

LUÍS FERNANDO MARANHO WATANABE

**HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE ESPÉCIES INVASIVAS DE MOSCA-
BRANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM
PLANTAS DE TOMATE E PIMENTÃO**

BOTUCATU

2017

LUÍS FERNANDO MARANHO WATANABE

**HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE ESPÉCIES INVASIVAS DE MOSCA-
BRANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM
PLANTAS DE TOMATE E PIMENTÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renate Krause Sakate

Co-orientadora: Dr^a Mônica Fecury Moura

BOTUCATU

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

W324h Watanabe, Luís Fernando Maranhão, 1992-
Habilidade competitiva entre espécies invasivas de mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de tomate e pimentão / Luís Fernando Maranhão Watanabe. - Botucatu : [s.n.], 2017
59 p. : il. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017
Orientador: Renate Krause-Sakate
Coorientador: Mônica Fecury Moura
Inclui bibliografia

1. Mosca branca. 2. Tomate. 3. Pimentão. 4. Competitividade. I. Krause-Sakate, Renate. II. Moura, Mônica Fecury. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE ESPÉCIES INVASIVAS DE MOSCA-BRANCA, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) EM PLANTAS DE TOMATE E PIMENTÃO"

AUTOR: LUÍS FERNANDO MARANHO WATANABE
ORIENTADORA: RENATE KRAUSE SAKATE
COORIENTADORA: MÔNICA FECURY MOURA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. RENATE KRAUSE SAKATE
Depto de Proteção Vegetal / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

Profa. Dra. RÉGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO
Dep de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

DR. VALDIR ATSUSHI YUKI
Depto. Virologia Vegetal / Instituto Agronômico de Campinas

Botucatu, 23 de fevereiro de 2017.

Aos meus queridos e amados pais Isabel e João Mikio e à minha irmã Ana Paula

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais: Isabel Maranhão Watanabe e João Mikio Watanabe por todo amor, apoio, incentivo, confiança e condições que me proporcionaram estar finalizando minha dissertação.

À minha irmã Ana Paula Maranhão Watanabe pelo amor, apoio, amizade, incentivo, confiança e por todos os momentos de descontração.

À minha amiga e companheira Luane Mascarenhas Rodrigues pelo amor, carinho, apoio, amizade, incentivo, confiança e pelos ótimos momentos vivenciados.

À minha orientadora Renate Krause Sakate pela amizade, carinho, confiança, ensinamentos, informações e orientações durante todo o processo de graduação e pós-graduação.

Aos professores Marcelo Agenor Pavan, Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno e Carlos Gilberto Raetano pelo apoio, amizade e confiança.

Aos companheiros do “grupo mosca-branca”: Vinicius Henrique Bello, Letícia Aparecida de Moraes e Bruno Rossito de Marchi pela amizade, auxílio, ensinamentos, momentos compartilhados de trabalho e de descontração e pela companhia diária.

Aos ex-companheiros do “grupo mosca-branca”: Julio Massaharu Marubayashi, Leonardo da Fonseca Barbosa pela amizade, ensinamento e companhia.

Aos companheiros e ex-companheiros de laboratório: Mônica Fecury, Marcos Roberto Ribeiro Jr., Giovana Crusciol, Késsia Pantoja, Milena Leite, Marcelo Soman, João César da Silva, David Spadotti, Leysimar Pitzr e Daiana Bampi pela amizade e por todos os momentos.

Ao grupo de estagiários do laboratório: Rafaela G. Ruschel, Beatriz Santos e Thiago Tomasini pela amizade, auxílio, momentos compartilhados e pela companhia.

Aos funcionários do Departamento de Proteção Vegetal pelo auxílio, em especial o Paulinho e o Pereira.

Aos amigos da turma 46 de agronomia: Guilherme Gotardi e Ana Laura Favoreto pela amizade, apoio, conversas, auxílio, confiança e momentos de descontração.

Aos amigos de longo tempo: Victor Garcia, Guilherme Marigo, Hiroshi Mori e Gustavo Abreu pela amizade, confiança, auxílio, apoio e por todos os momentos proporcionados de descontração e de alegria.

À Escola de Aprendizes do Evangelho e todos os membros do grupo: Isabel Maranhão Watanabe, Sandra Leonel, Luane Mascarenhas Rodrigues, Ana Lúcia, João Pedro, Natália, Maria José e Flaviana, e todos os palestrantes pelos ensinamentos, pelas palavras de apoio, carinho e fortalecimento mental e espiritual que contribuíram muito para meu crescimento pessoal e moral.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP pela oportunidade de realizar as atividades e pelo suporte necessário.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro durante o Mestrado.

A todos os produtores que sempre nos recebiam de forma gentil para as coletas.

RESUMO

A espécie de mosca-branca *Bemisia tabaci* é considerada uma das pragas mais importantes do mundo e está amplamente distribuída. Estudos recentes demonstraram que a *B. tabaci* não é composta por biótipos, mas sim por um complexo de espécies crípticas, morfologicamente idênticas. No Brasil, a espécie Middle East-Asia Minor1 (MEAM1, conhecida como biótipo B) é predominante nos cultivos desde a invasão nos anos 90. Em 2014, foi relatada pela primeira vez, no estado do Rio Grande do Sul, a presença da espécie Mediterranean (MED, conhecida como biótipo Q). Com base na importância da espécie MEAM1 no Brasil e da espécie MED em vários países da Europa e Ásia, o objetivo deste estudo foi avaliar a preferência das espécies e a oviposição em diferentes hospedeiros, bem como a habilidade competitiva entre as espécies invasivas e a predominância em plantas de tomate e pimentão. Para os ensaios de preferência por hospedeiros e oviposição foram utilizadas plantas de algodão, feijão, pimentão e tomate. Os ensaios foram conduzidos com a contagem do número de insetos adultos em 12, 24 e 48 horas após o início e com a contagem dos ovos após 48 horas do início do ensaio. O número de adultos em algodão foi significativamente favorável à MED nos três períodos; para feijão, apenas em 12 horas favorável à MEAM1 e tomateiro não houve diferença. Para o número de ovos, em algodão e tomate, MED ovipositou mais comparada à MEAM1, enquanto que para feijão não houve diferença estatística. Os ensaios de habilidade competitiva foram conduzidos utilizando insetos recém-emergidos, onde 10 casais de insetos de cada uma das espécies crípticas foram colocados em seus hospedeiros para avaliação. Os resultados obtidos demonstraram que a espécie MED predominou sobre a espécie MEAM1 em pimentão híbrido Magali R na 4ª amostragem (120 dias após o início do experimento), enquanto que para o tomateiro cv Santa Clara, a espécie MEAM1 predominou sobre a MED também na 4ª amostragem (100 dias após o início do experimento), mostrando a preferência da espécie MED por pimentão e da espécie MEAM1 por tomateiro, indicando que problemas associados a vírus, bem como da mosca-branca como praga podem se agravar em pimentão.

Palavras-chaves: *Bemisia tabaci*, preferência hospedeiro, habilidade competitiva, MEAM1, MED

ABSTRACT

The species of whitefly *Bemisia tabaci* is considered one of the most important pests in the world and is widely disseminated. Recent studies have shown that *B. tabaci* is not composed of biotypes, but rather by a complex of cryptic species, morphologically identical. In Brazil, the species Middle East-Asia Minor1 (MEAM1, known as biotype B) has been predominant in the fields since its invasion in the 1990s. In 2014, it was reported for the first time, in the state of Rio Grande do Sul, the presence of the Mediterranean species (MED, known as the Q biotype). The objective of this study was to evaluate the preference of these species and their oviposition in cotton, common bean, pepper and tomato, as well as the competitive displacement in tomato and pepper. The assays were conducted by counting the number of adult insects at 12, 24 and 48 hours after start and counting the eggs after 48 hours from the start of the assay. The results showed that for the number of adults in cotton there was a significant difference favoring MED in the three periods; for common bean, only in 12 hours it was favorable to MEAM1 and for tomato there was no difference between MED and MEAM1. Higher oviposition was observed for MED in cotton and tomato. Competitive displacement assays were conducted using 10 pairs of MED and MEAM1 newly emerged. MED species predominated over MEAM1 on pepper in the 4th sample (120 days after the start of the experiment), whereas MEAM1 species predominated over MED also in the 4th sampling (100 days after the beginning of the experiment) in tomato, showing the preference of the MED species for pepper and the MEAM1 species for tomato. Our results indicate that problems associated with MED as a pest and vector of virus to pepper plants can increase in Brazil.

Keywords: *Bemisia tabaci*, host preference, competitive displacement, MEAM1, MED

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – INTERAÇÃO ENTRE A MÉDIA GERAL DO NÚMERO DE ADULTOS DE CADA ESPÉCIE DE <i>B. TABACI</i> E OS DIFERENTES HOSPEDEIROS.....	39
TABELA 2 – INTERAÇÃO ENTRE AS ESPÉCIES DE <i>B. TABACI</i> VS TEMPO EM FUNÇÃO DOS HOSPEDEIROS.....	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – GAIOLA DA ESQUERDA COM <i>B. TABACI</i> /MEDITERRANEAN E GAIOLA DA DIREITA COM <i>B. TABACI</i> /MIDDLE EAST-ASIA MINOR 1 PARA OVIPOSIÇÃO.	33
FIGURA 2 – GAIOLAS COM PLANTAS DE PIMENTÃO: COMBINAÇÃO DAS POPULAÇÕES MEDITERRANEAN E MIDDLE EAST-ASIA MINOR 1 EM CADA GAIOLA.	33
FIGURA 3 – ARENA DE VIDRO NÚMERO 6 (1 A 10) DO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO DA ESPÉCIE MEDITERRANEAN EM FEIJOEIRO.	35
FIGURA 4 – AS 10 ARENAS DE VIDROS REFERENTES AO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO DA ESPÉCIE MEDITERRANEAN EM FEIJOEIRO.	35
FIGURA 5 – HABILIDADE COMPETITIVA EM PIMENTÃO HÍBRIDO MAGALI-R (A) E EM TOMATEIRO CV SANTA CLARA (B).	37
FIGURA 6 – (A) COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE OVOS DE CADA ESPÉCIE CRÍPTICA DE <i>B. TABACI</i> (MEDITERRANEAN E MIDDLE EAST-ASIA MINOR 1) ENTRE OS DIFERENTES HOSPEDEIROS. (B) COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE OVOS ENTRE AS ESPÉCIES CRÍPTICAS DE <i>B. TABACI</i> (MEDITERRANEAN E MIDDLE EAST-ASIA MINOR 1) NOS DIFERENTES HOSPEDEIROS.	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Ordem Hemiptera: <i>Bemisia tabaci</i>	21
2.2 <i>Bemisia tabaci</i> : morfologia e biologia.....	21
2.3 Complexo de espécies crípticas de <i>Bemisia tabaci</i>	23
2.4 Transmissão de vírus por <i>Bemisia tabaci</i>	24
2.5 Competição entre espécies crípticas de <i>Bemisia tabaci</i>	27
2.6 <i>Bemisia tabaci</i> : Endossimbiontes.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Obtenção da colônia de <i>Bemisia tabaci</i> espécie MED e MEAM1	31
3.2 Ensaio de habilidade competitiva entre as espécies invasoras de <i>Bemisia tabaci</i>	31
3.3 Ensaio de oviposição em diferentes hospedeiros	34
4 RESULTADOS	36
4.1 Avaliação da habilidade competitiva em plantas de tomate e pimentão	36
4.2 Ensaio de oviposição em diferentes hospedeiros	38
5 DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÕES	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), é considerada uma das pragas agrícolas mais importantes do mundo e está listada entre as 100 piores pragas invasoras (LOWE et al., 2000). É um inseto altamente polífago, colonizando mais de 600 espécies de plantas, e cosmopolita, isto é, presente em todos os continentes. Como praga, a *B. tabaci* pode causar danos diretos ou danos indiretos às culturas. Os danos diretos estão relacionados com a sucção de seiva dos vasos do floema e excreção da substância açucarada “honeydew”, onde esta serve como substrato para crescimentos de fungos (JONES et al., 2008). Os danos indiretos estão associados à transmissão de mais de 300 espécies de vírus, sendo considerado o dano de maior importância na agricultura mundial. As espécies de vírus transmitidos por *B. tabaci* pertencem aos gêneros *Begomovirus*, *Crinivirus*, *Carlavirus*, *Ipomovirus* e *Torradovirus* (GILBERTSON et al., 2015; NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011; PERRING, 2001).

