**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Aspectos biológicos e comportamentais de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.)
(Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro e sua relação com o
*Tomato severe rugose virus***

João Paulo Ziotti Narita

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2016**

João Paulo Ziotti Narita
Engenheiro Agrônomo

Aspectos biológicos e comportamentais de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro e sua relação com o *Tomato severe rugose virus*

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ DJAIR VENDRAMIM**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Narita, João Paulo Ziotti

Aspectos biológicos e comportamentais de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.)
(Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro e sua relação com o *Tomato severe
rugose virus* / João Paulo Ziotti Narita. - - Piracicaba, 2016.
112 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Mosca-branca 2. Resistência de plantas 3. Transmissão 4. Atratividade 5. Electrical
penetration graph I. Título

CDD 635.642
N231a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus, fonte de inspiração, por sempre estar comigo

Agradeço

Aos meus pais Oscar e Carminha,
Por todo o apoio e incentivo prestado,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Djair Vendramim, pela valorosa orientação, apoio e todos os ensinamentos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), que me proporcionou uma sólida formação desde o curso de graduação, e também no Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo oferecimento de apoio financeiro para meus estudos durante o curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. João Roberto S. Lopes (Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP), por todos os auxílios e sugestões dadas para a realização dos trabalhos desta dissertação, e aos demais professores e colaboradores do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, pela amizade e ensinamentos.

Ao Dr. Sebastião Azevedo e Gustavo Veiga (Sakata Seed Sudamerica Ltda.), ao Dr. André Luiz Lourenção (Instituto Agrônomo – IAC) e à Profa. Dra. Simone C. Mello (Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP), pelo auxílio na obtenção dos materiais vegetais utilizados nos trabalhos desta dissertação.

À Dra. Rosana Serikawa (DuPont do Brasil S/A), por todo o apoio e oferecimento de material para a condução dos trabalhos desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Jorge Alberto M. Rezende, Msc. Rodrigo Toloy e à Dra. Tatiana Mituti (Departamento de Fitopatologia e Nematologia da ESALQ/USP), pela ajuda com as análises moleculares de detecção de vírus.

À Msc. Maira Fatochetto e Gislaine Pereira (Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP), e Dra. Marineia Haddad (Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP), pela ajuda com algumas análises estatísticas.

Ao Dr. Alberto Fereres (CSIC/ICA, Espanha), pelas dicas e ensinamentos que contribuíram no andamento da dissertação.

À Mariana Leite e Msc. Natalia Naranjo Guevara (Laboratório de Ecologia Química e Comportamento de Insetos), pelo apoio e atenção prestada.

Aos colegas do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas: Andreísa Lima, Angelina Marcomini, Gabriel Gonçalves, Leandro Ribeiro, Márcio Silva, Mônica Santos, Simone Vieira e Thiago Ansante; e do Laboratório de Insetos Vetores da ESALQ/USP: Anderson Ramos, Arthur Tomazeto, Gabriel Frassetto, Joyce Froza, Juliana

Veríssimo, Karen Komada, Letícia Rossi, Luiza Graner, Maria Cristina Canale, Mariana Bossi, Taciana Kuhn, Thiago e Willis Oliveira, os quais estiveram comigo durante todo ou em parte do meu período de Mestrado, e que sempre me prestaram total apoio. Um agradecimento especial à Nathalie Maluta por todo o apoio e os ensinamentos que foram fundamentais em algumas atividades desta dissertação.

Aos demais colegas do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, pela amizade e convívio.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Tomaticultura	19
2.2 Mosca-branca: <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.)	20
2.3 <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV)	25
2.4 Comportamento de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em tomateiros, e controle do vetor e de ToSRV	26
2.5 Uso do <i>Electrical penetration graph</i> (EPG) para estudos de comportamento de prova de <i>Bemisia tabaci</i>	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Criação e obtenção de <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.) biótipo B e dos isolados de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV)	33
3.2 Resistência de genótipos de tomateiro a <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B e ao <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV)	33
3.3 Atratividade de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B aos três genótipos de tomateiro selecionados .	38
3.4 Transmissão de <i>Tomato severe rugose virus</i> por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em genótipos de tomateiro com aplicação do inseticida ciantraniliprole	40
3.5 Comportamento de prova de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, monitorado por <i>Electrical penetration graph</i> (EPG), em genótipos de tomateiro	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Resistência de genótipos de tomateiro a <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B e ao <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV)	49
4.2 Atratividade de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B aos três genótipos de tomateiro selecionados .	62
4.3 Transmissão de <i>Tomato severe rugose virus</i> por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em genótipos de tomateiro com aplicação do inseticida ciantraniliprole	71
4.4 Comportamento de prova de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, monitorado por <i>Electrical penetration graph</i> (EPG), em genótipos de tomateiro	78

4.5 Considerações Finais	94
5 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	99

RESUMO

Aspectos biológicos e comportamentais de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro e sua relação com o *Tomato severe rugose virus*

Insetos vetores de fitopatógenos são responsáveis por causarem perdas significativas na agricultura, principalmente por disseminarem microrganismos que provocam doenças nas plantas hospedeiras. A mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B é um inseto praga de relevante importância na cultura do tomate, capaz de transmitir diversos vírus nessa cultura. Assim, os objetivos deste trabalho foram: verificar a resistência à transmissão do begomovírus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) por *B. tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro com e sem aplicação do inseticida sintético ciantraniliprole; conhecer melhor acerca das interações inseto-planta através de experimentos de atratividade quanto à alimentação e oviposição do inseto e de comportamento de prova de adultos virulíferos de *B. tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro monitorados por *Electrical penetration graph* (EPG). Foram selecionados cinco genótipos de tomateiro: ‘Santa Clara’ (suscetível à mosca-branca), ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ (resistentes a ToSRV), LA1335 e LA716 (resistentes à mosca-branca), para um experimento inicial para selecionar o genótipo mais suscetível ao inseto e ao vírus, o mais resistente ao vírus, e o mais resistente ao inseto para condução dos demais experimentos. Selecionou-se ‘Santa Clara’ (suscetível a ambos os organismos), ‘Ivety’ (resistente a ToSRV) e LA716 (resistente ao inseto). No experimento de atratividade, ficou demonstrado que LA716 repeliu as moscas-brancas, sendo o menos atrativo, seguido de ‘Ivety’ e depois ‘Santa Clara’ que foi o genótipo que apresentou maior número de moscas-brancas. Os três genótipos tratados com o inseticida ciantraniliprole, e o genótipo LA716 não tratado (resistência genética isoladamente) conseguiram reduzir a inoculação de ToSRV pelas moscas-brancas e provocar alta mortalidade dos insetos. Ademais, os genótipos tratados com ciantraniliprole, e ‘Ivety’ não tratado apresentaram menor severidade de ToSRV do que ‘Santa Clara’, o mais suscetível. Através da técnica de EPG, ficou evidenciado que LA716 e o tratamento dos três genótipos com ciantraniliprole promoveram efeitos semelhantes em *B. tabaci* biótipo B, em que houve redução do número de eventos da onda np, de prova, da onda C e da onda G por inseto, além de reduzir significativamente a proporção de indivíduos que realizaram as ondas pd, E1, E2, F, G, ingestão no floema por tempo prolongado, provas curtas, e aumentar a duração da onda np e reduzir a duração do tempo de prova, onda C, número de provas curtas e número de E2 prolongado por inseto. Ainda, a integração da resistência de LA716 com ciantraniliprole promoveu efeitos adicionais, como a redução da proporção de moscas-brancas que realizaram prova, onda C e G, em relação aos genótipos não tratados com o inseticida, e aumento da duração da onda np, prova e C por evento. Pela análise dos resultados, pode-se concluir que LA716 é altamente resistente a *B. tabaci* biótipo B. Além de ser menos atrativo, o genótipo proporciona efeitos semelhantes ao inseticida ciantraniliprole quanto à alta mortalidade de moscas-brancas, à redução da incidência de ToSRV, e à ação negativa sobre o comportamento de prova do inseto. A associação da resistência genética de LA716 com ciantraniliprole é interessante para o manejo da transmissão de ToSRV, por promover efeitos adicionais.

Palavras-chave: Mosca-branca; Resistência de plantas; Transmissão; Atratividade; Electrical penetration graph

ABSTRACT

Biological and behavioural aspects of *Bemisia tabaci* B biotype (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes and its relation to *Tomato severe rugose virus*

Insect vectors of phytopathogens are responsible by significant losses in agriculture, especially by disseminating microorganisms that cause diseases in host plants. The whitefly *Bemisia tabaci* B biotype is an important pest in the tomato crop, capable to transmit several virus in this crop. Thus, this study aimed to: verify the resistance to the transmission of the begomovirus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) by *B. tabaci* B biotype in tomato genotypes treated and non treated with the insecticide cyantraniliprole; know about insect-plant interactions through experiments of feeding and oviposition attractiveness by the insect and probe behaviour of viruliferous adults of *B. tabaci* biotype B in tomato genotypes monitored by Electrical penetration graph (EPG). It was selected five tomato genotypes: ‘Santa Clara’ (susceptible to the whitefly), ‘Ivety’ and ‘Carina TY’ (resistant to ToSRV), LA1335 and LA716 (resistant to the whitefly), to an initial experiment to select the most susceptible genotype to the insect and to the virus, the most resistant to the virus, and the most resistant to the insect for carry out the others experiments. Thus, it was selected ‘Santa Clara’ (susceptible to both organisms), ‘Ivety’ (resistant to ToSRV) and LA716 (resistant to the insect). The attractiveness experiment showed that LA716 repelled the whiteflies, which was considered the least attractive, followed by ‘Ivety’, and after ‘Santa Clara’ which had the largest total number of whiteflies. The three cyantraniliprole treated genotypes, and the non-treated genotype LA716 (genetic resistance isolated) were able to reduce ToSRV inoculation by the whiteflies and to cause high mortality of insects, moreover, the cyantraniliprole treated genotypes, and non-treated ‘Ivety’ had less ToSRV severity than ‘Santa Clara’, the most susceptible. Through the EPG technique, it was clear that LA716 and the treatment of the three genotypes with cyantraniliprole promoted similar effects in *B. tabaci* B biotype, in which there was reduction of the number of events of waveform np, probe, waveform C and waveform G per insect, besides of reducing significantly the proportion of individuals that performed the waveforms pd, E1, E2, F, G, ingestion into phloem for long time, short probes, and increase the duration of the waveform np and reduce the duration of probe, waveform C, number of short probes and number of sustained E2 per insect. Moreover, the integration of the LA716 resistance with cyantraniliprole promoted additional effects, such as the reduction of the proportion of whiteflies that performed probe, waveform C and G, in relation to the non-treated genotypes, and an increasing in the duration of waveform np, probe and waveform C per event. Analyzing the results, it can be concluded that LA716 is highly resistant to *B. tabaci* biotype B. Besides of being less attractive, the genotype promotes similar effects to the insecticide cyantraniliprole considering the high mortality of whiteflies, the reduction of ToSRV incidence, and the negative effects in probing behaviour of the insect. The association of LA716 genetic resistance with cyantraniliprole is interesting to the ToSRV transmission management by promoting additional effects.

Keywords: Whitefly; Plant resistance; Transmission; Attractiveness; Electrical penetration graph

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - 1) Gaiola de garrafa transparente; 2) Câmara de tubo tipo ‘Falcon’ utilizada nos processos de aclimação e aquisição de vírus pelas moscas-brancas	35
Figura 2 - Gaiola utilizada no ensaio de atratividade de moscas-brancas aos genótipos de tomateiro	38
Figura 3 - Imobilização das moscas-brancas: 1) Tubete dentro do isopor com gelo moído; 2) Placa de Petri com gelo moído; 3) Superfície preta da placa de Petri	43
Figura 4 - Mosca-branca colada com cola de prata à base de água no fio de ouro	44
Figura 5 - Gaiola de Faraday com o sistema de EPG e os tomateiros em vasos	45
Figura 6 - Indivíduos de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B presos a tricomas glandulares tipo IV no genótipo LA716	50
Figura 7 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; CA) Carina TY; IV) Ivety; LA1) LA1335; LA7) LA716	51
Figura 8 - Diferentes tipos de tricomas observados nos genótipos de tomateiro utilizados neste estudo. 1) Tipo I; 2) Tipo II; 3) Tipo III; 4 e 5) Tipo IV; 6) Tipo V	55
Figura 9 - Diferentes tipos de tricomas observados nos genótipos de tomateiro utilizados neste estudo. 1 e 2) Tipo VI; 3) Tipo VII; 4) Tipo VIII	56
Figura 10 - Análise multivariada de parâmetros de atratividade de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B e de parâmetros de resistência dos genótipos de tomateiro	68
Figura 11 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; IV) Ivety; LA) LA716; SCI) Santa Clara com inseticida; IVI) Ivety com inseticida; LAI) LA716 com inseticida	72
Figura 12 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; IV) Ivety; LA) LA716; SCI) Santa Clara com inseticida; IVI) Ivety com inseticida; LAI) LA716 com inseticida	73
Figura 13 - Tipos de ondas produzidas por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B no genótipo ‘Santa Clara’. 1) Visão geral de 1 h de registro; 2) Detalhe da onda np; 3) Detalhe da onda C; 4) Detalhe da onda pd; 5) Detalhe da onda E1; 6) Transição das ondas E1 e E2; 7) Detalhe da onda E2	79
Figura 14 - Tipos de ondas produzidas por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B no genótipo ‘Santa Clara’. 1) Visão geral de 1 h de registro; 2) Detalhe da onda F; 3) Visão geral de 1 h de registro; 4) Detalhe da onda G	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias ($\pm$ erro padrão) da mortalidade e de adultos presos de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos de tomateiro testados	49
Tabela 2 - Incidência de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV) nos genótipos de tomateiro ¹	50
Tabela 3 - Frequência de notas de severidade ¹ de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV) nos genótipos de tomateiro na quinta avaliação	52
Tabela 4 - Probabilidades estimadas de cada genótipo receber as notas de severidade de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV) (agrupadas em três categorias) ¹ na quinta avaliação	53
Tabela 5 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm ²) na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	57
Tabela 6 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (tricomas/mm ²) na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	58
Tabela 7 – Valores médios ($\pm$ erro padrão) do número total e da densidade (número de adultos/cm ²) de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B atraídos e presos aos genótipos de tomateiro testados	62
Tabela 8 - Resumo da análise de variância da quantidade de ovos postos por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos testados em diferentes faces dos folíolos	63
Tabela 9 - Resumo da análise de variância da densidade de ovos postos por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos testados em diferentes faces dos folíolos	63
Tabela 10 - Número médio ($\pm$ erro padrão) de ovos postos por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos folíolos dos tomateiros testados	64
Tabela 11 - Média ($\pm$ erro padrão) da densidade de ovos (número/cm ²) postos por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos folíolos dos tomateiros testados	64
Tabela 12 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm ²) na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	65
Tabela 13 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm ²) na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	66
Tabela 14 - Parâmetros (média $\pm$ erro padrão) da análise colorimétrica da face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados, em que L* = luminosidade, a* = (-) verde, b* = (+) amarelo	67

Tabela 15 - Parâmetros (média $\pm$ erro padrão) da análise colorimétrica da face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados, em que L^* = luminosidade, a^* = (-) verde, b^* = (+) amarelo	67
Tabela 16 - Médias ($\pm$ erro padrão) de mortalidade e indivíduos presos ($\pm$ erro padrão) de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos de tomateiro testados tratados com ciantraniliprole e não tratados	71
Tabela 17 - Incidência de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV) nos genótipos de tomateiro ¹	72
Tabela 18 - Frequência de notas de severidade de <i>Tomato severe rugose virus</i> (ToSRV) nos genótipos de tomateiro tratados com ciantraniliprole e não tratados na quinta avaliação	74
Tabela 19 - Probabilidades estimadas de receber cada uma das notas (agrupadas em três categorias) ¹ na quinta avaliação para cada genótipo	74
Tabela 20 - Densidade média (tricomas/mm ² $\pm$ erro padrão) de tricomas na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	75
Tabela 21 - Densidade média (tricomas/mm ² $\pm$ erro padrão) de tricomas na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados	76
Tabela 22 - Proporção de indivíduos que realizaram a onda (PPW) e média ($\pm$ erro padrão) do número de eventos de onda por inseto (NWEI) feito por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro	81
Tabela 23 - Média ($\pm$ erro padrão) da duração de cada onda por inseto (WDI) feita por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro	82
Tabela 24 - Média ($\pm$ erro padrão) da duração de cada onda por evento (WDE) feito por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro	83
Tabela 25 - Proporção de indivíduos (PPW) que realizaram a atividade e média ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros sequenciais, em minutos, de EPG de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em genótipos de tomateiro durante 24 h de registro	86

1 INTRODUÇÃO

As doenças causadas por vírus em vegetais são responsáveis por altos prejuízos à agricultura brasileira. Muitos desses patógenos são introduzidos nos vegetais apenas por meio de vetores, que podem ser insetos, ácaros ou nematoides que de alguma forma são capazes de transmitir os vírus ao penetrar seu aparelho bucal nos tecidos vegetais, podendo ser por uma simples picada de prova, ou necessariamente atingindo vasos condutores de seiva e assim levando um tempo de inoculação maior. Entre as culturas agrícolas de relevante importância socioeconômica que, de forma geral, é frequentemente reportada como hospedeira de inúmeros vírus, está a cultura do tomate.

O tomateiro é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil e no mundo, tendo no país, importantes polos produtores nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2015). As viroses que incidem no tomateiro são responsáveis por prejudicar diretamente o desenvolvimento da planta e os seus frutos. Entre os principais grupos de insetos vetores de fitovírus da cultura do tomate estão as moscas-brancas, com destaque para a espécie *Bemisia tabaci* (Genn.) (Aleyrodidae), a qual é responsável pela transmissão de uma ampla gama de vírus das famílias *Gemviridae* e *Closteroviridae* em tomateiros no Brasil, e que nos últimos anos foram os vírus que causaram maiores danos econômicos à cultura (SILVA et al., 2006).

O controle de *B. tabaci* e dos fitovírus transmitidos por esse inseto tem sido difícil. É preciso conhecer as formas de controle dessa praga e patógenos, e estabelecer um manejo integrado destes, para que grandes perdas na produção sejam evitadas. Os métodos de controle que vêm sendo utilizados são o combate ao vetor pela aplicação de produtos químicos sintéticos e naturais, a eliminação de plantas daninhas e restos de cultura que servem de hospedeiros ao inseto e aos vírus, e o uso de híbridos resistentes às viroses.

Para isso, torna-se importante o conhecimento do comportamento dos insetos e do mecanismo de transmissão desses patógenos. Alguns estudos relacionando diferentes genótipos de tomateiros com aspectos biológicos e comportamentais de *B. tabaci* biótipo B, mais especificamente a respeito de atratividade, oviposição (FANCELLI et al., 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; VENDRAMIM; SOUZA; ONGARELLI, 2009; ORIANI; VENDRAMIM, 2010; ORIANI, VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011b), desenvolvimento e ciclo de vida (BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; FANCELLI et al., 2005; FANCELLI; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2008; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011a), têm sido conduzidos no Brasil nas últimas

décadas, a fim de encontrar genótipos que apresentem algum tipo de resistência à praga. Em tomateiro, os tricomas são estruturas que mediam interações com insetos como *B. tabaci*. Tricomas glandulares são relacionados à resistência dos tomateiros a *B. tabaci*, por exsudarem metabólitos prejudiciais ao inseto. Genótipos de tomateiro selvagem com alta densidade de tricomas glandulares com secreção de metabólitos de efeito inseticida, além de tomateiros gerados a partir de cruzamentos e retrocruzamentos interespecíficos das espécies selvagens com a espécie comercial, têm sido pesquisados, pois representam importante fonte de resistência às pragas, especialmente *B. tabaci* (MUTCHSLER et al., 1996; FREITAS et al., 2002b; GONÇALVES et al., 2007; RESENDE et al., 2009; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011). A utilização do controle genético para *B. tabaci* é uma forma de manejo interessante que precisa ser mais estudada, pois esse método juntamente com demais formas de controle pode constituir uma estratégia eficiente de manejo da praga e da transmissão de fitovírus. Por isso, é necessária a condução de estudos que abordem aspectos comportamentais de insetos vetores, como *B. tabaci*, em diferentes genótipos de tomateiro.

Efeitos de inseticidas sintéticos no comportamento de prova de *B. tabaci* também têm sido estudados, e da mesma forma constituem informações importantes para o manejo da praga e da transmissão dos vírus (HE et al., 2013; CIVOLANI et al., 2014). Quanto a estudos acerca da resistência de genótipos de tomateiros a vírus, alguns foram publicados tratando de resistência a begomovirus presentes no Brasil transmitidos por *B. tabaci* (MATOS et al., 2003; LOURENÇÃO et al., 2004). A resistência de tomateiros às begomoviroses é controlada por genes *Ty* que têm promovido uma resistência parcial àqueles vírus.

Assim, os objetivos deste trabalho são verificar a resistência à transmissão do fitovírus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) por *B. tabaci* biótipo B em diferentes genótipos de tomateiros com e sem aplicação de inseticida sintético; conhecer melhor acerca das interações inseto-planta através de experimentos de atratividade quanto à alimentação e oviposição do inseto em genótipos de tomateiro, e de comportamento de prova de adultos virulíferos de *B. tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro, envolvendo também a aplicação de inseticida sintético.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tomaticultura

O tomateiro é classificado botanicamente como pertencente à família Solanaceae. A nomenclatura da espécie comercial sofreu algumas alterações ao longo do tempo. Inicialmente, Tournefort em 1694 classificou espécies de tomateiro multiloculares no gênero *Lycopersicon*, e as biloculares em *Solanum*, porém é conhecido que dentro de uma espécie pode haver dois ou mais lóculos. Então Linnaeus, em 1753, descreveu o tomateiro no gênero *Solanum*, juntamente com a batata. Após, Miller, em 1754, classificou o tomateiro novamente no gênero *Lycopersicon*. Estudos mais recentes de filogenia por métodos moleculares indicam uma grande proximidade do tomateiro com a batata, apoiando a ideia de manter a planta no gênero descrito por Linnaeus, *Solanum* (PERALTA; SPOONER, 2000; PERALTA; SPOONER, 2001), classificação que vem sendo mais utilizada atualmente.

Acredita-se que os tomateiros tenham como centro de origem na América Andina, abrangendo os territórios atuais do norte do Chile, Bolívia, Peru, Equador e Ilhas Galápagos, onde é possível encontrar diversas espécies selvagens, havendo espécies que podem crescer tanto em nível do mar quanto a 3.300 m de altitude, e incluindo algumas que podem crescer espontaneamente (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2005). A espécie *Solanum lycopersicum* L. (= *Lycopersicon esculentum* Mill.) é cultivada comercialmente, mas existem também híbridos resultantes de cruzamentos entre a referida espécie e espécies selvagens. Atualmente, a cultura do tomate é amplamente distribuída pelo mundo, sendo cultivada em todos os continentes exceto a Antártica (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

Quanto ao hábito de crescimento, o tomateiro pode ser classificado em indeterminado ou determinado. Tomateiros com hábito de crescimento indeterminado apresentam o caule principal crescendo mais que os ramos laterais, evidenciando uma dominância apical. A cada três folhas abertas há a emissão de um ramo floral. Os fotoassimilados providos pelas folhas abaixo do primeiro ramo floral são dirigidos às raízes, enquanto as três folhas acima de cada ramo floral dirigem seus fotoassimilados para os frutos que surgirão a partir da flor abaixo (ALVARENGA, 2013). Já tomateiros com hábito de crescimento determinado não apresentam dominância apical, e cada ramificação apresenta um ramo floral apical (ALVARENGA, 2013).

Os tomates, frutos do tomateiro, apresentam dois usos: o consumo *in natura*, ou também conhecido como tomate de mesa, ou o uso industrial em que o tomate é processado

para fabricação de molhos e extratos. A maioria das cultivares destinadas ao consumo *in natura* apresenta hábito de crescimento indeterminado, enquanto as para fim agroindustrial apresentam crescimento determinado. Essas cultivares são classificadas didaticamente em cinco grupos distintos, de acordo com características morfológicas e biológicas (FILGUEIRA, 2008): Santa Cruz, Salada, Saladete ou Italiano, Cereja e Agroindustrial.

O consumo do tomate tem aumentado nas últimas décadas em nível global. Acredita-se que esse aumento seja devido ao crescimento de redes de *fast food* que utilizam tanto o tomate *in natura* quanto o processado; à necessidade de menos tempo para preparo de refeições, com o uso do tomate processado e à busca por alimentos mais saudáveis, favorecendo o consumo do tomate *in natura* (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007). Entre os maiores produtores mundiais de tomate aparecem a China, Índia e Estados Unidos da América, com aproximadamente 50,6; 18,2 e 12,6 milhões de toneladas produzidas, respectivamente; o Brasil aparece na oitava posição com aproximadamente 4,2 milhões de toneladas (FAO, 2013). Quanto à produtividade, o Brasil está na terceira posição com aproximadamente 66,8 t/ha, atrás de Estados Unidos da América e Espanha com aproximadamente 83,8 e 81,3 t/ha, respectivamente (FAO, 2013). Segundo dados do IBGE (2015), os maiores estados brasileiros produtores da hortalça são Goiás, São Paulo e Minas Gerais. O Brasil tem aumentado a sua produtividade nos últimos anos, o que se deve à entrada de novos híbridos e cultivares e ao desenvolvimento dos sistemas de produção da hortalça (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

Existem hoje no mercado diversos híbridos e cultivares de tomateiros, inclusive alguns com certa resistência ou tolerância a pragas e doenças, as quais são responsáveis por grandes prejuízos caso não manejadas corretamente. O emprego desses materiais é uma ferramenta importante no controle fitossanitário da cultura, visto que o tomateiro é uma planta geralmente bastante vulnerável ao ataque de pragas e doenças, fator que limita sua produtividade. Entre uma das principais pragas da cultura do tomate inclui-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.), vetora de vários vírus que provocam doenças na cultura. As doenças causadas por vírus em tomateiro podem constituir um fator limitante para a cultura, visto a dificuldade de controle e os danos causados (VALE, 2004).

2.2 Mosca-branca: *Bemisia tabaci* (Genn.)

Bemisia tabaci pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae. A espécie foi originalmente descrita associada a plantas de fumo (*Nicotiana* sp.)

na Grécia no ano de 1889, com o nome de *Aleyrodes tabaci* (PERRING, 2001). Takahashi em 1936 classificou *A. tabaci* em outro gênero, *Bemisia*, nomenclatura que se mantém até os dias de hoje (PERRING, 2001).

Relatos da presença de *B. tabaci* no Brasil foram feitos antes da introdução do biótipo B no país, com alguns surtos populacionais esporádicos, principalmente em plantas de algodão, feijão e soja, mas quase sempre ocorrendo em baixas populações (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). Todavia, a partir do início da década de 1990, grandes surtos populacionais foram observados no estado de São Paulo em uma grande variedade de culturas agrícolas, causando um sintoma conhecido como “síndrome do prateamento foliar” (*silverleaf syndrome*) em cucurbitáceas como aboboreiras e chuchuzeiros, e o amadurecimento irregular dos frutos de tomateiro, semelhante ao observado em surtos populacionais nos Estados Unidos da América na década de 1980, sintomas que provavelmente consistem em uma fitotoxemia causada pelo inseto (YOKOMI; HOELMER; OSBORNE, 1990; COHEN; DUFFUS; LIU, 1992; NAGAI et al., 1992; LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; PAVAN et al., 1994). Estudos conduzidos nesse país indicaram a presença de dois biótipos de *B. tabaci*: A e B, sendo que somente esse último era capaz de provocar a “síndrome do prateamento foliar” (COHEN; DUFFUS; LIU, 1992). No Brasil, exemplares de moscas-brancas coletados em 1993 infestando diversas espécies vegetais no Distrito Federal foram identificados como *B. tabaci* biótipo B (FRANÇA; VILLAS-BÔAS; CASTELO-BRANCO, 1996). Acredita-se que o biótipo A seja nativo da América, e que o biótipo B tenha sido introduzido.

B. tabaci é composto por um complexo de biótipos de alta variabilidade biológica e genética, os quais não são distintos morfologicamente, sendo até considerado por diversos especialistas como um complexo de espécies crípticas, e não de biótipos (DE BARRO et al., 2011). Essa ideia é suportada pelo fato de esse inseto apresentar hábito polífago, apresentando diferenças na capacidade de colonizar hospedeiros específicos, causar sintomas variados em vegetais, apresentar diferentes características de transmissão de vírus (COHEN; DUFFUS; LIU, 1992; PERRING, 2001) e também diferirem um do outro pela estrutura genética (DE BARRO et al., 2011). Perring et al. (1993) mostraram que há evidências de que os biótipos A e B sejam espécies diferentes, pois ao fazer o cruzamento entre os dois biótipos não se obtiveram descendentes. Após, *B. tabaci* biótipo B foi descrita como sendo uma nova espécie, *B. argentifolii* Bellows e Perring (BELLOWS et al., 1994). Igualmente, estudos concluíram que há evidências, com base em características moleculares através de comparações proporcionadas pelo sequenciamento do gene do citocromo mitocondrial oxidase I (mtCOI), que *B. tabaci* possa ser composta por várias espécies distintas, classificando o biótipo A como

espécie *New World* e o biótipo B como espécie *Middle East-Asia Minor 1* (MEAM-1) (DINSDALE et al., 2010; DE BARRO et al., 2011). Até o momento, um total de 39 espécies foi identificado como pertencente ao complexo *B. tabaci* (ALEMANDRI et al., 2015).

