



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE A ESPÉCIE SELVAGEM *Solanum habrochaites* E  
CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL  
VISANDO O MANEJO DE SUGADORES TRANSMISSORES DE  
FITOVIROSES E DE LEPIDÓPTEROS BROQUEADORES DE FRUTO.**

**DONALD MANIGAT**

**DISSERTAÇÃO  
DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF  
FEVEREIRO/2017**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE A ESPÉCIE SELVAGEM *Solanum habrochaites* E  
CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL  
VISANDO O MANEJO DE SUGADORES TRANSMISSORES DE  
FITOVIROSES E DE LEPIDÓPTEROS BROQUEADORES DE FRUTO.**

**DONALD MANIGAT**

**ORIENTADORA: CRISTINA SCHETINO BASTOS**

**DISSERTAÇÃO  
DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: NÚMERO DA DISSERTAÇÃO 129/2017**

**BRASÍLIA/DF**  
**FEVEREIRO/2017**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ASSOCIAÇÃO ENTRE A ESPÉCIE SELVAGEM *Solanum habrochaites* E CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL VISANDO O MANEJO DE SUGADORES TRANSMISSORES DE FITOVIROSES E DE LEPIDÓPTEROS BROQUEADORES DE FRUTO.**

**DONALD MANIGAT**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

**APROVADA POR:**

---

**CRISTINA SCHETINO BASTOS, DSc. Fitotecnia – Entomologia/ Universidade de Brasília/ ORIENTADORA/ CPF: 007.369.317-08/ e-mail: cschetino@unb.br**

---

**MARINA REGINA FRIZZAS, DSc. Entomologia/ Universidade de Brasília/ EXAMINADORA INTERNA/CPF: 249.222.768-58/ e-mail: frizzas@unb.br**

---

**LEONARDO SILVA BOITEUX, PhD. Genética e Melhoramento de Plantas/ Embrapa Hortaliças/ EXAMINADOR EXTERNO/CPF: 381.496.721-68/ e-mail: leonardo.boiteux@embrapa.br**

**BRASÍLIA/DF, 24 de fevereiro de 2017.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MANIGAT, Donald  
“ASSOCIAÇÃO ENTRE A ESPÉCIE SELVAGEM *Solanum habrochaites* E CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATEIRO INDUSTRIAL VISANDO O MANEJO DE SUGADORES TRANSMISSORES DE FITOVIROSES E DE LEPIDÓPTEROS BROQUEADORES DE FRUTO”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília, 2017. 56p.

Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. *Solanum lycopersicum*, resistência de plantas á artrópodes, comportamento de insetos. I. Bastos, C.S. II. Dr<sup>a</sup>.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MANIGAT, D. Associação entre a espécie selvagem *Solanum habrochaites* e cultivares comerciais de tomateiro industrial visando o manejo de sugadores transmissores de fitoviroses e de lepidópteros broqueadores de fruto. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 56 páginas.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Donald Manigat

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Associação entre a espécie selvagem *Solanum habrochaites* e cultivares comerciais de tomateiro industrial visando o manejo de sugadores transmissores de fitoviroses e de lepidópteros broqueadores de fruto.

GRAU: Mestrado

ANO: 2017

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: Donald Manigat

Tel. (61) 98193-7143

Email: dmanigat19@yahoo.fr

Dedico esse trabalho aos meus pais Devuis Manigat e Regilia Gedeon, minha filha Savannah dos Reis Soares Manigat e meus irmãos.

Ofereço aos meus pais e irmãos, que mesmo distante, sempre me apoiaram e me fortaleceram nos momentos mais difíceis ao longo dessa concretização.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus todo poderoso por ter me dado força e perseverança para prosseguir e concluir mais uma etapa da minha vida.

À minha orientadora Cristina Schetino Bastos pelo compromisso, pela dedicação, pelos valiosos ensinamentos, pela confiança, pela amizade e pelo apoio moral.

Aos membros da Banca examinadora Profa. Dra. Marina Regina Frizzas e ao Pesquisador Dr. Leonardo Silva Boiteux, pela presença na banca de defesa, contribuindo grandemente com o trabalho.

À Universidade de Brasília, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação (DPP) pelas oportunidades e pela formação acadêmica.

À Fazenda Água Limpa (FAL) pelo apoio operacional e pela infraestrutura necessária à realização dos experimentos.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa concedida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e ao coordenador do curso Prof<sup>o</sup>. Dr. Ernandes R. de Alencar, pela contribuição na formação acadêmica, pelos ensinamentos científicos e pelo profissionalismo.

À Embrapa Hortaliças em Brasília e particularmente ao Pesquisador Fábio A. Suinaga, pela produção das mudas e pelo apoio profissional.

Aos meus irmãos, pela força, incentivo a lutar pelos meus ideais, pelo carinho e amor compartilhados durante toda a minha vida pessoal e acadêmica.

Ao Pastor e Diplomata Leonel D. Raphael por contribuir para o meu futuro com importantes ensinamentos, grande apoio e dedicação.

À minha querida e companheira Hanna Heid S. de Souza pelo apoio, pela força, pelo carinho e amor durante a jornada.

Aos meus amigos Wesly Jean, Barnet Joseph, Vogly Pongnon, Geslin Mars, Kerby Myrthil, Mirlande Badio e Lilise Lima pelos valiosos conselhos e pelo apoio moral durante essa caminhada.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa (FAL) que me ajudaram na instalação, condução e colheita do experimento nas pessoas do Israel, senhor Zeca, Vanderlei, Luciano e Evangelista.

A toda equipe do Laboratório de Proteção de Plantas, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília: Andrea, Carlos Eduardo, José

Rosil, Wesley Brandão, Jaqueline Freire, Yann S. Krieger, João Ribeiro, Karolayne, Catiane, Gustavo, Igor, Maria Luísa, Fernando, Gabriel, Luís Gustavo, Amanda e Letícia pelo auxílio na coleta de dados e alegria no convívio diário no ambiente de trabalho.

A todas as pessoas que diretamente ou indiretamente fizeram parte da realização desse trabalho.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Variação na densidade de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae) pulgão-verde (*Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae) e frutos broqueados por brocas gigantes e pequenas (Lepidópteros) em tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae ‘PI-134417’) cultivados em associação e isolados, em diferentes semanas de avaliação (DAT). Brasília –DF. Safra 2015..... 30

**Tabela 2.** Variação na densidade de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae) pulgão-verde (*Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae), tripses [*Frankliniella schultzei* e *Thrips* sp. Thysanoptera: Thripidae], ovos de *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), frutos broqueados por brocas gigantes e pequenas (Lepidoptera) em tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* L. Solanaceae ‘PI-134417’) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae) cultivados em associação e isolados, em diferentes semanas de avaliação (DAT). Brasília – DF. Safra 2016. .... 31

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Variação na densidade (média de 10 semanas de avaliação) de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae), pulgão-verde (*Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae) e frutos broqueados por brocas pequenas (Lepidoptera) em tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae ‘PI-134417’) cultivados em associação e isolados. Brasília –DF. Safra 2015..... 33
- Figura 2.** Variação na densidade (média de 10 semanas de avaliação) de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae), tripes (*Frankliniella schultzei* e *Thrips* sp. Thysanoptera: Thripidae) e frutos broqueados por brocas gigantes (Lepidoptera) em tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae ‘PI-134417’) cultivados em associação e isolados. Brasília –DF. Safra 2016. .... 34
- Figura 3.** Densidade de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae) (A), pulgão-verde (*Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae) (B) e tripes (*Frankliniella schultzei* e *Thrips* sp. Thysanoptera: Thripidae) (C) coletados em armadilhas amarelas do tipo painel adesivo aos 44 e 71 dias após o transplântio (DAT) em cultivos associados e isolados de tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae ‘PI-134417’). Brasília –DF. Safra 2015..... 35
- Figura 4.** Densidade de mosca-branca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae) (A), pulgão-verde (*Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae) (B) e tripes (*Frankliniella schultzei* e *Thrips* sp. Thysanoptera: Thripidae) (C) coletados em armadilhas amarelas do tipo painel adesivo aos 49, 63 e 71 dias após o transplântio (DAT) em cultivos associados e isolados de tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae) e selvagem (*Solanum habrochaites* Solanaceae ‘PI-134417’). Brasília –DF. Safra 2016..... 37
- Figura 5.** Número de frutos totais, normais e broqueados simultaneamente por brocas pequenas e gigantes por planta (A), porcentagem de frutos (peso) broqueados por brocas gigante (broqueadosG) (B) e peso de frutos normais (sem ataque) [g/planta] e total (ton/ha) (C) e broqueados por brocas gigantes e pequenas (broqueadosP) (Lepidoptera) (D), de cultivares comerciais de tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae). Brasília –DF. Safra 2015. .... 39
- Figura 6.** Número de frutos totais e normais por planta (A), porcentagem de frutos (número) normais (sem ataque) e apodrecidos (B) e peso de frutos normais (sem ataque) [g/planta] e total (ton/ha) (C) de cultivares comerciais de tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* Solanaceae). Brasília –DF. Safra 2016. .... 40

## RESUMO

O tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* L. Solanaceae) é atacado por um grande número de artrópodes-praga que além de sugarem a seiva das plantas podem atuar como vetores de viroses e causarem broqueamento de frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a associação entre um acesso selvagem de *Solanum habrochaites* f. *glabratum* com reconhecida resistência a insetos-praga e cultivares comerciais de tomateiro industrial contribuem para o manejo de fitófagos sugadores transmissores de viroses e lepidópteros broqueadores de frutos. O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL), Brasília-DF, nas safras 2015 e 2016. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos: ‘BRS Tospodoro’, ‘BRS Tyão’ e o acesso *S. habrochaites* ‘PI-134417’ cultivados isoladamente ou em associação. Nos ensaios a campo, após o transplântio das mudas, foram avaliados semanalmente, as densidades dos insetos-fitófagos sugadores e broqueadores de fruto, o número de frutos contendo ataque por broqueadores bem como os ovos e as ninfas encontrados sobre as plantas (contagem direta em todas as estruturas de dez plantas por parcela). As densidades dos insetos vetores de fitoviroses foram avaliadas ainda através da coleta em armadilhas amarelas adesivas. Além disso, foram empregadas dez plantas por parcela para estimar a produção total, de frutos normais (sem ataque) e atacados. Foi avaliada ainda a incidência de begomovírus nas plantas através de sintomatologia visual e por PCR com *primers* específicos para detecção viral. A oviposição de *Helicoverpa zea* sobre os genótipos testados foi avaliada no laboratório. Os dados foram analisados por ANOVA por medidas repetidas e ANOVA seguidas de teste Tukey a  $p \leq 0,05$ . A associação entre genótipos comerciais de tomateiro industrial e o acesso selvagem ‘PI-134417’ reduziu, na maioria dos casos, a densidade de insetos sugadores vetores de fitoviroses nas cultivares comerciais bem como a coleta em armadilhas do tipo painel adesivo amarelo. Similarmente, a associação entre as cultivares comerciais e o acesso selvagem de ‘PI-134417’ reduziu o número de frutos broqueados por brocas pequenas e gigantes em ambos ou em pelo menos um dos genótipos de tomate industrial avaliados. Não foram observadas diferenças no ataque de insetos sugadores vetores de fitoviroses e broqueadores de frutos entre as cultivares comerciais testadas. A sintomatologia visual de begomovirose detectada a campo não foi confirmada em laboratório para nenhum dos tratamentos avaliados. Não houve diferença em relação à oviposição de *H. zea* em plantas de tomateiro selvagem e industrial em ensaios de laboratório.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum lycopersicum*, resistência de plantas á artrópodes, comportamento de insetos.

