



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

**RESISTÊNCIA DE TOMATEIROS MUTANTES A *Bemisia tabaci*
(Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) BIÓTIPO B E INFLUÊNCIA
SOBRE *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae)**

MILENY DOS SANTOS DE SOUZA

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**RESISTÊNCIA DE TOMATEIROS MUTANTES A *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)
(Hemiptera: Aleyrodidae) BIÓTIPO B E INFLUÊNCIA SOBRE
Encarsia hispida (Hymenoptera: Aphelinidae)**

MILENY DOS SANTOS DE SOUZA

Sob a Orientação do Professor
Jacinto de Luna Batista

Tese submetida como requisito para obtenção
do grau de **Doutora em Agronomia**, no
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Fevereiro de 2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729r Souza, Mileny Dos Santos de.

Resistência de tomateiros mutantes a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B e influência sobre *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) / Mileny Dos Santos de Souza. - Areia, 2019.

61 f.

Orientação: Jacinto de Luna Batista.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. *Solanum lycopersicum* L., Aleirodideo; Geminivirus.
I. Batista, Jacinto de Luna. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

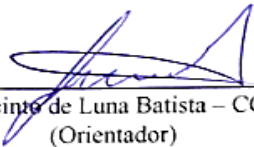
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICAÇÃO DE APROVAÇÃO


RESISTÊNCIA DE TOMATEIROS MUTANTES A *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)
(Hemiptera: Aleyrodidae) BIÓTIPO B E INFLUÊNCIA SOBRE *Encarsia hispida*
(Hymenoptera: Aphelinidae)

AUTOR: MILENY DOS SANTOS DE SOUZA

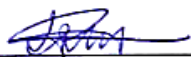
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em Agronomia
(Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:




Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista – CCA/UFPB
(Orientador)



Prof. Dra. Gleidyane Novais Lopes Mielezski – CCA/UFPB
(Examinador)

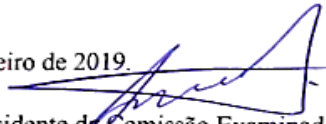


Prof. Dr. Luciano Pacelli Medeiros de Macedo – IFPB
(Examinador)



Prof. Dr. Leonardo Dantas da Silva – CCHSA/UFPB
(Examinador)

Data da realização: 08 de Fevereiro de 2019.



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Jacinto de Luna Batista
(Orientador)

“Não haverá borboletas se a vida não passar por longas e silenciosas metamorfoses.”

Rubem Alves

"... eu desejaria saber ensinar a solidariedade a quem nada sabe sobre ela. O mundo seria melhor. Mas como ensiná-la?" Com as palavras **Rubem Alves** eu **DEDICO** a todos que me ensinaram.

AGRADECIMENTOS

Ao soberano Deus, por suas inexplicáveis benfeitorias em minha vida pessoal e profissional.

Aos meus pais Espedito Gonçalves e Marluce Souza por todo amor e dedicação, aos meus irmãos e sobrinhos em especial a Marina Gonçalves.

À Universidade Federal da Paraíba, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia.

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

Ao professor Jacinto de Luna Batista pela orientação, por todos os ensinamentos acadêmicos e conselhos dedicados ao longo de quase uma década de convivência.

Ao professor Rogerio F. Carvalho FCAV/UNESP por ceder o material vegetal necessário para condução deste trabalho.

Aos docentes da UFPB em nome de Walter Esfrain por todos os ensinamentos e contribuição para o meu crescimento e aperfeiçoamento profissional.

Aos funcionários da UFPB em nome do técnico do Laboratório de Entomologia Severino João Numeriano por toda contribuição ao longo desses anos, desde ensinamentos, ajudas e principalmente a amizade.

A comissão avaliadora pela participação na banca e valiosas sugestões.

A Mirelly Miguel e Thais Vitoriano pela valiosa colaboração sem medir esforços na condução desta pesquisa, convivência e amizade.

Aos contemporâneos do Laboratório de Entomologia e do curso de Graduação e Pós-graduação em agronomia em nome de Robério de Oliveira, Joel Cabral e Gilmar Nunes pela convivência e aprendizado.

Aos queridos Kyller Costa, Pedro Borba, Ana Cecilia, Thiago de Alcântara, Leandro Guerreiro, Dona Zefinha, Hilderlane e Jaqueline Florêncio, eu agradeço por todos os momentos de carinho e descontração.

A todos que compartilharam comigo essa longa e grande jornada acadêmica.

BIOGRAFIA

Mileny dos Santos de Souza - nasceu em São Vicente do Seridó – PB, no dia 18 de Março de 1988, filha de Marluce José dos Santos e Espedito Gonçalves de Souza. Em março de 2015 graduou-se em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CCA/UFPB. Em março de 2015 ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, obtendo em fevereiro de 2016 o título de Mestra. Em março de 2016 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia também pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba

SOUZA, M. S. **Resistência de tomateiros mutantes a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B e influência sobre *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae).** Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2019, 61p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Jacinto de Luna Batista.

Resumo geral: O tomateiro é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo. No entanto, é considerada uma cultura de alto risco quando consideramos o grande número de problemas fitossanitário no qual é acometida. A mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, é um desses principais problemas, dado os danos e o custo de controle que insere na produção do tomate. Cultivares resistentes associados ao controle biológico dentro de um programa de Manejo Integrado de Pragas podem atuar como uma das melhores soluções para os problemas com essa praga, visto a redução ou eliminação do controle com pesticidas. Diante do exposto o objetivo geral dessa pesquisa foi determinar se tomateiros mutantes conferem resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B e sua influência sobre o parasitoide *Encarsia hispida*. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II Areia-PB, abordando em três artigos as temáticas acima explanadas. Em ambiente telado e campo, avaliou-se o desempenho de cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) mais um tomateiro padrão suscetível ('IAC-Santa Clara'). **Artigo I:** Objetivou-se determinar se tomateiros mutantes conferem resistência a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B. No teste de livre escolha (TLE), mensurou-se o número de ovos, ninfas e adultos/plantas e, calculou-se também o índice de atratividade (IA), índice de preferência para oviposição IPO, colonização das ninfas, danos e crescimento da fumagina. No teste sem chances de escolha (TSE) mensurou-se o nº de ovos, o IPO, a biologia do inseto e o nº de tricomas. No TLE o Santa Clara apresentou maior nº de ovos, ninfas e adultos, maiores IPA e IPO, danos e crescimento da fumagina, além de alta colonização das ninfas e baixo nº de tricomas. No TSE o *aurea* proporcionou o maior e o cultivar padrão o menor nº de dias para completar a biologia do inseto. O *aurea* apresenta resistência tipo antibiose e antixenose, menos danos às plantas e menor crescimento da fumagina quando infestados por *B. tabaci* biótipo B. **Artigo II:** Verificou-se o comportamento bioquímico e fisiológico de tomateiros mutantes frente ao ataque de *B. tabaci* biótipo B. Foram mensurados o nº de ovos, ninfas e adultos da praga após três períodos de infestação e a atividade das enzimas POX, PPO e PAL como também as variáveis fisiológicas A, E, gs, Ci, iWUE, EiC e WUE, fluorescência, clorofila e nº de tricomas. Os mutantes apresentaram menor infestação e colonização da praga; maior atividade das enzimas oxidativas; e menor desgaste a fisiologia ao ser exposta ao ataque de *B. tabaci* quando comparados ao Santa Clara. O *aurea* confere maior resistência, ativa seus mecanismos bioquímicos de defesa e sofre menos danos fisiológicos diante da infestação de *B. tabaci*. **Artigo III:** Teve por objetivo investigar a interação tritrófica entre tomateiros mutantes, *B. tabaci* biótipo B e o parasitoide *Encarsia hispida*. Utilizaram-se os tomateiros como hospedeiros da praga, e ninfas de 3º e 4º instares foram submetidas ao parasitismo de *E. hispida*. Avaliou-se o desenvolvimento biológico do parasitoide e também o índice de parasitismo natural e sob liberações deste agente. O desenvolvimento biológico do parasitoide não foi afetado pelos tomateiros mutantes, assim como a razão sexual. Quanto ao parasitismo, o índice foi maior em ambiente protegido, sendo o mutante *aurea* e o cultivar padrão com os maiores valores, já em campo não se observou diferenças entre os tomateiros. Os mutantes proporcionam um desenvolvimento biológico adequado ao parasitoide; o índice de parasitismo é maior diante da liberação do parasitoide; o *aurea* e o Santa Clara apresentam maiores índices de parasitismo.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., Aleirodídeo; *Geminivirus*; Controle biológico.

SOUZA, M. S. **Resistance of tomato mutants to *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B and influence on *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae).** Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Dez. 2018, 61f. Thesis (Thesis in Agronomy). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Advisor: Jacinto de Luna Batista.

General Abstract: The tomato is one of the most cultivated and consumed vegetables in the world, however it is considered a high risk crop when we consider the large number of phytosanitary problems in which it is affected. Being the whitefly *Bemisia tabaci* biotype B, one of these main problems, given the damages and the cost of control that is inserted in its production. The use of resistant cultivars associated to biological control within an Integrated Pest Management program can act as one of the best solutions to problems with this pest, since the reduction or elimination of control with pesticides. In view of the above, the general objective of this research was to determine if mutant tomatoes confer resistance to *Bemisia tabaci* biotype B and its influence on the parasitoid *Encarsia hispida*. The research was carried out in the Laboratory of Entomology of the Federal University of Paraíba, Campus II Areia-PB, addressing in three articles to the topics explained above. The performance of five mutant tomatoes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) plus one susceptible standard tomato ('IAC-Santa Clara') were evaluated in a greenhouse and field environment. **Article I:** The objective of this study was to determine if mutant tomatoes confer resistance to *B. tabaci* biotype B. In the free choice test (TLE), the number of eggs, nymphs and adults / plants was measured and, furthermore, the index of attractiveness (AI) and the index of preference for IPO oviposition, colonization of nymphs, damage and growth of fumagina. The number of eggs, IPO, insect biology and number of trichomes were measured in the non-choice test (TSE). In the TLE, the standard cultivar presented higher number of eggs, nymphs and adults, higher IPA, IPO, damage and growth of the fumagina, besides high colonization of nymphs and low number of trichomes. In the TLE the *aurea* provided the largest and the standard cultivar the shortest number of days to complete the insect biology. The *aurea* presents resistance type antibiosis and antixenosis, less damages to the plants and less growth of the fumagina when infested by *B. tabaci* biotype B. **Article II:** The biochemical and physiological behavior of mutant tomatoes against the *B. tabaci* biotype B attack was verified by measuring the number of eggs, nymphs and adults of the pest after three periods of infestation and the activity of POX, PPO and PAL enzymes as well as the physiological variables A, E, gs, Ci, iWUE, EiC and WUE, fluorescence, chlorophyll and number of trichomes. The mutants presented lower infestation and colonization of the pest; increased activity of oxidative enzymes; and less wear the physiology against the attack of *B. tabaci* when compared to 'Santa Clara'. The *aurea* confers greater resistance, activates its biochemical defense mechanisms, and suffers less physiological damage in the face of *B. tabaci* infestation. **Article III:** The objective was to investigate the tritrophic interaction between mutant tomatoes, *B. tabaci* biotype B and the parasitoid *Encarsia hispida*. Tomatoes were used as hosts of the pest, and the 3rd and 4th instar nymphs were submitted to the parasitism of *E. hispida*. It was evaluated the biological development of the parasitoid and also the natural parasitism index and under releases of this agent. The biological development of the parasitoid was not affected by the mutant tomatoes, as well as the longevity and the sexual ratio. As for the parasitism, the index was higher in protected environment, the mutant *aurea* and the standard cultivar with the highest values, already in the field no differences were observed among tomato plants. Mutants provide adequate biological development to the parasitoid; the rate of parasitism is higher when the parasitoid is released; *aurea* and 'Santa Clara' have higher rates of parasitism.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., Aleyrodoid; *Geminivirus*; Biological control.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I: Mecanismos antixenose e antibiose da resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiros mutantes

Figura 1. Índice de atratividade de *B. tabaci* biótipo B obtidos em folíolos de tomateiro após três períodos de infestação em ensaio de livre escolha. A. 8-9; B. 22-23; C. 36-37 DAI....13

Figura 2. A: Correlação de Pearson entre os parâmetros, número de ovos (O), de ninfas (N), de adultos (A) e de tricomas (T) e também colonização das ninfas (CN), danos (D), e fumagina (F), que mensuram a resistência de tomateiros a mosca-branca após 36-37 dias de infestação em ensaio com chance de escolha. B: Correlação de Pearson entre os parâmetros biológicos da mosca-branca, incubação (I), período ninfal (PN), período total de desenvolvimento (PD), longevidade adulto (LA) e tricomas (T), em tomateiros em ensaio sem chance de escolha.....19

Artigo II: Resposta fisiológica e bioquímica de tomateiros mutantes á injúria causada por *Bemisia tabaci* biótipo B

Figura 1. A. Número médio de ovos B. de ninfas; C. e de adultos de *Bemisia tabaci*. contabilizados em tomateiros após três períodos de infestação. DAI: Dias após infestação. C.v: 48,3%; 48,8 %; 65,7%. Médias seguidas de mesma letra dentro do período não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$)32

Figura 2. A. Atividade das enzimas Peroxidase (POX); B. Polifenoloxidase (PPO); C. Fenilalanina amônia-liase (PAL) em tomateiros antes e após a infestação da *Bemisia tabaci*. C.v: 22,21%; 24,54%; 26,72%. Médias seguidas de mesma letra dentro do período não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).....34

Figura 3. Efeito da atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO) e Fenilalanina amônia-liase (PAL) em quatro períodos sendo, o primeiro antes da infestação e os demais (2,3 e 4) correspondentes a 8, 23 e 37 dias após a infestação da *Bemisia tabaci* em tomateiros, respectivamente. A. *aurea*; B. *cry*; C. *phyA*; D. *phyB1*; E. *phyB2*; F. Santa Clara.....36

Figura 4. Correlação de Pearson entre número de Ovos (O), Ninfas (N), Adultos (Ad) e atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO), Fenilalanina

amônia-liase (PAL), em tomateiros após 8 (A) e 23 (B) dias da infestação com *Bemisia tabaci*.....40

Figura 5. Correlação de Pearson entre número de Ovos (O), Ninfas (N), Adultos (Ad), Tricomas (T), atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO), Fenilalanina amônia-liase (PAL), Carbono interno (Ci), Transpiração (E), Condutância estomática (gs), Fotossíntese (A), Eficiência instantânea do uso da água (iWUE), Eficiência do uso da água (WUE), Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC), Fluorescência (F), Clorofila a (Ca), Clorofila b (Cb) e Clorofila total (tC) em tomateiros após 37 dias da infestação com *Bemisia tabaci*.....41

Artigo III: Interação tritrófica de tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e do parasitoide *Encarsia hispida*

Figura 1. Parasitismo (%) de ninfas da mosca-branca por *Encarsia hispida* em tomateiros em casa-de-vegetação e campo.....61

LISTA DE TABELAS

Artigo I: Mecanismos antixenose e antibiose da resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiros mutantes

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B, contados em folíolos de tomateiro após três períodos de infestação em ensaio de livre escolha.....	12
Tabela 2. Número médio (\pm EP) de ovos/cm ² de <i>B. tabaci</i> biótipo B, índice de preferência para oviposição (IPO) e classificação em tomateiros após três períodos de infestação em ensaio de livre escolha.....	15
Tabela 3. Número médio (\pm EP) de ovos/cm ² de <i>B. tabaci</i> biótipo B, índice de preferência para oviposição (IPO) e classificação em tomateiros após 72 horas de infestação em ensaio sem chance de escolha.	16
Tabela 4. Número médio (\pm EP) de ninfas/cm ² de <i>B. tabaci</i> biótipo B e notas de colonização em folíolos de tomateiro após três períodos de infestação em ensaio com chance de escolha.	17
Tabela 5. Média de notas (\pm EP) atribuídas aos danos e o crescimento da fumagina provocados por <i>B. tabaci</i> biótipo B em tomateiros após 36-37 dias de infestação, e número médio de tricomas em ensaio com chance de escolha.....	18
Tabela 6. Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, de desenvolvimento total e longevidade de adultos de <i>B. tabaci</i> biótipo B obtidos em plantas de tomateiro em ensaio sem chance de escolha.....	20

Artigo II: Resposta fisiológica e bioquímica de tomateiros mutantes á injúria causada por *Bemisia tabaci* biótipo B

Tabela 1. Fotossíntese (A) (EP \pm), Transpiração (E), Condutância Estomática (gs) e Carbono Interno (Ci) em tomateiros submetidos a injurias provocados por mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, após 40 dias de infestação em casa de vegetação.....	37
Tabela 2. Eficiência instantânea do uso da água (iWUE) (EP \pm), eficiência do uso da água (WUE), Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) e Fluorescência em tomateiros submetidos a injurias provocados por mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, após 40 dias de infestação em casa de vegetação.....	38

Tabela 3. Índice de Clorofila Falker (ICF) (EP_{\pm}) e densidade de tricomas de tomateiros submetidos a injúrias provocados por mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, após 40 dias de infestação em casa de vegetação.....	39
---	----

Artigo III: Interação tritrófica de tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e do parasitoide *Encarsia hispida*

Tabela 1. Parâmetros biológicos (EP_{\pm}) de <i>Encarsia hispida</i> parasitando <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em tomateiro.....	60
---	----

Tabela 2. Interação entre o parasitismo (EP_{\pm}) de ninfas da mosca-branca por <i>Encarsia hispida</i> em tomateiros cultivados em diferentes ambientes.....	60
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
Artigo I.....	5
Mecanismos antixenose e antibiose da resistência a <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em mutantes de tomateiros.....	6
RESUMO.	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
Artigo II	25
Resposta fisiológica e bioquímica de tomateiros mutantes a injúria causada por <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B.....	26
Resumo	26
Abstract.....	26
INTRODUÇÃO	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
Infestação dos tomateiros.....	29
Avaliação enzimática	29
Avaliação fisiológica.....	30
Análise estatística	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
Artigo III	46
Interação tritrófica de tomateiros mutantes, <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B e do parasitoide <i>Encarsia hispida</i>	47
RESUMO.	47
ABSTRACT	48
INTRODUÇÃO	48
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
Criação da mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> e do parasitoide <i>Encarsia hispida</i>	50
Desenvolvimento biológico de <i>E. hispida</i> em tomateiro.....	51
Parasitismo de <i>E. hispida</i> em tomateiro.....	52

Análise estatística	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

INTRODUÇÃO GERAL

As hortaliças são consideradas alimentos reguladores, fundamentais no funcionamento adequado do nosso organismo (EMBRAPA, 2012). Dentre tantas destaca-se o tomate *Solanum lycopersicum* L., uma das hortaliças de maior importância econômica no mundo, dado o seu valor nutricional, com alto teor de licopeno e substâncias antioxidantes. Contudo o tomateiro é considerado uma cultura de alto risco, quando se trata principalmente do uso de pesticidas para controle dos inúmeros problemas fitossanitários que o acometem, seja pelo alto custo e/ou pela crescente preocupação com os possíveis problemas que estes pesticidas causam ao meio ambiente e a saúde pública (COSTA, 2013).