Outros autores verificaram por meio de alozimas e RAPD-PCR que há pelo menos 20 biótipos de *B. tabaci* no mundo (PERRING, 2001) e, entre estes, está o biótipo B que tem sido considerado praga agrícola, pois tem causado sérios prejuízos à produção agrícola no Brasil, após sua introdução provavelmente na década de 1990, e no mundo (LOURENÇO; NAGAI, 1994; POLSTRON; ANDERSON, 1997). No Brasil, Lima et al. (2000) determinaram, por meio da técnica de RAPD-PCR dois biótipos, A (=BR) e B, esse último encontrado em quase todos os Estados do país. E ainda, Marubayashi et al. (2013) encontraram por meio do sequenciamento do gene mtCOI, além de *B. tabaci Middle East-Asia Minor 1* (biótipo B), também *B. tabaci New World* (biótipo A), e uma outra espécie, *B. tabaci New World 2*. Entretanto, no presente trabalho, será considerado o biótipo B de *B. tabaci* como não sendo uma espécie distinta.

Através de coletas de espécimes de moscas-brancas realizadas em novembro de 2013 no Rio Grande do Sul, Barbosa et al. (2014) encontraram pela primeira vez no Brasil, *B. tabaci Mediterranean* (MED, biótipo Q). Esse biótipo já havia sido previamente reportado no continente americano, em países da América do Norte, América Central, Argentina e Uruguai. Estudos mais recentes indicam que o biótipo Q já se encontra em demais regiões do Brasil, como no estado de São Paulo (MORAES et al., 2015).

Os adultos de *B. tabaci* apresentam comprimento de 1 a 2 mm, sendo a fêmea geralmente maior que o macho, aparelho bucal tipo sugador labial tetraqueta, dois pares de asas membranosas cobertas com uma pulverulência branca. Tanto a alimentação, quanto a oviposição dos adultos, ocorre preferencialmente na parte abaxial das folhas das plantas colonizadas. A reprodução de *B. tabaci* geralmente é do tipo sexuada, mas pode ocorrer também reprodução assexuada por partenogênese arrenótoca. Nesta, toda a progênie é de machos, enquanto que, havendo cruzamento entre fêmeas e machos adultos, são gerados descendentes machos e fêmeas (VILLAS-BÔAS; CASTELO-BRANCO, 1999). As ninfas passam por quatro estádios, ou ínstar, antes de se transformarem em adulto, sendo o primeiro instar com pernas e móvel, enquanto que os três ínstar posteriores são desprovidos de estruturas locomotoras e, portanto, são sésseis. O quarto instar também é chamado de pré-pupa.

Salas e Mendoza (1995) estudaram o ciclo biológico do inseto em tomateiro a 25°C e umidade relativa de 65% e determinaram que a duração da fase de ovo foi de 7,3 dias e as

durações dos quatro ínstares ninfais foram 4,0; 2,7; 2,5 e 5,8 dias, respectivamente, com longevidades de fêmeas e machos de 19,0 e 19,4 dias, respectivamente, e oviposição de 194,9 ovos por fêmea. Em condições favoráveis, uma fêmea adulta pode ovipositar de 100 a 300 ovos durante sua vida, e 11 a 15 gerações do inseto podem ser completadas no período de um ano (BROWN; BIRD, 1992).

A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B é um inseto polífago e no Brasil, há relatos do ataque dessa praga tanto em culturas extensivas, quanto em hortaliças, ornamentais e em inúmeras plantas daninhas (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; KRAUSE et al., 1998; OLIVEIRA; HENNEBERRY; ANDERSON, 2001; NOZAKI et al., 2006; FRANÇA; VILLAS-BÔAS; CASTELO-BRANCO, 1996). Os danos causados pela praga podem ser diretos ou indiretos. O processo alimentar do inseto se inicia com a penetração intercelular dos estiletes através de tecidos foliares do mesofilo até atingir o floema, onde ocorre a sucção de seiva elaborada, consistindo em um dano direto no vegetal. Além disto, o inseto pode provocar fitotoxemias pelo seu processo alimentar, com alterações fisiológicas na planta.

Contudo, os principais danos responsáveis por perdas na lavoura são os indiretos. Como dano indireto, pode-se ter a formação de fumagina sobre as folhas, favorecida pela excreção do líquido açucarado por *B. tabaci* sobre aquele órgão vegetal, o que acarreta a perda de área fotossintética, prejudicando a produção e a qualidade dos frutos da planta, além da transmissão de vírus. Relatos da quantidade e variabilidade de fitovírus transmitidos por *B. tabaci* estão presentes na literatura. Segundo Jones (2003), 111 vírus, pertencentes a várias famílias, são transmitidos pelo inseto em todo o mundo; os principais grupos e os de maior importância econômica são os dos gêneros *Begomovirus* e *Crinivirus* (OLIVEIRA; HENNEBERRY; ANDERSON, 2001; NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011).

Os vírus transmitidos por *B. tabaci* representam um sério problema fitossanitário em diversas culturas agrícolas, entre estas, a do tomate. A ocorrência e a severidade de viroses transmitidas pelo aleirodídeo nessa cultura agrícola no Brasil aumentaram significativamente nas últimas décadas. Segundo relatos da literatura, a incidência de viroses transmitidas pelo inseto em tomateiro antes da década de 1990 era rara, havendo apenas relatos da ocorrência do vírus *Tomato golden mosaic virus* (TGMV), mas sem causar grandes prejuízos (FARIA et al., 2000), sendo que a virose mais recorrente registrada incidia em feijoeiros, o mosaico-dourado (causada por *Bean golden mosaic virus*) (FARIA et al., 2000; OLIVEIRA; HENNEBERRY; ANDERSON, 2001).

A partir daquela década, entretanto, foram relatados surtos de viroses em tomateiros causando grandes perdas econômicas que atingiam até 100% de perda de produção em alguns casos (SOUZA-DIAS et al., 1996; FARIA et al., 2000). Diversos estudos revelaram uma alta diversidade de vírus em tomateiros em regiões produtoras de tomate no Brasil, sendo que muitas novos vírus foram propostos (AMBROZEVICIUS et al., 2002; COTRIM et al., 2007). Entre estes, destacam-se principalmente os *Begomovirus*, gênero de vírus da família *Geminiviridae* transmitidos exclusivamente por *B. tabaci*, como o *Tomato golden mosaic virus* (TGMV), este já relatado no Brasil previamente; *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV), identificado pela primeira vez de tomateiros cultivados em campo na região de Campinas (SP) (FARIA et al., 1997); *Tomato rugose mosaic virus* (ToRMV), identificado de tomateiros em Minas Gerais e depois em São Paulo (REZENDE et al., 1996; FERNANDES et al., 2000; COLARICCIO et al., 2006); *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), inicialmente identificado em Minas Gerais (BARBOSA et al., 2009); *Tomato chlorotic mottle virus* (ToCMoV), identificado de tomateiros de campo em Minas Gerais (AMBROZEVICIUS et al., 2002; RIBEIRO et al., 2007); *Tomato yellow spot virus* (ToYSV), encontrado em tomateiros de campo e plantas silvestres em Minas Gerais (CALEGARIO et al., 2007); *Sida mottle virus* (SiMoV), identificado de tomateiros de campo em Minas Gerais e São Paulo (COTRIM et al., 2007); *Tomato mild mosaic virus* (ToMIMV), *Tomato common mosaic virus* (ToCmMV) e *Tomato leaf distortion virus* (ToLDV) identificados de tomateiros em campo de Minas Gerais e Rio de Janeiro (CASTILLO-URQUIZA et al., 2008); além de um *Crinivirus*, da família *Closteroviridae*, o *Tomato chlorosis virus* (ToCV), relatado de tomateiros da região de Sumaré (SP), posteriormente na Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás e Rio de Janeiro em cultivos de campo (BARBOSA et al., 2008; BARBOSA; REZENDE; BERGAMIM FILHO, 2013), e mais algumas formas aparentemente recombinantes desses vírus ainda não totalmente esclarecidas.

As altas incidências e severidade causada por vírus registradas a partir da década de 1990 estão associadas à entrada do biótipo B de *B. tabaci* no país (FRANÇA, VILLAS-BÔAS; CASTELO-BRANCO, 1997). A ocorrência de novas viroses em tomateiro pode estar relacionada à capacidade de *B. tabaci* biótipo B adquirir os vírus de plantas daninhas ou nativas e inoculá-los em tomateiros, além da possibilidade de haver recombinação e pseudorrecombinação entre alguns vírus, o que pode levar ao surgimento de novas espécies (RIBEIRO et al., 2003; CASTILLO-URQUIZA et al., 2011). Estudos realizados antes da década de 1990 evidenciaram a presença de viroses em plantas daninhas transmitidas por *B. tabaci* (certamente o biótipo A) (COSTA; BENETT, 1950; COSTA, 1976). Como esse

biótipo não tem hábito de colonizar tomateiros, os vírus não eram transmitidos para essas plantas, mas com a entrada de *B. tabaci* biótipo B, que apresenta hábito de colonizar tomateiro, essa relação de planta-inseto-patógeno sofreu alterações (AMBROZEVICIUS et al., 2002). Atualmente, as begomoviroses são consideradas por alguns especialistas, o fator mais limitante da produção na cultura do tomate em muitas regiões do Brasil, havendo, portanto, a necessidade de serem manejadas (RIBEIRO et al., 2003).

2.3 *Tomato severe rugose virus* (ToSRV)

O begomovírus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) se tornou um vírus de alta importância agrícola desde que foi registrado (FERNANDES et al., 2008). Os vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* são caracterizados por apresentarem partícula geminada, simetria icosaédrica, serem constituídos de um ou dois DNA's circulares de fita simples (ssDNA) passíveis de produzir pseudorrecombinantes, e exclusivamente por colonizarem dicotiledôneas e serem transmitidos pelo complexo *B. tabaci* (CALEGARIO et al., 2007; COTRIM et al., 2007). Em particular, ToSRV apresenta uma característica típica dos begomovírus do Novo Mundo, um DNA circular de fita simples com genoma bipartido.

O primeiro registro do vírus foi feito na região de Uberlândia (MG) em 1999 infectando tomateiros (BARBOSA et al., 2009). Cotrim et al. (2007) fizeram o primeiro relato de ToSRV colonizando tomateiros no estado de São Paulo. Fernandes et al. (2008) relataram ToSRV como sendo vírus predominante em tomateiros para processamento em Goiás, Minas Gerais e São Paulo. O vírus já foi relatado infectando, também, plantas de batata (SOUZA-DIAS et al., 2008), de pimentão (NOZAKI et al., 2006), e plantas de pimenta-dedo-de-moça (BEZERRA-AGASIE et al., 2006). Há registros de ToSRV colonizando várias plantas daninhas. É conhecida sua eficiente associação com *Nicandra physaloides* (joá-de-capote) (Solanaceae) (BARBOSA et al., 2009; BARRETO et al., 2013). Também, um estudo mostrou que *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) (Euphorbiaceae), *Crotalaria* spp. (Fabaceae) e *Sida* spp. (Malvaceae) são capazes de servir de inóculo do vírus, mas em baixa expressividade e associado a outras viroses (BARRETO et al., 2013). Todos esses dados demonstram a capacidade da sobrevivência do patógeno em outras plantas, além do tomateiro.

A relação dos geminivírus com *B. tabaci* é do tipo persistente-circulativa (BROWN; BIRD, 1992). Isso significa que o vírus ao ser adquirido pelo inseto circula no corpo deste até atingir as glândulas salivares, podendo assim ser transmitido após um período de latência, e pode ainda permanecer no corpo do vetor por alguns dias após a inoculação. Toloy (2015)

verificou que *B. tabaci* biótipo B é capaz de adquirir ToSRV com um período de acesso à aquisição de 1 minuto, com eficiência de 75%. Freitas (2012) encontrou que um período de acesso à inoculação de 24 h, promoveu uma eficiência de inoculação média de 75% pelo inseto vetor em tomateiros, sendo que o período mínimo de inoculação encontrado foi de 5 minutos, mas com baixa eficiência (10%). Os sintomas provocados pela infecção de ToSRV em plantas de tomate observados são o amarelecimento, encarquilhamento das folhas, redução da área foliar e do crescimento das plantas (INOUE-NAGATA; ÁVILA; VILLAS-BÔAS, 2009).

2.4 Comportamento de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiros, e controle do vetor e de ToSRV

O controle de ToSRV e outras viroses, de modo geral, transmitidas por *B. tabaci* biótipo B é considerado difícil, tendo em vista a eficiente disseminação dos patógenos pelo vetor, a rápida transmissão e a capacidade de adaptação e colonização, tanto por parte do vetor quanto pelo patógeno, em diversos vegetais, o que dificulta o manejo. Considerando isso, as formas de controle que vem sendo recomendadas são o combate ao vetor *B. tabaci* biótipo B pelo método químico com a aplicação de inseticidas sintéticos ou de origem botânica; manter um quebra-vento na lavoura; o emprego de híbridos resistentes ao vírus; a eliminação de plantas daninhas na lavoura, bem como de restos culturais, que podem servir de fonte de inóculo para os vírus; uso de plântulas sadias livre de vírus, e por fim manter um vazio sanitário, tendo em vista a quantidade de culturas hospedeiras do inseto que podem ser cultivadas sucessivamente (INOUE-NAGATA; ÁVILA; VILLAS-BÔAS, 2009).

O controle químico da mosca-branca tem sido bastante utilizado devido a sua ação mais imediata. Inseticidas podem promover diversos efeitos em insetos fitófagos sugadores, como mortalidade de adultos e ninfas, repelência e interferir no comportamento de prova do inseto de forma geral. Em se tratando de vetores de fitovírus, para vírus com transmissão rápida, o inseticida deve causar um impacto logo no início da penetração estiletar.

Contudo, já existem populações de *B. tabaci* que se mostram resistentes a vários grupos de inseticidas sintéticos existentes, sendo que seu uso intenso e muitas vezes inadequado é apontado como a principal causa de resistência (SILVA et al., 2009). Para isso, novos produtos de diferentes princípios ativos e de alta seletividade devem ser desenvolvidos, e considerando os recentes casos de resistência de *B. tabaci* a moléculas sintéticas, é imprescindível o manejo da resistência dessa praga aos agrotóxicos, bem como o seu manejo

integrado, o qual preconiza a associação das referidas táticas de controle, e que sejam viáveis ambiental e socioeconomicamente.

Quanto à resistência de tomateiros ao inseto vetor *B. tabaci* biótipo B, muitos estudos consideram os tricomas como a principal estrutura de resistência. Nos tomateiros, estes são bem diversificados, e podem ser não glandulares (tipos II, III, V e VIII) ou glandulares (tipos I, IV, VI e VII) (GLAS et al., 2012). Estes últimos apresentam células secretórias em seu ápice onde são secretados e armazenados metabólitos que são apontados como os principais mediadores da resistência de tomateiros à mosca-branca. Entre as principais classes de metabólitos secundários já relatados em tomateiro estão os acil açúcares, fenilpropenos, flavonoides, metil-cetonas, terpenos, além de proteínas de defesa (GLAS et al., 2012). Os tipos e o teor de metabólitos variam bastante entre cada espécie e cada tipo de tricoma (McDOWELL et al., 2011). Entre as espécies de tomateiro mais estudadas a fim de se conhecerem os mecanismos e fatores de resistência a *B. tabaci* estão *S. habrochaites* S. Knapp e D.M. Spooner, *S. pennellii* Correl e *S. pimpinellifolium* L. (BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; ORIANI; VENDRAMIM, 2010; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011; SILVA et al., 2014).

Estudos determinaram que os genótipos PI134417 e PI134418 de *S. habrochaites* f. *glabratum* C.H. Mull. apresentam resistência à mosca-branca quanto à oviposição e alimentação, sendo comum a observação de indivíduos presos e mortos em tricomas glandulares, presentes em alta densidade naquelas plantas (FANCELLI; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2008; ORIANI; VENDRAMIM, 2010). Os tricomas glandulares do tipo VI exsudam alguns metabólitos, especialmente 2-undecanona e 2-tridecanona, do grupo das metil-cetonas (FRIDMAN et al., 2005), responsáveis por conferir resistência a *B. tabaci* e outras pragas, provocando repelência e atividade tóxica (WILLIAMS et al., 1980; MUIGAI et al., 2002). Outro grupo de metabólitos relatado em *S. habrochaites* por promover resistência a *B. tabaci* é o grupo dos sesquiterpenos, os quais são associados à repelência e toxicidade, ainda que baixa, ao aleirodídeo (FREITAS et al., 2002a; MUIGAI et al., 2002; BLEEKER et al., 2011). Freitas et al. (2002a) encontraram correlações positivas entre maiores densidades dos tricomas glandulares tipo IV, VI e VII e maiores teores de zingibereno, um sesquiterpeno.

Outros estudos mostram o alto grau de resistência da espécie *S. pennellii*, principalmente o genótipo LA716, a *B. tabaci*. De forma semelhante aos referidos genótipos de *S. habrochaites*, LA716 apresenta altas densidades de tricomas glandulares (tipo IV) que são referidos por proporcionarem resistência à mosca-branca por secretarem acil açúcares, metabólitos que têm um aspecto pegajoso que prendem esses aleirodídeos, dificultando sua

mobilidade e alimentação (MUTSCHLER et al., 1996; BLAUTH; CHURCHILL; MUTSCHLER, 1998; GONÇALVES et al., 2007; McDOWELL et al., 2011). Os acil açúcares de LA716 são um complexo de metabólitos constituídos principalmente por ésteres de 2,3,4-*O*-tri-acil glucose (BURKE; GOLDSBY; MUDD, 1987).

Um estudo a respeito do comportamento de *B. tabaci* em tomateiros comerciais tratados com acil açúcares mostrou uma significativa redução da oviposição por parte das moscas-brancas devido à presença dos metabólitos (LIEDL et al., 1995). Da mesma forma, estudos conduzidos no Brasil evidenciaram a antixenose provocada por LA716 em *B. tabaci* biótipo B, com baixa atratividade e oviposição, sendo que os poucos indivíduos atraídos, em sua maioria, eram vistos mortos e aderidos a tricomas glandulares (FANCELLI et al., 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; ORIANI; VENDRAMIM, 2010; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011b). Muigai et al. (2002) observaram também alta antixenose em genótipos de *S. pennellii* à mosca-branca. Outros estudos envolvendo testes de populações provenientes de retrocruzamentos interespecíficos para a espécie cultivada *S. lycopersicum* a partir de LA716 (*S. pennellii*), mostraram que o fator de resistência do parental selvagem, os acil açúcares, é herdado pelas demais gerações (MUTSCHLER et al., 1996; FREITAS et al., 2002b; GOLÇALVES et al., 2007; RESENDE et al., 2009), sendo que alguns desses genótipos apresentaram resistência um pouco mais baixa que LA716, mas significativamente mais alta que a espécie cultivada (RESENDE et al., 2009).

Alguns estudos envolvendo linhagens derivadas do genótipo TO-937 de *S. pimpinellifolium* mostram que aquelas são promissoras quanto à resistência a *B. tabaci* por serem menos atrativas quanto à oviposição, além de afetar o comportamento de prova da mosca-branca (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011; SILVA et al., 2014). Também, Oriani, Vendramim e Vasconcelos (2011a) verificaram que o genótipo LA1335 de *S. pimpinellifolium* prolongou a duração da fase ninfal de *B. tabaci* biótipo B, causando antibiose.

Além das interações envolvendo tricomas, há evidências de que o gene *Mi*, identificado de *S. peruvianum* e inserido em alguns híbridos para promover resistência a nematoides (*Meloidogyne* spp.), pode também promover resistência aos biótipos B e Q de *B. tabaci*, quando presentes em tomateiros com idade acima de dois meses, deixando-os menos atrativos e reduzindo a fertilidade dos insetos (NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2000; NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2001; NOMBELA; WILLIAMSON; MUÑIZ, 2003), e afetam negativamente o comportamento de prova dos mesmos (JIANG; NOMBELA; MUÑIZ, 2001).

A resistência de tomateiros aos vírus e ao vetor *B. tabaci* é uma importante ferramenta no controle do inseto e desses patógenos. Nas últimas décadas, diversos estudos buscaram também fontes de resistência em tomateiros selvagens às begomoviroses. Muitos genótipos das espécies selvagens *S. peruvianum* L., *S. habrochaites* f. *glabratum* (= *L. hirsutum* f. *glabratum*), *S. pennellii*, *S. pimpinellifolium* e *S. chilense* (Dunal) Reiche, apresentam certo potencial em servir como fonte de material resistente às begomoviroses. Estudos mostraram que acessos da espécie *S. peruvianum* apresentavam resistência ao *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) (*Begomovirus*) (KASRAWI; SUWWAN; MANSOUR, 1988), vírus ainda não relatado no Brasil. Um programa de melhoramento genético envolvendo o acesso PI126935 da espécie *S. peruvianum* foi realizado em Israel, em que se incorporou um gene de resistência parcial na espécie de tomate cultivada, obtendo-se o híbrido TY-20, o qual é capaz de reduzir a acumulação de DNA viral (PILOWSKY; COHEN, 1990; ROM et al., 1993). No Brasil, Matos et al. (2003) avaliaram, em condições de campo, o potencial de 15 genótipos na resistência ao *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV), e encontraram altas incidências de plantas com sintomas do vírus principalmente após 78 dias da semeadura, sendo dois genótipos gerados de cruzamento interespecífico entre *S. lycopersicum* (= *L. esculentum*) e *S. peruvianum*, de geração F1, os que apresentaram as menores incidências. Já para condições de cultivo protegido, o acesso LA444-1 de *S. peruvianum* e genótipos gerados por cruzamentos entre *S. peruvianum* e *S. lycopersicum* se mostraram bastante resistentes ao vírus.

Pilowsky e Cohen (1974) determinaram que o acesso LA121 de *S. pimpinellifolium* foi resistente a TYLCV, expressando sintomas pouco severos. Com a mesma espécie, Kasrawi (1989) identificou um gene dominante que confere resistência a TYLCV (gene *Tylc*) obtido dos genótipos *S. pimpinellifolium* Hirsute-INRA e LA1478. Atualmente, estão disponíveis no mercado brasileiro, híbridos portadores, principalmente, do gene *Ty-1* que confere resistência a begomoviroses, mas não total, considerando que em altas infestações do vetor e do vírus é possível ter a expressão de sintomas e de certa mobilidade do patógeno na planta, visto que o mecanismo de resistência proporcionado por este gene é relacionado à mobilidade viral (MICHELSON; ZAMIR; CZOSNEK, 1994). Esse gene foi mapeado do acesso LA1969 de *S. chilense*, o qual apresentava resistência ao begomovírus TYLCV, e introduzido na espécie comercial *S. lycopersicum* via cruzamentos e retrocruzamentos interespecíficos, resultando em híbridos (ZAMIR et al., 1994).

Após o mapeamento e a incorporação de *Ty-1*, outros genes que promovem resistência a begomoviroses foram relatados, oriundos de espécies selvagens de tomateiro, como o gene *Ty-2* originalmente identificado do acesso B6013 de *S. habrochaites* f. *glabratum* que foi

avaliado como fonte de resistência a TYLCV (HANSON et al., 2000; HANSON; GREEN; KUO, 2006); *Ty-3* dos acessos LA2779 e LA1932 de *S. chilense*, que além de promover resistência ao begomovírus de genoma monopartido TYLCV, também se mostrou capaz de promover resistência ao begomovírus bipartido *Tomato mottle virus* (ToMoV) (JI; SCHUSTER; SCOTT, 2007); *Ty-4* derivado do acesso LA1932 de *S. chilense*, relatado como promovedor de resistência a TYLCV (JI et al., 2009); *Ty-5* identificado do acesso TY172 de *S. peruvianum*, relatado também por conferir resistência a TYLCV (ANBINDER et al., 2009).

Esses genes de resistência foram inicialmente estudados com o objetivo de promover resistência a TYLCV, begomovírus constituído de genoma monossegmentado ainda não relatado no Brasil. Com o objetivo de avaliar o potencial de resistência de genótipos com tais genes aos begomovirus com genoma bipartido, Santana et al. (2001) determinaram que genótipos das espécies *S. chilense*, *S. peruvianum* e *S. habrochaites* (= *S. hirsutum*) apresentaram alta resistência a um isolado de geminivírus de genoma bipartido do Distrito Federal. Matos et al. (2003) encontraram resistência parcial em alguns híbridos segregantes de *Ty-1* a ToYVSV. Lourenção et al. (2004) avaliaram o potencial de resistência de genótipos a ToYVSV, e determinaram que o genótipo IAC-S3-16, derivado de uma linhagem com o gene *Ty-1*, foi o que apresentou menor severidade da doença. Hurtado et al., (2012) determinaram que alguns dos genótipos considerados parcialmente resistentes a TYLCV se mostraram suscetíveis aos vírus *Tomato yellow spot virus* (ToYSV) e ToSRV, de genoma bipartido, enquanto que outros genótipos com resistência a TYLCV (L7 e 'Vyta') se mostraram resistentes, o que segundo os autores pode indicar a influência de outros alelos herdados de gerações parentais, as quais tinham o gene *tcm-1*.

2.5 Uso do *Electrical penetration graph* (EPG) para estudos de comportamento de prova de *Bemisia tabaci*

O *Electrical Penetration Graph* (EPG) é uma técnica que permite conhecer o comportamento de prova de insetos sugadores através de registros eletrônicos das fases e processos da alimentação (McLEAN; KINSEY, 1964; WALKER; PERRING, 1994). Essa ferramenta tem sido amplamente utilizada em estudos de relação inseto-planta (WALKER, 2000) e seu funcionamento se baseia em um circuito elétrico composto por uma caixa com uma fonte de voltagem conectada a um resistor e dois fios, um ligado à entrada (resistor) e o outro à saída (fonte de voltagem) da caixa, com dois eletrodos em sua extremidade, um ligando-se ao solo ou à planta e o outro colado com cola de prata condutora de eletricidade no

dorso do inseto. Quando este insere os estiletes no tecido vegetal, o circuito é fechado, e uma variação de voltagem é obtida e gravada em um computador em forma de ondas, conforme as etapas de alimentação, incluindo salivação e os diferentes tecidos vegetais que são alcançados pelos estiletes (WALKER, 2000).

Os primeiros estudos de EPG de moscas-brancas ocorreram no final da década de 1980 e ao longo da década de 1990, em que os objetivos eram principalmente focados na identificação e caracterização de ondas, e técnicas de montagem (JANSSEN; TJALLINGII; VAN LENTEREN, 1989; WALKER; PERRING, 1994; LEI, TJALLINGII; VAN LENTEREN, 1997; JIANG et al., 1999). Janssen, Tjallingii e van Lenteren (1989) realizaram o primeiro trabalho de EPG com mosca-branca, utilizando *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), em que foram identificadas e caracterizadas as diferentes ondas produzidas pelo inseto em um sistema de monitoramento DC, sendo que essas ondas foram também parcialmente correlacionadas à posição dos estiletes em tecidos vegetais específicos da planta hospedeira. Walker e Perring (1994) reconheceram e correlacionaram a eventos de comportamento alimentar, os tipos de onda de *B. tabaci* biótipo B (mencionado como *B. argentifolli*) e *Parabemisia myricae* (Kuwana) em um sistema AC, enquanto que Jiang et al. (1999) identificaram e caracterizaram os diferentes tipos de onda produzidas por *B. tabaci* biótipos B e Q em um sistema DC.

A técnica do EPG tem sido aplicada para o entendimento da resistência de plantas a *B. tabaci*. Jiang, Nombela e Muñiz (2001) observaram que *B. tabaci* leva mais tempo para atingir o floema de tomateiros portadores do gene *Mi*, o qual é conhecido por promover resistência a *B. tabaci*, além de ficarem mais tempo em comportamento de não prova. Rodríguez-López et al. (2011) avaliaram o comportamento alimentar de *B. tabaci* biótipo Q no genótipo de tomateiro, ABL 14-8, o qual apresenta tricomas glandulares do tipo IV e secreção de acil açúcares. As moscas-brancas apresentaram maior dificuldade em iniciar a prova, com reduzido número de provas e onda C por inseto, e conseqüentemente, menor capacidade de atingir o floema daquele tomateiro, comparado com um tomateiro suscetível.

Outros estudos com EPG mostram que inseticidas sintéticos influenciam diretamente no comportamento de prova de *B. tabaci*. He et al. (2013) verificaram que inseticidas (imidacloprid e bifenthrin) reduziram o tempo de alimentação no floema por *B. tabaci* em algodoeiro. Civolani et al. (2014) observaram maior duração do comportamento de não prova e menor duração da onda C (caminhamento estiletar no mesofilo) por parte de *B. tabaci* biótipo Q em tomateiros tratados com o inseticida ciantraniliprole, sendo que com a aplicação desse produto via foliar, nenhum indivíduo conseguiu atingir o floema das plantas. Quanto ao

comportamento de moscas-brancas virulíferas, Moreno-Delafuente et al. (2013), através do EPG, determinaram que *B. tabaci* biótipo Q infectadas com TYLCV se mantêm mais tempo salivando e se alimentando de seiva no floema do que as não virulíferas, comportamento que auxilia na transmissão do fitovírus.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação e obtenção de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B e dos isolados de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV)

Os indivíduos de *Bemisia tabaci* biótipo B, utilizados nos estudos foram obtidos de uma criação previamente estabelecida em casa de vegetação revestida com vidro, mantida à temperatura ambiente, no Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. Essa colônia era mantida sobre plantas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. cv. Manteiga) e soja (*Glycine max* L. cv. IAC-Foscarin-31) plantadas em vasos com substrato para hortaliças, as quais eram trocadas à medida em que iam entrando em senescência.

