



**ALEX ANTÔNIO DA SILVA**

**RESISTÊNCIA À *Helicoverpa armigera*  
(Lepidoptera: Noctuidae) E A *Myzus persicae*  
(Hemiptera: Aphididae) EM GENÓTIPOS DE  
TOMATEIRO OBTIDOS DO CRUZAMENTO  
COM *Solanum galapagense***

**LAVRAS – MG**

**2016**

**ALEX ANTÔNIO DA SILVA**

**RESISTÊNCIA À *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) E A  
*Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) EM GENÓTIPOS DE  
TOMATEIRO OBTIDOS DO CRUZAMENTO COM *Solanum  
galapagense***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de Doutor.

Orientador  
PhD. Wilson Roberto Maluf

**LAVRAS - MG**

**2016**

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

Silva, Alex Antônio da.

Resistência à *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e a *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) em genótipos de tomateiro obtidos do cruzamento com *Solanum galapagense* / Alex Antônio da Silva. – Lavras : UFLA, 2016.

77 p.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Wilson Roberto Maluf.

Bibliografia.

1. Melhoramento de plantas. 2. Manejo integrado de pragas. 3. Tricomas foliares. 4. Seleção indireta. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**ALEX ANTÔNIO DA SILVA**

**RESISTÊNCIA À *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) E A  
*Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) EM GENÓTIPOS DE  
TOMATEIRO OBTIDOS DO CRUZAMENTO COM *Solanum  
galapagense***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 16 de fevereiro de 2016.

Marinês Ferreira Pires

UFLA/DBI

Samuel Pereira de Carvalho

UFLA/DAG

Douglas Willian Nogueira

UFLA/DAG

Eliana Alcantra

UNINCOR

PhD. Wilson Roberto Maluf

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela vida, saúde e guiar meu caminho.

À minha família, pelo incentivo, compreensão e amor incondicional.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Biologia, pela realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao professor, Wilson Roberto Maluf, pela orientação, confiança e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos professores dos Departamentos de Biologia e Agricultura, do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Dr. Evaristo Mauro de Castro, pelo apoio e disponibilização do Laboratório de Anatomia Vegetal, para a realização dos experimentos.

À professora Dra. Vanda Helena Paes Bueno, por permitir a realização dos experimentos no Laboratório de Controle Biológico de Pragas.

À Hortiagro Sementes S.A., em especial ao Paulo Moretto, Vicente Licursi, Sebastião (Ná) e demais funcionários, pelo auxílio durante a condução deste trabalho.

Aos colegas Regis, Irã, Daniela, Marcela, Douglas, Danilo, Alison, Jéssica Figueiredo, Jéssica Nogueira, Beatriz, Cyntia, Carlos, Betsabé e Nathalia, pelos momentos de aprendizado e alegria.

E a todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

A espécie silvestre *Solanum galapagense* é promissora, para uso no melhoramento do tomateiro, por possuir alto nível de resistência a insetos, associada a tricomas glandulares, além de outras características favoráveis. O objetivo neste trabalho foi verificar a resistência à lagarta *Helicoverpa armigera* e ao pulgão *Myzus persicae* em genótipos de tomateiro, obtidos do cruzamento com *S. galapagense* e sua possível associação com a presença de tricomas glandulares. Para tanto, foi feita a quantificação dos tricomas foliares de plantas da população F<sub>2</sub>, derivada do cruzamento interespecífico *Solanum lycopersicum* 'TOM-684' x *S. galapagense* 'LA-1401'. Com base nos resultados dessa avaliação, selecionaram-se cinco plantas com alta densidade de tricomas glandulares (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08) e duas com baixa (BPX-486-313 e BPX-486-383). Esses genótipos foram clonados via estaquia e, juntamente com o genitor LA-1401 e as testemunhas comerciais TOM-584 e Santa Clara, submetidos a dois testes de resistência a *H. armigera* em laboratório, um de sobrevivência e outro de preferência. Os mesmos genótipos, também, foram utilizados para a realização de dois testes de preferência de *M. persicae*, um de livre escolha e outro sem chance de escolha. Dos genótipos selecionados, os cinco que, juntamente com LA-1401, apresentaram altas densidades de tricomas do tipo IV, apresentaram também menor sobrevivência da lagarta *H. armigera* e menor preferência para alimentação e produção de ninfas/reprodução do pulgão *M. persicae*, quando comparados aos dois genótipos BPX-486-313, BPX-486-383 e às testemunhas comerciais com baixa densidade de tricomas glandulares. Os genótipos com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-10, BPX-486-46) e o LA-1401, também, apresentaram menor preferência e menor nota de consumo alimentar de *H. armigera* em relação aos genótipos com baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313, Santa Clara e TOM-584). Correlações significativas e negativas entre a densidade de tricomas glandulares do tipo IV e a sobrevivência, preferência e nota de consumo alimentar de *H. armigera* e, também, entre os tricomas do tipo IV e a preferência alimentar e produção de ninfas/reprodução de *M. persicae* foram encontradas. Esses resultados evidenciam a ocorrência de associação entre os tricomas do tipo IV com a resistência a *H. armigera* por antibiose e não-preferência e a *M. persicae* pelo mecanismo de não-preferência.

Palavras-chave: Melhoramento de plantas. Manejo integrado de pragas. Tricomas foliares. Seleção indireta.

## ABSTRACT

The wild species *Solanum galapagense* is promising for use in tomato breeding programs because it has high levels of insect resistance, associated with glandular trichomes, and other favorable characteristics. The objective of this study was to determine the resistance to caterpillar *Helicoverpa armigera* and the aphid *Myzus persicae* in tomato genotypes obtained from crosses with *S. galapagense* and its possible association with the presence of glandular trichomes. To that end, it made the quantification of leaf trichomes of plants of the F<sub>2</sub> population, derived from interspecific cross *Solanum lycopersicum* 'TOM-684' x *S. galapagense* 'LA-1401'. Based on the results of this evaluation, we selected five plants with high density of glandular trichomes (BPX-486-17, 486-62-BPX, BPX-486-10, 486-46 and BPX-BPX-486-08) and two with low (BPX-486-313 and BPX-486-383). These genotypes were cloned via stem cuttings and together with LA-1401 parent and commercial checks TOM-584 and Santa Clara, submitted to two resistance tests to *H. armigera* in laboratory, a survival and other preference. The same genotypes were also used to perform two tests of preference of *M. persicae*, a free choice and the other no choice. The selected genotypes, five which, together with LA-1401 showed high densities of type IV trichomes, also showed lower survival of *H. armigera* caterpillar and less preferred for food and nymphs production/reproduction of the aphid *M. persicae* compared the two BPX-486-313 genotypes BPX-486-383; and commercial controls with low density of glandular trichomes. The genotypes with high density of glandular trichomes type IV (BPX-486-17, 486-10-BPX, BPX-486-46) and the LA-1401 also showed less preference and smaller note food consumption of the *H. armigera* in compared to genotypes with low density of glandular trichomes (BPX-486-313, Santa Clara and TOM-584). Negative significant correlations between the density of glandular trichomes type IV and survival, and food preference of *H. armigera*, and also between the trichomes type IV and the food preference and production of nymphs/reproduction of the *M. persicae* were found. These results indicate the occurrence of association between type IV trichomes with resistance to *H. armigera* by antibiosis and non-preference and *M. persicae* by the non-preference mechanism.

Key words: Plant Breeding. Integrated Pest Management. Leaf Trichomes. Indirect Selection.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	A cultura do tomateiro.....	11
2.2	A lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> .....	15
2.3	O pulgão <i>Myzus persicae</i> .....	19
2.4	Resistência do tomateiro a insetos-praga.....	21
2.5	O tomateiro <i>Solanum galapagense</i> .....	25
2.6	Melhoramento do tomateiro visando à resistência a insetos-praga.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Obtenção dos genótipos.....	31
3.1.1	Avaliação da densidade e tipos de tricomas foliares.....	32
3.2	Criação de <i>H. armigera</i> .....	33
3.2.1	Teste de sobrevivência de <i>H. armigera</i> .....	34
3.2.2	Preferência de <i>H. armigera</i> em teste de livre escolha.....	35
3.3	Criação de <i>M. persicae</i> .....	36
3.3.1	Preferência de <i>M. persicae</i> em testes de livre e sem chance de escolha.....	36
3.4	Análises Estatísticas.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Densidade e tipos de tricomas foliares.....	39
4.2	Sobrevivência de <i>H. armigera</i> .....	43
4.2.1	Preferência de <i>H. armigera</i> .....	48
4.3	Preferência de <i>M. persicae</i> .....	52
5	CONCLUSÕES.....	60
	REFERÊNCIAS.....	61

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate *Solanum lycopersicum* L. é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo. Sua demanda tem crescido continuamente, tanto para consumo *in natura* quanto para industrialização, em decorrência da diversidade de formas de utilização e do valor nutricional dos frutos. O fruto é rico em vitaminas do complexo B, vitamina C, ferro, fósforo, aminoácidos essenciais, açúcares, fibras, além do pigmento licopeno que age como antioxidante natural (ALVARENGA, 2013).

No Brasil, o tomate apresenta o maior volume de produção entre as hortaliças, sendo cultivado em todas as regiões. Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Goiás sobressaem-se entre os demais e são responsáveis por, aproximadamente, 70% de toda a produção nacional. No ano de 2014 a produção brasileira foi de 4.310.480 toneladas de tomate, numa área total de 67.605 hectares (ANUÁRIO..., 2015).

A cultura do tomateiro é considerada de alto risco, por ser infestada por uma grande diversidade de pragas e fitopatógenos, durante todo o seu ciclo, em praticamente todos os sistemas de produção (CARVALHO et al., 2012; LUZ; SHINZATO; SILVA, 2007).

Dentre os insetos-praga que atacam o tomateiro, tem-se a lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) que é polífago e de ampla distribuição geográfica (ALI; CHOUDHURRY, 2009; SRIVASTAVA et al., 2005). Até meados de 2013, este inseto era considerado praga quarentenária no Brasil. Neste ano, houve a confirmação de sua ocorrência nas culturas da soja e do algodão nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, sendo esse o primeiro registro de *H. armigera* no continente americano (CZEPAK et al., 2013). Recentemente, também foi relatada a ocorrência deste inseto, atacando cultivos de tomate no estado do Espírito Santo (PRATISSOLI et al., 2015).

Na cultura do tomateiro, as lagartas *H. armigera* recém-eclodidas alimentam-se de folhas e partes tenras da planta até o terceiro instar ou até os cinco dias de idade. Em seguida, as lagartas perfuram e penetram nos frutos através de galerias para alimentarem-se da placenta e de sementes. Nos orifícios feitos pelas lagartas desenvolvem-se microorganismos que podem causar podridão mole nos frutos. É nesta fase que se observam os maiores prejuízos na cultura, os quais podem chegar até 55% de perda da produção (ARAÚJO, 1990; FIGUEIREDO et al., 2006; USMAN et al., 2013).

Outro inseto que também é uma importante praga da fase inicial da cultura do tomateiro é o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). Além de provocar danos diretos pela contínua sucção de seiva de folhas e ramos novos, o que prejudica o desenvolvimento das plantas, este inseto é transmissor de vírus causador das doenças conhecidas como mosaico, risca do tomateiro, topo amarelo e amarelo baixeiro. Estas doenças limitam a produção da cultura, pois plantas infectadas normalmente não produzem frutos e, quando produzem, estes não atendem as exigências do mercado consumidor (ANTONELLI et al., 1992; FORNAZIER; PRATISSOLI; MARTINS, 2010).

O controle químico ainda é o principal método de controle empregado para o controle de pragas da cultura do tomateiro em todo o mundo. No entanto, o uso de inseticidas como única ou principal tática de manejo pode ocasionar danos severos ao ambiente, como desequilíbrio biológico e danos à saúde do trabalhador rural e do consumidor, além de aumento nos custos de produção (BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; SILVA et al., 2009; WYCKHUYS et al., 2013).

Visando a minimizar os problemas advindos do controle químico e manter as populações das pragas abaixo do nível de dano econômico, tem-se buscado táticas de controle alternativas para uso em conjunto no manejo integrado de pragas (MIP) da cultura. Dentre estas, a resistência de plantas a

insetos (RPI), por meio da utilização de cultivares resistentes é considerada ideal, por ser de custo relativamente baixo, possibilitar a manutenção das populações das pragas abaixo do nível de dano econômico e em equilíbrio com seus inimigos naturais, além de não poluir o ambiente e, principalmente, não oferecer risco à saúde humana (GALLO et al., 2002; MOREIRA et al., 2013; VENDRAMIM; NISHIKANWA, 2001).

Nos programas de melhoramento, tem-se buscado incorporar ao tomateiro cultivado, através de cruzamentos, a resistência a insetos encontrada em acessos de espécies silvestres. Nestas espécies, os principais fatores de resistência encontrados são a presença de tricomas foliares, do tipo glandular e compostos químicos por eles produzidos e exsudados, conhecidos como aleloquímicos. Esses compostos têm sido associados a efeitos deterrente na alimentação e na reprodução dos insetos-praga, e/ou efeito antibiótico no seu desenvolvimento (DIAS et al., 2013; GONÇALVES NETO et al., 2010; MALUF et al., 2010).

A espécie *Solanum galapagense* é promissora para uso como fonte de resistência a insetos, pois alguns dos seus acessos já foram relatados como altamente resistentes à mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) (ANDRADE, 2015; FIRDAUS et al., 2012; LUCATTI et al., 2013), ao pulgão *M. persicae* (SIMMONS; MCGRATH; GURR, 2005) e à mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) (JOUY; BORDAT; BESSIÈRE, 1992). Sua resistência à mosca-branca foi associada com a alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV e à alta concentração foliar do aleloquímico acilaçúcar (LUCATTI et al., 2013).

O objetivo neste trabalho foi verificar a resistência à lagarta *H. armigera* e ao pulgão *M. persicae* em genótipos de tomateiro, obtidos do cruzamento com *S. galapagense*, e sua possível associação com a presença de tricomas glandulares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do tomateiro

O tomateiro *Solanum lycopersicum* L. (Tubiflorae: Solanaceae) é uma espécie cosmopolita, descendente do ancestral silvestre *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, que produz frutos do tipo cereja. Seu centro de origem primário é na parte ocidental da América do Sul que abrange o Peru, Equador, Bolívia e norte do Chile. Porém, sua domesticação se deu no México, antes da colonização espanhola, país que é considerado o centro de origem secundário do tomate. Na Europa, o tomate foi introduzido por volta do século XVI, pelos espanhóis, sendo inicialmente cultivado como planta ornamental. A partir de então, foi difundido para outros países como Estados Unidos e Japão (ALVARENGA, 2013; FILGUEIRA, 2008; NAIKA et al., 2006).

Na Itália, houve o início da grande apreciação do tomate na gastronomia, quando passou a ser utilizado em saladas e molhos para massas. No final do século XIX, imigrantes europeus introduziram o tomateiro no Brasil. No entanto, o marco inicial da trajetória do tomateiro no país ocorreu com o surgimento do tomate Santa Cruz no estado do Rio de Janeiro, em 1940. Esse grupo surgiu devido à introdução de cultivares conhecidas como Chacareiro, Rei Humberto e Redondo Japonês, as quais sofreram processos de hibridação natural e de seleção feita pelos agricultores (ALVARENGA, 2013).