B. tabaci é composta por um complexo de espécies crípticas, sendo indistinguíveis morfologicamente. No Brasil, até a década de 1980, espécies indígenas, predominavam nos campos e a importância do inseto como praga e problemas com fitovírus não eram relevantes. A partir da década de 90, a espécie MEAM1 (biótipo B) foi introduzida por meio do comércio de plantas ornamentais (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). A partir da invasão da espécie MEAM1, o tomateiro passou a ser extremamente bem colonizado por esta espécie, e dada a sua capacidade polífaga de se alimentar e colonizar diversos hospedeiros, MEAM1 realizou a ponte entre plantas daninhas e o tomateiro, ocasionando a emergência de diversas espécies de begomovírus nesta cultura, que outrora eram de pouca importância e colonizavam basicamente plantas daninhas (NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011). Desde então, surtos populacionais se tornaram mais frequentes em conjunto com a emergência de vírus, a população mosca-branca indígena foi deslocada pela competição, onde a invasora era mais agressiva pela alta capacidade de colonização de diversas plantas hospedeiras, e adaptabilidade às condições do país.

Recentemente, no Brasil, a espécie Mediterranean, MED (biótipo Q) foi relatada no estado do Rio Grande do Sul (BARBOSA et al., 2015) e, posteriormente, em São Paulo e Paraná (DE MORAES, [s.d.]). MED é considerada um potencial como praga no Brasil pelas características de menor susceptibilidade aos inseticidas neonicotinoides quando comparada à MEAM1 (HOROWITZ et al., 2005) e transmissão do *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) (LIU et al., 2013). O deslocamento competitivo entre as espécies MEAM1 e MED tem sido bem estudado por conta das implicações destas espécies na agricultura. Nos EUA e na China, estudos demonstraram que, em condições laboratoriais, MEAM1 é mais competitiva e agressiva quando comparada à MED e é predominante (CROWDER et al., 2010; SUN et al., 2011). Porém, no campo, a espécie MED deslocou MEAM1, predominando em várias regiões da China (CHU et al., 2010; RAO et al., 2011; SHEN et al., 2011).

A diversidade de plantas cultivadas nos campos brasileiros, bem como o sistema de cultivo, pode influenciar a colonização e predominância das espécies MEAM1 e MED. Dessa forma, o intuito deste trabalho foi estudar a habilidade competitiva entre as espécies MEAM1 e MED em plantas de tomate e pimentão, duas culturas de importância econômica no Brasil, afetadas frequentemente por vírus transmitidos por *B. tabaci*. Além disto, foi avaliada a oviposição das espécies MEAM1 e MED em diferentes hospedeiros como o algodoeiro, feijoeiro, tomateiro e pimentão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ordem Hemiptera: *Bemisia tabaci*

De acordo com GALLO et al., 2002, a classe insecta é composta por 29 ordens, onde a Hemiptera foi descrita, em 1758, por Linnaeus. A subordem Sternorrhyncha pertence à ordem Hemiptera e compreende 16.000 espécies de insetos os quais são divididos em 4 superfamílias: Aleyrodoidea (mosca-branca), Psylloidea (psilídeos); Aphidoidea (afídeos) e Coccoidea (cochonilhas) (GULLAN; MARTIN, 2009).

A superfamília Aleyrodoidea é dividida nas subfamílias Aleurodicinae e Aleyrodinae. A primeira é composta por aproximadamente 130 espécies sem grande importância econômica e está presente, principalmente, nas Américas Central e do Sul e no Caribe. A segunda compreende cerca de 1560 espécies organizadas em 161 gêneros e são conhecidas como as moscas-brancas, pois produzem uma cera branca que recobre suas asas e corpo (GULLAN; MARTIN, 2009).

A mosca-branca, *B. tabaci*, é um inseto sugador que coloniza várias espécies herbáceas (DE BARRO et al., 2011). Foi inicialmente descrita em plantas de tabaco, na Grécia em 1889, denominada de *Aleyrodes tabaci* (PERRING, 2001). No Brasil, o primeiro relato ocorreu em 1928 no estado da Bahia em *Euphorbia pulcherrima*, *Nicotiana glauca* Graham e *Nicotiana tabacum* L. (BONDAR, 1928).

Os aleyrodídeos são encontrados frequentemente nas regiões do trópico e subtropical, porém já foram relatados em todos os continentes (BROWN, 2000). O aumento da população está relacionado com a utilização do monocultivo da maioria das espécies de plantas cultivadas, à seleção de populações resistentes a inseticidas pela aplicação e planejamento errôneo, aos sistemas agrícolas e, em especial, à fácil adaptabilidade do inseto aos hospedeiros (BROWN; BIRD, 1992).

2.2 *Bemisia tabaci*: morfologia e biologia

Os aleyrodídeos possuem tamanho entre 1 e 2 mm, onde as fêmeas são levemente maiores que os machos (NATESHAN et al., 1996). Com asas brancas, os adultos possuem a coloração amarela na parte dorsal. As asas cobrem praticamente

todo o dorso e, por isso, o inseto foi denominado de mosca-branca (TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002).

Seu ciclo de vida engloba três fases: ovo, ninfa e adulto. Os ovos possuem o formato piriforme, com comprimento entre 0,18 e 0,21 mm e largura de 0,06 a 0,09 mm (VILLAS BÔAS et al., 1997). No início, possuem coloração branca-transparente e, conforme se aproxima da eclosão, os ovos ganham tons amarelados, avermelhados, chegando a marrons. Nas folhas, os ovos são ovipositados na parte abaxial, podendo ser colocados de forma isolada ou em grupos (SIMMONS, 1994). A preferência pela parte abaxial está relacionada com a pilosidade, para proteção contra ventos e dessecação e também pela menor espessura da cutícula da folha, facilitando a alimentação (SIMMONS, 1994; SOTTORIVA, 2010; VENDRAMIM; DE SOUZA; ONGARELLI, 2009).

Ao longo do ciclo, a fêmea de mosca-branca é capaz de ovipositar até 394 ovos, de acordo com as condições ambientais e planta hospedeira (BYRNE; BELLOWS, 1991). Em condições de temperatura entre 25 e 27°C, o ciclo da *B. tabaci* tem duração média de 16 a 25 dias (WAGNER, 1995), dependendo das condições ambientais e do hospedeiro (GILL, 1990). Dentro dessa média, 8 dias correspondem ao estágio de ovo e o restante ao estágio de ninfa (WAGNER, 1995). Antes de se tornar adulto, o inseto passa por quatro estádios de ninfa denominados de: primeiro, segundo, terceiro e quarto instares (LOURENÇÃO; KRAUSE-SAKATE; VALLE, 2015). Em soja, os insetos podem completar seu ciclo em 22 dias em temperatura de 30°C, com sobrevivência de 90%. Antagonicamente, o ciclo do inseto pode chegar a 70 dias em plantas de soja à temperatura de 15°C, com sobrevivência de 64% dos indivíduos (ALBERGARIA; CIVIDANES, 2002). Em algodão, o ciclo completo da mosca-branca dura, em média, 23 dias com viabilidade de até 64% dos indivíduos (CAMPOS et al., 2009). Em feijão, a duração do ciclo completo do inseto é de aproximadamente 22 dias a 25 °C (ORIANI; VENDRAMIM; BRUNHEROTTO, 2008; VILLAS BÔAS; FRANÇA; MACEDO, 2002) e com viabilidade de até 85% (ORIANI; VENDRAMIM; BRUNHEROTTO, 2008). Em tomateiro, a duração do ciclo pode chegar a 35 dias, onde 11 dias representam a fase de ovo e 24 dias o período de ninfa. A viabilidade dos ovos e ninfas pode chegar a 96% e 87%, respectivamente (MARILENE; VENDRAMIM, 2002).

O fator idade da planta pode influenciar diretamente na oviposição de *B. tabaci*. A idade da planta de maior preferência do inseto para oviposição está entre os 30 e

40 dias em algodão (CAMPOS et al., 2005), pimentão (LIMA; CAMPOS, 2008), feijoeiro (JESUS et al., 2009) e tomateiro (TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002).

2.3 Complexo de espécies crípticas de *Bemisia tabaci*

Inicialmente, *B. tabaci* era classificada em 40 biótipos diferentes, baseada em aspectos biológicos como preferência de hospedeiros colonizados, conjunto de endossimbiontes secundários, fecundidade, polimorfismo genético e capacidade de transmissão de begomovírus (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995).

Estudos com análise do gene mitocondrial cytochroma oxidase I (mtCOI) demonstraram que a *B. tabaci* não é composta de biótipos, mas de um complexo de espécies crípticas composto de populações com indivíduos morfologicamente indistinguíveis, sendo diferenciadas molecularmente (DE BARRO et al., 2011; DINSDALE et al., 2010). Para caracterização em espécies crípticas e grupos, limites foram estabelecidos através de uma distribuição de frequência baseada nas comparações de pares de distâncias genéticas no gene mtCOI. O limite estabelecido para espécies foi de 3,5% e para grupo de 11%. A partir disso, uma sequência consenso foi criada para cada grupo, a fim de ser utilizada para analisar uma sequência desconhecida e poder classificá-la. Atualmente, 37 espécies crípticas foram reconhecidas, divididas em 11 diferentes grupos (BOYKIN; DE BARRO, 2014; DE BARRO et al., 2011; FROHLICH et al., 1999).

No Brasil, as espécies relatadas são: New World1 (NW1) e New World 2 (NW2), Middle East-Asia Minor 1 (MEAM1) e Mediterranean (MED) (BARBOSA et al., 2015; MARUBAYASHI et al., 2013). As espécies indígenas ainda são encontradas a campo, geralmente associadas às plantas daninhas e raramente em plantas cultivadas, indicando seu baixo potencial como praga e vetor de vírus (BARBOSA et al., 2014; MARUBAYASHI et al., 2013).