Para obtenção de adultos de *B. tabaci* biótipo B com idade definida, plantas de couve isentas de moscas-brancas, eram colocadas na criação dos insetos e mantidas por três dias no local para permitir a oviposição por parte destes. Após esse período, as moscas-brancas eram retiradas das couves e colocadas em gaiolas separadas para a emergência dos adultos a serem utilizados nos experimentos. Foi observado que a emergência dos adultos na couve acontecia em aproximadamente 22 dias após a infestação.

Os isolados do vírus ToSRV foram mantidos em tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) das cultivares Santa Clara e Santa Cruz Kadá em casa de vegetação, no referido departamento. Esses tomateiros eram plantados em vasos plásticos (17 cm de altura e 20 cm de diâmetro) com substrato para hortaliças. Periodicamente novas plantas eram inoculadas a fim de manter os isolados.

3.2 Resistência de genótipos de tomateiro a *Bemisia tabaci* biótipo B e ao *Tomato severe rugose virus* (ToSRV)

Primeiramente foi realizada uma seleção de genótipos de tomateiro a serem utilizadas neste estudo, com base em informações disponíveis na literatura e fornecidas por fabricantes de sementes, considerando dados como a biologia de *B. tabaci* biótipo B e atratividade em diferentes genótipos, suscetibilidade e graus de resistência dos genótipos ao inseto e às viroses, em especial begomovirose, e a disponibilidade dos materiais nos fornecedores. Foram selecionados então, cinco genótipos: ‘Santa Clara VF 5600’ (*Solanum lycopersicum* L.); os híbridos ‘Ivety’ e ‘Carina TY’; LA1335 (*S. pimpinellifolium* L.); LA716 (*S. pennellii* Correll). O primeiro é conhecido por ser suscetível tanto a *B. tabaci* quanto às begomovirose

(ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011a; MALUTA, 2013); ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ apresentam resistência moderada a ToSRV, sendo portadores do gene *Ty* que confere resistência parcial à begomovirose (PILOWSKY; COHEN, 1990; BOITEUX et al., 2007), além do gene *Mi* que confere resistência a alguns insetos-praga, incluindo *B. tabaci* biótipo B (NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2000; NOMBELA; WILLIAMSON; MUÑIZ, 2003); os dois últimos são espécies selvagens de tomateiro, próximas da espécie comercial *S. lycopersicum*, e apresentam resistência a *B. tabaci* (FANCELLI et al., 2003; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011a).

Feita essa seleção, as sementes dos genótipos selecionados foram semeadas diretamente em vasos plásticos de 7,5 cm de altura e 10 cm de diâmetro, previamente higienizados para eliminar qualquer tipo de impureza, utilizando substrato para hortaliças adicionando 2% de NPK (4:14:8). Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com tela antiafídica do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas, do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP.

O experimento foi conduzido com a colocação dos tomateiros, quando atingiram idade de 30 dias após a semeadura (4-5 folhas verdadeiras), em gaiolas feitas de garrafas transparentes que permitem a passagem de luz (MATOS et al., 2003), seccionadas na porção inferior, com altura de 27 cm e diâmetro de 10 cm na porção seccionada, com perfuração em seu terço médio e com abertura no topo (local da tampa) revestidas de tecido *voile*, para permitir a troca de ar com o ambiente externo (Figura 1). Sobre o substrato no vaso, no nível da base da planta, foi colocado um plástico arredondado preto para facilitar a posterior contagem de moscas-brancas mortas que caíam das plantas. As gaiolas foram presas junto aos vasos por sua porção inferior com o auxílio de uma fita adesiva. Em cada gaiola, com a planta de tomate, foram liberados 15 indivíduos virulíferos adultos de *B. tabaci* biótipo B (PICÓ; DÍEZ; NUEZ, 1998; SANTANA et al., 2001), com idade de 5-10 dias após a emergência, e não sexados. Cada genótipo de tomateiro representa um tratamento e cada planta uma repetição.

Para isso, foi feita previamente, a aclimação e a aquisição do vírus pelos indivíduos de *B. tabaci* biótipo B. Para a aclimação, foram montadas câmaras de tubos de polipropileno de 50 ml tipo ‘Falcon’, em que no fundo dos tubos foi colocado um pedaço de algodão levemente umedecido, seguido de folíolos cortados de tomateiro cultivar Santa Clara livre de vírus, com um pequeno pedaço de algodão umedecido na região do corte do pecíolo e uma espuma arredondada em torno do mesmo, para então serem liberadas as moscas-brancas coletadas da criação descrita no item 3.1 (Figura 1). O período de aclimação foi de 72 h.

Após esse período, as moscas-brancas foram retiradas dos tubos e transferidas a outros tubos semelhantes aos descritos, contendo folíolos cortados de tomateiros da cultivar Santa Clara infectados com o vírus ToSRV (do isolado descrito no item 3.1), e mantidas por um período de 48 h (Período de acesso à aquisição - PAA), para que as moscas-brancas adquirissem o vírus. Após essa etapa, os indivíduos foram liberados nas gaiolas onde estavam os diferentes genótipos de tomateiro sadios. Os insetos foram mantidos por um período de 72 h (Período de acesso à inoculação - PAI) para garantir a transmissão do vírus nos vegetais. Durante esse período as plantas foram mantidas em laboratório a 18-29°C, umidade relativa de 41-68% e fotofase de 14 h. Após, as plantas foram levadas à casa de vegetação e mantidas até o término das avaliações (13-36°C e umidade relativa de 20-91%). Foram realizadas 13 repetições para cada um dos cinco tratamentos.

Figura 1 - 1) Gaiola de garrafa transparente; 2) Câmara de tubo tipo ‘Falcon’ utilizada nos processos de aclimação e aquisição de vírus pelas moscas-brancas

Dessa forma, foi avaliada a mortalidade de moscas-brancas e a quantidade de indivíduos presos a tricomas em todos os tratamentos logo após o PAI; a incidência do vírus, e a severidade da doença em cada planta de todos os tratamentos com a liberação dos insetos. Essa avaliação foi feita por três avaliadores independentes, sendo iniciada quando os primeiros sintomas do vírus surgiram, e então, foi feito um total de cinco avaliações, uma a cada cinco dias. Seguiu-se uma escala de notas de severidade adaptada de Ferreira et al. (1999), em que: nota 1 = ausência de sintomas; nota 2 = ligeira descoloração dos folíolos; nota 3 = ligeira descoloração com início de enrugamento dos folíolos; nota 4 = descoloração e enrugamento dos folíolos; nota 5 = severa descoloração e enrugamento dos folíolos.

Para confirmar a transmissão do vírus e também se ter os dados da incidência do vírus nas plantas testadas, foi realizada a extração de DNA total dos tecidos frescos de folhas destas, seguindo o protocolo de Doyle e Doyle (1987) com algumas modificações. Para cada amostra, quatro discos de tecido fresco de folíolos de tomateiro foram cortados e colocados em microtubo de 1,5 mL, e posteriormente foram macerados com pistilo plástico; adicionaram-se 600 µL de tampão de extração CTAB 2% (NaCl 1,4 M; EDTA 20 mM; Tris-HCl pH 8,0 100 mM polivinilpirrolidona 1%) mais 1 µL de β-mercaptoetanol, e então homogeneizou-se a solução; depois os microtubos foram levados a banho-maria a 65°C por 30 minutos, e em seguida foram acrescentados 500 µL de solução clorofórmio + álcool isoamílico (24:1) (CIA), para então ser feita uma centrifugação por 10 minutos (12000 rpm); a seguir transferiu-se o sobrenadante para novos microtubos, sendo acrescentados 50 µL de solução CTAB + NaCl, seguido de uma homogeneização, e depois acrescentaram-se 500 µL de CIA, para então os microtubos sofrerem nova centrifugação por 10 minutos (12000 rpm); o sobrenadante foi transferido para novos microtubos e adicionaram-se 500 µL de isopropanol a -20°C; após, os microtubos foram deixados em freezer a -20°C *overnight*, para no dia seguinte ser feita centrifugação por 10 minutos (12000 rpm) para se obter o precipitado (*pellet*); descartou-se o sobrenadante dos microtubos, e o precipitado foi ressuscitado com 50 µL de água DPEC; as amostras foram mantidas a -20°C até a realização da reação de polimerase em cadeia (PCR).

A PCR para detectar ToSRV nas amostras foi feita com a mistura de 5 µL de tampão (200 mM Tris-HCl pH 8,4 e 500 mM KCl 1X); 1 µL de dNTPs 0,2 mM; 1,5 µL de MgCl₂; 2,5 µL dos oligonucleotídeos (*primers*) senso e anti-senso (0,5 mM); 0,5 µL da enzima Taq DNA Polimerase (Invitrogen®) (5U/µL); 5 µL de DNA total (precipitado ressuscitado) e o volume final foi completado com água DPEC até 50 µL, por amostra. Os oligonucleotídeos utilizados foram o ToSRV 1f (AAG GCG ACG TCT TTG GAA GG) e ToSRV 2r (CTC AGC GGC CTT GTT ATA TTT), descritos por Fernandes, Albuquerque e Inoue-Nagata (2010). O regime do termociclador para a reação foi de 94°C por 3 minutos e 35 ciclos de amplificação de 60 segundos a 94°C, 60 segundos a 57°C e 120 segundos a 72°C, com etapa final de 10 minutos a 72°C. Tanto a extração de DNA, quanto a PCR foram realizadas no Laboratório de Virologia Vegetal, do Departamento de Fitopatologia e Nematologia da ESALQ/USP.

Ademais, foi avaliada a densidade de tricomas em cada genótipo. Para isso foi feita a identificação e a quantificação dos tricomas de dois folíolos de cada repetição, as quais foram feitas através da visualização dos folíolos em um microscópio estereoscópico que tem

aumento máximo de 400x (Nikon AZ100[®], Nikon Instruments Inc., Japão), contando o número total de tricomas na metade de cada folíolo, nas faces adaxial e abaxial, separando-os pelos tipos, a fim de se fazer uma correlação entre os tricomas e a resistência das plantas às moscas-brancas. No microscópio estereoscópico, aumentos de até 400x foram utilizados para a identificação de cada tipo de tricoma antes do início das contagens, enquanto que durante a quantificação era utilizado um aumento de 60x, exceto para a quantificação do tricoma tipo VII que era feita com aumento de 80x. A identificação de cada tipo de tricoma foi baseada na classificação de Luckwill (1943), e revisada por Glas et al. (2012). Para o cálculo da densidade de tricomas foi necessária a mensuração da área total de cada folíolo, a qual foi feita por digitalização de imagens, através do software medidor de área ImageJ[®] (National Institutes of Health, Estados Unidos da América). Assim, a quantidade de cada tipo de tricoma encontrada na metade de cada folíolo foi multiplicada por dois, e o número resultante foi dividido pela área total do respectivo folíolo.

A partir desse experimento foram selecionados três genótipos para a condução dos demais experimentos: o genótipo mais resistente a *B. tabaci* biótipo B (maior mortalidade de moscas-brancas); o genótipo mais resistente ao vírus (menores notas de severidade); e o genótipo mais suscetível tanto ao vírus quanto a *B. tabaci* biótipo B.

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado. Para análise dos dados de mortalidade de moscas-brancas foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasi-binomial. Os dados de densidade de tricomas foram analisados pelo mesmo modelo com distribuição quasi-poisson. Havendo diferenças significativas entre os tratamentos, foram realizadas comparações múltiplas através de teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$), por meio da função *glht* do pacote *multcomp* (HOTHORN; BRETZ; WESTFALL, 2008). Para a análise estatística das notas de severidade da doença, foram utilizadas somente as notas da última avaliação (quinta) das plantas que continham o vírus após confirmação por PCR, então, estas notas foram submetidas ao modelo das chances proporcionais, o qual permite medir variáveis por meio de estimativas em termos de razão de chances de dados ordinais. Para que os dados ficassem mais bem ajustados no modelo, foi necessário agrupar os dados referentes às notas 1 e 2, e 4 e 5, para assim ficar com três categorias de notas: nota 1 (notas 1 e 2 agrupadas), nota 2 (nota 3) e nota 3 (notas 4 e 5 agrupadas). As comparações entre as probabilidades de cada tratamento foram feitas pelo teste da razão da verossimilhança ($p < 0,05$). Todas essas análises foram realizadas no software estatístico “R” versão 3.2.1.

3.3 Atratividade de *Bemisia tabaci* biótipo B aos três genótipos de tomateiro selecionados

Um experimento de preferência por alimentação e oviposição de *B. tabaci* biótipo B aos três genótipos de tomateiros selecionados no experimento do item 3.2. foi realizado. O experimento foi de livre escolha, em que tomateiros dos três genótipos selecionados foram semeados em vasos dentro de casa de vegetação livre de moscas-brancas, seguindo-se o mesmo procedimento descrito no item 3.2., com irrigação aos 15 dias após a semeadura com solução nutritiva (15% N, 30% P_2O_5 , 15% K_2O , 0,1% B e 0,3 % Zn). O processo se deu com o destacamento de folíolos terminais do terço superior de cada planta (quarta ou quinta folha verdadeira aberta). Assim, um folíolo de cada um dos três genótipos foi colocado em uma gaiola, totalizando três folíolos por gaiola, sendo que cada gaiola representou uma repetição. As gaiolas usadas neste experimento foram semelhantes às utilizadas por Oriani, Vendramim e Vasconcelos (2011b), com pequenas adaptações. Essas gaiolas eram plásticas e transparentes (16 cm de altura e 13 cm de diâmetro) com tampa plástica contendo um furo de 6 cm de diâmetro coberto por tela antiafídica para permitir a troca de ar. Três recipientes plásticos (5 cm de altura e 1,5 cm de diâmetro), com um canudo plástico de 5,5 cm de altura dentro de cada um, foram colados equidistantes uns dos outros na parede interna de cada gaiola, onde um folíolo de cada genótipo foi colocado juntamente com água destilada para manter o turgor (Figura 2).

Figura 2 - Gaiola utilizada no ensaio de atratividade de moscas-brancas aos genótipos de tomateiro

Foram liberados 60 indivíduos adultos de *B. tabaci* biótipo B não sexados e com idade de 5-10 dias após a emergência. Previamente, as moscas-brancas adultas foram retiradas da criação para serem aclimatadas em tomateiros da cultivar Santa Cruz Kadá, suscetível a esse inseto e que não estava entre as plantas testadas nesse experimento. Após a aclimação, foi feita a aquisição do vírus ToSRV pelas moscas-brancas em folíolos de tomateiros da cultivar Santa Cruz Kadá infectados com o vírus ToSRV. O processo e a metodologia de aclimação e aquisição foram semelhantes ao descrito no item 3.2.

De início, foram feitos testes prévios em que, após a liberação, as gaiolas eram checadas a cada 30 minutos, para se efetuar a contagem de indivíduos em cada planta e os dispersos na gaiola com a finalidade de se determinar o tempo que as moscas-brancas levaram para serem atraídas e pousarem nos tomateiros, até atingir uma quantidade constante de moscas-brancas em cada folíolo dentro de cada repetição, para então, determinar a atratividade quanto à alimentação dos insetos. Por meio desses testes prévios, foi observado que, após aproximadamente 24 h da liberação, a quantidade de moscas-brancas se estabilizava em cada folíolo, então esse foi considerado o tempo da atratividade para o experimento, em que foi contabilizada a quantidade de moscas-brancas em cada folíolo. Após 72 h da liberação, as moscas foram retiradas e foi contabilizado o número de ovos em cada folíolo, nas faces adaxial e abaxial, de todas as repetições, através da visualização dos folíolos em microscópio estereoscópico com aumento de 20x. As densidades de moscas-brancas e de ovos foram calculadas dividindo o valor total pela área do respectivo folíolo, a qual foi calculada pelo mesmo software medidor de área mencionado no item 3.2. A quantidade e densidade de cada tipo de tricoma dos folíolos foram determinadas aplicando-se a mesma metodologia descrita para o experimento do item 3.2, mas contando-se os tricomas de apenas dos folíolos terminais utilizados nas gaiolas (um folíolo por planta). O experimento foi mantido em laboratório a 26-31°C, umidade relativa de 50-77% e fotofase de 14 h.

Uma análise colorimétrica foi feita nos genótipos testados neste experimento. Para isso, semearam-se os genótipos de tomateiro em vasos, dentro de casa de vegetação, sendo os vasos e a forma de adubação das plantas semelhantes ao descrito para as plantas usadas no ensaio de atratividade. Assim que os tomateiros atingiram a idade de 30 dias após a semeadura, foi feita uma leitura utilizando o colorímetro CR-400® (Konica Minolta Sensing Inc., Japão) nas faces adaxial e abaxial do folíolo apical da quarta folha verdadeira de cada tomateiro. Esse colorímetro expressa a coloração das folhas de acordo com o sistema de espaço de cor $L^*a^*b^*$, em que o valor L^* = luminosidade, (+) claro/(-) escuro; a^* = (+)

vermelho/(-) verde e $b^* = (+)$ amarelo/(-) azul (KONICA MINOLTA, 2007). Foram realizadas leituras em sete plantas (repetições) por tratamento.

A análise colorimétrica foi feita na mesma época da realização do ensaio de atratividade. O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado. Para análise dos dados de atratividade de moscas-brancas, densidade de moscas-brancas, quantidade de ovos postos, densidade de ovos e densidade de tricomas, foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasi-poisson seguido de comparações múltiplas através do teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$), por meio da função *glht* do pacote *multcomp* (HOTHORN; BRETZ; WESTFALL, 2008). Os dados de colorimetria foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$) após terem sido confirmadas uma distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett). Todas essas análises foram realizadas no software estatístico “R” versão 3.2.1. Uma análise multivariada de agrupamento de fatores foi realizada envolvendo os parâmetros de quantidade de moscas-brancas atraídas e de ovos, densidade de tricomas glandulares e não glandulares, e os dados colorimétricos de intensidade de cores e luminosidade nas faces abaxial e adaxial dos folíolos, a fim de verificar a influência de cada parâmetro na atratividade de *B. tabaci* biótipo B aos genótipos testados. Esta análise foi feita no software estatístico SAS.

3.4 Transmissão de *Tomato severe rugose virus* por *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro com aplicação do inseticida ciantraniliprole

Neste experimento foi avaliado o efeito do inseticida ciantraniliprole (DuPont™ Benevia® 10 OD), do grupo das diamidas antranílicas, na transmissão de ToSRV por *B. tabaci* biótipo B nos três diferentes genótipos de tomateiro selecionados no item 3.2. Esse inseticida, aplicado via foliar, obteve recentemente registro oficial para controle de *B. tabaci* na cultura do tomate no Brasil. O ingrediente ativo ciantraniliprole age de modo a ativar receptores de rianodina, causando liberação excessiva de cálcio dos músculos dos insetos, comprometendo a contração muscular (CORDOVA et al., 2006; SATTELLE; CORDOVA; CHEEK, 2008).

Os tomateiros foram plantados em vasos semelhantes aos utilizados nos experimentos anteriores, dentro de casa de vegetação, com irrigação aos 15 dias após a semeadura com solução nutritiva (15% N, 30% P_2O_5 , 15% K_2O , 0,1% B e 0,3 % Zn). Quando atingiram a idade de 30 dias após a semeadura, foi feita a aplicação do inseticida na concentração de 125 ppm de ingrediente ativo em toda a parte aérea das plantas até o ponto de escoamento, o que

foi conseguido com um volume de calda de 10 ml por planta aplicado por meio de uma pistola de pintura manual ligada a um compressor de ar (131 2VC[®], Primatec Ltda., Brasil) a uma pressão de 3,5 psi. Após 1 h da aplicação, os tomateiros foram introduzidos em gaiolas semelhantes às descritas no experimento do item 3.2, onde foram liberados 15 indivíduos de *B. tabaci* biótipo B previamente aclimatados e infectados com ToSRV, seguindo-se o mesmo procedimento descrito no item 3.2. Foram feitas 13 repetições para cada tratamento, sendo também mantidos dois tratamentos controle, um sem a aplicação do inseticida, mas com a liberação de moscas-brancas infectadas (plantas não tratadas), e outro sem a liberação dos insetos, este somente para comparação no momento das avaliações. Após 72 h da liberação, retiraram-se as gaiolas e foi avaliada a mortalidade de moscas-brancas e a quantidade de aleirodídeos presos a tricomas, em cada repetição. Foi avaliada a incidência do vírus e a severidade da doença em cada planta em todos os tratamentos com a liberação dos insetos seguindo a mesma metodologia aplicada no experimento do item 3.2. A quantidade e densidade de cada tipo de tricoma dos folíolos foram determinadas aplicando a mesma metodologia descrita para o experimento do item 3.2. Até o momento da contagem de insetos mortos, o experimento foi mantido em laboratório a 25-31°C, umidade relativa de 30-70% e fotofase de 14 horas. Após, as plantas foram levadas à casa de vegetação onde foram mantidas até o término das demais avaliações (19-42°C e umidade relativa de 46-87%).

Para a confirmação da incidência de ToSRV nos tomateiros utilizados, foi feita a extração de DNA total do tecido fresco de folhas, seguindo o protocolo de Dellaporta, Wood e Hicks (1983) com algumas modificações. Para cada amostra, foram cortados quatro discos de tecido foliar fresco que foram colocados em microtubos de 1,5 ml; adicionaram-se 500 µL de tampão de extração (0,05 M de EDTA, 0,5 M NaCl, 0,1 M de tampão Tris-HCl pH 8,0) e 1 µL de β-mercaptoetanol em cada microtubo e então foi feita a maceração dos discos foliares com pistilo plástico; foram adicionados 33 µL de SDS 20%, seguida de uma homogeneização em vórtex por 10 segundos, para depois as amostras serem incubadas em banho-maria a 65°C por 10 minutos; foram acrescentados 160 µL de acetato de potássio 5M e os microtubos foram novamente homogeneizados em vórtex por 10 segundos, e em seguida centrifugados por 10 minutos (12000 rpm); o sobrenadante de cada microtubo foi transferido para novos microtubos, e foram adicionados a estes 500 µL de isopropanol a -20°C, seguida de uma leve homogeneização; centrifugou-se por 10 minutos (12000 rpm), e após, a parte líquida foi descartada, deixando somente o precipitado (*pellet*) ao qual foram acrescentados 500 µL de etanol 75% nos microtubos, levando-se a mistura para centrifugação por 5 minutos (8000 rpm). Após, o etanol foi descartado, e os microtubos foram secados a vácuo por 2 minutos, e

por fim foram acrescentados 150 µL de água DPEC em cada microtubo a fim de ressuspender o precipitado. Estes foram armazenados em freezer -20°C até a realização da PCR, a qual foi feita com uma mistura de 2,5 µL de tampão (0,2 M Tris-HCl pH 8,4 e 0,5 M KCl 1X); 0,5 µL de dNTPs 0,2 mM; 1,25 µL dos oligonucleotídeos (*primers*) senso e anti-senso (0,5 mM); 0,25 µL da enzima Taq DNA Polimerase (Gene Direx[®]) (5U/µL); 3 µL de DNA total (precipitado ressuspendido) e o volume final foi completado com água DPEC até 25 µL, por amostra. Foram utilizados oligonucleotídeos para geminivírus (1978 e 496) (ROJAS et al., 1993). O regime do termociclador foi semelhante ao descrito para o experimento do item 3.2.

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado. Para análise dos dados de mortalidade de moscas-brancas e dos indivíduos presos a tricomas foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasi-binomial. Os dados de densidade de tricomas foram analisados pelo mesmo modelo com distribuição quasi-poisson. Havendo diferenças significativas entre os tratamentos, foram realizadas comparações múltiplas através do teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$), por meio da função *glht* do pacote *multcomp* (HOTHORN; BRETZ; WESTFALL, 2008). Para a análise estatística das notas de severidade da doença, foram utilizadas somente as notas da última avaliação (quinta) das plantas que continham o vírus após confirmação por PCR, então, estas notas foram submetidas ao modelo das chances proporcionais, o qual permite medir variáveis por meio de estimativas em termos de razão de chances de dados ordinais. Para que os dados ficassem melhor ajustados no modelo, foi necessário agrupar os dados referentes às notas 2 e 3, e 4 e 5, para assim ficar com três categorias de notas: categoria de nota 1 (nota 1), nota 2 (notas 2 e 3 agrupadas) e nota 3 (notas 4 e 5 agrupadas). As comparações entre as probabilidades de cada tratamento foram feitas pelo teste da razão da verossimilhança ($p < 0,05$). Todas essas análises foram realizadas no software estatístico “R” versão 3.2.1.

3.5 Comportamento de prova de *Bemisia tabaci* biótipo B, monitorado por *Electrical penetration graph* (EPG), em genótipos de tomateiro

Neste estudo, foi aplicada a técnica de EPG a fim de se determinar o comportamento de prova de *B. tabaci* biótipo B nos três genótipos de tomateiro selecionados do experimento do item 3.2. O plantio dos tomateiros empregados neste estudo seguiu o mesmo procedimento descrito para o experimento do item 3.2, com irrigação aos 15 dias após a semeadura com solução nutritiva (15% N, 30% P₂O₅, 15% K₂O, 0,1% B e 0,3 % Zn). Foram coletadas fêmeas adultas de *B. tabaci* biótipo B da criação descrita no item 3.1 com idade de 1-13 dias após a

emergência para fazer a aquisição do vírus ToSRV utilizando a cultivar Santa Cruz Kadá. O procedimento de aquisição foi semelhante ao descrito nos experimentos anteriores. Foram utilizadas plantas de cada genótipo, sem aplicação de inseticida sintético, e com a aplicação do produto, para verificar o comportamento de prova dos insetos, totalizando então seis tratamentos. O inseticida utilizado foi o mesmo aplicado no experimento do item 3.4, o ciantraniliprole (DuPontTM Benevia[®] 10 OD), assim como a sua dose e concentração. O inseticida foi aplicado com uma pistola de pintura manual ligada ao compressor de ar utilizada no experimento do item 3.4, com pressão de 3,5 psi, aplicando-se em toda parte aérea de cada planta até o escorrimento, sendo que foi necessário um volume de calda de 10 ml por planta. Nos tratamentos em que não houve aplicação do inseticida, pulverizaram-se 10 ml água destilada por planta. Os tomateiros aplicados foram deixados por 1 h para secarem, para então serem levados ao laboratório para a condução do experimento. Foram feitas 20 repetições para cada tratamento, sendo uma repetição equivalente a um inseto por planta.

Assim, depois do período de aquisição do vírus, os insetos foram transferidos para tubetes de vidro (3 cm de altura x 1 cm de diâmetro) e colocados em caixas de isopor com gelo moído (Figura 3) para imobilização por um período aproximado de 10 minutos, a fim de facilitar a colagem dos insetos. As moscas-brancas foram então retiradas do tubete já imobilizadas e colocadas sobre uma placa de Petri com superfície preta e gelo moído dentro (Figura 3), e sob um microscópio estereoscópico, os insetos foram visualizados e postos de dorso com auxílio de um pincel fino para a colagem nos eletrodos. Estes eram constituídos de cobre, com um fio de 1,5 cm de mesmo material soldado com aço derretido, e com um fio de ouro de 12 μ m de diâmetro e 1,3 cm de comprimento ligado ao fio de cobre com uma cola de prata à base de água (EPG Systems, Holanda).

Figura 3 - Imobilização das moscas-brancas: 1) Tubete dentro do isopor com gelo moído; 2) Placa de Petri com gelo moído; 3) Superfície preta da placa de Petri

Para a colagem das moscas-brancas, primeiramente, foi utilizada uma cola de prata à base de solvente (acetato de butila) (Ladd Research, Estados Unidos da América), a qual foi passada levemente na ponta do fio de ouro de cada eletrodo somente para formar uma pequena camada, para depois passar uma cola de prata à base de água sobre a camada, para se formar uma pequena gota, para então colar no mesonoto dos insetos, evitando-se colar sobre as asas (Figura 4). A pequena camada de cola à base de solvente passada previamente na ponta do fio de ouro facilita bastante a aderência da cola à base de água no fio. O tempo médio desse processo era de 1 hora.

Figura 4 - Mosca-branca colada com cola de prata à base de água no fio de ouro

Depois de colados nos eletrodos, os insetos foram deixados por um período de 15 minutos para a cola secar, para então serem colocados em contato com a parte abaxial de um folíolo de tomateiro, da quarta ou quinta folha verdadeira, colocando-se o eletrodo em um suporte condutor ligado a um fio, e o outro eletrodo foi ligado ao substrato do vaso com a planta, para que o circuito se fechasse quando o inseto iniciasse a penetração estiletar. Somente para o genótipo LA716 (*S. pennellii*) foi oferecida a face adaxial do folíolo, considerando que o experimento de atratividade realizado previamente não mostrou diferenças significativas quanto à oviposição pelas moscas-brancas entre essa face e a abaxial, além do que a superfície abaxial de LA716 apresenta maior densidade de tricomas glandulares, o que dificultaria a realização dos EPG.

Os aparelhos de EPG utilizados se encontram no Laboratório de Insetos Vetores, do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. As ondas do EPG foram obtidas por um sistema Giga-8 DC-EPG (EPG Systems, Holanda) conectado a um conversor analógico-digital (DATAQ Instruments, Estados Unidos da América), e por um sistema Giga-8d DC-EPG (EPG Systems, Holanda), ambos com uma resistência de entrada fixa de $10^9 \Omega$, e

ajustados com ganância de 100x. As saídas foram digitalizadas no software Stylet+ (EPG Systems, Holanda) em computadores.

