



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS



CECA

ANDREZO ADENILTON SANTOS

**MICRO-TOM COMO PLANTA MODELO PARA ESTUDOS DA INTERAÇÃO
Bemisia tabaci (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)
COM *Solanum lycopersicum* L. (SOLANACEAE)**

Rio Largo

2014

ANDREZO ADENILTON SANTOS

MICRO-TOM COMO PLANTA MODELO PARA ESTUDOS DA INTERAÇÃO
***Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**
COM *Solanum lycopersicum* L. (SOLANACEAE)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Gildemberg Amorim Leal Júnior

Rio Largo

2014

Catologação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

S237m

Santos, Andrezo Adenilton.

Micro-tom como planta modelo para estudos da interação *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) com *Solanum Lycopersicum* L. (Solanaceae) / Andrezo Adenilton Santos. – 2014.
52 f. : il.

Orientador: Gildemberg Amorim Leal Júnior.
Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2014.

Bibliografia: f. 45-52.

Glossário: f. 72.

Anexos: f. 73-74.

1. Tomate. 2. Micro-Tom. 3. Mosca-branca. 3. Controle biológico de pragas. I.
Título.

CDU: 632.937

ANDREZO ADENILTON SANTOS

MICRO-TOM COMO PLANTA MODELO PARA ESTUDOS DA INTERAÇÃO
***Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**
COM *Solanum lycopersicum* L. (SOLANACEAE)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas em 08 de Agosto do ano de 2014. Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gildemberg Amorim Leal Júnior - Universidade Federal de Alagoas (Orientador)

Banca Examinadora:

Profª. Drª. Andréa Nunes Moreira de Carvalho – IF Sertão Pernambucano (Examinador)

Profª. Drª. Roseane Cristina Prédes Trindade -Universidade Federal de Alagoas (Examinador)

Rio Largo

2014

Dedico este trabalho aos meus pais Adenilton dos Santos e Luzia Josina dos Santos, pelo amor incondicional e por me ensinar os princípios da moralidade, sempre me apoiando na busca dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de cursar a pós-graduação em Proteção de Plantas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao Prof^o. Dr. Gildemberg Amorim Leal Júnior, meu orientador, pela dedicação, paciência e confiança durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Proteção de Planta, pela contribuição profissional e dedicação em transmitir os conteúdos. Em especial a Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Forti Broglio e a Prof^a. Dr^a. Roseane Cristina P. Trindade pelas orientações prestadas.

A todos os colegas da Clínica Fitossanitária CECA/UFAL pelo auxílio neste trabalho, amizade e pela convivência saudável nestes dois anos do mestrado. Em especial ao Dr. Jean Herllington, Prof. Dr. Júlio Alves, Livoney, Anderson, Ivanildo, Paula, Ivanildo Rodrigues, Wellington e Frederico.

Aos Laboratórios de Virologia Vegetal, Entomologia e Ecofisiologia vegetal do CECA/UFAL pelo apoio.

A equipe do LPQPN-IQB/UFAL, ao Dr. Euzébio Goulart, Dr. Henrique Goulart, Danielle, Ubirantan e Aldir, pelo acolhimento e ensinamento.

Ao Dr. Lázaro Eustáquio Pereira Peres (Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba - SP) pelo apoio.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, pela amizade, pelos momentos de descontração, conselhos e ensinamentos compartilhados. Em especial a Jean, Anderson, Anilde, Plácido, Josemilton, Regina, Rosangela, Janaina, Lucas, Emerson, Paulo, Jakeline, Renato, Jane, Ellen e Hully.

A Secretaria do curso de Pós-Graduação pelo profissionalismo e agilidade na resolução dos assuntos burocráticos durante os últimos dois anos.

A todos que, direto ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A *Arabidopsis thaliana* L. é uma planta para estudos científicos, mas apresenta limitações em decorrência da ausência natural de certas características, como tricomas glandulares e frutos carnosos. O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) vem se estabelecendo como alternativa de planta modelo, devido à existência da cultivar Micro-Tom, pelo seu porte baixo e ciclo curto. Inúmeros estudos têm sido realizados a fim de validar esta cultivar como planta-modelo. Dessa forma, avaliou-se a possibilidade de utilizar a cultivar Micro-Tom como modelo de suscetibilidade nos estudos de interação tomateiro e *Bemisia tabaci* em substituição da variedade Santa Clara. Também foi avaliado se a mutação que confere o genótipo *hairless* influencia na preferência para oviposição. Inicialmente, foram feitos testes de preferência para oviposição utilizando os genótipos Micro-Tom, *hairless* e Santa Clara; seguido do acompanhamento do ciclo de vida da mosca-branca. Nos ensaios de preferência para oviposição, observou-se que o Micro-Tom não diferencia da cultivar Santa Clara. No acompanhamento do ciclo de vida, verificou-se uma influência negativa. No Micro-Tom a taxa de sobrevivência das ninfas foi de $47,15 \pm 7,65\%$ e a fase ninfal foi prolongada. Os adultos tiveram uma menor longevidade. A variedade ofereceu certo grau de resistência para *B. tabaci* biótipo B. A avaliação com muntante *hairless* não mostrou alteração no padrão observado, quando comparados ao Micro-Tom. A resistência ocasionada pelo Micro-Tom à mosca-branca é independente das observadas pelo alelo Mi-1.2 pela ausência deste alelo no Micro-Tom, que tem sido descrita em outras cultivares de *S. lycopersicum*. A resistência observada provavelmente resulta da expressão de outro gene ainda não caracterizado, consequência do desbalanço hormonal própria da cultivar ou explicações morfológicas, como por exemplo, menor concentração de vasos do floema.

Palavras-chave: *Bemisia tabaci*. Micro-Tom. Resistência. *Solanum lycopersicum*.

ABSTRACT

The *Arabidopsis thaliana* L. is a plant for scientific studies, but it has limitations due to the natural absence of certain characteristics, such as glandular trichomes and fleshy fruits. The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) has established itself as an alternative model plant, due to the existence of cultivar Micro-Tom, by its small size and fast life cycle. Numerous studies have been conducted to validate this cultivar as a model plant. Thus, was evaluated the possibility of using the cv. Micro-Tom as a model of susceptibility in the study of Tomato and *Bemisia tabaci* interaction in a replacing of the variety Santa Clara. Also, was assessed if the mutation that confers the *hairless* genotype influence in the preference for oviposition.. Initially, oviposition preference tests were done using genotypes Micro-Tom, *hairless* and Santa Clara, followed by the whitefly life cycle monitoring. In tests of oviposition preference, was observed that the Micro-Tom does not differentiate from the cv. Santa Clara. In following the life cycle, was observed a negative influence. Micro-Tom, in the survival rate of the nymphs was $47.15 \pm 7.65\%$ and the nymphal stage was prolonged. The adults had a shorter longevity. The variety offered some resistance degree to *B. tabaci* biotype B. The evaluation with the *hairless* mutant showed no change in the observed pattern, when compared to the Micro-Tom. Probably, the resistance caused by the Micro-Tom to the whitefly is independent to the observed by the allele Mi-1.2 due to the absence of this allele in Micro-Tom, which has been reported in other cultivars of *S. lycopersicum*. The observed resistance probably results from the expression of another gene, not yet characterized. It may also be a result of hormonal imbalance own cultivar or morphological explanations have, for example, lower concentration numbers of the phloem.

KEY WORDS: *Bemisia tabaci*. Micro-Tom. Resistance. *Solanum lycopersicum*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1-** *Arabidopsis thaliana* L. À esquerda, o estado vegetativo com folhas em forma de roseta. No centro, a planta adulta em floração. À direita, flor, haste floral e sementes. As barras brancas representam 1 cm, exceto para flores e sementes: 1 mm. **13**
- Figura 2-** Plantas de *hairless* (*hl*) e Micro-Tom (MT), com quatro semanas de idade **16**
- Figura 3-** Adulto (A); fêmea (à esquerda) e macho (à direita) (B); Ovos (C); ninfas do 1ª ínstar (D); ninfa do 4ª ínstar “pupário” (E); ruptura do “pupário” em forma de “T” invertido após a emergência do adulto, exuvia (F), de *Bemisia tabaci* biótipo B. **20**
- Figura 4-** Tricomas em *Solanum lycopersicum* (a) e *Solanum hirsutum* (b). Descritos por Luckwill (1943). **25**
- Figura 5-** Sistema utilizado para condução das plantas de tomateiros (A; B) e gaiolas de proteção (B) para evitar infestações por insetos durante o cultivo. **27**
- Figura 6-** Gaiola (45 x 25 x 27 cm) utilizada para os testes de preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B com chance de escolha entre genótipos de tomateiro. **29**
- Figura 7-** Gaiolas (15 cm de diâmetro x 17 cm de altura) utilizadas para o teste de preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B sem chance de escolha entre genótipos de tomateiro. **30**
- Figura 8-** Gaiola utilizada para infestação dos folíolos de tomateiro com adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B (A); Avaliação das fases de ovo e ninfas em estereomicroscópio (B); “pupário” (C) e adulto de mosca-branca (D) confinado em Eppendorf. **31**
- Figura 9-** *Bemisia tabaci* biótipo B colonizada por *Paecilomyces* sp. (A); Conídeos do fungo (B). **32**
- Figura 10-** Ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B parasitadas por *Encarsia* sp. (A); larva do parasitoide no interior da ninfa (B; C); pupa e adulto próximo da emergência (D); orifício de saída do parasitoide (E) e adulto do parasitoide (F). **32**
- Figura 11-** Número médio de ovos.cm⁻² (±EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B na face abaxial de folhas de dois genótipos de tomateiro (26 ± 2°C, 60± 10% UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **33**

- Figura 12-** Número médio de ovos.cm⁻² (\pm EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B na face abaxial de folhas de dois genótipos ($26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **34**
- Figura 13** Média (\pm EP) da viabilidade dos ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **36**
- Figura 14** Média (\pm EP) da sobrevivência no período de ovos a adulto de *Bemisia tabaci* biótipo B em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **36**
- Figura 15** Média (\pm EP) da viabilidade de ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **37**
- Figura 16** Média (\pm EP) da sobrevivência no período de ovos a adulto de *Bemisia tabaci* biótipo B em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014. **37**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Mutações de tricomas introgridos em cv. Micro-Tom **15**
- Tabela 2-** Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, total e longevidade **35**
Bemisia tabaci biótipo B, em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.
- Tabela 3-** Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, total e longevidade **35**
Bemisia tabaci biótipo B, em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2.1	Planta Modelo	13
2.1.1	Tomateiro como Planta Modelo: Cultivar Micro-Tom	14
2.2	Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B).....	17
2.3	Interação Planta Inseto	21
2.4	Resistência de Planta a Inseto	22
2.4.1	Resistência de Tomateiro a Insetos	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Obtenção do Material Vegetal.....	27
3.2	Criação da <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B.....	28
3.3	Teste de Preferência para Oviposição de Mosca-branca com e sem Chance de Escolha.....	28
3.5	Ciclo de Vida e Longevidade da <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B.....	30
4	RESULTADOS.....	32
4.1	Ocorrência de Agentes de Controle Biológico de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B no município de Rio Largo – AL	32
4.2	Teste de Preferência para Oviposição com e sem Chance de Escolha.....	33
4.3	Ciclo de Vida da Mosca-Branca e Longevidade dos Adultos	34
5	DISCUSSÃO.....	38
5.1	Testes de Preferência para Oviposição.....	38
5.2	Ciclo de Vida e Longevidade dos Adultos	40
6	CONCLUSÕES.....	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O uso de organismos modelos em pesquisas científicas tem contribuído para a compreensão de inúmeros processos biológicos. Estes organismos são escolhidos a partir de certas características que se adaptam particularmente a determinados estudos. As informações obtidas com estes estudos têm possibilitado fazer extrapolações para outras espécies, devido à similaridade de vários processos biológicos existentes entre os seres vivos. Exemplos de alguns organismos modelos incluem ratos, *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769); peixe, *Danio rerio* (Hamilton-Buchanan 1822); insetos, *Drosophila melanogaster* (Meigem, 1830) (Diptera: Drosophilidae); leveduras, *Saccharomyces cerevisiae* (Hansen, 1883). No caso dos vegetais, a espécie *Arabidopsis thaliana* L. (Brassicaceae), é a planta modelo mais utilizadas em estudos científicos.

Apesar da importância que a *A. thaliana* assume como planta modelo, esta espécie apresenta limitações para determinados tipos de estudos, em decorrência da ausência natural de certas características inerentes a espécie. Com isto, o estabelecimento de outros modelos é fundamental, para auxiliar nas investigações dos diversos processos biológicos envolvendo as plantas e suas interações com outros organismos.

O tomateiro vem se estabelecendo como planta modelo devido à cv. Micro-Tom (*Solanum lycopersicum* L.) (Solanaceae), que possui uma série de características que tem facilitado a sua manipulação, além de possuir algumas características que estão ausentes em *A. thaliana*, como frutos carnosos e climatéricos, tricomas multicelular e glandular. O tomateiro tem a vantagem de ser uma espécie de importância econômica, sendo que as informações obtidas são diretamente aplicadas a uma espécie cultivada. Outro ponto positivo é que a espécie *S. lycopersicum* é hospedeira de inúmeros patógenos (necrotróficos e biotróficos) e artrópodes (especialistas e generalistas), possibilitando estudos de interação com estes organismos.