Para mitigar os problemas pelo uso frequente de um único método de controle, no caso do químico, é preciso lançar mão de várias estratégias que possam ser utilizadas dentro de um programa de manejo integrado de pragas (MIP). A seleção de cultivares resistentes e o controle biológico podem ser considerados métodos apropriados para controlar artrópodes-praga na cultura do tomateiro, principalmente no que se refere a pragas que causam danos diretos e indiretos, como por exemplo, a espécie de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Esses aleirodídeos estão dentre as principais pragas que acometem a agricultura brasileira, atacando um elevado número de hospedeiros. Através de estudos genéticos já foi possível identificar diversos biótipos, sendo um dos principais e mais agressivos o biótipo B, que foi identificado no Brasil na década de 90 e atualmente está disseminado praticamente em todo território nacional. A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B alimenta-se da seiva da planta e provoca uma série de desordens fisiológicas que reduzem significativamente a performance produtiva da planta. Ao fixar seu aparelho bucal na planta, pode injetar toxinas e mais de quinze tipos de vírus que transmitem viroses como o *Geminivirus* no tomateiro, além de promover a proliferação do fungo *Capnodium* (fumagina) (TOSCANO et al., 2004; SILVA et al., 2008; LACERDA & CARVALHO, 2008). O biótipo B diferencia-se dos demais por sua grande ingestão de seiva e, como consequência há maior eliminação de “*honeydew*” (TOSCANO et al. 2004) que culmina no rápido crescimento da fumagina, o que contribui substancialmente com o aumento dos danos as plantas através da redução da atividade fotossintética (MORALES, 2004).

Para cultura do tomateiro não há nenhuma cultivar registrada como resistente a *B. tabaci*, como também nenhum produto de origem biológica dentre os 62 produtos registrados utilizados no controle dessa praga. Já há alguns resultados promissores com a seleção de

tomateiros selvagens, que demonstram certa resistência a mosca-branca e a algumas outras pragas que atacam essa cultura, a exemplo temos; o *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* por Leite et al. (1999), *L. hirsutum* e *Lycopersicon pennellii* a mosca-branca *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae* por Silva et al. (2009), contudo são poucos os trabalhos que buscam fontes de resistência em *Solanum lycopersicum* (OLIVEIRA et al., 2009). É interessante que se associem as plantas selecionadas a outros métodos de controle, a exemplo do controle biológico, pois torna-se extremamente importante que uma cultivar considerada resistente não afete os inimigos naturais desta e de outras pragas que atacam a cultura do tomateiro.

São diversos os fatores que podem influenciar o tomateiro diante do ataque da mosca-branca, principalmente no que se refere a mecanismos bioquímicos e fisiológicos, tão logo que as plantas podem emitir respostas aos estresses bióticos e abióticos sofridos (ALMEIDA et al., 2012). As plantas podem emitir respostas aos estresses causados por insetos, por meio da atividade de enzimas oxidativas (WANG et al., 2014; CRUZ et al., 2016), como a peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (PAL). É importante salientar que os aspectos fisiológicos diante ao ataque da praga é um critério a se considerar na hora de escolher um genótipo resistente, pois o poder de reação aos danos e o estresse durante a sucção de seiva podem influenciar significativamente na produção dos frutos. No que tange à influência de insetos sugadores sobre os aspectos bioquímicos e fisiológicos de plantas atacadas a literatura ainda é limitada, não há metodologias claras para mensurar o prejuízo a produtividade das culturas.

A ativação de enzimas oxidativas, a presença de estruturas como os tricomas e as substâncias por estes produzidos nas plantas, podem influenciar de forma negativa ou positiva na oviposição e alimentação bem como podem afetar o desenvolvimento biológico dos insetos, tanto da praga como de seus inimigos naturais (OLIVEIRA et al., 2016; FIRDAUS et al., 2012; LARA, 1991). Por isso é de fundamental importância verificar esses elementos no processo de seleção de uma planta resistente para utilização dentro de um programa de manejo integrado de pragas. Em vista disso, há necessidade em desenvolver estudos com plantas que permitam isolar esses fatores, logo tendo como resposta a verificação do efeito destes sobre os artrópodes. Isso pode ser possível através de tomateiros mutantes, que são plantas com características intrínsecas que submetidas a estresses atuam de forma distinta, podendo assim oferecer respostas que mais adiante podem ser usadas na seleção de material resistentes a determinadas pragas. Diante do exposto objetivou-se com essa pesquisa determinar se tomateiros mutantes

conferem resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B e sua influência sobre o parasitoide *Encarsia hispida*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. O.; BARBOSA, M. O.; MARQUES, A. E.; PEREIRA, T. H. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, M. J.; TESSAROLLO, N. G.; GOMES, P. D.; BARROS, E. G.; STOLF-MOREIRA, R.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; ABDELNOOR, R. V.; PEREIRA, P. R. G.; BARACAT-PEREIRA, M. C. Enzimas marcadoras de indução de resistência diferencialmente reguladas em soja resistente e suscetível à ferrugem-asiática-da-soja. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.47, n.2, p.163-172, 2012.

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

CRUZ, P. L.; BALDIN, E. L. L.; GUIMARÃES, L. R. P.; PANNUTI, L. E. R.; LIMA, G. P. P.; HENG-MOSS, T. M.; SOURCE, T. E. H. Tolerance of KS-4202 Soybean to the Attack of *Bemisia tabaci* Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist*, v.99, n.4, p.600-607. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A importância nutricional das hortaliças. *Hortaliças em revista*, p.1-16, 2012.

FIRDAUS, S.; HEUSDEN, A. W.; HIDAYATI, N.; SUPENA, E. D. J.; VISSER, R. G. F.; VOSMAN, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, v.187, n.1, p.31-45, 2012.

LACERDA, J. T & CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivírus em culturas econômicas. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.2, n.2, p.15-22, 2008.

LARA, F. M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2. ed. São Paulo, 336p, 1991.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; AZEVEDO, A. A.; GONRING, A. H. R. 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.

MORALES, F. J, JONES, P. G. The ecology and epidemiology of whitefly-transmitted viruses in Latin America. *Virus Research*, v. 100, n.1, p.57-65, 2004.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; JHAM, G. N.; PICANÇO, M. C. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae*, v.119, n.2, p.182-187, 2009.

OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA, G. M.; SOUZA, M. S.; BORBA, M. A.; VENDRUSCOLO, J.; NUNES, G. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L. Development and parasitism of *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* biotype B in cotton. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.26, p.2266-2270, 2016.

SILVA, V. F.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; PIMENTEL, F. A.; GONÇALVES, L. D.; NERI, D. K. P. Characterization and evaluation of synthetic acylsugar on the behavior of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato plant. *Ciência Agrotécnica*, v.32, n.5, p.1408-1412, 2008.

SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; GONÇALVES NETO, A. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C.; SILVA, V. A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.10, p.1262-1269, 2009.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Avaliação de aspectos fisiológicos de três genótipos de tomateiro infestados por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v. 33, n.4, p.777-782, 2004.

WANG, XY.; ZHOU, LH.; XU, B.; XING, X.; XU, GQ. Seasonal occurrence of *Aphis glycines* and physiological responses of soybean plants to its feeding. *Insect Science*, v.21, p.342–351, 2014.

Artigo I

Mecanismos antixenose e antibiose da resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiros mutantes

(Artigo nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Tropical - PAT)

Mecanismos antixenose e antibiose da resistência a *Bemisia tabaci* biótipo B em mutantes de tomateiros

RESUMO: O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, contudo é umas das espécies mais acometidas por danos causados por insetos sugadores e transmissores de viroses. Objetivou-se determinar se mutantes de tomateiros conferem resistência a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba. Em ambiente telado, avaliou-se o desempenho de cinco mutantes de tomateiros (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) mais um tomateiro padrão suscetível ('IAC-Santa Clara'). Em ensaio de livre escolha, mensurou-se a infestação das plantas através do número de ovos, ninfas e adultos e, ainda calculou-se o índice de atratividade (IA) de adultos, o índice de preferência para oviposição (IPO), colonização das ninfas, danos e crescimento da fumagina. No ensaio sem chances de escolha mensurou-se o número de ovos, o IPO, o desenvolvimento biológico do inseto e o número de tricomas. No teste de livre escolha o cultivar padrão, denotou o maior número de ovos, ninfas e adultos, maiores IA, IPO, danos e crescimento da fumagina, além disso alta colonização das ninfas e baixo número de tricomas. No ensaio de livre escolha só o mutante *phyB2* teve mesmo IPO que o cultivar padrão; e quanto ao desenvolvimento biológico o *aurea* proporcionou o maior e o cultivar padrão o menor número de dias. O tomateiro *aurea* apresenta resistência tipo antibiose e antixenose, menos danos às plantas e menor crescimento da fumagina quando infestados por *B. tabaci* biótipo B.

PALAVRAS-CHAVE: Aleirodídeo; *Geminivirus*; Manejo integrado de pragas; Solanaceae.

**Antioxiosis and antibiosis mechanisms of resistance to *Bemisia tabaci* biotype B in
tomato plant mutants**

ABSTRACT: Tomato is one of the most cultivated vegetables in the world, but it is one of the species most affected by damages caused by sucking insects and virus transmitters. The objective was to determine if tomato mutants confer resistance to *Bemisia tabaci* biotype B. The experiment was carried out at the Agricultural Entomology Laboratory of the Federal University of Paraiba. In a screened environment, the performance of five tomato mutants (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) plus one susceptible standard tomato ('IAC-Santa Clara') were evaluated. In a free-choice trial, the infestation of the plants was measured through the number of eggs, nymphs and adults, and the adult attractiveness index (IA) was calculated, preference index for oviposition (IPO), colonization of nymphs, damage and growth of fumagina. The number of eggs, the IPO, the biological development of the insect and the number of trichomes were measured in the non-choice trial. In the free choice test the standard cultivar denoted the highest number of eggs, nymphs and adults, higher IA, IPO, damage and growth of fumagina, besides high colonization of nymphs and low number of trichomes. In the free-choice assay only the mutant *phyB2* had even IPO as the standard cultivar; and as for the biological development the *aurea* provided the largest and the standard cultivar the least number of days. The tomato *aurea* presents resistance type antibiosis and antixenosis, less damage to plants and less growth of fumagina when infested by *B. tabaci* biotype B.

KEYWORDS: Aleirodídeo; *Geminivirus*; Integrated pest management; Solanaceae.

INTRODUÇÃO

O tomate *Solanum lycopersicum* L. é uma das hortaliças de maior importância econômica no mundo, sendo é considerada uma cultura de alto risco, quando se trata principalmente do uso de pesticidas, seja pelo seu alto custo e/ou pela crescente preocupação com os possíveis problemas que estes causam o meio ambiente e a saúde pública (Costa 2013).

O uso de cultivares resistentes é um método efetivo de controle de artrópodes-praga na cultura do tomateiro, principalmente no que se refere a pragas que causam danos diretos e indiretos a esta cultura. Como é o caso da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, um aleirodídeo, que ao se alimentar da seiva da planta provoca desordens fisiológicas que reduzem o desenvolvimento reprodutivo e vegetativo da planta (Toscano et al. 2004), injeta toxinas (Silva et al. 2008), promove a proliferação do fungo *Capnodium* (fumagina), e é vetor de viroses como o *Geminivirus* que pode comprometer a produção em sua totalidade (Lacerda & Carvalho 2008).

Resultados satisfatórios já foram alcançados através da seleção de tomateiros selvagens. Alguns demonstram certa efetividade no controle da mosca-branca e de outras pragas pertinentes a cultura, a exemplo tem-se *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* por Leite et al. (1999), *L. hirsutum* e *Lycopersicon pennellii* a mosca-branca *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae* por Silva et al. (2009), contudo são escassos os trabalhos que buscam fontes de resistência em *S. lycopersicum* (Oliveira et al. 2009), quando se trata principalmente de *B. tabaci* do biótipo B que é considerado um dos mais agressivos.

Autores reportam como fatores que influenciam a resistência, a presença de estruturas físicas e/ou componentes químicos produzidos por essas plantas, como é o caso de tricomas e as substâncias por estes produzidos, podendo ser acilaçúcares e o zingibereno (Gonçalves et al. 2006, Silva et al. 2009). Essas substâncias funcionam como aleloquímicos que podem influenciar de forma negativa na oviposição e alimentação, também podem afetar o

desenvolvimento biológico dos insetos. Portanto, ainda são inúmeros os fatores (conhecidos e desconhecidos) que podem intervir na ação da praga sobre o hospedeiro, a exemplo temos a coloração das plantas, o seu porte e a capacidade na produção de fotoassimilados.

Em vista disso, há necessidade em desenvolver estudos com plantas que permitam isolar esses fatores, logo tendo como resposta a verificação quanto ao efeito destes sobre os artrópodes. Isso pode ser possível através de tomateiros mutantes, que são plantas com características intrínsecas e que submetidas a estresses bióticos e abióticos atuam de forma distinta, podendo assim oferecer respostas que futuramente podem ser usadas na seleção de material resistentes a determinadas pragas. Diante do exposto objetivou-se com essa pesquisa determinar se mutantes de tomateiros conferem resistência a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LEN/CCA/UFPB), Areia-PB. As sementes dos tomateiros mutantes utilizados neste trabalho foram gentilmente cedidas pela equipe de pesquisa do prof. Rogério F. Carvalho (FCAV-UNESP).

A semeadura dos tomateiros foi realizada em bandejas de polipropileno, utilizando-se substrato Plantmax[®], sendo regadas de uma ou duas vezes ao dia. Com 15 dias após a semeadura as plantas foram transplantadas para sacos de polietileno (3,0 L), contendo substrato da mistura de solo, esterco e areia na proporção de 3:1:1 respectivamente.

Os espécimes da mosca-branca *B. tabaci* biótipo B foram criadas em ambiente protegido por tela antiafídeo. A manutenção da criação foi feita em plantas de couve-manteiga *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, segundo o método descrito por Oliveira et al. (2016).

Em ambiente telado (2,5 x 2,5 x 2,5 m) sobre condições de livre escolha, avaliou-se o desempenho de cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) e de um tomateiro

padrão suscetível ('IAC-Santa Clara'). Os tratamentos foram sorteados dentro do ambiente protegido de forma que todos fossem dispostos em linhas e colunas (6 linhas e 6 colunas), totalizando seis repetições para cada tratamento.

As plantas foram dispostas no ambiente telado e após 30 da realização do transplântio as mesmas foram infestadas. Para infestação colocaram-se plantas de couve altamente infestadas, entre os tomateiros e durante uma semana essas plantas de couve foram sacudidas duas vezes ao dia e deixadas sem rega. Assim os adultos da mosca-branca foram forçados a procurar outras plantas em decorrência da senescência das couves (metodologia adaptada de Firdaus et al. 2012). A infestação foi contabilizada por meio da contagem do número ovos, ninfas e adultos presentes nos folíolos, também registrou-se outros parâmetros, incluindo o crescimento da fumagina, os danos provocados nas folhas e a colonização das ninfas.

A primeira avaliação foi realizada com 8 e 9 dias após a infestação das plantas (DAI), a segunda com 22 e 23 DAI e a terceira com 36 e 37 DAI. O número de insetos adultos, ovos e ninfas foi determinado contando-se diretamente na superfície foliar abaxial de quatro folíolos laterais (esquerda e direita) da parte mediana da planta. Os números de ovos e ninfas foram determinados nos mesmos folíolos onde os adultos foram contados. Os adultos foram contados em todo o limbo foliar, já as ninfas e ovos em 1 cm², com o auxílio de uma lupa de bolso, sendo avaliadas três plantas para cada tipo de tomateiros.