A fim de se evitarem ruídos ou interferências no sinal elétrico, os vasos com as plantas onde estavam os insetos foram mantidos em gaiola de Faraday, com uma placa de Petri de vidro abaixo de cada vaso, para evitar o contato direto do vaso com a superfície metálica da gaiola (Figura 5). As plantas pulverizadas com o inseticida foram utilizadas somente uma vez sendo depois descartadas, enquanto as pulverizadas com água destilada foram utilizadas no máximo duas vezes. Todas as moscas-brancas foram utilizadas apenas uma vez. A duração de cada registro de EPG para todas as repetições foi de 24 horas, sendo o experimento conduzido em laboratório com temperatura e umidade relativa variando de 23-27°C e 45-65%, respectivamente, sob luz fluorescente artificial.

Figura 5 - Gaiola de Faraday com o sistema de EPG e os tomateiros em vasos

Depois da coleta dos dados, estes passaram a ser analisados e interpretados, através do mesmo software usado na obtenção dos registros. Foram reconhecidas nesse presente estudo as mesmas ondas previamente descritas e parcialmente associadas a eventos de comportamento alimentar de moscas-brancas por Janssen, Tjallingii e van Lenteren (1989) para *Trialeurodes vaporariorum*, e por Jiang et al. (1999) para *B. tabaci*, as quais são: onda np (*nonprobing*), correlacionada ao evento de não prova em que os estiletes não estão em contato com a folha; onda C, correlacionada ao caminhar estiletar intercelular pelo mesofilo; onda pd (*potential drop*), correlacionada a breves perfurações (duração de 2-10

segundos) intracelulares pelos estiletes; onda E1, associada à salivação em elementos crivados do floema; onda E2, associada à ingestão de seiva do floema, a qual é análoga à onda E2 dos afídeos (PRADO; TJALLINGII, 1994) e psíldeos (BONANI et al., 2010); onda G (duração mínima de 420 segundos), correlacionada à ingestão de seiva do xilema; onda F, correlacionada a dificuldades mecânicas de penetração estiletar em afídeos (CAILLAUD et al., 1995).

Foram avaliados os seguintes parâmetros não sequenciais descritos por Backus et al. (2007): proporção de indivíduos que realizaram uma onda específica (PPW); número de eventos de onda por inseto (NWEI), o qual é a soma do número de eventos de uma onda dividido pelo número total de insetos (repetições) em cada tratamento; duração da onda por inseto (WDI), o qual é a soma das durações de cada evento de uma onda específica dividida pelo número total de insetos (repetições) em cada tratamento; duração da onda por evento (WDE) que é a soma das durações dos eventos de uma onda específica dividida pelo número total de eventos da mesma onda em cada tratamento.

Também foram avaliados os parâmetros sequenciais: tempo até a primeira prova a partir do início do registro (Taté1Prova), duração da primeira prova (Dur1Prova), duração da segunda prova (Dur2Prova), número de provas curtas (onda C < 3 minutos) (NProvasCur), número de provas até o primeiro E1 (NProvas1E1), tempo do início do registro até o primeiro E1 (Taté1E1), tempo da primeira prova até o primeiro E (T1Prova1E), duração do primeiro E (Dur1E), duração total de E1 seguido de E2 (DurE1segE2), número de E2 prolongados (> 10 minutos) (NE2Prol), duração total de E1 seguido por E2 prolongado (> 10 minutos) (DE1SegE2Prol), tempo do início do registro até o primeiro E2 prolongado (> 10 minutos) (Taté1E2Prol), tempo da primeira prova até o primeiro E2 prolongado (> 10 minutos) (T1Prova1E2Prol), tempo do início do registro até o primeiro E2 (Taté1E2), tempo da primeira prova até o primeiro E2 (T1Prova1E2), e número de provas após o primeiro E (NProvasAp1E).

Tanto os parâmetros não sequenciais quanto os parâmetros sequenciais foram calculados com auxílio do *workbook* (versão 4.3.3) em Microsoft® Excel para cálculo automático de parâmetros de EPG desenvolvido e descrito por Sarria et al. (2009). Para a análise estatística, os conjuntos de dados que apresentaram distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett), foram submetidos ao teste de comparação de médias de Tukey-Kramer ($p < 0,05$), por meio da função *TK.test* do pacote *DTK* no software estatístico “R” versão 3.2.1. Para os dados da proporção de indivíduos que realizaram a onda (PPW) foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição

binomial seguido de teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$) no software estatístico SAS. Para os conjuntos que não apresentaram normalidade, os dados foram transformados em $\log(x)$, $\log(x+1)$ ou $\sqrt{x}$. Os dados que, após as transformações, apresentaram normalidade e homogeneidade de variâncias foram submetidos ao teste de comparação de médias de Tukey-Kramer ($p < 0,05$), por meio da função *TK.test* do pacote *DTK*. Para os demais que não atenderam às pressuposições do teste, mesmo após transformações, foi utilizado o modelo GLM com distribuição gaussiana seguido de comparações múltiplas através do teste *post hoc* de Tukey ($p < 0,05$), por meio da função *glht* do pacote *multcomp* (HOTHORN; BRETZ; WESTFALL, 2008). Essas análises foram realizadas no software estatístico “R” versão 3.2.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resistência de genótipos de tomateiro a *Bemisia tabaci* biótipo B e ao *Tomato severe rugose virus* (ToSRV)

O genótipo LA716 (*Solanum pennellii*) foi o que promoveu a maior mortalidade de adultos de mosca-branca, com 81,9% de insetos mortos, diferindo significativamente dos demais tratamentos, sendo este considerado o mais resistente a *Bemisia tabaci* biótipo B (Tabela 1). Em LA1335 (*Solanum pimpinellifolium*) foi observada a segunda maior mortalidade, com 25,6% de insetos mortos, o que foi significativamente maior apenas em relação à mortalidade observada em ‘Santa Clara’ (*Solanum lycopersicum*) (Tabela 1). Esse genótipo foi o que promoveu a menor mortalidade das moscas-brancas (8,2%), não diferindo de ‘Ivety’ e ‘Carina TY’, com 15,4% e 13,3% de moscas-brancas mortas, respectivamente (Tabela 1). Da mesma forma, as mortalidades promovidas por ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ não diferiram significativamente daquela constatada em LA1335. ‘Santa Clara’, ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ foram os três genótipos mais suscetíveis a *B. tabaci* biótipo B, mas ‘Santa Clara’ foi o único genótipo entre estes três a diferir significativamente de LA716 e LA1335.

Tabela 1 - Médias ($\pm$ erro padrão) da mortalidade e de adultos presos de *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos de tomateiro testados

Genótipo	Mortalidade (%) ¹	Insetos presos (%) ¹
LA716	81,9 $\pm$ 4,76 a	75,2 $\pm$ 3,95 a
LA1335	25,6 $\pm$ 3,00 b	5,1 $\pm$ 3,21 b
Ivety	15,4 $\pm$ 2,96 bc	1,5 $\pm$ 1,54 b
Carina TY	13,3 $\pm$ 3,54 bc	0,0 $\pm$ 0,00*
Santa Clara	8,2 $\pm$ 1,54 c	0,5 $\pm$ 0,51 b
F	48,06	54,76
p	< 0,0001	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-binomial seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Todos os insetos encontrados presos a tricomas nos tomateiros se encontravam mortos no momento da avaliação. Do total de moscas-brancas mortas, a maioria foi encontrada presa a tricomas do genótipo LA716, totalizando 75,2% de insetos presos, uma quantidade muito maior em comparação ao verificado nos outros tratamentos (Tabela 1), os quais não diferiram

entre si nesse parâmetro. A razão da alta aderência de moscas-brancas a tricomas em LA716 é devido à alta densidade de tricomas glandulares nesse genótipo. As moscas-brancas eram comumente vistas aderidas, principalmente, pelas asas e pernas (Figura 6). No genótipo ‘Carina TY’ nenhuma mosca-branca foi encontrada presa a tricomas.

Figura 6 - Indivíduos de *Bemisia tabaci* biótipo B presos a tricomas glandulares tipo IV no genótipo LA716

Uma alta incidência de ToSRV foi observada na maioria dos tratamentos (84,6 a 100%), sendo que somente no genótipo LA716 ocorreu incidência relativamente menor que a verificada nos demais, com 30,8% das plantas infectadas com o vírus (Tabela 2). ‘Santa Clara’ foi o único genótipo que apresentou 100% de plantas infectadas. Já ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ apresentaram 92,3% de plantas com o vírus, e LA1335 teve 84,6% de plantas com o patógeno. A confirmação da incidência de ToSRV em todas as repetições de cada tratamento por PCR, é mostrada na figura 7.

Tabela 2 - Incidência de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) nos genótipos de tomateiro¹

Genótipo	Total	%
LA716	4/13	30,8
LA1335	11/13	84,6
Ivety	12/13	92,3
Carina TY	12/13	92,3
Santa Clara	13/13	100

¹ Incidência confirmada através da técnica de PCR.

Figura 7 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; CA) Carina TY; IV) Ivety; LA1) LA1335; LA7) LA716

Por meio da tabela de frequências de notas de severidade (Tabela 3), pode-se verificar que ‘Ivety’ e LA716 receberam em sua maioria, mais notas 1 e 2 na quinta avaliação, sendo que nenhuma nota 5 foi dada para esses genótipos. LA1335 da mesma forma recebeu mais notas 1 e 2, mas também houve três notas 5. Por outro lado, ‘Carina TY’ e ‘Santa Clara’ receberam em sua maioria, notas maiores, como as notas 3 e 4, sendo que houve também uma nota 5 para ‘Carina TY’ e quatro para ‘Santa Clara’.

Diferenças significativas foram verificadas entre os tratamentos quanto às probabilidades de ocorrerem cada categoria de nota (Tabela 4). Em ‘Ivety’, LA716 e LA1335 se constatarem as menores probabilidades de ocorrer a categoria de nota 3 (notas 4 e 5 agrupadas), sendo que para ‘Ivety’ a probabilidade foi de 0,07; em LA716, 0,09 e em LA1335, 0,12. Esses três genótipos também apresentaram as menores probabilidades de receberem notas da categoria 2 (nota 3) e as maiores probabilidades de receberem notas da categoria 1 (notas 1 e 2 agrupadas), sendo que para ‘Ivety’ a probabilidade dessa categoria foi de 0,78; em LA716, 0,73, e em LA1335, 0,65. Inversamente, os genótipos ‘Carina TY’ e ‘Santa Clara’ apresentaram as menores probabilidades de receberem notas da categoria 1, e as maiores probabilidades de receberem notas da categoria 2 e da categoria 3, sendo que esses dois genótipos diferiram significativamente dos outros três considerando todo o conjunto de probabilidades.

Isso significa que os genótipos ‘Ivety’, LA716 e LA1335 apresentaram as menores severidades do begomovírus ToSRV, enquanto que ‘Carina TY’ e ‘Santa Clara’ apresentaram as maiores severidades da doença.

Tabela 3 - Frequência de notas de severidade¹ de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) nos genótipos de tomateiro na quinta avaliação

Genótipo	Notas				
	1	2	3	4	5
Ivety	11	17	6	2	0
LA716	9	0	1	2	0
LA1335	11	11	6	2	3
Carina TY	5	6	8	16	1
Santa Clara	1	3	16	15	4

¹ Escala de notas de 1 a 5, em que 1=ausência de sintomas, 2=ligeira descoloração dos folíolos, 3=ligeira descoloração com início de enrugamento dos folíolos, 4=descoloração e enrugamento dos folíolos, 5=severa descoloração e enrugamento dos folíolos (adaptada de FERREIRA et al., 1999).

Tabela 4 - Probabilidades estimadas de cada genótipo receber as notas de severidade de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (agrupadas em três categorias)¹ na quinta avaliação

Genótipo	Notas na 5ª avaliação ²		
	1	2	3
Ivety	0,78	0,15	0,07 b
LA716	0,73	0,18	0,09 b
LA1335	0,65	0,22	0,12 b
Carina TY	0,26	0,31	0,43 a
Santa Clara	0,19	0,28	0,54 a

¹ Escala de notas de 1 a 5 agrupadas em três categorias, em que: 1=notas 1 e 2; 2=nota 3; 3=notas 4 e 5.

² Probabilidades seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (teste da razão da verossimilhança, $p < 0,05$).

Foi possível observar todos os diferentes tipos de tricomas previamente descritos (tipos I-VIII) em tomateiros nos genótipos utilizados neste estudo (Figuras 8 e 9). Diferenças significativas foram verificadas quanto à densidade de alguns desses tricomas entre os genótipos de tomateiro. O genótipo LA716 apresentou exclusivamente tricomas glandulares dos tipos IV e VI, com larga predominância dos primeiros (Tabelas 5 e 6). Por outro lado, os demais genótipos analisados apresentaram predominância de tricomas não glandulares nas faces adaxial e abaxial dos folíolos. LA1335 apresentou os tricomas não glandulares tipo II e V, e o tricoma glandular tipo VI. Já em ‘Carina TY’, ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ foi observada maior variabilidade de tricomas, ocorrendo os não glandulares tipo III, V e VIII, e os glandulares tipo I, VI e VII.

O tricoma glandular tipo IV foi o predominante em LA716 em ambas as faces, representando quase que 100% do total de tricomas glandulares presentes nesse genótipo, pois o outro tricoma glandular presente no genótipo, o tipo VI, foi verificado em baixas densidades, e significativamente menor comparado à densidade nos demais tratamentos em ambas as faces dos folíolos (Tabelas 5 e 6). O tricoma tipo IV é caracterizado por ser capitado, apresentando em seu ápice uma célula secretória (Figura 8), e é o tricoma responsável por secretar metabólitos (acil açúcares) responsáveis por prender as moscas-brancas nas plantas desse genótipo, como mostrado na figura 6. O tricoma tipo VI apresenta extremidade globular, dividida em quatro células secretórias (Figura 9), sendo interessante ressaltar que em ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ foi observado o tricoma glandular tipo VIb, uma variação do tricoma tipo VI descrito por Channarayappa et al. (1992), mas como este ocorreu em baixíssima densidade, acabou sendo contabilizado junto a tricomas tipo VI. A maior densidade de tricomas glandulares nas faces adaxial e abaxial foi verificada em LA716 (4,31

tricomas/mm² e 6,97 tricomas/mm², respectivamente), diferindo significativamente dos demais genótipos (Tabelas 5 e 6).

O tricoma não glandular tipo V foi o tricoma dominante nos outros quatro genótipos. Esse tricoma é caracterizado por apresentar ápice acicular e ser de tamanho pequeno (Figura 8). Diferenças significativas da densidade desse tricoma entre aqueles genótipos só foram constatadas entre 'Ivety' e 'Carina TY' na face adaxial (maior densidade em 'Ivety'), e entre 'Santa Clara' e LA1335 na face abaxial (maior densidade em 'Santa Clara'). O tricoma tipo V, considerando o somatório da sua densidade nas duas faces, representa aproximadamente 85%, 84%, 86% e 92% da densidade total de tricomas não glandulares em 'Santa Clara', 'Ivety', 'Carina TY' e LA1335, respectivamente. O tricoma não glandular tipo III foi o segundo tricoma mais denso em 'Santa Clara', 'Ivety' e 'Carina TY', não havendo diferença estatística entre os genótipos tanto na face adaxial como na abaxial. Esse tricoma apresenta ápice acicular, com corpo dividido em células, e base unicelular (Figura 8).

Já os tricomas tipo I, VII e VIII ocorreram em menores densidades em 'Santa Clara', 'Ivety' e 'Carina TY', não tendo sido assinalados nos genótipos LA1335 e LA716. O tricoma tipo I é glandular, apresentando em seu ápice uma célula secretória, além de ser mais longo que os demais (Figura 8). Diferenças significativas quanto à densidade do tricoma tipo I foram constatadas em ambas as faces, sendo que na face adaxial, a maior densidade ocorreu em 'Ivety' (0,06 tricomas/mm²), seguido de 'Santa Clara' (0,03 tricomas/mm²) e 'Carina TY' (0,01 tricomas/mm²) (Tabela 5). Na face abaxial, 'Ivety' (0,08 tricomas/mm²) e Santa Clara' (0,06 tricomas/mm²) apresentaram maiores valores do que 'Carina TY' (0,03 tricomas/mm²) (Tabela 6). Não foram verificadas diferenças significativas entre a densidade do tricoma glandular tipo VII entre os tratamentos em nenhuma das faces. Esse tricoma se caracteriza por apresentar tamanho bastante reduzido, com ápice multicelular (Figura 9). Quanto ao tricoma não glandular tipo VIII, o qual é caracterizado por apresentar uma célula basal mais larga, e com uma célula mais fina na extremidade (Figura 9), a maior densidade nas duas faces dos folíolos ocorreu em 'Ivety', diferindo significativamente dos outros dois genótipos que o apresentaram. Já o tricoma não glandular tipo II só foi observado em LA1335. Esse tricoma se caracteriza por ter ápice acicular, corpo dividido em células e base multicelular (Figura 8).

Figura 8 - Diferentes tipos de tricomas observados nos genótipos de tomateiro utilizados neste estudo. 1) Tipo I; 2) Tipo II; 3) Tipo III; 4 e 5) Tipo IV; 6) Tipo V

Na face adaxial o genótipo ‘Ivety’ apresentou densidade significativamente maior de tricomas não glandulares em comparação a ‘Carina TY’, não diferindo de ‘Santa Clara’ e LA1335, que apresentaram densidades intermediárias. Já na face abaxial, ‘Santa Clara’, ‘Ivety’ e ‘Carina TY’ apresentaram as maiores densidades de tricomas não glandulares (4,66, 4,28 e 4,07 tricomas/mm², respectivamente), não diferindo significativamente entre si, porém, superando a densidade de LA1335 (2,51 tricomas/mm²). Ainda que as densidades de tricomas entre as duas faces não tenham sido comparadas estatisticamente, pode-se verificar que

ocorreu uma tendência de maiores valores de tricomas glandulares e não glandulares na face abaxial dos folíolos em todos os genótipos, exceto os tricomas tipo VII e VIII, os quais foram observados somente em ‘Carina TY’, ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’, em que o primeiro foi ligeiramente mais denso na face adaxial, e o segundo apresentou densidade semelhante nas duas faces.

Figura 9 - Diferentes tipos de tricomas observados nos genótipos de tomateiro utilizados neste estudo.
1 e 2) Tipo VI; 3) Tipo VII; 4) Tipo VIII

Tabela 5 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm²) na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo					F	p
		Santa Clara	Ivety	Carina TY	LA1335	LA716		
Adaxial	I ¹	0,03 $\pm$ 0,005 b	0,06 $\pm$ 0,011 a	0,01 $\pm$ 0,002 c	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	20,08	< 0,0001
	II	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,22 $\pm$ 0,054	0,00 $\pm$ 0,000*	—	—
	III ¹	0,43 $\pm$ 0,057 a	0,44 $\pm$ 0,048 a	0,32 $\pm$ 0,031 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	2,31	0,1064
	IV	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	4,30 $\pm$ 0,554	—	—
	V ¹	1,38 $\pm$ 0,125 ab	1,97 $\pm$ 0,154 a	1,26 $\pm$ 0,157 b	1,64 $\pm$ 0,200 ab	0,00 $\pm$ 0,000*	3,63	0,0156
	VI ¹	0,14 $\pm$ 0,044 a	0,24 $\pm$ 0,053 a	0,18 $\pm$ 0,028 a	0,24 $\pm$ 0,034 a	0,01 $\pm$ 0,003 b	10,37	< 0,0001
	VII ¹	0,03 $\pm$ 0,006 a	0,02 $\pm$ 0,006 a	0,03 $\pm$ 0,003 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,2104	0,8107
	VIII ¹	0,01 $\pm$ 0,005 b	0,02 $\pm$ 0,004 a	0,01 $\pm$ 0,001 b	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	6,36	0,0028
Total	N.G. ^{1,2}	1,83 $\pm$ 0,153 ab	2,42 $\pm$ 0,193 a	1,59 $\pm$ 0,172 b	1,87 $\pm$ 0,197 ab	0,00 $\pm$ 0,000*	3,7	0,0142
	G. ^{1,3}	0,20 $\pm$ 0,044 b	0,32 $\pm$ 0,054 b	0,22 $\pm$ 0,030 b	0,24 $\pm$ 0,034 b	4,31 $\pm$ 0,556 a	126,47	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² N.G.=Não glandulares (tipos II, III, V e VIII)

³ G=Glandulares (tipos I, IV, VI e VII).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Tabela 6 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm²) na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo					F	p
		Santa Clara	Ivety	Carina TY	LA1335	LA716		
Abaxial	I ¹	0,06 $\pm$ 0,005 a	0,08 $\pm$ 0,011 a	0,03 $\pm$ 0,005 b	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	10,71	< 0,0001
	II	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,27 $\pm$ 0,028	0,00 $\pm$ 0,000*	—	—
	III ¹	0,51 $\pm$ 0,059 a	0,63 $\pm$ 0,105 a	0,43 $\pm$ 0,038 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	2,09	0,1299
	IV	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	6,95 $\pm$ 0,859	—	—
	V ¹	4,13 $\pm$ 0,438 a	3,64 $\pm$ 0,409 ab	3,63 $\pm$ 0,330 ab	2,41 $\pm$ 0,296 b	0,00 $\pm$ 0,000*	4,18	0,0078
	VI ¹	0,30 $\pm$ 0,037 a	0,33 $\pm$ 0,045 a	0,35 $\pm$ 0,033 a	0,27 $\pm$ 0,028 a	0,02 $\pm$ 0,003 b	32,81	< 0,0001
	VII ¹	0,01 $\pm$ 0,003 a	0,01 $\pm$ 0,004 a	0,01 $\pm$ 0,004 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	2,49	0,0894
	VIII ¹	0,01 $\pm$ 0,001 b	0,02 $\pm$ 0,003 a	0,01 $\pm$ 0,001 b	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	10,68	< 0,0001
Total	N.G. ^{1,2}	4,66 $\pm$ 0,486 a	4,28 $\pm$ 0,451 a	4,07 $\pm$ 0,336 a	2,51 $\pm$ 0,299 b	0,00 $\pm$ 0,000*	5,44	0,0017
	G. ^{1,3}	0,36 $\pm$ 0,039 b	0,42 $\pm$ 0,054 b	0,39 $\pm$ 0,034 b	0,27 $\pm$ 0,028 b	6,97 $\pm$ 0,860 a	145,63	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post-hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² N.G.=Não glandulares (II, III, V e VIII).

³ G=Glandulares (I, IV, VI e VII).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

O genótipo LA716 (*S. pennellii*) foi o mais resistente a *B. tabaci* biótipo B, já que provocou mortalidade de mais de 80% dos adultos testados. Como cerca de 75% dos insetos mortos encontravam-se aderidos aos tricomas glandulares, pode-se inferir que a razão da alta resistência à mosca-branca se deve principalmente à presença em alta densidade do tricoma glandular tipo IV, o qual é uma estrutura importante na resistência do tomateiro a pragas. Esse tipo de tricoma em tomateiro é conhecido por apresentar glândulas que secretam e armazenam metabólitos que mediam a resistência dessas plantas a *B. tabaci*, incluindo-se os acil açúcares, que têm aspecto pegajoso com capacidade de prender aqueles organismos, dificultando sua mobilidade e consequentemente a alimentação (MUTSCHLER et al., 1996; BLAUTH; CHURCHILL; MUTSCHLER, 1998; GONÇALVES et al., 2007; McDOWELL et al., 2011).

De forma semelhante, outros estudos comprovam a resistência de LA716 a *B. tabaci*. Oriani, Vendramim e Vasconcelos (2011b) observaram uma alta quantidade de moscas-brancas presas a tricomas glandulares em LA716 (aproximadamente 88% das moscas-brancas liberadas), em teste sem chance de escolha. Fancelli et al. (2003) também verificaram alta mortalidade de moscas-brancas em LA716, sendo que todos os aleirodídeos atraídos ao genótipo se encontravam mortos. Os dados da incidência do vírus ToSRV em LA716 comparado à incidência nos demais genótipos mostram que houve uma menor inoculação do patógeno pelas moscas-brancas no referido genótipo. Dessa forma, fica evidente que aqueles tricomas glandulares, por meio da secreção de acil açúcares, podem reduzir a inoculação e consequentemente, a disseminação de vírus transmitido por *B. tabaci* biótipo B. Pela análise da densidade de tricomas nos genótipos testados, a densidade de tricomas glandulares de 4,31 tricomas/mm² na face adaxial e 6,97 tricomas/mm² na abaxial reduziu a inoculação de ToSRV por matar as moscas-brancas antes que estas inoculassem o vírus.

Oriani e Vendramim (2010) verificaram uma densidade de tricomas glandulares na face abaxial em LA716 de 9,8 tricomas/mm², contando os tricomas presentes em duas áreas de 3,5 mm² por folíolo através da técnica do *fingerprint* descrita por Segatto et al. (2004). Diferentemente, a metodologia utilizada no presente trabalho consistiu de contar tricomas diretamente sob microscópio estereoscópico em uma metade de cada folíolo, multiplicando a quantidade de tricomas contados por dois, considerando a simetria bilateral do folíolo. Outras diferenças foram observadas na densidade de tricomas de LA1335 e ‘Santa Clara’, em que Oriani e Vendramim (2010) verificaram na face abaxial de LA1335, 1,5 tricomas glandulares/mm² e 3,4 tricomas não glandulares/mm², e em ‘Santa Clara’, 0,9 tricomas glandulares/mm² e 3,6 tricomas não glandulares/mm². Considerando que a idade das plantas utilizadas em ambos os experimentos era semelhante, uma das razões para tal diferença entre

as densidades pode ser a diferente técnica de contagem de tricomas. Ressalte-se, ainda, que o comprimento dos dias em que os tomateiros são submetidos é também um importante fator que influencia diretamente a densidade de tricomas (SNYDER; HYATT, 1984).

O fato de no presente estudo o genótipo LA1335 (*S. pimpinellifolium*) ter promovido mortalidade moderada, significativamente maior que a observada em ‘Santa Clara’ mas menor que a observada em LA716, evidencia que há algum tipo de resistência a *B. tabaci* biótipo B naquele genótipo. Oriani, Vendramim e Vasconcelos (2011a) verificaram que LA1335 promoveu prolongamento do período e maior mortalidade da fase ninfal de *B. tabaci* biótipo B, em comparação a outros genótipos. Aparentemente, a resistência de LA1335 a *B. tabaci* biótipo B é somente do tipo antibiose. Dados de atratividade de *B. tabaci* biótipo B quanto à alimentação e oviposição em experimentos sem e com chance de escolha, indicam que LA1335 é um dos tomateiros mais preferidos pela mosca-branca (ORIANI; VENDRAMIM, 2010; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011b).

Apesar de ter sido observada mortalidade moderada dos insetos em LA1335, significativamente maior do que em ‘Santa Clara’, a incidência de ToSRV foi relativamente alta, não muito menor do que a observada em ‘Ivety’ e ‘Carina TY’, o que comprova que as moscas-brancas conseguem inocular ToSRV com eficiência semelhante à verificada naqueles genótipos, cujas mortalidades não diferiram significativamente de LA1335. O mecanismo de resistência de LA1335 a *B. tabaci* biótipo B ainda não é muito claro, mas tal resistência não pode ser associada a tricomas, como em LA716, visto que aquele genótipo apresenta baixa densidade de tricomas glandulares, e apenas o tricoma tipo VI. É possível que essa resistência esteja associada a fatores fisiológicos do genótipo. Estudos complementares de comportamento de prova via EPG são necessários para entender o mecanismo de resistência proporcionado por LA1335, uma vez que o emprego desse genótipo em programas de melhoramento seria interessante, pois *S. pimpinellifolium* é compatível para cruzamentos com a espécie do tomateiro comercial *S. lycopersicum* (PILOWSKY; COHEN, 1974), além de produzir tomates de coloração vermelha (PERALTA; SPOONER, 2000).

As menores severidades de ToSRV ocorreram em ‘Ivety’, LA716 e LA1335. É conhecido que a resistência a *Begomovirus*, incluindo ToSRV, em tomateiros é devido aos genes *Ty*. Sendo o híbrido ‘Ivety’ portador de um desses genes, pode-se presumir que a menor severidade está associada à presença do gene. Genes *Ty* dificultam a mobilidade de begomovírus dentro das plantas portadoras por aparentemente atuarem inibindo proteínas do vírus relacionadas ao seu deslocamento (MICHELSON; ZAMIR; CZOSNEK, 1994). Diversos estudos já relataram resistência de genótipos de tomateiro portadores de genes *Ty* a

geminivirus brasileiros (SANTANA et al., 2001; MATOS et al., 2003; BOITEUX et al., 2007).

Quanto a LA716, as menores notas dadas no final da avaliação provavelmente são relacionadas à alta mortalidade de moscas-brancas provocada pelo genótipo. Santana et al. (2001) verificaram correlações entre uma maior quantidade de moscas-brancas virulíferas liberadas em tomateiro com maiores severidades de viroses. A presença de acil açúcares provenientes da alta densidade de tricomas glandulares tipo IV pode dificultar o processo de prova e alimentação de *B. tabaci*, que consequentemente dificulta a inoculação das partículas virais. Tentativas de transmitir ToSRV para LA716 via enxertia foram feitas no presente estudo para confirmar a suscetibilidade do genótipo ao begomovírus, porém não houve pegamento dos enxertos.