O uso de plantas modelos para estudos de interação planta-inseto tem proporcionado informações de como estes organismos se relacionam e como este conhecimento pode ser usado para o manejo e controle de pragas. Sabe-se que os insetos constituem o grupo mais diversificado entre os organismos, correspondendo a cerca de 60% de todas as espécies conhecidas (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Sendo registrado um pouco mais de um milhão de

espécies de insetos. As extrapolações estimam que a riqueza total destes artrópodes varie de três milhões a 80 milhões de espécies (GULLAN; CRANSTON, 2007). Entre as descritas, cerca de 10% são consideradas pragas, prejudicando plantas, animais domésticos e o próprio homem (GALLO et al., 2002). Na agricultura, os danos decorrentes da herbivoria por insetos, correspondem a cerca de 10-20% da produção (FERRY et al., 2004), o que torna um fator limitante na obtenção de alimentos.

Entre as espécies de insetos pragas mais importantes para a agricultura, a mosca-branca (*Bemisia tabaci*, Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) tem se destacado como praga-chave de inúmeras culturas, por provocar perdas que podem chegar até 100% da produção (LACERDA; CARVALHO, 2008). Este inseto utiliza mais de 500 espécies de vegetais como hospedeiro, provocando danos diretos e indiretos nas plantas (RODRIGUES; VIVAN, 2007). O caráter generalista deste inseto e seu hábito de se alimentar a partir da sucção de seiva da planta, tem levantado inúmeros questionamentos a respeito das interações com seus hospedeiros, envolvendo os aspectos genéticos e fisiológicos destas relações. Características inerentes à resistência de planta têm sido investigadas para este fitófago, na tentativa de se buscar formas de controle genético desta importante praga agrícola.

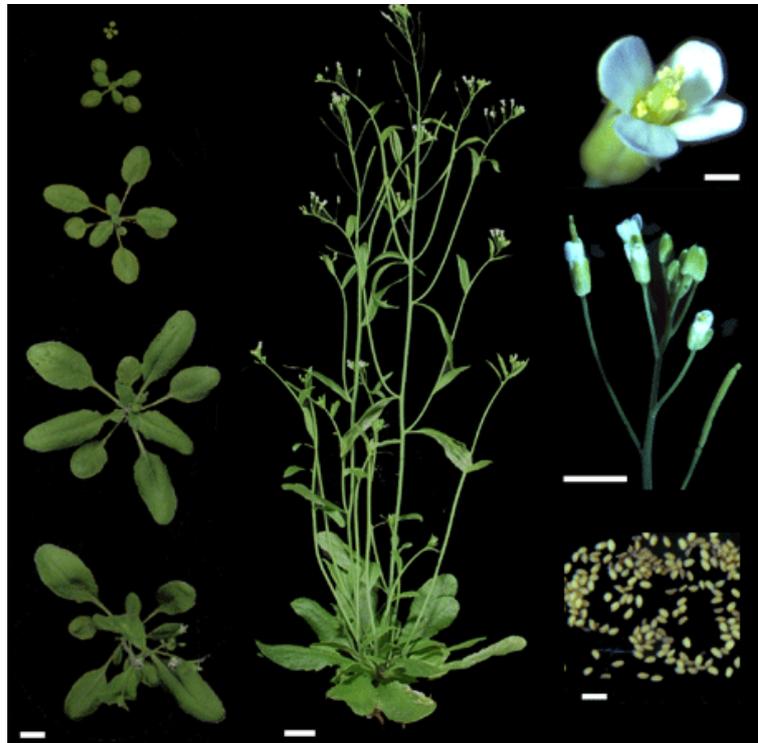
Pela importância que o Micro-Tom vem assumindo como planta-modelo, e pelos danos que a mosca-branca tem provocado a inúmeras culturas agrícolas, este trabalho objetivou avaliar a possibilidade de utilizar a variedade Micro-Tom como modelo de suscetibilidade em substituição da variedade Santa Clara e avaliar a mutação que confere o genótipo *hairless* na preferência para oviposição e ciclo de vida da mosca-branca, a fim de contribuir na caracterização deste modelo para estudos de interação planta-inseto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Planta Modelo

Organismos modelos têm sido utilizados para uma melhor compreensão dos processos genéticos e fisiológicos e interações entre os seres vivos. O uso é justificado, pela facilidade na sua manipulação, proporcionada por um conjunto de características presentes nestes organismos. Segundo Delatorre; Silva (2008) organismo modelo é uma espécie estudada para a compreensão de um fenômeno biológico particular, com a expectativa que as descobertas possam facilitar o entendimento do fenômeno em outros organismos. Neste contexto, algumas espécies de plantas têm sido utilizadas, a exemplo de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) (Solanaceae) e *A. thaliana* (Figura 1).

Figura 1 – *Arabidopsis thaliana* L.: à esquerda, folhas em forma de roseta; no centro, planta adulta em floração; à direita, flor, haste floral e sementes. As barras brancas representam 1 cm, exceto para flores e sementes: 1 mm.



Fonte: THE JEAN-PIERRE BOURGIN INSTITUTE (2010)

As características que fazem uma planta ser modelo é o ciclo de vida curto, fácil multiplicação, porte baixo, e possibilidade de transformação mediante o uso de técnicas

genéticas (MEISSNER et al. 1997; MEINKE et al., 1998; DELATORRE; SILVA, 2008). No entanto, uma espécie de planta modelo pode apresentar limitações em decorrência da ausência natural de certas características ou por dificultar determinados tipos de estudos. No caso da *A. thaliana*, a ausência de frutos carnosos e climatéricos, tricomas multicelular e glandular, folhas compostas e associação com fungos micorrizicos, além de outras características referentes a interações com patógenos e pragas de importância agrônômica, limita o seu uso como modelo (CAMPOS et al., 2010). Com isso, é necessário uma a diversificação de plantas modelos para um aumento da variabilidade de características a ser estudadas nos vegetais.

2.1.1 Tomateiro como Planta Modelo: Cultivar Micro-Tom

O tomateiro têm se tornado uma alternativa como planta modelo, por possuir características ausentes em *A. thaliana* e pela vantagem de ser uma espécie de importância econômica, fazendo com que os resultados encontrados sejam diretamente aplicados a uma espécie cultivada.

Porém um dos fatores limitantes para seu uso como planta modelo é o porte e ciclo de vida das variedades comerciais, podendo citar como as mais usadas MoneyMaker e Santa Clara. O ciclo de vida da maioria das cultivares é relativamente longo (90-110 dias da germinação até a maturação dos frutos) e porte alto (cerca de 1 m para as cultivares de crescimento determinado e mais de 2 m para as de crescimento indeterminado), estando em desvantagem quando comparada a *A. thaliana*, cujo ciclo de vida é de 40 dias e porte de 15 a 20 cm (MEINKE et al., 1998; EMMANUEL; LEVY, 2002). Considerando estas desvantagens, a cultivar Micro-Tom, desenvolvida para ornamentação, passou a ganhar importância como planta modelo, devido ao ciclo de vida reduzido e porte baixo.

A cultivar Micro-Tom, foi criada para fins ornamentais (SCOTT; HARBAUGH, 1989), sendo proposta por Meissner et al. (1997) como modelo de estudos genéticos em *S. lycopersicum*, devido a suas características tais como: ciclo de vida relativamente curto (frutos maduros em 70 – 90 dias após a sementeira), porte baixo (aproximadamente 10 – 20 cm de altura), ser capaz de crescer em alta densidade (1.357 plantas.m⁻²), e contar com vários marcadores genéticos identificados (MEISSNER et al., 1997; CAMPOS et al., 2010; SAITO et al., 2011). As características fenológicas do Micro-Tom estão associadas a algumas mutações, entre as mais conhecidas estão: *dwarf* (*d*) e *miniature* (*mnt*), são duas mutações

recessivas, que têm sido sugeridas como responsáveis pelo porte do Micro-Tom (MEISSNER et al. 1997; CAMPOS et al. 2010).

O Micro-Tom vem sendo utilizado em inúmeros estudos, devido à facilidade na sua manipulação e pela disponibilidade de mutantes, que tem facilitado à compreensão de alguns fenômenos nos vegetais. Estes mutantes têm sido obtidos através de métodos químicos (etil metano sulfonato [EMS]), físicos (irradiação) ou insercional (transposons ou T-DNA) (EMMANUEL; LEVY, 2002). Algumas mutações são de ocorrência natural ou são alelos recebidos de espécies selvagens via cruzamento. Sendo já conhecidas algumas mutações relacionadas alterações nos níveis e sensibilidade aos hormônios vegetais, formato de fruto e maturação, formato de folha, floração, coloração dos órgãos e em tricomas. Os mutantes relacionados aos tricomas são os fenótipos; *hairless* (*hl*), *Galapagos enhanced trichomes* (*Get*), *hairs absent* (*h*), *Wooly* (*Wo*) e *Lanata* (*Ln*) (Tabela 1).

Tabela 1. Mutações de tricomas introgridos em cv. Micro-Tom.

Mutantes	Características
<i>Galapagos enhanced trichomes</i> (<i>Get</i>)	Alguns tricomas do tipo I são curtos, semelhantes ao do tipo IV. Porém com base multicelular, diferentemente da base unicelular encontrada no tricoma do tipo IV.
<i>hairs absent</i> (<i>h</i>)	Ausência de tricomas longos, exceto nos hipocótilos e nos pontos de crescimento.
<i>hairless</i> (<i>hl</i>)	Todos os tipos de tricomas são deformados e escassos.
<i>Wooly</i> (<i>Wo</i>)	Aumento de tricomas em todas as partes vegetativas.
<i>Lanata</i> (<i>Ln</i>)	Excesso de tricomas, principalmente na haste, folha e frutos.

Fonte: Laboratory of Hormonal Control of Plant Development - Esalq/USP (2010).

No caso do mutante *hairless* (Figura 2), a principal característica está relacionada com a deformidade e escassez dos tricomas presentes na planta. Está mutação recessiva (*hl*) presente no acesso de tomateiro LA3556, além de provocar uma deformidade em todos os tricomas

presentes, foi registrada uma deficiência dos compostos polifenólicos e sesquiterpenos presentes nos tricomas do tipo VI, e isto contribuiu para o decréscimo da resistência deste acesso ao herbívoro *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Sphingidae) (KANG et al., 2010).

Figura 2 – Plantas de *hairless* (hl) e Micro-Tom (MT), com quatro semanas de idade.



Fonte: Autor, 2014

Considerando os estudos sobre interações com insetos, o tomateiro é uma espécie potencial por ser hospedeira de cerca de 200 espécies de artrópodes que se alimentam de várias partes da planta (folhas, frutos, raízes) (LANGE; BRONSON, 1981). Ocorrendo insetos mastigadores e sugadores, especialistas e generalistas. A cultivar Micro-Tom já tem sido utilizada em estudo de expressão gênica com pragas (KAWAZU et al., 2012). Mas necessita de estudo sobre o ciclo de vida das pragas alvos nesta cultivar para facilitar comparação com dados já publicados.

Entre as pragas mais importantes do tomateiro estão à traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meirick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); Broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae); ácaros, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Acari: Eriophyidae); tripses,

Frankliniella schultzei (Trybom, 1920) (Thysanoptera: Thripidae), *Thrips palmi* (Karny, 1925) (Thysanoptera: Thripidae) e mosca-branca, *B. tabaci* (GALLO et al. 2002). No caso da mosca-branca, este inseto têm se destacado não só na cultura do tomateiro, mas em várias culturas de importância econômica entre fruteiras, olerícolas, plantas ornamentais e anuais, pelos danos diretos e indiretos em seus hospedeiros, levando a um decréscimo da produção destas culturas.

2.2 Mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B)

A *B. tabaci* conhecida popularmente como mosca-branca, pertencem à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae, que possui mais de 160 gêneros e 1500 espécies (MARTIN; MOUND 2007). A espécie *B. tabaci* tem como provável centro de origem o Oriente, tendo sido introduzido na Europa, Bacia do Mediterrâneo, África, Ásia, América Central, América do Sul e Bacia do Caribe por meio do comércio e transporte de plantas ornamentais (BROWN et al., 1995).

A espécie foi descrita pela primeira vez na Grécia, em 1889, como *Aleurodes tabaci* (Gennadius) em plantas de fumo (*Nicotiana sp.*). Em 1957, esta e outras 18 espécies previamente identificadas como mosca-branca, foram colocadas sob o mesmo táxon. Desta forma, *B. tabaci* passou a ser denominada comumente como mosca-branca do fumo, do algodão, da mandioca e da batata-doce (BROWN; FROHLICH; ROSELL, 1995). No Brasil, embora os primeiros relatos sobre *Bemisia spp.* datem de 1923 (BONDAR, 1928), o primeiro registro sobre *B. tabaci* foi feito por Costa; Costa; Sauer (1973) na cultura do algodão em 1968.

A *B. tabaci* tem apresentado alta capacidade de desenvolver raças ou biótipos. A partir de critérios biológicos e filogenéticos, evidencia-se que a *B. tabaci* possa constituir atualmente, um complexo de espécies com numerosos biótipos (BROWN et al., 1995; PERRING, 2001). Estes biótipos são populações com características morfológicas similares as da espécie original, mas que diferem em relação aos hábitos, habilidade reprodutiva, capacidade de adaptar-se a novas culturas ou condições adversas (SALGUEIRO, 1993). Para a diferenciação das populações ou biótipos, técnicas como: RAPD, AFLD, SSR e polimorfismo de DNA mitocondrial e ribossômico (GUIRAO; BEITIA; CENIS, 1997; CERVERA et al., 2000; DE BARRO et al., 2000; DE BARRO, 2005) tem sido utilizados para este fim.