A espécie MEAM1, referida como biótipo B na literatura, é a mais distribuída mundialmente. Sua detecção inicial foi no Estado da Flórida, Estados Unidos, em *Euphorbia pulcherrima* Willdenow (Euphorbiaceae) (COSTA; BROWN, 1990). No Brasil, a detecção da MEAM1 ocorreu no início dos anos 1990, introduzida através do comércio de plantas ornamentais (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994) e está

diretamente relacionada com a emergência de várias espécies de begomovírus no país (RIBEIRO et al., 2003). A espécie MEAM1 é a predominante no Estado de São Paulo (MARUBAYASHI et al., 2013).

A espécie MED, também referida como biótipo Q na literatura, possui grande importância mundial, principalmente na Europa e Ásia. Também foi relatada nos Estados Unidos (DALTON, 2006), México (MARTINEZ-CARRILLO; BROWN, 2007), Guatemala (BETHKE et al., 2009), Argentina e Uruguai (GRILLE et al., 2011). BARBOSA et al., 2015 identificou pela primeira vez, no Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul e mais recentemente a espécie MED também foi identificada nos Estados de São Paulo e Paraná em plantas ornamentais e hortaliças (DE MORAES, [s.d.]). A espécie MED possui uma característica peculiar que é a resistência a alguns grupos de inseticidas como neonicotinoides (HOROWITZ et al., 2005; NAUEN; DENHOLM, 2005), além de excelente adaptabilidade a ambientes protegidos (HOROWITZ et al., 2005), preferência ao pimentão (MUÑIZ; NOMBELA, 2001) e eficiência na transmissão do begomovírus *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) (LI et al., 2010), um begomovírus ainda ausente no Brasil, porém já relatado na Venezuela (NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011), situação que preocupa o Brasil.

2.4 Transmissão de vírus por *Bemisia tabaci*

Os insetos são os que possuem maior destaque na transmissão de vírus, em especial a ordem Hemiptera, sendo responsáveis por transmitir aproximadamente 55% dos vírus de plantas conhecidos (HOGENHOUT et al., 2008). *B. tabaci* é vetor de aproximadamente 300 espécies de vírus, presentes em 5 gêneros diferentes: *Begomovirus* (família *Geminiviridae*), *Crinivirus* (família *Closteroviridae*), *Carlavirus* (família *Betaflexiviridae*), *Ipomovirus* (família *Potyviridae*) e *Torradovirus* (família *Secoviridae*) (GILBERTSON et al., 2015; NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011; PERRING, 2001).

Diferentes modos de interações permitiram a classificação de quatro mecanismos distintos da relação vírus-vetor, sendo eles: não persistente, semipersistente, persistente circulativo e persistente propagativo (WHITFIELD; FALK; ROTENBERG, 2015). Nesse contexto, a *B. tabaci* é classificada por transmitir

vírus de maneira semipersistente, persistente circulativo e persistente propagativa. Os gêneros *Crinivirus*, *Carlavirus*, *Torradovirus* e *Ipomovirus* são transmitidos de forma semipersistente enquanto que vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* de forma persistente circulativo e persistente propagativo no caso do TYLCV (POLSTON; DE BARRO; BOYKIN, 2014; VERBEEK et al., 2014).

O gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae*, é composto por vírus com partículas geminadas icosaédricas, podendo possuir uma (monossegmentado) ou duas (bissegmentado) moléculas de DNA de fita simples (ssDNA) (STANLEY, 2005). No Brasil, os begomovírus presentes são os bissegmentados, compostos pelo DNA-A e DNA-B, que possuem funções específicas. O DNA-A é responsável por codificar todas as proteínas relacionadas com a transcrição, replicação e encapsidação tanto do DNA-A quanto do DNA-B e o DNA-B tem função no desenvolvimento de sintomas e no movimento viral na planta (FONTES et al., 1994; ROJAS et al., 2005).

O feijoeiro e o tomateiro são culturas importantes afetadas pelos begomovírus. Em feijoeiro, o *Bean golden mosaic virus* (BGMV) foi detectado pela primeira vez no Brasil na década de 1950, e sua incidência passou a ser expressiva a partir da década de 70 com o início do cultivo da soja, que é excelente hospedeira da mosca-branca (COSTA; COSTA; SAUER, 1973). O *Macrotillium yellow spot virus* (MaYSV) é outro begomovírus verificado em feijoeiro, porém se restringindo ao Estado de Alagoas (SILVA et al., 2012; RAMOS-SOBRINHO et al., 2014).

O primeiro relato de begomovírus em solanáceas ocorreu na década de 1960 com a espécie *Tomato golden mosaic virus* (TGMV) (COSTA; OLIVEIRA; SILVA, 1975; FLORES; SILBERSCHMIDT; KRAMER, 1960). A partir da década de 1990, surtos populacionais de *B. tabaci* se iniciaram com a introdução da espécie MEAM1, também conhecida por biótipo B e, paralelamente, a emergência de novos begomovírus ocorreu no tomateiro (AMBROZEVICIUS et al., 2002; RIBEIRO et al., 2003). Desde então, 16 novas espécies foram relatadas, sendo as espécies mais importantes em tomateiro o *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) na região Centro-Oeste e Sudeste e o *Tomato mottle leaf curl virus* (ToMoLCV) na região Nordeste.

O gênero *Begomovirus* possui o maior número de espécies transmitidas por *B. tabaci* (GILBERTSON et al., 2015; NAVAS-CASTILLO; FIALLO-OLIVÉ; SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011). Dentro do complexo de espécies crípticas, existem variações na eficiência de transmissão por fatores como hábitos alimentares, preferência por hospedeiros, constituição de endossimbiontes secundários e pelo caráter genético

do vetor (GHANIM, 2014). A relação vírus-vetor é persistente circulativa para a maioria dos begomovírus testados, porém para o TYLCV foi demonstrado que este se replica no inseto, sendo a transmissão do tipo persistente propagativa (CZOSNEK et al., 2001; CZOSNEK; GHANIM, 2012; MEHTA et al., 1994; ROSEN et al., 2015; RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997).

Na transmissão persistente circulativa, o vírus precisa percorrer todo o interior do inseto, passando pelo aparelho bucal, “midgut”, hemolinfa e glândulas salivares para, enfim, ser transmitido. O tempo para percorrer esse caminho é denominado de período de latência (GHANIM, 2014). Inicialmente, este período foi definido como sendo 21 horas do TYLCV (COHEN; NITZANY, 1966). Posteriormente, foi relatado período latente de 8 horas para o mesmo vírus (GHANIM; MORIN; CZOSNEK, 2001). O processo consiste na introdução do aparelho bucal da *B. tabaci* nas células do parênquima de forma intracelular até chegar aos vasos do floema, onde o inseto se alimenta e os begomovírus são transmitidos. Os períodos de acesso à aquisição (PAA) e período de acesso à inoculação (PAI) é o tempo que o inseto leva para adquirir e transmitir o vírus, respectivamente. Para o TYLCV, o PAA mínimo foi de 15 a 60 minutos, enquanto que o PAI foi de 15 a 30 minutos. A partir da aquisição, o vírus caminha no interior do inseto em direção ao “midgut” e, posteriormente passa pelas células epiteliais para chegar até a hemolinfa e, então, circular até às glândulas salivares (GHANIM, 2014). Além disso, o endossimbionte secundário *Hamiltonella* auxilia na transmissão do TYLCV através da proteína sintetizada pela bactéria, denominada GroEL. Sua função é envolver e proteger a partícula viral, evitando esta ser degradada ao entrar na hemolinfa do inseto (MORIN et al., 1999, 2000). O período de retenção do vírus no inseto dura várias semanas ou, ainda, até a vida toda do inseto, porém a eficiência da transmissão vai decaindo ao longo do tempo (RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997).

Para o *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), o PAA mínimo é de 10 minutos e a taxa de transmissão aumenta gradativamente de acordo com o aumento do PAA até 24 horas bem como com o PAI na planta sadia (COSTA; LUZ, 1998; FREITAS, 2012). O período de retenção do ToSRV chega a 25 dias (FREITAS, 2012).

Outro vírus transmitido por mosca-branca é o *Tomato chlorosis virus* (ToCV), gênero *Crinivirus*, família *Closteroviridae*. O ToCV foi relatado pela primeira vez entre 2006 e 2007 (BARBOSA et al., 2008) e possui genoma bipartido, contendo duas moléculas de RNA, fita simples positiva e envolto por uma capa proteica, com

comprimento de 650-800 nm e 100-900 nm. Sua transmissão por *B. tabaci* MEAM1 e por *Trialeurodes abutilonea* ocorre muito eficientemente de forma semipersistente, enquanto que a transmissão por *B. tabaci* biótipo A e *T. vaporariorum* ocorre de forma menos eficiente (WINTERMANTEL; WISLER, 2006). Os períodos de acesso à aquisição (PAA) e de acesso à inoculação (PAI) ainda não foram determinados para o ToCV, porém, em casos experimentais, utiliza-se o padrão de 24 horas para ambos os períodos. O período de retenção do ToCV foi constatado de 3 dias em MEAM1 (WINTERMANTEL; WISLER, 2006).

O gênero *Carlavirus*, família *Betaflexiviridae*, é composto molécula de RNA fita simples, senso positivo (+ssRNA) com 6500 a 8600 nt de comprimento. As partículas são flexuosas com dimensões entre 12-15 nm de diâmetro (ADAMS et al., 2012). Possui a grande maioria das espécies sendo transmitidas por afídeos. Apenas duas espécies são conhecidas por serem transmitidas pelo complexo *B. tabaci*: *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) e *Melon yellowing-associated virus* (MYaV) (KING et al., 2011; NAGATA et al., 2005; NAIDU et al., 1998). No Brasil, o CPMMV foi constatado pela primeira vez como sendo o mosaico angular do feijoeiro jalo (COSTA; GASPAR; VEGA, 1983). Na safra de soja 2000/01 no Estado de Goiás, o vírus também foi observado (ALMEIDA et al., 2005) sendo relatado atualmente em diversos estados (ALMEIDA et al., 2005; ZANARDO et al., 2014).

Os crinivírus e carlavírus são transmitidos de forma semipersistente. BLANC; DRUCKER; UZEST, 2014; WHITFIELD; FALK; ROTENBERG, 2015 demonstraram que nesse tipo de transmissão, os vírus não ficam retidos no aparelho bucal do vetor. Não há período latência, ou seja, o vírus está prontamente disponível para ser transmitido assim que é adquirido.

2.5 Competição entre espécies crípticas de *Bemisia tabaci*

Mundialmente, a primeira grande dispersão de *B. tabaci* ocorreu no final da década de 1980, com a espécie MEAM1, através do comércio internacional de plantas ornamentais do Oriente Médio-Ásia Menor (Irã, Israel, Arábia Saudita, Jordão, Paquistão, Síria, Kuwait, Iêmen, Emirados Árabes Unidos), região de origem dessa espécie, para, pelo menos, 54 países distintos, incluindo países asiáticos, da Oceania e Américas (Estados Unidos e Brasil) (DE BARRO et al., 2011). Após a

invasão nesses países, espécies nativas foram totalmente deslocadas e MEAM1 passou a predominar nas regiões invadidas (BOYKIN et al., 2007; BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995; LIU et al., 2007; PERRING, 2001; SUN et al., 2011). Na China e Austrália, a espécie MEAM1 deslocou completamente as espécies indígenas. Quando em ocorrência isolada, MEAM1 possuía um índice de 60-70% de fêmeas em sua população enquanto que a indígena possuía de 50-60%. Quando juntas, a quantidade de fêmea da espécie invasora aumentava e a da indígena diminuía, conferindo um deslocamento favorável à espécie MEAM1 (LIU et al., 2007). Além disso, quando se analisava machos e fêmeas de espécies distintas, não foi observado cruzamento (LIU et al., 2007).