# ASSOCIATION BETWEEN THE WILD SPECIES *Solanum habrochaites* AND COMERCIAL CULTIVARS OF INDUSTRIAL TOMATO AIMING AT THE MANAGEMENT OF SUCKING VIRUSES VECTORS AND LEPIDOPTERAN FRUIT BORERS

The industrial tomato (*Solanum lycopersicum* L. Solanaceae) is attacked by a great number of pests which include sap feeders that can also act as virus vectors and fruit borers. This study aimed at evaluating if the association between a wild genotype of *Solanum habrochaites* f. *glabratum* possessing known resistance to many insect-pests and commercial cultivars of industrial tomato can help on the management of phytophagous sap feeders and viruses vectors and fruit borers lepidopteran. Trials were run at Fazenda Água Limpa (FAL), Brasília-DF-Brazil, during 2015 and 2016 seasons. Treatments were designed in completely randomized blocks with four replications and consisted of three genotypes ('BRS Tospodoro', 'BRS Tyão' and the wild access *S. habrochaites* 'PI-134417') grown alone or in association with the wild access. After seedling transplantation, the densities of phytophagous insects (sap feeders and fruit borers) as well as the number of eggs, nymphs and bored fruits were monitored weekly by direct counting them in all the structures of 10 plants per plot. The densities of virus' vectors were also sampled by using yellow sticky traps. The yield of the commercial cultivars (non-bored and bored fruits) was estimated by harvesting 10 plants per plot. The incidence of begomovirus was evaluated by the presence of visual symptoms and confirmed by PCR using specific primers for virus detection. The oviposition of *Helicoverpa zea* on the tested genotypes was evaluated on a trial run within Lab condition. Data were analyzed by repeated measures ANOVA and ANOVA, both followed by Tukey test at  $p \leq 0.05$ . The association between industrial cultivars and the wild access 'PI-134417' reduced, in most cases, the densities of sap feeders on the commercial cultivars as well as the entrapped insects in the yellow sticky panels. Similarly, the association between the commercial cultivars and the wild access of 'PI-134417' reduced the number of bored fruits by small and giant borers in at least one or both commercial cultivars evaluated. There were no differences in the attack of sap feeders or fruit borers between the commercial cultivars tested. The visual symptoms of infection by begomovirus were not confirmed by the PCR analysis. Also, there were no differences between in the oviposition of *H. zea* among the tested genotypes.

**KEYWORDS:** *Solanum lycopersicum*, plant-arthropod resistance, insect behaviour.

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	4
2.1	OBJETIVO GERAL.....	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1	O tomateiro.....	5
3.2	Os sugadores vetores de fitoviroses .....	7
3.2.1	Mosca-branca ( <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) Hemiptera: Aleyrodidae) .....	7
3.2.2	Tripes ( <i>Frankliniella schultzei</i> Trybom e <i>Thrips palmi</i> Karny Thysanoptera: Thripidae) .....	11
3.2.3	Pulgão ( <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)).....	13
3.2.4	Principais medidas para o controle de insetos sugadores vetores de viroses .....	14
3.3	Os insetos broqueadores de frutos .....	15
3.3.1	A traça-do-tomateiro .....	15
3.3.2	A broca pequena do fruto .....	15
3.3.3	Espécies de <i>Helicoverpa</i> .....	16
3.3.4	Espécies de <i>Spodoptera</i> .....	16
3.3.5	Medidas para controlar insetos broqueadores de frutos .....	17
3.4	Resistência do tomateiro a artrópodes .....	17
3.5	Estratégia <i>Push and Pull</i> .....	21
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1	Condições gerais de experimentação .....	22
4.2	Experimento a campo.....	24
4.3	Oviposição de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) Lepidoptera: Noctuidae.....	26
4.4	Análises estatísticas .....	27
5	RESULTADOS .....	28
6	DISCUSSÃO.....	41
7	CONCLUSÕES.....	45
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. Solanaceae) é uma olerícola cultivada em todas as partes do mundo. No Brasil, foi provavelmente introduzida por imigrantes europeus no final do século XIX. A difusão e o incremento do consumo de tomateiro no Brasil começaram a ocorrer apenas depois da primeira guerra mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

A cultura do tomateiro ocupa o segundo lugar, depois da batata em produção, entre todas as hortaliças cultivadas no Brasil. O mercado do tomate movimenta mais de nove bilhões de dólares por ano do PIB. A maior parte da colheita nacional destina-se à mesa (consumo *in natura*), porém, a produção destinada às agroindústrias vem crescendo, especialmente no bioma Cerrado (FILGUEIRA, 2003). Os principais países produtores de tomate para processamento industrial são: Estados Unidos (32%), China (16,6%), Itália (13,6%), Espanha (6,3%) e Brasil (4,9%) (VILELA et al., 2012). A participação da produção de tomate industrial na produção mundial de tomate variou de 24,1 a 29%, entre 2002 a 2008. Na América do Sul, o Brasil é considerado o maior produtor de tomate para processamento industrial, o que tem viabilizado a implantação de diversas agroindústrias (FERRARI, 2008).

O tomateiro possui ampla adaptação climática, sendo que a faixa mais adequada para o seu cultivo é entre 15°C a 25°C, com temperaturas superiores a 35°C afetando a frutificação e o desenvolvimento dos frutos. Em temperaturas dessa magnitude podem ocorrer a formação de frutos ocos, menor aproveitamento de nutrientes, morte prematura de plântulas, queda de flores, dentre outros (ALVARENGA, 2004; SILVA et al., 2006). A carência em luz pode provocar o alongamento da fase vegetativa, retardando assim o início do florescimento (SILVA et al., 2006).

O tomateiro é uma das poucas culturas em que artrópodes e fitopatógenos são igualmente importantes, tornando-se hospedeira de cerca de 200 espécies de artrópodes (CARVALHO et al., 2002). Os artrópodes mais comuns no tomateiro são a mosca branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) Hemiptera: Aleyrodidae), os tripses (*Frankliniella schultzei* Trybom e *Thrips palmi* Karny Thysanoptera: Thripidae), os pulgões (*Myzus persicae* (Sulzer) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) Hemiptera: Aphididae), a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* (Meyrick) Lepidoptera: Gelechiidae), a broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis* (Guennée) Lepidoptera: Crambidae), o ácaro-do-bronzeamento (*Aculops lycopersici* (Masse) Acari: Eriophyidae), as vaquinhas (*Diabrotica* spp. Coleoptera: Chrysomelidae), as moscas-minadoras (*Liriomyza sativae* Blanchard, *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) Diptera: Agromyzidae), a lagarta-rosca

(*Agrotis ipsilon* (Hüfnagel) Lepidoptera: Noctuidae), o complexo lagarta-militar (*Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera frugiperda* (Smith), *Spodoptera cosmioides* (Walker), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) Lepidoptera: Noctuidae), a broca-grande-do-fruto (*Helicoverpa zea* (Boddie) Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens* (Walker) Lepidoptera: Noctuidae), os burrinhos (*Epicauta suturalis* (Germar), *Epicauta attomaria* (Germar) Coleoptera: Meloidae), o percevejo-castanho (*Scaptocoris carvalhoi* Becker Hemiptera: Cydnidae), o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* (Koch) Acari: Tetranychidae) e o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks) Acari: Tarsonemidae) (MOURA et al., 2014).

Dentre as espécies de artrópodes consideradas como pragas-chave do tomateiro estão os sugadores transmissores de viroses e os broqueadores de frutos. No grupo dos sugadores transmissores de viroses inclui-se a mosca branca (*B. tabaci*), os tripses (*F. schultzei* e *T. palmi*) e os pulgões (*M. persicae* e *M. euphorbiae*). Além disso, merece destaque os broqueadores de frutos tais como a traça-do-tomateiro (*T. absoluta*), a broca-pequena-do-fruto (*N. elegantalis*), o complexo da lagarta-militar (*S. eridania*, *S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. littoralis*) e a broca-gigante-do-fruto (*Helicoverpa* spp.) (MOURA et al., 2014).

Os insetos fitófagos sugadores e transmissores de viroses causam perdas diretas à cultura, em virtude da excreção do excesso de seiva na forma de *honeydew* favorecendo o desenvolvimento de fungos (fumagina), e prejuízos indiretos em decorrência da transmissão das viroses (MOURA et al., 2014). No caso da mosca branca os begomovírus e crinivírus são transmitidos por essa espécie, enquanto os tripses são responsáveis pela transmissão dos tospovírus e os pulgões atuam como agentes transmissores dos potyvírus e dos luteovírus (SOUZA; REIS, 2003; MOURA et al., 2014).

No caso dos insetos broqueadores de frutos, além de danificarem a parte comestível do fruto, eles causam danos indiretos por promoverem aberturas que favorecem a entrada de patógenos. Em consequência, os frutos podem cair prematuramente, ou apresentarem deformação, maturação forçada e apodrecimento, causando sérias perdas de produtividade (PICANÇO et al., 1998; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; CAPINERA, 2001 ).

As principais medidas de controle empregadas para o manejo dos insetos sugadores transmissores de viroses no cultivo do tomateiro industrial incluem medidas que focam no manejo do ambiente de cultivo, medidas legislativas, emprego de agentes de controle biológico, controle químico (MOURA et al., 2014) e a resistência genética da hospedeira (STEVENS et al., 1992; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; GIORDANO et al., 2005).

Algumas espécies selvagens de tomateiro exibem níveis satisfatórios de resistência a insetos-praga tais como *S. habrochaites* Correl ‘PI-127826’ e ‘PI-134417’, devido à presença de zingibereno (ZGB) e 2-tridecanona (2-TD) e *S. penellii* ‘LA-716’ (Corr.) D’Arcy, a presença de acil-açúcares (AS), que acumulam nas vesículas de tricomas glandulares (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988; FREITAS et al., 2002; TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002). Adicionalmente, genótipos com *S. habrochaites* ‘PI-134417’ com maiores teores de 2-TD apresentam um efeito de repelência sobre o ácaro rajado (*T. urticae* Koch. Acari: Tetranychidae), reduzindo as distâncias percorridas pelo artrópode em testes com chance de escolha (ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2002).

O acesso *S. habrochaites* ‘PI-134417’ possui tricomas glandulares do tipo IV, VIc, VII e I e não glandulares do tipo Va (TOSCANO et al. 2001). Por sua vez, Aragão et al. (2000) verificaram que *S. habrochaites* ‘PI-134417’ possui tricomas não glandulares do tipo II + III + V (140 cm<sup>-2</sup> de área foliar) e glandulares do tipo I + IV (843 cm<sup>-2</sup>), tipo VI (83 cm<sup>-2</sup>), tipo VII (11 cm<sup>-2</sup>) e que as maiores concentrações do aleloquímico 2-TD nos folíolos, estão associadas às maiores densidades de tricomas glandulares (SIMMONS; GURR, 2005). O envolvimento dessas estruturas foi posteriormente demonstrado na manifestação de resistência por não preferência e antibiose a várias espécies de artrópodes-praga do tomateiro, incluindo os fitófagos sugadores e transmissores de viroses e as lagartas broqueadoras de fruto (TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002; ANTONIUS; HAWKINS; KOCHHAR, 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2004; MOREIRA et al., 2005; CABRERA; SALAZAR; ARIAS, 2008; MOREIRA et al., 2009; BOIÇA JR. et al., 2012; VALENCIA et al., 2013; BOTTEGA et al., 2015). Além disso, outros estudos atestaram que *S. habrochaites* ‘PI-134417’ é enriquecido com altos teores de fenóis e metil-cetonas, ambos compostos envolvidos na manifestação de resistência ao ataque de artrópodes e de fitopatógenos (ANTONIUS; HAWKINS; KOCHHAR, 2003). Em estudos realizados com um isolado de Tomato yellow vein streak virus (TYVSV) do cinturão verde de Campinas, foi constatado que o acesso PI-134417 se comportou como resistente ao fitopatógeno, apresentando apenas ligeira descoloração dos folíolos quando submetido à infestação com adultos de *B. tabaci* virulíferos (MATOS et al., 2003). Além disso, a resistência contra vários isolados do *Alfalfa mosaic virus* (AMV) foi também detectada em *S. habrochaites* ‘PI-134417’ (PARRELLA et al., 2000).

No contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP) as cultivares resistentes podem ser usadas como uma das táticas de manejo, permitindo manter as densidades das pragas abaixo do limiar de dano econômico. Quando essas cultivares não estão disponíveis, os benefícios podem ser auferidos a partir do cultivo associado entre genótipos ou espécies

resistentes e suscetíveis, sendo essa técnica conhecida como *resistência associativa* (BASTOS et al., 2015) ou emprego da estratégia de *push and pull* (PICKETT et al., 2014; YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015; ZHANG; CHEN, 2015). De acordo com essa estratégia, plantas que emitam semioquímicos voláteis que atuam, à distância, como atraentes ou repelentes ou que possuam qualquer outra característica que interfira nas fases de seleção, reconhecimento, aceitação e/ou estabelecimento do hospedeiro, podem ser usadas no contexto de repelência ou deterrência da praga do recurso alimentar (*push*) ou “mascarando” o hospedeiro (*pull*) de tal forma a incentivar a artrópode-praga a não infestar/atacar aquela área (PICKETT et al., 2014; DU et al., 2016; YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015). Desta forma, sempre que o hospedeiro cultivado não possua tais atributos de resistência, menores níveis de infestação podem ser obtidos através da associação entre diferentes espécies ou entre espécies em que uma delas seja reconhecidamente causadora do efeito *Push* (PICKETT et al., 2014; YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015; ZHANG; CHEN, 2015). Essa estratégia vem sendo testada com relativo sucesso por pequenos produtores de cereais na África (PICKETT et al., 2014) e por produtores interessados em reduzir o ataque de psilídeos a plantas de citros através da sua associação com goiaba (YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015) ou mesmo através da extração de voláteis atrativos e repelentes de plantas cultivadas seguida de ensaios comportamentais com *B. tabaci* (DU et al., 2016).

Desta forma, a estratégia de *push and pull* estratégia pode ser empregada para plantas tais como o tomateiro industrial, em que ainda não foram incorporados fatores de resistência ao ataque de pragas severas tais como insetos sugadores e transmissores de viroses e ao complexo de lepidópteros broqueadores de frutos em cultivares comerciais. Desta forma, a associação com plantas da mesma espécie ou de espécies distintas com reconhecida resistência aos insetos vetores podem reduzir a capacidade de transmissão das principais viroses (SANTANA et al., 2001; TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002; MATOS et al., 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2004; LOURENÇÃO et al., 2004; VALENCIA et al., 2013).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a associação entre o acesso selvagem *S. habrochaites* ‘PI-134417’ (com reconhecida manifestação de resistência a insetos-praga) e cultivares comerciais de tomateiro

industrial contribui para o manejo de insetos-fitófagos transmissores de viroses e broqueadores de frutos.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar em ensaios de campo a preferência de insetos sugadores transmissores de viroses e broqueadores de frutos por plantas de tomateiro industrial isoladas bem como em associação com acesso selvagem *S. habrochaites* ‘PI-134417’;
- 2) Avaliar a campo a incidência de plantas infectadas por begomovírus em cultivares comerciais cultivadas em associação com acesso selvagem e isolado;
- 3) Avaliar os níveis de oviposição de *H. zea* em plantas de tomateiro selvagem e industrial em ensaios de laboratório.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 O tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma olerícola cultivada em todas partes do mundo. É originário dos países andinos indo do Equador (incluindo Ilhas Galápagos) até o norte do Chile (ALVARENGA, 2004). Embora sua origem seja a parte ocidental das Américas Central e do Sul, sendo cultivado até uma altitude de aproximadamente 2.000 m, dos Andes foi levado para outras partes do mundo por viajantes europeus na metade do século XVI (ALVARENGA, 2004). Inicialmente, inicialmente, foi considerada como uma planta exclusivamente ornamental, fazendo com que os frutos do tomateiro tivessem seu uso culinário retardado, por temor de toxicidade, já que muitas solanáceas conhecidas na época eram venenosas (FILGUEIRA, 2003).

O tomateiro pertence à classe Dicotyledoneae, ordem Tubiflorae e família Solanaceae. A família Solanaceae, possui muitas espécies importantes de hortaliças, sendo uma das maiores e mais importantes entre as angiospermas. Segundo Knapp (2002) e Atherton; Rudich (1986) o tomateiro é uma das mais de 2.000 espécies componentes dessa família.

A planta é semi-perene, mas é cultivada como anual onde as condições climáticas são favoráveis. A planta apresenta dois tipos de crescimento, que pode ser determinado ou indeterminado conforme a variedade ou espécie (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro é produzido para dois mercados distintos: consumo *in natura* e a indústria de processamento e conservas. A produção normalmente não é contabilizada de maneira individualizada para cada um desses dois segmentos de mercado. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura), mais de 170 países produziram cerca de 170 milhões de toneladas com área cultivada total de 5,02 milhões de hectares e produtividade de 33,9 toneladas por hectare, sendo essa uma das olerícolas de maior produção e consumo no mundo (FAO, 2014).

Os principais produtores mundiais de tomate (para mesa e industrial) são China, Índia, Estados Unidos, Turquia, Egito, Irã, Itália, Brasil, Espanha e México. O Brasil ocupa a oitava posição em volume produzido, a décima quarta em área colhida e a trigésima primeira posição em produtividade, produzindo o equivalente a 66.851,7 kg/ha em 2014, sendo uma média superior à produção mundial (FAO, 2014).

No Brasil, os dados de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), demonstram que houve uma produção total de 4.187.729 toneladas, com rendimento médio de 65.874 kg/ha que movimentaram um montante de R\$ 4.892.964 (valor da produção) (IBGE, 2015). As principais regiões produtoras são a Sudeste e a Centro-Oeste, produzindo um montante de 2.027.675 t (47,12%) e 1.135.989 t (26,40%), respectivamente. O Estado de Goiás é o maior produtor nacional com um montante equivalente a 1.055.337 t (24,52%). Os demais produtores nacionais são os Estados de São Paulo (956.869 t), Minas Gerais (674.962 t), Bahia (288.477 t) e Rio de Janeiro (207.424 t). O Distrito Federal ocupa a segunda posição em volume produzido e em rendimento médio da região Centro-Oeste sendo estes valores de 68.435 t e 67.690 kg/ha, respectivamente (IBGE, 2014).

Já em relação ao tomate industrial, a produção mundial no ano 2000 foi de aproximadamente 27 milhões de toneladas. O Brasil, então um dos maiores produtores mundiais, produziu em 2002 cerca de 1,28 milhão de toneladas em uma área de 18,25 mil hectares, indicando que, atualmente, nossa produtividade média é de cerca de 70 toneladas por hectare. Atualmente, a maior área cultivada com tomate industrial está na região Centro-Oeste, onde o clima seco durante os meses de março a setembro favorece o cultivo do tomateiro. Os solos profundos e bem drenados e a topografia plana facilitam a mecanização e permitem o uso de grandes sistemas de irrigação (SILVA et al., 2006).

As regiões com maior importância na produção de tomate industrial no Brasil são o Sudeste e Centro-Oeste. Em 2008, o Estado de Goiás detinha a maior participação na produção nacional (29,7%), seguido por São Paulo (19,9%) e Minas Gerais (12,0%). Esses três estados, juntos, concentravam 61,6% do volume total produzido no país nessa ocasião. Entretanto, sua participação no total da área colhida foi menor (52,1%), revelando que eles

possuem uma produtividade média superior à média nacional (BRITO; CASTRO, 2010). Alguns estudos indicam que do montante de tomate produzido pelo Estado de Goiás cerca de 67% segue para o processamento industrial, demonstrando a força desse segmento dentro do contexto goiano (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

A produção de tomate ainda é considerada uma atividade de alto risco, devido aos sistemas nos quais é cultivado, à grande variedade de ambientes e à grande suscetibilidade de artrópodes-praga e doenças (LOOS et al., 2004).

O tomateiro possui uma ótima adaptação aos climas subtropical e tropical. A temperatura mais adequada para a cultura fica na faixa de 15°C a 25°C, tolerando bem uma ampla variação de 10°C a 35°C (SILVA et al., 2006). O tomateiro é uma cultura com alta exigência hídrica, sendo as fases de desenvolvimento e produção do fruto as mais exigentes em água (ALVARENGA, 2004). Os solos mal drenados podem causar uma delimitação no crescimento radicular afetando a absorção de nutrientes (SILVA et al., 2006). O tomateiro apresenta sensibilidade a altas temperaturas e por isso, seu cultivo é realizado durante os meses com temperaturas mais amenas do ano na maioria das regiões produtoras do país (SELEGUINI, 2005).

### **3.2 Os sugadores vetores de fitoviroses**

Dentre os artrópodes-praga causadores de imensos prejuízos ao tomateiro destacam-se os insetos sugadores vetores de virose. Nesse grupo incluem-se a mosca-branca (*B. tabaci*), os trips (*F. schultzei* e *T. palmi*) e os pulgões (*M. persicae* e *M. euphorbiae*).

#### **3.2.1 Mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) Hemiptera: Aleyrodidae)**

A espécie *B. tabaci* pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae. A denominação de biótipo para *B. tabaci* surgiu na década de 1950 para denominar populações morfologicamente indistinguíveis que apresentavam diferenças biológicas significativas quanto ao círculo de plantas hospedeiras, adaptabilidade à planta hospedeira e habilidade em transmitir viroses (ROSELL et al. 1997; BROWN et al., 2000; CALVERT et al. 2001). O biótipo B, anteriormente denominado *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring), foi introduzido no Brasil em meados da década de 1990, no Estado de São Paulo, proveniente de plantas ornamentais importadas da Europa e dos Estados Unidos (MOURA et al., 2014). Até o início da década de 1990, os begomovírus eram de ocorrência esporádica e não possuíam importância econômica (BOITEUX; MELO; VILELA, 2008; MELO; MELO; BOITEUX, 2009). No entanto, após a década de 1990, foi detectado um

complexo de espécies de *Begomovirus* afetando o tomateiro no Brasil (FERNANDES et al., 2008), coincidindo com a introdução e dispersão de *B. tabaci* biótipo B no país (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994).

Apesar de ainda persistir a denominação de *B. tabaci* biótipo B para a maior parte da ocorrência do inseto dentro do país, trabalhos recentes consideram o uso do termo biótipo é errôneo ou equivocado. A proposta recente indica que *B. tabaci* é formada por um complexo de 11 agrupamentos bem definidos, contendo, pelo menos, 24 espécies morfológicamente indistintas (crípticas), categorizadas de acordo com uma análise Bayesiana realizada com base em análise do DNA mitocondrial. Além disso, os 33 biótipos previamente descritos foram associados aos vários agrupamentos genéticos formados, incluindo os biótipos A, B e Q. De acordo com essa nova nomenclatura, o biótipo B está incluído no agrupamento denominado Middle East-Asia Minor (Meio-Leste-Ásia Menor) principalmente em virtude da sua origem geográfica [Irã, Israel, Jordânia, Kuwait, Paquistão, Arábia Saudita, Síria, República Árabe Unida e Iêmen] de onde se disseminou através do comércio de ornamentais para pelo menos outros 54 países, incluindo o Brasil. O biótipo Q está incluindo agrupamento do Mar Mediterrâneo. O biótipo A, por sua vez, está incluído no agrupamento New World (Novo Mundo). Desta forma, de acordo com essa nomenclatura o biótipo B de *B. tabaci* seria considerado como a espécie chamada MEAM-1, o biótipo Q seria uma espécie denominada *B. tabaci* Mediterranean (MED) e o biótipo A sendo dividido em NW-1 e NW-2 (DE BARRO et al, 2011).