A partir de estudos moleculares e de comportamento entre os biótipos A e B de *B. tabaci*, e pela diferença existente, permitiu classificar a raça ou biótipo B, como uma nova espécie, *Bemisia argentifolii* (Bellows; Perring, 1994) (PERRING et al., 1993; BELLOWS JUNIOR et al., 1994). O biótipo B difere-se do Biótipo A por ter maior fecundidade, atacar um maior número de plantas cultivadas, maior capacidade de gerar resistência a inseticida e ser capaz de induzir alterações fitotóxicas em cucurbitáceas por causar sintomas de prateamento-das-folhas, e em tomateiro por induzir o amarelecimento irregular dos frutos (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; DE BARRO, 1995; HAJI; MATTOS; FERREIRA, 2004).

No início da década de 90, *B. tabaci* ressurgiu no Brasil, nas regiões Sudeste (São Paulo e Minas Gerais), Centro-Oeste (Goiás e Distrito Federal) e Nordeste (Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco, Piauí e Paraíba), causando sérios prejuízos a inúmeras culturas de importância econômica (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004). O rápido aumento populacional desta praga, especialmente em olerícolas e plantas ornamentais no Estado de São Paulo, levou a constatação de que o biótipo B, *B. argentifolii*, tinha sido introduzido no Brasil (MELO, 1992; LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). E desde então, esta praga vem causando sérios prejuízos em hortaliças, fruteiras, plantas anuais e ornamentais.

A mosca-branca é um inseto fitófago sugador de seiva elaborada, tanto na fase adulta como ninfal. Este inseto se reproduz sexuadamente, originando machos e fêmeas, e partenogeneticamente, gerando apenas machos. O seu desenvolvimento é por metamorfose incompleta, hemimetabolía (ovo-ninfa-adulto), sendo a fase ninfal compreendida de quatro ínstar, pela qual o último é comumente referido como “pupário” (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004).

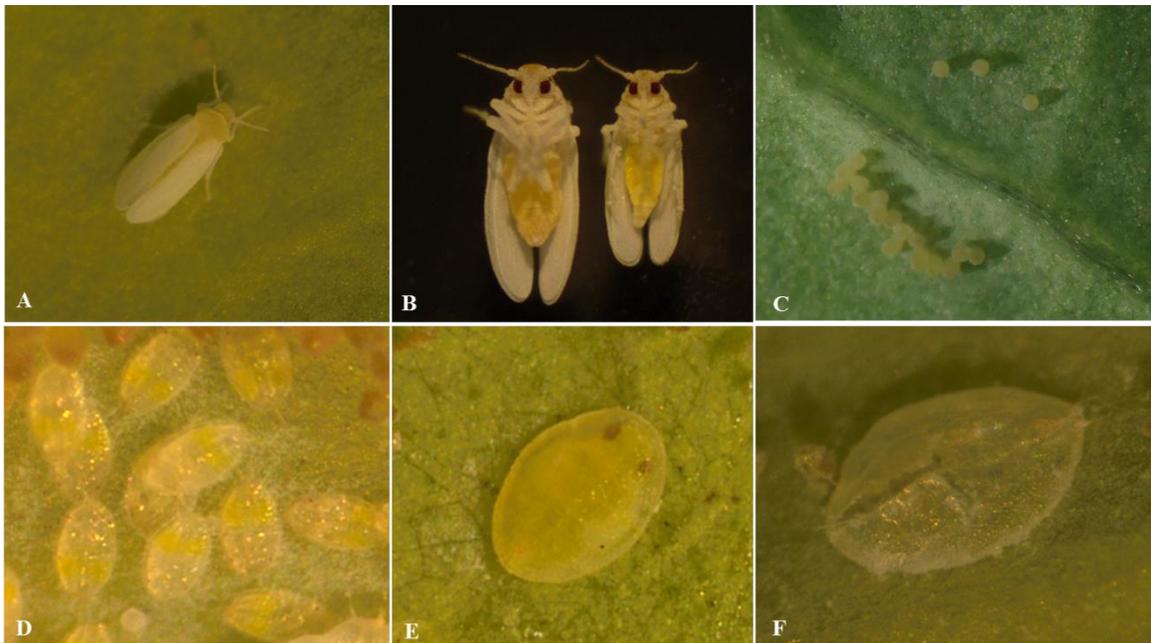
Os adultos medem de 1 a 2 mm de comprimento, sendo as fêmeas maiores que os machos, possuindo dois pares de asas membranosas recobertas por uma pulverulência branca, corpo amarelo, olhos vermelho e antenas longas em relação ao tamanho da cabeça (ARAÚJO et al., 2000; HAJI et al., 2005) (Figura 3A). O dimorfismo sexual dos adultos é feito a partir do formato externo da genitália, que no macho possui formato de pinça e na fêmea é arredondada (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; SOUZA; VENDRAMIM, 2000) (Figura 3B). A longevidade dos adultos é dependente da alimentação e temperatura, sendo que os machos vivem de 9 a 17 dias e as fêmeas vivem de 38 a 74 dias (VILLAS BÔAS et al., 1997).

Os ovos possuem formato periforme com coloração amarela nos primeiros dias e marrom quando próximo à eclosão. Medem cerca de 0,2 a 0,3 mm, sendo colocados

preferencialmente na parte inferior das folhas, podendo ser depositados isoladamente, em grupos separados ou ainda em semicírculos, sendo sustentados por um pedicelo inserido diretamente no tecido foliar durante a oviposição (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; VILLAS BÔAS et al., 1997; HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004) (Figura 3C). A quantidade de ovos colocados por fêmea pode variar de 100 a 300 ovos durante sua vida. Sendo que a taxa de oviposição é influenciada pela temperatura e planta hospedeira, sendo que na ausência de alimentos, as fêmeas interrompem a postura (VILLAS BÔAS et al., 1997).

Logo após a eclosão as ninfas do primeiro ínstar se locomove pela folha a procura de um local adequado para iniciar sua alimentação (HAJI et al., 2005). Este ínstar possui formato elíptico, coloração branca-esverdeada, plana ventralmente e convexa dorsalmente, apresentando pernas e antenas bem desenvolvidas (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989) (Figura 3D). As ninfas do 2^a e 3^a instar são fixas na planta, estando sempre se alimentando, sendo que as pernas e antenas são atrofiadas, com asas desenvolvidas internamente (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004). As ninfas do 4^a ínstar, também denominada de “pupário”, caracterizam-se pelo amarelecimento correspondente ao adulto, cuja forma pode ser percebida por meio do tegumento da ninfa e do aparecimento de olhos vermelhos, sendo que o “pupário” é comumente utilizado para identificação de espécies de mosca-branca (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004) (Figura 3E). No início deste estágio, a ninfa ainda se alimenta, cessando a alimentação quando aparentemente sofre mudanças morfológicas para se transformar no “pupário” (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989). A emergência do adulto se dá por meio de uma abertura em forma de “T” invertido, na região anterior dorsal do “pupário” (HAJI et al., 2005) (Figura 3F).

Figura 3- Adulto (A); fêmea (á esquerda) e macho (á direita) (B); Ovos (C); ninfas do 1^a ínstar (D); ninfa do 4^a ínstar “pupário” (E); ruptura do “pupário” em forma de “T” invertido após a emergência do adulto, exuvia (F), de *Bemisia tabaci* biótipo B.



Fonte: Autor, 2014

A duração do ciclo de vida da mosca branca pode variar a depender do hospedeiro e da temperatura. Em tomateiro, o ciclo de vida de *B. argentifolii* relatado por Moreira et al. (1999) foi de $20,49 \pm 1,14$ dias ($24,74 \pm 0,53^{\circ}\text{C}$ e $75,91 \pm 2,55\%$ UR) de ovo a adulto. Villas Bôas; França; Macedo (2002) também avaliando o ciclo de vida de *B. argentifolii* em tomateiro, relatou um período de $22,4 \pm 0,4$ dias ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h). Já para repolho, este mesmo autor verificou um ciclo de vida de $20,5 \pm 0,5$ nas mesmas condições.

Os danos causados pela mosca-branca em seus hospedeiros podem ser diretos ou indiretos. Os danos diretos são decorrentes da sucção de seiva pelos adultos e ninfas e devido à injeção de toxinas na planta, as quais induzem desordens fisiológicas, reduzindo o vigor das plantas e a produção. No caso do tomateiro, a injeção de toxina provoca um amadurecimento irregular dos frutos, dificultando o reconhecimento do ponto de colheita, reduzindo a produção e, no caso do tomate industrial, a qualidade da pasta (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004). Os danos indiretos são provocados pela transmissão de fitovírus, principalmente, os pertencentes ao grupo geminivírus e pela excreção de substâncias açucaradas, favorecendo o desenvolvimento de fumagina, os quais

interferem na atividade fotossintética das folhas e alterando a qualidade da produção (FERREIRA; AVIDOS, 1998; DE BARRO et al., 2011).

2.3 Interação Planta Inseto

Plantas e insetos coevoluíram (EHRlich; RAVEN, 1964), estabelecendo as mais diversas formas de relações, a fim de garantirem sua sobrevivência. Estes organismos desenvolveram formas de adaptação, que permitiram resistir à pressão de seleção exercida em decorrência desta interação. As plantas dispõem de mecanismos químicos, físicos e morfológicos utilizados na defesa contra insetos fitófagos (LARA, 1991). No processo de seleção e adaptação, os insetos adquiriram mecanismos e estratégias capazes de sobrepor as diferentes formas de defesas, para assegurar o abrigo, alimentação e proliferação da espécie.

Nas relações estabelecidas com as plantas, os insetos desenvolveram hábitos alimentares quanto à escolha de suas fontes. Estas fontes podem ser provenientes de poucas espécies de plantas, especialistas, a exemplo da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) que se alimenta de espécie da família Solanaceae, ou ainda, de muitos grupos (famílias) de plantas, generalistas ou polígrafos, tais como a mosca-branca (GALLO et al., 2002; LANKAU, 2007; LAMPERT, 2012). Os efeitos decorrentes da herbivoria por insetos em uma planta dependem dos fitófagos envolvidos, das partes da planta afetada e do momento do ataque com relação à fenologia da planta (BEGON; TOWNSEND; LOURENÇÃO, 2007).

Como forma de minimizar os danos decorrentes da ação de insetos herbívoros, as plantas investem em mecanismos de defesa contra insetos. E são estes mecanismos que têm chamado à atenção. Principalmente na tentativa de compreender as interações de plantas e insetos em ecossistemas naturais, como para obtenção de estratégias para o manejo e controle de pragas. Estas estratégias buscam diminuir os danos decorrentes da ação das pragas na agricultura e como consequência, minimizar os prejuízos na produção de alimentos. Isto é extremamente importante já que, com o crescimento exponencial da população humana, aumenta-se a demanda por alimentos e fibras. As plantas são as principais produtoras destas fontes, e os insetos são os nossos maiores competidores por esses recursos (PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, 2009). Portanto, é fundamental investigar os mecanismos que regem as interações planta-inseto, para aumentar as alternativas de controle no manejo integrado de pragas (MIP).

Para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos nas interações planta-inseto, as plantas modelos tem se mostrado promissoras como ferramentas para estes estudos e com isto, a caracterização de modelos de planta é indispensável. No caso do modelo Micro-Tom é necessário que se faça estudos com artrópodes que possuem hábitos alimentares diversificados, a exemplo de mastigadores, lagartas e besouros, sugadores de seiva, pulgões e mosca-branca, e sugadores de conteúdo celular, tripes e ácaros (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A interação mosca-branca e *S. lycopersicum* é uma interação de alto impacto da produção de alimentos e a cv. Micro-Tom tem apresentado características que torna o modelo promissor.

2.4 Resistência de Planta a Inseto

A resistência de uma planta é dada pela soma relativa das qualidades hereditárias apresentadas pela planta, as quais influenciam a intensidade do dano provocado pelo inseto. Dessa forma, cultivares resistentes são menos danificadas que outras em condições de igualdade para o ataque de uma praga (GALLO et al., 2002). Nas interações das plantas com insetos, três tipos de resistência vegetais são observados. A primeira é a antixenose ou não preferencial, quando o inseto não prefere a planta para alimentação, oviposição e abrigo. A segunda é a antibiose, quando o inseto se alimenta da planta e esta exerce efeito na sua biologia (mortalidade, redução do tamanho, peso dos indivíduos, fecundidade, tempo de vida e razão sexual). A terceira é a tolerância, quando o genótipo sofre pouco dano em comparação às outros genótipos em igual situação de infestação, não afetando o comportamento nem a biologia (GULLAN; CRANSTON, 2007). A resistência de plantas é determinada por fatores químicos, físicos e morfológicos, que podem atuar de forma isolada ou conjunta, estando às toxinas, redutores de digestibilidade, tricomas, dureza da epiderme foliar e impropriedades nutricionais, como as principais características que conferem resistência a determinado genótipo (LARA, 1991).