Recentemente, a espécie MED também foi amplamente dispersada da sua região de origem (Mediterrâneo) para, pelo menos, 10 países (China, Japão, Coreia do Sul, Nova Zelândia, Holanda, Canadá, Estados Unidos, México, Guatemala e Uruguai)(DE BARRO et al., 2011).

As espécies MEAM1 e MED são as mais estudadas pelo grande impacto que oferecem à agricultura mundial. Estudos mostraram que o cruzamento entre MEAM1 e MED produz fêmeas viáveis na F1, porém estéreis (CROWDER; SITVARIN; CARRIÈRE, 2010; JONES et al., 2008; MA et al., 2004; RONDA et al., 1999; SUN et al., 2011). Na China, as espécies MEAM1 e MED foram introduzidas nos anos 1990 e 2003, respectivamente (CHU et al., 2005). A partir de então, observações foram realizadas e foi verificado que MED predominava sobre MEAM1 em algumas regiões (GUO et al., 2012; HU et al., 2011; PAN et al., 2011) e que, posteriormente, a espécie MED teria deslocado completamente a MEAM1 na China (CHU et al., 2010; RAO et al., 2011; SHEN et al., 2011).

Mais recentemente, estudos na China demonstraram que, em plantas infectadas pelo vírus TYLCV, a espécie MED se alimenta mais do que a MEAM1. Além disso, as plantas infectadas causam diferentes efeitos nas espécies de *B. tabaci*: MEAM1 é prejudicada na capacidade alimentar, enquanto que, em MED, esse efeito não é observado, explicando porque MED predominou nos campos chineses (LIU et al., 2013, 2012). O controle químico também influencia diretamente na competitividade entre estas espécies de mosca-branca. Sem a utilização do controle químico, a espécie MEAM1 predominou sobre a MED em culturas como tomateiro, couve e algodoeiro, enquanto que MED predominou sobre MEAM1 em pimentão (SUN et al., 2013). Já com a aplicação de inseticidas, a espécie MEAM1 só predominou sobre a

MED quando o ensaio foi iniciado com 75% da população de MEAM1 e 25% de MED. Nos demais, MED superou MEAM1, indicando que MED possui maior resistência a inseticidas quando comparada com MEAM1 (SUN et al., 2013).

No Brasil, as espécies nativas New World 1 e New World 2 predominavam nos campos até o início da década de 1990, quando a espécie MEAM1 (biótipo B) foi relatada pela primeira vez (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). A partir de então, a espécie invasora se adaptou muito bem às condições brasileiras e se estabeleceu, predominando sobre as nativas. Apesar disso, ainda é possível encontrar as espécies nativas em algumas regiões do Brasil (BARBOSA et al., 2014; MARUBAYASHI et al., 2013).

2.6 *Bemisia tabaci*: Endossimbiontes

Os endossimbiontes são organismos comuns que se associam e interagem com seus hospedeiros de forma natural. A relação mais frequente está relacionada com os artrópodes, que compõe, aproximadamente, 15% de todos os organismos que possuem endossimbiontes (BAUMANN, 2005).

Na *B. tabaci* são encontrados dois tipos de endossimbiontes: o primário (P-endossimbionte) e os secundários (S-endossimbionte). O P-endossimbionte presente na *B. tabaci*, *Portiera aleyrodidarum* (THAO; BAUMANN, 2004), é obrigatório, isto é, sua interação com o inseto é muito específica e, sem isso, ambos morreriam. Isso ocorre pelo fato do P-endossimbionte sintetizar aminoácidos essenciais para a sobrevivência do inseto (BAUMANN, 2005; DOUGLAS, 1998). Sendo assim, todos os insetos de *B. tabaci* possuem a *P. aleyrodidarum* (BAUMANN, 2005; SKALJAC et al., 2010; THAO; BAUMANN, 2004). Na natureza, a *P. aleyrodidarum* é transmitida de forma vertical, ou seja, de geração a geração (BAUMANN, 2005). Os S-endossimbiontes são facultativos e não possuem interação vital com seu hospedeiro. Esses simbiotes são transmitidos de forma vertical ou horizontal na natureza (BEDFORD et al., 1994; CHIEL et al., 2009; ROSELL et al., 2009; SINTUPACHEE et al., 2006). Dessa forma, não são todas as populações ou insetos dentro de uma mesma população que possuem os S-endossimbiontes. A variação pode ocorrer de acordo com fatores ambientais, hospedeiro colonizado, espécie críptica e região geográfica.

Os endossimbiontes secundários conhecidos infectando *B. tabaci* são *Rickettsia* (GOTTLIEB et al., 2006), *Hamiltonella*, *Arsenophonus* (MORAN et al., 2005; THAO; BAUMANN, 2004), *Cardinium* (WEEKS; BREEUWER, 2003), *Fristchea* (EVERETT et al., 2005), *Wolbachia* (ZCHORI-FEIN; BROWN, 2002) e *Orientia like organism* – OLO (BING et al., 2013). Esses organismos podem garantir melhoria ao inseto como também podem causar malefícios. Existem relatos que *Rickettsia*, *Hamiltonella* e *Wolbachia* podem conferir resistência ao parasitismo de vespas ou a patógenos fúngicos e vírus (FERRARI et al., 2004; HAINE, 2008; HEDGES et al., 2008; OLIVER et al., 2003; SCARBOROUGH; FERRARI; GODFRAY, 2005; TEIXEIRA; FERREIRA; ASHBURNER, 2008; VORBURGER; GEHRER; RODRIGUEZ, 2009) e tolerância a temperaturas elevadas (MONTLLOR; MAXMEN; PURCELL, 2002). Também há relatos que *Rickettsia*, *Arsenophonus*, *Cardinium* e *Wolbachia* podem interferir na sexualidade, reduzindo a produção de machos e causando a alteração genética; indução de incompatibilidade citoplasmática e afetar a saúde do inseto (ENGELSTÄDTER; HURST, 2009; RAINA et al., 2015; WERREN, 1997; WERREN; BALDO; CLARK, 2008).

Além disso, os endossimbiontes secundários podem influenciar na transmissão de vírus, em especial do gênero *Begomovirus*. *Rickettsia* e *Hamiltonella* possuem papéis interessantes: o primeiro está relacionado com TYLCV, onde, na presença do endossimbionte, a transmissão aumentou de 41% para 79% pelo aumento da aquisição de vírus (KLIOT et al., 2014). Com o segundo, relatos com o TYLCV é influenciada diretamente pela proteína GroEL, sintetizada pela *Hamiltonella*, a qual interage com a capa proteica do vírus e sua função é proteger o vírus na passagem das células epiteliais do “midgut” para a hemolinfa (GOTTLIEB et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção da colônia de *Bemisia tabaci* espécie MED e MEAM1

Coletas na região de Mogi das Cruzes – SP para levantamento populacional de mosca-branca resultaram na detecção da espécie MED (DE MORAES, [s.d.]). Posteriormente a essa detecção, uma nova coleta foi realizada e plantas de begônia infestadas com ovos, ninfas e adultos foram trazidas para o Departamento de Proteção Vegetal – Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, campus de Botucatu e criadas em casa-de-vegetação em algodoeiro. Para confirmação da pureza da colônia, foram realizadas extrações de 100 insetos pelo protocolo Chelex (WALSH; METZGER; HIGUCHI, 1991), seguida de PCR com os oligonucleotídeos C1-J-2195 e L2-N-3014 (SIMON et al., 1994) e digestão com enzima *Taq I* para análise do gene mtCOI. A confirmação ocorreu pelo sequenciamento das amostras e utilização do sistema BLAST n (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>).

Os insetos pertencentes à espécie MEAM1 foram cedidos pelo Dr. Valdir Atsushi Yuki do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e iniciada a colônia com o Dr. Julio Massaharu Marubayashi e mantidas até o presente momento.

3.2 Ensaio de habilidade competitiva entre as espécies invasoras de *Bemisia tabaci*

Os ensaios foram conduzidos em gaiolas próprias para criações de insetos, com dimensões 45 cm × 45 cm × 55 cm, para observar a habilidade competitiva entre as espécies MEAM1 e MED quando colocadas juntas, na cultura do tomate e na cultura do pimentão.

Inicialmente, as espécies MEAM1 e MED de *B. tabaci* foram colocadas separadamente em algodoeiro para oviposição (Figura 1). Após 5 dias, os adultos foram retirados e apenas os ovos permaneceram na planta para condução até a fase adulta. Após 25 dias, os insetos recém-emergidos foram utilizados nos experimentos de deslocamento competitivo. Para o tomateiro cv Santa Clara, 4

repetições foram realizadas e, para o pimentão híbrido Magali R, 3 repetições (Figura 2). Os controles foram mantidos em algodoeiro.

Para início do ensaio, 10 fêmeas e 10 machos da espécie MED e 10 fêmeas e 10 machos da espécie MEAM1 foram introduzidos em gaiolas contendo duas plantas hospedeiras de uma determinada espécie (tomateiro cv Santa Clara ou pimentão Magali R). A partir de então, a cada 25 dias para tomateiro e a cada 30 dias para pimentão, 100 insetos adultos de cada gaiola contendo a mistura das populações foram coletados aleatoriamente para análise, enquanto que 30 insetos eram coletados do controle. A cada amostragem, nas respectivas gaiolas, a planta mais debilitada era cortada e mantida até a emergência dos adultos e uma nova planta era colocada. Os ensaios foram encerrados quando uma das espécies predominou sobre a outra.

As análises foram conduzidas através da extração do DNA total da mosca-branca através do protocolo Chelex (WALSH; METZGER; HIGUCHI, 1991), seguida de PCR através do par de oligonucleotídeos Bem23F (5'-CGGAGCTTGCGCCTTAGTC-3') e Bem23R (5'-CGGCTTTATCATAGCTCTCGT-3'), o qual amplifica um região de microssatélites referente a 200 bp e 400 bp para MEAM1 e MED, respectivamente (KONTSEDALOV et al., 2012; SKALJAC et al., 2010) e corridas em gel de agarose a 0,8%. Também foi realizada PCR com o par de oligonucleotídeos C1-J-2195 e L2-N-3014 e digestão com enzima *Taq I* para análise do gene mtCOI de algumas amostras para confirmação adicional.

Figura 1 – Gaiola da esquerda com *B. tabaci* Mediterranean e gaiola da direita com *B. tabaci* Middle East-Asia Minor 1 para oviposição.



Figura 2 – Gaiolas com plantas de pimentão: combinação das populações Mediterranean e Middle East-Asia Minor 1 em cada gaiola.