As razões para alteração da nomenclatura dos biótipos A ao T foi o fato dela ser baseada, prioritariamente, em variações em características biológicas, incluindo a capacidade de transmissão de begomovirose e alterações morfológicas e fisiológicas em alguns hospedeiros, a variação na amplitude de hospedeiros e a capacidade de produzir progênes exclusivamente de fêmeas após a hibridação entre biótipos (DE BARRO et al, 2011). Todavia, a maioria de variações atribuídas a esses biótipos foram equivocadas, tendo em vista que apenas os B e B2 induziam alterações fisiológicas nos hospedeiros. Em relação à transmissão de begomovirose, na maioria dos casos, as diferenças não eram esclarecedoras, sendo que muitas das alterações fisiológicas provocadas pelo biótipo B de *B. tabaci* também foram observadas em biótipos membros de outros agrupamentos. Além disso, as diferenças em relação à adaptação aos diferentes hospedeiros não foram significativas, apesar do biótipo B ter demonstrado níveis de sobrevivência mais elevados quando comparado com os demais biótipos. Adicionalmente, algumas características que foram atribuídas exclusivamente ao biótipo B ampla capacidade de dispersão e a facilidade em desenvolver resistência a inseticidas não se confirmaram. Desta forma, não existe um conjunto de dados biológicos que

permita distinguir de maneira precisa os biótipos de *B. tabaci*. As características usadas até o momento para distinção dos grupos genéticos são compartilhadas entre grupos genéticos ou mostram variabilidade dentro do grupo. A proposta dos 24 grupos que mostram uma distância genética de 3,5% entre si sugere que os grupos são reprodutivamente isolados ou algo próximo dessa condição. Todavia, conforme relatado pelos autores as distinções morfológicas anteriormente atribuídas aos biótipos, não puderam ser confirmadas em virtude de não terem incluído *B. tabaci* de outras partes do mundo, não permitindo cobrir toda a variabilidade existente (DE BARRO et al, 2011).

Os adultos de *B. tabaci* são insetos pequenos, que apresentam cerca de 1 mm de comprimento, coloração esbranquiçada ou amarelo-palha. Possuem dois pares de asas membranosas recobertas por uma pulverulência branca. Seus ovos apresentam coloração amarelada, são colocados na superfície inferior das folhas e encontram-se presos a estas por meio de um pedicelo curto. Ao eclodirem, as ninfas de primeiro ínstar são móveis e translúcidas e apresentam coloração variando do amarelo ao amarelo-pálido. As ninfas em seguida se fixam nos hospedeiros tornando-se sésseis e passando a sugar a seiva das plantas. Passam por quatro instares e no último instar apresentam olhos vermelhos. O ciclo biológico completo é de cerca de 15 dias e as fêmeas depositam cerca de 300 ovos durante toda sua vida. Ovos, ninfas e adultos se localizam na face inferior das folhas sendo que os ovos e adultos são encontrados principalmente nas folhas e brotações mais novas, enquanto ninfas ocorrem nas folhas mais desenvolvidas (MOURA et al., 2014; MICHEREFF-FILHO; INOUE-NAGATA, 2015).

As características relacionadas à biologia de *B. tabaci* podem variar consideravelmente dependendo do genótipo sobre o qual o inseto se desenvolve. Nesse aspecto, Oriani et al. (2008) estudando os aspectos biológicos de *B. tabaci* biótipo B em seis genótipos de feijoeiro, verificaram que o período de incubação de ovos variou de 7,7 a 8,0 dias e que o número de ovos depositados nos diferentes genótipos oscilou entre 505 a 1.206 ovos e estes apresentaram entre 77,5 a 85,4% de viabilidade. O período ninfal apresentou duração variável entre 13,3 a 18,8 dias e a mortalidade variou entre 48,8 a 94,7%. O período total de desenvolvimento foi de 21 a 26,5 dias, sob temperatura de  $23 \pm 2$  °C e a longevidade de machos e fêmeas variou de 9,1 a 13 dias. Os autores constataram que, dentre os genótipos testados, ninfas alimentadas no genótipo Arc 3S apresentaram um alongamento de 5,5 dias no período de desenvolvimento dos insetos, além de altas taxas de mortalidade nesse genótipo e no genótipo G11056 (94,7 e 83,1%, respectivamente) indicando que tais materiais podem apresentar resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose.

A mosca-branca é considerada polífaga, atacando diversas espécies vegetais, entre hortaliças, frutíferas, ornamentais e grandes culturas, além de plantas daninhas. Ocasionalmente causa danos diretos, devido à sucção contínua de seiva e da ação toxicogênica associada à sua alimentação, sendo responsável por alterações no desenvolvimento vegetativo (menor vigor) e reprodutivo (redução da floração) das plantas de tomateiro. Além disso, esses insetos excretam o excesso da seiva na forma de substâncias adocicadas (“honeydew”) na superfície das folhas e dos frutos, favorecendo o desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium*, causadores da fumagina. Esse fungo cria uma capa enegrecida que dificulta a realização da fotossíntese e prejudica a aparência dos frutos. Em altas densidades populacionais a praga pode ocasionar a morte de mudas e plantas jovens, enquanto que em plantas adultas causa amadurecimento desuniforme e isoporização dos frutos. Além dessas injúrias são transmissoras de fitovirose para o tomateiro incluindo os begomovírus e o crinivírus. *Tomato chlorosis virus* (ToCV (MOURA et al., 2014; MICHEREFF-FILHO; INOUE-NAGATA, 2015).

A crinivirose que afeta o tomateiro no Brasil, conhecida como “amarelão” é causada pelo (ToCV), foi detectada pela primeira vez no país em 2006 (BARBOSA; TEIXEIRA; REZENDE, 2010). O ToCV pertence à família *Closteroviridae* e ao gênero *Crinivirus* e sua relação com a mosca branca é do tipo semi-persistente. Como os estudos acerca desse vírus ainda são escassos no Brasil, não havendo informações disponíveis sobre seu impacto econômico, além de que as espécies de begomovírus serem predominantes em infecções causadas ao tomateiro (FERNANDES et al., 2008; ROCHA et al., 2013), esse vírus não será abordado em detalhes nesse trabalho

No Brasil, 11 espécies de begomovírus, todas sendo encontradas exclusivamente no país, são capazes de infectar o tomateiro naturalmente a campo (ROCHA et al., 2013). Os begomovírus são pertencentes à família *Geminiviridae*, possuem partículas geminadas, contendo DNA circular de fita simples dividido em dois componentes: o DNA A, que contém os genes relacionados com a replicação viral e a síntese da capa protéica, e o DNA B, que possui os genes associados ao movimento e expressão de sintomas (BROWN et al., 2012). Apesar das begomovirose poderem ser causadas por diversas espécies, a espécie viral que tem sido relatada com maior frequência no Brasil central é *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (FERNANDES et al., 2008). Esses autores analisaram 2.295 amostras de plantas coletadas apresentando a sintomatologia visual de infecção pelo vírus e verificaram que 717 amostras (31%) continham alguma espécie de begomovírus e dentre as amostras infectadas com begomovírus, 61% estavam infectadas com o ToSRV, que estava presente em 94% das amostras de tomateiro industrial e em apenas 23% das amostras de tomateiro para mesa.

Todavia, em trabalho realizado por Rocha et al. (2013) verificou-se que dentre todas as amostras de tomate coletadas em localidades da região Sudeste do Brasil, 137 de 153 (90%) estavam infectadas com quatro espécies de begomovírus, isto é, *Tomato common mosaic virus* (ToCmMV), *Tomato chlorotic mottle virus* (ToCMoV), ToSRV e *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSVA).

A associação do incremento na transmissão dessas viroses ao tomateiro a partir da entrada de *B. tabaci* biótipo B foi devida ao hábito mais polífago desse inseto do que do biótipo A (BEDFORD et al., 1994), facilitando a transmissão de viroses a partir da aquisição da capacidade de colonizar uma amplitude maior de hospedeiros. A transmissão de begomovírus pela mosca-branca é do tipo persistente ou circulativa, o que significa que uma vez adquirido o vírus, o inseto passa a transmiti-lo por toda sua vida, embora não haja replicação (RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997; JONES, 2003). Para que ocorra a transmissão do ToSRV ao tomateiro por adultos de *B. tabaci* biótipo B é preciso que o inseto adquira o begomovírus em pelo menos cinco minutos de período de acesso de aquisição (PAA) e, após 16 horas de período de latência (PL), o inseto estará apto para transmiti-lo. É necessário que o inseto fique em contato com a planta sadia por pelo menos cinco minutos (período de acesso de inoculação - PAI) para transmissão (SANTOS; ÁVILA; RESENDE, 2003; FREITAS, 2012).

Vários são os sintomas causados pelos begomovírus, sendo que a infecção, em geral, inicia-se com um pronunciado clareamento de nervuras. Este sintoma nem sempre pode ser observado, porém é característico. Níveis variados de manchas cloróticas nas folhas são vistas na forma de mosqueado e mosaico, e muito frequentemente se observa intenso mosaico amarelo. Pode haver rugosidade, deformação, enrolamento foliar e diminuição da área foliar. Em infecções precoces, a planta paralisa o crescimento ou tem o seu desenvolvimento severamente afetado. Em infecções tardias, a planta pode crescer e produzir quase como uma planta sadia. A detecção viral normalmente é feita por técnicas de biologia molecular sendo a reação de polimerase em cadeia (“polymerase chain reaction” – PCR) uma das mais utilizadas por ser mais sensível (INOUE-NAGATA; ÁVILA; BÔAS, 2009).

### **3.2.2 Tripes (*Frankliniella schultzei* Trybom e *Thrips palmi* Karny Thysanoptera: Thripidae)**

Os tripses são insetos de tamanho diminuto, de corpo estreito, cujo comprimento varia geralmente entre 0,5 mm e 15 mm (LEWIS, 1973). Os tripses adultos podem sobreviver mais ou menos um mês e produzir de 100 a 200 ovos durante este período (FUNDERBURK; STAVISKY, 2004). Ninfas e adultos apresentam o mesmo hábito de perfurar e sugar o

conteúdo individual das células vegetais para a sua alimentação (MONTEIRO, 2001). Os tripses, podem se alimentar de folhas, flores, néctar e de seiva das plantas (MOUND, 2005; MORSE; HODDLE, 2006).

O inseto *T. palmi* é nativo da Ásia, possui de 1 a 1,2 mm de comprimento e coloração amarelo-ouro, sem manchas escuras no corpo (MOURA et al., 2014). O tempo médio de geração a 25°C é de 24,8 dias, a taxa intrínseca de aumento natural é de 0,134 e a taxa reprodutiva mensal é de 55,7 (MURAI, 2001). Quando se desenvolvendo sobre feijão, os ovos eclodem em quatro dias e dois instares ninfais são completados em 3,3 dias; as fases de pré-pupa e pupa duram 2,6 e 2,7 dias, respectivamente. Os adultos apresentam longevidade de 6-35 dias. A reprodução por partenogênese é bastante comum (BUENO; CARDONA, 2001). Tanto as ninfas quanto os adultos sugam a seiva das plantas causando prateamento, bronzeamento e deformação do limbo foliar e morte do ápice das plantas. O ataque pode ser seguido de desfolha severa, comprometendo a produção das plantas (CARDONA et al., 2002).