Já o fato de não ter ocorrido diferenças significativas da severidade de ToSRV entre ‘Ivety’ e LA1335, não pode ser diretamente relacionado à mortalidade, sendo que não houve diferenças significativas quanto a esse parâmetro entre os dois genótipos. O fato de ter havido diferença significativa entre as probabilidades das notas de severidade entre LA1335 e ‘Carina TY’, em que o primeiro se mostrou mais resistente ao vírus, pode indicar uma possível nova fonte de resistência a ToSRV que merece mais estudos, uma vez que ‘Carina TY’ porta o gene *Ty* que confere resistência parcial a ToSRV. Informações a respeito da resistência de genótipos de tomateiro, principalmente selvagens, a ToSRV são escassas. Sabe-se que alguns genótipos de tomateiros selvagens representam importantes fontes de resistência a geminivirose (MICHELSON; ZAMIR; CZOSNEK, 1994; SANTANA et al., 2001). Assim seria importante a condução de experimentos que objetivem a determinação de fontes de resistência ao begomovírus ToSRV.

Os genótipos ‘Carina TY’ e ‘Santa Clara’ foram os mais suscetíveis ao begomovírus. Apesar de ter o gene *Ty*, o primeiro genótipo não se mostrou mais resistente que a cultivar padrão Santa Clara.

Dessa forma, os três genótipos selecionados para a realização dos demais experimentos foram: 1) LA716 que foi o mais resistente a *B. tabaci* biótipo B por provocar a maior mortalidade e menor incidência de ToSRV; 2) ‘Ivety’ por ter sido o mais resistente ao vírus, considerando que apesar de não ter ocorrido diferenças significativas entre as probabilidades das notas de severidade na última avaliação com LA1335, ‘Ivety’ apresentou maior probabilidade de receber notas mais baixas (categoria de notas 1) e menor probabilidade de receber notas mais altas (categoria de notas 3), além de ter apresentado frequência de notas 5 menor, o que foi usado como critério de desempate; e 3) ‘Santa Clara’

que ao mesmo tempo foi suscetível a *B. tabaci* biótipo B e a ToSRV, salientando-se que apesar de não terem ocorrido diferenças estatísticas com ‘Carina TY’, ‘Santa Clara’ foi o único que diferiu significativamente de LA716 e LA1335 quanto à mortalidade, apresentou maior probabilidade de receber notas mais baixas (categoria de notas 1) e maior probabilidade de receber notas mais altas (categoria de notas 3), além de ter apresentado frequência de notas 5 maior, o que foi usado como critério de desempate. .

4.2 Atratividade de *Bemisia tabaci* biótipo B aos três genótipos de tomateiro selecionados

De acordo com os resultados obtidos, adultos de *B. tabaci* biótipo B foram menos atraídos pelo genótipo LA716 (*S. pennellii*), com 3,1 insetos atraídos/folículo, diferindo significativamente dos demais, sendo, portanto, o mais resistente ao inseto por antixenose (Tabela 7). Essa quantidade é aproximadamente 5 vezes menor do que a quantidade de moscas-brancas verificadas em ‘Ivety’ (15,5 insetos/folículo) e cerca de 9 vezes menor do que a quantidade observada em ‘Santa Clara’, que foi o genótipo mais atrativo (28,6 insetos/folículo), com base nesse parâmetro (Tabela 7). De acordo com a análise da densidade de moscas-brancas atraídas, entretanto, não houve diferenças significativas entre ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’, indicando que a área foliolar de ‘Santa Clara’ era maior. Quase todas as moscas-brancas atraídas por LA716 (aproximadamente 98%) se encontravam presas a tricomas glandulares (3,0 insetos presos), enquanto que nenhum inseto foi observado preso a tricomas em ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’ (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios ($\pm$ erro padrão) do número total e da densidade (número de adultos/cm²) de *Bemisia tabaci* biótipo B atraídos e presos aos genótipos de tomateiro testados

Genótipo	Atraídos ¹	Densidade ¹	Presos*	Densidade*
LA716	3,1 $\pm$ 0,66 c	0,2 $\pm$ 0,05 b	3,0 $\pm$ 0,67	0,2 $\pm$ 0,05
Ivety	15,5 $\pm$ 2,20 b	1,2 $\pm$ 0,15 a	0,0 $\pm$ 0,00	0,0 $\pm$ 0,00
Santa Clara	28,6 $\pm$ 2,35 a	1,6 $\pm$ 0,20 a	0,0 $\pm$ 0,00	0,0 $\pm$ 0,00
F	51,85	33,11	—	—
p	< 0,0001	< 0,0001	—	—

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

* Análise estatística não realizada (variância nula nos genótipos Ivety e Santa Clara).

A menor oviposição ocorreu no genótipo LA716 com 3,5 ovos postos/folículo no total (Tabela 10). Maiores quantidades totais de ovos foram verificadas em ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’, com 190,1 e 113,9 ovos/folículo, respectivamente. Com base nos resultados obtidos pela

análise fatorial, observou-se interação significativa entre os genótipos e as faces do folíolo quanto à oviposição (Tabela 8). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao número de ovos na face adaxial. Já na face abaxial a oviposição foi significativamente menor em LA716 (0,6 ovo/folíolo), seguido de ‘Ivety’ (102,3 ovos) que também diferiu de ‘Santa Clara’, onde se constatou o maior número de ovos (173,4 ovos) (Tabela 10).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância da quantidade de ovos postos por *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos testados em diferentes faces dos folíolos

FV ¹	GL ²	SQ ³	QM ⁴	F	p
Genótipo	2	132046,8	66023,0	41,26	< 0,0001
Face	1	158256,4	158256,0	98,89	< 0,0001
Genótipo x Face	2	103119,8	51560,0	32,22	< 0,0001
Resíduo	84	134421,6	1600,0		
Total	89	527844,6			

¹Fator de variação; ²Graus de liberdade; ³Soma de quadrados; ⁴Quadrado médio.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância da densidade de ovos postos por *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos testados em diferentes faces dos folíolos

FV ¹	GL ²	SQ ³	QM ⁴	F	p
Genótipo	2	1773,4	886,7	36,78	< 0,0001
Face	1	2348,3	2348,3	97,41	< 0,0001
Genótipo x Face	2	1341,0	670,5	27,81	< 0,0001
Resíduo	84	2025,1	24,1		
Total	89	7487,8			

¹Fator de variação; ²Graus de liberdade; ³Soma de quadrados; ⁴Quadrado médio.

De forma geral, a atratividade de moscas-brancas foi positivamente correlacionada com a oviposição nos genótipos testados. Com base nos resultados obtidos pela análise fatorial, observou-se interação significativa entre genótipos e as faces do folíolo quanto à densidade de ovos (Tabela 9). Ao verificar a densidade de ovos nas faces adaxial e abaxial, e a densidade total entre os três genótipos, novamente não foram obtidas diferenças significativas na face adaxial, enquanto que na abaxial, LA716 apresentou a menor densidade (0,1 ovo/cm²), diferindo de ‘Ivety’ (14,5 ovos/cm²) e ‘Santa Clara’ (17,9 ovos/cm²) (Tabela 11). Apesar de ‘Santa Clara’ ter sido mais ovipositada do que ‘Ivety’, as densidades de ovos entre os dois genótipos em ambas as faces não diferiram entre si, o que certamente se deve à maior área foliar em ‘Santa Clara’ (Tabela 11). Em LA716 não houve diferença significativa

entre a quantidade de ovos na parte adaxial e abaxial dos folíolos, enquanto que em ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’ o número de ovos colocados na face abaxial foi significativamente maior do que na face adaxial (Tabela 11).

Tabela 10 – Número médio ($\pm$ erro padrão) de ovos postos por *Bemisia tabaci* biótipo B nos folíolos dos tomateiros testados

Genótipo	Adaxial ¹	Abaxial ¹	Total ²
LA716 ¹	2,9 $\pm$ 1,10 a A	0,6 $\pm$ 0,53 c A	3,5 $\pm$ 1,15 c
Ivety ¹	11,6 $\pm$ 2,95 a B	102,3 $\pm$ 16,05 b A	113,9 $\pm$ 17,72 b
Santa Clara ¹	12,9 $\pm$ 3,26 a B	173,4 $\pm$ 19,01 a A	190,1 $\pm$ 17,92 a
F	—	—	73,15
p	—	—	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (análise fatorial confirmatória seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

Tabela 11 – Média ($\pm$ erro padrão) da densidade de ovos (número/cm²) postos por *Bemisia tabaci* biótipo B nos folíolos dos tomateiros testados

Genótipo	Adaxial ¹	Abaxial ¹	Total ²
LA716 ¹	0,3 $\pm$ 0,11 a A	0,1 $\pm$ 0,07 b A	0,2 $\pm$ 0,06 b
Ivety ¹	1,8 $\pm$ 0,45 a B	14,5 $\pm$ 1,90 a A	8,1 $\pm$ 1,09 a
Santa Clara ¹	1,5 $\pm$ 0,39 a B	19,7 $\pm$ 2,38 a A	10,6 $\pm$ 1,19 a
F	—	—	69,88
p	—	—	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (análise fatorial confirmatória seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

Assim como observado no item 4.1, em LA716 somente foram observados tricomas glandulares, e em ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’ ocorreu predominância dos tricomas não glandulares tipos III e V, e menores densidades de tricomas glandulares dos tipos I, VI, e VII (Tabelas 12 e 13). O tricoma glandular tipo IV foi o predominante nas faces adaxial e abaxial de LA716, com densidade de 3,74 e 5,63 tricomas/mm², respectivamente (Tabelas 12 e 13). O tricoma tipo VI ocorreu em baixa densidade nos três genótipos. A maior densidade foi verificada em ‘Ivety’ tanto na face adaxial (0,45 tricomas/mm²) quanto na abaxial (0,71 tricomas/mm²); já LA716 apresentou as menores densidades desse tricoma em ambas as faces, com 0,01 tricomas/mm² na adaxial, e 0,02 tricomas/mm² na abaxial. Quanto ao total de tricomas glandulares, LA716 apresentou nas faces adaxial e abaxial, 3,75 e 5,64 tricomas/mm²,

respectivamente, superando significativamente as densidades apresentadas por ‘Ivety’ (0,60 e 0,82 tricomas/mm², respectivamente) e ‘Santa Clara’ (0,23 e 0,51 tricomas/mm², respectivamente) (Tabelas 12 e 13).

Nos genótipos ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’ houve maior densidade do tricoma não glandular do tipo V tanto na face adaxial quanto na abaxial dos folíolos, em comparação aos demais tricomas, sendo que a densidade em ‘Ivety’ em ambas as faces foi significativamente maior (3,36 tricomas/mm² na face adaxial, e 8,50 tricomas/mm² na face abaxial) que em ‘Santa Clara’ (2,13 e 4,63 tricomas/mm², respectivamente) (Tabelas 12 e 13). A densidade do tricoma tipo V na face abaxial foi mais do que o dobro da densidade do mesmo na face adaxial nesses dois genótipos. O tricoma não glandular tipo III também foi observado em grande quantidade nesses dois genótipos, principalmente na face abaxial de ‘Ivety’, onde a densidade do tricoma foi significativamente maior (4,12 tricomas/mm²) que em ‘Santa Clara’ (0,50 tricoma/mm²) (Tabela 13), não havendo diferença entre esses dois genótipos para o tricoma tipo III na face adaxial (1,12 e 0,96 tricomas/mm², respectivamente) (Tabela 12). Igualmente, em ‘Ivety’ foi constatada a maior densidade de tricomas não glandulares na face adaxial (4,50 tricomas/mm²) e abaxial (12,65 tricomas/mm²), diferindo significativamente de ‘Santa Clara’ (3,10 e 5,16 tricomas/mm², respectivamente) (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm²) na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo			F	p
		Santa Clara	Ivety	LA716		
Adaxial	I ¹	0,12 $\pm$ 0,024 a	0,14 $\pm$ 0,030 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,11	0,7431
	III ¹	0,96 $\pm$ 0,130 a	1,12 $\pm$ 0,115 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,86	0,3630
	IV ¹	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	3,74 $\pm$ 0,298	—	—
	V ¹	2,13 $\pm$ 0,245 b	3,36 $\pm$ 0,296 a	0,00 $\pm$ 0,000*	10,33	0,0033
	VI ²	0,09 $\pm$ 0,016 b	0,45 $\pm$ 0,083 a	0,01 $\pm$ 0,001 c	48,83	< 0,0001
	VII ¹	0,01 $\pm$ 0,004 a	0,02 $\pm$ 0,007 a	0,00 $\pm$ 0,000*	1,48	0,2347
	VIII ¹	0,02 $\pm$ 0,002 a	0,03 $\pm$ 0,004 a	0,00 $\pm$ 0,000*	2,07	0,1618
Total	N.G. ^{1,3}	3,10 $\pm$ 0,259 b	4,50 $\pm$ 0,291 a	0,00 $\pm$ 0,000*	12,97	0,0012
	G. ^{2,4}	0,23 $\pm$ 0,034 c	0,60 $\pm$ 0,103 b	3,75 $\pm$ 0,298 a	152,62	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ N.G. = Não glandulares (tipos III, V e VIII).

⁴ G. = Glandulares (tipos I, IV, VI e VII).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Tabela 13 - Densidade média ($\pm$ erro padrão) de tricomas (número/mm²) na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo			F	p
		Santa Clara	Ivety	LA716		
Abaxial	I ¹	0,09 $\pm$ 0,010 a	0,09 $\pm$ 0,011 a	0,00 $\pm$ 0,000*	0,05	0,8334
	III ¹	0,50 $\pm$ 0,075 b	4,12 $\pm$ 0,820 a	0,00 $\pm$ 0,000*	37,14	< 0,0001
	IV	0,00 $\pm$ 0,000*	0,00 $\pm$ 0,000*	5,63 $\pm$ 0,435	—	—
	V ¹	4,63 $\pm$ 0,501 b	8,50 $\pm$ 0,758 a	0,00 $\pm$ 0,000*	19,04	0,0002
	VI ²	0,41 $\pm$ 0,070 b	0,71 $\pm$ 0,116 a	0,02 $\pm$ 0,002 c	41,20	< 0,0001
	VII ¹	0,01 $\pm$ 0,003 a	0,02 $\pm$ 0,005 a	0,00 $\pm$ 0,000*	4,02	0,0548
	VIII ¹	0,03 $\pm$ 0,005 a	0,03 $\pm$ 0,003 a	0,00 $\pm$ 0,000*	2,07	0,1618
Total	N.G. ^{1,3}	5,16 $\pm$ 0,510 b	12,65 $\pm$ 1,374 a	0,00 $\pm$ 0,000*	31,99	< 0,0001
	G. ^{2,4}	0,51 $\pm$ 0,072 b	0,82 $\pm$ 0,121 b	5,64 $\pm$ 0,435 a	164,69	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ N.G. = Não glandulares (tricomas tipos III, V e VIII).

⁴ G. = Glandulares (tricomas tipos I, IV, VI e VII).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

A análise colorimétrica dos folíolos dos diferentes genótipos mostrou que a coloração destes tende para o verde (valor a* negativo) e amarelo (valor b* positivo) claros (valor L* positivo) (Tabelas 14 e 15). Diferenças significativas quanto aos parâmetros de luminosidade (L*), verde (a*) e amarelo (b*) foram constatadas. Na face adaxial, foi verificado que os folíolos de ‘Ivety’ apresentaram menor luminosidade do que os outros dois genótipos, evidenciando que os folíolos destes são mais escuros (Tabela 14). Quanto à intensidade da cor verde na face adaxial, ‘Santa Clara’ foi o que apresentou o maior valor (a* = -22,2), ‘Ivety’ apresentou valor intermediário (a* = -21,1), e LA716 o menor valor (a* = -18,9) (Tabela 14). Na mesma face, ‘Santa Clara’ apresentou a maior intensidade da cor amarela (b* = 37,0), diferindo significativamente dos outros dois genótipos (Tabela 14).

Já na face abaxial, não foram constatadas diferenças significativas quanto à luminosidade e intensidade de verde entre os genótipos (Tabela 15). Somente foram verificadas diferenças para a intensidade de amarelo, com maior valor em ‘Santa Clara’ (b* = 29,4) que diferiu significativamente de ‘Ivety’ (b* = 27,3), enquanto LA716 (b* = 28,6) não diferiu dos outros dois genótipos (Tabela 15).

Tabela 14 - Parâmetros (média $\pm$ erro padrão) da análise colorimétrica da face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados, em que L^* = luminosidade, a^* = (-) verde, b^* = (+) amarelo

Genótipo	L^* ¹	a^* ¹	b^* ¹
Santa Clara	46,1 $\pm$ 0,56 a	-22,2 $\pm$ 0,22 a	37,0 $\pm$ 0,89 a
Ivety	42,4 $\pm$ 0,50 b	-21,2 $\pm$ 0,24 b	31,5 $\pm$ 0,70 b
LA716	45,6 $\pm$ 0,82 a	-18,9 $\pm$ 0,19 c	28,9 $\pm$ 0,70 b
F	10,02	60,31	29,17
p	0,0012	< 0,0001	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey, $p < 0,05$).

Tabela 15 - Parâmetros (média $\pm$ erro padrão) da análise colorimétrica da face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados, em que L^* = luminosidade, a^* = (-) verde, b^* = (+) amarelo

Genótipo	L^* ¹	a^* ¹	b^* ¹
Santa Clara	51,5 $\pm$ 1,27 a	-17,7 $\pm$ 0,22 a	29,4 $\pm$ 0,60 a
Ivety	50,5 $\pm$ 0,77 a	-17,3 $\pm$ 0,19 a	27,3 $\pm$ 0,49 b
LA716	48,9 $\pm$ 0,80 a	-17,6 $\pm$ 0,12 a	28,6 $\pm$ 0,51 ab
F	1,86	1,37	3,97
p	0,1850	0,279	0,0372

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey, $p < 0,05$).

A análise de agrupamento para os parâmetros de atratividade da mosca-branca, e de resistência dos tomateiros gerou dois eixos de fatores, o fator 1 com 68% e o fator 2 com 39% (Figura 10). A análise mostrou a proximidade da preferência de *B. tabaci* biótipo B e da oviposição com a intensidade de verde (a^*) e de amarelo (b^*) na face adaxial e a luminosidade (L^*) na face abaxial; os tricomas não glandulares e a intensidade de amarelo (b^*) na face abaxial também foram positivamente correlacionados com os parâmetros de atratividade, mas com menor influência (Figura 10). Por outro lado, uma forte correlação negativa foi verificada entre a preferência dos insetos e da oviposição com a densidade dos tricomas glandulares, ao longo do eixo do fator 1 (68%).

Figura 10 - Análise multivariada de parâmetros de atratividade de *Bemisia tabaci* biótipo B e de parâmetros de resistência dos genótipos de tomateiro

O genótipo LA716 foi o mais resistente a *B. tabaci* biótipo B, apresentando forte grau de antixenose. De acordo com os resultados desse estudo, a menor atratividade das moscas-brancas e a consequente menor preferência por oviposição verificada no genótipo LA716 podem ser relacionadas, principalmente, à predominância e a grande densidade do tricoma glandular tipo IV que confere resistência ao inseto. Esse fato é corroborado através da análise colorimétrica que mostrou semelhança estatística entre LA716 e ‘Santa Clara’ quanto a alguns parâmetros muito influentes na atratividade (confirmada pela análise multivariada) como a luminosidade e a intensidade de amarelo na face abaxial.

Alguns outros estudos também relacionam a presença de grande densidade de tricomas glandulares em LA716 com a não preferência por alimentação e oviposição de *B. tabaci* biótipo B. Oriani; Vendramim (2010) verificaram baixa atratividade e oviposição por parte de *B. tabaci* biótipo B ao genótipo LA716, com apenas 4,7 moscas-brancas atraídas e 4,1 ovos no folíolo apical, enquanto que ‘Santa Clara’ foi bastante atrativo e ovipositado, com 67,3 moscas-brancas atraídas e 84,8 ovos no folíolo apical, em teste com chance de escolha. Nenhum ovo de *B. tabaci* biótipo B foi encontrado em LA716 no experimento com chance de escolha realizado por Fancelli et al. (2003), além do que as moscas-brancas atraídas por esse genótipo se encontravam mortas e presas a tricomas glandulares. Igualmente, Baldin, Vendramim e Lourenção (2005) verificaram baixa atratividade e oviposição de *B. tabaci*

biótipo B em LA716, em contraposição a cultivar suscetível IAC-Santa Clara onde ocorreu a maior atratividade e oviposição por parte dos insetos. Conforme discutido anteriormente, os tricomas tipo IV de LA716 secretam acil açúcares aderentes a determinados insetos que dificultam sua mobilidade e alimentação. Liedl et al. (1995) constataram uma significativa redução de atratividade e oviposição de *B. argentifolli* (= *B. tabaci* biótipo B) no tomateiro cultivado, *S. lycopersicum*, com folíolos tratados com exsudatos de LA716.

Para *B. tabaci*, predomina um geotropismo negativo durante o processo de seleção hospedeira da face do folíolo para oviposição, como também o inseto consegue discriminar as diferentes faces dos folíolos de certas plantas como o tomateiro (SIMMONS, 1994; VENDRAMIM; SOUZA; ONGARELLI, 2009). A preferência para alimentação e oviposição da mosca-branca pela superfície abaxial em tomateiros, de modo geral, pode ser explicada principalmente por fatores geotrópicos, anatômicos e morfológicos da planta hospedeira (SIMMONS, 1994; VENDRAMIM; SOUZA; ONGARELLI, 2009). No caso de LA716 no presente estudo, a menor densidade de tricomas glandulares tipo IV na superfície adaxial, em comparação à superfície abaxial, provavelmente é um dos fatores que mediarão a preferência por oviposição de forma semelhante nas duas faces, uma vez que não houve diferenças estatísticas entre o número de ovos postos nas faces adaxial e abaxial de LA716. Segundo Walker e Perring (1994), o processo de oviposição por parte da mosca-branca ocorre em sua maioria no primeiro minuto do início de prova do inseto em seu hospedeiro, em que a mosca-branca está com seus estiletes em caminhamento no mesófilo. Quando se tem uma densidade de tricomas tipo IV menor na face adaxial, o contato da mosca-branca com a superfície foliar é facilitado, permitindo assim a inserção dos estiletes e da oviposição.

Alguns estudos apontam que genótipos de tomateiro com maiores densidades de tricomas não glandulares são mais preferidos por *B. tabaci* para oviposição (VENDRAMIM; SOUZA; ONGARELLI, 2009; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011b). Em outros vegetais, como algodoeiro e meloeiro, também já foi observado que plantas com maiores densidades de tricomas (não glandulares) são mais atrativas para *B. tabaci*, como também são mais ovipositadas (BUTLER; HENNEBERRY; WILSON, 1984; COELHO et al., 2009). Os ovos e as ninfas de moscas-brancas podem ser favorecidos pela presença de tricomas no hospedeiro, pois estes podem prejudicar a ação de inimigos naturais dificultando a mobilidade destes e, conseqüentemente, a capacidade de localizar as moscas-brancas (LI et al., 1987; INBAR; GERLING, 2008).

A análise multivariada mostrou a forte influência da intensidade da cor verde e amarela na face adaxial e da luminosidade na face abaxial na preferência por alimentação e

oviposição de *B. tabaci* biótipo B. A análise colorimétrica mostrou que houve diferença significativa entre ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’ quanto à cor verde na face adaxial, à cor amarela em ambas as faces dos folíolos, e à luminosidade na face adaxial, em que essas variáveis foram mais intensas em ‘Santa Clara’. É conhecida a preferência por parte de moscas-brancas pela cor amarela, razão pela qual armadilhas dessa cor são comumente empregadas no monitoramento e redução populacional do referido inseto (MOREAU; ISMAN, 2011; MOREAU; ISMAN, 2012; PINTO-ZEVALLOS; VÄNNINEN, 2013). Assim, os resultados de atratividade do presente estudo estão de acordo com as pesquisas que mostram que moscas-brancas apresentam tendência de serem atraídas pelo amarelo. Não obstante, já foi mostrado também que a cor verde influencia o pouso de *B. tabaci* e sua orientação (ISAACS; WILLIS; BYRNE, 1999), o que pode explicar também a maior atratividade por ‘Santa Clara’.

Em adição, o híbrido Ivety é portador do gene *Mi*. Alguns estudos mostram que tomateiros portadores desse gene, com idade acima de dois meses, apresentam antixenose e antibiose a *B. tabaci* biótipo B e Q (NOMBELA; BEITIA; MUÑIZ, 2000, 2001; NOMBELA; WILLIAMSON; MUÑIZ, 2003), porém as plantas utilizadas no presente experimento apresentavam apenas 30 dias após a semeadura (4-5 folhas verdadeiras abertas), o que pode ter reduzido a influência do gene.

De acordo com todas as observações feitas no presente estudo, a maior preferência de *B. tabaci* biótipo B por ‘Santa Clara’ foi influenciada principalmente pela maior intensidade de verde e amarelo na face adaxial e pela maior luminosidade na face abaxial dos folíolos desse genótipo, considerando que apesar da maior densidade de tricomas não glandulares em ‘Ivety’ nas faces adaxial e abaxial, esse genótipo apresentou menor atratividade e oviposição comparado à ‘Santa Clara’. Todavia, não se pode descartar a possibilidade da influência do tamanho da área dos folíolos na atratividade, pois a área de ‘Santa Clara’ era maior. A aplicação de análises colorimétricas em estudos de resistência de plantas a *B. tabaci* é ainda pouco comum. Coelho et al. (2009) e Prado et al. (2015) utilizaram a colorimetria como ferramenta para tentar explicar a preferência de *B. tabaci* biótipo B por genótipos de meloeiro e algodoeiro, respectivamente. Esse tipo de análise deve ser mais explorada em estudos de resistência a *B. tabaci* e interações inseto-planta, uma vez que a mosca-branca parece ser fortemente influenciada por estímulos visuais.

4.3 Transmissão de *Tomato severe rugose virus* por *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro com aplicação do inseticida ciantraniliprole

Altas mortalidades de *B. tabaci* biótipo B foram verificadas quando se aplicou ciantraniliprole. Em LA716 e ‘Ivety’ tratados com o inseticida, houve mortalidade de 100% das moscas-brancas liberadas, e em ‘Santa Clara’ tratada com o inseticida, 99% das moscas-brancas morreram (Tabela 16). A média de mortalidade nesse último tratamento não diferiu significativamente da mortalidade observada em LA716 sem aplicação de ciantraniliprole. Uma significante menor mortalidade de moscas-brancas ocorreu nos genótipos ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados com o inseticida, com valores de 17,9 e 11,3%, respectivamente, sendo que não foram constatadas diferenças significativas entre esses tratamentos (Tabela 16).

Tabela 16 - Médias ($\pm$ erro padrão) de mortalidade e de indivíduos presos ($\pm$ erro padrão) de *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos de tomateiro testados tratados com ciantraniliprole e não tratados

	Genótipo	Mortalidade (%) ¹	Insetos Presos (%) ¹
Ciantraniliprole	LA716	100,0 $\pm$ 0,00*	66,7 $\pm$ 5,89 a
	Ivety	100,0 $\pm$ 0,00*	5,6 $\pm$ 1,82 b
	Santa Clara	99,0 $\pm$ 0,70 a	0,5 $\pm$ 0,51 b
Não tratados	LA716	95,4 $\pm$ 2,70 a	72,8 $\pm$ 5,62 a
	Ivety	17,9 $\pm$ 2,20 b	3,1 $\pm$ 1,22 b
	Santa Clara	11,3 $\pm$ 2,40 b	0,0 $\pm$ 0,00*
	F	149,43	74,73
	p	< 0,0001	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-binomial seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Foi verificada uma alta quantidade de moscas-brancas presas a tricomas no genótipo LA716, independentemente se houve pulverização prévia de ciantraniliprole ou não (Tabela 16). Todas as moscas-brancas presas a tricomas em todos os tratamentos se encontravam mortas no momento da avaliação. Não foram verificadas diferenças significativas de insetos presos entre ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ com e sem aplicação do inseticida sintético.

A aplicação prévia de ciantraniliprole reduziu a incidência de ToSRV em todos os genótipos. A incidência do vírus nos tratamentos em que houve a aplicação do inseticida foi reduzida em 50% em LA716 e ‘Ivety’, e aproximadamente 63% em ‘Santa Clara’ (Tabela 17). Menores incidências de ToSRV foram constatadas em LA716 não tratado e tratado com

ciantraniliprole, em comparação aos demais tratamentos. As figuras 11 e 12 mostram os resultados da detecção de ToSRV por PCR.

Tabela 17 - Incidência de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) nos genótipos de tomateiro¹

Genótipo	Ciantraniliprole		Não tratado	
	Total	%	Total	%
LA716	1/13	7,7	2/13	15,4
Ivety	3/13	23,1	6/13	46,2
Santa Clara	3/13	23,1	8/13	60,0

¹ Incidência confirmada através da técnica de PCR.

Figura 11 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; IV) Ivety; LA) LA716; SCI) Santa Clara com inseticida; IVI) Ivety com inseticida; LAI) LA716 com inseticida

Figura 12 - Detecção de ToSRV por meio de PCR nos genótipos de tomateiro. SC) Santa Clara; IV) Ivety; LA) LA716; SCI) Santa Clara com inseticida; IVI) Ivety com inseticida; LAI) LA716 com inseticida

A tabela de frequências de notas de severidade da quinta avaliação (Tabela 18) mostra que os genótipos tratados com ciantraniliprole e ‘Ivety’ não tratado receberam mais notas entre 1 e 3, ressaltando-se que esse último recebeu apenas notas 1 e 2. ‘Santa Clara’ não tratado recebeu em sua maioria, notas 4 e 5, de maior severidade. Esse tratamento e LA716 não tratado foram os únicos em que foram observados sintomas característicos da nota 5 nas avaliações.