Carl Van Linnaeus (1753) inicialmente classificou o tomateiro dentro do gênero *Solanum*. Contudo, em 1754, o botânico Miller sugeriu a mudança para dentro do gênero *Lycopersicon*, ficando a nomenclatura da espécie *L. esculentum* L. (Mill.). Recentemente, as espécies componentes do gênero *Lycopersicon* foram desmembradas e reclassificadas. Essas mudanças foram realizadas baseadas em evidências obtidas a partir de estudos filogenéticos,

utilizando análises de sequências de DNA. Após estudos mais aprofundados de morfologia e de distribuição geográfica, houve ampla aceitação e concordância entre taxonomistas, melhoristas e geneticistas quanto à atual nomenclatura *Solanum lycopersicum* L. (SPOONER; PERALTA; KNAPP, 2005).

A seção *Lycopersicon* do gênero *Solanum* é composta por 13 espécies de tomateiro, contudo apenas a espécie *S. lycopersicum* é cultivada. As demais (*S. cheesmaniae*, *S. chilense*, *S. chmielewskii*, *S. habrochaites*, *S. neorickii*, *S. pennellii*, *S. peruvianum*, *S. pimpinellifolium*, *S. huaylasense*, *S. galapagense*, *S. corneliomuelleri* e *S. arcanum*) são silvestres. Essas espécies não são exploradas comercialmente, porém são extremamente úteis nos programas de melhoramento do tomateiro por possuírem alelos que conferem resistência a estresses bióticos e abióticos, ou que melhoram a qualidade nutricional dos frutos (BOITEUX et al., 2012; PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006; SANTOS, 2009).

O tomateiro é uma planta herbácea perene, mas que se comporta como anual desde a sementeira até a produção de sementes. Por apresentar inúmeras ramificações laterais, sua arquitetura lembra uma moita no seu desenvolvimento natural. Porém, com o uso de desbrotas essa característica pode mudar drasticamente. O crescimento do tomateiro pode ser dos tipos determinado e indeterminado e está ligado à arquitetura da planta, como crescimento em altura e número de ramificações laterais (FILGUEIRA, 2008; NAIKA et al., 2006).

O sistema radicular do tomateiro é pivotante, atingindo entre 50 e 60 cm de profundidade. O caule apresenta angulosidades e vários tricomas, os quais produzem compostos que conferem o aroma característico da planta. As flores são amarelas, dispostas em cachos e andróginas com elevada taxa de autogamia. Os frutos, por sua vez, são do tipo baga carnosa. Podem apresentar formato arredondado, alongado ou elíptico, geralmente com coloração vermelha, quando maduros, com 2 a 10 lóculos, variando em tamanho e peso de acordo com o grupo ou cultivar. As sementes são pequenas, entre amareladas e acinzentadas e

recobertas por mucilagem quando estão dentro do fruto (ALVARENGA, 2013; SANTOS, 2009).

O ciclo do tomateiro varia entre as cultivares e sofre influência das condições climáticas e de solo. De forma geral, em média, a germinação ocorre com cinco a sete dias, o florescimento acontece a partir de 50 dias após a semeadura, enquanto a maturação, a partir dos 90 dias. Nas cultivares de hábito de crescimento indeterminado, a colheita pode se estender por vários meses. Enquanto alguns frutos são colhidos, continua o processo de florescimento, frutificação e até mesmo de crescimento da planta. Já nas cultivares para processamento industrial, os frutos amadurecem mais concentradamente numa mesma época, possibilitando a realização de apenas uma ou duas colheitas (ALVARENGA, 2013).

Em razão de sua versatilidade de utilização, tanto na forma *in natura* quanto na industrializada, o tomate tem ganhado cada vez mais consumidores. Além disso, é considerado um alimento funcional por conter altos teores de vitaminas do complexo B, vitamina C, além de ser rico em licopeno. Estudos têm revelado que dietas ricas em licopeno possuem efeitos na redução dos riscos da ocorrência de câncer de esôfago, estômago, próstata e pulmão, devido ao licopeno ser um potente sequestrador do oxigênio *singlet* (uma forma reativa de oxigênio como radical livre causador de câncer) (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007; MONTEIRO et al., 2008; MORITZ, 2006).

No ano de 2012, a produção mundial de tomate foi superior a 161 milhões de toneladas, sobressaindo-se a China, a Índia e os Estados Unidos como os maiores produtores. O Brasil, nesse ano, ocupou o nono lugar no ranking dos maiores produtores. Em 2014, a produção brasileira foi superior a 4,2 milhões de toneladas numa área colhida de 65,1 mil hectares. As principais regiões produtoras foram o Sudeste e o Centro-Oeste, com destaque para os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, os quais, juntos, foram

responsáveis por 2,81 milhões de toneladas, equivalentes a quase 66,0% da produção nacional de tomate (ANUÁRIO..., 2015).

Além da relevante importância econômica, a cultura do tomateiro também possui grande importância social, pois é fonte de receitas para pequenos e médios produtores que se dedicam à sua prática. Grande parte de sua produção é destinada à venda nos mercados dos centros urbanos e emprega quantidade elevada de mão de obra, sobretudo na época da colheita (MELO, 2013).

A cultura do tomateiro sofre com o ataque de insetos-praga, durante todas as fases fenológicas, o que faz com que muitos produtores se vejam obrigados a realizarem aplicações frequentes de inseticidas químicos. Com isso, boa parte dos recursos financeiros utilizados para a produção é destinada ao controle dos insetos-praga, que dependendo da intensidade de ataque, podem causar redução significativa na produtividade da cultura (CARVALHO et al., 2012; FRANÇA et al., 2000).

Dentre os insetos-praga que atacam a cultura do tomateiro destacam-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera: Aphididae), os pulgões *Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae), o trips *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae), a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), a mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), a broca grande do fruto *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), a broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) (AQUINO et al., 2011; GRAVINA, 2010) e, de ocorrência mais recente, a lagarta *H. armigera* (PRATISSOLI et al., 2015).

## 2.2 A lagarta *Helicoverpa armigera*

*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) é um inseto altamente polífago, pertencente à ordem Lepidoptera, família Noctuidae e subfamília Heliothinae. Possui ampla distribuição mundial, tanto em regiões de clima tropical quanto temperado, como Ásia, África, Europa e Oceania. Estima-se que a perda mundial, causada pela sua ocorrência nas culturas agrícolas, chegue a 5 bilhões de dólares, anualmente (LAMMERS; MACLEOD, 2007). Na região dos semiáridos da Europa, as perdas causadas por esse inseto-praga supera 2 bilhões de dólares, sendo que o custo anual de aplicação de inseticidas nas lavouras para o seu controle chega a ser de 500 milhões de dólares (SHARMA; DHILLON; ARORA, 2008). Na Índia e na China, de todos os inseticidas utilizados na agricultura, cerca de 50% são para o controle da *H. armigera* (BUILDING; ARHABHATA, 2007).

No Brasil, até pouco tempo, *H. armigera* era considerada praga quarentenária, porém em janeiro e fevereiro de 2013 foi relatada no estado de Goiás, atacando cultivos de soja, no Mato Grosso em cultivos de algodão e na Bahia em tiguera de soja, sendo esses os primeiros relatos da ocorrência dessa praga no Continente Americano (CZEPAK et al., 2013). Devido a sua grande capacidade de dispersão, podendo percorrer, em voo, até 1000 km e adaptação em condições ambientais adversas (FIGUEIREDO, 2007), possivelmente, *H. armigera* já esteja disseminada por todo o país. Recentemente, também, foi relatada a ocorrência de lagartas *H. armigera* causando perdas na cultura do tomateiro em quatro municípios localizados no sul do estado do Espírito Santo, que são os principais produtores de tomate da região (PRATISSOLI et al., 2015).

Lagartas de *H. armigera* têm sido encontradas em mais de 100 espécies de plantas, cultivadas ou não, compreendendo 45 famílias, como Asteraceae,

Fabaceae, Malvaceae, Poaceae, Solanceae, entre outras (ALI; CHOUDHURY, 2009). Entre os hospedeiros cultivados, esse inseto pode causar grandes perdas econômicas nas culturas do algodão, milho, sorgo, tomate, soja, feijão, batata, trigo, milheto, guandu, amendoim, ervilha, tabaco, linho, quiabo, grão-de-bico, crotalária, rosa, crisântemo e algumas frutíferas (ÁVILA; VIVIAN; TOMQUELSKI, 2013; LAMMERS; MACLEOD, 2007; MORAL GARCIA, 2006).

A atividade desse inseto é predominantemente crepuscular, ou seja, realizada durante a noite e nula durante o dia, pois permanece em repouso, durante este período e é fortemente influenciada pela temperatura, umidade do ar e fotoperíodo. Por isso, o número de gerações pode variar de acordo com o ano e o local. Temperatura média de 25°C, umidade relativa de 90% e fotoperíodo de 16 horas são considerados ideais para o desenvolvimento de *H. armigera* (ARAÚJO, 1990; MARTINS, 1990).

O desenvolvimento biológico de *H. armigera* é completo, passando pelas fases de ovo, lagarta, pré-pupa, pupa e adulto, sendo por isso chamado de holometábolo. Os ovos possuem diâmetro de 0,5 mm, em média, forma oval, mais aguda na parte apical e um pouco mais achatada na base. São de coloração marfim com aspecto brilhante logo, após a sua oviposição, desenvolvendo ao segundo dia um aro castanho; na sequência vão-se tornando escuros, próximo ao momento da eclosão. As fêmeas ovipositam de forma isolada ou em pequenos agrupamentos em folhas, flores, frutos e brotações terminais com superfícies pubescentes. Cada fêmea pode pôr entre 200 a 1200 ovos e os primeiros ovos são normalmente inférteis; após 3 dias começam a ficar cada vez mais amarelos. O tempo que decorre até a primeira postura pode ser de 2 a 4 dias a 25°C (ALI; CHOUDHURY, 2009; NASREEN; MUSTAFA, 2000).

A lagarta *H. armigera* pode apresentar 5 a 6 instares dependendo de características genéticas, condições ambientais e qualidade da alimentação. Nos

primeiros instares pode ter coloração variando de branco-amarelada a marrom-avermelhada e cápsula cefálica entre marrom escuro a preto e, à medida que cresce adquire diferentes colorações, variando de amarelo-palha ao verde. Apresenta listras de coloração marrom, lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça sendo que o tipo de alimentação influencia na sua coloração (ALI; CHOUDHURY, 2009). Uma característica marcante para a identificação da espécie *H. armigera* são tubérculos abdominais escuros, dispostos na forma de semicírculo, aparentando formato de sela, que aparecem no primeiro segmento abdominal de lagartas no 4º instar. Além dessa característica, a textura coriácea do tegumento de *H. armigera* também pode ser usada para diferenciar essa espécie de outras espécies de noctuídeos que ocorrem no Brasil (CZEPAK et al., 2013; MATTHEWS, 1999).

Em laboratório, a  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de 60-70% e fotoperíodo de 16 horas, o comprimento médio das lagartas e a duração de cada instar (L1, L2, L3, L4, L5) são de: L<sub>1</sub>- 3,05mm e 2,08 dias; L<sub>2</sub>- 4,78mm e 2,15 dias; L<sub>3</sub>- 9,75mm e 2,48 dias; L<sub>4</sub>- 17,85mm e 3,13 dias; L<sub>5</sub>- 24,5mm e 3,55 dias, totalizando um período total de 15 a 16 dias, juntamente com fase de pré-pupa que dura em média 2,1 dias (NASREEN; MUSTAFA, 2000).

No final do último instar, a lagarta entra na fase de pré-pupa, deslocando-se para o solo, tritura o substrato em que se encontra, fabrica um casulo de fios de seda que serve de proteção externa e transforma-se em pupa. A pupa apresenta coloração verde-claro e dimensões que variam entre 12 a 20 mm, assim que ocorre esclerotização do exoesqueleto, ao fim de 24 horas, torna-se marrom-mogno. Esse estágio dura entre 10 a 14 dias e já é possível fazer a distinção do sexo através da observação da genitália externa (ALI; CHOUDHURY, 2009; ARAÚJO, 1990).

Os adultos de *H. armigera* possuem acentuado dimorfismo sexual e as fêmeas apresentam as asas com coloração castanho rosada e uma envergadura

aproximada de 40 mm. Os machos possuem asas verdes acinzentadas e cerca de 35 mm de envergadura. Outra diferença é o formato do abdômen que é mais arredondado nas fêmeas. Em ambos os sexos, as asas anteriores possuem uma mancha reniforme clara e na margem externa uma linha de sete a oito pontos negros. As asas posteriores são brancas, com uma banda distal preta que contém uma mancha branca. As fêmeas apresentam longevidade média de 11,7 dias e os machos de 9,2 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009; ARAÚJO, 1990).

Na cultura do tomateiro, as fêmeas possuem a tendência de por os ovos no terço superior das plantas, na proximidade das flores e em folhas mais recentes, preferencialmente, de forma isolada, na face abaxial das folhas, ao longo da nervura central ou nos botões, inflorescências e flores. Dos ovos eclodem as lagartas que permanecem nesses órgãos ou entram pelo cálice nos frutos em desenvolvimento. Até o 3º instar, alimentam-se, principalmente, de folhas tenras, inflorescências e frutos verdes. Nos últimos instares a lagarta tem preferência por descer pela planta e penetrar nos frutos que estão no terços inferior e médio do tomateiro para alimentarem-se de sementes e da placenta do fruto. Nesse período é que se observam os maiores prejuízos na cultura (ARAÚJO, 1990; FIGUEIREDO et al., 2006; MARTINS, 1990).

A melhor fase para combater esse inseto-praga é no período entre o 1º e o 3º instar, visto que ainda se alimentam de folhas e estão mais expostas as ações das táticas de controle como o uso de inseticidas químicos e inimigos naturais (FIGUEIREDO et al., 2006). No Brasil, o manejo dessa praga ainda se encontra em fase inicial de estabelecimento, porém, com base em estudos realizados em outros países, a identificação correta da espécie, técnicas efetivas de amostragem de ovos e lagartas, ou até mesmo pupas, são essenciais, como subsídios para as tomadas de decisão (CZEPAK et al., 2013).

Nos países onde esse inseto-praga causa elevados danos econômicos, populações de *H. armigera* têm desenvolvido resistência a vários grupos de

inseticidas como os piretróides, além de alguns ingredientes ativos considerados recentes, como o fipronil, clorfenapir, indoxicarbe e sipinosad (PATIL et al., 2006; WU, 2007). Em razão disso e à alta capacidade de migração dos adultos de *H. armigera* (FIGUEIREDO, 2007), esforços da pesquisa devem ser direcionados com o objetivo de desenvolver e estabelecer estratégias seguras, saudáveis e econômicas para o seu controle.

### **2.3 O pulgão *Myzus persicae***

O pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) destaca-se dentre as 64 espécies que fazem parte do gênero *Myzus* como a mais importante do ponto de vista agrícola, por ser polífago e se desenvolver em várias espécies de plantas economicamente importantes como batateira, tomateiro, pimentão, alface, couve, repolho, espinafre, nabo, gladiolo, pessegueiro, girassol (PEÑA-MARTÍNEZ, 1992; SALAS; LOPES; FERERES, 2010), dentre outras.

Mede cerca de 2 mm de comprimento, sendo que na forma áptera apresenta coloração verde-clara, com cabeça, antenas e tórax pretos e, na forma alada, é verde com uma mancha escura no abdômen e cabeça, antena e tórax pretos (BLACKMAN; EASTOP, 2007; FREITAS, 2002). Seu desenvolvimento biológico é rápido, passando por quatro instares na fase ninfal (WILLIAMS; DIXON, 2007). Fatores bióticos como a espécie e o estágio vegetativo da planta hospedeira e fatores abióticos como a radiação solar e a temperatura influenciam diretamente na velocidade de crescimento de sua população (BALE; PONDER; PRITCHARD, 2007).