O tripses *F. schultzei* foi registrado no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro em 1933 e em plantas de fumo e em tomateiro no estado de São Paulo em 1938 (MONTEIRO; MOUND; ZUCCHI, 2001). O inseto apresenta comprimento entre 1 a 3 mm, seu aparelho bucal é do tipo picador-sugador, os adultos são de coloração escura nas formas alada e áptera, as ninfas são de cores branco-amarelada e tantos os adultos quanto as ninfas sugam a seiva das folhas. Seu ciclo de vida se completa entre 14 a 28 dias (SANTOS, 1999). Estudos da biologia do inseto desenvolvendo-se em tomateiro constataram que o inseto passa por dois instares, seguidos da fase de pré-pupa e pupa, com duração de 8,9 dias e que a longevidade de machos e fêmeas foi de 13,1 e 13,6 dias, respectivamente. A reprodução dos insetos ocorreu exclusivamente por partenogênese (PINENT; CARVALHO, 1998).

O tripses *F. schultzei* é o principal vetor de espécies de *Tospovirus* em tomateiros e em outras hortaliças (NAGATA; INOUE-NAGATA, 2003), apesar de *T. palmi* também poder atuar como vetor dessa virose (RILEY et al., 2011; MOURA et al., 2014). Apenas as ninfas *F. schultzei* e *T. palmi* tem a capacidade de adquirir o vírus *Tospovirus* (vírus do vira-cabeça do tomateiro) através da alimentação em plantas previamente infectadas/contaminadas (MOUND, 2005; RILEY et al., 2011), apesar de uma vez que adquirem serem capazes de transmití-los por toda a sua vida adulta (MOURA et al., 2014). Dentre os tospovírus registrados em plantas infectadas, as espécies predominantes são: TCSV (*tomato chlorotic spot virus*), GRSV (*groundnut ring spot virus*), TSWV (*tomato spotted wilt virus*), CSNV (*chrysanthemum stem necrosis virus*), IYSV (*iris yellow spot virus*), e ZLCV (*zucchini lethal chlorosis virus*) (NAGATA et al., 1995; REZENDE et al., 1997). A transmissão dos

tospovírus por *F. schultzei* é do tipo circulativa propagativa (os vírus adquiridos circulam no corpo do vetor e se multiplicam antes de serem transmitidos para outras plantas), sendo necessário pelo menos uma hora de alimentação na planta infectada para sua aquisição (MOURA et al., 2014). Os tospovírus não são transmitidos transovarianamente e, desta forma, cada nova geração de vetores deve adquirir os vírus na fase de ninfa (RILEY et al., 2011).

Em tomateiro, os sintomas de tospovírus podem variar e incluem arroxamento nas folhas, formação de anéis cloróticos e/ou necróticos nos folíolos, necrose, nanismo e encurvamento apical (FRANCKI et al., 1991). As plantas apresentam inicialmente as folhas bronzeadas e posteriormente o caule fica com estrias enegrecidas e os frutos com manchas amarelas. Segundo POZZER et al. (1996), As plantas infectadas apresentam os sintomas como mosaico, bronzeamento nas folhas, surgimento de anéis cloróticos e necróticos nas folhas e nos frutos, nanismo e necrose das hastes e das folhas.

### **3.2.3 Pulgão (*Myzus persicae* (Sulzer))**

O pulgão-verde *M. persicae* está entre as espécies de pulgão capazes de transmitir fitovirose ao tomateiro. Constitui-se em uma espécie polífaga que possui uma ampla distribuição geográfica e encontra-se associado a culturas de grande importância econômica (MICHELOTTO et al., 2005). Individualmente *M. persicae* é capaz de transmitir mais de 80 vírus fitopatogênicos (KENNEDY et al., 1962). Apresentam de 1 a 3 mm de comprimento, e as ninfas e adultos ápteros apresentam coloração verde-clara, rosada ou avermelhada. Os adultos alados possuem abdome de coloração verde-amarelado, cabeça e tórax pretos e sínculos escurecidos no ápice (MOURA et al., 2014). O inseto passa por 4 instares ninfais com duração total média de 6,0 dias. O adulto possui longevidade de cerca de 16 dias a 25°C, desenvolvendo-se sobre pimentão. A fecundidade diária foi de 5,1 ninfas e a total de 65,9 ninfas (BARBOSA et al., 2006).

Adultos e ninfas de *M. persicae* sugam a seiva das plantas e injetam toxinas provocando definhamento de mudas e plantas jovens e encarquilhamento das folhas, brotos e ramos, podendo afetar drasticamente a produção e causar a morte das plantas. Além disso, os excrementos que se depositam sobre as plantas favorecem o desenvolvimento da fumagina. A maior importância do seu ataque, entretanto, é decorrente da transmissão de fitovirose (MOURA et al., 2014). O pulgão-verde *M. persicae* é vetor de quatro tipos de virose para o tomateiro, sendo a mais conhecida denominada de tomo amarelo do tomateiro, além do vírus-do-mosaico-do-tomateiro, do vírus “Y” e do amarelo baixeiro (SOUZA; REIS, 2003). As fitovirose podem ser transmitidas tanto pelos adultos quanto pelas ninfas, principalmente

durante a picada de prova nas plantas hospedeiras. No entanto, os pulgões alados são mais eficientes nesse processo de transmissão, pois possuem a maior capacidade de dispersão em campo (GRAVENA; BENVENGA, 2003).

### **3.2.4 Principais medidas para o controle de insetos sugadores vetores de viroses**

As principais técnicas para controle de insetos sugadores vetores de viroses incluem métodos culturais, químicos, biológicos e resistência de plantas (MOURA et al., 2014).

Não há controle curativo para doenças causadas por vírus. Portanto, para o manejo das viroses do tomateiro se faz necessário empregar medidas preventivas, incluindo o controle do vetor, via aplicação de inseticidas. Vale destacar que devido à magnitude das perdas causadas à produção em decorrência da transmissão de vírus, a detecção de apenas um adulto de insetos sugadores vetores de fitovirose desencadeia a adoção de controle químico de *B. tabaci* (BYRNE; BELLOWS JR., 1991; MOURA et al., 2014). Outras medidas de controle das viroses do tomateiro incluem o uso de cultivares resistentes, eliminação de hospedeiros alternativos, vazios sanitários, plantio em épocas menos propícias aos vetores e controle populacional do vetor (GIORDANO et al., 2005; MOURA et al., 2014). Mesmo empregando essas medidas Giordano et al. (2005) mencionam que infecções precoces de tomateiro industrial (fase de muda – 18 dias após a semeadura) por begomovirose (ToCMoV) leva à perdas de produtividade da ordem de 61%.

Apesar de existirem 38 produtos registrados para o controle de *B. tabaci* biótipo B em tomateiro (12 i.a.s isolados e um uma mistura de 2 i.a.s e sete classes distintas – modos de ação) Esashika (2014) testou inseticidas de diferentes modos de ação e verificou que muitos inseticidas sintéticos utilizados isoladamente proporcionam controle satisfatório da população da mosca-branca, entretanto não reduzem significativamente a transmissão de begomovírus ao tomateiro. Todavia, quando existe associação entre o cultivo de plantas resistentes e a aplicação de produtos que apresentam controle satisfatório do inseto a associação das duas táticas de controle se mostrou eficaz no manejo deste complexo de pragas reduzindo a população do vetor e o potencial de inóculo para transmissão de fitovirose.

No caso de *T. palmi* testes realizados com mais de 30 i.a.s pertencentes a diferentes classes de inseticidas não obtiveram eficiência muito superior a 50%, com exceção do methidation, cuja eficiência de controle ficou em torno de 75% (MURAI, 2001).

O pulgão-verde, por sua vez, já apresenta resistência comprovada e relatada a vários grupos de inseticidas (BASS et al., 2014).

Diante dessa conjuntura, existe a necessidade de serem adotadas medidas de controle com diferentes abordagens simultâneas, para que o controle dessas fitoviroses seja satisfatório e eficiente (TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002).

### **3.3 Os insetos broqueadores de frutos**

Dentre os lepidópteros broqueadores de frutos, citam-se a traça do tomateiro, *T. absoluta*, a broca pequena do tomateiro, *N. elegantalis* e as brocas gigantes que incluem as diferentes espécies de *Helicoverpa* e *Spodoptera*. Essas espécies, quando atacam os frutos, causam broqueamento de diferente magnitude em virtude do tamanho diferenciado das lagartas que os infestam (PAULA et al., 2004; MOURA et al., 2014).

As espécies *T. absoluta* e *Spodoptera* spp. também podem atacar outras partes da planta, incluindo folhas e caule, causando desfolha e secção, além de broquear os frutos. O ataque das brocas gigantes (*Helicoverpa* e *Spodoptera*) pode levar ao comprometimento do fruto como um todo, causando grandes perdas de produção. O ataque das brocas pequenas (traça do tomateiro e broca pequena), mesmo que de menor magnitude, pode tornar os frutos impróprios para a industrialização, causando perdas de produtividade da ordem de 45 a 90% (PICANÇO et al., 1998; MOURA et al., 2014). Essas espécies levam à perda de produção tanto por causarem perda de peso dos frutos atacados quanto em virtude de favorecerem a infecção com microorganismos oportunistas que causam apodrecimento do fruto (MOURA et al., 2014).

#### **3.3.1 A traça-do-tomateiro**

A traça-do-tomateiro é um microlepidóptero de aproximadamente 6 mm de comprimento e 10 mm de envergadura. Os ovos são depositados isoladamente em diversas partes da planta como no caule, nas folhas no cálice das flores. A oviposição ocorre predominantemente na parte superior da planta e a longevidade dos adultos é em média, de 22 dias. Após a eclosão dos ovos depositados pelas fêmeas na planta, as lagartas recém-eclodidas penetram nas folhas abrindo as galerias transparentes na folha minada entre a epiderme superior e inferior (MIHSFELDT; PARRA, 1999). As lagartas podem ainda formar galerias de pequeno diâmetro nos frutos de tomateiro e são capazes de se manter durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta (COELHO; FRANÇA, 1987).

#### **3.3.2 A broca pequena do fruto**

A broca pequena do fruto é uma mariposa de cor branca com cerca de 25 mm de envergadura, suas asas são transparentes com pequenas manchas marrons na parte posterior e

uma mancha ocre na parte anterior. As fêmeas podem ovipositar até 3 ovos por fruto que são depositados nas flores sobre as sépalas ou junto ao cálice. Após a eclosão, as lagartas recém-eclodidas procuram o caminho do fruto através de sua película e, posteriormente, penetram na polpa (MUÑOZ et al., 1991). O local de perfuração das lagartas é de preferência na parte inferior do fruto, onde ocorre cerca de 40% dos orifícios de entrada das lagartas recém-eclodidas (MARCANO, 1991; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001).

### **3.3.3 Espécies de *Helicoverpa***

A espécie de *Helicoverpa* mais citada como praga do tomateiro é *H. zea*. Trata-se de uma praga altamente polífaga, de hábitos alimentares diversificados, se alimentando em mais de 30 plantas cultivadas e em, pelo menos, 76 hospedeiros alternativos silvestres (BLANCO et al., 2007). A mariposa de *H. zea* possui 30 a 40 mm de envergadura e suas asas anteriores são amareladas ou cinza esverdeadas. As fêmeas colocam os ovos de preferência individualmente nas folhas e têm capacidade de ovipositar de 400 a 3.000 ovos. As lagartas emergidas apresentam cinco instares diferentes e completam o desenvolvimento no período de 13 a 25 dias. As lagartas recém-eclodidas se alimentam inicialmente de folhas e em seguida se encaminham para os frutos que perfuram e destroem em grande parte ao se alimentar do interior do fruto consumindo a polpa, deixando uma cavidade cheia de fluidos e excrementos, proporcionando uma rápida deterioração e apodrecimento (CAPINERA, 2001; GRAVENA; BENVENGA, 2003; CRUZ, 2008).