Diferenças significativas foram verificadas entre alguns tratamentos quanto às probabilidades de ocorrerem cada categoria de nota (Tabela 19). O genótipo ‘Ivety’ tratado e não tratado apresentou as menores probabilidades de ocorrer a categoria de nota 3 (notas 4 e 5 agrupadas), com probabilidade de 0,07 e 0,04, respectivamente, e as maiores probabilidades de receberem notas da categoria 1 (nota 1), com 0,38 e 0,52, respectivamente, sendo que os tratamentos diferiram significativamente de LA716 e ‘Santa Clara’ não tratados (Tabela 19).

Os genótipos LA716 e ‘Santa Clara’ tratados com ciantraniliprole apresentaram probabilidades de 0,18 para as categorias de notas 1 e 3, e diferiram significativamente de ‘Santa Clara’ não aplicado com o inseticida, o qual para a categoria de nota 1 apresentou probabilidade de somente 0,01 e para a categoria 3 a probabilidade de 0,79, a mais alta entre os tratamentos (Tabela 19).

Pela análise das probabilidades estimadas, os tratamentos em que houve aplicação de ciantraniliprole, mais ‘Ivety’ sem aplicação do inseticida, apresentaram as menores severidades de ToSRV. Todos obtiveram maiores probabilidades da menor nota (nota 1) e as menores probabilidades de receberem as maiores notas (notas 4 e 5). Já ‘Santa Clara’ não tratado com ciantraniliprole apresentou alta severidade da doença, diferindo dos demais tratamentos, exceto de LA716 não tratado.

Tabela 18 - Frequência de notas de severidade de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) nos genótipos de tomateiro tratados com ciantraniliprole e não tratados na quinta avaliação

Tratamento		Notas				
		1	2	3	4	5
Ciantraniliprole	Ivety	3	3	3	0	0
	LA716	0	2	1	0	0
	Santa Clara	3	0	3	3	0
Não tratado	Ivety	9	9	0	0	0
	LA716	1	2	0	1	2
	Santa Clara	0	2	3	9	10

Tabela 19 - Probabilidades estimadas de receber cada uma das notas (agrupadas em três categorias)¹ na quinta avaliação para cada genótipo

Tratamento		Notas na 5ª avaliação ²		
		1	2	3
Ciantraniliprole	Ivety	0,38	0,55	0,07 c
	LA716	0,18	0,64	0,18 bc
	Santa Clara	0,18	0,64	0,18 bc
Não tratado	Ivety	0,52	0,44	0,04 c
	LA716	0,06	0,51	0,43 ab
	Santa Clara	0,01	0,19	0,79 a

¹ Escala de notas de 1 a 5 agrupadas em três categorias, em que: 1=nota 1; 2=notas 2 e 3; 3=notas 4 e 5.

² Probabilidades seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste da razão da verossimilhança, $p < 0,05$).

A densidade de tricomas verificada nos três genótipos de tomateiro deste experimento foi semelhante, de modo geral, à densidade do experimento de atratividade (item 4.2), com

predominância de tricomas não glandulares nas faces adaxial e abaxial de ‘Santa Clara’ e ‘Ivety’, notadamente os tipos III e V, e de tricomas glandulares em LA716, principalmente o tipo IV (Tabelas 20 e 21). Esse tricoma ocorreu nas densidades de 4,98 tricomas/mm² na face adaxial e 6,64 tricomas/mm² na face abaxial de LA716 (Tabelas 20 e 21). O total de tricomas glandulares nas duas faces foi significativamente maior em LA716 comparado a ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’.

O tricoma não glandular tipo V foi o mais abundante em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’, sendo que em ‘Ivety’ foram verificadas as maiores densidades em ambas as faces (Tabelas 20 e 21). A densidade desse tricoma na face abaxial foi mais do que o dobro da densidade encontrada na face adaxial. Não foram verificadas diferenças significativas da densidade do tricoma não glandular tipo III na face abaxial entre ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’, como foi constatado no item 4.2. O total de tricomas não glandulares foi significativamente maior em ‘Ivety’ nas duas faces, com 2,95 tricomas/mm² na face adaxial e 6,93 tricomas/mm² na face abaxial, enquanto que ‘Santa Clara’ apresentou 1,83 e 4,66 tricomas/mm² nas faces adaxial e abaxial respectivamente (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20 - Densidade média (tricomas/mm² ± erro padrão) de tricomas na face adaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo			F	p
		Santa Clara	Ivety	LA716		
Adaxial	I ¹	0,03 ± 0,005 b	0,06 ± 0,009 a	0,00 ± 0,000*	7,11	0,0103
	III ¹	0,43 ± 0,057 a	0,47 ± 0,037 a	0,00 ± 0,000*	0,31	0,5803
	IV	0,00 ± 0,000*	0,00 ± 0,000*	4,98 ± 0,299	—	—
	V ¹	1,38 ± 0,125 b	2,46 ± 0,253 a	0,00 ± 0,000*	16,29	0,0001
	VI ²	0,14 ± 0,044 a	0,3 ± 0,050 a	0,02 ± 0,003 b	17,7	< 0,0001
	VII ¹	0,03 ± 0,006 a	0,01 ± 0,004 b	0,00 ± 0,000*	6,44	0,0144
	VIII ¹	0,01 ± 0,001 a	0,01 ± 0,004 a	0,00 ± 0,000*	1,63	0,2070
Total	N.G. ^{1,3}	1,83 ± 0,153 b	2,95 ± 0,276 a	0,00 ± 0,000*	13,72	0,0005
	G. ^{2,4}	0,20 ± 0,039 b	0,37 ± 0,073 b	5,00 ± 0,301 a	373,8	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ N.G. = Não glandulares (tipos III, V e VIII).

⁴ G. = Glandulares (tipos I, IV, VI e VII).

*Não incluído na análise estatística (variância nula).

Tabela 21 - Densidade média (tricomas/mm² ± erro padrão) de tricomas na face abaxial de folíolos dos genótipos de tomateiro testados

Face	Tricoma	Genótipo			F	p
		Santa Clara	Ivety	LA716		
Abaxial	I ¹	0,06 ± 0,005 a	0,08 ± 0,016 a	0,00 ± 0,000*	3,18	0,0805
	III ¹	0,51 ± 0,059 a	0,63 ± 0,079 a	0,00 ± 0,000*	0,31	0,2211
	IV ¹	0,00 ± 0,000*	0,00 ± 0,000*	6,64 ± 0,452	—	—
	V ¹	4,13 ± 0,438 b	6,28 ± 0,784 a	0,00 ± 0,000*	6,18	0,0163
	VI ²	0,30 ± 0,037 a	0,41 ± 0,071 a	0,03 ± 0,004 b	36,1	< 0,0001
	VII ¹	0,01 ± 0,003 a	0,001 ± 0,001 b	0,00 ± 0,000*	14,50	0,0004
	VIII ¹	0,01 ± 0,003 a	0,02 ± 0,002 a	0,00 ± 0,000*	0,68	0,4136
Total	N.G. ^{1,3}	4,66 ± 0,913 b	6,93 ± 1,359 a	0,00 ± 0,000*	6,07	0,0173
	G. ^{2,4}	0,36 ± 0,071 c	0,51 ± 0,100 b	6,67 ± 0,452 a	125,1	< 0,0001

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas linhas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição quasi-poisson seguido por teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ N.G. = Não glandulares (tipos III, V e VIII).

⁴ G. = Glandulares (tipos I, IV, VI e VII).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

O genótipo LA716 foi o mais resistente a *B. tabaci* biótipo B, provocando alta mortalidade dos insetos nos tratamentos com e sem aplicação de ciantraniliprole. Assim como nos demais experimentos do presente estudo, a alta densidade de tricomas glandulares tipo IV que secretam acil açúcares prejudiciais à mosca-branca que prendem o inseto junto a tricomas, foi o principal fator responsável pela mortalidade dos insetos, o que, por consequência, auxiliou na redução da incidência de ToSRV no referido genótipo.

O fato de a mortalidade provocada por LA716 ter sido semelhante à verificada em ‘Santa Clara’ tratado com ciantraniliprole e próxima das mortalidades vistas em LA716 e ‘Ivety’ tratados com ciantraniliprole mostra que os acil açúcares secretados pelos tricomas glandulares em LA716 foi tão eficiente quanto a ação do inseticida na mortalidade de *B. tabaci* biótipo B. Igualmente, foi a redução da incidência de ToSRV em LA716 e nos genótipos aplicados com o inseticida. Observa-se que o mesmo não foi verificado para os genótipos ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ isoladamente, para os quais o não tratamento com ciantraniliprole proporcionou mortalidade baixa. A redução da inoculação de um begomovírus via resistência genética já fora constatada por Rodríguez-López et al. (2011), em que a porcentagem de infecção por TYLCV de tomateiros do genótipo ABL 14-8, o qual apresenta tricomas tipo IV e acil açúcares, foi significativamente reduzida em relação a um tomateiro suscetível à mosca-branca.

Caballero et al. (2015) verificaram mortalidade superior a 90% de *B. tabaci* biótipo B em tomateiros suscetíveis tratados com ciantraniliprole via foliar no terceiro dia após o tratamento, como também a aplicação do inseticida reduziu significativamente a incidência do vírus TYLCV nas plantas em casa de vegetação. Em ensaio de campo, a redução da incidência do vírus foi significativamente menor até os 14 dias após a aplicação. De forma semelhante ao presente estudo com ToSRV, os autores também verificaram redução da severidade do sintoma do vírus TYLCV nos tomateiros tratados com ciantraniliprole.

O inseticida ciantraniliprole foi capaz de reduzir a severidade de ToSRV nos tomateiros em que foi aplicado. A severidade verificada nos tratamentos com aplicação do inseticida foi tão baixa quanto a severidade observada em ‘Ivety’, híbrido parcialmente resistente a ToSRV. A ocorrência das menores severidades e da menor incidência do vírus quando se aplicou ciantraniliprole foi provavelmente consequência de alterações no comportamento de prova, e da alta mortalidade das moscas-brancas. ToSRV é um vírus persistente-circulativo no vetor, mas que é adquirido rapidamente, dentro de 1 minuto (TOLOY, 2015) e inoculado em um período mínimo de 5 minutos (eficiência de 10%), mas a eficiência é maior em um período de 24 h (eficiência de 75%) (FREITAS, 2012), ou seja, o produto deve agir no inseto rapidamente para garantir a prevenção da transmissão do patógeno. O maior número de moscas-brancas mortas também implica em uma redução da eficiência de transmissão pelo grupo de insetos liberados por planta. Santana et al. (2001) observaram menor incidência e severidade de sintomas de begomovírus em tomateiros quando uma quantidade menor de moscas-brancas infectadas eram liberadas nas plantas.

O genótipo ‘Ivety’ se mostrou, realmente, resistente ao ToSRV. Uma baixa severidade da virose foi observada no genótipo mesmo não tratado com ciantraniliprole. O fato de não terem ocorrido diferenças significativas entre ‘Ivety’ tratado e não tratado com ciantraniliprole, indica que a resistência genética isoladamente conseguiu evitar maiores severidades de ToSRV. Tomateiros que possuem genes *Ty*, como o híbrido ‘Ivety’, são considerados parcialmente resistentes a begomovirose, pois os genes dificultam a mobilidade de begomovírus dentro das plantas por aparentemente atuarem inibindo proteínas do vírus relacionadas ao seu deslocamento (MICHELSON; ZAMIR; CZOSNEK, 1994).

Os efeitos de ciantraniliprole verificados neste experimento, como a redução dos sintomas do begomovírus ToSRV nos tomateiros e a mortalidade total das moscas-brancas, indicam que o inseticida é eficiente no controle de *B. tabaci* biótipo B, o que implica na menor disseminação de ToSRV, reduzindo, conseqüentemente, a severidade da virose nos tomateiros tratados. Da mesma forma, a resistência genética de tomateiros à mosca-branca

baseada em metabólitos como os acil açúcares secretados pelos tricomas glandulares tipo IV foi bastante eficiente no controle desse inseto vetor e principalmente na redução da disseminação do fitovírus. Ressalte-se ainda que a resistência promovida por genes *Ty*, como em ‘Ivety’, é interessante para o manejo de ToSRV.

4.4 Comportamento de prova de *Bemisia tabaci* biótipo B, monitorado por *Electrical penetration graph* (EPG), em genótipos de tomateiro

Todos os tipos de onda previamente descritos para *B. tabaci* foram observados em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ quando não houve aplicação de ciantraniliprole (Figuras 13 e 14). Como de habitual, a onda np foi observada em todos os indivíduos, porém, diferenças significativas foram constatadas nos parâmetros não sequenciais (Tabelas 22, 23 e 24). O número de eventos por inseto (NWEI) da onda np foi bastante reduzido no genótipo LA716 e nos tratamentos com aplicação de ciantraniliprole, comparado à ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ (não tratados) em que ocorreram 160,2 e 185,2 eventos da onda np por inseto, respectivamente (Tabela 22). Se por um lado esses tratamentos tiveram maior número de eventos de np por inseto, a duração da onda por inseto (WDI) foi significativamente menor em relação aos demais (Tabela 23). Cada mosca-branca permaneceu por menos tempo em comportamento de não prova em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados com ciantraniliprole, enquanto que em LA716 e nos três tratamentos aplicados com o inseticida, as moscas-brancas permaneceram por mais tempo com os estiletes não inseridos nas plantas. A duração dos eventos da onda (WDE) de não prova foi maior em LA716 pulverizado com o inseticida, com duração média de 334,7 minutos (Tabela 24). Em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados com ciantraniliprole, a duração dos eventos da onda foi aumentada também, mas significativamente menor do que em ‘LA716’ tratado (77,9 e 79,1 minutos, respectivamente). Os tratamentos não pulverizados com inseticida apresentaram menores durações dos eventos de np, principalmente ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ (com duração de 4,9 e 4,1 minutos), os quais diferiram significativamente de LA716 (com 50,1 minutos) (Tabela 24).

Figura 13 - Tipos de ondas produzidas por *Bemisia tabaci* biótipo B no genótipo 'Santa Clara'. 1) Visão geral de 1 h de registro; 2) Detalhe da onda np; 3) Detalhe da onda C; 4) Detalhe da onda pd; 5) Detalhe da onda E1; 6) Transição das ondas E1 e E2; 7) Detalhe da onda E2

Figura 14 - Tipos de ondas produzidas por *Bemisia tabaci* biótipo B no genótipo 'Santa Clara'. 1) Visão geral de 1 h de registro; 2) Detalhe da onda F; 3) Visão geral de 1 h de registro; 4) Detalhe da onda G

Nem todas as moscas-brancas realizaram atividade de prova em LA716, 'Ivety' e 'Santa Clara' tratados com ciantranilprole e em LA716 não tratado (Tabela 22). Diferenças significativas ocorreram quanto a proporção de indivíduos que realizaram prova (PPW) entre LA716 aplicado com ciantranilprole (6 indivíduos) e os tratamentos sem inseticida (15 indivíduos em LA716, e 20 indivíduos em 'Ivety' e 'Santa Clara') (Tabela 22). O número de eventos de prova por inseto foi significativamente menor quando houve aplicação de ciantranilprole e em LA716 não tratado, em relação à 'Ivety' e 'Santa Clara' sem aplicação do inseticida (Tabela 22). Quando houve aplicação do inseticida, em LA716 foram verificados 3,4 eventos de prova por inseto, enquanto em 'Ivety' e 'Santa Clara', esse número foi 16,7. Também, o efeito genético isolado (sem aplicação de inseticida) de LA716 já foi capaz de reduzir o número de provas, sendo observados 25,2 eventos de prova por inseto, constatando fortemente com os números de provas em 'Ivety' e 'Santa Clara' não tratados (160,2 e 184,8 eventos, respectivamente) (Tabela 22).

Tabela 22 - Proporção de indivíduos que realizaram a onda (PPW) e média ($\pm$ erro padrão) do número de eventos de onda por inseto (NWEI) feito por *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro.

Tratamento		Tipo de onda							
		np		Prova		C		pd	
		PPW ¹	NWEI ²	PPW ¹	NWEI ²	PPW ¹	NWEI ²	PPW ¹	NWEI ²
Ciantraniliprole	LA716	20/20	4,2 $\pm$ 1,31 b	6/20 b	3,4 $\pm$ 1,37 b	6/20 b	3,4 $\pm$ 1,37 b	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*
	Ivety	20/20	17,7 $\pm$ 6,71 b	14/20 ab	16,7 $\pm$ 6,71 b	14/20 ab	17,1 $\pm$ 6,78 b	3/20 b	1,1 $\pm$ 0,86 b
	Santa Clara	20/20	17,5 $\pm$ 5,03 b	14/20 ab	16,7 $\pm$ 5,09 b	14/20 ab	16,9 $\pm$ 5,09 b	2/20 b	0,3 $\pm$ 0,22 b
Água	LA716	20/20	26,2 $\pm$ 10,03 b	15/20 a	25,2 $\pm$ 10,03 b	15/20 a	25,7 $\pm$ 10,12 b	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*
	Ivety	20/20	160,2 $\pm$ 27,99 a	20/20 a	160,2 $\pm$ 28,29 a	20/20 a	165,9 $\pm$ 28,58 a	20/20 a	12,2 $\pm$ 2,67 a
	Santa Clara	20/20	185,2 $\pm$ 28,18 a	20/20 a	184,8 $\pm$ 28,21 a	20/20 a	190,3 $\pm$ 27,84 a	19/20 a	19,5 $\pm$ 3,44 a
F		—	22,72	7,92	22,66	7,92	24,22	97,08	17,35
p		—	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
		E1		E2		F		G	
		PPW ¹	NWEI ²	PPW ¹	NWEI ²	PPW ¹	NWEI ³	PPW ¹	NWEI ²
Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	0/20 c	0,0 $\pm$ 0,00*
	Ivety	2/20 b	0,3 $\pm$ 0,21 ab	2/20 b	0,2 $\pm$ 0,11 c	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	3/20 bc	0,2 $\pm$ 0,12 b
	Santa Clara	2/20 b	0,1 $\pm$ 0,07 b	1/20 b	0,1 $\pm$ 0,05 c	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	3/20 bc	0,2 $\pm$ 0,12 b
Água	LA716	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	0/20 b	0,0 $\pm$ 0,00*	6/20 b	1,0 $\pm$ 0,5 b
	Ivety	18/20 a	3,0 $\pm$ 1,02 a	17/20 a	1,8 $\pm$ 0,44 b	4/20 a	0,4 $\pm$ 0,18 a	19/20 a	4,3 $\pm$ 0,67 a
	Santa Clara	20/20 a	5,5 $\pm$ 1,17 a	20/20 a	4,0 $\pm$ 0,70 a	4/20 a	0,2 $\pm$ 0,09 a	18/20 a	3,0 $\pm$ 0,61 a
F		92,47	10,46	91,92	19,65	3,20	0,54	32,06	15,12
p		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0032	0,4658	< 0,0001	< 0,0001

¹ Proporções de indivíduos seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição binomial, seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana, $p < 0,05$).

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Tabela 23 - Média ($\pm$ erro padrão) da duração de cada onda por inseto (WDI) feita por *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro

Tratamento		Tipo de onda			
		np ⁴	Prova ⁴	C ⁴	pd ⁵
		WDI ¹	WDI ¹	WDI ¹	WDI ²
Ciantraniliprole	LA716	1405,9 $\pm$ 21,89 a	97,4 $\pm$ 57,52 b	97,4 $\pm$ 57,52 b	—
	Ivety	1378,7 $\pm$ 30,85 a	87,6 $\pm$ 42,54 b	79,8 $\pm$ 40,25 b	29,8 $\pm$ 22,24 a
	Santa Clara	1384,6 $\pm$ 16,72 a	79,1 $\pm$ 20,97 b	67,2 $\pm$ 17,85 b	13,4 $\pm$ 5,40 a
Água	LA716	1312,0 $\pm$ 37,84 a	138,3 $\pm$ 39,69 b	94,7 $\pm$ 26,04 b	—
	Ivety	788,0 $\pm$ 46,75 b	652,0 $\pm$ 46,75 a	437,1 $\pm$ 48,12 a	55,9 $\pm$ 11,73 a
	Santa Clara	764,0 $\pm$ 46,85 b	676,0 $\pm$ 46,85 a	422,6 $\pm$ 45,33 a	84,1 $\pm$ 12,94 a
F; p		75,97; <0,0001	46,63; <0,0001	19,61; <0,0001	3,62; 0,1272
		E1 ⁴	E2 ⁴	F ⁴	G ⁴
		WDI ²	WDI ¹	WDI ³	WDI ²
Ciantraniliprole	LA716	—	—	—	—
	Ivety	3,6 $\pm$ 0,39 a	26,9 $\pm$ 4,18 a	—	15,9 $\pm$ 8,14 b
	Santa Clara	4,5 $\pm$ 0,85 a	38,3 $\pm$ 0,00*	—	39,8 $\pm$ 27,34 ab
Água	LA716	—	—	—	109,1 $\pm$ 33,54 ab
	Ivety	2,2 $\pm$ 0,61 a	94,4 $\pm$ 29,05 a	10,1 $\pm$ 4,33 a	137,2 $\pm$ 23,77 a
	Santa Clara	4,5 $\pm$ 0,86 a	156,5 $\pm$ 35,12 a	21,6 $\pm$ 10,06 a	138,3 $\pm$ 48,21 ab
F; p		2,82; 0,0520	1,41; 0,2568	1,11; 0,3319	3,24; 0,0204

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey-Kramer, $p < 0,05$, com médias e variâncias transformadas em $\log(x)$).

³ Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana, $p < 0,05$).

⁴ Valores expressos em minutos.

⁵ Onda pd (*potential drop*) expressa em segundos.

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

Tabela 24 - Média ($\pm$ erro padrão) da duração de cada onda por evento (WDE) feito por *Bemisia tabaci* biótipo B nos genótipos de tomateiro durante 24 h de registro

Tratamento		Tipo de onda			
		np ⁴	Prova ⁴	C ⁴	pd ⁵
		WDE ¹	WDE ¹	WDE ¹	WDE ¹
Ciantraniliprole	LA716	334,7 $\pm$ 60,70 a	10,0 $\pm$ 4,09 a	10,0 $\pm$ 4,09 a	—
	Ivety	77,9 $\pm$ 15,05 b	3,7 $\pm$ 0,49 b	3,3 $\pm$ 0,39 b	4,1 $\pm$ 0,33 ab
	Santa Clara	79,1 $\pm$ 14,20 b	3,3 $\pm$ 0,44 b	2,8 $\pm$ 0,33 b	4,5 $\pm$ 1,13 ab
Água	LA716	50,1 $\pm$ 8,45 c	4,1 $\pm$ 0,57 b	2,8 $\pm$ 0,34 b	—
	Ivety	4,9 $\pm$ 0,40 d	4,1 $\pm$ 0,30 b	2,6 $\pm$ 0,17 b	4,6 $\pm$ 0,11 a
	Santa Clara	4,1 $\pm$ 0,22 d	3,7 $\pm$ 0,25 b	2,2 $\pm$ 0,09 b	4,1 $\pm$ 0,08 b
F; p		209,22; <0,0001	2,49; 0,0294	12,87; <0,0001	4,66; 0,0031
		E1 ⁴	E2 ⁴	F ⁴	G ⁴
		WDE ²	WDE ¹	WDE ³	WDE ¹
Ciantraniliprole	LA716	—	—	—	—
	Ivety	1,2 $\pm$ 0,28 a	18,0 $\pm$ 6,67 a	—	11,9 $\pm$ 3,98 a
	Santa Clara	4,5 $\pm$ 0,85 a	38,3 $\pm$ 0,00*	—	29,9 $\pm$ 10,51 a
Água	LA716	—	—	—	34,4 $\pm$ 6,94 a
	Ivety	0,7 $\pm$ 0,07 b	44,6 $\pm$ 11,43 a	6,2 $\pm$ 2,43 a	30,3 $\pm$ 3,67 a
	Santa Clara	0,8 $\pm$ 0,07 b	39,1 $\pm$ 6,28 a	21,6 $\pm$ 10,06 a	29,9 $\pm$ 3,61 a
F; p		6,09; 0,0006	0,32; 0,7290	3,68; 0,0872	0,44; 0,7817

¹ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

² Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey-Kramer, $p < 0,05$, com médias e variâncias transformadas em $\log(x)$).

³ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana, $p < 0,05$).

⁴ Valores expressos em minutos.

⁵ Onda pd (*potential drop*) expressa em segundos.

* Não incluído na análise estatística (variância nula).

De forma semelhante, foi observada a redução da duração do tempo de prova por inseto nos tratamentos com ciantraniliprole e em LA716 não tratado (Tabela 23). As moscas-brancas permaneceram por menos tempo em prova naqueles tratamentos comparados a ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados. Quando se tratou ‘Ivety’ com ciantraniliprole, houve uma redução na duração da prova por inseto de aproximadamente 7,0 vezes, e em ‘Santa Clara’, de aproximadamente 8,5 vezes, em relação aos respectivos genótipos não tratados com inseticida (Tabela 23). Contudo, ao analisar a duração da prova por evento, o tratamento LA716 com ciantraniliprole apresentou a maior duração, com 10,0 minutos, diferindo de todos os outros tratamentos, que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 24).

Nenhuma mosca-branca realizou a onda pd (*potential drop*) no genótipo LA716, independentemente da aplicação do inseticida, enquanto essa atividade foi realizada por apenas três e duas moscas-brancas em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados com ciantraniliprole, respectivamente; já quando não houve aplicação, a proporção foi de 20 e 19 insetos, respectivamente (Tabela 22). A quantidade de eventos dessa onda por inseto foi significativamente reduzida em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ com aplicação de ciantraniliprole, constatando-se 1,1 e 0,3 eventos da onda por inseto, respectivamente, enquanto que nos mesmos genótipos sem aplicação do referido produto houve 12,2 e 19,5 eventos de pd por inseto, respectivamente (Tabela 22). Quanto à duração da onda pd por inseto, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 23), mas na duração da onda por evento, houve diferença significativa entre ‘Ivety’ (4,6 segundos) e ‘Santa Clara’ (4,1 segundos) não tratados com o inseticida (Tabela 24).

Nenhuma mosca-branca submetida ao genótipo LA716 realizou ondas floemáticas (E1 e E2), e apenas dois indivíduos atingiram o floema em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados, o que diferiu de ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados em que houve 18 e 20 moscas-brancas, respectivamente, que atingiram o floema (Tabela 22). Igualmente, o número de eventos da onda E1 por inseto em ‘Santa Clara’ tratado com o inseticida foi significativamente reduzido (0,1 evento); já em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ sem o produto ocorreram 3,0 e 5,5 eventos da onda por inseto, respectivamente (Tabela 22). A duração de E1 por inseto não diferiu de forma significativa entre os tratamentos (Tabela 23). Todavia, a duração da onda E1 por evento foi maior em ‘Santa Clara’ (4,5 minutos) e ‘Ivety’ (1,2 minutos) tratados com ciantraniliprole, quando comparada à referida duração nos mesmos genótipos sem aplicação do produto (0,8 e 0,7 minutos, respectivamente) (Tabela 24).

Das duas moscas-brancas que realizaram a onda E1 em ‘Santa Clara’ tratado, só uma realizou também a onda E2, enquanto que em ‘Ivety’ tratado os dois insetos que realizaram

E1 também realizaram onda E2. A proporção de indivíduos que realizaram a onda E2 nesses dois tratamentos diferiu estatisticamente da proporção verificada nos mesmos genótipos não tratados, com 17 moscas-brancas em ‘Ivety’ e 20 moscas-brancas em ‘Santa Clara’ (Tabela 22). O número de eventos da onda E2 por mosca-branca foi bastante reduzido em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ com ciantraniliprole (0,2 e 0,1 eventos, respectivamente), contrastando com os tratamentos referentes aos mesmos genótipos sem aplicação do inseticida. Destaque-se ainda que, nesse caso, o número de eventos por inseto em ‘Santa Clara’ (4,0) foi significativamente maior que em ‘Ivety’ (1,8) (Tabela 22). Não foram constatadas diferenças estatísticas nos parâmetros de duração da onda E2 por inseto (Tabela 23) e por evento (Tabela 24).

A onda F foi observada somente em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ sem inseticida, sendo que não houve diferenças significativas quanto ao número de eventos da onda por inseto (Tabela 22), duração da onda por inseto (Tabela 23) e duração da onda por evento (Tabela 24). A onda G não ocorreu somente em LA716 tratado (Tabela 22). Por outro lado, seis moscas-brancas efetuaram atividades no xilema em LA716 não tratado, e apenas três indivíduos atingiram o xilema em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados, sendo que esses três tratamentos diferiram significativamente de ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ sem inseticida, tratamentos em que 19 e 18 indivíduos, respectivamente, atingiram o xilema (Tabela 22). O número de eventos dessa onda por inseto foi significativamente reduzido em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados com inseticida (0,2 evento por inseto cada) e em LA716 sem inseticida (1,0 evento por inseto), comparados a ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados (4,3 e 3,0 eventos por inseto, respectivamente) (Tabela 22). A duração da onda G por inseto foi significativamente reduzida em ‘Ivety’ tratado com ciantraniliprole comparado ao mesmo genótipo não tratado (Tabela 23). Diferenças significativas não foram verificadas quanto à duração da onda por evento (Tabela 24).