3.3 Ensaio de oviposição em diferentes hospedeiros

Os ensaios foram conduzidos em arenas de vidro com dimensões de 25 cm x 25 cm x 7 cm, sem chance de escolha. Seis folíolos de um hospedeiro específico foram colocados no interior de cada arena (Figura 3), somando um total de 10 arenas (Figura 4). Os folíolos foram destacados das plantas com seus respectivos pecíolos e mantidos numa solução de água e agarose na proporção 0,7%, em tubos de microcentrífuga de 1,5 ml, para manter a hidratação. Os tubos com folíolos foram numerados de 1 a 6 e fixados à parede da arena através de fita adesiva, com a parte abaxial voltada para baixo. Posteriormente, 10 casais de *B. tabaci* foram introduzidos através de sugador bucal e deixados por 48 horas para oviposição. As análises compreendiam a contagem dos adultos durante 12, 24 e 48 horas após o início do ensaio e a contagem dos ovos 48 horas após o início do ensaio. Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de temperatura (27°C) e luminosidade (14 horas claro/10 horas escuro). Os ensaios foram realizados para as espécies MED e MEAM1 em algodoeiro, feijoeiro, tomateiro e pimentão.

Nos ensaios de oviposição, a estatística utilizada para o número de adultos foi a ANOVA em parcelas sub-subdivididas, enquanto que para o número de ovos foi a ANOVA em blocos ao acaso (DBC).

O programa utilizado foi o Assistat 7.7 pt (Registro INPI 0004051-2) (SILVA, 2013). Para a construção dos gráficos, foi utilizado o programa SigmaPlot.

Figura 3 – Arena de vidro número 6 (1 a 10) do ensaio de oviposição da espécie Mediterranean em feijoeiro.



Figura 4 – As 10 arenas de vidros referentes ao ensaio de oviposição da espécie Mediterranean em feijoeiro.



4 RESULTADOS

4.1 Avaliação da habilidade competitiva em plantas de tomate e pimentão

A colônia foi estabelecida com sucesso em gaiolas e todas as amostras analisadas e sequenciadas foram identificadas como espécie MED. O sequenciamento parcial do gene mtCOI foi comparado no GenBank, através do BLAST-n, e foi constatado com uma similaridade de 99% com uma sequência de *B. tabaci* de Israel (KX397313.1), considerada membro da espécie MED.

A colônia de MEAM1 também teve o sequenciamento parcial do gene mtCOI e, quando comparado no GenBank, através do BLAST-n, foi constatado uma similaridade de 100% com uma sequência de *B. tabaci* do Egito (FJ710456.1), a qual é considerada MEAM1.

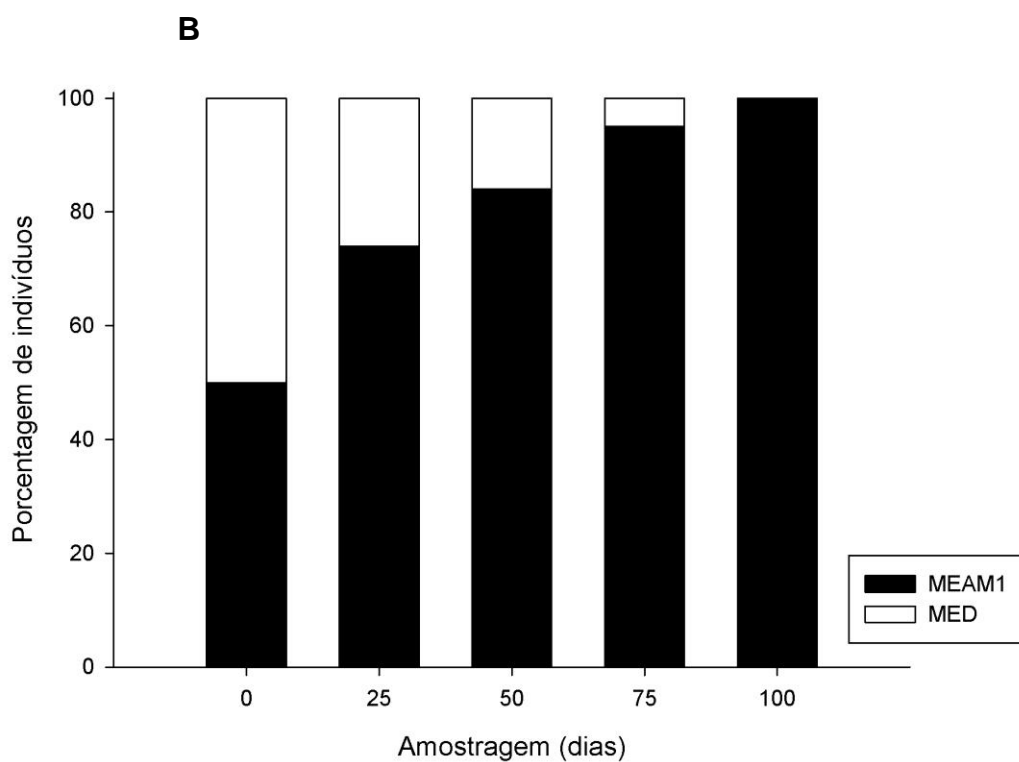
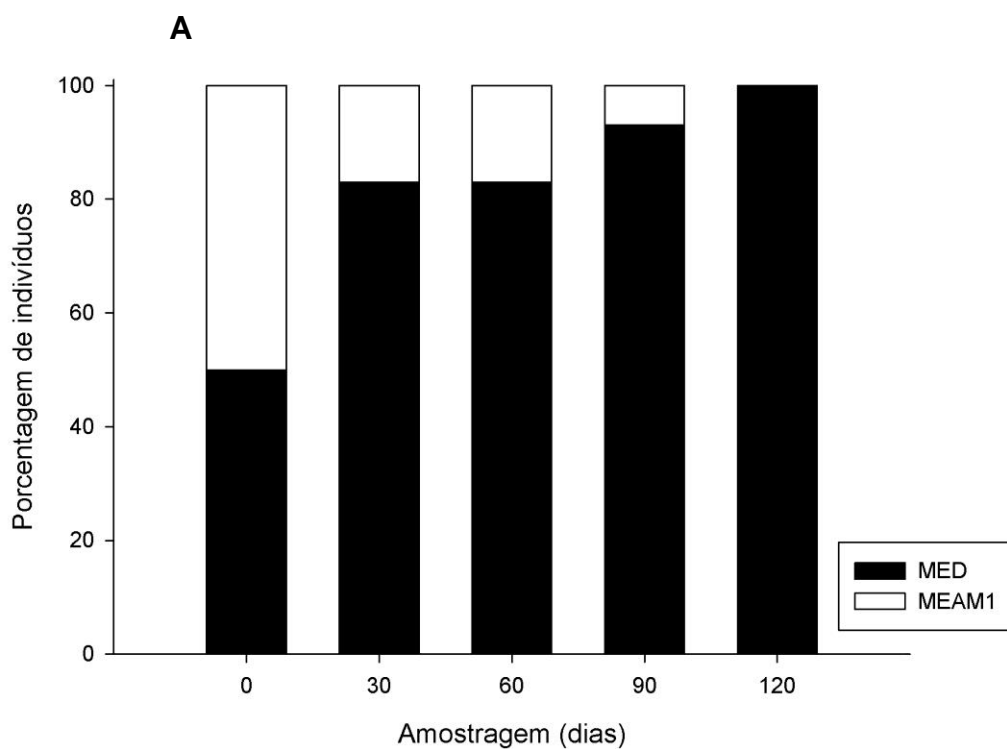
Os ensaios de habilidade competitiva foram conduzidos até a 4ª geração de *B. tabaci* conforme os dias estabelecidos para cada cultura (30 para pimentão e 25 para tomateiro).

Nos ensaios de pimentão, conforme as amostragens eram realizadas, a espécie MED se destacava sobre a MEAM1. Na quarta amostragem (120 dias), as análises moleculares demonstraram 100% da espécie MED em todas as repetições, indicando a predominância desta sobre a espécie MEAM1. Em uma das repetições, foi observado que a espécie MED predominou totalmente sobre a MEAM1 já na segunda geração, demonstrando a rápida adaptabilidade da MED em pimentão. Na Figura 5A, pode-se observar a porcentagem dos indivíduos das populações em cada amostragem, onde o eixo “x” corresponde aos dias e o eixo “y” corresponde à porcentagem da espécie MED.

Nos ensaios de tomateiro, conforme as amostragens eram realizadas, foi verificada a predominância da população da espécie MEAM1 e sobre a espécie MED. Na quarta amostragem (100 dias), as análises moleculares demonstraram 100% de espécie MEAM1 em todas as repetições, indicando a predominância desta sobre a espécie MED. Na Figura 5B, pode-se observar a porcentagem dos indivíduos das populações em cada amostragem, onde o eixo “x” corresponde aos dias e o eixo “y” à porcentagem da espécie MEAM1.

Os dados dos gráficos abaixo exibem as médias das repetições em cada amostragem.

Figura 5 – Habilidade competitiva em pimentão híbrido Magali-R (A) e em tomateiro cv Santa Clara (B).



4.2 Ensaio de oviposição em diferentes hospedeiros

A análise em parcelas sub-subdivididas demonstrou que houve diferença no número de adultos na interação espécies de *B. tabaci* e hospedeiros (Tabela 1) e na interação tripla espécies de *B. tabaci* vs tempo em função dos hospedeiros (Tabela 2). Foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 1 compara a média geral do número de adultos para cada espécie de *B. tabaci* e cada hospedeiro. As letras minúsculas correspondem à análise em coluna e as maiúsculas à análise na linha. As médias seguidas com letras iguais não diferem entre si. É possível observar que entre as espécies, o número de adultos diferiu de MED para MEAM1 em algodão e feijão, onde no algodão notou-se maior número de adultos de MED e em feijão, de MEAM1. A comparação das linhas demonstrou que para MEAM1, os adultos preferem o feijão, enquanto que para MED, o pimentão foi o menos preferido.

A Tabela 2 compara as médias para cada espécie de *B. tabaci* e seus respectivos tempos, em função dos hospedeiros. As letras correspondem à análise nas linhas. As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si. Os dados mostram que para MEAM1, o feijoeiro foi o preferido pelos insetos em todos os tempos (12, 24 e 48 horas) enquanto que MED o algodoeiro passou a ser preferido a partir de 24 horas em relação ao pimentão.

Em relação ao número de ovos, foi verificada preferência de oviposição de MEAM1 em feijoeiro comparado aos demais hospedeiros, enquanto que para MED não houve diferença estatística (Figura 7A). Também houve diferença significativa para a oviposição favorável à MED em algodoeiro e em tomateiro (Figura 7B).

Tabela 1 – Interação entre a média geral do número de adultos de cada espécie de *B. tabaci* e os diferentes hospedeiros.

Espécie <i>B. tabaci</i>	Hospedeiros			
	Algodão	Feijão	Tomate	Pimentão
MEAM1	10.13bB	15.90aA	11.77aB	11.53aB
MED	14.77aA	13.07bA	13.27aA	10.13aB
CV(%) (<i>Bt</i>)	27,05			
CV(%) (H)	26,87			

(*Bt*) refere-se às espécies de *B. tabaci*; (H) refere-se aos hospedeiros.