As estratégias de defesas das plantas podem ser classificadas em respostas de defesa constitutivas e induzidas. A constitutiva está sempre presentes na planta, não dependendo do ataque de herbívoros e muitas vezes são específicas para grupos taxonômicos de planta que incluem inibidores de alimentação, toxinas e defesas mecânicas. Já as respostas de defesa induzidas são desencadeadas em resposta ao ataque de herbívoros que incluem a modificação

e o acúmulo dos metabólicos normais da planta (PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Entre as formas de defesas constitutivas desenvolvidas pelas plantas, os tricomas têm assumido um importante papel adaptativo. Estes apêndices epidérmicos são formados por células especializadas, cuja forma e densidade podem variar entre espécies e nas diferentes partes da planta (DALIN et al., 2008). Na sua classificação mais simples os tricomas podem ser glandulares e não-glandulares (tectores). Sua função está relacionada a caráter adaptativo, contribuindo assim, por exemplo, na diminuição da perda de água em ambientes secos, com muita luminosidade e vento (CORRÊA, et al., 2008). Ou na defesa contra insetos fitófagos, por limitar o seu acesso a superfície da planta (TOSCANO et al., 2001), interferindo na sua alimentação e oviposição. Como tem sido observado para mosca-branca, cuja presença de tricomas glandulares associados à secreção de aleloquímicos com ação de aprisionamento e deterrentes presentes em espécies selvagens de tomateiro tem interferido na sua oviposição e biologia da mosca-branca (FREITAS et al. 2000; SILVA et al. 2008; SILVA et al. 2009).

Nas respostas de defesas induzidas pelos vegetais, os inibidores de proteinases (IPs) têm sido utilizados pelas plantas para se defender do ataque de insetos fitófagos. Estes peptídeos estão amplamente distribuídos nos vegetais, podendo estar presente constitutivamente ou ser induzidos mediante ataque de insetos pragas. Os IPs interferem na degradação de proteínas no intestino médio dos insetos, resultando em uma deficiência de aminoácidos essenciais para o crescimento, desenvolvimento e reprodução, agindo por tanto como anti-metabólicos (SILVA-FILHO; FALCO, 2000). Outro tipo de defesa induzida utilizada pelas plantas em resposta ao ataque de insetos pragas é a emissão de voláteis para atrair os inimigos naturais desses herbívoros (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013). Estes voláteis tem a função de orientar predadores e parasitoides na localização de seu hospedeiro. Sendo constituídos principalmente de terpenóides, fenilpropanóides, benzenóides e derivados de ácidos graxos (DUDAREVA; NEGRE, 2005). Os voláteis também estão presentes de forma constitutiva nas plantas, sendo liberado constantemente. Essas substâncias são, inclusive, utilizadas por insetos fitófagos na localização de seus hospedeiros (BENTO; NARDI, 2009).

Nas respostas de defesas das plantas, os hormônios vegetais tem assumido um importante papel na sinalização de ataque de herbívoros, ativando genes de defesa da planta. Essa sinalização hormonal pode ser mediada pelo ácido jasmônico (AJ)/etileno (ET) e ácido

salicílico (AS), a depender do herbívoro em questão (ZHANG et al. 2013). O AJ atua como estímulo principal nas respostas de defesa a herbivoria, ativando genes que respondem local ou sistematicamente aos estresses (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013). Este hormônio está envolvido na expressão de genes relacionados aos inibidores de proteinases (ZARATE; KEMPEMA; WALLING, 2007) sendo também a molécula mais importante na emissão de voláteis após a herbivoria por um inseto (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013).

O AS está envolvido na resistência sistêmica adquirida contra patógenos, ativando mecanismo de defesa durante a infecção (OZAWA et al., 2000) no caso dos herbívoros, o AS tem sido comumente associado com respostas de defesas para insetos sugadores de seiva como pulgões e mosca-brancas, do que para insetos mastigadores (WU; BALDWIN, 2009). Em estudos realizado com *B. tabaci* utilizando *Arabidopsis* como hospedeiro, Zarate; Kempema; Walling (2007) observaram um aumento nas defesas reguladas pela via do AS, enquanto as defesas mediadas por AJ foram suprimidas, apresentado um antagonismo entre esses hormônios. Outro hormônio que tem apresentado ação antagonista ao AJ na produção de defesas contra herbivoria em tomateiro é o brassinosteróides (BR). Campos et al. (2009) observou que enquanto o AJ controla positivamente a produção de defesas contra herbivoria, tais como tricomas, zingibereno e Inibidores de Proteinases (IPs), o BR controlou negativamente a produção dessas defesas.

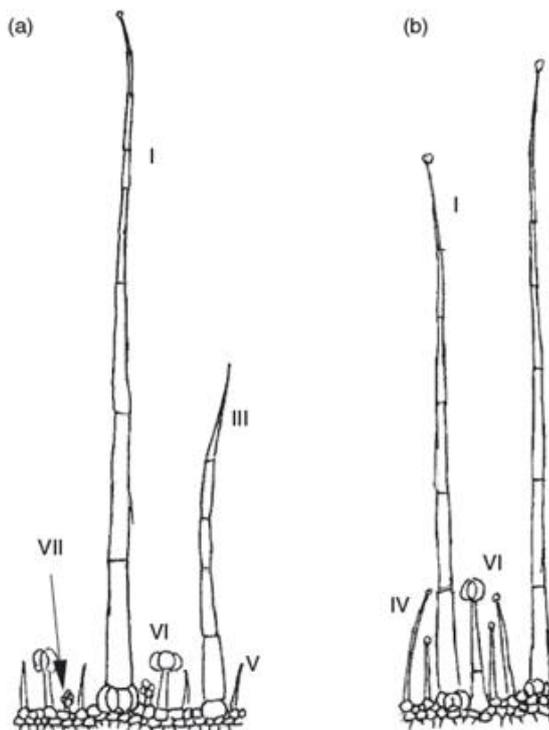
Todos estes fatores têm sido investigados para uma melhor compreensão dos mecanismos de resistência utilizada pelas plantas. Pois a resistência de plantas tem sido almejada em inúmeros programas de melhoramento, por ser considerado um método ideal de controle, sendo muitas vezes compatíveis com outras táticas de manejo e controle de pragas (BOIÇA JUNIOR et al., 2011).

2.4.1 Resistência de Tomateiro a Insetos

Para o tomateiro, a resistência de planta a insetos têm sido observada comumente nas espécies selvagens, estando os tricomas e os aleloquímicos secretados por estas estruturas, como os principais fatores de resistência a insetos. As espécies selvagens de tomateiro *Solanum habrochaites* S. Knapp D. M. Spooner (= *Lycopersicon hirsutum*) e *Solanum peruvianum* L. tem se mostrados promissores na resistência a traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) e a mosca-branca (MUIGAI et al., 2003; NEVES et al., 2003; SUINAGA et al., 2004). No

gênero *Solanum*, Luckwill (1943) identificou sete tipos de tricomas, sendo que somente cinco estão presentes na espécie *S. lycopersicum* (Figura 4). Os tipos de tricomas glandulares que têm sido observados no gênero são denominados I, IV, VI e VII, pelos quais são sintetizados os exudatos, tais como flavonóides glicosilados (rutina), metil cetonas (2-tridecanona e 2-undecanona), compostos fenólicos nitrogenados (ácidos clorogênico) e sesquiterpenos (zingibereno) (BOIÇA JUNIOR et al., 2011). Essas substâncias podem apresentar toxicidade e pegajosidade, causando aprisionamento e irritação da praga, podendo levá-la a morte. Os tricomas não-glandulares ou tectores do tipo II, III, V constitui em barreira mecânica que dificulta a circulação e acesso dos insetos aos tecidos nutritivos (SIMMONS; GURR, 2005).

Figura 4- Tricomas em *Solanum lycopersicum* (a) e *Solanum hirsutum* (b). Descritos por Luckwill (1943).



Fonte: (SIMMONS; GURR, 2005)

Outra resistência encontrada em algumas cultivares de tomateiro (*S. lycopersicum*) é a mediada pelo gene Mi sendo que o alelo Mi-1.2 confere resistência ao nematoide *Meloidogyne* spp., no caso dos patógenos (MILLIGAN et al., 1998), ao pulgão *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) (ROSSI et al., 1998) e a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B (NOMBELA; WILLIAMSON; MUÑIZ, 2003). Este gene foi inserido em *S. lycopersicum* a partir de *S. peruvianum* (SMITH, 1944). Nas respostas de defesas envolvendo o gene Mi, Li et al. (2006) verificaram que o AS é uma molécula chave como sinalizador das

respostas de defesas a afídeos, envolvendo esse gene. Isto mostra a importância deste hormônio como mediador das respostas de defesa para insetos sugadores de seiva.

Em programas de melhoramento de plantas, as espécies selvagens constituem como importantes fontes para o desenvolvimento de cultivares resistente a pragas (JONES et al., 1991). No caso de tomateiro, os tricomas tem se tornado objeto de estudos, pela sua importância como fator de resistência. Estimulando assim, pesquisas para entender a sua importância nas interações com insetos pragas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção do Material Vegetal

Foram utilizados os genótipos de tomateiro: Santa clara (padrão de suscetibilidade a mosca-branca), Micro-Tom e *hairless*. As sementes do Micro-Tom e *hairless* foram doadas pelo Dr. Lázaro Eustáquio Pereira Peres (Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba - SP). As plantas foram cultivadas em casa de vegetação ($29 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR), utilizando vasos com capacidade de um litro, contendo vermiculita mais substrato Bioplant[®] (casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnésiano [yoorin] e aditivos [fertilizantes]), na proporção de 1:1. No preparo do substrato foi acrescentado 1 g de NPK (10:10:10) e 4 g de calcário dolomítico por litro final do preparado, sendo feita a adubação de manutenção com 1 g NPK (10:10:10) a cada 15 dias. Os vasos foram acoplados a um recipiente obtido de garrafa do tipo Pet, contendo água para irrigação (Figura 5A). A condução da água para o substrato se deu mediante capilaridade, utilizando um tecido grosso (tipo carpete) para este fim (Figura 5B). Em cada vaso colocou-se três sementes, e após a germinação, as plantas foram cobertas com uma gaiola de PVC com dimensões de 15 cm de diâmetro x 17 cm de altura revestida com tecido *voil*, para protegê-las de possíveis infestações por insetos, (Figura 5C). Completado quinze dias da semeadura, realizou-se o desbaste das mudas deixando-se apenas uma planta por vaso.

Figura 5. Sistema utilizado para condução das plantas de tomateiros (A; B) e gaiolas de proteção (B) para evitar infestações por insetos durante o cultivo.



Fonte: Autor, 2014

3.2 Criação da *Bemisia tabaci* biótipo B

As moscas-brancas foram obtidas de plantas de couve cultivadas no Centro Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. Estas foram mantidas em gaiolas de madeira com dimensões 60 x 60 x 60 cm revestidas com tela antiofídica, contendo plantas de repolho da cultivar 60 dias[®] (Feltrin) para manutenção da população. Periodicamente, as plantas danificadas foram substituídas por outras novas. A identificação do inseto foi feita no Laboratório de Virologia Vegetal da FCA/UNESP *campus* Botucatu, mediante análise do gene mtCOI. A extração de DNA total foi realizada segundo protocolo de Ueda e Browr (2006), com posterior análise de digestão de RFLP para confirmação do biótipo B de *Bemisia tabaci*.

Durante a condução dos experimentos foi verificado a ocorrência de dois agentes de controle biológico, um fungo entomopatogênico e um parasitoide, em mosca-branca que infestavam plantas de couve cultivadas em casa de vegetação. A identificação do fungo foi feita mediante critérios morfológicos e moleculares. Já para o parasitoide, amostras deste inseto foram encaminhadas para o Instituto biológico-SP para identificação.

3.3 Teste de Preferência para Oviposição de Mosca-branca com e sem Chance de Escolha

Os testes de preferência para oviposição foram realizados em condições de laboratório ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Para os testes com chance de escolha, montou-se dois ensaios. O primeiro utilizando os genótipos Santa Clara e Micro-Tom; e o segundo utilizando os genótipos Micro-Tom e *hairless*. Assim, plantas com 21 dias de idade foram colocadas em gaiolas de madeira com dimensões de 45 x 25 x 27 cm, recobertas com tecido fino (*voil*) (Figura 6), sendo distribuída uma planta de cada genótipo por gaiola, totalizando duas plantas por gaiola, sendo liberados 100 adultos de mosca-branca não sexadas, capturados com o auxílio de um aspirador entomológico.

Figura 6 – Gaiola (45 x 25 x 27 cm) utilizada para os testes de preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B com chance de escolha entre genótipos de tomateiro.



Fonte: Autor, 2014

Nos testes de preferência para oviposição sem chance de escolha foram utilizadas plantas com 21 dias de idade. As plantas foram individualizadas em gaiolas PVC com dimensões de 15 cm de diâmetro x 17 cm de altura, recobertas com tecido fino (*voil*) (Figura 7). Foram liberados 50 adultos de mosca-branca não sexadas por gaiola, capturadas com auxílio de um aspirado entomológico.

Nos testes de preferência para oviposição com e sem chance de escolha, as plantas permaneceram infestadas por um período de 48 horas. Após a desinfestação, procedeu-se a contagem do número de ovos por planta. Sendo contados todos os ovos presentes na face abaxial das folhas verdadeiras e mais expandidas de cada planta. Para a obtenção do número de ovos por área foliar, aferiu-se a área das folhas com o auxílio de um medidor de área foliar LI-3100C da LI-COR®.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e 10 repetições (gaiolas) em cada ensaio. Os dados foram submetidos à análise de variância e as

médias comparadas pelo teste de t a 0,05. Sendo feita a transformação dos dados em $(x+0,5)^{1/2}$ para análise estatística com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

Figura 7 – Gaiolas (15 cm de diâmetro x 17 cm de altura) utilizadas para o teste de preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B sem chance de escolha entre genótipos de tomateiro.