Em regiões de clima tropical, como no Brasil, desenvolvem-se apenas fêmeas vivíparas, ápteras ou aladas, e a reprodução ocorre por partenogênese telítoca, ou seja, sem a participação do macho, gerando cerca de 80 indivíduos

por fêmea ao longo de sua vida (BLACKMAN; EASTOP, 2007; WILLIAMS; DIXON, 2007). A produção de fêmeas aladas é desencadeada por diversos fatores, entre eles a competição intra e interespecífica, os inimigos naturais e as condições climáticas. Nas regiões de clima temperado, fêmeas e machos alados são produzidos no final do outono, para possibilitar a reprodução sexuada e que os ovos colocados entrem em diapausa no período do inverno. Nas demais estações do ano, somente fêmeas vivíparas partenogênicas são produzidas (BRAENDLE et al., 2006).

*M. persicae*, assim como outras espécies de pulgões, vivem em colônias, causando danos diretos pela inserção dos seus estiletes nos tecidos das plantas para sugar continuamente a seiva elaborada, que é um alimento rico em carboidratos e deficiente em compostos nitrogenados. Isso provoca o encarquilhamento e o enrolamento das folhas e dos ramos novos, o que compromete o desenvolvimento da planta. Além dos danos diretos, os pulgões causam danos indiretos pela transmissão de vírus e redução da respiração e fotossíntese das plantas. Essa redução é em decorrência do desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium* sobre o “*honeydew*”, que é um líquido adocicado eliminado em grande quantidade juntamente com as fezes dos pulgões. Esses fungos se desenvolvem sobre as folhas das plantas, dando um sintoma conhecido como fumagina (TARIQ et al., 2012; WILLIAMS; DIXON, 2007).

O pulgão *M. persicae* é capaz de transmitir mais de 120 vírus de plantas em aproximadamente 30 famílias, incluindo culturas economicamente importantes, em todo o mundo (EMDEN; HARRINGTON, 2007). Na cultura do tomateiro, é responsável pela transmissão de Potyvírus causador do mosaico e risca do tomateiro e Luteovírus causador do topo amarelo e amarelo baixeiro. A transmissão do Potyvírus é do tipo não-persistente, ou seja, o pulgão adquire e transmite o vírus por meio da picada de prova, durante um curto período de alimentação. Já os Luteovírus são transmitidos de forma persistente ou

circulativa e não propagativa. Para se infectar, o pulgão precisa se alimentar em uma planta infectada por um período mínimo de uma hora e após o período de latência que é variável, torna-se capaz de transmitir estes vírus durante toda a vida (MOURA et al., 2014).

Os pulgões podem atacar durante todo o ciclo do tomateiro, ocorrendo em grandes colônias, principalmente, na face inferior, ou abaxial de folhas, brotações e flores. Sua amostragem na cultura é feita batendo-se o ponteiro de cinco plantas por ponto amostral, em uma bandeja branca, em 20 pontos amostrais por talhão, totalizando 100 plantas amostradas. O nível de controle adotado é de um inseto adulto por ponteiro, em média (ALVARENGA, 2013).

O método ainda mais usado para o controle de hemípteros-praga das culturas vegetais é o químico. Porém o uso indiscriminado dos inseticidas pode ter consequências graves como resistência aos princípios ativos, redução de populações de insetos benéficos e contaminação ambiental (MOURA et al., 2014; SILVA et al., 2009). Tais possíveis efeitos, associados à crescente demanda por produtos livres de agroquímicos sintéticos, têm incentivado o aumento da pesquisa e utilização de táticas de controle mais sustentáveis dentro da perspectiva do manejo integrado de pragas (MIP) como a resistência de plantas a insetos (RPI).

#### **2.4 Resistência do tomateiro a insetos-praga**

De acordo com Painter (1951), a resistência de plantas a insetos-praga pode ser definida como “a soma das qualidades hereditárias apresentadas pela planta as quais influenciam a intensidade de dano provocado”. Na prática, representa a capacidade de certas variedades apresentarem maior quantidade de produtos de boa qualidade que as demais, num mesmo nível de população do inseto. Assim, pode-se considerar que uma planta é resistente quando, em

virtude de sua constituição genotípica, ela é menos danificada que outras em condições de igualdade para o ataque da praga.

Vários caracteres relacionados à planta ou ao inseto podem ser utilizados para discriminar os genótipos mais resistentes. Os relativos ao inseto são: diferenças no número de indivíduos, na oviposição, na alimentação, no peso, no tamanho, na duração do ciclo biológico, na mortalidade, na fecundidade e fertilidade. Já os caracteres relacionados às plantas são: diferenças na produção, na qualidade do produto, na destruição dos órgãos vegetais e na mortalidade (VENDRAMIM; NISHIKAWA, 2001).

Observando o modo pelo qual as plantas podem resistir ao ataque dos insetos, Painter (1968) propôs três mecanismos ou tipos de resistência: não-preferência (antixenose) segundo Kogan e Ortaman (1978), antibiose e tolerância. A não-preferência ou antixenose ocorre quando a planta é menos preferida pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo do que outras. A antibiose ocorre quando o inseto se alimenta normalmente da planta, mas esta exerce efeitos negativos no seu desenvolvimento. A tolerância é o tipo de resistência em que a planta é menos danificada que as demais, sob o mesmo nível de infestação do inseto, sem que haja efeito no comportamento ou biologia. Ou seja, a planta apresenta capacidade de suportar o ataque do inseto-praga através da regeneração dos tecidos destruídos e emissão de novos ramos de modo que o ataque da praga não chega a provocar queda significativa na qualidade e na quantidade de sua produção (LARA, 1991).

O conhecimento dos mecanismos de resistência é uma importante ferramenta no processo de identificação de fontes de resistência, apesar de não ser essencial no processo de seleção. Esse conhecimento permite acelerar o processo e prevenir uma possível quebra da resistência (BIGUZZI, 2011).

As causas da resistência podem ser fatores físicos, químicos e morfológicos. Os fatores físicos e morfológicos estão relacionados a aspectos

estruturais da epiderme, principalmente das folhas das plantas, como textura, espessura, cerosidade e a presença de alguns tipos de tricomas foliares. Os fatores químicos são substâncias tóxicas, antimetabólicos ou enzimas que atuam no metabolismo e/ou comportamento do inseto-praga (NORRIS; KOGAN, 1980).

Para o tomateiro, fontes de resistência a insetos têm sido encontradas, principalmente, nas espécies silvestres como *S. pennellii*, *S. habrochaites* (GONÇALVES NETO et al., 2010; LEITE, 2004), *S. peruvianum* (MARUYAMA et al., 2002; SUINAGA et al., 2004), *S. pimpinellifolium* (ESCOBAR et al., 2010; FANCELLI; VENDRAMIM, 2002; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011), *S. galapagense* (FIRDAUS et al., 2012; LUCATTI et al., 2013), entre outras. No entanto, as duas primeiras espécies nas últimas décadas têm sido as mais empregadas em pesquisas objetivando resistência. Muitas dessas espécies apresentam resistência a insetos associada à presença de tricomas foliares e a substâncias químicas naturais denominadas de aleloquímicos (FREITAS et al., 2002).

O gênero *Solanum* apresenta sete tipos de tricomas. Sua classificação baseia-se no comprimento do tricoma e na presença ou ausência de glândula na extremidade apical e no número de células que compõem a glândula, quando presente. Os tricomas são classificados em dois tipos, não glandulares (II, III, V), que são bastante semelhantes entre si, diferindo apenas no comprimento e os glandulares (I, IV, VI, VII), que são capitados, sendo a cabeça, na maioria dos casos, a região secretora dos aleloquímicos (LUCKWILL, 1943).

Os aleloquímicos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas, os quais, apesar de não desempenharem nenhuma função direta, são responsáveis pela interação das plantas com outros organismos, principalmente insetos, podendo atuar como substâncias de defesa ou estimulantes ao ataque de pragas (GALLO et al., 2002; PIZZAMIGLIO, 1991). Os principais

aleloquímicos presentes nas espécies silvestres de tomateiro pertencem aos grupos dos acilaçúcares, sesquiterpenos e metil-cetonas (CARTER; SNYDER, 1985; GOFFREDA et al., 1989; WILLIAMS et al., 1980).

Os acilaçúcares são ésteres de glicose, sacarose e de grupos acilas. São constituídos, principalmente, por 2, 3, 4, -tri-O-ésteres de glicose, possuindo em sua cadeia, grupos acilas com 4 a 12 átomos de carbono (BURKE; GOLDSBY; MUDD, 1987; WALTERS; STEFFENS, 1990). Sua presença está associada à tricomas glandulares do tipo IV nos acessos LA-716 da espécie *S. pennellii* (GOFFREDA et al., 1989; RESENDE et al., 2002), TO-937 e CNPH-1678 de *S. pimpinellifolium* (LIEDL et al., 1995; RODRIGUÉZ-LÓPEZ et al., 2011), LA-1401 e PRI91117 de *S. galapagense* (FIRDAUS et al., 2012; LUCATTI et al., 2013), entre outros.

O zingibereno é um sesquiterpeno presente nos acessos PI 126445 e PI 127826 da espécie *S. habrochaites* var. *hirsutum*, no ápice de tricomas glandulares do tipo VI (CARTER; SNYDER, 1985; GIANFAGNA; CARTER; SACALIS, 1992; WESTON et al., 1989). Freitas (2002) e Maluf et al. (2001) associaram a presença desse aleloquímico também ao tricoma glandular do tipo IV. Por outro lado, a metil-cetona 2-tridecanona ocorre no acesso PI 134417 da variedade *glabratum* da espécie *Solanum habrochaites* e é associada à presença de tricomas glandulares do tipo VI (ARAGÃO, 1998; GILARDON; BENAVENT, 1981; GONÇALVES et al., 1998).

Diversos estudos demonstram que os acessos silvestres de tomateiro que possuem altos teores foliares de acilçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona e alta densidade de tricomas glandulares, apresentam altos níveis de resistência, pelo mecanismo de antibiose e/ou não-preferência, à traça-do-tomateiro *T. absoluta* (AZEVEDO et al., 2003; DIAS et al., 2012; LABORY et al., 1999; MALUF et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012; RESENDE et al., 2006), à mosca-branca *B. tabaci* (FIRDAUS et al., 2012; FREITAS et al., 2002; LUCATTI et al., 2013;

NEIVA et al., 2013; SILVA et al., 2009), a ácaros do gênero *Tetranychus* (GONÇALVES et al., 2006; MALUF; CAMPOS; CARDOSO, 2001; MALUF et al., 2007; PEREIRA et al., 2008; RODRIGUÉZ-LÓPEZ et al., 2011), à mosca-minadora *L. trifolii* (ERB et al., 1993; HAWTHORNE et al., 1992; MOREIRA et al., 1999), ao pulgão *M. persicae* (LEITE et al., 1999; SILVA, 2012; SIMMONS; MCGRATH; GURR, 2005), a lagarta *H. armigera* (SIMMONS et al., 2004; TALEKAR; OPEN; HANSON, 2006), entre outros.

### **2.5 O tomateiro *Solanum galapagense***

A espécie silvestre de tomateiro *Solanum galapagense* (sin. *Lycopersicon cheesmanii* var. *minor*) tem origem nas Ilhas Galápagos, que são uma região vulcânica situada a cerca de 1000 km da costa oeste da América do Sul, na república do Equador (GEIST, 1996).

Essa espécie de tomateiro possui características bastante peculiares, dentre elas, pode-se citar o porte baixo que se deve principalmente à menor distância entre entrenós, a ocorrência da dormência de sementes, a presença de folhas com bordos mais recortados e alta densidade de tricomas nas hastes e nas folhas. Em relação à dormência de sementes, acredita-se que esta esteja presente como parte do mecanismo evolutivo, pois a dormência só seria quebrada após passar pelo trato digestivo de jabutis endêmicos das Ilhas Galápagos, o que possivelmente contribuiu como o principal meio de propagação dessa espécie de tomateiro. Os frutos são pequenos, com 0,6 a 1,1 cm de diâmetro, aproximadamente, dois lóculos e coloração alaranjada quando maduros (DARWIN; KNAPP; PERALTA, 2003; KOORNNEEF et al., 1990; RICK; BOWMAN, 1961).

*S. galapagense* também possui outras características que são de interesse dos programas de melhoramento do tomateiro cultivado como a alta resistência a

insetos-praga (FIRDAUS et al., 2012; JOUY; BORDAT; BESSIÈRE, 1992; LUCATTI et al., 2013; SIMMONS; GURR, 2005), tolerância à salinidade (RUSH; EPSTEIN, 1981) e altos teores de sólidos solúveis (GARVEY; HEWITT, 1991).

## **2.6 Melhoria do tomateiro visando à resistência a insetos-praga**

Para o início de um programa de melhoria visando à resistência a insetos-praga, são necessários os seguintes requisitos: 1) trabalhar com a cultura de interesse econômico; 2) trabalhar com o inseto-praga; 3) selecionar fontes de resistência; 4) determinar os mecanismos/tipos de resistência envolvidos e, 5) estruturar o programa de melhoria. Nesta última etapa, quase todos os métodos de melhoria podem ser utilizados, a escolha vai depender do modo de reprodução das plantas e do tipo de ação gênica que condiciona o caráter resistência. Outros aspectos importantes também devem ser considerados como a necessidade de grande número de insetos para infestação/avaliação das plantas em experimentos com repetição, a necessidade de condições representativas de ocorrência da praga, pessoal treinado para realizar as avaliações e viabilidade do método, em função, especialmente, da causa da resistência (LARA, 1991).

Os programas de melhoria do tomateiro, visando à obtenção de cultivares resistentes a insetos-praga têm adotado a estratégia de incorporação dos alelos responsáveis pela produção de aleloquímicos e/ou tricomas glandulares, presentes nos acessos silvestres em cultivares comerciais, visto que a seleção para alto teor de aleloquímicos e em alguns casos, tricomas glandulares, tem levado a respostas correlacionadas no sentido de aumentar a resistência aos insetos-praga (ARAGÃO, 1998; BARBOSA, 1994; DIAS et al., 2013; FREITAS, 1999; LABORY et al., 1999; MACIEL et al., 2011; MALUF

et al., 2010; PAMPLONA, 2001; RESENDE, 2003; RESENDE et al., 2002, 2006, 2009).

Linhagens de tomateiro com altos teores foliares de acilaçúcares, zingibereno ou 2-tridecanona, obtidas a partir do cruzamento de linhagens pré-comerciais de *S. lycopersicum* com os acessos ‘LA-716’ de *S. pennellii*, ‘PI 127826’ de *S. habrochaites* var. *hirsutum* e ‘PI 134417’ de *S. habrochaites* var. *glabratum*, respectivamente, seguidos por retrocruzamentos para *S. lycopersicum* foram avaliadas quanto ao nível de resistência à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta*, à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, aos ácaros *Tetranychus urticae* e *T. evansi*, à mosca-minadora *Liriomyza trifolii* e ao pulgão *Myzus persicae*. Essas linhagens apresentaram em geral maiores níveis de resistência à traça-do-tomateiro, à mosca-branca e maior repelência a ambas espécies de ácaros, em relação às testemunhas comerciais com baixos teores de aleloquímicos; porém, em geral, em menor nível de resistência quando comparadas aos acessos silvestres. Apenas as linhagens com altos teores foliares de acilaçúcares ou 2-tridecanona apresentaram resistência à mosca-minadora e ao pulgão (NEIVA, 2011; OLIVEIRA, 2011; SILVA, 2012).