Com 38 dias após a infestação, mensurou-se o crescimento da fumagina e os danos provocados por esses insetos, com base na metodologia descrita por Firdaus et al. (2012), onde foram marcados visualmente em uma escala de 0-4. Nesse período adotou-se a metodologia de Valle & Lourenção (2002) para mensurar a colonização por ninfas da mosca-branca, utilizando-se uma escala visual de notas de 1 a 6.

Com o número de adultos, calculou-se o índice de atratividade (IA) pela fórmula utilizada por Baldin & Lara (2001), e com o número de ovos calculou-se o índice de preferência

para oviposição (IPO) pela fórmula utilizada por Baldin et al. (2005), ambos nos três períodos avaliados.

Para o teste sem chance de escolha as plantas foram infestadas com mosca-branca 30 dias após o transplântio. Todos os tomateiros foram dispostos em bancadas em casa-de-vegetação, sendo as plantas protegidas individualmente por gaiolas suspensas, confeccionadas de arame galvanizado e tecido *voil* (50 x 26 cm). Nestas gaiolas foram liberados aproximadamente 50 casais da mosca-branca (coletados da população mantida em couve-manteiga). Após 72 horas da infestação, contabilizou-se o número de ovos na face abaxial de quatro folíolos de cada planta, calculando-se posteriormente o IPO. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições (cada planta individualizada representou uma repetição).

Para avaliar o efeito de antibiose (biologia do inseto) utilizou-se o mesmo ensaio citado anteriormente. No entanto, eliminou-se com um pincel o excesso de ovos da praga da face abaxial de cada folíolo, deixando-se apenas 50 ovos. Isolou-se esses folíolos com pequenas gaiolas confeccionadas de tecido *voil* (12 x 8 cm). Observou-se diariamente esses folíolos para estabelecer: a duração do período de incubação, do período ninfal, do período de desenvolvimento de ovo a adulto e a longevidade dos adultos. Para verificar a longevidade separou-se individualmente em tubos de ensaio 20 adultos recém-emergidos, coletados ao acaso nas gaiolas individuais de cada tomateiro, quantificando diariamente o número de adultos mortos.

Para a quantificação dos tricomas utilizou-se a metodologia proposta por Luckwill (1943) em plantas com 30 dias após o transplântio. Foram utilizadas seis repetições para cada tipo de tomateiro.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As variáveis do ensaio de livre escolha e a dos parâmetros biológicos do ensaio sem chances de escolha foram submetidas a correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de livre escolha o cultivar padrão susceptível ‘Santa Clara’ atraiu o maior número de adultos de *B. tabaci* nos três períodos avaliados (Tabela 1), diferindo significativamente dos tomateiros mutantes; *aurea* e *cry* na primeira avaliação; *aurea*, *cry*, *phyA* e *phyB1* na segunda e; de todos os mutantes na terceira avaliação.

Quanto ao índice de atratividade no teste de livre escolha, todos os tomateiros mutantes expressaram valores < 1 , que corresponde a menor atração (maior repelência), nos três períodos avaliados (Figura 1). O mutante *aurea* expressou a maior repelência, contanto os tomateiros *phyB1* e o *phyB2* tiveram valores próximos aos do cultivar padrão, nos três períodos avaliados.

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de adultos de *B. tabaci* biótipo B, contados em folíolos de tomateiro após três períodos de infestação em ensaio de livre escolha.

Tomateiros	8-9 dias	22-23 dias	36-37 dias
<i>aurea</i>	8,2 \pm 1,88 b	4,6 \pm 1,00 c	1,3 \pm 0,33 c
<i>cry</i>	12,0 \pm 2,41 b	12,9 \pm 2,32 bc	8,0 \pm 1,99 bc
<i>phyA</i>	16,5 \pm 3,75 ab	15,3 \pm 3,95 bc	12,3 \pm 2,09 bc
<i>phyB1</i>	20,3 \pm 5,84 ab	15,8 \pm 2,97 bc	10,3 \pm 1,51 bc
<i>phyB2</i>	19,3 \pm 5,58 ab	23,0 \pm 3,75 ab	17,7 \pm 2,51 b
Santa Clara	29,0 \pm 26,9 a	35,5 \pm 3,06 a	34,1 \pm 2,91 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$)

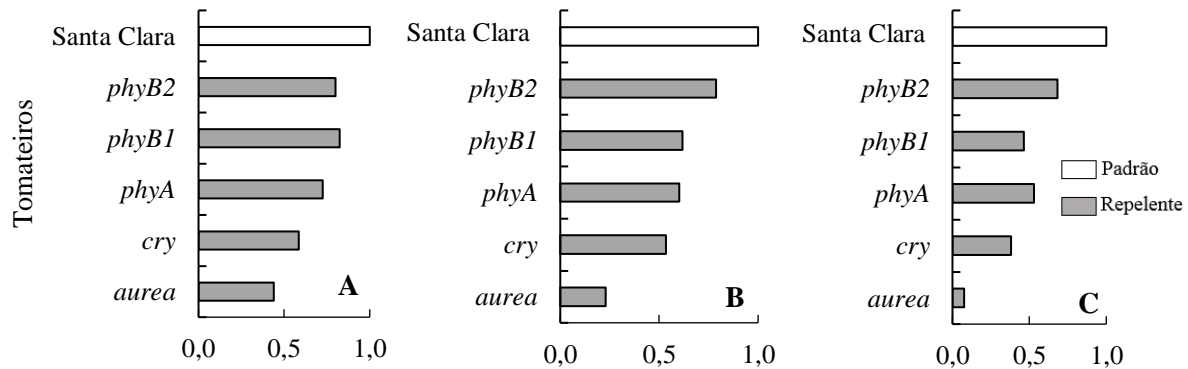


Figura 1. Índice de atratividade de *B. tabaci* biótipo B obtidos em folíolos de tomateiro, após três períodos de infestação, em ensaio de livre escolha. A. 8-9; B. 22-23; C. 36-37 DAI.

As diferenças observadas no índice de atratividade dos tomateiros possivelmente estão atreladas ao fato destes conterem compostos químicos que volatilizados podem impedir que os insetos pousem e permaneçam nas plantas, fato também constatado por Baldin et al. (2005), quando estes autores submeteram para oviposição *B. tabaci* biótipo B nos genótipos de *L. hirsutum* (PI-134417 e PI-134418) e *L. pennellii* (LA-7116).

A coloração do mutante *aurea* pode ter afetado a atratividade dos adultos, pois difere da cor dos demais tomateiros avaliados, tendo uma coloração verde amarelada, e também a disposição das hastes desta planta é mais aberta, podendo não favorecer o microclima ideal para manutenção dos insetos, visto que os insetos exigem um ambiente mais úmido para infestar e colonizar seus hospedeiros.

Para Dicke & Dijman (1992), os componentes visuais são importantes na atração de insetos pelas plantas. Cavalcanti et al. (2000) sugerem que principalmente os insetos de hábito diurno têm seu comportamento influenciado não só pela luz mais também pela cor da planta hospedeira. Esses autores ainda verificaram que a coloração pode ter contribuído para a preferência de visitas do percevejo *Podisus nigrispinus* a *Eucalyptus pellita*, já que as folhas

possuem coloração verde-escuro brilhante e as demais espécies apresentaram coloração verde-claro opaco, sendo assim menos atrativas ao inseto.

A não preferência ou antixenose pode se dar pelo efeito dos compostos exsudados pelos tricomas das plantas, sabe-se que esses compostos podem ser responsáveis pela resistência das plantas a insetos sugadores, sendo eles os acil-açúcares (Mutschler et al. 1996), metil-cetonas e compostos derivados do ácido sesquiterpenos carboxílico (Frelichowski & Juvik 2005). Segundo Hubbell & Howard (1984), substâncias químicas repelentes são mais comuns do que substâncias químicas atrativas em plantas hospedeiras.

Conforme o número médio de ovos contabilizados nos três períodos avaliados no ensaio de livre escolha, observaram-se diferenças significativas entre o cultivar padrão e os tomateiros mutantes (Tabela 2). Na primeira avaliação o ‘Santa Clara’ diferiu significativamente dos mutantes *aurea*, *cry* e *phyB2*, já na segunda e terceira avaliação diferenciou de todos os mutantes, denotando o maior número médio de ovos. O índice de preferência de oviposição (IPO), mostrou que os tomateiros mutantes foram classificados como deterrentes a oviposição na condição de livre escolha, confirmando a não preferência desse material para oviposição desse aleirodídeo.

No ensaio sem chances de escolha observaram-se diferenças significativas entre os tomateiros quanto ao número médio de ovos, o *aurea* e o *cry* apontaram os menores valores e os mutantes *phyB1*, *phyB2* e *phyA* se comportaram semelhante ao cultivar ‘Santa Clara’. O mutante *phyB2* portou-se de forma neutra com o mesmo IPO que o ‘Santa Clara’ (Tabela 3). Os demais mutantes continuaram sendo classificados como deterrentes mesmo sendo a oviposição datada como obrigatoriedade para sobrevivência da sua prole. O efeito deterrente é um critério de elevada importância, quando se pretende selecionar cultivares resistentes (Lara 1991). Esse biótipo de mosca-branca destaca-se com um dos mais agressivos, principalmente pela grande quantidade de ovos depositados (Toscano et al. 2004).

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de ovos/cm² de *B. tabaci* biótipo B, índice de preferência para oviposição (IPO) e classificação em tomateiros após três períodos de infestação em ensaio de livre escolha.

Tomateiros	Nº de ovos	Índice de preferência para oviposição	
		IPO	Classificação ¹
8 a 9 dias após infestação			
<i>aurea</i>	12,3 \pm 2,93 b	-39,5 \pm 6,91	Deterrente
<i>cry</i>	10,4 \pm 1,15 b	-46,1 \pm 6,91	Deterrente
<i>phyA</i>	21,4 \pm 4,26 ab	-13,8 \pm 6,91	Deterrente
<i>phyB1</i>	16,3 \pm 3,88 ab	-27,0 \pm 6,91	Deterrente
<i>phyB2</i>	15,0 \pm 2,98 b	-30,6 \pm 6,91	Deterrente
Santa Clara	28,3 \pm 1,61 a	0,0 \pm 6,91	Padrão
22 a 23 dias após infestação			
<i>aurea</i>	18,0 \pm 3,34 b	-42,0 \pm 7,0	Deterrente
<i>cry</i>	16,3 \pm 2,24 b	-46,1 \pm 7,0	Deterrente
<i>phyA</i>	26,3 \pm 4,01 b	-25,4 \pm 7,0	Deterrente
<i>phyB1</i>	25,8 \pm 3,11 b	-26,1 \pm 7,0	Deterrente
<i>phyB2</i>	18,7 \pm 2,93 b	-40,5 \pm 7,0	Deterrente
Santa Clara	44,1 \pm 2,51 a	0,0 \pm 7,0	Padrão
36 a 37 dias após infestação			
<i>aurea</i>	15,8 \pm 2,39 bc	-51,0 \pm 8,06	Deterrente
<i>cry</i>	14,5 \pm 1,63 c	-54,2 \pm 8,06	Deterrente
<i>phyA</i>	27,4 \pm 4,65 bc	-28,1 \pm 8,06	Deterrente
<i>phyB1</i>	28,7 \pm 3,11 b	-26,0 \pm 8,06	Deterrente
<i>phyB2</i>	22,6 \pm 3,07 bc	-36,8 \pm 8,06	Deterrente
Santa Clara	48,8 \pm 4,65 a	0,0 \pm 8,06	Padrão

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).

¹Para os valores de IPO, +100 (muito estimulante) até -100 (total deterrência), 0 indica neutralidade.

Tabela 3. Número médio (\pm EP) de ovos/cm² de *B. tabaci* biótipo B, índice de preferência para oviposição (IPO) e classificação em tomateiros após 72 horas de infestação em ensaio sem chance de escolha.

Tomateiros	Nº de ovos	Índice de preferência para oviposição	
		IPO	Classificação ¹
<i>aurea</i>	8,08 \pm 1,08 b	-0,39 \pm 1,78	Deterrente
<i>cry</i>	9,42 \pm 0,47 b	-0,32 \pm 1,78	Deterrente
<i>phyA</i>	13,33 \pm 1,34 ab	-0,16 \pm 1,78	Deterrente
<i>phyB1</i>	13,92 \pm 1,72 ab	-0,14 \pm 1,78	Deterrente
<i>phyB2</i>	18,50 \pm 1,28 a	0,00 \pm 1,78	Neutro
Santa Clara	18,42 \pm 2,02 a	0,00 \pm 1,78	Padrão

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).

¹Para os valores de IPO, +100 (muito estimulante) até -100 (total deterrência), 0 indica neutralidade.

Para o número médio de ninfas, no teste de livre escolha, foram observadas diferenças significativas apenas nos segundo e terceiro períodos avaliados, sendo o maior número apresentados pelo cultivar padrão, seguido pelos mutantes *phyB2*, *phyB1*, *phyA*, *cry* e *aurea* em ambos os períodos (Tabela 4). Para a colonização das ninfas o cultivar padrão obteve a maior nota, diferindo significativamente dos demais tomateiros os mutantes *aurea* e *cry* expressaram as menores notas no terceiro período de avaliação. O número de ninfas aumentou gradativamente no cultivar ‘Santa Clara’ conforme o período de transplântio em estudos realizados por Lima et al. (2005). A cultivar ‘Santa Clara’ foi considerado o mais susceptível quando comparado aos outros tomateiros em estudos realizados por Toscano et al. (2002) e Baldin et al. (2005), sendo este o preferido para oviposição e colonização de adultos e ninfas de *B. tabaci*.

Tabela 4. Número médio (\pm EP) de ninfas/cm² de *B. tabaci* biótipo B e notas de colonização em folíolos de tomateiro após três períodos de infestação em ensaio com chance de escolha.

Tomateiros	Nº de ninfas/ cm ²			Nota de colonização ¹ (36-37 dias)
	8-9 dias	22-23 dias	36-37 dias	
<i>aurea</i>	1,3 \pm 0,30 a	7,6 \pm 1,02 c	7,8 \pm 0,73 d	0,83 \pm 0,11 c
<i>cry</i>	1,0 \pm 0,33 a	8,8 \pm 1,37 c	11,3 \pm 1,93 cd	1,17 \pm 0,11 c
<i>phyA</i>	1,8 \pm 0,62 a	14,7 \pm 1,73 c	20,2 \pm 2,36 bc	1,58 \pm 0,23 bc
<i>phyB1</i>	1,5 \pm 0,83 a	25,0 \pm 3,10 b	23,7 \pm 2,87 b	1,67 \pm 0,26 bc
<i>phyB2</i>	0,8 \pm 0,42 a	25,0 \pm 3,20 b	26,3 \pm 3,31 b	2,25 \pm 0,30 b
Santa Clara	2,4 \pm 0,65 a	51,0 \pm 3,82 a	56,8 \pm 4,43 a	4,33 \pm 0,28 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).

¹Escala de notas de colonização: nota 1 = folha com poucas ninfas;...; nota 6 = folha totalmente colonizada por ninfas.

Segundo as diferenças estatísticas observadas, pode-se dividir quanto aos danos, os tomateiros em dois grupos; um grupo com as maiores notas de danos com a cultivar ‘Santa Clara’ e os mutantes *phyB2* e *phyB1* e outro com os que denotaram as menores, como os mutantes *aurea*, *cry* e *phyA*. Quanto ao crescimento da fumagina a cultivar ‘Santa Clara’ e os mutantes *phyB2* e *phyB1* tiveram as maiores notas, o *phyA* ficou com nota intermediária, o *aurea* e o *cry* com as menores (Tabela 5).

Os tomateiros que alcançaram notas > 3 apresentaram um molde de fumagina mais pesado, quanto aos danos, notas > 3 já apresentavam danos elevados na planta como necrose e murcha. Algumas características das plantas podem sofrer variações em resposta ao dano causado pela praga, como a mudança nos constituintes químicos, que passam a atuar como repelentes e também na quantidade e densidade de tricomas (Karban & Baldwin 1997). O crescimento da fumagina provoca distúrbios fisiológicos na planta que contribui para o aumento

dos danos, já que esta inibe a transmissão de luz às folhas, reduzindo a taxa fotossintética (Morales 2004).

Para o número de tricomas contabilizados nos folíolos observaram-se diferenças significativas entre os tomateiros, sendo o mutante *phyA* com maior quantidade, seguido pelo *phyB1*, *aurea*, *phyB2* e o *cry*. A cultivar padrão ‘Santa Clara’ apresentou a menor quantidade de tricomas (Tabela 5). Os tricomas podem proporcionar uma proteção aos tomateiros (Toscano et al. 2001), de forma a limitar o acesso dos artrópodes a superfície da planta, seja por sua densidade ou pela produção de compostos secundários, principalmente os tricomas glandulares (Firdaus et al. 2012). Podendo ser esse um dos motivos da cultivar ‘Santa Clara’ ter sido mais susceptível ao ataque da mosca-branca, considerando que os mutantes apresentaram valores bem superiores.

Tabela 5. Média de notas (\pm EP) atribuídas aos danos e o crescimento da fumagina provocados por *B. tabaci* biótipo B em tomateiros após 36-37 dias de infestação, e número médio de tricomas em ensaio com chance de escolha.