### **3.3.4 Espécies de *Spodoptera***

Existem várias espécies de *Spodoptera* que são capazes de atacar o tomateiro incluindo *S. eridania*, *S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. littoralis* (MOURA et al., 2014). As espécies de *Spodoptera* são consideradas pragas polífagas. Em tomateiro destinado à produção industrial, as lagartas de *S. eridania* causam injúrias nas folhas e nos frutos, sendo observadas desde o transplântio de mudas e podendo se estender durante todo o desenvolvimento da cultura. Após a eclosão, as lagartas raspam as folhas, que, com o passar do tempo, começam a perfurar e destruir totalmente os folíolos, podendo, inclusive, provocar perfurações nos frutos (KING; SAUNDERS, 1984).

Os adultos de *S. eridania* apresentam entre as nervuras radial e mediana um ponto preto ou uma tarja preta longitudinal ao corpo do inseto em cada asa anterior (SANTOS et al., 2003). As lagartas de último instar medem em torno de 48 mm e apresentam grande variação na cor e padrão das manchas. A coloração do fundo do corpo das lagartas vai do cinza-claro ao castanho-preto, com manchas segmentais triangulares dorsais pretas e listra lateral amarela

ou ocre (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007). As fêmeas realizam a média de posturas de 200 a 270 ovos, sendo que cada fêmea tem a capacidade individual de colocar entre 935 e 1.050 ovos em um período de cinco dias (VALVERDE, 2007).

Após a oviposição, os ovos apresentam coloração verde, tornando-se escuros com o decorrer do desenvolvimento embrionário (VALVERDE, 2007; SOUZA et al., 2014). As lagartas passam por 4-8 ínstar, sendo o padrão mais comum apresentarem seis instares (ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007). Após um período determinado, eclodem-se as lagartas de *S. eridania* que apresentam uma listra de coloração amarela ou branca em cada lado do corpo, uma listra de coloração branca e que é interrompida por um ponto escuro no primeiro urômero do corpo. Nos dois primeiros instares, as lagartas de *S. eridania* são gregárias e permanecem juntas na face abaxial das folhas da planta onde se alimentam deixando-as com aspecto rendilhado por não se alimentarem das nervuras. As lagartas tornam-se solitárias a partir do terceiro instar e perfuram os frutos (MICHEREFF FILHO et al., 2008).

### **3.3.5 Medidas para controlar insetos broqueadores de frutos**

O controle desse grupo de pragas tem sido efetivado através do manejo do ambiente de cultivo, controle biológico, principalmente através do uso de parasitoides de ovos (PRATISSOLI et al., 2005), controle comportamental e controle químico (MOURA et al., 2014). Uma medida que é corriqueiramente empregada é o ensacamento de frutos (JORDÃO; NAKANO, 2002) que, todavia, é bastante dispendiosa no emprego de mão de obra. O uso de faixas de cultivos em torno do cultivo de tomate circundado, principalmente por gramíneas também minimiza o ataque desse grupo de insetos (PAULA et al., 2004).

### **3.4 Resistência do tomateiro a artrópodes**

Uma planta resistente a insetos possui atributos, geneticamente herdáveis, que fazem com que uma cultivar ou espécie seja menos danificada, que outra planta suscetível, não possuidora de tais atributos (SMITH, 2005).

Para que a planta manifeste essa resistência, ela emprega defesas que podem ser “estáticas ou constitutivas” e “ativas ou induzidas”, apesar de muitas formas de defesa envolvidas, em ambos os casos, poderem ser as mesmas. Enquanto a defesa induzida possui aspectos comuns a todas as plantas, o acúmulo de defesas constitutivas é espécie-específica (GATEHOUSE, 2002).

Três principais categorias de resistência de plantas a insetos mencionadas na literatura são: antibiose, não preferência ou antixenose e tolerância (SMITH, 2005).

A **antixenose ou não-preferência** ocorre quando um dado genótipo é menos utilizado ou preferido que outro em igualdade de condições, exercendo um efeito adverso no comportamento do inseto (SMITH, 2005). Essa categoria atua de forma parcial ou inviabilizando comportamentos como a alimentação, oviposição e/ou abrigo (BASTOS et al., 2015).

A **resistência por antibiose** ocorre quando o genótipo da planta hospedeira apresenta em sua constituição alguma característica química, física ou morfológica que permite a alimentação, contudo, exercendo efeitos adversos sobre a biologia do artrópode-praga (aumento da mortalidade, redução do tamanho e peso, redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e tempo de vida) (SMITH, 2005). Os efeitos letais em decorrência da antibiose podem ser agudos, condição na qual afetam larvas jovens e ovos, e crônicos, quando levam à mortalidade de larvas mais velhas e pré-pupas que falham em se tornar pupas e pupas que não se transformam em adultos (BASTOS et al., 2015).

A **tolerância** compreende a habilidade do hospedeiro em lidar e/ou se recuperar do ataque causado por populações de artrópodes-praga de mesma magnitude do ataque causado às plantas suscetíveis (SMITH, 2005).

Os mecanismos de resistência presentes no gênero *Solanum* (sect. *Lycopersicon*) podem ser atribuídos a própria morfologia da planta incluindo variação na espessura da cutícula (LEITE et al., 1998), presença de diferentes tipos de tricomas glandulares (TOSCANO et al., 2001; KENNEDY, 2003) e outros meios de defesa influenciados pelos genótipos, bem como pela idade das plantas, a idade foliar e posição das folhas sobre a planta (KENNEDY, 2003), dentre outras.

Neiva et al. (2013), testaram linhagens de tomateiro ricas nos aleloquímicos acilácidos, zingibereno e 2-tridecanona (ambos sesquiterpenos) quanto à resistência à *B. tabaci* biótipo B e verificaram que as linhagens enriquecidas com esses compostos apresentaram resistência à praga, constituindo-se em alternativas eficazes de seleção indireta para a incorporação de resistência ao inseto. Linhagens selecionadas para maior densidade de tricomas apresentaram números médios de ninfas inferiores ao das testemunhas suscetíveis, indicando que a seleção para maior número de tricomas glandulares foi efetiva no sentido de promover aumento dos níveis de resistência à mosca-branca (NEIVA et al., 2013). Essas mesmas linhagens também se mostraram resistentes à *T. absoluta* reduzindo a taxa de oviposição, o dano às plantas, a injúria aos folíolos e a porcentagem de folíolos atacados. Analogamente ao que aconteceu em relação à mosca-branca, os genótipos com maiores

densidades de tricomas glandulares se comportaram como mais resistente à traça-do-tomateiro (OLIVEIRA et al., 2012).

Alguns autores destacam que algumas espécies selvagens de tomate exibem níveis satisfatórios de resistência a insetos-praga devido à presença de zingibereno (ZGB), acil-açúcares (AS) e 2-tridecanona (2-TD) nos genótipos *S. habrochaites* ‘PI-127826’, de *S. penellii* (Corr.) D'Arcy ‘LA-716’ e *S. habrochaites* ‘PI134417’ (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988; FREITAS et al., 2002; TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002). Adicionalmente, genótipos com maiores teores de 2-TD, que normalmente os contém no interior de tricomas glandulares, a exemplo de *S. habrochaites* ‘PI-134417’, demonstraram apresentar efeito de repelência sobre o ácaro rajado (*T. urticae*), reduzindo as distâncias percorridas pelo artrópode em testes com chance de escolha (ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2002). Essa ação de repelência é associada por Maluf et al. (2007) à maior densidade de tricomas glandulares do tipo VI nos folíolos dos genótipos que mais repelem essa espécie de ácaro. Silva et al. (2014) por sua vez, verificaram maiores níveis de resistência de progênes resultantes de cruzamentos interespecíficos entre cultivares de tomate de mesa do grupo “Santa Cruz” e *S. pimpinellifolium* ‘TO-937-15’ ao ataque de *B. tabaci* MEAM 1 devido a uma combinação entre maior densidade de tricomas glandulares tipo IV e os níveis de acil-açúcar.

O acesso *S. habrochaites* f. *glabratum* ‘PI-134417’ possui tricomas glandulares do tipo IV, VIc, VII e I e não glandulares do tipo Va (TOSCANO et al. 2001). Por sua vez, Aragão et al. (2000) verificaram que PI-134417 possui tricomas não glandulares do tipo II + III + V (140 cm<sup>-2</sup> de área foliolar) e glandulares do tipo I + IV (843 cm<sup>-2</sup>), tipo VI (83 cm<sup>-2</sup>), tipo VII (11 cm<sup>-2</sup>) e que as maiores concentrações do aleloquímico 2-TD nos folíolos, estão associadas às maiores densidades de tricomas glandulares, daí o envolvimento dessas estruturas na manifestação de resistência às várias espécies de artrópodes-praga do tomateiro (SIMMONS; GURR, 2005), conforme destacado adiante. Além disso, outros estudos atestaram que esse acesso é enriquecido com altos teores de fenóis e metil-cetonas, ambos compostos envolvidos na manifestação de resistência ao ataque de artrópodes e de fitopatógenos (ANTONIUS; HAWKINS; KOCHHAR, 2003).

Devido às características previamente mencionadas, o acesso *S. habrochaites* f. *glabratum* ‘PI-134417’ apresentou grande antibiose sobre *T. absoluta* causando 90% de mortalidade de lagartas na segunda geração e mortalidade pupal de 50,68 e 100% na primeira e segunda gerações, respectivamente (MOREIRA et al., 2009). Resultados semelhantes foram detectados por Bottega et al. (2015) que verificaram que o acesso ‘PI-134417’ prejudicou o desenvolvimento de *T. absoluta*, alongando a fase larval e reduzindo a sobrevivência larval e

por Moreira et al. (2005) que verificaram que esse acesso foi o mais resistente à população de Viçosa – MG de *T. absoluta*, além de causar resistência por não-preferência para alimentação em lagartas do inseto (BOIÇA JR. et al., 2012). Além disso, em relação a *B. tabaci* biótipo B, *S. penneli* ‘LA 716’ e *S. habrochaites* f. *glabratum* ‘PI-134417’ foram menos preferidos para oviposição, sendo que os folíolos de *L. penelli* apresentaram tricomas glandulares do Tipo IV em ambas as faces. Por sua vez, o genótipo de Santa Clara testado apresentou maior densidade de tricomas e, ainda assim, *B. tabaci* biótipo B apresentou maior preferência por ovipositar neste genótipo (TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002). Outros autores encontraram resultados semelhantes, sendo os genótipos *S. habrochaites* var. *glabratum* ‘PI-134417’, ‘PI-134418’ e ‘PI-126449’ os menos preferidos para oviposição e com menor número de ninfas de *B. tabaci* (VALENCIA et al., 2013). O acesso PI-134417 também se comportou como menos atrativos em testes de casa-de-vegetação, além de aumentar o ciclo de vida de *B. tabaci* biótipo B, indicando um efeito atribuído à não-preferência para alimentação e/ou antibiose (BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2004).

Em relação a outros insetos-fitófagos, a exemplo do psílideo *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Psyllidae) o acesso ‘PI-134417’ foi o menos preferido para oviposição tanto em testes com e sem chance de escolha que incluíram cultivares comerciais de tomateiro (LIU; TRUMBLE, 2006). Esse acesso demonstra ainda alta resistência ao ataque de broqueadores tais como *N. elegantalis* em testes realizados a campo, com chance de escolha, onde não foi detectado ataque aos frutos, sendo portanto classificado como muito resistente (CABRERA; SALAZAR; ARIAS, 2008), além de apresentar-se também como resistente ao ataque de *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) (ANTONIUS; HAWKINS; KOCHHAR, 2003).