As letras minúsculas correspondem à análise em coluna e as maiúsculas à análise na linha. As médias seguidas com letras iguais não diferem entre si. Foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

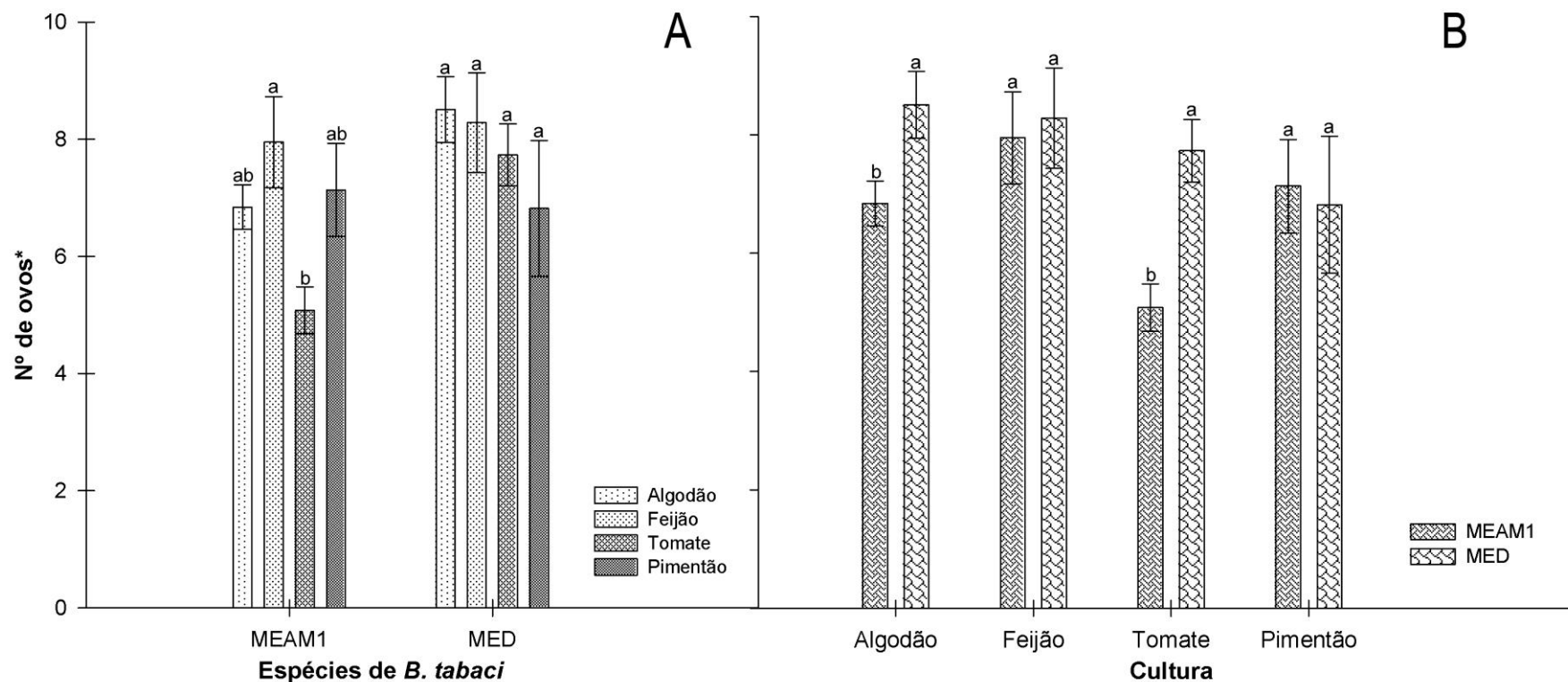
Tabela 2 – Interação entre as espécies de *B. tabaci* vs tempo em função dos hospedeiros.

Espécie <i>B. tabaci</i> vs Tempo	Hospedeiros			
	Algodão	Feijão	Tomate	Pimentão
MEAM1 12 h	10.30B	17.20A	13.20B	13.10B
MED	14.90A	13.70A	14.70A	12.70A
MEAM1 24 h	10.60B	16.50A	13.10AB	12.90AB
MED	14.70A	13.50AB	14.10AB	10.20B
MEAM1 48 h	9.50B	14.00A	9.00B	8.60B
MED	14.70A	12.00A	11.00AB	7.50B
CV(%) (T)	27,91			
CV(%) (<i>Bt</i>)	27,05			
CV(%) (H)	26,87			

(T) refere-se ao tempo; (*Bt*) refere-se às espécies de *B. tabaci*; (H) refere-se aos hospedeiros.

As letras maiúsculas correspondem à análise em linha. As médias seguidas com letras iguais não diferem entre si. Foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6 – (A) Comparação do número de ovos de cada espécie críptica de *B. tabaci* (Mediterranean e Middle East-Asia Minor 1) entre os diferentes hospedeiros. (B) Comparação do número de ovos entre as espécies crípticas de *B. tabaci* (Mediterranean e Middle East-Asia Minor 1) nos diferentes hospedeiros.



*Dados transformados em \sqrt{x} .

Nº de ovos acompanhado de erro padrão da média das avaliações; as diferentes letras indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade de acordo com o teste de Tukey.

5 DISCUSSÃO

A habilidade competitiva se torna ferramenta importante para entender a agressividade e comportamento reprodutivo das espécies. Fatores como incompatibilidade reprodutiva, oviposição, quantidade de ovos viáveis, sobrevivência das ninfas e comportamento das espécies num ambiente de competitividade podem influenciar diretamente a predominância de uma espécie (IIDA; KITAMURA; HONDA, 2009; SUN et al., 2011). A preferência por hospedeiro também reflete diretamente na competitividade de uma espécie sobre outra. SUN et al., 2013 demonstraram que a adaptabilidade das espécies MED e MEAM1 depende do hospedeiro, onde a primeira se adaptou melhor em pimentão e a segunda em tomate, couve e algodão.

Os dados obtidos neste trabalho verificaram a predominância de MED em pimentão híbrido Magali R e MEAM1 em tomateiro Santa Clara. No ensaio com pimentão, já na segunda amostragem, uma das repetições já se mostrou 100% predominante com MED, indicando a excelente adaptabilidade deste inseto neste hospedeiro. A predominância de uma espécie de *B. tabaci* sobre a outra é fundamental na agricultura brasileira, principalmente em relação às medidas de controle e questões epidemiológicas como praga e como vetor de importantes vírus.

A espécie MED é relatada como menos susceptível aos inseticidas neonicotinoides e pyriproxyfeno em comparada à MEAM1 (HOROWITZ et al., 2005). Na China, ensaios com imidacloprid mostraram que dosagens em até 4 vezes maiores são necessárias para se obter a mesma taxa de mortalidade de MED comparada a MEAM1 (SUN et al., 2013). No Brasil, o sistema agrícola utiliza grandes quantidades de produtos químicos para controle de pragas, doenças e plantas daninhas. A mosca-branca é uma praga muito importante do feijoeiro e tomateiro pela transmissão de vírus de alto potencial danoso. Aplicações corriqueiras são realizadas na tentativa de diminuir a população do inseto e, conseqüentemente, plantas infectadas com vírus. Este sistema, particularmente, é bastante favorável para predominância de MED em nossas condições.

Quanto à oviposição, este parâmetro por si só pode não predizer qual espécie predominará sobre outra. Além da oviposição, a viabilidade dos ovos e ninfas

interfere na predominância das espécies. Estudos comparando a eclosão de ovos de MEAM1 e MED em couve, pepino, tomateiro, pimentão, berinjela e feijoeiro demonstraram que para MEAM1, em média, mais de 88% dos ovos eclodem em todos hospedeiros, enquanto que, para MED, a eclosão varia de 44,8% em feijoeiro a 95% em tomateiro, respectivamente (IIDA; KITAMURA; HONDA, 2009). Além disso, também observaram que a viabilidade das ninfas de MEAM1 difere de MED. Para MEAM1, 76% das ninfas de MEAM1 se desenvolveram até adultos em berinjela, tomate, pepino e couve. Em pimentão, apenas 6,1% das ninfas de MEAM1 sobreviveram até a fase adulta. Para MED, mais de 62,1% foram capazes de se desenvolverem até a fase adulta em todos os hospedeiros testados. Portanto, não é suficiente um hospedeiro ser bem ovipositado para garantir sucesso ao estabelecimento da população do inseto, e sim seus ovos precisam ser viáveis e as ninfas sobreviverem e se tornarem adultos. A prevalência de MED no pimentão pode ser explicada, portanto, pela viabilidade da geração, uma vez que nossos resultados indicam que não há diferença de oviposição entre MED e MEAM1 neste hospedeiro, porém um acentuado favorecimento na predominância de MED.

A espécie MED ainda se encontra restrita às plantas ornamentais e hortaliças e está associada a ambientes protegidos no Brasil. Porém com as condições tropicais brasileiras favoráveis à reprodução da mosca-branca, bem como presença de hospedeiros ao longo de todo o ano, o cenário poderá mudar e em algumas culturas como o pimentão, MEAM1 seria deslocada pela espécie MED.

Além disso, a distribuição e predominância dos vírus brasileiros também poderiam se alterar. A espécie MED possui alta eficiência na transmissão do begomovírus TYLCV (LI et al., 2010), não relatado no Brasil, mas presente na Venezuela (ZAMBRANO et al., 2007). LIU et al., 2013, 2012 demonstraram que o TYLCV pode afetar o comportamento da mosca-branca, reduzindo a habilidade de MEAM1 de se alimentar, enquanto que para MED este efeito indesejável ao inseto não foi verificado. Além disso, esse fator é uma evidência de que o TYLCV pode ter contribuição direta na predominância da espécie MED sobre a MEAM1 na China.

A interação dos vírus brasileiros com a espécie MED ainda é desconhecida. São aspectos que devem ser estudados para verificar como os vírus presentes no país irão interagir com a nova espécie de *B. tabaci* e se isso pode ocasionar alteração na predominância de MEAM1 por MED nos campos brasileiros. Caso MED se relacione com os vírus brasileiros de forma semelhante ao TYLCV, o impacto pode ser

significativo e permitir que MED substitua MEAM1. Um fator mais preocupante seria a introdução do TYLCV nos campos brasileiros, podendo acelerar ainda mais o processo de deslocamento competitivo entre as espécies MED e MEAM1, além de ser uma doença de grande importância. Desta forma, os resultados obtidos no presente trabalho reforçam a necessidade de novos estudos visando compreender melhor a interação da recém-introduzida espécie de *B. tabaci* Mediterranean no Brasil com os vírus presentes em nosso país, bem como seu comportamento em diferentes sistemas de cultivo.

6 CONCLUSÕES

- O hospedeiro influencia diretamente na competição das espécies de *B. tabaci*, sendo o tomateiro cv Santa Clara favorável à Middle East-Asia Minor1 e o pimentão híbrido Magali R favorável à espécie Mediterranean;
- MED foi superior à MEAM1 na oviposição em plantas de algodão e tomateiro;
- MED oviposita igualmente bem em todos os hospedeiros, enquanto que MEAM1 preferiu o feijoeiro ao tomateiro;
- A habilidade competitiva favorável à espécie Mediterranean no pimentão Magali R, bem como da espécie Middle East-Asia Minor 1 no tomateiro Santa Clara não pôde ser explicado pela taxa de oviposição.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. J. et al. Family betaflexiviridae. **Virus taxonomy: ninth report of the international committee on taxonomy of viruses. Elsevier Academic Press, London**, p. 920–941, 2012.