A respeito das variáveis sequenciais de EPG (Tabela 25), as moscas-brancas demoraram mais tempo para realizar a primeira prova (Taté1Prova) em LA716 não tratado (283,7 minutos) em relação a ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados (53,7 e 57,4 minutos, respectivamente). Nesses últimos tratamentos, as moscas-brancas realizaram maior número de provas curtas (< 3 minutos) (NProvasCur) do que nos demais, sendo que a diferença entre o genótipo ‘Ivety’ tratado e não tratado foi de 9,8 vezes, enquanto para ‘Santa Clara’ a diferença chegou a 11,7 vezes. O número de provas curtas em LA716 não tratado foi reduzido em 6,4 vezes quando comparado a ‘Ivety’ e em 7,6 vezes em relação a ‘Santa Clara’. O ciantraniliprole também reduziu a proporção de moscas-brancas que realizaram provas curtas nos três genótipos (Tabela 25). O número de provas até o primeiro E1 (NProvas1E1) foi significativamente reduzido em ‘Santa Clara’ tratado com o inseticida (3,5 provas) em

comparação aos demais tratamentos, com exceção de LA716 (tratado e não tratado), em que não ocorreram tais provas (Tabela 25).

Tabela 25 - Proporção de indivíduos (PPW) que realizaram a atividade e média ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros sequenciais, em minutos, de EPG de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro durante 24 h de registro (continua)

Parâmetro ¹	Tratamento	PPW ²	Média±EP	
Taté1Prova ⁴	Ciantraniliprole	LA716	6/20 b	305,2 ± 196,67 ab
		Ivety	14/20 ab	152,1 ± 79,27 ab
		Santa Clara	14/20 ab	113,8 ± 40,42 ab
	Água	LA716	15/20 a	283,7 ± 62,01 a
		Ivety	20/20 a	53,7 ± 14,1 b
		Santa Clara	20/20 a	57,4 ± 10,99 b
F; p		7,92; <0,0001	3,61; 0,0053	
Dur1Prova ⁴	Ciantraniliprole	LA716	6/20 b	21,7 ± 11,71 a
		Ivety	14/20 ab	8,6 ± 4,01 a
		Santa Clara	14/20 ab	6,4 ± 3,56 a
	Água	LA716	15/20 a	11,1 ± 6,81 a
		Ivety	20/20 a	3,3 ± 2,22 a
		Santa Clara	20/20 a	3,7 ± 1,93 a
F; p		7,92; <0,0001	1,59; 0,1718	
Dur2Prova ⁴	Ciantraniliprole	LA716	6/20 c	0,8 ± 0,34 a
		Ivety	11/20 bc	2,2 ± 0,66 a
		Santa Clara	12/20 bc	5,3 ± 1,53 a
	Água	LA716	14/20 ab	14,4 ± 3,85 a
		Ivety	20/20 a	1,3 ± 0,29 a
		Santa Clara	20/20 a	0,9 ± 0,20 a
F; p		9,35; <0,0001	1,06; 0,3881	
NProvasCur ⁴	Ciantraniliprole	LA716	6/20 c	2,0 ± 0,80 b
		Ivety	12/20 bc	13,0 ± 5,46 b
		Santa Clara	13/20 bc	13,1 ± 4,21 b
	Água	LA716	14/20 ab	20,1 ± 8,75 b
		Ivety	20/20 a	127,8 ± 29,45 a
		Santa Clara	20/20 a	153,2 ± 26,88 a
F; p		9,05; <0,0001	18,19; < 0,0001	
NProvas1E1 ³	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	55,0 ± 42,00 a
		Santa Clara	2/20 b	3,5 ± 2,50 b
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	18/20 a	83,3 ± 16,06 a
		Santa Clara	20/20 a	89,5 ± 22,57 a
F; p		92,47; <0,0001	6,50; 0,0012	

Tabela 25 - Proporção de indivíduos (PPW) que realizaram a atividade e média ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros sequenciais, em minutos, de EPG de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro durante 24 h de registro (continuação)

Parâmetro ¹	Tratamento		PPW ²	Média±EP
Taté1E1 ³	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	452,8 ± 107,40 a
		Santa Clara	2/20 b	245,6 ± 6,56 a
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	18/20 a	791,6 ± 87,56 a
		Santa Clara	20/20 a	606,1 ± 76,72 a
F; p		92,47; <0,0001	2,04; 0,1250	
T1Prova1E ⁵	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	330,9 ± 217,00 ab
		Santa Clara	2/20 b	117,4 ± 109,88 b
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	18/20 a	742,1 ± 83,31 a
		Santa Clara	20/20 a	548,6 ± 75,70 ab
F; p		92,47; <0,0001	2,94; 0,0452	
Dur1E ³	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	8,2 ± 6,03 a
		Santa Clara	2/20 b	23,6 ± 19,99 a
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	18/20 a	44,1 ± 20,68 a
		Santa Clara	20/20 a	45,0 ± 15,56 a
F; p		92,47; <0,0001	0,90; 0,4490	
DurE1SegE2 ³	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	1,64 ± 0,02 a
		Santa Clara	1/20 b	5,32 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	17/20 a	1,81 ± 0,40 a
		Santa Clara	20/20 a	3,58 ± 0,63 a
F; p		91,92; <0,0001	2,87; 0,0699	
NE2Prol ⁴	Ciantraniliprole	LA716	0/20 c	0,0 ± 0,00*
		Ivety	2/20 c	0,1 ± 0,07 b
		Santa Clara	1/20 c	0,1 ± 0,05 b
	Água	LA716	0/20 c	0,0 ± 0,00*
		Ivety	11/20 b	1,1 ± 0,30 a
		Santa Clara	18/20 a	2,5 ± 0,39 a
F; p		35,52; <0,0001	20,27; <0,0001	

Tabela 25 - Proporção de indivíduos (PPW) que realizaram a atividade e média ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros sequenciais, em minutos, de EPG de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro durante 24 h de registro (continuação)

Parâmetro ¹	Tratamento		PPW ²	Média±EP
DE1SegE2Prol ⁴	Ciantraniliprole	LA716	0/20 c	—
		Ivety	2/20 c	1,3 ± 0,34 a
		Santa Clara	1/20 c	5,3 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 c	—
		Ivety	11/20 b	1,7 ± 0,38 a
		Santa Clara	18/20 a	2,5 ± 0,37 a
F; p		35,52; <0,0001	1,39; 0,2650	
Taté1E2Prol ⁵	Ciantraniliprole	LA716	0/20 c	—
		Ivety	2/20 c	621,6 ± 275,29 a
		Santa Clara	1/20 c	257,5 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 c	—
		Ivety	11/20 b	855,0 ± 81,90 a
		Santa Clara	18/20 a	662,0 ± 97,01 a
F; p		35,52; <0,0001	1,03; 0,369	
T1Prova1E2Prol ⁵	Ciantraniliprole	LA716	0/20 c	—
		Ivety	2/20 c	499,7 ± 384,85 a
		Santa Clara	1/20 c	232,6 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 c	—
		Ivety	11/20 b	807,4 ± 86,74 a
		Santa Clara	18/20 a	626,2 ± 99,09 a
F; p		35,52; <0,0001	1,04; 0,367	
Taté1E2 ⁵	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	621,6 ± 275,29 a
		Santa Clara	1/20 b	257,5 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	17/20 a	865,5 ± 77,01 a
		Santa Clara	20/20 a	607,3 ± 76,64 a
F; p		91,92; <0,0001	2,85; 0,0709	
T1Prova1E2 ⁵	Ciantraniliprole	LA716	0/20 b	—
		Ivety	2/20 b	499,7 ± 384,85 a
		Santa Clara	1/20 b	232,6 ± 0,00*
	Água	LA716	0/20 b	—
		Ivety	17/20 a	13139,6 ± 12286,57 a
		Santa Clara	20/20 a	665,1 ± 98,21 a
F; p		91,92; <0,0001	1,02; 0,3700	

Tabela 25 - Proporção de indivíduos (PPW) que realizaram a atividade e média ($\pm$ erro padrão) dos parâmetros sequenciais, em minutos, de EPG de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro durante 24 h de registro (conclusão)

Parâmetro ¹	Tratamento	PPW ²	Média $\pm$ EP
NProvasAp1E ⁴	LA716	0/20 b	—
	Ciantraniliprole Ivety	2/20 b	13,5 $\pm$ 13,5 a
	Santa Clara	2/20 b	1,0 $\pm$ 1,0 a
	LA716	0/20 b	—
	Água Ivety	18/20 a	65,2 $\pm$ 20,6 a
	Santa Clara	20/20 a	95,3 $\pm$ 18,73 a
F; p		92,47; <0,0001	1,36; 0,2691

¹ **Taté1Prova**: tempo até a primeira prova a partir do início do registro; **Dur1Prova**: duração da primeira prova; **Dur2Prova**: duração da segunda prova; **NProvasCur**: número de provas curtas; **NProvas1E1**: número de provas até o primeiro E1; **Taté1E1**: tempo do início do registro até o primeiro E1; **T1Prova1E**: tempo da primeira prova até o primeiro E; **Dur1E**: duração do primeiro E; **DurE1SegE2**: duração total de E1 seguido de E2; **NE2Prol**: número de E2 prolongados; **DE1SegE2Prol**: duração total de E1 seguido de E2 prolongado; **Taté1E2Prol**: tempo do início do registro até o primeiro E2 prolongado; **T1Prova1E2Prol**: tempo da primeira prova até o primeiro E2 prolongado; **Taté1E2**: tempo do início do registro até o primeiro E2; **T1Prova1E2**: tempo da primeira prova até o primeiro E2; **NProvasAp1E**: número de provas após o primeiro E.

² Proporções de indivíduos seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição binomial, seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

³ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey-Kramer, $p < 0,05$, com médias e variâncias transformadas em $\log(x)$, $\log(x+1)$ ou $\sqrt{x}$).

⁴ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (GLM com distribuição gaussiana seguido de teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

⁵ Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey-Kramer, $p < 0,05$).

Em ‘Ivety’ não tratado, os insetos demoraram mais tempo para atingir o floema a partir da primeira prova (T1Prova1E) do que em ‘Santa Clara’ tratado com ciantraniliprole, e não houve diferenças quanto a essa variável entre ‘Santa Clara’ não tratado e demais tratamentos (Tabela 25). Em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados, a proporção de moscas-brancas que realizaram E2 prolongado (> 10 minutos) (PPW de NE2Prol) foi significativamente reduzida comparado aos mesmos genótipos não tratados. Entre estes últimos, ainda houve diferença estatística, em que 11 insetos efetuaram E2 prolongado em ‘Ivety’ e 18 indivíduos efetuaram em ‘Santa Clara’. O número de E2 prolongados (> 10 minutos) (NE2Prol) foi significativamente menor em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados (0,1 E2 prolongado) comparado aos mesmos genótipos não tratados (1,1 e 2,5 E2 prolongados, respectivamente) (Tabela 25). Duas moscas-brancas realizaram prova após o primeiro contato com floema (onda E) em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados com o inseticida (PPW de NProvasAp1E), valendo ressaltar que nestes tratamentos, só duas moscas-brancas atingiram o floema, isto é, todos os indivíduos que atingiram o floema realizaram prova após. Essa proporção diferiu dos mesmos

genótipos não tratados, nos quais 18 e 20 indivíduos realizaram prova após o primeiro contato com o floema, respectivamente (Tabela 25). Não foram verificadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos nas demais variáveis sequenciais.

O mecanismo de resistência a *B. tabaci* biótipo B promovida por LA716 ocorre em tecidos pré-floemáticos do tomateiro. Isso porque o efeito do genótipo isoladamente, sem a interação com o inseticida ciantraniliprole, já foi capaz de reduzir o número de eventos da onda np, de prova, da onda C e da onda G por inseto, prolongar o tempo da onda np por inseto, reduzir a duração do tempo de prova e onda C por inseto, reduzir o número de provas curtas, aumentar a duração da onda np por evento, aumentar o tempo até a realização da primeira prova e também impediu que todas as moscas-brancas realizassem picada de prova (onda pd) e atingissem o floema. O fato de LA716 ter provocado a redução do número de provas por inseto, o aumento da duração da onda np por inseto e a redução da duração do tempo de prova por inseto, além de ter aumentado o tempo até a primeira prova, permite inferir que fatores da epiderme, como a presença de acil açúcares provenientes da alta densidade dos tricomas glandulares tipo IV, influenciaram diretamente o comportamento de prova dos insetos.

Diversos estudos comprovam os efeitos negativos desses tricomas em *B. tabaci* quanto à repelência e mortalidade, por secretarem acil açúcares prejudiciais que aderem ao corpo do inseto (FANCELLI et al., 2003; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011b). Resultado semelhante foi encontrado por Rodríguez-López et al. (2011) que verificaram, através de EPG, que no genótipo ABL 14-8 que apresenta tricomas tipo IV e secreção de acil açúcares, *B. tabaci* biótipo Q realizou menor número de provas, de onda C e da onda E2 por inseto, com uma drástica redução na proporção de indivíduos que atingiram o floema. No presente estudo nenhuma mosca-branca atingiu os vasos liberianos de LA716, e nem ao menos realizou uma picada de prova (onda pd). A dificuldade de atingir o floema e o aumento da duração do tempo de não prova também foi verificado por Jiang, Nombela e Muñiz (2001) em tomateiros portadores do gene *Mi*, os quais apresentam resistência a *B. tabaci* biótipo B. Assim como no presente estudo, a resistência observada a *B. tabaci* nos outros dois trabalhos citados foi associada a fatores presentes na epiderme e mesofilo dos tomateiros, principalmente.

Poucas foram as diferenças do comportamento de prova e alimentação de *B. tabaci* biótipo B entre os genótipos ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados, considerando apenas o efeito genético. Vale destacar ainda que apesar de as moscas-brancas terem realizado menor número de eventos de E2 em ‘Ivety’ e a proporção de indivíduos que realizaram a onda E2 prolongada

ter sido menor, e concomitantemente, a duração desses eventos e a duração de E2 por inseto ter sido semelhante nos dois genótipos, e a proporção de indivíduos que realizaram E2 não ter sido diferente, fica demonstrado que não há muitas evidências de alguma forma de resistência em 'Ivety', ou a ocorrência de fagodeterrência. Isso indica que as moscas-brancas, em média, se alimentaram da mesma quantidade de seiva em ambos os tratamentos, apesar de terem atingido o floema menos vezes em 'Ivety' (número de eventos de E2).

De modo geral, a resistência genética de LA716 provocou efeitos semelhantes à ação do inseticida ciantraniliprole aplicado nos três genótipos testados quanto a fatores não floemáticos (menor número de eventos da onda np, de prova, da onda C e G por inseto; aumento da duração da onda np por inseto, e redução da duração de prova e onda C por inseto; redução da proporção de indivíduos que realizaram onda G e provas curtas, impedimento da onda F e redução do número de provas curtas), além de ter reduzido a proporção de moscas-brancas que efetuaram picadas de prova (onda pd), salivagem no floema (onda E1), ingestão no floema (onda E2), ingestão no floema por tempo prolongado, e também redução do número de E2 prolongado. Esses últimos parâmetros podem estar relacionados tanto a fatores não floemáticos quanto a fatores do floema, uma vez que os estiletes das moscas-brancas devem passar através da epiderme e tecidos do mesofilo antes de atingir o floema.

O ciantraniliprole apresenta um efeito rápido sobre *B. tabaci* que, uma vez em contato ou ingerido, age nos receptores de rianodina dos músculos, provocando liberação de cálcio dos mesmos, e assim comprometendo a contração muscular do inseto (CORDOVA et al., 2006; SATTELLE; CORDOVA; CHEEK, 2008), o que interfere na atividade de prova e alimentação do mesmo. Porém, apesar de ter reduzido o número de eventos de ondas floemáticas e de pd por inseto, o ciantraniliprole aplicado em 'Ivety' e 'Santa Clara' não impediu que todas as moscas-brancas atingissem o vaso condutor e realizassem picadas de prova, como ocorreu em LA716 mesmo não tratado, ainda que diferenças significativas entre as proporções de indivíduos que realizaram pd e ondas E entre estes tratamentos não tenham ocorrido. Civolani et al. (2014), também utilizando a técnica de EPG, constataram que o ciantraniliprole via foliar conseguiu impedir que *B. tabaci* biótipo Q atingisse o floema. De forma semelhante ao presente trabalho, os autores observaram redução na duração da onda C por inseto e maior duração do comportamento de não prova por parte das moscas-brancas em tomateiros tratados com o produto. Outros estudos mostraram que *B. tabaci* conseguiu se alimentar de algodoeiros tratados com ciantraniliprole via foliar, mas com uma significativa

redução da produção de *honeydew*, o que implica em menor consumo alimentar (CAMERON; LANG; ALVAREZ, 2014; RATTAN et al., 2015).

O ciantraniliprole quando pulverizado na planta, apresenta atividade translaminar nas folhas e pode ser translocado pelo xilema (CAMERON et al., 2013; BARRY et al., 2014). A menor duração da onda G por inseto verificada em ‘Ivety’ com ciantraniliprole comparado ao mesmo genótipo sem aplicação do inseticida, talvez possa ser devido ao fato de o produto atingir o xilema. Ademais, a redução da proporção de moscas-brancas que realizaram as ondas pd, E1, E2 e G, a redução do número de eventos de prova e das ondas C, pd, E2 e G por inseto, assim como o aumento da duração da onda np por inseto e a redução da duração da onda C e do tempo de prova por inseto observadas em ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ tratados com ciantraniliprole em comparação aos mesmos genótipos não tratados, pode ser devido ao mecanismo de ação do inseticida em interferir na musculatura do inseto, bem como é possível haver um efeito supressor nas moscas-brancas. É interessante verificar que em ‘Santa Clara’ tratado houve também redução do número de eventos de E1 por inseto, embora a duração de E1 por evento, juntamente com ‘Ivety’ tratado, tenha sido superior à duração da onda por evento nos mesmos genótipos não tratados, e a duração da onda por inseto foi semelhante entre todos os tratamentos, indicando que, apesar da redução de eventos de E1, sua duração não foi afetada. Uma situação semelhante foi verificada para a onda E2. O fato de não terem sido verificadas diferenças significativas entre a proporção de moscas-brancas que realizaram prova e onda C submetidas aos referidos genótipos tratados e não tratados com inseticida, mas diferenças quanto ao número de eventos e duração da onda por inseto terem ocorrido, indica que aparentemente *B. tabaci* de alguma forma percebe a presença do inseticida no hospedeiro durante a penetração estiletar no mesófilo.

A interação da resistência promovida por LA716 com a aplicação de ciantraniliprole promoveu efeitos adicionais. Houve menor proporção de moscas-brancas que realizaram atividade de prova, e consequentemente a de onda C e onda G, em relação ao próprio genótipo LA716 (resistência genética isoladamente), ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ não tratados, e maior duração da onda np, prova e da onda C por evento, em relação aos demais tratamentos, sendo que as moscas-brancas não realizaram ondas pd, floemáticas, F e G. A integração do controle genético com o químico é interessante quando ambos os métodos se complementam, sendo importante para o manejo integrado de pragas e também para o manejo da resistência de insetos a inseticidas. Com base nos resultados do presente estudo, a interação do fator genético (tricomas tipo IV com secreção de acil açúcares) e do inseticida químico pode melhorar a eficiência do manejo de *B. tabaci* e também da transmissão de vírus pelo vetor.

Os *Begomovirus* são persistente-circulativos que, geralmente, são transmitidos quando a mosca-branca necessariamente atinge células do floema (HOGENHOUT et al., 2008), isto é, o inseto precisa inserir os estiletes na planta e caminhar intercelularmente pelo mesofilo até encontrar células do floema para transmitir. Alguns estudos já realizados comprovam a eficiência da resistência genética de tomateiros (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011), como também de ciantraniliprole no manejo da transmissão do begomovírus de genoma monopartido TYLCV (CABALLERO et al., 2015), a qual só ocorre com grande eficiência quando a mosca-branca atinge os vasos floemáticos do hospedeiro (JIANG et al., 2000).

Contudo, no caso do begomovírus de genoma bipartido ToSRV utilizado para infectar as moscas-brancas no presente estudo, algumas pesquisas têm mostrado que seu processo de transmissão ocorre de maneira bastante rápida. Toloy (2015) verificou que *B. tabaci* biótipo B consegue adquirir ToSRV com um período de acesso à aquisição de 1 minuto, com eficiência de 75%. Freitas (2012) encontrou que um período de acesso à inoculação de 24 h, promoveu uma eficiência de inoculação média de 75% pelo inseto vetor em tomateiros, sendo que o período mínimo de inoculação encontrado foi de 5 minutos, mas com baixa eficiência (10%). Partículas virais de ToSRV já foram observadas próximas aos núcleos de células da epiderme e do parênquima do floema (TOLOY, 2015). Porém, não se conhece ainda em qual tecido foliar a aquisição e inoculação do vírus ocorre exatamente, uma vez que há evidências que begomovírus de genoma bipartido, como o *Tomato golden mosaic virus*, conseguem passar do floema para os tecidos pré-floemáticos (MORRA; PETTY, 2000). Devido a rápida aquisição de ToSRV, acredita-se que esta possa ocorrer durante o caminhar estiletar pelo mesofilo (onda C) ou em breves picadas de prova (onda pd) (TOLOY, 2015). Já a inoculação que é, aparentemente, um pouco mais demorada, é possível que possa ocorrer em outros tecidos foliares, embora não exista nada conclusivo. No estudo de Jiang et al. (2000), o qual associou-se a inoculação de TYLCV por *B. tabaci* biótipo B com ondas de EPG, foi constatado que a eficiência de inoculação em tomateiros em que os insetos só realizaram onda C foi de somente 2,4%, enquanto que essa eficiência foi drasticamente aumentada quando moscas-brancas realizaram também atividades floemáticas (eficiência acima de 17,6%).

Por consequência da rápida aquisição e inoculação de ToSRV por *B. tabaci*, é exigido uma forma de manejo com ação rápida, e que impeça ou reduza a proporção de indivíduos que realizam atividade de prova ou mesmo que diminuam o tempo dessa atividade, e que ao menos interfira negativamente nas picadas de prova e em atividades floemáticas. Pelos resultados obtidos no presente estudo de EPG, tanto a resistência de LA716 quanto a aplicação de ciantraniliprole poderiam reduzir a transmissão, bem como a associação da

resistência genética com o inseticida poderia proporcionar maior eficiência no manejo da transmissão, uma vez que essa interação proporcionou efeitos adicionais.

4.5 Considerações Finais

Os tricomas glandulares tipo IV que secretam metabólitos como os acil açúcares, de maior abundância em LA716, interferem diretamente em aspectos biológicos e comportamentais de *B. tabaci* biótipo B. Com base nos resultados obtidos nos experimentos realizados, as altas densidades desses tricomas promoveram alta mortalidade de moscas-brancas nos ensaios sem chance de escolha, repelência, bem como reduziram a incidência de ToSRV. Tal redução é provavelmente relacionada à dificuldade de *B. tabaci* biótipo B de realizar atividades de prova e de atingir o floema, como verificado com o emprego da técnica de EPG.

Os efeitos da resistência genética de LA716 foram semelhantes aos de ciantraniliprole em muitos parâmetros. No genótipo selvagem nenhuma mosca-branca se alimentou do floema e realizou picadas de prova, enquanto que a aplicação do inseticida nos genótipos mais suscetíveis não impediu completamente que os insetos realizassem atividades floemáticas e picadas de prova, embora a análise estatística não tenha indicado diferença nesses parâmetros. O fato de impedir que a mosca-branca salive e se alimente no floema poderia promover uma redução na eficiência de inoculação, uma vez que a incidência de ToSRV em LA716 foi ligeiramente menor que em 'Ivety' e 'Santa Clara' tratados com inseticida. A menor incidência de ToSRV nos genótipos tratados com ciantraniliprole, comparando-se aos mesmos genótipos não tratados, é uma consequência não só da alta mortalidade de moscas-brancas, mas principalmente da maior dificuldade encontrada por *B. tabaci* biótipo B de realizar atividades de prova, e especialmente, de atingir o floema dos genótipos com inseticida.

A integração da resistência genética de LA716 com ciantraniliprole proporcionou efeitos adicionais, tais como a redução da incidência de ToSRV, da severidade da doença comparado com o mais suscetível 'Santa Clara', da proporção de moscas-brancas que realizaram prova, onda C e onda G em relação aos genótipos não tratados com o inseticida, e o aumento da duração da onda np, prova e C por evento. No mais, a alta densidade de tricomas glandulares tipo IV verificada, o inseticida ciantraniliprole, bem como a integração desses dois métodos de manejo, são eficientes no controle de *B. tabaci* biótipo B e da disseminação de ToSRV.

O genótipo ‘Ivety’ é tão suscetível quanto ‘Santa Clara’ a *B. tabaci* biótipo B, ao considerar aspectos do inseto, como a mortalidade em testes sem chance de escolha, transmissão de ToSRV e comportamento de prova. Houve diferenças, entretanto, entre esses dois genótipos quanto à preferência por alimentação e oviposição da mosca-branca, em que em ‘Ivety’ foi contabilizado menor número de moscas-brancas e menor número de ovos, e também menor número de eventos da onda E2 por inseto e menor proporção de moscas-brancas que realizaram E2 prolongado. Não foram verificadas, entretanto, diferenças evidentes entre ‘Ivety’ e ‘Santa Clara’ quanto à duração do processo de alimentação (onda E2). Com isso, não há evidências de que houve fagodeterência provocada por ‘Ivety’, apesar de ter afetado os parâmetros mencionados relacionados à onda E2. Assim, os fatores colorimétricos seriam mesmo os principais influenciadores na atratividade da mosca-branca. Por ser um estímulo visual, a percepção das cores pelos insetos ocorre a certa distância do hospedeiro, então os insetos são atraídos, e sua permanência se dá pela continuidade da alimentação.

5 CONCLUSÕES

- O genótipo LA716 (*Solanum pennellii*) é altamente resistente a *Bemisia tabaci* biótipo B. Além de provocar antixenose ao inseto, também causa mortalidade, reduz a transmissão do begomovírus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), bem como, afeta negativamente o comportamento de prova, tendo como fator de resistência os tricomas glandulares tipo IV que ocorrem em alta densidade no genótipo e que secretam acil açúcares.
- O genótipo ‘Ivety’ apresenta resistência a ToSRV.
- O inseticida ciantraniliprole é capaz de reduzir a severidade e incidência de ToSRV de modo geral, como também, prejudicar o comportamento de prova de *B. tabaci* biótipo B.
- A resistência do genótipo LA716 e o efeito do inseticida ciantraniliprole sobre *B. tabaci* biótipo B acontece em tecidos pré-floemáticos dos tomateiros, e a integração da resistência genética com o inseticida promove efeitos adicionais no comportamento de prova da mosca-branca.
- A atratividade de *B. tabaci* biótipo B a tomateiros é influenciada, principalmente, por parâmetros colorimétricos, tal como a maior intensidade da cor verde e da cor amarela na face adaxial, e da luminosidade na face abaxial dos folíolos, enquanto maiores densidade de tricomas glandulares promovem repelência ao inseto.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, J.G.; HURTADO, F.D.; XAVIER, C.A.D.; LAURINDO, B.S.; NICK, C.; GIL, M.A.; SILVA, D.J.H.; ZERBINI, F.M. Identificação dos genes *Ty-2* e *Ty-3* de resistência a begomovírus em genótipos de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 7, p. 772-775, 2011.
- ALEMANDRI, V.; VAGHI-MEDINA, C.G.; DUMÓN, A.D.; ARGÜELLO-CARO, E.B.; MATTIO, M.F.; GARCÍA-MEDINA, S.; LÓPEZ-LAMBERTINI, P.M.; TRUOL, G. Three members of the *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) cryptic species complex occur sympatrically in Argentine horticultural crops. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 108, n. 2, p. 405-413, 2015.
- ALVARENGA, M.A.R. Origem botânica e descrição da planta. In: _____. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2013. cap. 1, p. 11-22.
- AMBROZEVICIUS, L.P.; CALEGARIO, R.F.; FONTES, E.P.B.; CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F.M. Genetic diversity of begomovirus infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 372-377, 2002.
- ANBINDER, I.; REUVENI, M.; AZARI, R.; PARAN, I.; HAHON, S.; SHLOMO, H.; CHEN, L.; LAPIDOT, M.; LEVIN, I. Molecular dissection of *Tomato leaf curl virus* resistance in tomato line TY172 derived from *Solanum peruvianum*. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 119, p. 519-530, 2009.
- BACKUS, E.A.; CLINE, A.R.; ELLERSEICK, M.R.; SERRANO, M.S. *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) feeding on cotton: new methods and parameters for analysis of nonsequential Electrical Penetration Graph data. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 100, n. 2, p. 296-310, 2007.
- BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.
- BARBOSA, J.C.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. Low genetic diversity suggests a single introduction and recent spread of *Tomato chlorosis virus* in Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 161, p. 884-886, 2013.
- 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**, Saint Paul, v. 94, n. 3, p. 374, 2010.
- BARBOSA, J.C.; COSTA, H.; GIORIA, R.; REZENDE, J.A.M. Occurrence of *Tomato chlorosis virus* in tomato crops in five Brazilian states. **Tropical and Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 256-258, 2011.