Vinte e quatro híbridos de tomateiro oriundos do cruzamento entre uma linhagem pré-comercial de tomateiro com altos teores foliares de acilaçúcares, derivada do acesso ‘LA-716’ de *S. pennellii* e com resistência comprovada a insetos-praga e uma linhagem pré-comercial com baixos teores desse aleloquímico, foram avaliados quanto ao seu potencial produtivo. Observou-se que as características massa média por fruto (g fruto<sup>-1</sup>) e produção por hectare (t ha<sup>-1</sup>) foram semelhantes aos híbridos comerciais Débora Max, Bravo, Bônus, Kombat e Atyna. Dos 24 híbridos, uma amostra de quatro foi testada quanto à resistência à traça-do-tomateiro e mostrou-se mais resistente do que as testemunhas comerciais. Esses resultados evidenciam o potencial do uso de

linhagens de tomateiro, rica em acilaçúcares para a obtenção de híbridos comerciais resistentes a insetos-praga (MACIEL et al., 2011).

Marchese (2013) comparando a resistência à mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e ao ácaro rajado *T. urticae* de linhagens de tomateiro com baixos e altos teores foliares de acilaçúcares e de linhagens portadoras do gene *Mi* (que confere resistência a nematoides), observou que as linhagens com altos teores de acilaçúcares apresentaram maiores níveis de não-preferência para oviposição da mosca-branca quando comparadas às demais linhagens. As linhagens com baixos teores foliares de acilaçúcares e portadoras do gene *Mi* apresentaram níveis intermediários de resistência à mosca-branca. Com relação à resistência ao ácaro rajado, apenas as linhagens com altos teores de acilaçúcares foram efetivas em conferir resistência.

Genótipos F<sub>2</sub> obtidos do cruzamento da cultivar de tomateiro industrial ‘Redenção’ com o acesso LA-716 de *S. pennellii*, selecionados para maiores teores foliares de acilaçúcares, manifestaram resistência ao ácaro rajado pelos mecanismos de não-preferência e antibiose. O teor de acilaçúcares correlacionou-se alta e significativamente com tricomas glandulares do tipo IV. A densidade desse tipo de tricoma correlacionou-se positivamente com a mortalidade do ácaro e negativamente com a sua oviposição (LUCINI, 2013).

Firdaus et al. (2013) avaliaram uma população segregante (F<sub>2</sub>) oriunda do cruzamento do tomateiro com um acesso de *S. galapagense* com o objetivo de identificar QTL's para resistência à mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e suas possíveis causas. Um QTL de efeito maior (Wf-1) que foi encontrado no cromossomo 2 explicou 51,4% da variação na sobrevivência de adultos e 81,5% da ocorrência de tricomas tipo IV. Um QTL de menor efeito (Wf-2) também foi encontrado, presente no cromossomo 9. Maiores teores foliares de acilaçúcares dos genótipos com os maiores níveis de resistência à mosca-branca foram significativos, sugerindo que esse aleloquímico está relacionado à resistência e

possui herança relativamente simples, o que favorece o seu uso em programas de melhoramento.

Genótipos de uma população  $F_2$  derivada do cruzamento *S. lycopersicum* ‘Redenção’ x *S. habrochaites* var. *hirsutum* ‘PI-127826’, selecionados para baixos e altos teores de zingibereno foram avaliados quanto à resistência à traça do tomateiro *T. absoluta*, à mosca-branca *B. tabaci* e ao ácaro rajado *T. urticae*. Os genótipos selecionados para alto teor desse aleloquímico, apresentaram menor taxa de oviposição e menor número de ninfas da mosca-branca, menor número de lagartas da traça-do-tomateiro e maior índice de repelência ao ácaro rajado. A herança do teor de zingibereno foi estimada, apresentando herdabilidade de 81,95% com dominância incompleta no sentido de menor teor e a estimativa do número de genes foi de 2,24 (LIMA, 2014).

Baier et al. (2015) estudando a herança da produção de acilaçúcares por meio da população segregante ( $F_2$ ) oriunda do cruzamento *S. lycopersicum* cultivar ‘Redenção’ x *S. pennellii* ‘LA-716’, verificaram que o grau médio de dominância (GMD) estimado foi de -0,83, o que indica que o alto teor de acilaçúcares deve-se à ação de um alelo recessivo com dominância incompleta. O valor de 81,85% encontrado para a estimativa da herdabilidade no sentido amplo indica que grande parte da variação entre plantas na geração  $F_2$  é de natureza genética. Gonçalves et al. (2007) e Resende et al. (2002) também constataram herança monogênica para o teor de acilaçúcares.

Linhas de tomateiro com baixos e altos teores foliares de acilaçúcares, e de zingibereno, isoladamente ou simultaneamente, e portadoras ou não do *Mi* foram comparadas quanto ao nível de resistência à mosca-branca *B. tabaci* biótipo B e ao ácaro rajado *T. urticae*. Em geral, as linhas com os dois aleloquímicos manifestaram maiores níveis de resistência à mosca-branca, pelo mecanismo de não-preferência, em relação às linhas com apenas um dos aleloquímicos, demonstrando efeito sinérgico entre os acilaçúcares e o

zingibereno para a resistência, quando combinados em uma mesma linhagem. As linhagens portadoras do gene *Mi* apresentaram maiores níveis de resistência à mosca-branca quando comparadas às linhagens com baixos teores dos aleloquímicos e não portadoras do gene *Mi*, porém em menor nível em relação às linhagens com altos teores de acilaçúcares ou zingibereno. Para o açúcar rajado, também houve efeito sinérgico entre os dois aleloquímicos, porém não se observou efeito do gene *Mi* na resistência (OLIVEIRA, 2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da empresa Hortiagro Sementes S. A., localizada no município de Ijaci, Minas Gerais, no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia e no Laboratório de Controle Biológico de Pragas do Departamento de Entomologia, ambos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

#### 3.1 Obtenção dos genótipos

Com o cruzamento interespecífico (TOM-684 x LA1401), obteve-se uma população F<sub>2</sub>, ora denominada de BPX-486. ‘TOM-684’ é uma linhagem elite de *S. lycopersicum*, pré-comercial, com baixa densidade de tricomas glandulares e baixo teor de acilaçúcares nas folhas (COSTA, 2013; MACIEL et al., 2011; MALUF et al., 2010). Já o LA-1401 é um acesso silvestre da espécie *S. galapagense*, com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV, alto teor de acilaçúcares nas folhas e resistente à mosca-branca *B. tabaci* (ANDRADE, 2015; LUCATTI et al., 2013).

Plantas da população BPX-486, da cultivar Santa Clara, da linhagem comercial TOM-584 e do acesso LA-1401 foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, pré-enchidas com o substrato comercial Tropstrato HA e cobertas com uma camada fina de vermiculita. As sementes do LA-1401 foram escarificadas para quebrar a dormência, por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 50%, por 30 minutos e semeadas 15 dias antes dos demais genótipos. Trinta dias após a semeadura, em casa-de-vegetação, 145 mudas da população BPX-486 e dez mudas dos demais genótipos foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para três litros de substrato, os quais foram obtidos da mistura de terra de barranco, areia grossa e

do composto comercial Provaso na proporção 2:1:1. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme os preconizados para a cultura do tomateiro (ALVARENGA, 2013).

### **3.1.1 Avaliação da densidade e tipos de tricomas foliares**

Dois meses após o transplante, coletou-se a quarta folha superior totalmente expandida de cada planta para a avaliação das densidades (número médio por  $\text{mm}^2$ ) e tipos de tricomas presentes. Os folíolos foram inicialmente colocados em potes de plástico com 200 mL de etanol a 70%. Após 72 horas, iniciou-se a realização de seções paradermicas nas faces abaxial e adaxial dos folíolos, à mão livre, com auxílio de lâmina de aço. As seções foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio a 50% por aproximadamente, um minuto e em seguida lavadas em água destilada duas vezes. Posteriormente as seções foram coradas em solução de safranina a 0,01%, por 20 segundos e lavadas duas vezes em água destilada para retirar o excesso de corante. Lâminas semipermanentes foram montadas em água glicerinada 50% (KRAUS; ARDUIM, 1997), sendo colocadas seis seções de cada face por lâmina.

As lâminas foram fotografadas com câmera Zeiss Axio Cam Erc 5s acoplada ao microscópio modelo Zeiss Axio Lab. A1 e as fotomicrografias avaliadas utilizando-se o software de análise de imagens ImageTool versão 3.00 (Department of Dental Diagnostic Science, University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas). A classificação e contagem dos tipos de tricomas foram realizadas, em três diferentes áreas de  $1\text{mm}^2$  em cada face da epiderme (abaxial e adaxial), com base na presença ou ausência de glândula na extremidade apical do tricoma, no comprimento e no tipo de glândula (LUCKWILL, 1943).

Baseando-se na análise descrita, foram selecionadas sete plantas com diferentes densidades e tipos de tricomas. Esses genótipos, juntamente com o acesso LA-1401, foram clonados via estaquia dos brotos axilares para multiplicação. Aproximadamente, 30 dias após o início do enraizamento dos clones e sementeira das testemunhas comerciais em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, realizou-se o transplante das mudas para os vasos, segundo procedimento já descrito, para a realização dos testes de resistência à lagarta *H. armigera* e ao pulgão *M. persicae*.

### **3.2 Criação de *H. armigera***

Para o início da criação de manutenção no laboratório, pupas de *H. armigera* foram obtidas de uma criação massal da empresa Bug Agentes Biológicos, situada no município de Piracicaba, São Paulo.

As pupas foram sexadas com auxílio de microscópio estereoscópio e transferidas para gaiolas de tubos de PVC (cerca de 30 cm de altura e 10 cm de diâmetro), revestidas interiormente com papel toalha e fechadas com tecido *voil*. Em cada gaiola foram colocados, aproximadamente, 20 casais de *H. armigera*.

Após a emergência dos adultos foram colocados dois tubos de vidro (1,0 cm de diâmetro e 3 cm de altura) com solução de mel a 10%, embebida em algodão para a sua alimentação. O papel toalha com os ovos das mariposas foram retirados das gaiolas e mantidos em placas de Petri de 20 cm de diâmetro até a eclosão das lagartas.

As lagartas foram mantidas em tubos de ensaio de 15 cm de altura e 1,5 cm de diâmetro, contendo dieta artificial à base de feijão branco, gérmen de trigo, farelo de soja, caseína, levedura de cerveja, ágar bacteriológico, formaldeído, nipagin, solução vitamínica, ácido sórbico, ácido ascórbico e tetraciclina, preparada de acordo com Greene, Lepla e Dickerson (1976), com

modificações. A temperatura da sala de criação foi mantida a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

### **3.2.1 Teste de sobrevivência de *H. armigera***

No teste de sobrevivência foram utilizados cinco genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08), o acesso LA-1401, dois genótipos selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313 e BPX-486-383) e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584.

Para a montagem do ensaio, cinco lagartas, recém-eclodidas, com idade inferior a 24 horas, provenientes da criação de manutenção, foram liberadas em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, forradas com papel filtro, umedecido com água destilada, contendo um folíolo correspondente a cada genótipo (com a face abaxial voltada para cima), coletado no terço superior das plantas dos genótipos de tomateiro, 40 dias após o transplante das mudas para os vasos. As placas foram fechadas com filme de PVC, perfurado com alfinete entomológico e mantidas em câmara climatizada do tipo BOD, regulada com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dez tratamentos e 18 repetições.

Avaliou-se a sobrevivência das lagartas 24, 48 e 72 horas após a liberação, por meio da contagem de lagartas vivas sobre os folíolos dos diferentes genótipos de tomateiro.

### 3.2.2 Preferência de *H. armigera* em teste de livre escolha

O teste de preferência para alimentação de livre escolha foi montado 35 dias após o transplante das mudas para os vasos, utilizando-se três genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares (BPX-486-17, BPX-486-10 e BPX-486-46), o acesso LA-1401, o genótipo BPX-486-313 selecionado para baixa densidade de tricomas glandulares e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584.

Folíolos do terço superior das plantas de tomateiro, de tamanhos semelhantes, foram destacados com o auxílio de tesoura e colocados em sacos de papel com a devida identificação do genótipo e da repetição. No laboratório, o material vegetal foi imediatamente colocado em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, forradas com papel filtro, umedecido com água destilada. Os folíolos foram dispostos em círculo, com a face abaxial voltada para cima, equidistantes entre si, formando uma arena. Cada placa continha, assim, um folíolo de cada um dos sete genótipos testados. No centro de cada placa foram liberadas 24 lagartas de *H. armigera*, com quatro dias de idade, provenientes da criação de manutenção. Antes da liberação das lagartas, estas permaneceram seis horas sem alimentação. As placas foram mantidas em câmara climatizada do tipo BOD, regulada com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. O ensaio foi montado em delineamento de blocos casualizados, com sete tratamentos e 18 repetições.

As avaliações foram realizadas 12, 24, 36 e 48 horas após a liberação dos insetos, através da contagem de lagartas, presentes sobre cada folíolo de tomateiro. Também foi avaliada a área foliar consumida (%), por meio de notas visuais de injúrias, conforme Boiça Junior et al. (2013), após a última avaliação da contagem de lagartas.

### 3.3 Criação de *M. persicae*

Para o início da criação, os pulgões *M. persicae* foram obtidos de uma criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico Conservativo do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras.

Os pulgões foram mantidos sobre folhas de plantas de *Nicandra physaloides*, conhecida popularmente como Joá-de-capote, em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, com a face abaxial voltada para cima, sobre uma lâmina de ágar/água a 1%. Antes de fixar as folhas das plantas nas placas, procedeu-se à lavagem das folhas em solução de hipoclorito de sódio a 5% e posteriormente em água corrente. Após a liberação dos pulgões, as placas foram fechadas com tecido fino “voil”, viradas para baixo e mantidas em câmara climatizada regulada com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. A cada três dias os pulgões foram transferidos para placas com folhas novas, para manutenção da população.

#### 3.3.1 Preferência de *M. persicae* em testes de livre e sem chance de escolha

Montou-se um ensaio de livre escolha do pulgão *M. persicae* pelos diferentes genótipos de tomateiro 40 dias após transplante das mudas para os vasos, na casa de vegetação. Para esse teste foram utilizados quatro genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10 e BPX-486-46), o acesso LA-1401, dois genótipos selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313 e BPX-486-383) e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584.

Folíolos do terço médio superior das plantas foram destacados com o auxílio de uma tesoura e colocados em sacos de papel com a devida identificação do genótipo e da repetição. No laboratório, esses folíolos foram

fixados em placas de Petri de 20 cm de diâmetro, com a face abaxial voltada para cima, sobre uma camada de ágar/água a 1%. Cada placa recebeu um folíolo de cada um dos nove tratamentos, dispostos em círculo, equidistantes entre si, formando uma arena. No centro de cada placa foram liberados 24 pulgões adultos ápteros no início do período reprodutivo. As placas foram fechadas com filme de PVC, perfurado com auxílio de um alfinete entomológico e mantidas em câmara climatizada com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas. O ensaio foi montado em delineamento de blocos ao acaso, com nove tratamentos e 18 repetições.