Outros estudos que testaram três acessos de *S. pennellii* (‘LA 1340’, ‘LA 1674’ e ‘LA 2560’), cinco acessos de *S. habrochaites* f. *typicum* Humb. & Bonpl. (‘LA 386’, ‘LA 1353’, ‘LA 1777’, ‘PI-127826’ e ‘PI-127827’) e um acesso de *S. habrochaites* f. *glabratum* C.H. Mull. (‘PI-126449’) quanto à resistência a *B. argentifolii* verificaram, em testes sem chance de escolha, que menos adultos se estabeleceram nos folíolos das espécies selvagens e depositaram 75-100% menos ovos quando comparado ao tomate cultivado *S. lycopersicum*. A mortalidade de adultos variou de 77-100% nos acessos selvagens e foi de apenas 1% em *S. lycopersicum*. A maioria dos adultos mortos foi aprisionada nos exsudatos dos tricomas glandulares (MUIGAI et al., 2002).

‘PI-134417’ além de demonstrar resistência a vários artrópodes-praga que atacam o tomateiro, em estudos realizados com um isolado de Tomato yellow vein streak virus (TYVSV) do cinturão verde de Campinas, foi constatado que esse acesso se comporta como

resistente ao fitopatógeno, apresentando apenas ligeira descoloração dos folíolos quando submetido à infestação com adultos de *B. tabaci* virulíferos (MATOS et al., 2003). Outros acessos de *S. habrochaites*, a exemplo de ‘PI-127827’ também demonstram ser fontes de resistência a geminivírus (TYLCV), não apresentando sintomas da virose e sendo o DNA viral praticamente indetectável quatro semanas após a inoculação (SANTANA et al., 2001). Além disso, a resistência contra vários isolados do *Alfalfa mosaic virus* (AMV) foi também detectada em *S. habrochaites* ‘PI-134417’ (PARRELLA et al., 2000).

### 3.5 Estratégia *Push and Pull*

Os insetos para localizar e se direcionar para uma determinada hospedeira empregam, em uma etapa preliminar de busca, estímulos de natureza ótica e/ou olfativa (estímulos visuais e químicos) derivados dessa planta. Em um segundo momento, os insetos passam a reconhecer e aceitar o seu hospedeiro empregando pistas táteis (mecano-sensoriais) e gustativas. Os estímulos químicos empregados para localização e reconhecimento do hospedeiro são denominados semioquímicos, ou seja, químicos com capacidade de alterar o comportamento do organismo que responde a eles, podendo agir intra-especificamente (feromônios) ou inter-especificamente (alomônios, cairomônios e sinomônios) (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005).

Desta forma, o conhecimento dos compostos químicos que afetam/alteram a resposta de espécies-praga no sentido de desfavorecê-la é crucial para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). É igualmente importante a identificação de outras estruturas ou compostos que afetem ou alterem o reconhecimento e a aceitação do hospedeiro.

Nesse aspecto, muitos semioquímicos são voláteis e agem à distância como atraentes ou repelentes (PICKET et al., 2014). Essa informação pode ser usada no contexto de repelência ou deterrência da praga do recurso alimentar (*Push*) através do uso de estímulos que possuam essa ação ou “mascaram” o hospedeiro (*Pull*) de tal forma a incentivar a espécie a não infestar/atacar aquela área. Além dos compostos químicos outros componentes do hospedeiro podem funcionar no sentido de desestimular o ataque da praga e esses incluem pistas visuais, repelentes sintéticos, feromônios anti-agregação, feromônios de alarme e compostos deterrentes de alimentação e oviposição (YAN et al., 2015). Desta forma, sempre que o hospedeiro cultivado não possua tais atributos isso pode ser conseguido através da associação de diferentes espécies ou entre espécies em que uma delas seja reconhecidamente causadora do efeito *Push* (PICKET et al., 2014; YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015; ZHANG; CHEN, 2015).

Esse conceito vem sendo trabalhado, de diferentes formas, no manejo de muitas pragas a exemplo de *Empoasca vitis* Göthe (Hemiptera: Cicadellidae) que apresentou redução do ataque em 13% a plantas de *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze (Theaceae) quando tratadas com um óleo essencial que funcionou como repelente da praga (YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015). Outras propostas incluem alterações através de modificações no agroecossistema, de tal forma a incluir espécies ou cultivares que apresentem o mesmo efeito ou que produzam semioquímicos e/ou metabólitos do metabolismo secundário que tenham ação de repelência ou deterrence, conforme realizado por pequenos produtores de cereais na África (PICKET et al., 2014) e por produtores interessados em reduzir o ataque de psilídeos a plantas de citros através da sua associação com árvores de goiaba (YAN; ZENGA; ZHONGA, 2015).

Neste contexto, essa estratégia pode ser empregada para plantas que ainda não se tenha incorporado fatores de resistência a artrópodes-pragas em cultivares comerciais. Em tomateiro, a estratégia de associar plantas comerciais de alto valor agrônômico (mas suscetíveis a artrópodes-praga) com acessos de reconhecida resistência pode minimizar danos devido ao ataque de fitófagos sugadores vetores de viroses e lepidópteros broqueadores de frutos (SANTANA et al., 2001; TOSCANO; BOIÇA JR.; MARUYAMA, 2002; MATOS et al., 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2004; VALENCIA et al., 2013).

## 7 CONCLUSÕES

- ✓ A associação entre genótipos comerciais de tomateiro industrial e o acesso selvagem de *S. habrochaites* 'PI-134417' reduziu, na maioria dos casos, a densidade de insetos sugadores vetores de fitovirose nas cultivares comerciais bem como a coleta de fitófagos em armadilhas do tipo painel adesivo amarelo;
- ✓ De um modo geral, a associação entre as cultivares comerciais e o acesso selvagem de *S. habrochaites* 'PI-134417' reduziu o número de frutos broqueados por brocas pequenas e gigantes em ambos ou em pelo menos um dos genótipos de tomate industrial avaliado.
- ✓ Não foram observadas diferenças significativas no ataque de insetos sugadores vetores de fitovirose e broqueadores de frutos entre as duas cultivares comerciais avaliadas;
- ✓ A sintomatologia visual de begomovirose detectada a campo não foi confirmada em laboratório para nenhum dos tratamentos avaliados;
- ✓ Não houve diferença em relação à oviposição de *H. zea* em plantas de tomateiro selvagem e industrial em ensaios de laboratório;
- ✓ A associação entre cultivares comerciais e o acesso selvagem mostra-se promissora, entretanto, são necessários ajustes e refinamentos no arranjo espacial das plantas a fim de que essa associação não interfira negativamente na produção das cultivares comerciais.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. 393p.
- ANTONIUS, G.F.; HAWKINS, L.M.; KOCHHAR, T.S. Foliar Phenolic variation in wild tomato accessions. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 70: 9-16, 2003.
- ARAGÃO, C.A. et al. Método colorimétrico para determinação de 2-tridecanona (2-TD) em folíolos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, 24: 105-109, 2000.
- ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; BENITES, F.R.G. Efeito de aleloquímicos em tricomas foliares de tomateiro na repelência a ácaro (*Tetranychus urticae* Koch.) em genótipos com teores contrastantes de 2-tridecanona. **Acta Botanica Brasilica**, 16: 83-88, 2002.
- ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. **The tomato crop: a scientific base for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986. 661p.
- 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**, 34: 435-441, 2005.
- BARBOSA, L.R. et al. Efeito da temperatura na biologia de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) criado em pimentão. **Acta Scientiarum Agronomy**, 28: 221-225, 2006.
- BARBOSA, J.C.; TEIXEIRA, L.D.D.; REZENDE, J.A.M. First report on the susceptibility of sweet pepper crops to tomato chlorosis virus in Brazil. **Plant Disease**, 94: 374, 2010.
- BASS, C. et al. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, 51: 41-51, 2014.
- BASTOS, C. S. et al. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: Visôto, L. E. (Ed.). **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015, p. 31-72.
- BEDFORD, I.D. et al. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographical regions. **Annals of Applied Biology**, 125: 311-325, 1994.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L. M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, 30: 89-95, 2001.

- BLANCO, C.A. et al. Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. **Florida Entomologist**, 90: 742-750, 2007.
- BOIÇA JR., A.L. et al. Não preferência para oviposição e alimentação por *Tuta absoluta* (Meyrick) em genótipos de tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, 79: 541-548, 2012.
- BOITEUX, L.S.; MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. **Tomate para consumo *in natura***. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Eds.). Desenvolvimento da agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Vol. 1. Brasília: Embrapa, 2008. p.557-567.
- BOTTEGA, D.B. et al. Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) criada em folhas de diferentes genótipos de tomate. **Revista de Ciências Agrárias**, 38: 139-148, 2015.
- BRITO, L.; CASTRO, S.D. de. **Expansão da produção de tomate industrial no Brasil e Goiás**. Conjuntura Econômica Goiana, Boletim Trimestral. Goiânia: Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás, 2010. p. 43-52.
- BROWN, J.K. et al. Genetic analysis of *Bemisia* (Hemiptera: Aleyrodidae) populations by isoelectric focusing electrophoresis. **Biochemical Genetics**, 38: 13-25, 2000.
- BROWN, J.K. et al. Family Geminiviridae. In: KING, A.M. Q.; ADAMS, M.J.; CARSTENS, E.B.; LEFKOWITZ, E.J. (Eds.). **Virus Taxonomy: classification and nomenclature of viruses - ninth report of the international committee on taxonomy of viruses**. London: Elsevier Academic Press, 2012. p.351-373.
- BUENO, J.M.; CARDONA, C. Biología y hábitos de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) como plaga de frijol y habichuela. **Revista Colombiana de Entomología**, 27: 49-54, 2001.
- BYRNE, D. N.; BELLOWS Jr., T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 431-457, 1991.
- CABRERA, F.A.V.; SALAZAR, E.F.R.; ARIAS, M.L. Resistencia al perforador del fruto del tomate derivada de especies silvestres de *Solanum* spp. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, 61: 4316-4324, 2008.
- CALVERT, L.A. et al. Morphological and mitochondrial DNA marker analyses of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) colonizing cassava and beans in Colombia. **Annals of Entomological Society of America**, 94: 512-19, 2001.
- CAPINERA, J.L. **Handbook of vegetable pests**. Academic Press, San Diego, 2001. 729p.
- CARDONA, C. et al. Resistance to *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) in beans. **Journal of Economic Entomology**, 95: 1067-1073, 2002.

- CARTER, C.D.; SACALIS, J.N.; GIANFAGNA, T.J. Resistance to colorado potato beetle in relation to the zingiberene content of *Lycopersicon* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, 38: 11-12, 1988.
- CARVALHO, G.A. et al. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, 26: 1160-1166, 2002.
- CARVALHO, J.F.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, 58: 6-14, 2007.
- CASAS-LEAL, N.E.; VALLEJO-CABRERA, F.A.; ESTRADA-SALAZAR, E.I. Mechanisms of resistance to *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) in wild germplasm of the genus *Solanum*. **Agronomía Colombiana**, 31: 153-160, 2013.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 22: 129-135, 1987.
- CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHAES, P. C. (Eds.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.303-362, 2008.
- DE BARRO, P.J. et al. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review Entomology**, 56:1–19, 2011.
- DU, W. et al. A primary screening and applying of plant volatiles as repellents to control whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) on tomato. **Scientific Reports**, 6: 22140, 2016.
- ESASHIKA, D.A. de S. **Pesticidas para manejo da mosca-branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B) visando a redução da transmissão de begomovírus ao tomateiro**. 2014. 146p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- FERNANDES, F.R. et al. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. **Virus Genes**, 36: 251-258, 2008.
- FERRARI, A.A. **Caracterização química de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) empregando análise por ativação neutrônica instrumental**. 2008. 151p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Faostat**. 2014. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2017.
- FRANCKI, R.I. et al. Classification and nomenclature of viruses: fifth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. **Archives of Virology, Supplementum 2**, 450p. 1991.