Tomateiros	Notas		Nº de tricomas
	Danos	Crescimento da fumagina	
<i>Aurea</i>	1,67 \pm 0,21 b	1,83 \pm 0,17 c	351,3 \pm 0,21 b
<i>cry</i>	1,67 \pm 0,21 b	1,67 \pm 0,21 c	230,7 \pm 15,93 cd
<i>phyA</i>	2,00 \pm 0,26 b	2,33 \pm 0,21 bc	514,3 \pm 26,64 a
<i>phyB1</i>	3,17 \pm 0,31 a	3,33 \pm 0,21 a	359,0 \pm 5,45 b
<i>phyB2</i>	3,33 \pm 0,33 a	3,17 \pm 0,31 ab	296,3 \pm 5,85 bc
Santa Clara	3,33 \pm 0,21 a	3,33 \pm 0,21 a	156,7 \pm 6,55 d

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).

Por meio da correlação de Pearson (Figura 2A), todas as variáveis foram significativas. Constatou-se alta correlação positiva entre as variáveis, número de ninfas e a colonização das ninfas (0,96). A variável número de adultos mostrou correlação positiva com as variáveis número de ninfas (0,83) e com a colonização das ninfas (0,86). O número de ovos

correlacionou-se de forma positiva com as variáveis número de adultos (0,71), número de ninfas (0,79) e a colonização das ninfas (0,78). A variável crescimento da fumagina correlacionou-se de forma positiva moderada com todas as outras variáveis, exceto com o número de tricomas, esse último não mostrou correlação positiva com nenhuma das variáveis avaliadas. Firdaus et al. (2012), também observaram resultados semelhantes quando correlacionou essas variáveis.

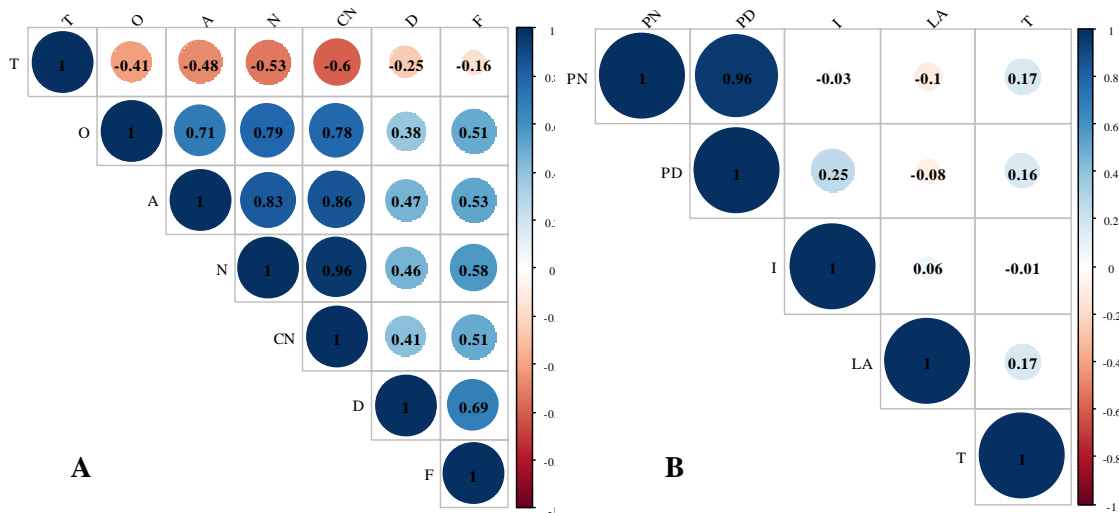


Figura 2. A: Correlação de Pearson entre os parâmetros, número de ovos (O), de ninfas (N), de adultos (A) e de tricomas (T) e também colonização das ninfas (CN), danos (D), e fumagina (F), que mensuram a resistência de tomateiros a mosca-branca após 36-37 dias de infestação em ensaio com chance de escolha. B: Correlação de Pearson entre os parâmetros biológicos da mosca-branca, incubação (I), período ninfal (PN), período total de desenvolvimento (PD), longevidade adulto (LA) e tricomas (T), em tomateiros em ensaio sem chance de escolha.

Para o desenvolvimento biológico da mosca-branca não se observaram diferenças significativas entre os tomateiros quanto aos períodos de incubação e longevidade de adultos (Tabela 6). Para o período ninfal os tomateiros foram alocados em grupos: o ‘Santa Clara’ e o mutante *phyB2* tiveram a menor duração, o *phyA* e o *phyB1* período intermediário, o *aurea* e o *cry* a maior duração no período ninfal. A duração do período ninfal influenciou diretamente na

duração do período total de desenvolvimento, os tomateiros ‘Santa Clara’ e o mutante *phyB2* apresentaram menor período, o *phyA*, *phyB1* e o *cry* período intermediário, quando o hospedeiro foi o mutante *aurea* o inseto necessitou de um maior número de dias para completar seu ciclo biológico. A não preferência para alimentação faz com que o inseto venha a alongar seu período ninfal (Lara 1991, Baldin et al. 2005) caracterizando assim como um tipo de resistência, a antibiose.

Não se observaram diferenças significativas para a correlação de Person entre a variável incubação e as demais variáveis, exceto o período total de desenvolvimento, essa última mostrou uma alta correlação positiva com o período ninfal (0,96) (Figura 2B). Todas as variáveis biológicas apresentaram uma correlação positiva baixa com o número de tricomas, com exceção do período de incubação.

Tabela 6. Períodos médios (dias \pm EP) de incubação, ninfal, de desenvolvimento total e longevidade de adultos de *B. tabaci* biótipo B obtidos em plantas de tomateiro em ensaio sem chance de escolha.

Tomateiros	Incubação	Período ninfal	Período total de desenvolvimento	Longevidade
<i>aurea</i>	6,2 \pm 0,11 a	11,3 \pm 0,14 a	17,5 \pm 0,14 a	1,1 \pm 0,08 a
<i>cry</i>	6,2 \pm 0,11 a	11,3 \pm 0,28 a	17,4 \pm 0,26 ab	1,0 \pm 0,00 a
<i>PhyA</i>	6,2 \pm 0,11 a	10,6 \pm 0,31 ab	16,8 \pm 0,28 abc	1,1 \pm 0,08 a
<i>phyB1</i>	6,1 \pm 0,08 a	10,3 \pm 0,33 ab	16,3 \pm 0,36 bc	1,2 \pm 0,11 a
<i>phyB2</i>	6,0 \pm 0,00 a	9,7 \pm 0,28 b	15,7 \pm 0,28 c	1,1 \pm 0,08 a
Santa Clara	6,2 \pm 0,11 a	9,5 \pm 0,19 b	15,7 \pm 0,22 c	1,0 \pm 0,00 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$).

Os dados dos períodos de incubação, período ninfal e período total de desenvolvimento desse estudo foram semelhantes aos relatados por Toscano et al. (2016), quando avaliaram diferentes tomateiros na época da primavera, inclusive da cultivar ‘Santa Clara’ que mostrou a mesma duração constatada nessa pesquisa.

CONCLUSÕES

O tomateiro mutante *aurea* apresenta resistência do tipo antibiose e antixenose a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B.

O tomateiro mutante *aurea* apresenta menos danos e proporciona o menor crescimento da fumagina quando infestado por *B. tabaci* biótipo B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDIN, E. L. L & LARA, F. M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. *Neotropical Entomology*, v.30, n.4, p.675-679, 2001.

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

CAVALCANTE, M. G.; VILELA, E. F.; EIRAS, A. E.; ZANÚNCIO, J. C.; PIKANÇO, M. C. Interação tritrófica entre *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eucalyptus* e lagartas de *Thyrintina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae): I visitação. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.29, n.4, p.697-703, 2000.

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

DICKE, M & DIJMAN, H. Induced defence in detached uninfested leaves: Effects on behavior of herbivores and their predators. *Oecologia*, v.91, n.4, p.554-560, 1992.

FIRDAUS, S.; HEUSDEN, A. W.; HIDAYATI, N.; SUPENA, E. D. J.; VISSER, R. G. F.; VOSMAN, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, v.187, n.1, p.31-45, 2012.

FRELICHOWSKI, J. E. J.; JUVIK, J. A. Inheritance of sesquiterpene carboxylic acid synthesis in crosses of *Lycopersicon hirsutum* with insect-susceptible tomatoes. *Plant Breeding*, v.124, n.3, p.277-281, 2005.

GONÇALVES, L. D.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; RESENDE, J. T. V.; CASTRO, E. M.; SANTOS, N. M.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, M. V. Relação entre zingibereno, tricomas foliares e repelência de tomateiros a *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.2, p.267-273, 2006.

HUBBELL, S. P & HOWARD, J. J. Chemical leaf repelency to an attine ant: seasonal distribution among potential host plant species. *Ecology*, v.65, n.97, p.1076-1080, 1984.

KARBAN, R & BALDWIN, I. T. *Induced responses to herbivory*. Chicago, Univ. of Chicago Press, 1997.

LACERDA, J. T & CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. *Tecnologia e ciência agropecuária*, v.2, n.2, p.15-22, 2008.

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

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; AZEVEDO, A. A.; GONRING, A. H. R. 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.

LIMA, A. N. D.; BATISTA, J. L.; COSTA, N. P. Efeito de variedades de tomateiro no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci*) biótipo B. *Caatinga*, v.18, n. 2, p.92-97 2005.

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

MORALES, F. J, JONES, P. G. The ecology and epidemiology of whitefly-transmitted viruses in Latin America. *Virus Research*, v. 100, n.1, p.57-65, 2004.

MUTSCHLER, M. A.; DOERGE, R. W.; LIU, S. C.; KUAI, J. P.; LIEDL, B. E.; SHAPIRO, J. A. QTL analysis of pest resistance in the wild tomato *Lycopersicon pennellii*: QTLs controlling acylsugar level and composition. *Theoretical and Applied Genetics*, v.92, n.6, p.709-718, 1996.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; LEITE, G. L. D.; JHAM, G. N.; PICANÇO, M. C. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae*, v.119, n.2, p.182-187, 2009.

OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA, G. M.; SOUZA, M. S.; BORBA, M. A.; VENDRUSCOLO, J.; NUNES, G. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L. Development and parasitism of *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* biotype B in cotton. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.26, p.2266-2270, 2016.

SILVA, V. F.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; PIMENTEL, F. A.; GONÇALVES, L. D.; NERI, D. K. P. Characterization and evaluation of synthetic acylsugar on the behavior of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1886) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato plant. *Ciência Agrotécnica*, v.32, n.5, p.1408-1412, 2008.

SILVA, V. F.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; GONÇALVES NETO, A. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C.; SILVA, V. A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.10, p.1262-1269, 2009.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. *Scientia Agricola*, v.59, n.4, p.677-681, 2002.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARTINS, G. L. M.; MARUYAMA, W. I. Biologia de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro em duas épocas. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 4, p.1-6, 2016.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Avaliação de aspectos fisiológicos de três genótipos de tomateiro infestados por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v. 33, n.4, p.777-782, 2004.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, J. M.; ALMEIDA, J. B. S. A. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. *Horticultura Brasileira*, v.19, n. 3, p.204-206, 2001.

VALLE, G. E & LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v.31, n.2, p.285-295, 2002.

Artigo II

Resposta fisiológica e bioquímica de tomateiros mutantes á injúria causada por *Bemisia tabaci* biótipo B

(Artigo nas normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Agrária)

Resposta fisiológica e bioquímica de tomateiros mutantes a injúria causada por *Bemisia tabaci* biótipo B

Resumo

Bemisia tabaci biótipo B é uma das mais importantes pragas do tomateiro e estratégias alternativas ao controle químico devem ser potencializadas no manejo dessa praga. Diante disso, o objetivo dessa pesquisa foi determinar o comportamento bioquímico e fisiológico de tomateiros mutantes frente ao ataque de *B. tabaci* biótipo B. O experimento de infestação dos tomateiros com a praga foi realizado em ambiente telado no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba. No total foram utilizados cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) mais a cultivar padrão Santa Clara. Mensurou-se, o número de ovos, ninfas e adultos da praga após três períodos de infestação e a atividade das enzimas POX, PPO e PAL como também as variáveis fotossintéticas A, E, gs, Ci, iWUE, EiC e WUE, a fluorescência, a clorofila e os tricomas. Os tomateiros mutantes apresentaram menor infestação e colonização da praga; maior atividade das enzimas oxidativas e menor desgaste aos parâmetros fisiológicos avaliados. O tomateiro *aurea* confere maior resistência, ativa seus mecanismos bioquímicos de defesa e sofre menos danos fisiológicos.

Palavras-chave: atividade enzimática; resistência de plantas a insetos; manejo integrado de pragas.

Physiological and biochemical response of mutant tomato to injury caused by *Bemisia tabaci* biotype B

Abstract

Bemisia tabaci biotype B is one of the most important pests of the tomato and alternative strategies to chemical control should be potentiated in the management of this pest. Therefore, the objective of this research was to determine the biochemical and physiological behavior of mutant tomatoes against the attack of *B. tabaci* biotype B. The experiment of infestation of the tomato plants with the pest was carried out in an environment of the Laboratory of Entomology of the Federal University of Paraíba. In total, five mutant tomatoes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) plus the Santa Clara standard cultivar were used. The number of eggs, nymphs and adults of the pest after three infestation periods and the activity of the POX, PPO and PAL enzymes were measured as well as the photosynthetic variables A, E, gs, Ci, iWUE, EiC and

WUE, fluorescence, chlorophyll and trichomes. The mutant tomatoes presented lower infestation and colonization of the pest; greater activity of the oxidative enzymes and less wear and tear to the physiological parameters evaluated. The *aurea* tomato confers greater resistance, activates its biochemical defense mechanisms and suffers less physiological damages.

Keywords: enzymatic activity; plant resistance to insects; integrated pest management.

INTRODUÇÃO

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é considerada uma das pragas mais agressivas e prejudiciais no Brasil e no mundo (Cruz et al., 2016). Provoca danos irreparáveis a produção do tomateiro, pois além dos danos diretos provoca também danos indiretos a essa cultura (Toscano et al., 2016).

Ao se alimentar das substâncias produzidas pelo floema da planta, provoca desordens fisiológicas que reduzem o desenvolvimento reprodutivo e vegetativo da planta (Toscano et al., 2004) a exemplo temos o amadurecimento irregular dos frutos, promovendo também a proliferação do fungo *Capnodium* (fumagina) devido à alta produção de *honeydew* que escurece a área foliar e prejudica a produção de fotoassimilados, além de ser um importante vetor do *Geminivirus* que pode comprometer a produção do tomate em sua totalidade (Lacerda & Carvalho, 2008).

Dado a agressividade da mosca-branca ao tomateiro, o controle químico ainda é o mais utilizado, no entanto não se pode afirmar que seja o método mais efetivo, pois seu uso culmina na resistência do inseto a algumas moléculas químicas e na ocorrência de problemas ambientais dado a frequência na aplicação. Considerando os problemas provocados pela praga e essas informações é importante buscar novas ferramentas que possam controlar essa praga de forma eficiente (Cruz et al., 2016).

Em outras culturas o uso de plantas resistentes já é uma importante tática utilizada para controlar a mosca-branca, podendo assim estendermos isso ao tomateiro, cultura essa das mais cultivadas e consumidas no mundo. O uso de cultivares resistentes oferece uma gama de vantagens dentre as principais está a conciliação com várias outras estratégias de controle, dentro de um programa de manejo de praga (Painter, 1951). Algumas pesquisas já mostram resultados satisfatórios na seleção de tomateiros resistentes a mosca-branca e de outras pragas comum a cultura. Leite et al. (1999) selecionou o tomateiro selvagem *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro *Tuta absoluta*, Silva et al. (2009) o *L. hirsutum* e *Lycopersicon pennellii* a mosca-branca *Bemisia argentifolii* e ao ácaro *Tetranychus urticae*. No entanto Oliveira et al.

(2009), ressaltaram a importância de selecionar fontes de resistência relacionadas a *Solanum lycopersicum*, a espécie amplamente cultivada e produtiva.

Contanto, na busca de plantas resistentes é importante verificar alguns aspectos que influenciariam estas diante do ataque de herbívoros. Como por exemplo, temos alguns mecanismos bioquímicos e fisiológicos que culminam na tolerância das plantas ao ataque das pragas. De maneira geral, as plantas respondem a estresses bióticos e abióticos (Almeida et al., 2012). Atacadas por herbívoros as plantas ativam mecanismos de defesa pré e pós formados, funcionando esses mecanismos como barreiras físicas e químicas de defesa, que conferem as plantas resistência. A ativação de enzimas oxidativas podem desempenhar papéis importantes nas respostas das plantas aos estresses causados por insetos (Wang et al., 2014; Cruz et al., 2016), dentre elas estão a peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (PAL).

Os aspectos fisiológicos da planta diante ao ataque da praga, é critério importante a se considerar na hora de escolher um cultivar resistente. Tendo em vista que a força de reação aos danos e o estresse causado durante ao ataque, influenciam diretamente na produção dos tomateiros. Porém, no que se refere à influência de insetos sugadores sobre os aspectos bioquímicos e fisiológicos de plantas atacadas são escassas as informações. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo determinar o comportamento bioquímico e fisiológico de tomateiros mutantes frente ao ataque de *B. tabaci* biótipo B.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas utilizadas no experimento foram cultivadas em ambiente telado no Laboratório de Entomologia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, (LEN/CCA/UFPB), Areia-PB. As sementes dos tomateiros mutantes utilizados foram gentilmente cedidas pela equipe de pesquisa do prof. Rogério F. Carvalho (FCAV-UNESP). Os adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B usados na infestação dos tomateiros foram criados em ambiente protegido por tela antiafídeo em plantas de couve-manteiga.