O teste sem chance de escolha foi montado, aproximadamente 46 dias após o transplante das mudas dos genótipos para os vasos na casa de vegetação. Os genótipos avaliados foram os cinco (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08) selecionados para alta densidade de tricomas do tipo IV, o acesso LA-1401, os dois (BPX-486-313 e BPX-486-383) selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584.

Folíolos do terço superior dos diferentes genótipos de tomateiro foram destacados. No laboratório, estes foram fixados com a superfície abaxial voltada para cima, em uma lâmina de água/ágar a 1%, em placas de Petri de 5 cm de diâmetro. Três fêmeas adultas ápteras, no início do período reprodutivo, retiradas da criação de manutenção, foram transferidas para as placas com um folíolo correspondente a cada tratamento. As placas foram vedadas com filme de PVC perfurado com alfinete entomológico, para evitar umidade excessiva no interior e mantidas em câmara climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de 70 % e fotofase de 12 horas. O ensaio foi montado em delineamento inteiramente ao acaso, com dez tratamentos e 18 repetições.

As avaliações de ambos os testes foram realizadas 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões, pela contagem de ninfas e adultos sobre os folíolos

de tomateiro em cada placa. Nas duas primeiras avaliações, as ninfas foram retiradas com o auxílio de um pincel, deixando-se somente os adultos.

### 3.4 Análises Estatísticas

Os dados da densidade de tricomas, de preferência de *H. armigera* e *M. persicae* foram transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$  e os dados de sobrevivência de *H. armigera* e das notas de consumo foliar em arco-seno  $(x/100)^{1/2}$ , antes de se proceder à análise de variância. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ), por meio aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). Também foram realizados contrastes de interesse entre os genótipos nas avaliações da densidade de tricomas e dos testes de resistência e correlações entre as densidades de tricomas com a sobrevivência, preferência e nota de consumo foliar da lagarta *H. armigera* e entre a densidade de tricomas com a preferência de *M. persicae* utilizando-se o pacote computacional SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 1995).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Densidade e tipos de tricomas foliares

Das 145 plantas da população BPX-486 avaliadas, foram selecionadas cinco com alta densidade de tricomas glandulares (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08) e duas com baixa (BPX-486-313 e BPX-486-383), as quais foram utilizadas juntamente com o genitor LA-1401 (*S. galapagense*) e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584 (*S. lycopersicum*) para a realização dos testes de resistência a *H. armigera* e a *M. persicae* (Tabela 1).

Dentre os tricomas glandulares, o tricoma do tipo IV foi o único encontrado na face abaxial e o predominante na face adaxial dos folíolos dos genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08, assim como no acesso LA-1401. Os genótipos BPX-486-313 e BPX-486-383 e as testemunhas Santa Clara e TOM-584 não apresentaram esse tipo de tricoma (Tabela 1). Os outros tipos de tricomas glandulares I, VI e VII foram ausentes na face abaxial dos folíolos de todos os genótipos. No entanto, na face adaxial, os genótipos TOM-584, BPX-486-313, BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10 e LA-1401 apresentaram esses tipos de tricomas, porém em quantidade muito pequena. Analisados conjuntamente, os genótipos com os tricomas dos tipos (I+VI+VII) apresentaram em média 0,42 tricomas por mm<sup>2</sup> (Tabela 1).

Os genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08, por meio da estimativa de um contraste, demonstraram maior densidade de tricomas glandulares do tipo IV na face abaxial dos folíolos em comparação com o acesso LA-1401. Contudo essa diferença não foi observada na face adaxial dos folíolos (Tabela 1, contraste C5).

Tabela 1 Número (média  $\pm$  erro padrão) de tricomas glandulares ( $\text{mm}^2$ ) dos tipos IV e (I+VI+VII) e não glandulares tipos (II+III+V) sobre as faces abaxial (ab) e adaxial (ad) dos genótipos de tomateiro selecionados e estimativas de contrastes de interesse.

Genótipos	Glandulares				Não glandulares	
	IV	IV	I+VI+VII	I+VI+VII	II+III+V	II+III+V
	ab	ad	ab	ad	ab	ad
T1 Santa Clara	0,0 $\pm$ 0,00 c	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	69,0 $\pm$ 1,64 a	35,0 $\pm$ 1,55 b
T2 TOM-584	0,0 $\pm$ 0,00 c	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,8 $\pm$ 0,46 a	53,9 $\pm$ 1,84 a	31,3 $\pm$ 1,48 b
T3 BPX-486-313	0,0 $\pm$ 0,00 c	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,3 $\pm$ 0,13 a	44,3 $\pm$ 2,72 b	13,0 $\pm$ 1,15 c
T4 BPX-486-383	0,0 $\pm$ 0,00 c	0,0 $\pm$ 0,00 b	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	59,7 $\pm$ 1,76 a	49,6 $\pm$ 6,69 a
T5 BPX-486-17	43,0 $\pm$ 5,51 a	5,0 $\pm$ 3,52 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,3 $\pm$ 0,13 a	2,6 $\pm$ 2,18 f	16,6 $\pm$ 4,66 c
T6 BPX-486-62	21,1 $\pm$ 3,84 b	8,3 $\pm$ 0,57 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,3 $\pm$ 0,18 a	31,0 $\pm$ 7,50 c	10,0 $\pm$ 2,51 c
T7 BPX-486-10	16,7 $\pm$ 2,60 b	8,0 $\pm$ 4,51 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,6 $\pm$ 0,23 a	22,3 $\pm$ 5,89 d	11,3 $\pm$ 1,20 c
T8 BPX-486-46	33,3 $\pm$ 8,41 a	5,0 $\pm$ 1,99 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	9,3 $\pm$ 2,40 e	16,3 $\pm$ 1,45 c
T9 BPX-486-08	32,3 $\pm$ 6,64 a	4,3 $\pm$ 1,33 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	15,7 $\pm$ 4,97 d	13,3 $\pm$ 1,45 c
T10 LA-1401	20,3 $\pm$ 1,66 b	7,1 $\pm$ 2,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,2 $\pm$ 0,11 a	2,1 $\pm$ 1,21 f	3,5 $\pm$ 1,53 d
Contrastes						
C1 [(T1+T2)/2 - (T3+T4)/2]	-	-	-	-	9,46 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>
C2 [(T1+T2)/2 - (T5+T6+T7+T8+T9)/5]	-29,86 <sup>**</sup>	-7,13 <sup>**</sup>	-	-	45,26 <sup>**</sup>	19,63 <sup>**</sup>
C3 [(T3+T4)/2 - T10]	-20,28 <sup>**</sup>	-7,20 <sup>**</sup>	-	-	49,97 <sup>**</sup>	27,80 <sup>**</sup>
C4 [(T3+T4)/2 - (T5+T6+T7+T8+T9)/5]	-29,86 <sup>**</sup>	-7,36 <sup>**</sup>	-	-	35,80 <sup>**</sup>	17,80 <sup>**</sup>
C5 [(T5+T6+T7+T8+T9)/5 - T10]	9,58 <sup>*</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-	-	14,17 <sup>**</sup>	10,00 <sup>**</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Com relação aos tricomas não glandulares, tipos (II+III+V), não se observou diferença significativa entre as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584 e os genótipos com baixa densidade de tricomas glandulares BPX-486-313 e BPX-486-383, nas faces abaxial e adaxial dos folíolos (Tabela 1, contraste C1). Esses genótipos apresentaram maior número médio de tricomas não glandulares que os genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08 e o acesso LA-1401 em ambas as faces dos folíolos (Tabela 1, contrastes C2, C3 e C4). O acesso LA-1401 foi o que apresentou o menor número de tricomas não glandulares dentre os genótipos avaliados (Tabela 1, contrastes C3 e C5).

De modo geral, os genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08 e o acesso LA-1401 apresentaram alta densidade de tricomas glandulares e baixa densidade de tricomas não glandulares, em média, 66,7% e 32,2% do total de tricomas presentes nas faces abaxial e adaxial, respectivamente, dos folíolos desses genótipos são do tipo IV. Contudo, nos genótipos BPX-486-313 e BPX-486-383 e nas testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584 verificou-se o contrário, com 100% e 99,1% dos tricomas totais das faces abaxial e adaxial, respectivamente, correspondendo aos tricomas não glandulares (II+III+V).

As densidades de tricomas glandulares do tipo IV, em ambas as faces, correlacionaram-se significativamente e negativamente com as densidades de tricomas não glandulares (Tabela 2).

Andrade (2015) encontrou dois QTLs associados aos tricomas do tipo IV, na população F<sub>2</sub> oriunda do cruzamento *S. lycopersicum* x *S. galapagense* (LA-1401). Um de efeito maior (gal.IV-2), responsável por 35,22% da variação fenotípica e o outro de efeito menor (gal.IV-3). Esses QTLs também foram associados aos tricomas não glandulares e o QTL gal.IV-2 foi responsável pela

maior parte da variação, assim como para os tricomas do tipo IV. De acordo com o autor, a ocorrência de correlação negativa entre os tricomas do tipo IV e os tricomas não glandulares (II+III), aliada ao efeito desses dois QTLs em sentidos opostos, parece sugerir uma relação ontogenética entre estes tipos de tricomas. Os alelos *gal*<sup>2</sup> e *gal*<sup>3</sup> estariam envolvidos no desenvolvimento das glândulas no ápice do tricomas.

As densidades de tricomas glandulares do tipo IV correlacionam-se entre a face abaxial e adaxial, alta e positivamente, a 1% pelo teste F. Correlações positivas e significativas também foram encontradas entre as densidades de tricomas não glandulares, nas duas faces dos folíolos dos genótipos de tomateiro (Tabela 2).

Tabela 2 Correlação linear de Pearson entre a densidade de tricomas do tipo IV e de tricomas não glandulares (NG), tipos (II+III+V), nas faces abaxial (ab) e adaxial (ad) dos folíolos dos genótipos de tomateiro.

Tricomas	Tipo IV (ab)	Tipo IV (ad)	NG (ab)	NG (ad)
Tipo IV (ab)	-	0,76**	-0,89**	-0,58*
Tipo IV (ad)	0,76**	-	-0,79**	-0,70**
NG (ab)	-0,89**	-0,79**	-	0,77**
NG (ad)	-0,58*	-0,70**	0,77**	-

\*,\*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Esses resultados concordam com os observados por Simmons e Gurr (2005) que ao avaliarem a densidade de tricomas de híbridos F<sub>1</sub> obtidos do cruzamento de uma cultivar comercial de *S. lycopersicum* com os acesso LA-1410 de *S. galapagense*, observaram ocorrência frequente e abundante de

tricomas glandulares do tipo IV e escassa dos outros tipos de tricomas glandulares (I, VI e VII), nas duas faces dos folíolos das plantas.

Os genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08, em razão de sua elevada densidade de tricomas glandulares do tipo IV, possivelmente, possuem maiores teores foliares de acilglicóis provenientes do acesso LA-1401. Há relatos na literatura de que esse acesso, utilizado no presente trabalho como um dos genitores no cruzamento que deu origem à população BPX-486, possui altos teores de acilglicóis, fortemente associados com a alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV, presentes nos folíolos das plantas (FIRDAUS et al., 2013; LUCATTI et al., 2013). Já o genitor TOM-684 possui baixo teor foliar desse aleloquímico e baixa densidade de tricomas do tipo IV nas folhas (COSTA, 2013; MACIEL et al., 2011; MALUF et al., 2010).

Genótipos F<sub>2</sub> selecionados para alta e baixa densidade de tricomas glandulares do tipo IV, obtidos do cruzamento do tomateiro com o acesso LA-716 da espécie silvestre *S. pennellii*, que a exemplo de LA-1401 de *S. galapagense* possui altos teores foliares de acilglicóis, também mostraram alta associação entre esse tipo de tricoma e o teor foliar de acilglicóis (LUCINI et al., 2015).

#### **4.2 Sobrevivência de *H. armigera***

A sobrevivência, em porcentagem, da lagarta *H. armigera*, 24 horas após a liberação foi significativamente menor sobre os genótipos de tomateiro selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV, (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08) e sobre o acesso LA-1401 (em média 22,2% menor) quando comparados com os genótipos selecionados para baixa densidade desse tipo de tricoma (BPX-486-313, BPX-486-383) e com as testemunhas comerciais, Santa Clara e TOM-584 (Tabela 3).

Verificou-se também menor sobrevivência de *H. armigera* mantidas sobre os folíolos dos genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08, após 48 e 72 horas da liberação das lagartas (em média 54,5% menor) em relação aos genótipos BPX-486-313, BPX-486-383, Santa Clara e TOM-584 com baixa densidade de tricomas glandulares do tipo IV. Contudo, a sobrevivência de *H. armigera* foi maior, sobre esses cinco genótipos da população BPX-486 com alta densidade de tricomas glandulares quando os comparou ao genótipo LA-1401. Considerando este mesmo genótipo (LA-1401) houve uma redução na média da sobrevivência de 84,1%, após 48 e 72 horas, em relação aos genótipos selecionados para a baixa densidade de tricomas glandulares do tipo IV e às testemunhas comerciais (Tabela 3).

As estimativas dos contrastes evidenciam que os genótipos 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) junto com o acesso LA-1401, foram efetivos na redução da sobrevivência da lagarta *H. armigera* em comparação com os genótipos com baixa densidade desse tipo de tricoma (BPX-486-313, BPX-486-383, Santa Clara e TOM-584), em todos os períodos avaliados (Tabela 2, contraste C1). Porém, quando comparados com o genitor LA-1401, esses cinco genótipos da população BPX-486 apresentaram menores níveis de redução da sobrevivência de *H. armigera* nas avaliações de 48 e 72 horas após a liberação das lagartas (Tabela 3, contraste C2).

Tabela 3 Sobrevivência média em porcentagem (média  $\pm$  erro padrão) de lagartas recém-eclodidas de *H. armigera*, às 24, 48 e 72 horas após a liberação, sobre a face abaxial dos folíolos de genótipos de tomateiro com diferentes densidades de tricomas (T = 25 $\pm$ 2°C, UR=70% $\pm$ 2°C e fotofase de 12 horas) e estimativas de contrastes de interesse.

Genótipos	Sobrevivência (%)		
	24h	48h	72h
T1 Santa Clara	94,4 $\pm$ 2,17 a	88,8 $\pm$ 3,32 a	60,0 $\pm$ 4,27 a
T2 TOM-584	85,5 $\pm$ 2,70 a	71,1 $\pm$ 3,69 a	51,1 $\pm$ 4,63 a
T3 BPX-486-313	84,4 $\pm$ 3,45 a	67,7 $\pm$ 3,66 a	46,6 $\pm$ 3,96 a
T4 BPX-486-383	82,2 $\pm$ 3,57 a	70,0 $\pm$ 4,35 a	46,6 $\pm$ 4,57 a
T5 BPX-486-17	71,1 $\pm$ 4,91 b	38,8 $\pm$ 6,15 b	20,0 $\pm$ 5,11 b
T6 BPX-486-62	68,8 $\pm$ 4,34 b	42,2 $\pm$ 3,18 b	21,1 $\pm$ 4,70 b
T7 BPX-486-10	68,8 $\pm$ 5,41 b	37,7 $\pm$ 3,57 b	16,6 $\pm$ 3,33 b
T8 BPX-486-46	66,6 $\pm$ 4,27 b	31,1 $\pm$ 3,69 b	18,8 $\pm$ 3,41 b
T9 BPX-486-08	65,5 $\pm$ 3,89 b	42,2 $\pm$ 5,33 b	16,6 $\pm$ 3,70 b
T10 LA-1401	63,3 $\pm$ 4,91 b	18,8 $\pm$ 4,70 c	1,1 $\pm$ 1,11 c
Contrastes			
C1 [(T5+T6+T7+T8+T9+T10)/6 - (T1+T2+T3+T4)/4]	-19,26**	-39,26**	-35,37**
C2 [T10 - (T5+T6+T7+T8+T9)/5]	-4,47 <sup>ns</sup>	-19,55**	-17,55**

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

As correlações entre a sobrevivência de *H. armigera* e a densidade de tricomas glandulares do tipo IV, da face abaxial dos folíolos dos genótipos foram altas, significativas e negativas, nos períodos de 24, 48 e 72 horas após a liberação das lagartas, o que evidencia que os tricomas foliares do tipo IV exercem um importante papel no aumento dos níveis antibiose do tomateiro a lagartas de *H. armigera* (Tabela 4).