- FREITAS, J.A. et al. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, 127: 275-287, 2002.
- FREITAS, D.M.S. **Tomato severe rugose virus (ToSRV) e Tomato chlorosis virus (ToCV): relações com a Bemisia tabaci biótipo B e eficiência de um inseticida no controle da transmissão do ToSRV**. 2012. 74p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- FUNDERBURK, J.; STAVISKY, J. **Biology and economic importance of flower thrips**. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Gainesville: University of Florida, 2004. 6p. (University of Florida. Document, EBY682.)
- GATEHOUSE, J.A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, 156: 145-169, 2002.
- GIORDANO, L. de B. et al. Efeito da infecção precoce por *Begomovirus* com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, 23: 815-818, 2005.
- GIORDANO, L.B. et al. 'BRS Tospodoro': a high lycopene processing tomato cultivar adapted to organic cropping systems and with multiple resistance to pathogens. **Horticultura Brasileira**, 28: 241-245, 2010.
- GLAS, J.J. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, 13: 17077-17103, 2012.
- GOBIYE, S.; PAHLA, I.; NGADZE, E. Evaluating the impact of border crops on aphid (Hemiptera: Aphididae) infestation and damage in butternut squash (*Cucurbita moschata*). **Journal of Plant Sciences**, 4: 139-145, 2016.
- GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena, 2003. 143p.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial médium. **Journal Economic Entomology**, 69: 487-488, 1976.
- HOLLOWAY, J. D.; BRADLEY, J.D.; CARTER, D.J. **Guides to insects of importance to man. I. Lepidoptera**. London: International Institute of Entomology, 1987. 262 p.
- INOUE-NAGATA, A.K; ÁVILA, A.C; BÔAS, G.L.V. **Os geminivírus em sistema de produção integrada de tomate indústria**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2009. 12p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 71.).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção agrícola municipal**. Culturas temporárias e permanentes. v.41. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 100p.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes**. v.42. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 59p.
- JONES, D.R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, 109: 195-219, 2003.
- JORDÃO, A.L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agricola**, 59: 281-289, 2002.
- KENNEDY, J.S. et al. **A conspectus aphids as vectors of plant viruses**. London: Commonwealth Institute of Entomology, 1962. 114p.
- KENNEDY, G.G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. **Annual Review of Entomology**, 48: 51-72, 2003.
- KHEDERI, S.J. et al. Role of different trichome style in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* genotypes to *Tuta absoluta* (Meirick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ecologica Montenegrina**, 1: 55-63, 2014.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America: a guide to their recognition and control**. London: Overseas Development Administration, 1984. 166p.
- KNAPP, S. Tobacco to tomatoes: a phylogenetic perspective on fruit diversity in the Solanaceae. **Journal of Experimental Botany**, 53: 2001-2022, 2002.
- LEITE, G.L.D. et al. Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersicon* spp. on attack rate of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Agronomia Lusitana**, 46: 53-60. 1998.
- LEVY, D.; LAPIDOT, M. Effect of plant age at inoculation on expression of genetic resistance to tomato yellow leaf curl virus. **Archives of virology**, 153: 171-179, 2008.
- LEWIS, T. **Thrips: their biology, ecology and economic importance**. London: Academic, 1973. 349 p.
- LIU, D.; TRUMBLE, J.T. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato–potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. **Bulletin of Entomological Research**, 96: 197–204, 2006.
- LOOS, R.A. et al. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 22: 238-242. 2004.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. **Horticultura Brasileira**, 22:193-196. 2004.
- LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia**, 53: 53-59, 1994.

- LUONG, T.T.A. et al. Oviposition site selection and survival of susceptible and resistant larvae of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt and non-Bt cotton. **Bulletin of Entomological Research**, 106: 710-717, 2016.
- MALUF, W.R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42: 1227-1235, 2007.
- MARCANO, R. Estudio de la biología y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate. **Agronomia Tropical**, 41: 257-263, 1991.
- MATOS, E.S. et al. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, 28: 159-165, 2003.
- MELO, P.C.T.; RIBEIRO, A. Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos. In: CASTELANNE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M. (EdS.). **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.193-223.
- MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; BOITEUX, L.S. Overview and perspectives of tomato breeding for fresh market adapted to mild tropical climates of Brazil. **Acta Horticulturae**, 821: 55-62, 2009.
- MICHELOTTO, M. D. et al. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, 35: 788-793, 2005.
- MICHEREFF-FILHO, M. et al. Effect of some biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. **Pest Management Science**, 64: 761-767, 2008.
- MICHEREFF-FILHO, M.; INOUE-NAGATA, A.K. **Guia para o reconhecimento e manejo da mosca-branca, da geminivirose e da crinivirose na cultura do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 142.).
- MIHSFELDT, L.H.; PARRA, J.R.P. Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. **Scientia Agricola**, 56: 769-776, 1999.
- MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera:Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, 30: 1-13, 2001.
- MOREIRA, G.R. et al. Divergência genética e subcoleção representativa de populações da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 437-443, 2004.
- MOREIRA, G.R. et al. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 23: 893-898, 2005.

- MOREIRA, L.A. et al. Antibiosis of eight *Lycopersicon* genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Ceres**, 56: 283-287, 2009.
- MORSE, J. G.; HODDLE, M. S. Invasion biology of thrips. **Annual Review of Entomology**, 51: 67-89, 2006.
- MOUND, L. A. Thysanoptera: diversity and interactions. **Annual Review of Entomology**, 50: 247-269, 2005.
- MOURA, A.P. de et al. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 24p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 129).
- MUIGAI, S.G. et al. Mechanisms of resistance in *Lycopersicon* germplasm to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, 30: 347-360, 2002.
- MUÑOZ, E. et al. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée 1854), (Lepidoptera: Pyralidae), passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el valle del cauca. **Acta Agronomica**, 41: 99-104, 1991.
- MURAI, T. The pest and vector from the East: *Thrips palmi*. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 7., 2001. Reggio Calabria, Italy. **Proceedings...** Reggio Calabria, Italy: CSIRO, 2001. p.19-31.
- NAGATA, T. et al. Occurrence of diferente tospoviruses in six States of Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, 20:90-95. 1995.
- NAGATA, T.; INOUE-NAGATA, A. K. Trips: vetores de vírus, **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, 17: 34-36, 2003.
- NEIVA, I.P. et al. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. **Ciência e Agrotecnologia**, 37: 61-67, 2013.
- OLIVEIRA, C.M. de et al. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, 36: 45-52, 2012.
- ORIANI, M.A. de G.; VENDRAMIM, J.D.; BRUNHEROTTO, R. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em seis genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, 37: 191-195, 2008.
- OTONI, B da S. Produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento. **Revista Ceres**, 59: 816-825, 2012.
- PARRELLA, G. et al. Molecular tagging of the Am gene from *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* 'PI-134417' using AFLP markers. **Biotechnology and Physiology**, 22: 291-293, 2000.

- PAULA, S.V. de et al. Incidência de insetos vetores de fitovírus em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Solanaceae) circundado por faixas de culturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 41: 555-558, 1998.
- PAULA, S.V. de et al. Controle de broqueadores de frutos de tomateiro com uso de faixas de culturas circundantes. **Bioscience Journal**, 20: 33-39, 2004.
- PICANÇO, M. C. et al. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, 17: 447- 452, 1998.
- PICKETT, J.A. et al. Push–pull farming systems. **Current Opinion in Biotechnology**, 26: 125–132, 2014.
- PINENT, S. M. J.; CARVALHO, G. S. Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 519-524, 1998.
- POZZER , L. et al. Tospovírus: uma visão atualizada. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, 4: 95-148, 1996.
- PRATISSOLI D. et al. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 715-718, 2005.
- REZENDE, J.A.M. et al. Incidence, biological and serological characteristics of a tospovirus in experimental fields of zucchini in São Paulo State, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, 22: 92-95, 1997.
- RILEY, D.G. et al. Thrips vectors of tospoviruses. **Journal of Integrated Pest Management**, 1: 2-10, 2011.
- ROCHA, C.S. et al. Brazilian begomovirus populations are highly recombinant, rapidly evolving, and segregated based on geographical location. **Journal of Virology**, 87: 5784–5799, 2013.
- ROSELL, R.C. et al. Analysis of morphological variation in distinct populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of Entomological Society of America**, 90: 575-89, 1997.
- RUBINSTEIN, G.; CZOSNEK, H. Long-term association of Tomato yellow leaf curl virus with its whitefly vector *Bemisia tabaci*: effect on the insect transmission capacity, longevity and fecundity. **Journal of General Virology**, 78: 2683-2689, 1997.
- SALAZAR, E.F.R.; CABRERA, F.A.V.; ARIAS, M.L. Fenología de la floración en tomate cultivado y especies silvestres relacionadas. **Acta Agronomica (Palmira)**, 57: 89-93, 2008.
- SANTANA, F.M. et al. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, 122: 45–51, 2001.

- SANTOS, J.S. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. (Eds.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. p.133-179.
- SANTOS, C.D.G.; ÁVILA, A.C. de; RESENDE, R. de O. Estudo da interação de um begomovírus isolado de tomateiro com a mosca branca. **Fitopatologia Brasileira**, 28: 664-673, 2003.
- SANTOS, W.J. dos. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003. Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 5p.
- SAS Institute. **SAS system**. Version 9.0. Cary: SAS Institute. 2002.
- SCHOONHOVEN, L.M.; VAN LOON, J.J.A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2.Ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. 440p.
- SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando produção de frutos para mesa**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.
- SILVA, J.B.C. et al. **Cultivo de tomate para industrialização: importância econômica**. 2 Ed. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2e d/importancia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2e d/importancia.htm). Acesso em: 13 Fevereiro 2016.
- SILVA, K.F.A.S. et al. Resistance to *Bemisia tabaci* biotype B of *Solanum pimpinellifolium* is associated with higher densities of type IV glandular trichomes and acylsugar accumulation. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 151: 218-230, 2014.
- SILVA, A.A. et al. Resistência à *Helicoverpa armigera* em genótipos de tomateiro obtidos do cruzamento de *Solanum lycopersicum* com *Solanum galapagense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51: 801-808, 2016.
- SIMMONS, A.T.; GUR, G.M. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, 7: 265-276, 2005.
- SIMMONS, A.T. et al. Entrapment of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on glandular trichomes of *Lycopersicon* species. **Austral Entomology**, 43: 196-200, 2004.
- SMITH, M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer, 2005. 423p.
- SOUZA, B.H.S. de et al. Aspectos bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): uma praga em expansão na cultura da soja na região do Cerrado brasileiro. **EntomoBrasilis**, 7: 75-80, 2014.

- SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, 24: 79-92, 2003.
- STEVENS, J.R. et al. Inheritance of a gene for resistance to *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. **Euphytica**, 59: 9-17, 1992.
- TOSCANO, L.C. et al. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. **Horticultura Brasileira**, 19: 204-206, 2001.
- TOSCANO, L.C.; BOIÇA JR., A.L.; MARUYAMA, W.I. Non preference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, 59: 677-681, 2002.
- VALENCIA, Y.G. et al. Estudio de la resistencia a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en germoplasma cultivado y silvestre de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Acta Agronómica**, 62: 361-369, 2013.
- VALVERDE, L. Microestructura del huevo de *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Zoologica Lilloana**, 51: 53-56, 2007.
- VILELA, N. J. et al. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, p. 17-27, 2012.
- YAN, H.; ZENGA, J.; ZHONGA, G. The push–pull strategy for citrus psyllid control. **Pest Management Science**, 71: 893–896, 2015.
- ZENKER, M.M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 24: 99-107, 2007.
- ZHANG, Z.; CHEN, Z. Non-host plant essential oil volatiles with potential for a ‘push-pull’ strategy to control the tea green leafhopper, *Empoasca vitis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 156: 77–87, 2015.