Utilizou-se, para semeadura dos tomateiros o substrato Plantmax® disposto em bandejas de polipropileno, que fora regados até duas vezes ao dia. Após 15 dias da semeadura, as plantas foram transplantadas, em sacos de polietileno de 3,0 L de capacidade, contendo substrato da mistura de solo, esterco e areia na proporção de 3:1:1 respectivamente. Essas plantas foram regadas a cada dois dias.

Infestação dos tomateiros

Os tomateiros foram dispostos no ambiente telado (2,5 x 2,5 x 2,5 m) e com 30 dias após o transplântio foram infestados. Plantas de couve-manteiga altamente infestadas foram colocadas entre as plantas de tomateiro, e durante uma semana, as couves foram sacudidas duas vezes ao dia e deixadas sem rega, forçando os adultos da mosca-branca a procurar as outras plantas em decorrência da senescência das couves (metodologia adaptada de Firdaus et al., 2012).

Utilizou-se cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) mais um tomateiro padrão suscetível ('IAC-Santa Clara'). Esses tomateiros foram dispostos no ambiente telado de forma que ficassem todos distribuídos em linhas e colunas, para se ter maior uniformidade durante o processo de infestação.

Foram realizadas três avaliações para mensurar a infestação dos tomateiros a primeira aos 8 e 9 dias, a segunda aos 22 e 23 e a terceira com 36 e 37 dias após infestação (DAI). Contabilizou-se o número de ovos, ninfas e moscas adultas presentes na superfície abaxial de quatro folíolos laterais posicionados no terço mediano da planta. Para visualização e contabilização dos ovos e ninfas demarcou-se uma área no limbo de um cm² a partir de uma estrutura anexa em uma lupa de bolso. Já os adultos foram contados em todo o limbo do folíolo. No total foram avaliadas três plantas por tipo de tomateiro.

Para a mensurar o número de tricomas utilizou-se a metodologia proposta por Luckwill (1943). Os folíolos foram destacados das plantas com 30 dias após o transplântio e fotografadas em uma lupa com alcance de 250x. Foram utilizadas seis repetições para cada tipo de tomateiro.

Avaliação enzimática

As avaliações enzimáticas foram feitas antes e depois da infestação das plantas com adultos de *B. tabaci*. Os folíolos foram coletados da parte mediana da planta, com dois dias antes da infestação e com 8, 23 e 37 dias após a infestação. Os folíolos foram colocados em sacos plásticos transparentes e envoltos por duas camadas de papel alumínio, em seguida armazenados sobre refrigeração (-15°C) até a realização das análises.

Para a extração das enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (PAL) foram utilizados 200 mg de folha homogeneizadas em 10 mL do tampão de extração fosfato 0,1M a pH 6,0. Essa suspensão foi centrifugada por 15 minutos a 12000 rpm coletando-se o material sobrenadante.

As reações para determinação da atividade enzimática da peroxidase foram preparadas com a adição de 0,25 mL do sobrenadante ao meio de reação, contendo 0,25 mL de guaiacol a 1,7%, 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,0 e 0,25 mL de H₂O₂ a 1,8%. Essas reações foram monitoradas com auxílio de espectrofotômetro, observando-se a variação da absorbância no comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C, imediatamente após a mistura e a atividade expressa em Unidades de Absorbância (UA) min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

Para a determinação da atividade da polifenoloxidase, 0,5 mL do sobrenadante foi adicionado ao meio de reação, contendo 0,25 mL de S-metil-catecol 0,6 M e 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M pH 6,8. A solução foi incubada por 15 minutos a 40 °C e a reação paralisada com adição de 800 µL de ácido perclórico 2N. As reações foram monitoradas com auxílio de espectrofotômetro, observando-se a variação da absorbância, no comprimento de onda de 395 nm, a 25 °C, imediatamente após a retirada da incubadora e a atividade da PPO expressa em Unidades de Absorbância (UA). min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

Para a determinação da atividade da fenilalanina amônia-liase, 0,5 mL do sobrenadante foi transferido para tubos de ensaio e alíquotas de 1,5 mL de solução tampão TRIS-EDTA 0,01M, pH 8,8, 0,5 mL de solução de fenilalanina (30 µM) e 0,5 mL de água destilada foram adicionados. Após a incubação em banho-maria a 40 °C, por uma hora, a reação foi paralisada com 2 mL de ácido clorídrico 5M e as leituras espectrofotométricas realizadas a 290 nm 25°C. Os resultados foram expressos em Unidades de Absorbância (UA) min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

A prova em branco foi preparada usando 1,5 mL de solução tampão TRIS 0,01M, pH 6,8; 0,5 mL de extrato enzimático e 1,0 mL de água destilada, para cada tratamento testado. As análises foram realizadas em triplicata. As determinações da quantidade de proteína presente nos referidos extratos foram feitas pelo método de Bradford (1976).

Avaliação fisiológica

Após 40 dias de infestação, com o Analisador de Gases no Infravermelho IRGA “LCPro +” da ADC BioScientific Ltda foram determinadas as variáveis fotossintéticas: Taxa de assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO₂ (C_i) em duas folhas da parte mediana da planta que apresentavam os danos do inseto. Com esses resultados também se mensurou mais três parâmetros, eficiência instantânea do uso da água ($iWUE = A/gs$), eficiência do uso da água ($WUE = A/E$) e eficiência intrínseca de carboxilação ($EiC = A/C_i$).

Nas mesmas folhas que foram realizadas as análises de trocas gasosas, foram colocadas pinças foliares e, após um período de 30 minutos, determinou-se a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), em que Fm é a fluorescência máxima e Fv é a fluorescência variável, que é obtida pela diferença entre a fluorescência máxima e a fluorescência inicial (Fo), usando-se de um fluorômetro de pulso contínuo, PEA, da Hansatech.

Para a mensuração dos teores de clorofila utilizou-se um clorofilômetro eletrônico clorofiLOG®, modelo CFL 1030, operando conforme as instruções do fabricante (Falker, 2008). Neste aparelho, os valores mensurados são denominados índice de clorofila Falker e refere-se ao produto de fotodiodos que emitem na frequência de ondas de 635, 660 e 880 nm. Durante a realização dessas avaliações as médias de temperatura mínima, média e máxima no interior do ambiente durante o período de condução da pesquisa foram de 30,95 °C, 36,64 °C e 40,60 °C. As leituras foram realizadas no intervalo das 09h00 às 12h00min horas.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelos testes de Tukey e Regressão ($P \leq 0,05$). Todas as variáveis foram submetidas a correlação de Pearson ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tomateiros mutantes foram os menos infestados e colonizados por *Bemisia tabaci* biótipo B, quando comparados ao tomateiro padrão ‘Santa Clara’. Quanto ao número de ovos contabilizados nos folíolos o cultivar padrão apresentou os maiores valores nos três períodos avaliados paralelo a isso, os mutantes *aurea* e *cry* denotaram a menor preferência para oviposição, dado o menor número de ovos que estes continham (Figura 1A).

Quanto a colonização dos tomateiros por ninfas de *B. tabaci*, aos 8-9 dias após a infestação (DAI) não se observaram diferenças significativas entre os tomateiros, no entanto, com 22-23 e 36-37 DAI o ‘Santa Clara’ apresentou as maiores médias quando comparado com os mutantes (Figura 1B). Os tomateiros *aurea*, *cry* e *phyA* foram os menos colonizados aos 22-23 DAI e o *aurea* aos 36-37 DAI.

O número de adultos também foi superior a cultivar padrão quando comparados aos tomateiros mutantes nos três períodos após a infestação com a mosca-branca (Figura 1C). Aos 8-9 DAI os mutantes *aurea* e o *cry* atraíram os menores números de adultos, já aos 22-23 e 36-37 DAI o *aurea* foi o tomateiro menos atraente.

Dado ao fato destes tomateiros mutantes não terem sido utilizados anteriormente em nenhum ensaio deste tipo, fica impossibilitado a comparação dos mesmos com estudos recorrentes na literatura. No entanto o tomateiro ‘Santa Clara’ ao ser confrontado com exemplares de tomateiros selvagens por Toscano et al. (2002), Baldin et al. (2005) e Toscano et al. (2016), mostrou-se mais susceptível a infestação de *B. tabaci* biótipo B, apresentando um maior número de ovos e adultos em seus folíolos, assim como o observado neste estudo.

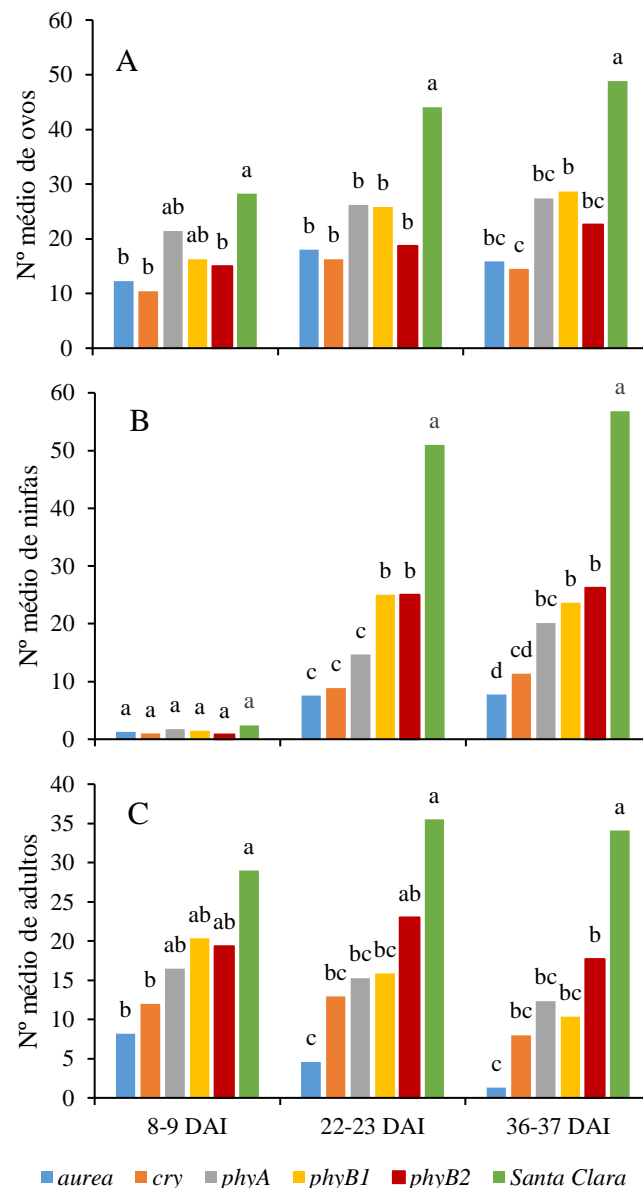


Figura 1. A. Número médio de ovos B. de ninfas; C. e de adultos de *Bemisia tabaci* contabilizados em tomateiros após três períodos de infestação. DAE: Dias após infestação. C.v: 48,3%; 48,8 %; 65,7%. Médias seguidas de mesma letra dentro do período não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$)

O tipo de resistência conferida por esses tomateiros foi do tipo antixenose ou não preferência. Visto que a escolha de um inseto por um hospedeiro para alimentação e

colonização depende de várias características que podem ser intrínsecas e extrínsecas destas plantas. Tricomas e as substâncias produzidas e expelidas por estes, que podem proporcionar uma proteção aos tomateiros, limitando acesso dos artrópodes a superfície da planta (Lara, 1991; Toscano et al., 2001; Silva et al., 2009). A cor verde mais intensa das plantas, afeta significativamente o poder de atração dos insetos (Cavalcanti et al., 2000). O cultivar ‘Santa Clara’ apresenta as características supracitadas que podem ter culminado para este tomateiro ser o mais atraente e colonizado por este aleirodídeo (cor verde escuro e menor densidade de tricomas). Em contrapartida o tomateiro mutante *aurea* tem a cor verde amarelado ou verde ouro e uma densidade de tricomas elevada, podendo ser estas características responsáveis por este ser menos atacado entre os tomateiros.

Todos os tomateiros apresentaram atividade das enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (PAL). No entanto estes mostraram-se significativamente diferentes quando comparados entre si e quando comparados entre os períodos avaliados, principalmente quando as plantas foram ou não infestadas por *B. tabaci*.

Não se observaram diferenças na atividade da enzima peroxidase entre os tomateiros, quando estes não foram infestados e quando foram avaliados aos 8 DAI. Contudo, aos 23 e 37 DAI observaram-se diferenças significativas onde o tomateiro mutante *aurea* apresentou a maior atividade desta enzima (Figura 2A).

Antes de serem infestados com a mosca-branca não se observaram diferenças significativas quanto a atividade da enzima polifenoloxidase. Aos 8 e 23 DAI o ‘Santa Clara’ apresentou a maior ativação desta enzima, aos 37 DAI o mutante *phyB2* superou o cultivar padrão (Figura 2B).

Quanto a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase, o tomateiro que apresentou maior atividade foi o mutante *phyA*, antes da infestação com *B. tabaci*. Aos 8 DAI o mutante *cry*, aos 23 DAI o mutante *phyB1* e o ‘Santa Clara’ e no último período aos 37 DAI os tomateiros não apresentaram diferenças em relação a atividade desta enzima (Figura 2C).

De maneira geral as plantas respondem a estresses bióticos e abióticos. Visto que ao serem atacadas por uma praga, ativam os mecanismos de defesa pré e pós formados, funcionando esses mecanismos como barreiras físicas e químicas de defesa, que conferem as plantas resistência (Almeida et al., 2012). Podendo assim a ativação de enzimas ser associadas a infecções sofridas pelos tomateiros, tão logo que observamos diferenças significativas na ativação da POX, PPO e PAL quando os tomateiros foram ou não infestados pela praga. Explicando também o fato dos tomateiros terem apresentado a maior quantidade da enzima após a infestação da mosca-branca, ao longo do tempo.

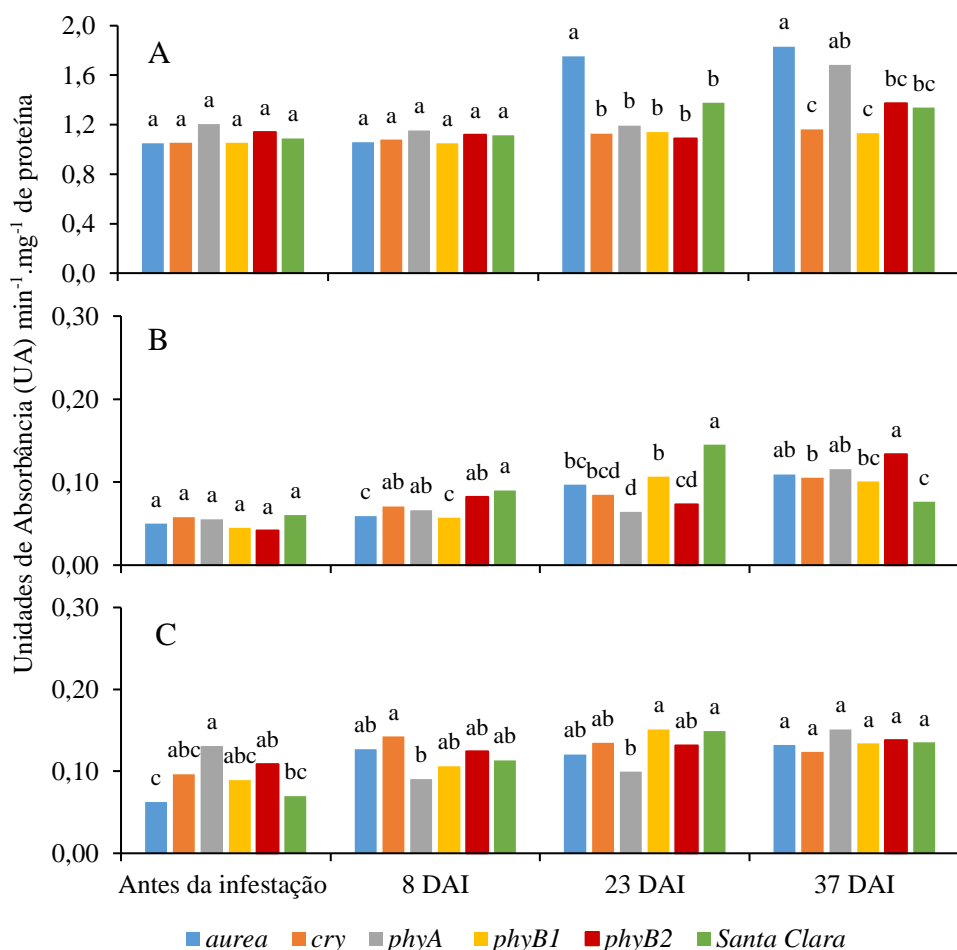


Figura 2. A. Atividade das enzimas Peroxidase (POX); B. Polifenoloxidase (PPO); C. Fenilalanina amônia-liase (PAL) em tomateiros antes e após a infestação da *Bemisia tabaci*. C.v: 22,21%; 24,54%; 26,72%. Médias seguidas de mesma letra dentro do período não diferem entre si pelo teste de Tukey a ($P \leq 0,05$)

O mutante *aurea* foi o menos infestado e apresentou a maior atividade da enzima POX. Este tomateiro antes da infestação denotou a menor atividade da enzima PAL, enquanto aos 8, 23 e 37 DAI, ele teve uma das maiores atividades dentre todos os tomateiros avaliados. As alterações nas atividades das enzimas peroxidase e fenilalanina amônia-liase permitem acompanhar o estado de indução de resistência em plantas expostas a patógenos (Macagnan et al., 2008; Almeida et al., 2012) e possivelmente também por insetos.