Tabela 4 Correlação linear de Pearson entre a sobrevivência (%) de *H. armigera*, às 24, 48 e 72 horas após a liberação e a densidade de tricomas glandulares do tipo IV e não glandulares (NG), tipos (II+III+V), da face abaxial dos folíolos de tomateiro.

Parâmetros	Tricomas tipo IV	Tricomas NG
Sobrevivência 24h	- 0,81*	0,91**
Sobrevivência 48h	- 0,78*	0,91**
Sobrevivência 72h	- 0,78*	0,94**

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Possivelmente, os genótipos BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08, apesar de apresentarem densidade média de tricomas glandulares do tipo IV superior à do acesso LA-1401, na face abaxial dos folíolos, possuem teores intermediários de acilaçúcares nas folhas quando comparados ao acesso LA-1401 que possui alto teor (LUCATTI et al., 2013) e aos genótipos Santa Clara e TOM-584 que possuem baixos teores (GONÇALVES NETO et al., 2010; RESENDE et al., 2006).

Conforme Costa (2013) e Gonçalves (2006) os acilaçúcares, pelo menos quando derivados de *S. pennellii* LA-716, podem estar em outras estruturas da

planta que não os tricomas glandulares, como por exemplo, as células da epiderme foliar. No presente trabalho, a seleção dos genótipos foi realizada, tendo como critério apenas a densidade de tricomas do tipo IV. Isso poderia explicar o fato dos genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV terem apresentado o mesmo nível de antibiose a *H. armigera* que o acesso silvestre LA-1401 na primeira avaliação, realizada 24 horas após a liberação das lagartas, porém terem mostrado menores níveis de resistência que o LA-1401 nas demais avaliações, realizadas às 48 e 72 horas após a liberação das lagartas.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Simmons et al. (2004), ao avaliarem a sobrevivência de lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* sobre os folíolos de alguns acessos de tomateiro das espécies *S. pennellii* e *S. habrochaites* com alta densidade de tricomas glandulares. Os autores observaram baixa sobrevivência de *H. armigera* nesses genótipos, 72 horas após a liberação das lagartas, em comparação a um genótipo comercial de *S. lycopersicum*. Porém quando as glândulas dos tricomas bem como seus exsudados foram removidos dos folíolos desses acessos, a sobrevivência de *H. armigera* foi semelhante à sobrevivência das lagartas mantidas sobre os folíolos do genótipo comercial com baixa densidade de tricomas glandulares.

Talekar, Open e Hanson (2006) também observaram baixa sobrevivência de lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* quando mantidas sobre folíolos dos acessos de tomateiro LA-716 que possui alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV e LA-1777 de *S. habrochaites* var. *hirsutum* que possui alta densidade de tricomas glandulares dos tipos IV e VI. Assim como constataram Selvanarayanan e Narayanasamy (2006) avaliando a sobrevivência de *H. armigera* em acessos de *S. lycopersicum* e em um híbrido do tomateiro com *S. pimpinellifolium* com alta densidade de tricomas glandulares do tipo VI.

A ação dos tricomas do tipo IV na resistência a pragas também tem sido detectada para outros lepidópteros-praga da cultura do tomateiro. Moreira, Mollema e Heusden (2009) avaliaram a sobrevivência e o desenvolvimento de lagartas recém-eclodidas de *T. absoluta* em sete genótipos silvestres de tomateiro e sobre a cultivar comercial Santa Clara e relataram que no acesso PI-134417 de *S. habrochaites* var *glabratum* (com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV), a sobrevivência das lagartas atingiu apenas 10%, durante a segunda geração do ciclo de vida da traça.

As correlações entre a sobrevivência desse inseto-praga e o total de tricomas não glandulares também foram altas e significativas, porém positivas, em todos os períodos de tempo avaliados. Dada a correlação negativa entre as densidades de tricomas glandulares do tipo IV e as de tricomas não glandulares (Tabela 2) a correlação positiva entre estes últimos e a sobrevivência de *H. armigera* (Tabela 4) parece refletir tão somente a menor proporção (ou ausência) de tricomas glandulares nos genótipos com maior densidade de tricomas não glandulares.

#### **4.2.1 Preferência de *H. armigera***

Em todas as avaliações realizadas após a liberação das lagartas de *H. armigera*, com quatro dias de vida, observou-se número significativamente menor desses insetos sobre os folíolos dos genótipos de tomateiro selecionados para alta densidade de tricomas do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-10, BPX-486-46) e sobre o acesso LA-1401 (em média 69,9% menor), quando comparados ao genótipo BPX-486-46-313 e às testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584 com baixa densidade de tricomas do tipo IV (Tabela 5).

Tabela 5 Número de lagartas (média±erro padrão), às 12, 24, 36 e 48 horas após a liberação de *H. armigera*, e nota visual de área foliar consumida em porcentagem (média±erro padrão), 48 horas após a liberação dos insetos, sobre a face abaxial dos folíolos de genótipos de tomateiro com diferentes densidades de tricomas (T = 25±2°C, UR=70%±2°C e fotofase de 12 horas) e estimativas de contrastes de interesse.

Genótipos	Número de lagartas				Nota (%)
	12h	24h	36h	48h	
T1 Santa Clara	3,7 ± 0,34 a	3,8 ± 0,28 a	5,1 ± 0,28 a	4,1 ± 0,51 a	36,9 ± 4,35 a
T2 TOM-584	3,5 ± 0,32 a	3,8 ± 0,35 a	4,5 ± 0,52 a	3,9 ± 0,50 a	37,2 ± 4,54 a
T3 BPX-486-313	3,2 ± 0,34 a	3,3 ± 0,29 a	3,1 ± 0,34 a	3,2 ± 0,28 a	30,8 ± 4,39 a
T5 BPX-486-17	1,5 ± 0,28 b	0,8 ± 0,23 b	1,6 ± 0,29 b	0,7 ± 0,20 b	11,9 ± 3,05 b
T7 BPX-486-10	1,5 ± 0,30 b	0,4 ± 0,12 b	1,6 ± 0,30 b	0,8 ± 0,20 b	6,6 ± 0,84 b
T8 BPX-486-46	1,5 ± 0,30 b	0,6 ± 0,19 b	1,6 ± 0,31 b	1,2 ± 0,25 b	7,8 ± 0,72 b
T10 LA-1401	1,2 ± 0,29 b	1,2 ± 0,22 b	1,4 ± 0,20 b	0,6 ± 0,21 b	3,6 ± 0,63 c
Contrastes					
C1 [(T5+T7+T8+T10)/4 - (T1+T2+T3)/3]	-2,07**	-2,93**	-2,65**	-2,87**	-27,47**
C2 [T10 - (T5+T7+T8)/3]	-0,45 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-5,29**

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Os genótipos selecionados para alta densidade de tricomas do tipo IV apresentaram significativamente menores notas visuais de consumo em relação aos genótipos com baixa densidade de tricomas do tipo IV e maiores quando comparados às notas do acesso LA-1401 (Tabela 5).

Os contrastes estimados indicam a menor preferência da lagarta *H. armigera* pelos genótipos com alta densidade de tricomas do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-10, BPX-486-46 e LA-1401) em relação aos genótipos com baixa (BPX-486-46-313, Santa Clara e TOM-584), em todas as avaliações, apesar do LA-1401 ter sido um pouco menos consumido pelas lagartas que os genótipos BPX-486-17, BPX-486-10 e BPX-486-46 (Tabela 5, contrastes C1 e C2).

As correlações lineares estimadas do número de lagartas e da nota visual de consumo foliar com a densidade de tricomas glandulares do tipo IV, da face abaxial dos folíolos dos genótipos foram todas altas e negativas (Tabela 6). Esses resultados demonstram a ocorrência da associação entre a maior densidade de tricomas glandulares do tipo IV sobre os folíolos dos genótipos de tomateiro, e o maior nível de resistência do tipo não-preferência para alimentação de lagartas *H. armigera*.

Os genótipos de tomateiro selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-10, BPX-486-46) mostraram-se eficientes em promover efeitos negativos no processo de seleção hospedeira de lagartas *H. armigera*, no mesmo nível que o acesso LA-1401, porém foram um pouco mais consumidos pelas lagartas que o acesso selvagem LA-1401 e menos consumidos que os genótipos com baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313, Santa Clara e TOM-584). Possivelmente, a diferença entre os genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares e genótipo silvestre pode ser em virtude do LA-1401 possuir maior teor de acilalúcares, inclusive em outras estruturas das folhas, como as células da epiderme foliar (COSTA, 2013; GONÇALVES, 2006), além de nos tricomas glandulares do tipo

IV. Outros fatores de resistência não identificados também podem ser responsáveis por estas diferenças.

Tabela 6 Correlação linear de Pearson do número de lagartas de *H. armigera*, às 12, 24, 48 e 72 horas após a liberação e nota visual de consumo foliar (%), com a densidade de tricomas glandulares do tipo IV e não glandulares (NG), tipos (II+III+V), da face abaxial dos folíolos de tomateiro em teste de preferência de livre escolha.

Parâmetros	Tricomas tipo IV	Tricomas NG
Número de lagartas 12h	- 0,84*	0,97**
Número de lagartas 24h	- 0,86*	0,92*
Número de lagartas 36h	- 0,81*	0,96**
Número de lagartas 48h	- 0,85*	0,95**
Nota visual de consumo	- 0,79*	0,93*

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Selvanarayanan e Narayanasamy (2006), assim como neste trabalho, observaram menor preferência para alimentação de lagartas de *H. armigera* por genótipos de tomateiro. Os genótipos PT 4287 e Seijima Jeisei (*S. lycopersicum*) e o híbrido Varushanadu (*S. lycopersicum* x *S. pimpinellifolium*) em comparação a uma cultivar comercial de tomateiro, apresentaram menor preferência de *H. armigera* associada à alta densidade de tricomas do tipo VI e maiores teores foliares de orto-dihidroxi fenóis.

Souza et al. (2013) avaliaram a preferência alimentar das lagartas *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *S. eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) pelos acessos de tomateiro PI 134417, PI 134418 (*S.*

*hirsutum* var. *glabratum*), LA 462 (*S. peruvianum*), PI 126931 (*S. pimpinellifolium*) e LA-716 (*S. pennellii*), utilizando como testemunha comercial a cultivar Santa Clara (*S. lycopersicum*). Verificaram que os acessos LA-716 e PI 126931, os quais possuem alta densidade de tricomas foliares do tipo IV, apresentaram maiores níveis de não-preferência a ambas espécies de lagartas.

As correlações lineares do número de lagartas, em todos os tempos de avaliação e da nota visual de consumo foliar com a densidade de tricomas não glandulares (II+III+V), da face abaxial dos folíolos dos genótipos foram altas e positivas (Tabela 6), em virtude da ocorrência de alta correlação negativa entre a densidade de tricomas do tipo IV e os tricomas não glandulares observada no presente trabalho (Tabela 2). Essas correlações entre a preferência alimentar de *H. armigera* e os tricomas não glandulares, presumivelmente apenas refletem a baixa densidade (ou ausência) de tricomas do tipo IV na superfície dos folíolos dos genótipos com maiores densidades de tricomas não glandulares.

#### **4.3 Preferência de *M. persicae***

No teste de preferência de livre escolha, o número de ninfas presentes nos folíolos dos genótipos de tomateiro selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10 e BPX-486-46 e sobre o acesso LA-1401 foi significativamente menor (em média 86,7% menor) quando comparados aos genótipos selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares BPX-486-313, BPX-486-383 e as testemunhas comerciais Santa Clara e TOM-584, nos três períodos avaliados (Tabela 7).

Com relação aos pulgões adultos, os genótipos de tomateiro com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-

486-10, BPX-486-46 e LA-1401 também apresentaram menor número médio de *M. persicae* (em média 70,6% menor) em relação aos genótipos com baixa densidade de tricomas glandulares BPX-486-313, BPX-486-383, Santa Clara e TOM-584, às 24, 48 e 72 horas após a liberação dos insetos nas placas (Tabela 7).

Assim como no teste de livre escolha, no sem chance de escolha, também observou-se redução do número de ninfas (em média 87,4% menor) e de adultos de *M. persicae* (em média 53,3% menor), presentes nos folíolos dos genótipos de tomateiro da população BPX-486, selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08) e sobre o acesso LA-1401 em comparação aos genótipos selecionados para baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313, BPX-486-383) e as testemunhas Santa Clara e TOM-584, com baixa densidade de tricomas glandulares, em todas as avaliações realizadas (Tabela 8).

As estimativas dos contrastes entre os genótipos com alta densidade de tricomas do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08 e LA-1401) e os genótipos com baixa densidade desse tipo de tricoma (BPX-486-313, BPX-486-383, Santa Clara e TOM-584) foram significativas para todas as avaliações, pelo teste F a 1%, em ambos os testes de preferência. Esses resultados evidenciam a menor preferência de *M. persicae* pelos genótipos com alta densidade de tricomas do tipo IV (Tabelas 7 e 8, contraste C1).

Tabela 7 Número (média  $\pm$  erro padrão) de ninfas e adultos de *M. persicae* em folíolos genótipos de tomateiro com diferentes densidades de tricomas glandulares do tipo IV e não glandulares (II+III+V), na face abaxial, às 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões em teste de livre escolha (T=25 $\pm$ 2°C, UR=70% $\pm$ 2°C e fotofase de 12 horas) e estimativas de contrastes de interesse.