Fonte: Autor, 2014

3.4 Ciclo de Vida e Longevidade da *Bemisia tabaci* biótipo B

A avaliação do ciclo de vida da mosca-branca foi conduzida em BOD ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Foram utilizados plantas da cv. Santa Clara, Micro-Tom e *hairless* com 30 dias de idades. Para isso, folhas dos genótipos foram individualizadas com uma gaiola de tecido fino (*voil*) (Figura 8A). Em cada folha foram liberadas 25 moscas-brancas não sexadas, pelas quais permaneceram por um período de 24 horas. Decorrido este tempo, procedeu-se a desinfestação.

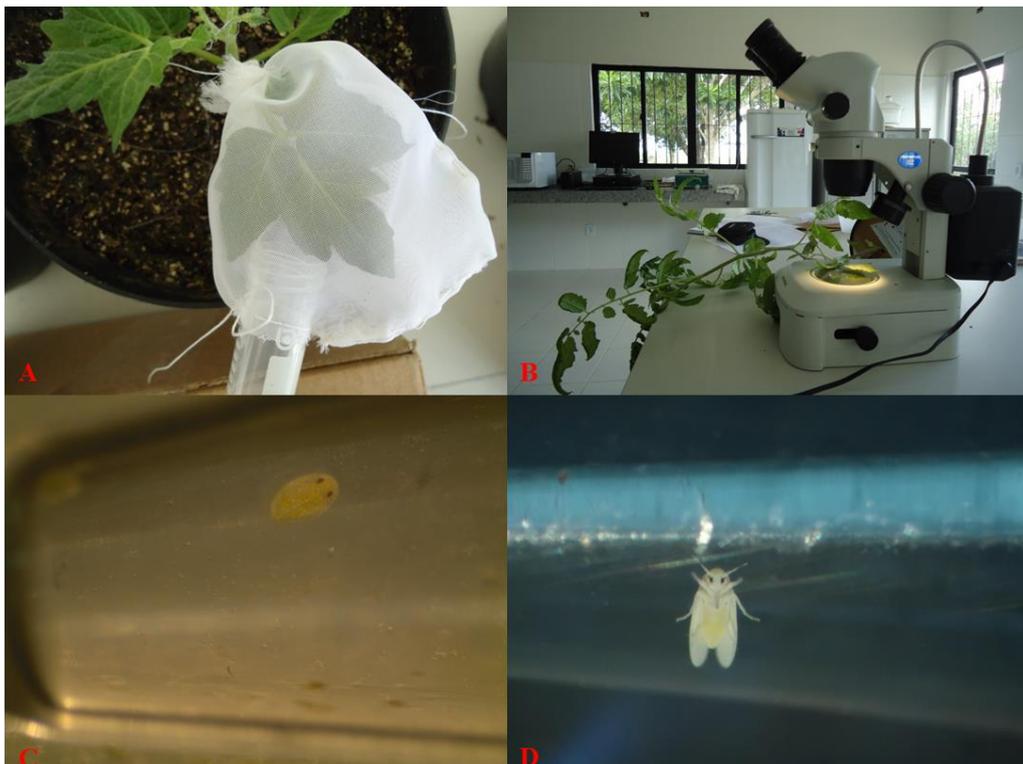
Foram escolhidos 6 folíolos de cada genótipo para o acompanhamento do desenvolvimento dos insetos (Figura 8B). Quando se verificou o surgimento das ninfas do quarto ínstar, estas foram confinadas em tubos Eppendorf de 1,5 ml e mantidas até a

constatação da morte da ninfa ou adultos (Figura 8C e D). Para auxiliar o acompanhamento do desenvolvimento das fases da mosca-branca, utilizou um estereomicroscópio para visualização das fases. Os parâmetros avaliados no experimento foram: período de incubação, ninfal e total (ovo-adulto), longevidade dos adultos sem alimentação, viabilidade dos ovos e das ninfas e a sobrevivência no período de ovo a adulto da mosca-branca.

Um segundo ensaio do ciclo de vida da mosca-branca foi montado utilizando apenas a cv. Santa Clara e Micro-Tom nas mesmas condições e procedimentos de infestação descritos acima. Sendo para este teste selecionado 5 folhas de cada genótipo para o acompanhamento do ciclo de vida da mosca-branca. Os parâmetros avaliados neste ensaio foram: período de incubação, ninfal e do ciclo total (ovo-adulto), longevidade dos adultos sem alimentação, viabilidade dos ovos e das ninfas e a sobrevivência no período de ovo a adulto da mosca-branca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey no primeiro ensaio e teste t no segundo ensaio a 0,05. Sendo feita a transformação dos dados em $(x+0,5)^{1/2}$ para análise estatística com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

Figura 8 – Gaiola utilizada para infestação dos folíolos de tomateiro com adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B (A); Avaliação das fases de ovo e ninfas em estereomicroscópio (B); “pupário” (C) e adulto de mosca-branca (D) confinado em Eppendorf.



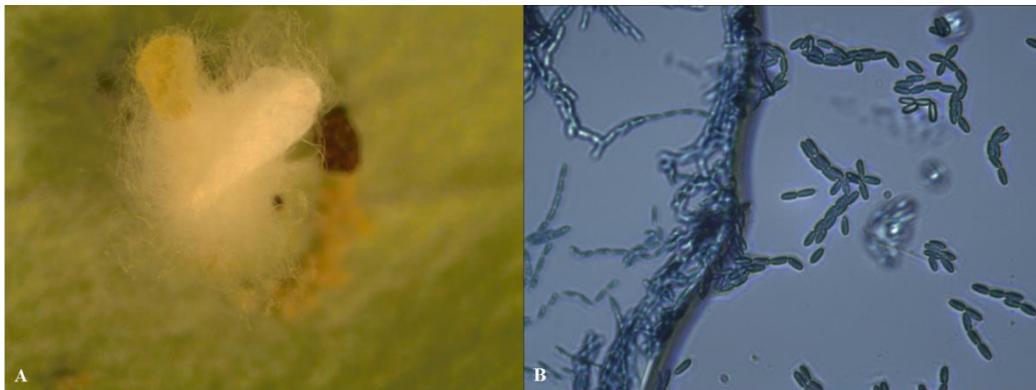
Fonte: Autor, 2014

4 RESULTADOS

4.1 Ocorrência de Agentes de Controle Biológico de *Bemisia tabaci* biótipo B no Município de Rio Largo – AL

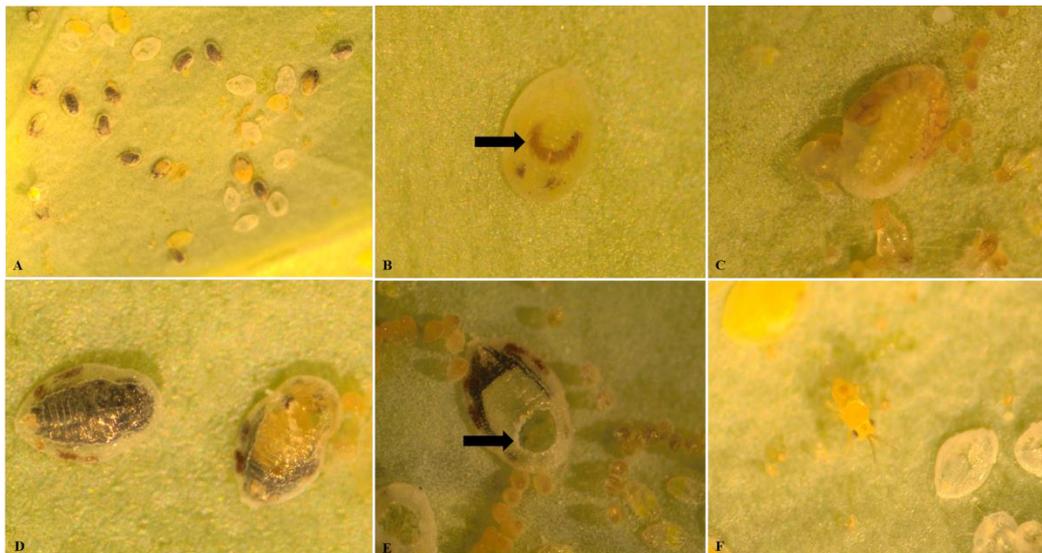
Os agentes de controle biológico da mosca-branca foram identificados apenas em nível de gênero, identificando-se o fungo entomopatogênico como *Paecilomyces* sp. (Figura 9) e o parasitoide como *Encarsia* sp. (Figura 10).

Figura 9- *Bemisia tabaci* biótipo B colonizada por *Paecilomyces* sp. (A); Conídeos do fungo (B).



Fonte: Autor, 2014

Figura 10- Ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B parasitadas por *Encarsia* sp. (A); larva do parasitoide no interior da ninfa (B; C); pupa e adulto próximo da emergência (D); orifício de saída do parasitoide (E) e adulto do parasitoide (F).

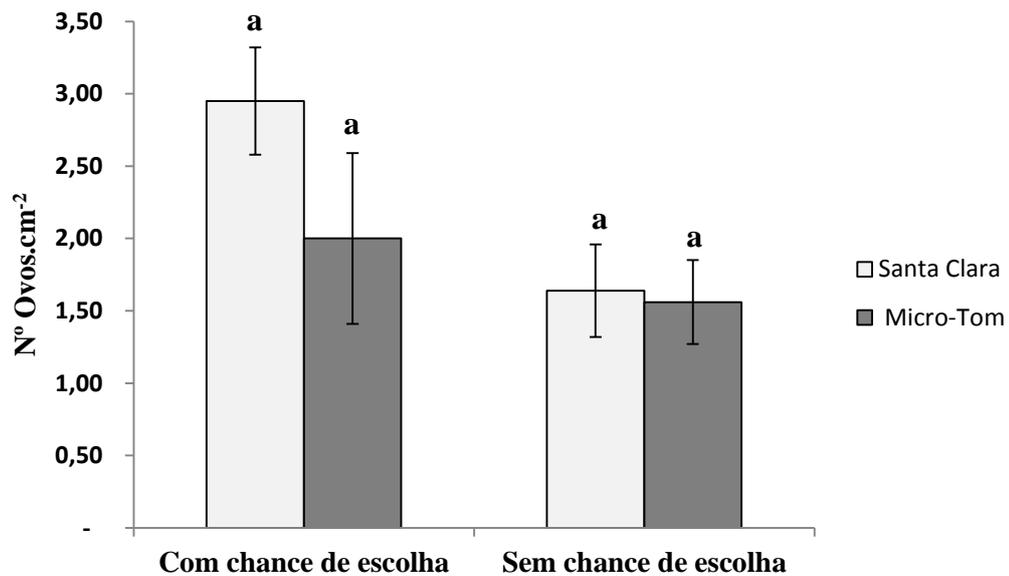


Fonte: Autor, 2014

4.2 Teste de Preferência para Oviposição com e sem Chance de Escolha

Não foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos teste de preferência para oviposição com e sem chance de escolha para as cultivares Santa Clara e Micro-Tom (Figura 11).

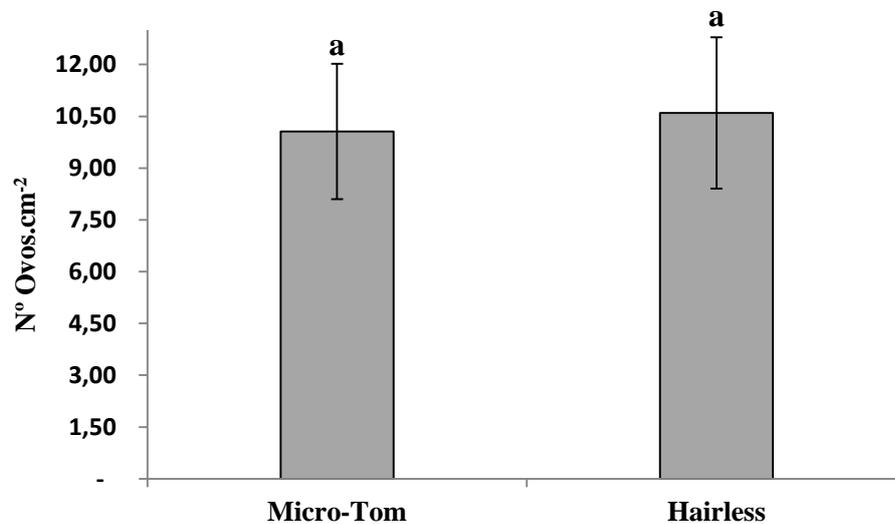
Figura 11. Número médio de ovos.cm⁻² (\pm EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B na face abaxial de folhas de dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

No ensaio de preferência para oviposição com chance de escolha utilizando os genótipos Micro-Tom e *hairless*, não foi observado diferença significativa ($p \leq 0,05$) quanto a número médio de ovos.cm⁻² postos pela mosca-branca (Figura 12).

Figura 12. Número médio de ovos.cm⁻² (\pm EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B na face abaxial de folhas de dois genótipos (26 \pm 2°C, 60 \pm 10% UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

4.3 Ciclo de Vida da Mosca-Branca e Longevidade dos Adultos

No ensaio utilizando os genótipos Santa Clara, Micro-Tom e *hairless* como hospedeiros da mosca-branca, não foi observado diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o período de incubação (Tabela 2). No entanto, este mesmo resultado não foi verificado para o período ninfal, que diferenciou quanto aos genótipos utilizados, registrando um prolongamento desta fase para o Micro-Tom (16,49 \pm 0,79 dias) e *hairless* (16,90 \pm 0,60 dias), quando comparado a cv. Santa Clara (padrão de suscetibilidade) (12,21 \pm 0,32 dias). O Micro-Tom e *hairless* também proporcionaram uma menor longevidade (1,21 \pm 0,02, 1,22 \pm 0,02 dias, respectivamente) para os adultos de mosca-branca (Tabela 2).