A enzima peroxidase está relacionada com o crescimento e o desenvolvimento das plantas, destoxificação celular e de mecanismos de defesa como lignificação, cicatrização de ferimentos e oxidação de compostos fenólicos (Baysal et al., 2003; Almeida et al., 2012). Esses compostos fenólicos podem ter atuado na defesa dos tomateiros contra a o ataque da mosca-

branca. Cruz et al. (2016) observaram aumento significativo na atividade da peroxidase em plantas de soja infestadas pela mosca-branca.

A polifenoloxidase entra em ação quando a planta sofre algum dano (Gomes, 2013), catalisando reações oxidativas que podem ter interferido de diversas maneiras na defesa dos tomateiros quando estes sofreram o ataque da mosca-branca. Para Nicholson e Hammerschmidt, (1992), essa enzima é uma das envolvidas no processo de lignificação do tomateiro, quando esse sofre o estresse causado por ferimentos ou herbivoria.

De acordo com Gerasimova et al. (2005) e Gomes, (2013), a enzima fenilalanina amônia-liase é de fundamental importância nos processos de biossíntese de fenilpropanóis, e ainda da síntese de monômeros de lignina, ácido salicílico, fitoalexinas e flavonoides, componentes que atuam na defesa da planta, quando submetida a algum estresse provocado por insetos.

Ao avaliar a ativação das enzimas ao longo dos períodos, notamos um crescimento de forma linear na quantidade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase no tomateiro *aurea*, evidenciando que esse aumenta a atividade destas enzimas quando sofre o ataque desta praga. Os valores da peroxidase variaram antes da infestação de 1,04 a 1,80 $\Delta ab_{470} \text{ min}^{-1} \cdot \text{mg}$ aos 37 DAI. Esse tomateiro foi o que apresentou o maior acréscimo da enzima peroxidase ao longo dos períodos quando comparados aos demais tomateiros (Figura 3A).

Os tomateiros mutantes *cry*, *phyB1* e a cultivar ‘Santa Clara’ praticamente tiveram o mesmo desempenho quanto a atividade peroxidase ao longo dos períodos, pois ambos mostraram crescimento linear, ou seja, conforme o passar dos períodos após a infestação da praga estes aumentaram a produção dessa enzima. Com relação a enzima Polifenoloxidase estes mutantes supracitados apresentaram um acréscimo na produção ao longo dos períodos de infestação já o ‘Santa Clara’ apresentou um decréscimo aos 37 DAI. Esses três tomateiros também apresentaram um acréscimo na quantidade da enzima fenilalanina amônia-liase ao longo dos períodos após de infestação (Figura 3B, D, F).

Os tomateiros mutantes *pryA* e *phyB2* mostraram-se estáveis nos dois primeiros períodos quanto a ativação da enzima peroxidase, a ativação ocorreu apenas aos 23 e 37 DAI. Comportamento semelhante também foi observado com as enzimas polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase (Figura 3C, E).

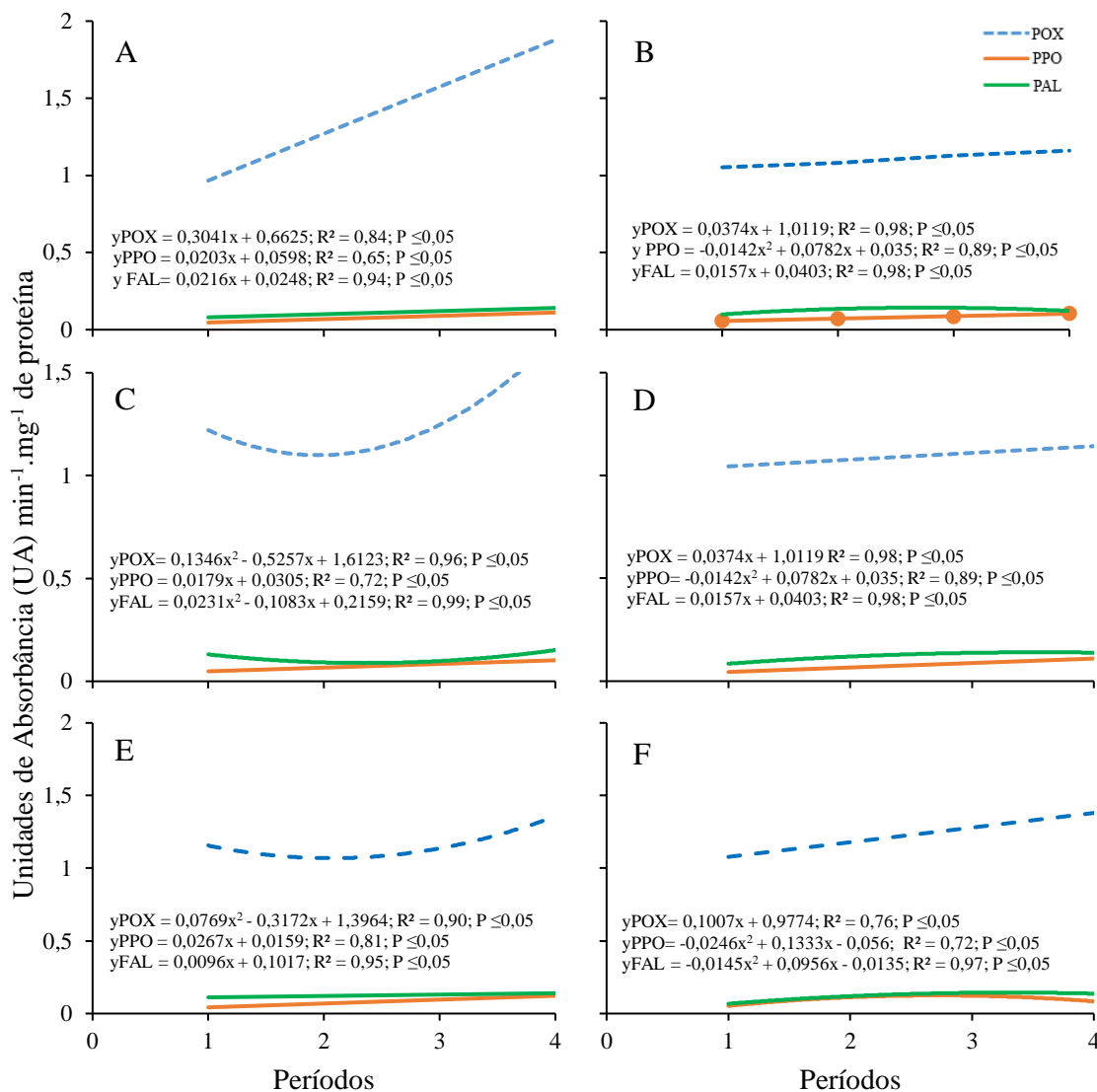


Figura 3. Efeito da atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO) e Fenilalanina amônia-liase (PAL) em quatro períodos sendo, o primeiro antes da infestação e os demais (2,3 e 4) correspondentes a 8, 23 e 37 dias após a infestação da *Bemisia tabaci* em tomateiros, respectivamente. A. *aurea*; B. *cry*; C. *phyA*; D. *phyB1*; E. *phyB2*; F. Santa Clara

Silva et al., (2007) observaram um incremento na atividade da enzima peroxidase em plantas de tomates quando foram inoculadas com *Ralstonia solanacearum*, os mesmos autores também verificaram que fenilalanina amônia-liase não mostrou nenhum aumento em sua atividade. Gomes, (2013) também verificou, ao longo do tempo acréscimo na atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em tomateiros enxertados, mostrando que as enzimas indicam uma reação positiva de recuperação das plantas diante do dano mecânico ocasionado pelo processo, tendo em vista que essas plantas não sofreram perdas no seu potencial produtivo.

Rani & Pratyusha, (2013) observaram altos níveis das enzimas peroxidase, polifenol oxidase e fenilalanina amônia-liase em plantas de algodoeiro quando infestadas com *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuide). Sigh et al. (2013), também verificaram altos níveis

de peroxidase quando, o algodão, tomate e feijão-caupi foram infestados por três diferentes pragas agrícolas, *Spodoptera* sp., *Aphis craccivora* e também *B. tabaci*. Bronner et al. (1991) verificaram o aumento da peroxidase associada à resposta hipersensível de *Solanum dulcamara* a *Aceria cladophthirus*.

As análises enzimáticas realizadas em folhas de tomateiro por Mayer et al. (2002) mostraram que a infestação com a mosca-branca aumentou significativamente as atividades de quitinase foliar e peroxidase após duas semanas de alimentação do inseto. Estes autores ainda verificaram que após a retirada do inseto da planta hospedeira, estas reduziram os níveis destas mesmas enzimas, concluindo que o estresse provocado aos tomateiros pela praga, induz a produção das enzimas, que conferem defesa a planta.

Com relação os aspectos fisiológicos dos tomateiros, houve diferenças significativas entre os mesmos, quando infestados com *B. tabaci*, exceto para o parâmetro fluorescência. Aos 37 DAI o tomateiro *aurea* foi o que apresentou a maior taxa fotossintética, maior transpiração e a maior condutância estomática em contrapartida a cultivar ‘Santa Clara’ deteve os menores valores para ambos os parâmetros. A concentração de carbono interno foi maior nos tomateiros mutantes *aurea* e *cry*, e menor no mutante *phyB1* (Tabela 1).

Tabela 1. Fotossíntese (A) (\pm EP), Transpiração (E), Condutância Estomática (gs) e Carbono Interno (Ci) em tomateiros submetidos a injúrias provocados por mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, após 40 dias de infestação em casa-de-vegetação

Tomateiros	A	E	gs	Ci
	----- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ -----			
<i>aurea</i>	11,9 \pm 0,96 a	5,26 \pm 0,42 a	0,17 \pm 0,02 a	248,9 \pm 5,05 a
<i>cry</i>	7,5 \pm 0,77 b	3,90 \pm 0,26 b	0,09 \pm 0,01 b	235,6 \pm 9,92 a
<i>phyA</i>	6,5 \pm 0,28 bc	2,68 \pm 0,19 cd	0,07 \pm 0,01 bc	214,1 \pm 5,33 ab
<i>phyB1</i>	4,1 \pm 0,37 cd	1,80 \pm 0,19 de	0,03 \pm 0,00 cd	167,0 \pm 20,63 b
<i>phyB2</i>	7,3 \pm 0,84 b	3,29 \pm 0,40 bc	0,08 \pm 0,01 b	212,3 \pm 15,62 ab
Santa Clara	2,1 \pm 0,24 d	1,46 \pm 0,18 e	0,03 \pm 0,00 d	217,9 \pm 22,42 ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade. C.V (%) = 27.52% carbono interno; 37.96% transpiração; 49.95% condutância estomática; 39.21% fotossíntese

O tomateiro *aurea*, foi o menos infestado e denotou uma das melhores características fisiológicas (A, E, Ci e gs), ficando evidente que a praga afeta o desempenho das plantas sobre forte infestação, visto a diferença entre este e o tomateiro padrão ‘Santa Clara’ o qual foi o mais infestado e colonizado por *B. tabaci*. Como um processo metabólico importante, a fotossíntese contribui amplamente para o estado geral de energia celular, estimulando também o início e a

manutenção de respostas contra estresses (Kangasjärvi et al., 2014) que podem ser provocados por insetos sugadores como *B. tabaci* biótipo B (Mayer et al., 2002).

Assim como neste estudo, Bueno et al. (2006) e Buntin et al. (1993) também verificaram redução da capacidade fotossintética em tomateiros após a infestação com *B. tabaci*. Já Lin et al. (1999a) e Lin et al. (1999b) observaram a redução da capacidade fotossintética em algodoeiro quando infestados com *B. tabaci*. Com a alimentação da mosca-branca a exposição do *honeydew* favorece o crescimento da fumagina, limitando o acesso da planta à luz e reduzindo a produção de fotossíntese pela planta. Esse inseto ainda causa clorose durante a sucção da seiva das plantas o que também culmina na redução da capacidade fotossintética (Bueno et al., 2006).

O mutante *phyB1* apresentou a maior e a cultivar ‘Santa Clara’ apresentou a menor eficiência instantânea do uso da água (iWUE). Quanto a eficiência do uso da água (WUE) não observaram-se diferenças entre os tomateiros. A eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) foi maior nos tomateiros mutantes e menor no cultivar ‘Santa Clara’ (Tabela 2). Não houve diferenças significativas quanto fluorescência entre os tomateiros contanto, o mutante *phyB1* denotou o maior valor e o ‘Santa Clara’ o menor.

Tabela 2. Eficiência instantânea do uso da água (iWUE) (\pm EP), eficiência do uso da água (WUE), Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) e Fluorescência em tomateiros submetidos a injurias provocados por mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, após 40 dias de infestação em casa de vegetação

Tomateiros	iWUE	WUE	EiC	Fluorescência
	----- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ -----			
<i>aurea</i>	72,0 \pm 3,33 bc	2,27 \pm 0,09 a	0,05 \pm 0,00 a	0,098 \pm 0,03 a
<i>cry</i>	89,06 \pm 7,37 bc	1,94 \pm 0,12 a	0,03 \pm 0,00 ab	0,171 \pm 0,04 a
<i>phyA</i>	106,34 \pm 4,87 b	2,52 \pm 0,07 a	0,03 \pm 0,00 ab	0,177 \pm 0,04 a
<i>phyB1</i>	153,10 \pm 19,60 a	2,53 \pm 0,04 a	0,05 \pm 0,00 a	0,208 \pm 0,04 a
<i>phyB2</i>	109,58 \pm 11,21 ab	2,33 \pm 0,24 a	0,04 \pm 0,01 a	0,178 \pm 0,04 a
Santa Clara	57,84 \pm 11,37 c	1,83 \pm 0,24 a	0,01 \pm 0,00 b	0,165 \pm 0,04 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade. Cv: 44.96% eficiência do uso da água; 32.61% eficiência instantânea do uso da água; 74.39% eficiência intrínseca de carboxilação; 68,9% fluorescência

O tomateiro ‘Santa Clara’ foi o mais afetado pela praga e em consequência disso pode ter apresentado os menores valores de eficiência instantânea do uso da água (iWUE) e eficiência intrínseca de carboxilação (EiC). A diminuição nas taxas de fotossíntese e trocas gasosas pode ser um critério importante na avaliação dos danos causados pelos fatores de estresse a plantas,

provocados por insetos sugadores como a mosca-branca, visto que os danos provocados de forma indireta é de difícil mensuração.

Com relação ao índice de clorofila Falker também se observaram diferenças significativas entre os tomateiros quando infestados com *B. tabaci*. Quanto a clorofila a, b e clorofila total o tomateiro *phyA* apresentou os maiores índices e o *aurea* os menores (Tabela 3). O mutante *phyA* deteve a maior densidade de tricomas, já o ‘Santa Clara’ a menor. Tricomas proporcionam proteção aos tomateiros, limitando o acesso dos insetos ao limbo foliar (Toscano et al. 2001).

O tomateiro *aurea* apresentou essa redução não em relação ao ataque da praga, mas devido a sua coloração mais clara que os demais. Provavelmente o teor de clorofila na folha indica o nível nutricional de nitrogênio em plantas, a quantidade desse pigmento correlaciona-se positivamente com teor de nitrogênio na planta (Booij et al., 2000). Fato que pode ter determinado a menor colonização da mosca-branca no tomateiro *aurea*, tendo em vista que plantas com maior quantidade de nitrogênio podem ser mais propensas ao ataque de insetos sugadores.

Tabela 3. Índice de Clorofila Falker (ICF) (\pm EP) e densidade de tricomas de tomateiros submetidos a injurias provocados por mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, após 40 dias de infestação em casa de vegetação

Tomateiros	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total	Tricomas (mm ²)
<i>aurea</i>	18,6 \pm 0,58 c	3,4 \pm 0,19 d	22,1 \pm 0,74 d	35,13 \pm 0,21 b
<i>cry</i>	30,4 \pm 3,16 ab	9,1 \pm 0,51 ab	39,5 \pm 3,57 ab	23,07 \pm 15,93 cd
<i>phyA</i>	35,2 \pm 0,43 a	10,3 \pm 0,70 a	45,5 \pm 1,13 a	51,43 \pm 26,64 a
<i>phyB1</i>	29,1 \pm 1,48 ab	7,3 \pm 0,34 bc	36,4 \pm 1,19 bc	35,90 \pm 5,45 b
<i>phyB2</i>	32,7 \pm 0,53 a	8,7 \pm 0,34 ab	41,4 \pm 0,85 ab	29,63 \pm 5,85 bc
Santa Clara	24,7 \pm 1,50 bc	5,6 \pm 0,81 cd	30,3 \pm 2,27 cd	15,67 \pm 6,55 d

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade. C.V: 11,21% para clorofila a, 14,32% para clorofila b e 10,65% para clorofila total, 11,5% para densidade de tricomas

Aos 8 DAI, houve correlação positiva entre as variáveis número de ovos, número de ninfas e número de adultos de *B. tabaci*, bem como entre as variáveis número de adultos e atividade das enzimas POX e PPO, já as variáveis número de ovos e de adultos apresentaram uma correlação negativa com a variável atividade da enzima PAL (Figura 4A). Aos 23 DAI, houve uma correlação positiva entre as variáveis número de ovos, número de ninfas, número adultos de *B. tabaci* e atividade da enzima PAL. Também ocorreu correlação positiva entre as

variáveis número de ninfas, número de adultos e atividade das enzimas PPO e PAL, e entre as variáveis número de adultos e atividade das enzimas PPO e PAL (Figura 4B).