Genótipo	Número de ninfas			Número de adultos		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
T1 Santa Clara	10,0 $\pm$ 1,77 a	12,0 $\pm$ 1,55 a	15,3 $\pm$ 1,16 a	4,1 $\pm$ 0,94 a	6,2 $\pm$ 0,96 a	4,5 $\pm$ 0,88 a
T2 TOM-584	9,9 $\pm$ 1,47 a	10,5 $\pm$ 1,42 a	14,0 $\pm$ 1,16 a	4,4 $\pm$ 0,94 a	6,2 $\pm$ 0,88 a	4,5 $\pm$ 0,67 a
T3 BPX-486-313	7,9 $\pm$ 1,78 a	8,9 $\pm$ 1,36 a	13,6 $\pm$ 1,06 a	3,5 $\pm$ 0,97 a	4,9 $\pm$ 0,95 a	4,0 $\pm$ 0,75 a
T4 BPX-486-383	7,7 $\pm$ 1,67 a	8,1 $\pm$ 1,59 a	11,3 $\pm$ 1,33 a	3,6 $\pm$ 1,01 a	4,8 $\pm$ 0,99 a	3,7 $\pm$ 0,76 a
T5 BPX-486-17	1,2 $\pm$ 0,46 b	1,2 $\pm$ 0,27 b	1,2 $\pm$ 0,45 b	1,0 $\pm$ 0,27 b	1,2 $\pm$ 0,36 b	1,5 $\pm$ 0,46 b
T6 BPX-486-62	1,5 $\pm$ 0,54 b	1,2 $\pm$ 0,44 b	2,9 $\pm$ 0,81 b	0,9 $\pm$ 0,22 b	1,5 $\pm$ 0,26 b	1,5 $\pm$ 0,39 b
T7 BPX-486-10	1,2 $\pm$ 0,38 b	1,2 $\pm$ 0,43 b	1,6 $\pm$ 0,42 b	1,3 $\pm$ 0,29 b	2,0 $\pm$ 0,49 b	1,2 $\pm$ 0,42 b
T8 BPX-486-46	1,6 $\pm$ 0,63 b	1,5 $\pm$ 0,51 b	1,6 $\pm$ 0,48 b	1,3 $\pm$ 0,35 b	1,3 $\pm$ 0,33 b	1,5 $\pm$ 0,54 b
T10 LA-1401	1,2 $\pm$ 0,46 b	1,2 $\pm$ 0,34 b	1,2 $\pm$ 0,24 b	1,3 $\pm$ 0,41 b	1,3 $\pm$ 0,34 b	1,2 $\pm$ 0,34 b
Contrastes						
C1 [(T5+T6+T7+T8+T10)/5 - (T1+T2+T3+T4)/4]	- 7,52**	- 8,66**	- 11,84**	- 2,76**	- 4,07**	- 2,89**
C2 [(T5+T6+T7+T8)/4 - T10]	0,14 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 8 Número (média  $\pm$  erro padrão) de ninfas e adultos de *M. persicae* em folíolos de genótipos de tomateiro com diferentes densidades de tricomas glandulares do tipo IV e não glandulares (II+III+V), na face abaxial, às 24, 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões em teste sem chance escolha (T=25 $\pm$ 2°C, UR=70% $\pm$ 2°C e fotofase de 12 horas) e estimativas de contrastes de interesse.

Genótipo	Número de ninfas			Número de adultos		
	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
T1 Santa Clara	9,3 $\pm$ 0,96 a	8,8 $\pm$ 0,92 a	10,2 $\pm$ 0,84 a	2,6 $\pm$ 0,18 a	2,5 $\pm$ 0,14 a	2,2 $\pm$ 0,15 a
T2 TOM-584	8,2 $\pm$ 0,68 a	9,0 $\pm$ 0,89 a	8,3 $\pm$ 0,98 a	2,2 $\pm$ 0,21 a	2,3 $\pm$ 0,19 a	2,2 $\pm$ 0,22 a
T3 BPX-486-313	8,6 $\pm$ 0,80 a	8,8 $\pm$ 0,78 a	8,5 $\pm$ 0,86 a	2,2 $\pm$ 0,23 a	2,0 $\pm$ 0,18 a	2,0 $\pm$ 0,18 a
T4 BPX-486-383	8,4 $\pm$ 0,76 a	9,0 $\pm$ 0,77 a	8,3 $\pm$ 0,73 a	2,2 $\pm$ 0,22 a	2,0 $\pm$ 0,2 a	1,9 $\pm$ 0,23 a
T5 BPX-486-17	1,2 $\pm$ 0,23 b	1,5 $\pm$ 0,27 b	1,0 $\pm$ 0,18 b	1,0 $\pm$ 0,23 b	1,5 $\pm$ 0,21 b	1,4 $\pm$ 0,22 b
T6 BPX-486-62	0,8 $\pm$ 0,20 b	1,2 $\pm$ 0,23 b	0,8 $\pm$ 0,21 b	0,7 $\pm$ 0,15 b	1,2 $\pm$ 0,22 b	0,7 $\pm$ 0,15 c
T7 BPX-486-10	0,9 $\pm$ 0,18 b	1,5 $\pm$ 0,18 b	1,2 $\pm$ 0,28 b	0,8 $\pm$ 0,18 b	1,2 $\pm$ 0,17 b	0,8 $\pm$ 0,20 c
T8 BPX-486-46	1,1 $\pm$ 0,17 b	0,9 $\pm$ 0,27 b	1,2 $\pm$ 0,16 b	0,7 $\pm$ 0,13 b	0,8 $\pm$ 0,21 b	0,8 $\pm$ 0,17 c
T9 BPX-486-08	1,2 $\pm$ 0,28 b	1,3 $\pm$ 0,24 b	1,0 $\pm$ 0,22 b	0,9 $\pm$ 0,17 b	1,2 $\pm$ 0,18 b	0,8 $\pm$ 0,18 c
T10 LA-1401	1,7 $\pm$ 0,22b	0,8 $\pm$ 0,21b	0,7 $\pm$ 0,21b	0,9 $\pm$ 0,18b	0,9 $\pm$ 0,22b	0,6 $\pm$ 0,14 c
Contrastes						
C1 [(T5+T6+T7+T8+T9+T10)/6 - T1+T2+T3+T4]/4]	- 7,49**	- 7,72**	- 7,83**	-1,43**	- 1,10**	- 1,20**
C2 [(T5+T6+T7+T8+T9)/5 - T10]	- 0,67 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Já as estimativas dos contrastes entre os genótipos 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) e o acesso LA-1401 foram não significativas, em todas as avaliações, para os dois testes. Isso mostra que os genótipos da população BPX-486, selecionados para alta densidade de tricomas do tipo IV apresentam o mesmo nível de não-preferência de *M. persicae* que o seu genitor LA-1401 (Tabelas 7 e 8, contraste C2).

As correlações lineares estimadas entre o número de ninfas e adultos, dos testes de livre escolha e sem chance de escolha, com a densidade de tricomas glandulares do tipo IV, da face abaxial dos folíolos dos genótipos de tomateiro foram altas e negativas, em todos os períodos avaliados (Tabela 9). Indica a ocorrência de alta associação entre o maior número de tricomas glandulares do tipo IV e a menor preferência de *M. persicae*.

O efeito adverso dos genótipos de tomateiro selecionados para alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV no comportamento de seleção hospedeira de *M. persicae*, possivelmente foi causado pela presença de maiores teores de acilalúcares, nos folíolos destes genótipos. Os acilalúcares são produzidos e exsudados, principalmente, por glândulas localizadas no ápice de tricomas do tipo IV, no acesso LA-1401 de *S. galapagense* (LUCATTI et al., 2013), o qual foi utilizado no presente trabalho como um dos genitores do cruzamento que deu origem aos genótipos avaliados. Presume-se então que os teores foliares desse aleloquímico, presentes nos folíolos dos genótipos selecionados, foram suficientes para conferir o mesmo nível de resistência, pelo mecanismo de não-preferência para alimentação e produção de ninfas/reprodução do pulgão *M. persicae* que o acesso silvestre LA-1401.

Tabela 9 Correlação linear de Pearson entre o número de ninfas e adultos de *M. persicae*, às 12, 24, 48 horas após a liberação e a densidade de tricomas glandulares do tipo IV e não glandulares (NG), tipos (II+III+V), da face abaxial dos folíolos de tomateiro em testes de preferência de livre escolha e sem chance de escolha.

Parâmetros	Tricomas tipo IV	Tricomas NG
Ninfas 24h Livre escolha	- 0,91**	0,92**
Ninfas 48h Livre escolha	- 0,89**	0,92**
Ninfas 72h Livre escolha	- 0,92**	0,93**
Ninfas 24h Sem chance	- 0,89**	0,89**
Ninfas 48h Sem chance	- 0,89**	0,91**
Ninfas 72h Sem chance	- 0,88**	0,92**
Adultos 24h Livre escolha	- 0,91**	0,89*
Adultos 48h Livre escolha	- 0,90**	0,92**
Adultos 72h Livre escolha	- 0,89*	0,90**
Adultos 24h Sem chance	- 0,85*	0,88**
Adultos 48h Sem chance	- 0,78*	0,90**
Adultos 72h Sem chance	- 0,73*	0,83**

\*, \*\* significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste de F.

Os resultados deste trabalho são análogos aos encontrados por Simmons, McGrath e Gurr (2005) que ao avaliarem híbridos F<sub>1</sub> com alta densidade de tricomas do tipo IV, obtidos com o cruzamento do tomateiro com o acesso silvestre LA-1410 de *S. galapagense*, observaram que esses genótipos, assim como o LA-1410 foram menos preferidos para alimentação do pulgão *M. persicae*, quando comparados a uma cultivar comercial de *S. lycopersicum* com baixa densidade de tricomas glandulares.

Linhagens de tomateiro do segundo retrocruzamento para *S. lycopersicum*, obtidas com o cruzamento do tomateiro com os acessos LA-716 de *S. pennelii* e LA-407 de *S. habrochaites* var. *glabratum*, os quais possuem alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV e VI, respectivamente, foram avaliadas em condições de campo quanto à resistência aos pulgões *M. persicae* e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Essas linhagens, assim como o observado no presente trabalho, apresentaram maiores níveis de não-preferência para alimentação e produção de ninfas/reprodução dos pulgões que duas cultivares comerciais de tomateiro com baixa densidade de tricomas glandulares (KÖHLER; CLAIR, 2005).

Rodríguez López et al. (2011) investigando a resistência a outro importante hemíptero-praga do tomateiro, observaram que em genótipos obtidos do cruzamento de *S. lycopersicum* com o acesso TO-937 da espécie *S. pimpinellifolium*, a preferência para alimentação da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B foi negativamente correlacionada com a densidade de tricomas do tipo IV e com o teor foliar de acilaçúcares.

Firdaus et al. (2013) observaram correlações negativas entre a densidade de tricomas do tipo IV e a preferência para oviposição/reprodução da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B, avaliando genótipos de uma população F<sub>2</sub>, obtida do cruzamento *S. lycopersicum* x *S. galapagense* 'PRI91117'. Além disso, os autores detectaram a ocorrência de correlações altas e positivas entre a densidade de tricomas do tipo IV e o teor de foliar acilaçúcares.

As correlações entre o número de ninfas e de adultos de *M. persicae* e o total de tricomas não glandulares (II+III+V), da face abaxial dos folíolos dos genótipos de tomateiro foram altas e significativas, porém positivas, em todos os períodos de tempo avaliados, tanto para o teste de livre escolha, quanto para o teste sem chance de escolha (Tabela 9), por causa da ocorrência correlação negativa entre as densidades de tricomas glandulares do tipo IV e as de tricomas

não glandulares (Tabela 2). As correlações entre a preferência de *M. persicae* e os tricomas não glandulares parecem refletir tão somente a menor proporção (ou ausência) de tricomas glandulares nos genótipos com maior densidade de tricomas não glandulares.

De maneira geral, a seleção indireta dos genótipos de tomateiro para alta densidade de tricomas do tipo IV, oriundos do cruzamento *S. lycopersicum* x *S. galapagense* LA-1401 foi eficiente na obtenção de genótipos com maiores níveis de resistência à lagarta *H. armigera* tanto pelo mecanismo de antibiose quanto pelo de não-preferência, e ao pulgão *M. persicae* pelo mecanismo de não-preferência, podendo ser indicada para facilitar o processo de seleção, pois a seleção direta no campo ou em laboratório, na maioria dos casos, é inviável em populações grandes de plantas, como as populações segregantes.

Os genótipos da população BPX-486 com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV são promissores para dar continuidade ao programa de melhoramento do tomateiro visando à obtenção de genótipos comerciais resistentes a *H. armigera* e a *M. persicae*, via retrocruzamentos e recuperação das qualidades agronômicas presentes no parental recorrente.

## 5 CONCLUSÕES

- a) Os genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares apresentam, predominantemente, tricomas do tipo IV em ambas as faces dos folíolos.
- b) Os genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares possuem resistência à lagarta *H. armigera* tanto pelo mecanismo de antibiose quanto pelo de não-preferência.
- c) Os genótipos selecionados para alta densidade de tricomas glandulares possuem resistência a *M. persicae* pelo mecanismo de não-preferência.
- d) A resistência à *H. armigera* a *M. persicae* associa-se com a densidade de tricomas glandulares do tipo IV, presentes nos folíolos dos genótipos.

## REFERÊNCIAS

ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Tunisia, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013. 457 p.

ANDRADE, M. C. **Genetic control of glandular trichome densities and their association with whitefly resistance from *Solanum galapagense* accession LA1401**. 2015. 96 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

ANTONELLI, M. et al. Effetti del CMV in Basilicata: un programma per la difesa del pomodoro. **Informatore Fitopatologico**, Milano, v. 42, n. 9, p. 51-55, sept. 1992.

ANUÁRIO estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015. 504 p.

AQUINO, R. F. B. A. et al. Dinâmica populacional de pragas em tomateiro industrial no norte de Minas Gerais. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, Viçosa, MG, v. 2, n. 1, p. 47-51, 2011.

ARAGÃO, C. A. **Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos**. 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

ARAÚJO, A. C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate de indústria”**. 1990. 356 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de Évora, Évora, 1990.

ÁVILA, C. J.; VIVIAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas.** Dourados: EMBRAPA, 2013. 12 p. (Circular Técnica EMBRAPA).

AZEVEDO, S. M. de et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, Wageningen, v.134, n. 3, p. 347-351, Sept. 2003.

BAIER, J. E. et al. Indirect selection of industrial tomato genotypes resistant to spider mite *Tetranychus urticae*. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 244-252. 2015.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 435-441, May 2005.

BALE, J. S.; PONDER, K. L.; PRITCHARD, J. Coping with stress. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB Internacional, 2007. p. 287-309.

BARBOSA, L. V. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon* spp. à traça do tomateiro [*Scrobipalpus absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep. Gelechiidae)].** 1994. 71 p. Dissertação (Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

BIGUZZI, F. A. **Adubação e fitossanidade: efeito do composto orgânico e da uréia sobre o oídeo e a traça-do-tomateiro.** 2011. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Taxonomic Issues. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Cambridge: CAB International, 2007. p. 192-199.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Resistência de cultivares de amendoim de hábitos de crescimento ereto e rasteiro a *Spodoptera cosmioides* em laboratório. **Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 80-88, 2013.

BOITEUX, L. S. et al. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, 2012. cap. 2, p. 29-50.

BRAENDLE, C. et al. Wing dimorphism in aphids. **Heredity**, Cary, v. 97, p. 192-199, July 2006.

BUILDING, B. M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v. 8, n. 2, p. 171-182, 2007.

BURKE, A. B.; GOLDSBY, G.; MUDD, J. B. Polar epicuticular lipids of *Lycopersicon pennellii*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 26, n. 9, p. 2567-2571, Sept. 1987.

CARTER, C. D.; SNYDER, J. C. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* F2 híbridos. **Euphytica**, Wageningen, v. 34, n. 1, p. 177-185, Mar. 1985.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate: um mercado que não pára de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 6, n. 58, p. 4-36, 2007.

CARVALHO, J. R. et al. Seletividade de fungicidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) a *Trichogramma pretiosum*. **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 177-185, out. 2012.

COSTA, E. M. R. **Relação entre densidades de tricomas foliares e teores de zingibereno e de acilaçúcares em tomateiros resistentes a pragas**. 2013. 83 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, jan./mar. 2013.