Tabela 2. Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, total e longevidade *Bemisia tabaci* biótipo B, em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.

Genótipos	Nº Ovos ¹	Período de incubação	Período ninfal	Período total	Longevidade dos adultos
Santa Clara	17,33 \pm 2,48	7,43 \pm 0,15 a	12,21 \pm 0,32 a	19,64 \pm 0,42 a	1,39 \pm 0,05 a
Micro-Tom	14,67 \pm 1,72	7,08 \pm 0,72 a	16,49 \pm 0,79 b	23,56 \pm 0,80 b	1,21 \pm 0,02 b
<i>Hairless</i>	18,00 \pm 1,72	7,31 \pm 0,05 a	16,90 \pm 0,60 b	24,21 \pm 0,57 b	1,22 \pm 0,02 b
Cv (%)		1,55	4,52	3,21	2,56

¹ número médio em 6 folíolos de tomateiro.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$.

Para confirmar os resultados encontrados no primeiro ensaio do ciclo de vida da mosca-branca. Montou-se um segundo experimento com os genótipos Santa Clara e Micro-Tom. Neste ensaio, o período de incubação da mosca-branca se diferenciou ($p < 0,05$) quanto ao genótipo utilizado, observando um menor período para a cv. Micro-Tom (Tabela 3). Porém, o período ninfal foi maior ($15,73 \pm 0,71$ dias) para este genótipo, que também reduziu a longevidade ($1,13 \pm 0,04$ dias) dos adultos de mosca-branca quando comparados a cv. Santa Clara (Tabela 3).

Tabela 3. Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, total e longevidade *Bemisia tabaci* biótipo B, em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.

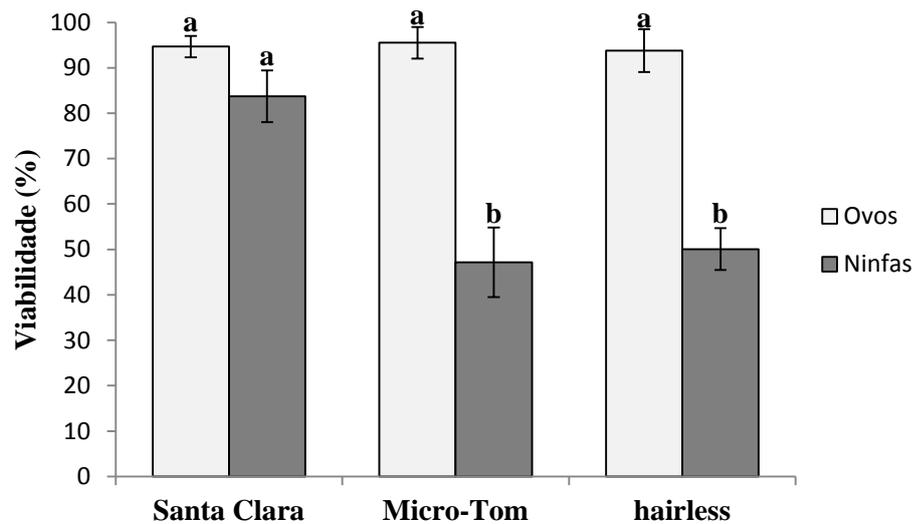
Genótipos	Nº Ovos ¹	Período de incubação	Período ninfal	Período total	Longevidade dos adultos
Santa Clara	23,00 \pm 0,54	8,32 \pm 0,11 b	12,53 \pm 0,18 a	20,84 \pm 0,24 a	1,49 \pm 0,03 a
Micro-Tom	21,40 \pm 0,78	7,88 \pm 0,13 a	15,73 \pm 0,71 b	23,61 \pm 0,68 b	1,13 \pm 0,04 b
Cv (%)		1,58	3,71	2,43	2,43

¹ número médio de ovos em 5 folhas de tomateiro.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de t ($P \leq 0,05$). Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$.

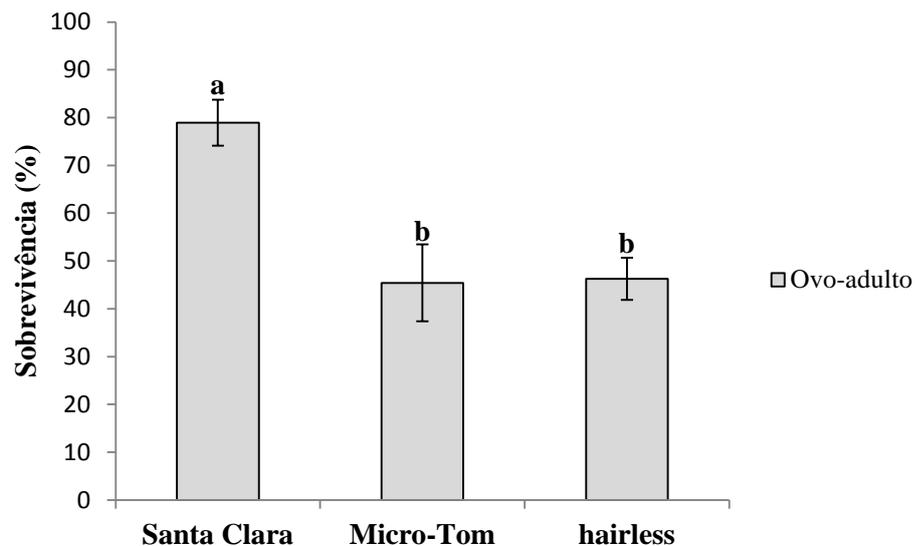
A viabilidade dos ovos de mosca-branca não se diferenciou nos genótipos de tomateiro. No entanto, a viabilidade das ninfas e a sobrevivência no período de ovo-adulto foram afetadas pelos genótipos, observando uma menor viabilidade e sobrevivência para o Micro-Tom e *hairless* (Figura 13; 14).

Figura 13. Média (\pm EP) da viabilidade dos ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

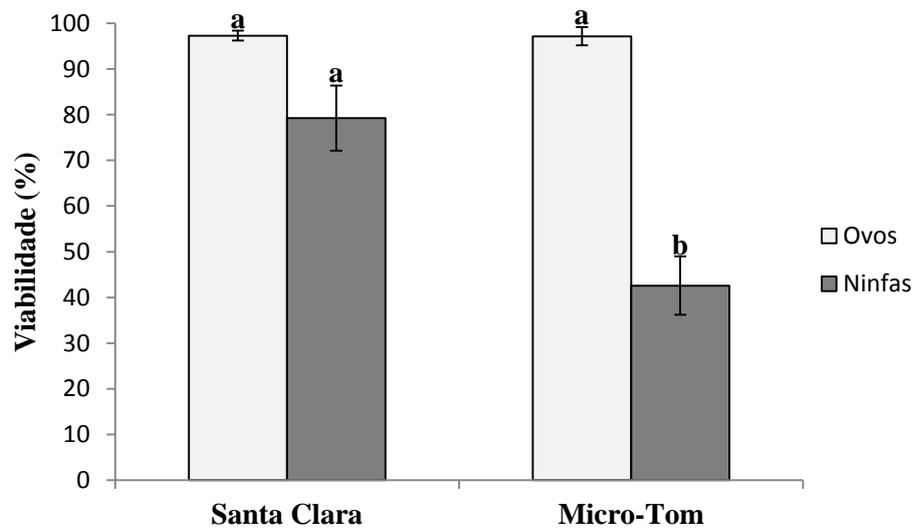
Figura 14. Média (\pm EP) da sobrevivência no período de ovos a adulto de *Bemisia tabaci* biótipo B em três genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

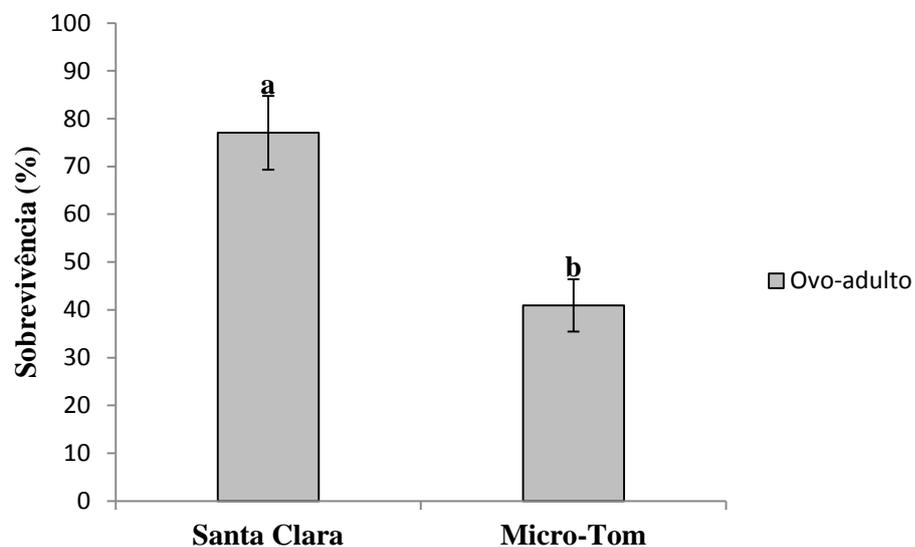
Esta mesma diferença foi obtida no segundo ensaio realizado apenas com a cv. Santa Clara e Micro-Tom, cujos resultados mostraram que a viabilidade dos ovos não foi afetada pelos genótipos durante o período de incubação. Mas, a viabilidade das ninfas e a sobrevivência no período de ovo a adulto foram reduzidas quando utilizada a cv. Micro-Tom como hospedeiro (Figura 15; 16).

Figura 15. Média (\pm EP) da viabilidade de ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

Figura 16. Média (\pm EP) da sobrevivência no período de ovos a adulto de *Bemisia tabaci* biótipo B em dois genótipos de tomateiro ($26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h). Rio Largo-AL, 2014.



Fonte: Autor, 2014

5 DISCUSSÃO

O trabalho tinha por objetivo contribuir na caracterização da cultivar Micro-Tom como modelo de estudo da interação planta-inseto e verificar os efeitos da deformidade dos tricomas na atratividade para oviposição e ciclo de vida da mosca-branca. Para isto, montaram-se ensaios com *B. tabaci* biótipo B, um inseto sugador de seiva considerado polífago, por utilizar inúmeras espécies de plantas como hospedeiro. E por ser considerado praga-chave de inúmeras culturas agrícola, devido os danos diretos e indiretos provocados em seus hospedeiros.

5.1 Testes de Preferência para Oviposição

Comparativamente com a variedade Santa Clara, o Micro-Tom não mostrou resistência por antixenose para mosca-branca, revelando-se como um bom modelo de suscetibilidade para estudos de preferência para oviposição com esta praga. Estes resultados permitiu utilizar esta cultivar como referência no teste de preferência para oviposição com o mutante *hairless*, o que permitiu concluir que a deformidade e escassez dos tricomas presentes nesse mutante não influenciou no número médio de ovos postos pela mosca-branca.

A falta de diferença do Micro-Tom com o Santa Clara para oviposição da mosca-branca pode está relacionados aos baixos teores de aleloquímicos presentes nas suas folhas, a exemplo do zingibereno e acilaçúcar (CAMPOS et al., 2009). Estes dois aleloquímicos estão envolvidos na resistência a mosca-branca, provocando resistência por antixenose, afetando a taxa de oviposição (SILVA et al., 2009) e antibiose, por causar mortalidade de adultos e ninfas (FREITAS et al., 2000; SILVA et al. 2008). Espécie de *S. lycopersicum* tem apresentado baixos teores de aleloquímicos com ação anti-herbivoria, como se observa para a cultivar Santa Clara, que tem sido utilizada como padrão de suscetibilidade em vários testes envolvendo pragas do tomateiro tais como traça-do-tomateiro, mosca-branca e ácaros *T. urticae* (LEITE et al., 1999; SILVA et al. 2008; MARUYAMA et al. 2002; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011).

A composição dos tricomas em *S. lycopersicum* é um dos fatores determinantes para a sua suscetibilidade a pragas. A ausência do tricoma do tipo IV nesta espécie (LUCKWILL,

1943) contribui para os baixos níveis de aleloquímicos, já que este tricoma tem sido relatado como uma importante fonte de zingibereno em *S. habrochaites* (MALUF; CAMPOS; DAS GRAÇAS CARDOSO, 2001) e acilaçúcares em *Solanum pennellii* Correll (RESENDE, 2006). Outro tricoma que tem sido predominantemente associado a efeitos negativos a pragas, é o do tipo VI (SIMMONS; GURR, 2005). Apesar de sua presença em todas as espécies de tomateiro, em *S. lycopersicum* baixos níveis dos aleloquímicos 2- tridecanona e 2- Undecanona têm sido registrados para esta espécie, sendo este tricoma relatado como um importante secretor destes aleloquímicos (VENTURA; VENDRAMIM, 1996; ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2000; GILARDÓN et al. 2001).

Em *S. lycopersicum* tem se verificado predominantemente, a presença de tricomas não glandulares (ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2000). Leite et al. (1999) observou que na cv. Santa Clara (*S. lycopersicum*), 97,31% dos tricomas presentes correspondia aos tectores (não glandulares) enquanto em *S. habrochaites* 97,12% constituía de tricomas glandulares. Para o Micro-Tom Campos et al. (2009) observaram uma maior densidade de tricomas tectores na face abaxial das folhas (local em que preferencialmente a mosca-branca oviposita), do que tricomas glandulares.