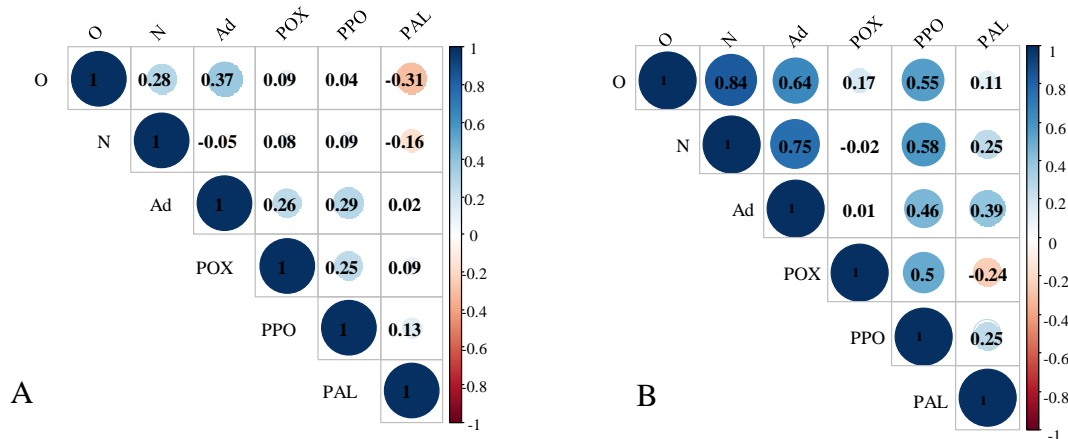


Figura 4. Correlação de Pearson entre número de Ovos (O), Ninfas (N), Adultos (Ad) e atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO), Fenilalanina amônia-liase (PAL), em tomateiros após 8 (A) e 23 (B) dias da infestação com *Bemisia tabaci*

Com o resultado dessa correlação pode-se afirmar que o ataque da mosca-branca induz os tomateiros aumentar a atividade das enzimas que conferem resistência ao ataque desta praga. A atividade das enzimas POX e PPO correlacionam-se, pois estão associadas com o processo de recuperação do estresse proporcionado pela praga as plantas.

Aos 37 DAI, houve correlação positiva entre as variáveis número de ovos, número de ninfas e número adultos de *B. tabaci*. O número de ovos, ninfas e adultos correlacionou-se negativamente com a enzima PPO e praticamente todas as variáveis fotossintéticas, exceto WUE e fluorescência. A variável densidade de tricomas correlacionou-se negativamente com as variáveis número de ovos, ninfas, adultos e fluorescência e positivamente com as demais variáveis fotossintéticas e atividade das enzimas. O aumento da infestação e colonização da mosca-branca provocaram danos a fisiologia das plantas, já os tricomas podem auxiliar na defesa dos tomateiros.

Li et al. (2013) verificaram que o teor de clorofila e carotenoides das folhas infestadas e sistêmicas de algodoeiro não foram influenciados pela infestação de ninfas de *B. tabaci*, já os teores de clorofila *a* e *b* e carotenoides em folhas de tabaco infestadas diminuiu significativamente. Os mesmos autores ainda verificaram que as ninfas de causaram sérios danos às reações fotoquímicas primárias e doadoras lado do PSII, as plantas, e que estas regem de forma diferente sobre o ataque da praga. Buntin et al. (1993), verificaram que os danos

provocados por ninfas de *B. tabaci* comprometeram as trocas gasosas e a clorofila em folhas de tomate *Lycopersicon esculentum*.

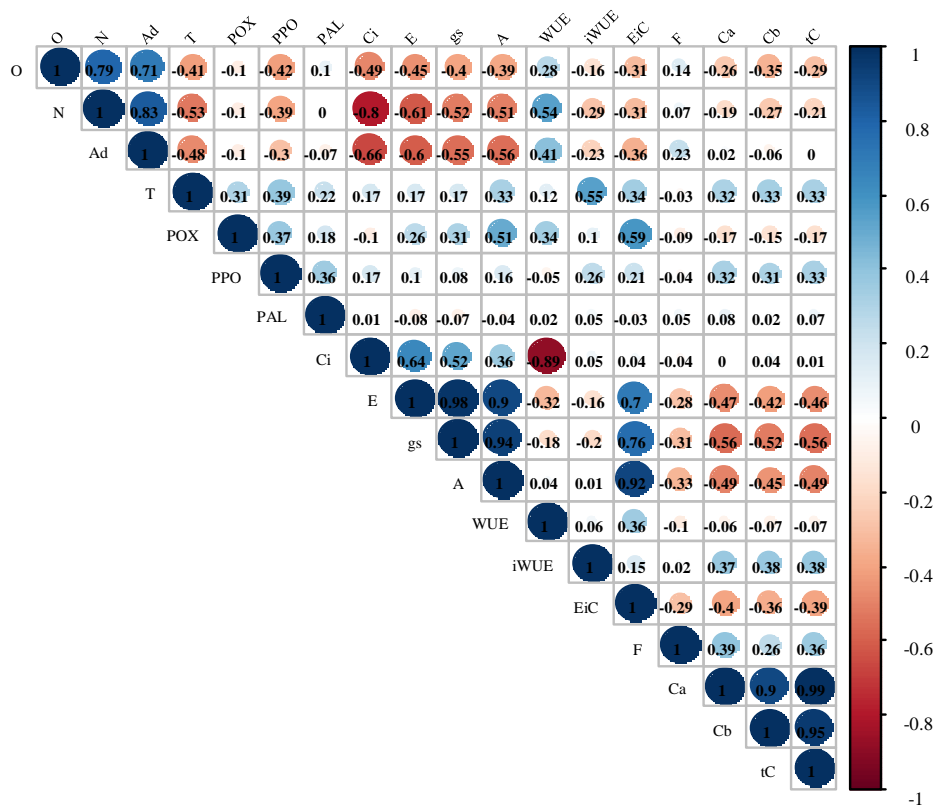


Figura 5. Correlação de Pearson entre número de Ovos (O), Ninfas (N), Adultos (Ad), Tricomas (T), atividade das enzimas Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO), Fenilalanina amônia-liase (PAL), Carbono interno (Ci), Transpiração (E), Condutância estomática (gs), Fotossíntese (A), Eficiência instantânea do uso da água (iWUE), Eficiência do uso da água (WUE), Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC), Fluorescência (F), Clorofila a (Ca), Clorofila b (Cb) e Clorofila total (tC) em tomateiros após 37 dias da infestação com *Bemisia tabaci*

CONCLUSÕES

O tomateiro mutante *aurea* confere resistência a *B. tabaci*.

Os mecanismos de defesa dos tomateiros são ativados quando infestados por *B. tabaci*, por meio do incremento na atividade das enzimas marcadoras de indução de resistência.

A fotossíntese, transpiração, condutância estomática e a concentração de carbono interno do tomate decrescem sobre infestação de *B. tabaci* biótipo B, sendo o tomateiro *aurea* o menos afetado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, H.O.; Barbosa, M.O.; Marques, A.E.; Pereira, T.H.A.; Magalhães Júnior, M.J.; Tessarollo, N.G.; Gomes, P.D.; Barros, E.G.; Stolf-Moreira, R.; Marcelino-Guimarães, F.C.; Abdelnoor, R.V.; Pereira, P.R.G.; Baracat-Pereira, M.C. Enzimas marcadoras de indução de resistência diferencialmente reguladas em soja resistente e suscetível à ferrugem-asiática-da-soja. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.47, n.2, p.163-172, 2012.

Baldin, E. L. L.; Vendramim, J. D.; Lourenção, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, v.34, n.3, p.435-441, 2005.

Baysal, O.; Soylu, E.M.; Soylu, S. Induction of defence-related enzymes and resistance by the plant activator acibenzolar-S-methyl in tomato seedlings against bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. *Plant Pathology*, v.52, p.747-753, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2003.00936.x>.

Booij, R.; Valenzuela, J.L.; Aguilera, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). *Management of nitrogen and water in potato production*. The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p.72-82.

Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v.72, p.248-254, 1976. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).

Bronner, R.; Westphal, E.; Dreger, F. Enhanced peroxidase activity associated with the hypersensitive response of *Solanum dulcamara* to the gall mite *Aceria cladophthirus* (Acari: Eriophyoidea). *Canadian Journal Botany*, v.69, p.2192-2196, 1991. <https://doi.org/10.1139/b91-275>

Bueno, A.F.; Bueno, R.C.O.; Fernandes, O.A. Resposta fisiológica das plantas de soja e tomate à injúria causada pela mosca-branca *Bemisia tabaci* raça B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Ecossistema*, v.30, n.2, p.45-49, 2006.

Buntin, G.D.; Gilbertz, D.A.; Oetting, R.D.. Chlorophyll loss and gas exchange in tomato leaves after feeding injury by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 86, p. 517-522, 1993. <https://doi.org/10.1093/jee/86.2.517>.

Cavalcante, M.G.; Vilela, E.F.; Eiras, A.E.; Zanúncio, J.C.; Picanço, M.C. Interação tritrófica entre *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eucalyptus* e lagartas de *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae): I visitação. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.29, n.4, p.697-703, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80592000000400009>.

Cruz, P.L.; Baldin, E.L.L.; Guimarães, L.R. P.; Pannuti, L.E.R.; Lima, G.P.P.; Heng-Moss, T.M.; Source, T.E.H. Tolerance of KS-4202 Soybean to the Attack of *Bemisia tabaci* Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist, v.99, n.4, p600-607. 2016. <https://doi.org/10.1653/024.099.0403>.

Falker automação agrícola Ltda. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030). Porto alegre, Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

Firdaus, S.; Heusden, A.W.; Hidayati, N.; Supena, E.D.J.; Visser, R.G.F.; Vosman, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, v.187, n.1, p.31-45, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0704-2>.

Gerasimova, N.G.; Pridvorova, S.M.; Ozeretskoykaya, O.L. Role of L-phenylalanine ammonia-lyase in the induced resistance and susceptibility of potato plants. *Applied Biochemistry and Microbiology*, v.41, p.103-105, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10438-005-0019-3>.

Gomes, R.F. Enxertia, atividade enzimática e orientação do tomateiro com quatro hastes. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013, 67 p. Dissertação.

Kangasjärvi, S.; Tikkanen, M.; Durian, G.; Aro, E.M. Photosynthetic light reactions – An adjustable hub in basic production and plant immunity signaling. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 81, p. 128-134, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.12.004>.

Lacerda, J.T & Carvalho, R.A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivírus em culturas econômicas. *Tecnologia e ciência agropecuária*, v.2, n.2, p.15-22, 2008.

Lara, F. M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2. ed. São Paulo, 336p, 1991.

Leite, G.L.D.; Picanço, M.; Azevedo, A.A.; Gonring, A.H.R. 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., Tan, W., Xue, M. et al. Dynamic changes in photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Nicotiana tabacum* infested by *Bemisia tabaci* (Middle East–Asia Minor 1) nymphs. *Arthropod-Plant Interactions*, v.7, p.431-443, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11829-013-9260-5>.

Lin, T.-B.; Schwartz, A.; Saranga, Y. Photosynthesis and productivity of cotton under silverleaf whitefly stress. *Crop Science*, v. 39, p.174-184, 1999a. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010028x>.

Lin, T.-B.; Schwartz, A.; Saranga, Y. Nonstomatal factors limit cotton photosynthesis under silverleaf whitefly stress. *Physiologia Plantarum*, v. 107, p.303-311, 1999b. [https://DOI: 10.1034/j.1399-3054.1999.100307.x](https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1999.100307.x).

Luckwill, L.C. The genus *Lycopersicon*; an historical, biological and taxonomic survey of wild and cultivated tomatoes. Aberdeen: Univ. Studies, 1943, 44p.

Macagnan, D.; Romeiro, R.S.; Baracat-Pereira, M.C.; Lanna-Filho, R.; Batista, G.S.; Pomella, A.W.V. Atividade de enzimas associadas ao estado de indução em mudas de cacaueteiro expostas a dois actinomicetos residentes de filoplano. *Summa Phytopathologica*, v.34, p.34-37, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052008000100007>.

Mayer, R.T.; Inbar, M.; McKenzie, C.L.; Shatters, R.; Borowicz, V.; Albrecht, U.; Powell, C.A.; Doostdar, H. Multitrophic interactions of the silverleaf whitefly, host plants, competing herbivores, and phytopathogens **. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, v.51, p.151-169, 2002. <https://doi.org/10.1002/arch.10065>.

Nicholson, R.L.; Hammerschmidt, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. *Annual Review Phytopathology, United States*, v. 30, p. 369-389, 1992. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.30.090192.002101>.

Oliveira, F.A.; Silva, D.J.H.; Leite, G.L.D.; Jham, G.N.; Picanço, M.C. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae*, v.119, n.2, p.182-187, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.012>.

Painter, R. H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. McMillan, New York.

Rani, P.U.; Pratyusha, S. Defensive role of *Gossypium hirsutum* L. anti-oxidative enzymes and phenolic acids in response to *Spodoptera litura* F. feeding. Journal of Asia Pacific Entomology, v. 16, p. 131-136, 2013. [https:// DOI: 10.1016 / j.aspen.2013.01.001](https://doi.org/10.1016/j.aspen.2013.01.001).

Silva, R.F., Pascholati, S.F. & Bedendo, I.P. Indução de resistência em tomateiro por extratos aquosos de *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra *Ralstonia solanacearum*. Fitopatologia Brasileira 32:189-196. 2007.

Silva, V.F.; Maluf, W.R.; Cardoso, M.G.; Gonçalves Neto, A.C.; Maciel, G.M.; Nízio, D.A.C.; Silva, V.A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca-branca e ao ácaro-rajado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, n.10, p.1262-1269, 2009. [https://doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582007000300002](https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000300002).

Singh, H.; Dixit, S.; Verma, P.C.; Singh P.K. Differential peroxidase activities in three different crops upon insect feeding. Plant Signaling & Behavior, v. 8, n. 9, p.25615-1 – e. 25615-7, 2013. [https://doi: 10.4161 / psb.25615](https://doi.org/10.4161/psb.25615).

Toscano, L.C.; Boiça Júnior, A.L.; Martins, G.L.M.; Maruyama, W.I. Biologia de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de tomateiro em duas épocas. Revista de Agricultura Neotropical, v. 3, n. 4, p.1-6, 2016.

Toscano, L.C.; Boiça Júnior, A.L.; Maruyama, W.I. Avaliação de aspectos fisiológicos de três genótipos de tomateiro infestados por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotropical Entomology, v. 33, n.4, p.777-782, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000600016>.

Toscano, L.C.; Boiça Júnior, A.L.; Maruyama, W.I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. Scientia Agricola, v.59, n.4, p.677-681, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000400009>.

Toscano, L.C.; Boiça Júnior, A. L.; Santos, J. M.; Almeida, J. B. S. A. Tipos de tricomas em genótipos de *Lycopersicon*. Horticultura Brasileira, v.19, n. 3, p.204-206, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362001000300009>.

Wang, XY.; Zhou, LH.; Xu, B.; Xing, X.; Xu, GQ. Seasonal occurrence of *Aphis glycines* and physiological responses of soybean plants to its feeding. Insect Science, v.21, p.342–351, 2014. [https:// doi: 10.1111 / 1744-7917.12099](https://doi.org/10.1111/1744-7917.12099).

Artigo III

Interação tritrófica de tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e do parasitoide *Encarsia hispida*

(Artigo nas normas da Revista Bragantia do Instituto Agronômico de Campinas -IAC)

Interação tritrófica de tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e do parasitoide

Encarsia hispida

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi investigar a interação tritrófica entre tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e o parasitoide *Encarsia hispida*. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, (LEN/CCA/UFPB). Foram seis tomateiros avaliados, sendo cinco mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) e a cultivar padrão ('IAC-Santa Clara'). Utilizaram-se os tomateiros como hospedeiros de *B. tabaci*, e as ninfas de 3º e 4º instar foram submetidas ao parasitismo de *E. hispida*. Avaliou-se o desenvolvimento biológico desse parasitoide e também o índice de parasitismo natural e sob liberações. O desenvolvimento biológico do parasitoide não foi afetado pelos tomateiros mutantes, o período de ovo a larva, o pupal, e de ovos a adultos não foram influenciados pela planta hospedeira da mosca-branca, assim como a longevidade e a razão sexual dos adultos. Quanto ao parasitismo, o índice foi maior em ambiente protegido, sendo o mutante *aurea* e a cultivar padrão com os maiores valores, já em campo não se observou diferenças entre os tomateiros. As ninfas de *B. tabaci* oriundas dos tomateiros mutantes proporcionam um desenvolvimento biológico adequado ao parasitoide *E. hispida*; o índice de parasitismo é maior diante da liberação do parasitoide *E. hispida*; o tomateiro *aurea* apresenta junto a cultivar padrão 'IAC Santa Clara' maior índice de parasitismo.