DARWIN, S. C.; KNAPP, S.; PERALTA, I. E. Taxonomy of tomatoes in the Galápagos Islands: native and introduced species of *Solanum* section *Lycopersicon* (Solanaceae). **Systematics and Biodiversity**, Cambridge, v. 1, n. 1, p. 29-53, May 2003.

DIAS, D. M. et al. Selection of processing tomato genotypes with high acyl sugar content that are resistant to the tomato pinworm. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 381-389, 2013.

EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB Internacional, 2007. 309 p.

ERB, W. A. et al. Resistance of selected interspecific *Lycopersicum* hybrids to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal Economic Entomology**, College Park, v. 86, n. 1, p. 100-109, Jan. 1993.

ESCOBAR, R. et al. Resistencia a *Tuta absoluta* en una entrada de la especie selvagem de tomate *Solanum pimpinellifolium*. **Phytoma España**, La Rioja, v. 217, p. 126-127, 2010.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D. Development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B on *Lycopersicon* spp. genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 665-669, 2002.

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

FIGUEIREDO, E. **Noctuídeos em culturas hortícolas**: contribuição para a protecção integrada. 2007. 280 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agronómica)

- Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

FIGUEIREDO, E. et al. Lagarta do tomate. In: AMARO, F.; MEXIA, A. (Ed.). **Proteção integrada em tomate de indústria**: projecto Pro Agro 189. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, 2006. p. 42-50.

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

FIRDAUS, S. et al. Identification and QTL mapping of whitefly resistance components in *Solanum galapagense*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 126, n. 6, p. 1487-1501, June 2013.

FIRDAUS, S. et al. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. **Euphytica**, Wageningen, v. 187, n. 1, p. 31-45, Sept. 2012.

FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D. S. **Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região de montanhas do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2010. 226 p.

FRANÇA, F. H. et al. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 37-59.

FREITAS, J. A. **Resistência genética de tomateiro *Lycopersicum* spp. à mosca branca *Bemisia* spp. mediada por zingibereno contido em tricomas glandulares**. 1999. 93 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FREITAS, J. A. et al. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 2, p. 275-287, Sept. 2002.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 209-224.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 3. ed. Piracicaba: FESALQ, 2002. 920 p.

GARVEY, T. C.; HEWITT, J. D. Starch and sugar accumulation in two accessions of *Lycopersicum cheesmanii*. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n. 1, p. 77-79, Jan. 1991.

GEIST, D. On the emergence and submergence of the Galápagos Islands. **Notícias de Galápagos**, Galápagos, v. 56, p. 5-9, 1996.

GIANFAGNA, T. J.; CARTER, C. D.; SACALIS, J. N. Temperature and photoperiod influence trichome density and sesquiterpene content of *Lycopersicum hirsutum* f. *hirsutum*. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 100, n. 3, p. 1403-1405, Nov. 1992.

GILARDON, E. M.; BENAVENT, J. M. Resistência a la polilla del tomate *Scrobipalpa absoluta* (Meyr.). In: REUNION NACIONAL DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE OLERICULTURA, 4., 1981, Salta. **Anales...** Salta, 1981. p. 18.

GOFFREDA, J. C. et al. Aphid deterrence by glucose esters in glandular trichome exudate of wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, n. 7, p. 2135-2147, July 1989.

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

GONCALVES, L. D. et al. Herança de acilglicóides em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 699-705, maio 2007.

GONÇALVES, L. D. et al. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 267-273, fev. 2006.

GONÇALVES, M. I. F. et al. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, Wageningen, v. 104, n. 1, p. 33-38, Feb. 1998.

GONÇALVES NETO, A. C. et al. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de acilaçúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 203-208, abr./jun. 2010.

GRAVINA, C. S. **Produção e incidência de insetos-pragas em tomateiro orgânico sob diferentes sistemas e níveis de irrigação**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, p. 488-497, 1976.

HAWTHORNE, D. J. et al. Thichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1992.

JOUY, N.; BORDAT, D.; BESSIÈRE, J. M. Identification of 2,3,4-tri-O-acyl)-a-D-glucopyranosil-(3-O-acyl)-b-D-fructofuranoside), responsible for high level of leafminer resistance in *Lycopersicon cheesmanii*. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, Ithaca, v. 42, p. 1-22, June 1992.

KOGAN, M.; ORTMAN, E. F. Antixenosis: a new term proposed to define Painter's "nonpreference" modality of resistance. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Madison, v. 24, p. 175-176, 1978.

KOHLER, G. R.; CLAIR, D. S. Variation for resistance to aphids (Homoptera: Aphididae) among tomato inbred backcross lines derived from wild *Lycopersicon* species. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 98, n. 3, p. 988-995, 2005.

KOORNNEEF, M. et al. The isolation and characterization of characterization of gibberellin-deficient mutants in tomato. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 80, p. 852-857, 1990.

KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 221 p.

LABORY, C. R. G. et al. Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com a resistência à traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 733-740, maio 1999.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)**. 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEITE, G. L. D. Resistência do tomate a pragas. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 6, n. 2, p. 129-140, jul./dez. 2004.

LEITE, G. L. D. et al. Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersiconhirsutum* on the resistance to *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 91, p. 267-273, Nov. 1999.

LIEDL, B. E. et al. Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters settling and reduces oviposition of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 88, n. 3, p. 742-748, 1995.

LIMA, I. P. **Seleção de genótipos de tomateiro para processamento com alto teor de zingibereno resistentes a artrópodos-praga**. 2014. 46 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2014.

LUCATTI, A. F. et al. Differences in insect resistance between tomato species endemic to the Galapagos Islands. **BMC Evolutionary Biology**, London, v. 13, n. 1, p. 1471-2148, Aug. 2013.

LUCINI, T. **Mecanismos de resistência ao ácaro rajado em genótipos de tomateiro com altos teores de acilaçúcares**. 2013. 69 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

LUCINI, T. et al. Acylsugar and the role of trichomes in tomato genotypes resistance to *Tetranychus urticae*. **Arthropod-Plant Interactions**, Dordrecht, v. 9, n. 1, p. 45-53, Feb. 2015.

LUCKWILL, L. C. **The genus Lycopersicon: an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes**. Aberdeen: Aberdeen University Press, 1943. 44 p.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MACIEL, G. M. et al. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 151-156, abr./jun. 2011.

MALUF, W. R.; CAMPOS, G. A.; CARDOSO, M. G. Relationships between trichome types and spider mite (*Tetranychus evansi*) repellence in tomatoes with respect to foliar zingiberene contents. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, n. 1, p. 73-80, Apr. 2001.

MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 9, p. 1227-1235, set. 2007.

MALUF, W. R. et al. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, Wageningen, v. 176, p. 113-123, Jan. 2010.

MARCHESE, A. **Resistência à mosca-branca e ao ácaro-rajado mediada por acilaçúcares e pelo gênero *Mi* em tomateiro**. 2013. 63 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MARTINS, F. Grau de ataque de *Heliothis armigera* em tomate de indústria. In: CONGRESSO IBÉRICO DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 1., 1990, Lisboa. **Anais...** Lisboa, 1990. v. 1, p. 154-159.

MARUYAMA, W. I. et al. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 480-484, set. 2002.

MATTHEWS, M. **Heliothine moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO, 1999. 320 p.

MELO, P. C. T. Tomate brasileiro ainda deixa a desejar em aroma e sabor. **Jornal Entreposto**, São Paulo, n. 14, p. 153, fev. 2013.

MONTEIRO, C. S. et al. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

MORAL GARCIA, F. J. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, Bedford, v. 93, n. 3, p. 253-259, 2006.

MOREIRA, G. R. et al. Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com ‘Santa Clara’. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 574-581, out./dez. 2013.

MOREIRA, L. A. et al. Antibiosis of eight *Lycopersicon* genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, p. 283-287, fev. 2009.

MOREIRA, L. A.; MOLLEMA, C.; HEUSDEN, S. van. Search for molecular markers to *Liriomyza trifolii* resistance in tomato. **Euphytica**, Wageningen, v. 109, n. 3, p. 149-156, Oct. 1999.

MORITZ, B. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

MOURA, A. P. et al. **Manejo de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, 2014. 24 p. (Circular Técnica EMBRAPA).

NAIKA, S. et al. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Agrodok, 2006. 104 p.

NASREEN, A.; MUSTAFA, G. Biology of *Helicoverpa armigera* (Hbn) reared in laboratory on natural diet. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Lahore, v. 3, n. 10, p. 1668-1669, 2000.

NEIVA, I. P. **Resistência de linhagens de tomateiro à mosca-branca (*Bemisia argentifolii*), relacionada a aleloquímicos e à densidade de tricomas**. 2011. 49 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

NEIVA, I. P. et al. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 61-67, jan./fev. 2013.

NORRIS, D. M.; KOGAN, M. Biochemical and morphological bases of resistance. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (Ed.). **Breeding plants resistance to insects**. New York: J. Wiley, 1980. p. 23-61.

OLIVEIRA, C. M. **Efeito do gene *Mi* e dos altos teores foliares de acil-açúcares e de zingibereno na resistência do tomateiro a artrópodes-praga.** 2015. 66 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

OLIVEIRA, C. M. **Resistência de linhagens de tomateiro à traça *Tuta absoluta*, relacionada a aleloquímicos e à densidade de tricomas.** 2011. 49 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

OLIVEIRA, C. M. et al. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 45-52, jan./fev. 2012.

ORIANI, M. A. de G.; VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 37-41, 2011.

PAINTER, R. H. **Crops that resist insects provide a way to increase world food supply.** Manhattan: *Kansas Agricultural Experiment Station Bulletin*, 1968. 520 p.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants.** New York: The Macmillan, 1951. 520 p.

PAMPLOMA, A. M. S. R. **Avaliação de genótipos de tomate *Lycopersicon ssp.* com diferentes concentrações de acil-açúcares, quanto a resistência a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae).** 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

PATIL, S. et al. Genetic relatedness among *Helicoverpa armigera* (Hübner) occurring on different host plants as revealed by random amplified polymorphic DNA markers. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seoul, v. 9, n. 3, p. 227-233, Sept. 2006.

PEÑA-MARTÍNEZ, R. Identificación de afídeos de importância agrícola. In: URIAS, M. C.; RODRIGUES, M. R.; ALEJANDRE, A. T. (Ed.). **Afídeos como vetores de vírus em México**. Montecillo: Centro de Fitopatologia, 1992. v. 2, p. 135-163.

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

PEREIRA, G. V. N. et al. Seleção para alto teor de açúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 996-1004, maio/jun. 2008.

PIZZAMIGLIO, M. A. Ecologia das interações inseto/planta. In: PANNIZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 4, p. 101-123.

PRATISSOLI, D. et al. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 101-105, jan./mar. 2015.

RESENDE, J. T. V. **Resistência a artrópodos-pragas, mediada por açúcares em tomateiros obtidos do cruzamento interespecífico de *Lycopersicon esculentum* Mill 'TOM-584' x *L. Pennellii* 'LA-716'**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

RESENDE, J. T. V. R. et al. 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, J. T. V. et al. Método colorimétrico para quantificação de açúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1204-1208, nov./dez. 2002.

RESENDE, J. T. V. et al. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, jul./set. 2009.

RICK, C. M.; BOWMAN, R. I. Galápagos tomatoes and tortoises. **Evolution**, Lancaster, v. 15, n. 4, p. 407-417, Dec. 1961.

RODRIGUÉZ-LOPÉZ, M. J. et al. Whitefly resistance traits derived from the wild tomato *Solanum pimpinellifolium* affect the spread of *tomato yellow leaf curl virus*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 101, n. 10, p. 1191-1201, Oct. 2011.

RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domesticated tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, p. 669-704, 1981.

SALAS, F. J. S.; LOPES, J. R. S.; FERERES, A. Resistência de cultivares de batata a *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae). **Netropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 1008-1015, nov./dez. 2010.

SANTOS, F. F. B. dos. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV)**. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, São Paulo, 2009.

SELVANARAYANAN, V.; NARAYANASAMY, P. Factors of resistance in tomato accessions against the fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Crop Protection**, Guildford, v. 25, n. 10, p. 1075-1079, 2006.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis*  $\delta\delta$ : endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoletis chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 126, n. 1, p. 1-8, Jan. 2008.

SILVA, A. A. **Resistência de genótipos de tomateiro com teores foliares contrastantes de aleloquímicos a *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera:**

**Agromyzidae**) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). 2012. 84 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SILVA, V. F. et al. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1262-1269, set. 2009.

SIMMONS, A. T. et al. Entrapment of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on glandular trichomes of *Lycopersicon* species. **Australian Journal of Entomology**, Melbourne, v. 43, p. 196-200, Sept. 2004.

SIMMONS, A. T.; GURR, G. M. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, Saint Albans, v. 7, n. 4, p. 265-276, Nov. 2005.

SIMMONS, A. T.; MCGRATH, D.; GURR, G. M. Trichome characteristics of F<sub>1</sub>*Lycopersicon esculentum* x *L. cheesmanii* f. *minor* and *L. esculentum* x *L. pennellii* hybrids and effects on *Myzus persicae*. **Euphytica**, Wageningen, v. 144, n. 3, p. 313-320, May 2005.

SOUZA, B. H. S. et al. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 1, p. 21-29, jan./fev. 2013.

SPOONER, D. M.; PERALTA, I. E.; KNAPP, S. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. **Taxon**, Logroño, v. 54, n. 1, p. 43-61, 2005.

SRIVASTAVA, C. P. et al. *Helicoverpa armigera* management in pulses-present scenario and future strategies. In: \_\_\_\_\_. **Recent advances in *Helicoverpa armigera* management**. Kanpur: Indian Society of Pulses Research and Development, 2005. p. 265-286.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC Software**: reference. Version 6. Cary, 1995. 1290 p.

SUINAGA, F. A. et al. Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* a traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 281-285, abr./jun. 2004.

TALEKAR, N. S.; OPEN, R. T.; HANSON, P. *Helicoverpa armigera* management: a review of AVRDC's research on host plant resistance in tomato. **Crop Protection**, Guildford, v. 5, p. 461-467, July 2006.

TARIQ, M. et al. Aphids in a changing world: testing the plant stress, plant vigour and pulsed stress hypotheses. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 14, n. 2, p. 177-185, May 2012.

USMAN, A. et al. Appraisal of different tomato genotypes against tomato fruit worm (*Helicoverpa armigera* Hub.) infestation. **Pakistan Journal Zoology**, Lahore, v. 45, n. 1, p. 113-119, Dec. 2013.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 737-781.

WALTERS, D. S.; STEFFENS, J. C. Branched chain amino acid metabolism in the biosynthesis of *Lycopersicon pennellii* glucose esters. **Plant Physiology**, Washington, v. 93, n. 4, p. 1544-1551, Aug. 1990.

WESTON, P. A. et al. Trichome secretion composition, trichome densities and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, n. 3, p. 492-498, 1989.

WILLIAMS, I. S.; DIXON, A. F. G. Life cycles and polymorphism. In: EMDEN, H. F. van; HARRINGTON, R. (Ed.). **Aphids as crop pests**. Wallingford: CAB Internacional, 2007. p. 69-85.

WILLIAMS, W. G. et al. 2-tridecanone a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, p. 888-889, 1980.

WU, K. M. Regional management strategy for cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in China. **Control of Insect Pests**, Beijing, v. 7, p. 559-565, 2007.

WYCKHUYS, K. A. et al. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. **Biological Control**, Orlando, v. 65, n. 1, p. 152-167, Apr. 2013.