Alguns autores têm ressaltado para mosca-branca a sua preferência para oviposição em cultivares com pilosidade, em culturas como algodão e soja (TOSCANO; SANTOS; BOIÇAS JÚNIOR, 2003; LIMA; LARA, 2004). Essa preferência tem sido justificada como forma de proteção contra inimigos naturais e pela formação de um microclima na superfície da planta favorável à mosca-branca (TOSCANO; SANTOS; BOIÇAS JÚNIOR, 2003). No caso da cultivar Santa Clara e Micro-tom, a predominância de tricomas tectores e os baixos níveis de aleloquímicos secretados pelos tricomas glandulares, são fatores que podem contribuir para a suscetibilidade destas cultivares para oviposição da mosca-branca.

No teste de preferência para oviposição com chance de escolha com o mutante *hairless*, o número médio de ovos postos pela mosca-branca não diferiu da cv. Micro-Tom. Indicando que a deformidade e escassez dos tricomas não influenciaram na preferência para oviposição da mosca-branca. Portanto, para o tomateiro não foi observado essa tendência da mosca-branca em preferir plantas com pilosidade para oviposição, como tem se observado para outras culturas como soja e algodão (TOSCANO; SANTOS; BOIÇAS JÚNIOR, 2003, 2003; LIMA; LARA, 2004).

5.2 Ciclo de Vida e Longevidade dos Adultos

O Micro-Tom apresentou-se como um bom modelo em estudos de preferência para oviposição com mosca-branca. No entanto, este genótipo influenciou negativamente no ciclo de vida deste inseto, oferecendo certo grau de resistência para *B. tabaci* biótipo B.

A princípio, sugere-se que os genótipos mais ovipositados são mais susceptíveis a uma praga. No entanto, nem sempre esta sugestão é verdadeira, já que outros fatores podem influenciar negativamente no desenvolvimento destes insetos (LARA, 1978), como foi observado para o Micro-Tom e *hairless*, que interferiram no ciclo de vida e longevidade dos adultos de mosca-branca.

Nos estudos de desenvolvimento com a mosca-branca, foi observado que o período de incubação não foi afetado pelos genótipos Santa Clara, Micro-Tom e *hairless*. Apesar dos dados mostrarem certa tendência para um período embrionário menor na cv. Micro-Tom ($7,08 \pm 0,72$ dias para o Micro-Tom contra $7,43 \pm 0,15$ dias em Santa Clara), porém sem diferença significativa. Esta tendência foi confirmada no segundo experimento, cujo período de incubação em Micro-Tom ($7,88 \pm 0,13$ dias) se diferenciou significativamente da cv. Santa Clara ($8,32 \pm 0,11$ dias).

Uma das características dos ovos de mosca-branca é que estes são sustentados por um pedicelo, cuja sua extremidade distal é constituída de um emaranhado de estruturas fibrosas, formando uma superfície porosa, que é inserida em uma fenda feita pelo ovipositor na epiderme da planta. A função do pedúnculo está relacionada com a absorção de água e transporte de solutos durante o desenvolvimento do ovo (BUCKNER et al., 2002). Neste caso, hospedeiros que oferecem resistência na deposição, pode provocar uma dessecação do ovo por interferir na absorção de água pelo pedicelo, o que comprometeria o desenvolvimento embrionário (TORRES et al., 2007). No caso do presente ensaio, o Micro-Tom talvez tenha oferecido menor resistência quando comparado com a variedade Santa Clara, permitindo uma melhor condição para o desenvolvimento durante a fase de ovo e reduzindo o tempo de incubação.

Os períodos de incubação da mosca-branca variaram entre $7,08 \pm 0,15$ a $8,32 \pm 0,11$ dias. Períodos em torno destes valores têm sido observados em outros trabalhos com tomateiro (MOREIRA et al., 1999; VILLAS BÔAS; FRANÇA; MACEDO, 2002; BALDIM;

VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005). As variações existentes no desenvolvimento da mosca-branca são influenciadas pelo hospedeiro e pelas condições ambientais submetidas nos ensaios (VILLAS BÔAS; FRANÇA; MACEDO, 2002). No caso das variações dos dias encontrados para o período de incubação entre um ensaio e outro para o Micro-Tom e Santa Clara, pode ter sido decorrido de alguma variação seja em relação aos insetos, as plantas ou até mesmo as condições ambientais. A tendência nas relações mosca-branca com os genótipos de tomateiro no primeiro e segundo ensaios foram confirmadas em duas repetições biológicas.

Nas avaliações do desenvolvimento da mosca-branca o Micro-Tom e *hairless* provocaram um prolongamento do ciclo de vida da *B. tacaci* biótipo B, aumentando o período ninfal e reduzindo na viabilidade das ninfas e a sobrevivência no período de ovo a adultos. Os efeitos negativos destes genótipos influenciaram a fase adulta dos insetos, registrando uma menor longevidade dos adultos confinados sem alimentação, ou seja, além das baixas viabilidades dos insetos quando comparados com os da cv. Santa Clara, as ninfas que conseguiram atingir a fase adulta morreram mais rapidamente, mostrando um efeito acumulativo provocado pelo Micro-Tom e *hairless*. Este efeito foi comprovado no segundo experimento com Micro-Tom, sendo registrados os mesmos resultados do primeiro ensaio para este genótipo.

O ciclo de vida da mosca-branca pode variar de acordo com o hospedeiro, para a cv. Santa Clara tem sido registrado ciclos de $22,2 \pm 0,3$ dias (ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011) e $27,7 \pm 0,14$ dias (BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005), para o presente experimento a médias registradas do ciclo de vida neste genótipo foram de $19,64 \pm 0,42$ e $20,84 \pm 0,24$ dias no primeiro e segundo ensaio, respectivamente. A longevidade dos adultos sem alimentação encontrada por Baldin; Vendramim; Lourenção (2005) foi de $1,2 \pm 0,0$ dias, enquanto no presente trabalho, esta longevidade foi de $1,39 \pm 0,05$ e $1,49 \pm 0,03$ dias no primeiro e segundo ensaio, respectivamente. Estes dados se aproximam dos registrados na literatura, mostrando que a metodologia utilizada foi válida para os estudos com os genótipos de tomateiro.

Os dados do desenvolvimento da mosca-branca mostram que o Micro-Tom provocou certo grau de resistência para mosca-branca. A resistência observada não foi comprometida no mutante *hairless*, registrando resistência semelhante. O mutante não diferiu do Micro-Tom quanto ao ciclo de vida, longevidade e viabilidade das ninfas e sobrevivência no período de

ovo a adulto. Revelando que o alelo responsável pelo fenótipo do *hairless* não tem efeito pleiotrópico na interação com a mosca branca, considerando os parâmetros avaliados.

As causas da resistência observada no Micro-Tom a mosca-branca é desconhecida. No entanto, é importante ressaltar que o Micro-Tom possui níveis reduzidos de brassinosteróides (BR), o que contribui para seu porte (CAMPOS et al., 2009). Este hormônio desempenha um importante papel no desenvolvimento da planta, inclusive no desenvolvimento vascular, podendo tanto promover a diferenciação do xilema como a inibição do floema. Segundo Taiz; Zeiger (2009) mutantes deficientes em BR possuem um número reduzido de feixes vasculares, com espaçamentos irregulares entre eles.

É possível que os níveis reduzidos de BR em Micro-Tom possa ter afetado o sistema vascular deixando mais espaçados ou até mesmo causando uma redução dos vasos do floema. Como mosca-branca é um inseto sugador de seiva, cujas ninfas são fixas na planta (RODRIGUES; VIVAN, 2007), sendo móvel apenas no 1ª ínstar, em que buscam um local adequado para sua alimentação, fixando-se posteriormente. Faz com que as ninfas explorem os vasos dentro dos limites alcançados por seu estilete, estando mais sujeitas a ação de defesa da planta, a exemplo da vedação dos vasos do floema, do que os adultos, que podem facilmente passar para novos locais de alimentação (JIANG; WALKER, 2003).

Um genótipo que possui um maior espaçamento entre os vasos ou certa deficiência neste componente pode comprometer a sobrevivência das ninfas, por dificultar a localização de outro vaso, caso o qual a ninfa se alimente tenha sido obstruído. Porém, é necessário que se faça mais estudos envolvendo técnicas que acompanhe o processo de localização dos vasos do floema pelas ninfas, a exemplo da técnica Electrical Penetration Graph (EPG) usada para monitorar os padrões de alimentação de insetos sugadores, tais como pulgão (PALLIPPARAMBIL et al., 2010; ZHU et al., 2011) e mosca-branca (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al. 2012; JOHNSON; WALKER, 1999), além de estudos histológicos com o Micro-Tom. Com isso, é possível saber se o Micro-Tom oferece alguma resistência morfológica relacionada com a localização dos vasos condutores. No entanto, este fenômeno explica em parte, já que as ninfas sobreviventes deveriam ter o mesmo período de desenvolvimento que o observado na cv. Santa Clara e os adultos não teriam um menor tempo de vida. Os efeitos na fase de ninfa e residual no adulto pode ser consequência de uma resposta induzida que produza toxinas ou proteínas que afetem o desenvolvimento da ninfa.

A resposta induzida pode estar associada a algum gene que esteja expressando respostas de defesa contra este inseto. O Micro-Tom possui genes que conferem resistência a patógenos tais como os fungos *Stemphylium solani* Waber and *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* W.C. Snyder and H.N. Hans (SCOTT; HARBAUGH, 1989; CAMPOS et al., 2010), a possibilidade de um gene está conferindo certo grau de resistência a mosca-branca não é descartada. Este inseto ativa a via de sinalização do ácido salicílico (WU; BALDWIN, 2009), hormônio este que é antagônico a via do ácido jasmônico (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013), um importante hormônio de defesa contra insetos, principalmente os mastigadores (ZARATE et al. 2007). O ácido salicílico está envolvido na ativação do alelo Mi-1.2 do gene Mi (LI et al., 2006) que confere resistência a *Meloidogyne* spp. (MILLIGAN et al., 1998), pulgão *M. euphorbiae* Thomas (ROSSI et al., 1998) e a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B (NOMBELA et al., 2003). No entanto, este gene não tem sido descrito em Micro-Tom. Porém uma investigação mediante análises de expressão gênica pode nortear se algum outro gene está relacionado com esta resistência.

Outra explicação seria que a redução nos níveis brassinoesteroides devem afetar os demais hormônios tornando a resposta de defesa mais sensível e tornando o Micro-Tom mais resistente. A redução dos níveis de brassinoesteróides faz com que aumente os níveis de ácido Jasmônico que antagoniza a via do ácido salicílico. Considerando estas relações é provável que na fase de oviposição, o bloqueio do ácido salicílico facilite o desenvolvimento dos ovos reduzindo o tempo de incubação. Já que o ácido salicílico é mediador das respostas de defesas por hipersensibilidade (RESENDE; SALGADO; CHAVES, 2003), que podem provocar a formação de tecido necrosado em torno dos ovos, provocando a sua dessecação ou desprendimento do tecido vegetal (HILKER; MEINERS, 2002). No entanto, no presente trabalho não se verificou diferença na viabilidade dos ovos entre os genótipos. Na fase de ninfa os maiores níveis de ácido jasmônico resultam na produção de inibidora de proteinase ou toxinas, afetando a fase ninfal e com efeito residual na fase adulta.

6 CONCLUSÕES

- Micro-Tom é um bom modelo para estudos de preferência para oviposição com a mosca-branca;
- A deformidade e escassez dos tricomas não influenciaram na preferência para oviposição e ciclo de vida da mosca-branca;
- Micro-Tom apresenta o mecanismo de resistência independente do mecanismo regulado pelo alelo Mi-1.2. que influenciou negativamente no ciclo de vida da mosca-branca, apresentando certo grau de resistência a este inseto.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; BENITES, F. R., G. Tricomas foliares em tomateiro com teores contrastantes do aleloquímico 2-Tridecanona. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.813-816, 2000.
- ARAÚJO, L. H. A. et al. Manejo de mosca branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring no algodão. Campina Grande: **Embrapa-CNPA**, 2000. 34p. (Circular Técnica, 40).
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de Genótipos de Tomateiro à Mosca-Branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Homoptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. A natureza da predação. In: BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed, p. 264 – 296, 2007.
- BELLOWS JUNIOR, T. S. et al. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae) infesting North American agriculture. **Annals Entomological Society of America**, v. 87, n. 2, p 195-206. 1994.
- BENTO, J. M. S.; NARDI, C. Bioecologia e nutrição vs ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF, Embrapa Informações Tecnológica, p. 277-296. 2009.
- BOIÇA JUNIOR, A.L. et al. Resistência de plantas e o uso de produtos naturais como táticas de controle no manejo de pragas. In: **Tópicos em entomologia agrícola – IV**. BUSOLI, A.C. (eds). Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, p. 139-158. 2011.
- BONDAR, G. Aleyrodidos do Brasil (2ª contribuição). **Boletim do Laboratório Pathológico Vegetal da Bahia**, n. 5, p. 1-17, 1928.
- BROWN, J. K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review Entomology**, v. 40, p. 511-534, 1995.
- BROWN, J. K. et al. Characterization and distribution esterase electromorphs in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptero: Aleyrodidae). **Biochemical Genetics**, v. 33, p. 511-534, 1995.
- BUCKNER, J. S. et al. Characterization and functions of the whitefly egg pedicel. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 49, n. 1, p. 22-33, 2002.