ALBERGARIA, N.; CIVIDANES, F. J. Exigências térmicas de Bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 359–363, 2002.

ALMEIDA, Á. M. R. et al. Detection and partial characterization of a carlavirus causing stem necrosis of soybean in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 191–194, 2005.

AMBROZEVICIUS, L. P. et al. Genetic diversity of begomovirus infecting tomato and associated weeds in Southeastern Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 372–377, 2002.

BARBOSA, J. C. et al. First report of Tomato chlorosis virus infecting tomato crops in Brazil. **Plant Disease**, v. 92, n. 12, p. 1709, 2008.

BARBOSA, L. DA F. et al. Indigenous American species of the Bemisia tabaci complex are still widespread in the Americas. **Pest management science**, v. 70, n. 10, p. 1440–1445, 2014.

BARBOSA, L. DA F. et al. First report of Bemisia tabaci Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 501–504, 2015.

BAUMANN, P. Biology of Bacteriocyte-Associated Endosymbionts of Plant Sap-Sucking Insects. **Annual Review of Microbiology**, v. 59, n. 1, p. 155–189, 2005.

BEDFORD, I. D. et al. Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. **Annals of Applied Biology**, v. 125, n. 2, p. 311–325, 1994.

BETHKE, J. A. et al. First record of the Q biotype of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, in Guatemala. **Phytoparasitica**, v. 37, n. 1, p. 61–64, 2009.

BING, X.-L. et al. Characterization of a newly discovered symbiont of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Applied and environmental microbiology**, v. 79, n. 2, p. 569–575, 2013.

BLANC, S.; DRUCKER, M.; UZEST, M. Localizing viruses in their insect vectors. **Annual review of phytopathology**, v. 52, p. 403–425, 2014.

BONDAR, G. **Aleyrodideos do Brasil**. Bahia: Boletim do Laboratório de Patologia Vegetal do Estado da Bahia, 1928.

BOYKIN, L. M. et al. Global relationships of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) revealed using Bayesian analysis of mitochondrial COI DNA sequences. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 44, n. 3, p. 1306–1319, 2007.

BOYKIN, L. M.; DE BARRO, P. J. A practical guide to identifying members of the *Bemisia tabaci* species complex: and other morphologically identical species. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 2, p. 45, 2014.

BROWN, J. K. Molecular markers for the identification and global tracking of whitefly vector-Begomovirus complexes. **Virus Research**, v. 71, n. 1–2, p. 233–260, 2000.

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

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSELL, R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual review of entomology**, v. 40, n. 1, p. 511–534, 1995.

BYRNE, D. N.; BELLOWS, T. S. No Title. **Annual review of entomology**, v. 36, p. 431–457, 1991.

CAMPOS, Z. R. et al. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 823–827, 2005.

CAMPOS, Z. R. et al. Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, p. 1003–1007, 2009.

CHIEL, E. et al. Assessments of fitness effects by the facultative symbiont *Rickettsia* in the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, n. 3, p. 413–418, 2009.

CHU, D. et al. Identification for Yunnan Q-biotype *Bemisia tabaci* population. **Entomological Knowledge**, v. 42, p. 59–62, 2005.

CHU, D. et al. Change in the biotype composition of *Bemisia tabaci* in Shandong Province of China from 2005 to 2008. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 3, p. 1028–1036, 2010.

COHEN, S.; NITZANY, F. E. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. **Phytopathology**, v. 56, n. 10, 1966.

COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. G. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 2, p. 20–30, 1973.

- COSTA, A. S.; GASPAR, J. O.; VEGA, J. Mosaico angular do feijoeiro Jalo causado por um carlavírus transmitido pela mosca branca *Bemisia tabaci*. **Fitopatologia brasileira**, v. 8, n. 2, p. 325–337, 1983.
- COSTA, A. S.; OLIVEIRA, A. R.; SILVA, D. M. Transmissão mecânica do mosaico dourado do tomateiro. **Fitopatologia**, 1975.
- COSTA, C. L.; LUZ, Q. C. Vetores de vírus de plantas–1. Insetos. **Revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo**, v. 6, p. 103–171, 1998.
- COSTA, H. S.; BROWN, J. K. Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* in Arizona. **Phytopatology**, v. 80, p. 888, 1990.
- CROWDER, D. W. et al. Mating behaviour, life history and adaptation to insecticides determine species exclusion between whiteflies. **Journal of Animal Ecology**, v. 79, n. 3, p. 563–570, 2010.
- CROWDER, D. W.; SITVARIN, M. I.; CARRIÈRE, Y. Plasticity in mating behaviour drives asymmetric reproductive interference in whiteflies. **Animal Behaviour**, v. 79, n. 3, p. 579–587, 2010.
- CZOSNEK, H. et al. Whiteflies: vectors, and victims (?), of geminiviruses. **Advances in virus research**, v. 57, p. 291–322, 2001.
- CZOSNEK, H.; GHANIM, M. Back to basics: are begomoviruses whitefly pathogens? **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 225–234, 2012.
- DALTON, R. Whitefly infestations: the Christmas invasion. **Nature**, v. 443, n. 7114, p. 898–900, 2006.
- DE BARRO, P. J. et al. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual review of entomology**, v. 56, p. 1–19, 2011.

DE MORAES, L. A. **In press**. [s.l: s.n.].

DINSDALE, A. et al. 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**, v. 103, n. 2, p. 196–208, 2010.

DOUGLAS, A. E. Nutritional interactions in insect-microbial symbioses: aphids and their symbiotic bacteria Buchnera. **Annual review of entomology**, v. 43, n. 1, p. 17–37, 1998.

ENGELSTÄDTER, J.; HURST, G. D. D. The ecology and evolution of microbes that manipulate host reproduction. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 127–149, 2009.

EVERETT, K. D. E. et al. Novel chlamydiae in whiteflies and scale insects: endosymbionts “*Candidatus Fritschea bemisiae*” strain Falk and “*Candidatus Fritschea eriococci*” strain Elm. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 55, n. 4, p. 1581–1587, 2005.

FERRARI, J. et al. Linking the bacterial community in pea aphids with host-plant use and natural enemy resistance. **Ecological Entomology**, v. 29, n. 1, p. 60–65, 2004.

FLORES, E.; SILBERSCHMIDT, K.; KRAMER, M. Observações de “clorose infecciosa” das malváceas em tomateiros do campo. **O Biológico**, v. 26, p. 65–69, 1960.

FONTES, E. P. et al. Geminivirus replication origins have a modular organization. **The Plant Cell**, v. 6, n. 3, p. 405–416, 1994.

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 Ciências Agrárias)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, , 2012.

FROHLICH, D. R. et al. A phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers. **Molecular Ecology**, v. 8, n. 10, p. 1683–1691, 1999.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. 2. ed. Piracicaba, SP: [s.n.]. v. 158
GHANIM, M. A review of the mechanisms and components that determine the transmission efficiency of Tomato yellow leaf curl virus (Geminiviridae; Begomovirus) by its whitefly vector. **Virus research**, v. 186, p. 47–54, 2014.

GHANIM, M.; MORIN, S.; CZOSNEK, H. Rate of Tomato yellow leaf curl virus translocation in the circulative transmission pathway of its vector, the whitefly *Bemisia tabaci*. **Phytopathology**, v. 91, n. 2, p. 188–196, 2001.

GILBERTSON, R. L. et al. Role of the insect superectors *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in the emergence and global spread of plant viruses. **Annual review of virology**, v. 2, p. 67–93, 2015.

GILL, R. J. The morphology of whiteflies. In: **Whiteflies: their bionomics pest status and management**. [s.l: s.n.]. p. 13–46.

GOTTLIEB, Y. et al. Identification and localization of a *Rickettsia* sp. in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 5, p. 3646–3652, 2006.

GOTTLIEB, Y. et al. The transmission efficiency of tomato yellow leaf curl virus by the whitefly *Bemisia tabaci* is correlated with the presence of a specific symbiotic bacterium species. **Journal of virology**, v. 84, n. 18, p. 9310–9317, 2010.

GRILLE, G. et al. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Argentina and Uruguay. **Phytoparasitica**, v. 39, n. 3, p. 235–238, 2011.

GULLAN, P. J.; MARTIN, J. H. **Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects)**. 2. ed. [s.l.] Academic Press. Elsevier Science, 2009.

GUO, X. et al. Diversity and genetic differentiation of the whitefly *Bemisia tabaci* species complex in China based on mtCOI and cDNA-AFLP analysis. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 206–214, 2012.

HAINÉ, E. R. Symbiont-mediated protection. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 275, n. 1633, p. 353–361, 2008.

HEDGES, L. M. et al. Wolbachia and virus protection in insects. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 702, 2008.

HOGENHOUT, S. A et al. Insect Vector Interactions with Persistently Transmitted Viruses*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 46, n. 1, p. 327–359, 2008.

HOROWITZ, A. R. et al. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxyfen resistance. **Archives of insect biochemistry and physiology**, v. 58, n. 4, p. 216–225, 2005.

HU, J. et al. An extensive field survey combined with a phylogenetic analysis reveals rapid and widespread invasion of two alien whiteflies in China. **PLoS One**, v. 6, n. 1, p. e16061, 2011.

IIDA, H.; KITAMURA, T.; HONDA, K. Comparison of egg-hatching rate, survival rate and development time of the immature stage between B- and Q-biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on various agricultural crops. **Applied Entomology and Zoology**, v. 44, n. 2, p. 267–273, 2009.

JESUS, F. G. et al. Interaçao de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de “bemisia tabaci”(Gennadius) biotipo B (hemiptera: aleyrodidae) e “caliothrips phaseoli”(Hood)(thysanoptera: thripidae) na cultura do feijoeiro. **Boletín de sanidad vegetal. Plagas**, v. 35, n. 3, p. 491–500, 2009.

JONES, C. M. et al. High-throughput allelic discrimination of B and Q biotypes of the whitefly, *Bemisia tabaci*, using TaqMan allele-selective PCR. **Pest management science**, v. 64, n. 1, p. 12–15, 2008.

KING, A. M. et al. Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. In: **Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. San Diego, CA: [s.n.].

KLIOT, A. et al. Implication of the bacterial endosymbiont *Rickettsia* spp. in interactions of the whitefly *Bemisia tabaci* with Tomato yellow leaf curl virus. **Journal of virology**, v. 88, n. 10, p. 5652–5660, 2014.

KONTSEDALOV, S. et al. *Bemisia tabaci* Biotype Dynamics and Resistance to Insecticides in Israel During the Years 2008-2010. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 2, p. 312–320, 2012.

LI, M. et al. Transmission of Tomato Yellow Leaf Curl Virus by two invasive biotypes and a Chinese indigenous biotype of the whitefly *Bemisia tabaci*. **International Journal of Pest Management**, v. 56, n. 3, p. 275–280, 2010.