BARBOSA, J.C.; BARRETO, S.S.; INOUE-NAGATA, A.K.; REIS, M.S.; FIRMINO, A.C.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J.A.M. Natural infection of *Nicandra physaloides* by *Tomato severe rugose virus* in Brazil. **Journal of General Plant Pathology**, Tokyo, v. 75, p. 440-443, 2009.

BARBOSA, J.C.; TEIXEIRA, A.P.M.; MOREIRA, A.G.; CAMARGO, L.E.A.; BERGAMIN FILHO, A.; KITAJIMA, E.W.; REZENDE, J.A.M. First report of *Tomato chlorosis virus* infecting tomato crops in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, n. 12, p. 1709, 2008.

BARBOSA, L.F.; YUKI, V.A.; MARUBAYASHI, J.M.; DE MARCHI, B.R.; PERINI, F.L.; PAVAN, M.A.; BARROS, D.R.; GHANIM, M.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLO, J.; KRAUSE-SAKATE, R. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, Sussex, v. 71, n. 4, p. 501-504, 2014.

BARRETO, S.S.; HALLWASS, M.; AQUINO, O.M.; INOUE-NAGATA, A.K. Study of weeds as potential inoculum sources for a tomato-infecting begomovirus in Central Brazil. **Phytopathology**, Berlin, v. 103, n. 5, p. 436-444, 2013.

BARRY, J.D.; PORTILLO, H.E.; ANNAN, I.B.; CAMERON, R.A.; CLAGG, D.G.; DIETRICH, R.F.; WATSON, L.J.; LEIGHTY, R.M.; RYAN, D.L.; McMILLAN, J.A.; SWAIN, R.S.; KACZMARCZYK, R.A. Movement of cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. **Pest Management Science**, Sussex, v. 71, n. 3, p. 395-403, 2015.

BELLOWS, T.S.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 87, n. 2, p. 195-206, 1994.

BEZERRA-AGASIE, I.C.; FERREIRA, G.B.; DE ÁVILA, A.C.; INOUE-NAGATA, A.K. First report of *Tomato severe rugose virus* in chili pepper in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, n. 1, p. 114, 2006.

BLAUTH, S.L.; CHURCHILL, G.A.; MUTSCHLER, M.A. Identification of quantitative trait loci associated with acylsugar accumulation using intraspecific populations of the wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 96, p. 458-467, 1998.

BLEEKER, P.M.; DIERGAARDE, P.J.; AMENT, K.; SCHÜTZ, S.; JOHNE, B.; DIJKINK, J.; HIEMSTRA, H.; DE GELDER, R.; DE BOTH, M.T.; SABELIS, M.W.; HARING, M.A.; SCHUURINK, R.C. Tomato-produced 7-epizingiberene and R-curcumene act as repellents to whiteflies. **Phytochemistry**, New York, v. 72, n. 1, p. 68-73, 2011.

BOITEUX, L.S.; OLIVEIRA, V.R.; SILVA, C.H.; MAKISHIMA, N.; INOUE-NAGATA, A.K.; FONSECA, M.E.N.; GIORDANO, L.B. Reaction of tomato hybrids carrying the *Ty-1* locus to Brazilian bipartite *Begomovirus* species. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 20-23, 2007.

BONANI, J.P.; FERERES, A.; GARZO, E.; MIRANDA, M.P.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; LOPES, J.R.S. Characterization of electrical penetration graphs of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in sweet orange seedlings. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 134, n. 1, p. 35-49, 2010.

BROWN, J.K.; BIRD, J. Whitefly transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean basin. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 3, p. 220-225, 1992.

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

BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.; WILSON, F.D. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: adult activity and cultivar oviposition preference. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 79, n. 2, p. 350-354, 1986.

CABALLERO, R.; SCHUSTER, D.J.; PERES, N.A.; MANGANDI, J.; HASING, T.; TREXLER, F.; KALN, S.; PORTILLO, H.E.; MARÇON, P.C.; ANNAN, I.B. Effectiveness of cyantraniliprole for managing *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and interfering with transmission of *Tomato yellow leaf curl virus* on tomato. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 108, n. 3, p. 894-903, 2015.

CAILLAUD, C.M.; PIERRE, J.S.; CHAUBET, B.; DI PIETRO, J.P. Analysis of wheat resistance to the cereal aphid *Sitobion avenae* using electrical penetration graphs and flow charts combined with correspondence analysis. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 75, n. 1, p. 9-18, 1995.

CALEGARIO, R.F.; FERREIRA, S.S.; ANDRADE, E.C.; ZERBINI, F.M. Characterization of *Tomato yellow spot virus*, a novel tomato-infecting begomovirus in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1335-1343, 2007.

CAMERON, R.; LANG, E.B.; ALVAREZ, J.M. Use of honeydew production to determine reduction in feeding by *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) adults when exposed to cyantraniliprole and imidacloprid treatments. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 107, n. 2, p. 546-550, 2014.

CAMERON, R.; LANG, E.B.; ANNAN, I.B.; PORTILLO, H.E.; ALVAREZ, J.M. Use of fluorescence, a novel technique to determine reduction in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) nymph feeding when exposed to Benevia and other insecticides. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 106, n. 2, p. 597-603, 2013.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, ano 6, n. 58, p. 6-14, 2007.

CASTILLO-URQUIZA, G.P.; BESERRA JR, J.E.; BRUCKNER, F.P.; LIMA, A.T.M.; VARSANI, A.; ALFENAS-ZERBINI, P.; ZERBINI, F.M. Six novel begomoviruses infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Archives of Virology**, Viena, v. 153, n. 10, p. 1985-1989, 2008.

CHANNARAYAPPA; SHIVASHANKAR, G.; MUNIYAPPA, V.; FRIST, R.H. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 70, n. 11, p. 2184-2192, 1992.

CIVOLANI, S.; CASSANELLI, S.; CHICCA, M.; RISON, J.L.; BASSI, A.; ALVAREZ, J.M.; ANNAN, I.B.; PARRELLA, G.; GIORGINI, M.; FANO, E.A. An EPG study of the probing behavior of adult *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) following exposure to cyantraniliprole. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 107, n. 3, p. 910-919, 2014.

COELHO, S.A.M.P.; LOURENÇÃO, A.L.; MELO, A.M.T.; SCHAMMASS, E.A. Resistência de meloeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1025-1035, 2009.

COHEN, S.; DUFFUS, J.E.; LIU, H.Y. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellows virus. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, p. 86-90, 1992.

COLARICCIO, A.; BERGMANN, J.C.; EIRAS, M. CHAVES, A.L.R. *Tomato rugose mosaic virus* in tomato crops in São Paulo State, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 606, 2006.

CORDOVA, D.; BENNER, E.A.; SACHER, M.D.; RAUH, J.J.; SOPA, J.S.; LAHM, G.P.; SELBY, T.P.; STEVENSON, T.M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D.F.; WU, L.; SMITH, R.M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.

COSTA, A.S. Whitefly-transmitted plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 14, p. 429-440, 1976.

COSTA, A.S.; BENNETT, C.W. Whitefly transmitted mosaic of *Euphorbia prunifolia*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 40, p. 266-283, 1950.

COTRIM, A.A.; KRAUSE-SAKATE, R.; NARITA, N.; ZERBINI, F.M.; PAVAN, M.A. Diversidade genética de begomovírus em cultivos de tomateiro no Centro-Oeste Paulista. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 300-303, 2007.

DE BARRO, P.J.; TRUEMAN, J.W.H.; FROHLICH, D.R. *Bemisia tabaci* is a race of *B. tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae): the molecular genetic differentiation of *B. tabaci* populations around the world. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 95, n. 3, p. 193-203, 2005.

DE BARRO, P.J.; LIU, S.S.; BOYKIN, L.M.; DINSDALE, A.B. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 56, p. 1-19, 2011.

DELLAPORTA, S.L.; WOOD, J.; HICKS, J.B. A plant DNA miniprep: Version II. **Plant Molecular Biology Reporter**, Athens, v. 1, n. 4, p. 19-21, 1983.

DINSDALE, A.; COOK, L.; RIGINOS, C.; BUCKLEY, Y.M.; DE BARRO, P. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase 1 to identify species level genetic boundaries. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 103, n. 2, p. 196-208, 2010.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, Saint Louis, v. 19, p. 11-15, 1987.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L. Oviposição e dispersão de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 933-939, 2008.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; LOURENÇÃO, A.L. Exsudato glandular de genótipos de tomateiro e desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) biótipo B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 659-665, 2005.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L.; DIAS, C.T.S. Atratividade e preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 219-328, 2003.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

FARIA, J.C.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; SLACK, S.A.; MAXWELL, P. A new geminivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, p. 423, 1997.

FARIA, J.C.; BEZERRA, I.C.; ZERBINI, F.M.; RIBEIRO, S.G.; LIMA, M.F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 125-137, 2000.

FERNANDES, F.R.; ALBUQUERQUE, L.C.; INOUE-NAGATA, A.K. Development of a species-specific detection method for three Brazilian tomato begomoviruses. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 43-47, 2010.

FERNANDES, F.R.; ALBUQUERQUE, L.C.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; ÁVILA, A.C.; INOUE-NAGATA, A.K. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. **Virus Genes**, Norwell, v. 36, p. 251-258, 2008.

FERNANDES, J.J.; FONTES, E.P.B.; BROMMONSCHENKEL, S.H.; CARVALHO, M.G.; ZAMBOLIM, E.M.; ZERBINI, F.M. Molecular cloning and sequencing of *Tomato rugose mosaic virus* (TRMV), a geminivirus isolated from tomatoes at “Triângulo Mineiro”, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 440, 2000. Suplemento.

FERREIRA, P.T.O., BEZERRA, I.C.; VILLAS BÔAS, G.L.; RIBEIRO, S.G.; GIORDANO, L.B. Avaliação de fontes de resistência a isolado de geminivírus com genoma bipartido transmitido por *Bemisia argentifolii* em *Lycopersicon* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 131-135, 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 421 p.

FRANÇA, F.H.; VILLAS-BÔAS, G.L.; CASTELO-BRANCO, M. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 369-372, 1996.

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. 74 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; BEARZOTTI, E. Inheritance of foliar zigerene contents and their relationship to trichome densities and silverleaf whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 2, p. 275-287, 2002a.

FREITAS, J.A.; NONATO, M.F.B.; SOUZA, V.S.; MALUF, W.R.; CIOCIOLA JR., A.I.; LEITE, G.L.D. Relações entre acilacúcares, tricoma glandular e resistência do tomateiro à mosca-branca. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1313-1316, 2002b.

FRIDMAN, E.; WANG, J.; IJIMA, Y.; FROEHLICH, J.E.; GANG, D.R.; OHLROGGE, J.; PICHERSKY, E. Metabolic, genomic, and biochemical analyses of glandular trichomes from the wild tomato species *Lycopersicon hirsutum* identify a key enzyme in the biosynthesis of metilketones. **The Plant Cell**, Waterbury, v. 17, n. 4, p. 1252-1267, 2005.

GLAS, J.J.; SCHIMMEL, B.C.J.; ALBA, J.M.; ESCOBAR-BRAVO, R.; SCHUURINK, R.C.; KANT, M.R. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 13, p. 17077-17103, 2012.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R. Herança de acilacúcares em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 699-705, 2007.

HANSON, P.; GREEN, S.; KUO, G. *Ty-2*, a gene on chromosome 11 conditioning geminivirus resistance in tomato. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, Gainesville, v. 56, p. 17-18, 2006.

HANSON, P.M.; BERNACCHI, D.; GREEN, S.; TANKSLEY, S.D.; MUNIYAPPA, V.; PADMAJA, A.S.; CHEN, H.M.; KUO, G.; FANG, D.; CHEN, J.T. Mapping a wild tomato introgression associated with *Tomato yellow leaf curl virus* resistance in a cultivated tomato line. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, n. 1, p. 15-20, 2000.

HE, Y.; ZHAO, J.; ZHENG, Y.; WENG, Q.; BIONDI, A.; DESNEUX, N.; WU, K. Assessment of potential sublethal effects of various insecticides on key biological traits of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. **International Journal of Biological Sciences**, Sydney, v. 9, n. 3, p. 246-255, 2013.

- HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, E.D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 46, p. 327-359, 2008.
- HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous inference in general parametric models. **Biometrical Journal**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 346-363, 2008.
- HURTADO, F.D.; GIL, M.A.; ZUBIAUR, Y.M.; AGUILERA, J.G.; XAVIER, C.A.D.; ZERBINI JUNIOR, F.M.; SILVA, D.J.H. Fontes de resistência em tomateiro aos begomovírus bissegmentados *Tomato yellow spot virus* e *Tomato severe rugose virus*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 639-644, 2012.
- INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 53, p. 431-448, 2008.
- INOUE-NAGATA, A.K.; ÁVILA, A.C.; VILLAS-BÔAS, G.L. **Os geminivírus em sistema de produção integrada de tomate indústria**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 12 p. (Circular Técnica, 71).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, v. 29, n. 11, p. 1-84, 2015.
- ISAACS, R.; WILLIS, M.A.; BYRNE, D.N. Modulation of whitefly take-off and flight orientation by wind speed and visual clues. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 311-318, 1999.
- JANSSEN, J.A.M.; TJALLINGII, W.F.; VAN LENTEREN, J.C. Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 52, n. 1, p. 69-81, 1989.
- JI, Y.; SCHUSTER, D.J.; SCOTT, J.W. *Ty-3*, a begomovirus resistance locus near the *Tomato yellow leaf curl virus* resistance locus *Ty-1* on chromosome 6 of tomato. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 20, p. 271-284, 2007.
- JI, Y.; SCOTT, J.W.; SCHUSTER, D.J.; MAXWELL, D.P. Molecular mapping of *Ty-4*, a new *Tomato yellow leaf curl virus* resistance locus on chromosome 3. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 134, n. 2, p. 281-288, 2009.
- JIANG, Y.X.; NOMBELA, G.; MUÑIZ, M. Analysis by DC EPG of the resistance to *Bemisia tabaci* on a *Mi*-tomato line. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 99, n. 3, p. 295-302, 2001.
- JIANG, Y.X.; DE BLAS, C.; BARRIOS, L.; FERERES, A. Correlation between whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) feeding behaviour and transmission of *Tomato yellow leaf curl virus*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 93, n. 3, p. 573-579, 2000.

JIANG, Y.X.; LEI, H.; COLLAR, J.L.; MARTÍN, B.; MUÑIZ, M.; FERERES, A. Probing and feeding behavior of two distinct biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 92, n. 2, p. 357-366, 1999.

JONES, D.R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 109, n. 3, p. 195-219, 2003.

KASRAWI, M.A. Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in *Lycopersicon pimpinellifolium*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, p. 435-437, 1989.

KASRAWI, M.A.; SUWWAN, M.A.; MANSOUR, A. Sources of resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in *Lycopersicon* species. **Euphytica**, Wageningen, v. 27, n. 1, p. 61-64, 1988.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Tokyo: Konica Minolta Sensing Inc., 2007. 61 p.

KRAUSE, R.; BOARI, A.J.; AMBROZEVICIUS, L.P.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZERBINI, F.M. *Salvia splendens*, natural host of a new Geminivirus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 318, 1998.

LEI, H.; TJALLINGII, W.F.; VAN LENTEREN, J.C. Effect of tethering during EPG recorded probing by adults of the greenhouse whitefly. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, n. 1/5, p. 211-217, 1997.

LI, Z.H.; FAMES, F.; VAN LENTEREN, J.C.; HUISMAN, P.W.T.; VAN VIANEN, A.; DE PONTI, O.M.B. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera, Aleyrodidae). XXV. Influence of leaf structure on the searching activity of *Encarsia formosa*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 104, n. 1/5, p. 297-304, 1987.

LIEDL, B.E.; LAWSON, D.M.; WHITE, K.K.; SHAPIRO, J.A.; COHEN, D.E.; CARSON, W.G.; TRUMBLE, J.T.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of wild tomato *Lycopersicon pennellii* alters settling and reduces oviposition of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 88, n. 3, p. 742-748, 1995.

LIMA, L.H.C.; NÁVIA, D.; INGLIS, P.W.; DE OLIVEIRA, M.R.V. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 781-785, 2000.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A.L.; MELO, A.M.T.; SIQUEIRA, W.J.; COLARICCIO, A.; MELO, P.C.T. Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 193-196, 2004.

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

MALUTA, N.K.P. **Efeitos direto e indireto dos begomovirus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) e *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) no desempenho biológico de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae).** 2013. 95 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.

MARUBAYASHI, J.M.; YUKI, V.A.; ROCHA, K.C.G.; MITUTI, T.; PELEGRINOTTI, F.M.; FERREIRA, F.Z.; MOURA, M.F.; NAVAS-CASTILLO, J.; MORIONES, E.; PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R. At least two indigenous species of the *Bemisia tabaci* complex are presente in Brazil. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 113-121, 2013.

MATOS, E.S.; SIQUEIRA, W.J.; LOURENÇÃO, A.L.; MELO, A.M.T.; SAWAZAKI, H.E.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 159-165, 2003.

McDOWELL, E.T.; KAPTEYN, J.; SCHMIDT, A.; LI, C.; KANG, J.H.; DESCOUR, A.; SHI, F.; LARSON, M.; SCHILMILLER, A.; AN, L.; JONES, A.D.; PICHERSKY, E.; SODERLUND, C.A.; GANG, D.R. Comparative functional genomic analysis of *Solanum* glandular trichome types. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 155, n. 1, p. 524-539, 2011.

McLEAN, D.L.; KINSEY, M.G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. **Nature**, London, v. 202, n. 4939, p. 1358-1359, 1964.

MICHELSON, I.; ZAMIR, D.; CZOSNEK, H. Accumulation and translocation of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) in a *Lycopersicon esculentum* breeding line containing the *L. chilense* TYLCV tolerance gene *Ty-1*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 84, p. 928-933, 1994.

MORAES, L.A.; MARUBAYASHI, J.M.; HOJO, H.; YUKI, V.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M.A. Primeiro relato de *Bemisia tabaci* biótipo Q em plantas ornamentais no Estado de São Paulo e seu conjunto de endossimbiontes. In: SIMPÓSIO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS, 4., 2015, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, FCA, 2015. 1 CD-ROM.

MOREAU, T.L.; ISMAN, M.B. Trapping whiteflies? A comparison of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) responses to trap crops and yellow sticky traps. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, n. 4, p. 408-413, 2011.

_____. Combining reduced-risk products, trap crops and yellow sticky traps for greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) management on sweet peppers (*Capsicum annum*). **Crop Protection**, Guildford, v. 34, p. 42-46, 2012.

MORENO-DELA FUENTE, A.; GARZO, E.; MORENO, A.; FERERES, A. A plant virus manipulates the behavior of its whitefly vector to enhance its transmission efficiency and spread. **PLoS ONE**, Berkeley, v. 8, n. 4, e61543, 2013.

MORRA, M.R.; PETTY, I.T.D. Tissue specificity of Geminivirus infection is genetically determined. **The Plant Cell**, Waterbury, v. 12, p. 2259-2270, 2000.

MUIGAI, S.G.; SCHUSTER, D.J.; SNYDER, J.C.; SCOTT, J.W.; BASSETT, M.J.; McAUSLANE, H.J. Mechanisms of resistance in *Lycopersicon* germplasm to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 30, n. 4, p. 347-360, 2002.

MUTCHSLER, M.A.; DOERGE, R.W.; LIU, S.C.; KUAI, J.P.; LIEDL, B.E.; SHAPIRO, J.A. QTL analysis of pest resistance in the wild tomato *Lycopersicon pennellii*: QTLs controlling acylsugar level and composition. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 92, p. 709-718, 1996.

NAGAI, H.; LOURENÇÃO, A.L.; VEGA, J.; MELO, A.M.T. Ocorrência da “folha prateada de aboboreira” associada à mosca branca (*Bemisia tabaci*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 62, 1992.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 49, p. 219-248, 2011.

NOMBELA, G.; BEITIA, F.; MUÑIZ, M. Variation in tomato host response to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to acyl sugar content and presence of the nematode and potato aphid resistance gene *Mi*. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 90, n. 2, p. 161-167, 2000.

_____. A differential interaction study of *Bemisia tabaci* Q-biotype on commercial tomato varieties with or without the *Mi* resistance gene, and comparative host responses with the B-biotype. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 98, n. 3, p. 339-344, 2001.

NOMBELA, G.; WILLIAMSON, V.M.; MUÑIZ, M. The root-knot nematode resistance gene *Mi-1.2* of tomato is responsible for resistance against the whitefly *Bemisia tabaci*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 16, n. 7, p. 645-649, 2003.

NOZAKI, D.N.; KRAUSE-SAKATE, R.; HASEGAWA, J.M.; CEZAR, M.A.; DZIUBA, P.H.; PAVAN, M.A. First report of *Tomato severe rugose virus* infecting pepper plants in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 321, 2006.

OLIVEIRA, M.R.V.; HENNEBERRY, T.J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 709-723, 2001.

ORIANI, M.A.G.; VENDRAMIM, J.D. Influence of trichomes on attractiveness and oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 1002-1007, 2010.

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

_____. No-choice ovipositional nonpreference of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 2, p. 147-153, 2011b.

PAVAN, M.A.; KUROSZAWA, C.; COSTA, A.S.; KUMAGAIA, P.; IWASAKA, S. Ocorrência de “chuchu branco” no litoral paulista. **Summa Phytopathologyca**, Botucatu, v. 20, p. 49, 1994.

PERALTA, I.E.P.; SPOONER, D.M. Classification of wild tomatoes: a review. **Kurtziana**, Córdoba, v. 28, n. 1, p. 45-54, 2000.

_____. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. Subsection *Lycopersicon*). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 88, n. 10, p. 1888-1902, 2001.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. **Systematic Botany**, Kent, v. 30, n. 2, p. 424-434, 2005.

PERRING, T.M. The *Bemisia tabaci* species complex. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, p. 725-737, 2001.

PERRING, T.M.; COOPER, A.D.; RODRIGUEZ, R.J.; FARRAR, C.A.; BELLOWS, T.S. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. **Science**, Washington, v. 259, p. 74-77, 1993.

PICÓ, M.B.; DÍEZ, M.J.; NUEZ, F. Evaluation of whitefly-mediated inoculation techniques to screen *Lycopersicon esculentum* and wild relatives for resistance to *Tomato yellow leaf curl virus*. **Euphytica**, Wageningen, v. 101, n. 3, p. 259-271, 1998.

PILOWSKY, M.; COHEN, S. Inheritance of resistance to *Tomato yellow leaf curl virus* in tomatoes. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 64, p. 632-635, 1974.

_____. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 74, p. 248-250, 1990.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; VÄNNINEN, I. Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: what has been achieved? **Crop Protection**, Guildford, v. 47, p. 74-84, 2013.

POLSTRON, J.R.; ANDERSON, P.K. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, n. 12, p. 1358-1369, 1997.

PRADO, E.; TJALLINGII, W.F. Aphid activities during sieve element punctures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 72, n. 2, p. 157-165, 1994.

PRADO, J.C.; PEÑAFLORES, M.F.G.V.; CIA, E.; VIEIRA, S.S.; SILVA, K.I.; CARLINI-GARCIA, L.A.; LOURENÇÃO, A.L. Resistance of cotton genotypes with different leaf colour and trichome density to *Bemisia tabaci* biotype B. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, 2015. In Press.

RATTAN, R.S.; PUROHIT, H.; PATEL, V.; SUVAGIA, P.; SINGH, V.; PORTILLO, H.; ANNAN, I.B.; ALVAREZ, J.M. Effect of cyantraniliprole on feeding cessation of Q biotype *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). **Advances in Entomology**, Wuhan, v. 3, p. 56-64, 2015.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES, L.D.; FARIA, M.V.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes to the silverleaf whitefly mediated by acylsugars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 345-348, 2009.

REZENDE, E.A.; FILGUEIRA, F.A.R.; ZERBINI, F.M.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; FERNANDES, J.J.; GILBERTSON, R.L. Tomato infected with geminivirus in greenhouse conditions at Uberlândia-MG, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 424, 1996.

RIBEIRO, S.G.; MARTIN, D.P.; LACORTE, C.; SIMÕES, I.C.; ORLANDINI, D.R.S.; INOUE-NAGATA, A.K. Molecular and biological characterization of *Tomato chlorotic mottle virus* suggests that recombination underlies the evolution and diversity of Brazilian tomato begomoviruses. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 97, n. 6, p. 702-711, 2007.

RIBEIRO, S.G.; AMBROZEVICIUS, L.P.; ÁVILA, A.C.; BEZERRA, I.C.; CALEGARIO, R.F.; FERNANDES, J.J.; LIMA, M.F.; DE MELLO, R.N.; ROCHA, H.; ZERBINI, F.M. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, Vienna, v. 148, n. 2, p. 281-295, 2003.

RODRÍGUEZ-LÓPEZ, M.J.; GARZO, E.; BONANI, J.P.; FERERES, A.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; MORIONES, E. Whitefly resistance traits derived from the wild tomato *Solanum pimpinellifolium* affect the preference and feeding behavior of *Bemisia tabaci* and reduce the spread of *Tomato yellow leaf curl virus*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 101, n. 10, p. 1191-1201, 2011.

ROJAS, M.R.; GILBERTSON, R.L.; RUSSELL, D.R.; MAXWELL, D.P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 77, p. 340-347, 1993.

ROM, M.; ANTIGUS, Y.; GIDONI, D.; PILOWSKY, M.; COHEN, S. Accumulation of tomato yellow leaf curl virus DNA in tolerant and susceptible tomato lines. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 77, p. 253-257, 1993.

SALAS, J.; MENDOZA, O. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 78, n. 1, p. 154-160, 1995.

SANTANA, F.M.; RIBEIRO, S.G.; MOITA, A.W.; MOREIRA JR, D.J.; GIORDANO, L.B. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 122, n. 1, p. 45-51, 2001.

SARRIA, E.; CID, M.; GARZO, E.; FERERES, A. Excel workbook for automatic parameter calculation of EPG data. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 67, n. 1/2, p. 35-42, 2009.

SATTELLE, D.B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T.R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. **Invertebrate Neuroscience**, Berlin, v. 8, n. 3, p. 107-119, 2008.

SEGATTO, F.B.; BISOGNIN, D.A.; BENEDETTI, M.; COSTA, L.C.; RAMPELOTTO, M.V.; NICOLOSO, F.T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1597-1601, 2004.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H.; VILLAS-BÔAS, G.L.; BRANCO, M.C.; MEDEIROS, M.A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate para industrialização**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2006. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/doencas_virus.htm>. Acesso em: 24 jan. 2014.

SILVA, K.F.A.S.; MICHEREFF-FILHO, M.; FONSECA, M.E.N.; SILVA-FILHO, J.G.; TEIXEIRA, A.C.A.; MOITA, A.W.; TORRES, J.B.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; BOITEUX, L.S. 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**, Dordrecht, v. 151, n. 3, p. 218-230, 2014.

SILVA, L.D.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P.M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

SIMMONS, A.M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): temporal and leaf surface factors. **Environmental Entomology**, College Park, v. 23, p. 381-389, 1994.

SNYDER, J.C.; HYATT, J.P. Influence of daylength on trichome densities and leaf volatiles of *Lycopersicon* species. **Plant Science Letters**, Amsterdam, v. 37, p. 177-181, 1984.

SOUZA-DIAS, J.A.C.; SAWAZAKI, H.E.; PERNAMBUCO-FO, P.C.A.; ELIAS, L.M. *Tomato severe rugose virus*: another begomovirus causing leaf deformation and mosaic symptoms on potato in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, n. 3, p. 487, 2008.

SOUZA-DIAS, J.A.C.; YUKI, V.A.; RIBEIRO, S.G.; RAVAGNANE, V.A. Risca amarela da nervura do tomateiro é causada por geminivírus que infeta batata. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 22, p. 57, 1996.

TOLOY, R.S. **Período mínimo para aquisição do *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) por *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiros e identificação de sítios de aquisição do vírus**. 2015. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

VALE, F.X.R. Manejo integrado das doenças do tomateiro: epidemiologia e controle. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 2004. p. 217-308.

VENDRAMIM, J.D.; SOUZA, A.P.; ONGARELLI, M.G. Comportamento de oviposição da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n.1, p. 126-132, 2009.

VILLAS-BÔAS, G.L.; CASTELO-BRANCO, M. **Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Circular Técnica, 70).

WALKER, G.P. A beginner's guide to electronic monitoring of homopteran probing behavior. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 19., 2000, Beijing, **Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior: proceedings...** Annapolis: Entomological Society of America, 2000. p. 14-40.

WALKER, G.P.; PERRING, T.M. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) interpreted from AC electronic feeding monitor waveforms. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 87, n. 3, p. 363-374, 1994.

WILLIAMS, W.G.; KENNEDY, G.G.; YAMAMOTO, R.T.; THACKER, J.D.; BORDNER, J. 2-tridecanone: a naturally occurring insecticide from the wild tomato *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum*. **Science**, Washington, v. 207, n. 4433, p. 888-889, 1980.

YOKOMI, R.K.; HOELMER, K.A.; OSBORNE, L.S. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, p. 895-900, 1990.

ZAMIR, D.; EKSTEIN-MICHELSON, I.; ZAKAY, Y.; NAVOT, N.; ZEIDAN, M.; SARFATTI, M.; ESHED, Y.; HAREL, E.; PLEBAN, T.; VAN-OSS, H.; KEDAR, N.; RABINOWITCH, H.D.; CZOSNEK, H. Mapping and introgression of a tomato yellow leaf curl virus tolerance gene, *TY-1*. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 88, p. 141-146, 1994.