- CAMPOS M. L. et al. Brassinosteroids interact negatively with jasmonates in the formation of anti-herbivory traits in tomato. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 15, p. 4347-4361, 2009.
- CAMPOS, M. L. et al. Small and remarkable: The Micro-Tom model system as a tool to discover novel hormonal functions and interactions. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n. 3, 267-270, 2010.
- CERVERA, M. T. et al. Genetic relationships among biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) based on AFLP analysis. **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, n. 05, p. 391-396, 2000.
- CORRÊA, P. G. et al. Herbivoria e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 54-57, 2008.
- COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. Surto da mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 2, n. 1, p 20-30, 1973.
- DALIN, P. et al. Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory. In: Schaller A. (Ed.). **Induced plant resistance to herbivory**. Springer Netherlands, 2008. p 89-105.
- DELATORRE, C. A.; SILVA, A. A. *Arabidopsis thaliana*: Uma pequena planta um grande papel. **Revista de Ciências Agrárias**, v.31 n.2, p. 58-67, 2008.
- DE BARRO, P. J. et al. Phylogenetic relationship of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Vol. 16, n. 1, p. 29–36, 2000.
- DE BARRO, P. J. Genetic structure of the whitefly *Bemisia tabaci* in the Asia–Pacific region revealed using microsatellite markers. **Molecular Ecology**, v. 14, n. 12, p. 3695-3718, 2005.
- DE BARRO, P. J. et al. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 1-19, 2011.
- DUDAREVA, N.; NEGRE, F. Practical applications of research into the regulation of plant volatile emission. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 8, n. 1, p. 113-118, 2005.
- EHRlich, P.R.; RAVEN, P.H. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution**, v. 18, p. 586-608, 1964.
- EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera; Aleyrodidae), com plaga del frijol comum. **Turrialba**, v. 39, n 1, p 55-62, 1989.
- EMMANUEL, E.; LEVY, A. A. Tomato mutants as tools for functional genomics. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, n. 2, p. 112-117, 2002.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, v. 45, n. 2000, p. 235, 2000.

FERREIRA, T. L.; AVIDOS, M. F. D. Mosca-branca, presença indesejável no Brasil. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 4, p. 22-26, 1998.

FERRY, N., EDWARDS, M. G., GATEHOUSE, J. A.; GATEHOUSE, A. M. Plant–insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 15, n. 2, p. 155-161, 2004.

FREITAS, J. A. et al. Seleção de plantas de tomateiro visando à resistência à artrópodes-praga mediada por zingibereno. **Acta Scientiarum**, v.22, p.919-923, 2000.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GILARDÓN, E. et al. Papel da 2-tridecanona e dos tricomas glandulares tipo VI na resistência do tomateiro a *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 929-933, 2001.

GRIMALDI, D.. ENGEL, M. S. Evolution of the Insects. Cambridge University Press. 2005

GUIRAO, P.; BEITIA, F.; CENIS, J. L. Biotype determination of Spanish populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 87, n. 06, p. 587-593, 1997.

GULLAN, P.J; CRANSTON, P.S. *Os insetos: Um resumo de Entomologia*. 3 ed. São Paulo: Rocca,. 2007. 440p.

HAJI, F. N. P.; FERREIRA, R. C. F.; MOREIRA, A. N.; Descrição Morfológica, aspectos biológicos, Danos e importância econômica. In: HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E. (Ed.). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 21-30.

HAJI, F. N. P. et al. Manejo da mosca-branca na cultura do tomate. Petrolina, **Embrapa Semi-Árido**, 2005. (Circular Técnico, 81).

HAJI, F. N. P.; MATTOS, M. A. A.; FERREIRA, R. C. F. Introdução, origem, distribuição geográfica e classificação sistemática. In: HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E. (Ed.). **Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae)**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. p 15-20.

HILKER, M.; MEINERS, T. Induction of plant responses to oviposition and feeding by herbivorous arthropods: a comparison. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 104, n. 1, p. 181-192, 2002.

INSTITUT JEAN-PIERRE BOURGIN. **Arabidopsis thaliana**: a model species for plant biology. 2010. Disponível em: < <http://www-ijpb.versailles.inra.fr/en/arabido/arabido.htm>> Acesso em: 09 agosto 2014.

JIANG, Y. X.; WALKER, G. P.; Electrical penetration graphs of the nymphal stage of *Bemisia argentifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 109, p. 101–111, 2003.

JOHNSON, D. D.; WALKER, G. P. Intracellular punctures by the adult whitefly *Bemisia argentifolii* on DC and AC electronic feeding monitors. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 92, n. 3, p. 257-270, 1999.

JONES, J.B. et al. **Compendium of tomato diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1991. 73 p.

KANG, J. H. et al. Distortion of trichome morphology by the hairless mutation of tomato affects leaf surface chemistry. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 4, p. 1053-1064, 2010.

KAWAZU, K. et al. Different expression profiles of jasmonic acid and salicylic acid inducible genes in the tomato plant against herbivores with various feeding modes. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 6, n. 2, p. 221-230, 2012.

LABORATORY OF HORMONAL CONTROL OF PLANT DEVELOPMENT - ESALQ/USP. 2010. Disponível em <: <http://www.esalq.usp.br/tomato> > acesso dia 22 de julho de 2014.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnol. & Ciên. Agropec**, João Pessoa, v.2., n.2, p.15-22, 2008.

LAMPERT, E. Influences of plant traits on immune responses of specialist and generalist herbivores. **Insects**, v. 3, n. 2, p. 573-592, 2012.

LANGE W.H.; BRONSON L. Insect pests of tomatoes. **Annual Review of Entomology**, v. 26, 345–371, 1981.

LANKAU, R. A. Specialist and generalist herbivores exert opposing selection on a chemical defense. **New Phytologist**, v. 175, n. 1, p. 176-184, 2007.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de planta a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 1978. 207 p.

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

LEITE, G. L. D. et al. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2059-2064, 1999.

- LI, Q. et al. Mi-1-mediated aphid resistance involves salicylic acid and mitogen-activated protein kinase signaling cascades. **Molecular Plant-microbe Interactions**, v. 19, n. 6, p. 655-664, 2006.
- LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. Resistência de Genótipos de Soja à Mosca Branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p. 071-075, 2004.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, n. 1, p 53-59, 1994.
- LUCKWILL, L.C. **The genus Lycopersicon: historical, biological and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes**. Aberden: Aberden University Press, 1943, 44 p.
- MALUF, W. R.; CAMPOS, G. A.; DAS GRAÇAS CARDOSO, M. Relationships between trichome types and spider mite (*Tetranychus evansi*) repellence in tomatoes with respect to foliar zingiberene contents. **Euphytica**, v. 121, n. 1, p. 73-80, 2001.
- MARTIN, J. H.; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, v. 1, n. 492, p. 1-84, 2007
- MARUYAMA, W.I. et al. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 480-484, setembro 2002.
- MEINKE, D. W. et al. Arabidopsis thaliana: a model plant for genome analysis. **Science**, v. 282, n. 5389, p. 662-682, 1998.
- MEISSNER, R. et al. A new model system for tomato genetics. **The Plant Journal**, v. 12, p. 1464-1472, 1997.
- MELO, P. C. T. Mosca-branca ameaça produção de hortaliças. **Campinas: Asgrow do Brasil Sementes**, 1992.
- MILLIGAN, S. B. et al. The root knot nematode resistance gene Mi from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes. **The Plant Cell Online**, v. 10, n. 8, p. 1307-1319, 1998.
- MOREIRA, A. N. et al. Aspectos biológicos de *Bemisia argentifolii* em tomateiro no Submédio do Vale do São Francisco. In: **Encontro Latino-Americano e do Caribe sobre Moscas Brancas e Geminivírus, 8.**, 1999, Recife. Anais e mini-resumos... Recife: IPA, 1999. p. 75.
- MUIGAI, S. G. et al. Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. **Phytoparasitica**, v. 31, n. 1, p. 27-38, 2003.
- NEVES, L.G. et al. Estimativa de parâmetros genéticos e correlação entre componentes de resistência à traça-dotomateiro em progênies de *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum*. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 458-461, 2003.

- 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**, v. 16, n. 7, p. 645-649, 2003.
- ORIANI, M. A. D. G.; VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Cientia Agricola**, v. 68, n. 1, p. 37-41, 2011.
- OZAWA, R. et al. Involvement of jasmonate-and salicylate-related signaling pathways for the production of specific herbivore-induced volatiles in plants. **Plant and Cell Physiology**, v. 41, n. 4, p. 391-398, 2000.
- PALLIPARAMBIL, G. R. et al. Mi-mediated aphid resistance in tomato: tissue localization and impact on the feeding behavior of two potato aphid clones with differing levels of virulence. **Entomologia experimentalis et applicata**, v. 135, n. 3, p. 295-307, 2010.
- PERRING, T. M. et al. Evidence for a new species of whitefly: UCR findings and applications. **California Agriculture**, v. 47, n. 1, p 7-8, 1993.
- PERRING, T. M. The *Bemisia tabaci* species complex. **Crop protection**, v. 20, n. 9, p. 725-737, 2001.
- PINTO-ZEVALLOS, D. M. et al. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Quim. Nova**, Vol. 36, n. 9, 1395-1405, 2013.
- PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, M. A. Interações inseto-planta. In: PANIZZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2009. p 211-250.
- RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 123-130, 2003.
- RESENDE, J. T. V. et al. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the south american tomato pinworm, *tuta absoluta* meyr. **Scientia Agricola**, v.63, n.1, p.20-25, 2006.
- RODRIGUES, S. M. M.; VIVAN, L. M. A Mosca-Branca (*Bemisia tabaci* Biótipo B) no Mato Grosso. Campina Grande, PB: **Embrapa Algodão**, 2007. (Circular técnica, 111).
- RODRÍGUEZ-LÓPEZ, M. J. et al. Acylsucrose-producing tomato plants forces *Bemisia tabaci* to shift its preferred settling and feeding site. **PLoS One**, v. 7, n. 3, p. e33064, 2012.
- ROSSI, M. et al. The nematode resistance gene Mi of tomato confers resistance against the potato aphid. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, n. 17, p. 9750-9754, 1998.
- SAITO, T. et al. TOMATOMA: A Novel Tomato Mutant Database Distributing Micro-Tom Mutant Collections. **Plant and Cell Physiology**, v. 52, n. 2, p. 283-296, 2011.

- SALGUEIRO, V. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca viorsis. In: HILJE, L.; ARBsOLEDA, O. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) em America Central y el Caribe**. Turrialba: CATIE, 1993. P 20-26. (CATIE. Série Técnica. Informe Técnico; 205).
- SCOTT, J.W.; HARBAUGH, B.K. Micro-Tom: a miniature dwarf tomato. **Florida Agricultural Experiment Station Circular**, v. 370, p. 1-6, 1989.
- SIMMOMS, A.T.; GURR, G.M. Trichogramas of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 7, 265-276. 2005.
- SILVA, V. D. F. et al. Caracterização e avaliação de acilaçúcar sintético no comportamento da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Ciênc Agrotec**, v. 32, p. 1408-1412, 2008.
- SILVA, V. F. et al. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1262-1269, 2009.
- SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Interação Planta-Inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinases produzidas pelas plantas. **Biociência, Ciência & Desenvolvimento**, v. 2. P. 38-42, 2000.
- SMITH, P.G. Embryo culture of a tomato species hybrid. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, vol. 44. 1944. p. 413-416.
- SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p 173-179, 2000.
- SUINAGA, F. A. et al. Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* à traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.2, p.281-285, abril-junho 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre. Ed. Artmed, 2006. 719 p.
- TORRES, L. C. et al. Biologia e Não-Preferência para Oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Cultivares de Algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 36, n.3, p. 445-453, 2007.
- TOSCANO, L.C. et al. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 204-206, novembro 2001.
- TOSCANO, L. C.; SANTOS, T. M.; BOIÇAS JÚNIOR, A. L. Preferência de *Bemisia tabaci* biótipo B para oviposição em cultivares de algodoeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 155-160, 2003.

- UEDA, S.; BROWN, J. K. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Japan by mitochondrial cytochrome oxidase I sequence analysis. **Phytoparasitica**, v. 34, n. 4, p. 405-411, 2006.
- VENTURA, M. U.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de genótipos de *Lycopersicon* spp. contendo diferentes teores de aleloquímicos sobre *Phthorimaea operculella* (Zell.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 12. P.835-842, 1996.
- VILLAS BÔAS, G. L. et al. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília: **Embrapa – CNPH**, 1997. (Circular Técnico; 9).
- VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 71-79, 2002.
- WU, J.; BALDWIN, I. T. Herbivory-induced signalling in plants: perception and action. **Plant, cell & environment**, v. 32, n. 9, p. 1161-1174, 2009.
- ZARATE, S. I., KEMPEMA, L. A.; WALLING, L. L.. Silverleaf whitefly induces salicylic acid defenses and suppresses effectual jasmonic acid defenses. **Plant Physiology**, v. 143, n. 2, p. 866-875, 2007.
- ZHANG, P. J. et al. Feeding by whiteflies suppresses downstream jasmonic acid signaling by eliciting salicylic acid signaling. **Journal of chemical ecology**, v. 39, n. 5, p. 612-619, 2013.
- ZHU, L. et al. Electrical penetration graph analysis of the feeding behavior of soybean aphids on soybean cultivars with antibiosis. **Journal of economic entomology**, v. 104, n. 6, p. 2068-2072, 2011.