LIMA, L. C. DE; CAMPOS, A. R. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em pimentão. **Neotropical Entomology**, p. 180–184, 2008.

LIU, B. et al. Multiple forms of vector manipulation by a plant-infecting virus: *Bemisia tabaci* and tomato yellow leaf curl virus. **Journal of virology**, v. 87, n. 9, p. 4929–4937, 2013.

LIU, B. M. et al. Difference in feeding behaviors of two invasive whiteflies on host plants with different suitability: implication for competitive displacement. **Int J Biol Sci**, v. 8, n. 5, p. 697–706, 2012.

LIU, S.-S. et al. Asymmetric mating interactions drive widespread invasion and displacement in a whitefly. **Science**, v. 318, n. 5857, p. 1769–1772, 2007.

LOURENÇÃO, A. L.; KRAUSE-SAKATE, R.; VALLE, G. Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). . **Piracicaba: Fealq**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2015. p. 682–707.

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

LOWE, S. et al. 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. **The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN)**, p. 12, 2000.

MA, D. et al. **Pre-and post-zygotic breeding incompatibilities between B and Q biotypes of Bemisia tabaci**. Proceeding of the 2nd European Whitefly Symposium. **Anais...2004**

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

MARTINEZ-CARRILLO, J. L.; BROWN, J. K. Note: First report of the Q biotype of Bemisia tabaci in Southern Sonora, Mexico. **Phytoparasitica**, v. 35, n. 3, p. 282, 2007.

MARUBAYASHI, J. M. et al. At least two indigenous species of the Bemisia tabaci complex are present in Brazil. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1–2, p. 113–121, 2013.

- MEHTA, P. et al. Transmission of tomato yellow leaf curl Geminivirns by Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 5, p. 1291–1297, 1994.
- MONTLLOR, C. B.; MAXMEN, A.; PURCELL, A. H. Facultative bacterial endosymbionts benefit pea aphids Acyrthosiphon pisum under heat stress. **Ecological Entomology**, v. 27, n. 2, p. 189–195, 2002.
- MORAN, N. A. et al. The players in a mutualistic symbiosis: insects, bacteria, viruses, and virulence genes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 47, p. 16919–16926, 2005.
- MORIN, S. et al. A GroEL Homologue from Endosymbiotic Bacteria of the Whitefly Bemisia tabaci Implicated in the Circulative Transmission of Tomato Yellow Leaf Curl Virus. **Virology**, v. 256, n. 1, p. 75–84, 1999.
- MORIN, S. et al. The GroEL protein of the whitefly Bemisia tabaci interacts with the coat protein of transmissible and nontransmissible begomoviruses in the yeast two-hybrid system. **Virology**, v. 276, n. 2, p. 404–416, 2000.
- MUÑIZ, M.; NOMBELA, G. Differential variation in development of the B-and Q-biotypes of Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) on sweet pepper at constant temperatures. **Environmental Entomology**, v. 30, n. 4, p. 720–727, 2001.
- NAGATA, T. et al. A novel melon flexivirus transmitted by whitefly. **Archives of virology**, v. 150, n. 2, p. 379–387, 2005.
- NAIDU, R. A. et al. Evidence that whitefly-transmitted cowpea mild mottle virus belongs to the genus Carlavirus. **Archives of virology**, v. 143, n. 4, p. 769–780, 1998.
- NATESHAN, H. M. et al. Host range, vector relations and serological relationships of cotton leaf curl virus from southern India. **Annals of Applied Biology**, v. 128, n. 2, p. 233–244, 1996.

NAUEN, R.; DENHOLM, I. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. **Archives of insect biochemistry and physiology**, v. 58, n. 4, p. 200–215, 2005.

NAVAS-CASTILLO, J.; FIALLO-OLIVÉ, E.; SÁNCHEZ-CAMPOS, S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. **Annual review of phytopathology**, v. 49, p. 219–48, 2011.

OLIVER, K. M. et al. Facultative bacterial symbionts in aphids confer resistance to parasitic wasps. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 4, p. 1803–1807, 2003.

ORIANI, M. A. DE G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em seis genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 191–195, 2008.

PAN, H. et al. Further spread of and domination by *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype Q on field crops in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 3, p. 978–985, 2011.

PERRING, T. M. The *Bemisia tabaci* species complex. **Crop Protection**, v. 20, n. 9, p. 725–737, 2001.

POLSTON, J. E.; DE BARRO, P.; BOYKIN, L. M. Transmission specificities of plant viruses with the newly identified species of the *Bemisia tabaci* species complex. **Pest Management Science**, v. 70, n. 10, p. 1547–1552, 2014.

RAINA, H. S. et al. Elimination of *Arsenophonus* and decrease in the bacterial symbionts diversity by antibiotic treatment leads to increase in fitness of whitefly, *Bemisia tabaci*. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 32, n. March, p. 224–230, 2015.

RAO, Q. et al. Distribution and dynamics of *Bemisia tabaci* invasive biotypes in central China. **Bulletin of entomological research**, v. 101, n. 1, p. 81, 2011.

RIBEIRO, S. G. et al. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v. 148, n. 2, p. 281–295, 2003.

ROJAS, M. R. et al. Exploiting chinks in the plant's armor: evolution and emergence of geminiviruses. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v. 43, p. 361–394, 2005.

RONDA, M. A. et al. **Laboratory evidence of interbreeding between biotypes of Bemisia tabaci (Homoptera, Aleyrodidae) present in Spain.** V11th International plant virus epidemiology symposium—Plant virus epidemiology: current status and future prospects. **Anais...**1999

ROSELL, R. C. et al. Mutualistic and dependent relationships with other organisms. In: **Bemisia: Bionomics and management of a global pest.** [s.l.] Springer, 2009. p. 161–183.

ROSEN, R. et al. Persistent, circulative transmission of begomoviruses by whitefly vectors. **Current opinion in virology**, v. 15, p. 1–8, 2015.

RUBINSTEIN, G.; CZOSNEK, H. Long-term association of tomato yellow leaf curl virus with its whitefly vector *Bemisia tabaci*: effect on the insect transmission capacity, longevity and fecundity. **Journal of General Virology**, v. 78, n. 10, p. 2683–2689, 1997.

SCARBOROUGH, C. L.; FERRARI, J.; GODFRAY, H. C. J. Aphid protected from pathogen by endosymbiont. **Science**, v. 310, n. 5755, p. 1781, 2005.

SHEN, Y. et al. Preliminary study of succession of *Bemisia tabaci* biotypes in Jiangsu Province, China. **Chinese Journal of Applied Entomology**, v. 48, n. 1, p. 16–21, 2011.

SILVA, F. A. S. Assisat 7.7. **UFCG, Campina Grande**, 2013.

SILVA, S. J. C. et al. Species diversity, phylogeny and genetic variability of begomovirus populations infecting leguminous weeds in northeastern Brazil. **Plant Pathology**, v. 61, n. 3, p. 457–467, 2012.

SIMMONS, A. M. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae): temporal and leaf surface factors. **Environ. Entomol.**, v. 23, n. 2, p. 381–389, 1994.

SIMON, C. et al. Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. **Annals of the entomological Society of America**, v. 87, n. 6, p. 651–701, 1994.

SINTUPACHEE, S. et al. Closely related *Wolbachia* strains within the pumpkin arthropod community and the potential for horizontal transmission via the plant. **Microbial ecology**, v. 51, n. 3, p. 294–301, 2006.

SKALJAC, M. et al. Co-infection and localization of secondary symbionts in two whitefly species. **BMC microbiology**, v. 10, n. 1, p. 1, 2010.

SOBRINHO, R. R. et al. Contrasting genetic structure between two begomoviruses infecting the same leguminous hosts. **Journal of General Virology**, v. 95, n. 11, p. 2540–2552, 2014.

SOTTORIVA, L. D. M. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM PLANTAS INFESTANTES. 2010.

STANLEY, J. Geminiviridae. In: **Virus taxonomy**. London: eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, 2005. p. 301–326.

SUN, D.-B. et al. Competitive displacement between two invasive whiteflies: insecticide application and host plant effects. **Bulletin of entomological research**, v. 103, n. 3, p. 344–53, 2013.

SUN, D. B. et al. Reproductive incompatibility between the B and Q biotypes of the whitefly *Bemisia tabaci* in China: genetic and behavioural evidence. **Bulletin of entomological research**, v. 101, n. November 2010, p. 211–220, 2011.

TEIXEIRA, L.; FERREIRA, Á.; ASHBURNER, M. The bacterial symbiont *Wolbachia* induces resistance to RNA viral infections in *Drosophila melanogaster*. **PLoS Biol**, v. 6, n. 12, p. e1000002, 2008.

THAO, M. L.; BAUMANN, P. Evolutionary relationships of primary prokaryotic endosymbionts of whiteflies and their hosts. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 6, p. 3401–3406, 2004.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotrop. Entomol**, v. 31, n. 4, p. 631–634, 2002.

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

VERBEEK, M. et al. Torradoviruses are transmitted in a semi-persistent and stylet-borne manner by three whitefly vectors. **Virus research**, v. 186, p. 55–60, 2014.

VILLAS BÔAS, G. L. et al. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. **EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica da Embrapa Hortícolas**, 1997.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Biotic potential of *Bemisia argentifolii* to different host plants. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 71–79, 2002.

VORBURGER, C.; GEHRER, L.; RODRIGUEZ, P. A strain of the bacterial symbiont *Regiella insecticola* protects aphids against parasitoids. **Biology Letters**, p. rsbl20090642, 2009.

- WAGNER, T. L. Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton. **Environmental Entomology**, v. 24, n. 5, p. 1179–1188, 1995.
- WALSH, P. S.; METZGER, D. A.; HIGUCHI, R. Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. **Biotechniques**, v. 10, n. 4, p. 506–513, 1991.
- WEEKS, A. R.; BREEUWER, J. A. J. A new bacterium from the Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides phylum that causes sex ratio distortion. **Insect symbiosis**, p. 165–176, 2003.
- WERREN, J. H. Biology of wolbachia. **Annual review of entomology**, v. 42, n. 1, p. 587–609, 1997.
- WERREN, J. H.; BALDO, L.; CLARK, M. E. Wolbachia: master manipulators of invertebrate biology. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, n. 10, p. 741–751, 2008.
- WHITFIELD, A. E.; FALK, B. W.; ROTENBERG, D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. **Virology**, v. 479–480, p. 278–289, 2015.
- WINTERMANTEL, W. M.; WISLER, G. C. Vector specificity, host range, and genetic diversity of Tomato chlorosis virus. **Plant Disease**, v. 90, n. 6, p. 814–819, 2006.
- ZAMBRANO, K. et al. First report of Tomato yellow leaf curl virus in Venezuela. **Plant Disease**, v. 91, n. 6, p. 768, 2007.
- ZANARDO, L. G. et al. Molecular variability of Cowpea mild mottle virus infecting soybean in Brazil. **Archives of virology**, v. 159, n. 4, p. 727–737, 2014.
- ZCHORI-FEIN, E.; BROWN, J. K. Diversity of prokaryotes associated with Bemisia tabaci (Gennadius)(Hemiptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 95, n. 6, p. 711–718, 2002.