Palavras-chave: Controle biológico, *Solanum lycopersicum* L., Resistência de plantas a insetos.

Tritrophic interaction of tomato mutants, *Bemisia tabaci* biotype B and the parasitoid

Encarsia hispida

ABSTRACT: The objective of this work was to investigate the tritrophic interaction between mutant tomatoes, *Bemisia tabaci* biotype B and the parasitoid *Encarsia hispida*. The experiments were carried out at the Agricultural Entomology Laboratory of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraiba (LEN / CCA / UFPB). Six tomatoes were evaluated, being five mutants (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) and the standard cultivar ('IAC-Santa Clara'). Tomatoes were used as hosts of *B. tabaci*, and the 3rd and 4th instar nymphs were submitted to the parasitism of *E. hispida*. It was evaluated the biological development of this parasitoid and also the natural parasitism index and under releases. The biological development of the parasitoid was not affected by mutant tomatoes, egg-larval, pupal, and egg-to-adult periods were not influenced by the host plant of the whitefly, as well as longevity and sexual ratio of adults. As for the parasitism, the index was higher in protected environment, the mutant *aurea* and the standard cultivar with the highest values, already in the field no differences were observed among tomato plants. The *B. tabaci* nymphs from the mutant tomatoes provide a suitable biological development for the parasitoid *E. hispida*; the rate of parasitism is higher in relation to the release of the parasitoid *E. hispida*; the tomato *aurea* presents with the standard cultivar 'IAC Santa Clara' a higher rate of parasitism.

Keywords: Biological control, *Solanum lycopersicum* L., Plant resistance.

INTRODUÇÃO

O tomateiro *Solanum lycopersicum* é considerado uma das hortaliças mais importantes, tanto em termos nutricionais quanto de produção e por seu elevado valor econômico. Contudo, problemas fitossanitários são os principais responsáveis por reduzir a sua produtividade. Dentre esses principais problemas estão os provocados pela mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius)

biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), que além de provocar danos diretos como a sucção de seiva e injeção de toxinas as plantas (BALDIN & BENEDUZZI, 2010), provocam danos indiretos como insetos vetores de viroses do mundo (FERNANDES et al. 2009), ambos os danos reduzem significativamente a produtividade desta cultura.

O uso de cultivares resistentes no controle de pragas é um método considerado ideal no manejo integrado de pragas (MIP), pois permite a associação com todos os outros métodos. O MIP elimina ou reduz o número de aplicações de inseticidas e todos os problemas por estes acarretados. A literatura reporta alguns trabalhos com resultados significativos quando se trata tomateiros que conferem resistência a mosca-branca, tais como Fernandes et al. (2009) que avaliaram 34 acessos de tomateiros; Toscano et al. (2002), Toscano et al. (2004) e Baldin et al. (2005) que testaram acessos de *Lycopersicum hirsutum*, *Lycopersicum peruvianum*, *Lycopersicum pennellii* e *Lycopersicum pimpinellifolium*; e Firdaus et al. (2012) que avaliaram 46 diferentes acessos entre eles espécies selvagens. Todos esses autores atribuíram como principal mecanismo de resistência a antixenose.

As pesquisas que buscam relacionar a interação de tomateiros resistentes com a mosca-branca e seus inimigos naturais não são frequentes. Torna-se imprescindível entender a interação planta-herbívoros-inimigo natural (PRICE, 1981), para tornar o controle biológico junto com a resistência de plantas métodos eficientes no controle de *B. tabaci*. As características da planta hospedeira podem interferir de forma positiva ou negativa sobre o inseto-praga, e também os seus inimigos naturais (BUKOVINSZKY et al. 2009), como por exemplo afetar o parasitoide *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae) (HERNÁNDEZ-SUÁREZ et al., 2003; TORRES et al., 2014) que usa as ninfas desse hemíptero para ovipositar, e completar todo o seu ciclo biológico. Existe uma necessidade de se analisar as interações trítroficas entre plantas, herbívoros e parasitoides, tão logo que a resistência de plantas e o controle biológico

podem se configurar como componentes principais dentro de um sistema de manejo integrado de pragas.

Diferentes cultivares de tomateiros podem apresentar uma composição variada quanto aos seus constituintes secundários, que geralmente estão relacionados a defesa da planta quando está sobre ataque de insetos-praga. O parasitoide de ninfas da mosca-branca *E. hispida*, pode identificar diferenças na qualidade das plantas escolhidas por seu hospedeiro para alimentação e escolher aquelas que oferecem a melhor condição para o desenvolvimento da sua descendência (LEAL & ZUCOLOTO, 2008; BUKOVINSZKY et al. 2009). Ampliando assim a necessidade de realizar estudos que mensurem se plantas no qual são hospedeiras da mosca-branca vão afetar o desenvolvimento biológico de seus inimigos naturais, tanto quanto sua escolha para dar continuidade a sua prole. Diante destes fatos, o objetivo deste trabalho foi investigar a interação tritrófica entre tomateiros mutantes, *Bemisia tabaci* biótipo B e o parasitoide *Encarsia hispida*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em ambiente protegido por tela antiafídeo, no Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LEN/CCA/UFPB), Areia-PB. Foram utilizados cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) e a cultivar padrão susceptível 'IAC-Santa Clara'. As sementes dos tomateiros mutantes foram gentilmente cedidas pela equipe de pesquisa do prof. Rogério F. Carvalho (FCAV-UNESP).

Criação da mosca-branca *Bemisia tabaci* e do parasitoide *Encarsia hispida*

A criação de *B. tabaci* biótipo B e do *E. hispida* foi conforme a metodologia utilizada por Oliveira et al. (2016) em plantas de couve-manteiga *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Os parasitoides fêmeas foram coletados nas plantas de couve, infestadas com ninfas da mosca-

branca, com o auxílio de tubos de ensaios finos (18 x 0,7 cm) e liberados em plantas de couve que estavam isoladas com gaiolas confeccionadas de tecido 'voil' antiafídeo (50 x 26 cm) que estavam prontas a serem colonizadas, pois estavam infestadas com ninfas de 3º e 4º ínstaes da mosca-branca.

Quando os parasitoides alcançaram a fase pupal foram removidos das folhas da planta hospedeira, com auxílio de um de alfinete entomológico, e posteriormente colocados em tubos de ensaio (18 x 0,7 cm) os quais foram revestidos com plástico filme, até a emergência dos adultos. Após a emergência, os parasitoides foram alimentados com um fio de mel (20%), que foi disposto dentro do tubo de ensaio com um alfinete entomológico a cada três dias ou conforme fora observado a sua necessidade.

Desenvolvimento biológico de *E. hispida* em tomateiro

Para semeadura dos tomateiros utilizou-se o substrato Plantmax® em bandejas de polipropileno, sendo regadas de uma ou duas vezes ao dia, de acordo com a necessidade. Para o transplântio utilizaram-se plantas com quatro folhas definitivas (15 dias após a semeadura) que foram transplantadas em sacos de polietileno de 3,0 L, contendo uma mistura de solo, esterco e areia na proporção de 3:1:1 respectivamente e que foram regadas a cada dois dias.

A condução desse ensaio seguiu a metodologia utilizada por Oliveira et al. (2016). Utilizaram-se plantas de cinco tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) e de um tomateiro padrão suscetível a 'IAC-Santa Clara' com 30 dias do transplântio. Isolou-se um folíolo de cada planta com uma gaiola (18 x 13 cm) confeccionada de tecido 'voil' antiafídeo, e liberaram-se 20 casais de mosca-branca por um período de 24 horas. Quando o período ninfal da mosca-branca alcançou o terceiro ínstar, selecionaram-se quatro ninfas para submeter ao parasitismo por *E. hispida*.

Essas ninfas foram isoladas nos folíolos através de uma minigaiola, confeccionada por um clip e uma área cilíndrica de polipropileno (12 x 8 cm), que fora fixada no folíolo, para ter-se o controle dos indivíduos observados.

Os parasitoides utilizados nessa fase tinham até 24 horas de vida, eles foram liberados dentro da minigaiola, permanecendo em contato com o seu hospedeiro 24 horas. Após esse contato do parasitoide com o as ninfas da praga, registrou-se, diariamente através de observações feitas em microscópio estereoscópico, o seu desenvolvimento biológico. Ao atingir a fase de pupa, essas foram removidas das plantas hospedeiras e acondicionadas em tubos de ensaios similares aos usados na criação, onde aguardou-se a emergência dos adultos. Após a emergência estes foram alimentados para registro de sua longevidade.

Os parâmetros biológicos de *E. hispida* avaliados foram os períodos de desenvolvimento correspondentes da oviposição a larva, o período de pupa, a longevidade, a oviposição até a fase adulta e a razão sexual. Este experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se seis tomateiros (tratamentos) com 12 repetições.

Parasitismo de *E. hispida*

Para o registro da incidência do parasitoide em ninfas de *B. tabaci* biótipo B em tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) e no tomateiro padrão suscetível ‘IAC-Santa Clara’ em casa-de-vegetação foi adaptado a metodologia proposta por Simmons e Abb-Rabou (2005). Coletaram-se quatro folíolos de cada tomateiro, da parte mediana da planta, totalizando-se 24 folhas por tipo de tomateiro posteriormente esses folíolos foram levados ao laboratório e analisados em microscópio estereoscópico.

Para avaliação do parasitismo natural em campo, mudas desses mesmos tomateiros foram transplantadas para campo experimental do Laboratório de Entomologia Agrícola do CCA/UFPB, de outubro a dezembro de 2017. As mudas dos tomateiros foram transplantadas após 15 dias da semeadura em canteiros, com espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre

linhas. A irrigação foi por gotejamento e os demais tratamentos culturais como adubação orgânica, desbrota e condução seguiram a recomendação técnica para a cultura, a qual não recebeu tratamentos fitossanitários. Esses tomateiros foram distribuídos em quatro blocos, sendo cada bloco composto por dois canteiros, utilizando-se 16 plantas por tratamento. Nas avaliações descartaram-se as plantas da bordadura, e a metodologia utilizada para avaliação do parasitismo natural foi a supracitada anteriormente em casa-de-vegetação.

O parasitismo das ninfas de *B. tabaci*, foi calculado usando a equação de Simmons e Abb-Rabou (2005), $P = (NPP + NP + NA) / (NN2 + NN3 + NN4 + NPP + NP + NA) \times 100$, onde: NPP corresponde ao nº de pré-pupas do parasitoide, NP ao nº pupas do parasitoide, NA ao nº de adultos do parasitoide, já NN2, NN3 e NN4 correspondem ao nº de ninfas de 2º, 3º e 4º ínstaes da mosca-branca, respectivamente.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento biológico do parasitoide *Encarsia hispida* não foi afetado pelos diferentes tipos de tomateiros. Os tomateiros mutantes (*aurea*, *cry*, *phyA*, *phyB1*, *phyB2*) não se diferenciaram estatisticamente do cultivar padrão suscetível ('IAC-Santa Clara'), quando se observou a duração dos períodos de ovo a larva, pupal e de ovo a adulto (Tabela 1). Estes parâmetros sofreram uma variação que pode ser considerada mínima entre os tomateiros, onde apresentaram em média de 6,08 a 6,25, 5,08 a 5,75 e 30,50 a 31,92 dias de duração, respectivamente. A não diferença no desenvolvimento biológico do inseto pode estar relacionado ao fato das plantas estarem submetidas as mesmas condições nutricionais, tipo de solo, irrigação e adubação, o que influencia diretamente no desenvolvimento da mosca-branca,

já que é característico dos hemípteros o consumo da seiva elaborada das plantas. Geralmente, os parasitoides identificam as diferenças na qualidade das plantas consumidas por seus hospedeiros, e tendem a escolher aquelas que ofertam melhores condições para o desenvolvimento de sua espécie (BUKOVINSZKY et al. 2009).

Quanto aos parâmetros longevidade e razão sexual, estes chamam atenção mesmo não terem apresentados diferenças estatísticas significativas, pois podem revelar um elevado potencial desse inseto como agente do controle biológico da mosca-branca (Tabela 1), uma vez que a razão sexual é 1,00 e que as fêmeas têm uma longevidade superior a 18 dias de duração, características que são bem consideráveis na escolha de um agente para multiplicação e utilização no controle biológico aplicado. A razão sexual deste parasitoide é atribuída a uma característica da reprodução assexuada do gênero *Encarsia*, do tipo partenogênese telítoca, onde a dominância de insetos emergidos é de fêmeas, podendo ser atribuída a relação com simbionte *Cardinium hertigii* (GIORGINI et al. 2009). No entanto, a razão sexual pode ter sido afetada pelo tipo de hospedeiro no qual a praga é oriunda, logo esses tomateiros não afetaram essa característica do parasitoide.

Sendo o controle biológico uma ferramenta essencial no manejo integrado de pragas, é importante verificar se o tipo e hospedeiro não afeta o desenvolvimento biológico do inimigo natural, pois na seleção de espécies que demonstrem algum tipo de resistência contra essa praga, é importante correlacionar várias características que venham elevar a eficiência de uma espécie vegetal dentro de um programa de manejo integrado. O fato dos tomateiros mutantes não terem influenciado negativamente o ciclo biológico do parasitoide *E. hispida* merece ênfase quanto possíveis fontes de resistência a *B. tabaci*, e o parasitoide como potencial agente de controle dessa praga. Tendo em vista que a dinâmica populacional e a biologia de parasitoides do gênero *Encarsia* podem ser afetadas significativamente por fatores físicos como a temperatura,

umidade, fatores como estado nutricional, tipos de hospedeiros e suas características (HODDLE et al. 1998).

Oliveira et al. (2016) denotaram que o desenvolvimento biológico de *E. hispida* também não sofreu variação quando submetidos a ninfas de mosca-branca oriundos de duas cultivares de algodoeiro. Autores atribuem a diferentes tipos de hospedeiros o encurtamento ou prolongamento do ciclo biológico de parasitoides do gênero *Encarsia*, sendo os resultados obtidos nessa pesquisa semelhantes aos observados em outros hospedeiros (OLIVEIRA et al. 2016; PESSOA et al. 2016).

Diferentemente do resultado obtido no desenvolvimento biológico, o índice de parasitismo de *E. hispida* em de casa de vegetação mostrou diferenças significativas entre os tomateiros (Figura 1). O tomateiro mutante *aurea* e a cultivar padrão 'IAC Santa Clara' proporcionaram os maiores índices de parasitismo, já os mutantes *phyB2* e *cry* apresentaram os menores valores. Graf et al. (2006) e Oliveira et al. (2016) também denotaram diferenças entre o índice de parasitismo quando o hospedeiro da praga foi tomateiro e algodão, respectivamente. Diversas substâncias do metabolismo secundário das plantas podem atuar na interação entre as plantas, pragas e inimigos naturais, essas substâncias geralmente estão envolvidas na defesa natural das plantas (PRICE, 1984). Fato esse que pode explicar a variabilidade no índice de parasitismo entre os tomateiros avaliados.

Outros fatores também podem influenciar na interação entre plantas, pragas e inimigos naturais, como por exemplo características que se referem a morfologia das plantas, como largura e comprimento das folhas, quantidade de ramificações que irão influenciar no microclima formado na planta (CAVALCANTE et al. 2000) que respondera diretamente na atratividade dos insetos-praga e seus inimigos naturais.

Quanto ao índice de parasitismo natural em campo, não se observaram diferenças entre os tomateiros, tanto os mutantes quanto a cultivar padrão apresentaram valores semelhantes

(Figura 1). Simmons e Abb-Rabou, (2005) também não observaram diferenças entre o parasitismo de *Encarsia sophia* em campo, quando os hospedeiros da mosca-branca foram o repolho, pepino e berinjela, contudo esses autores apresentaram valores superiores no índice de parasitismo, chegando a 20 %.

A interação foi significativa entre o índice de parasitismo em casa-de-vegetação e em campo, em todos os tomateiros os valores foram superiores em casa de vegetação (Tabela 2). Diferença essa também observada em estudo semelhante realizado por Simmons e Abb-Rabou (2005) com *E. sophia*, onde o índice de parasitismo foi superior em casa-de-vegetação dado a influência da liberação desses inimigos naturais, que funcionou como valor aditivo.

Comparando-se o índice de parasitismo em campo e em casa de vegetação, fica notório a importância da realização de liberações de parasitoides em programas de manejo integrado de pragas. O uso desse único método de controle atingiu até 40% da redução da praga, se ampliarmos a metodologia proposta por Simmons e Abb-Rabou (2005) e associarmos a outros métodos esse equivalente pode crescer substancialmente. Dentre os métodos de controle que podem ser associados ao controle biológico, o uso de variedades resistentes é o ideal, pois é o único método de controle compatível com todos os outros. Por isso, é imprescindível entender e estabelecer a interação que envolve planta-herbívoros-inimigo natural para garantir o sucesso no uso do controle biológico com o uso de insetos entomófagos.

CONCLUSÃO

Os tomateiros mutantes proporcionam um desenvolvimento biológico adequado do parasitoide *Encarsia hispida*.

O índice de parasitismo é maior diante da liberação do parasitoide *Encarsia hispida*, e o tomateiro *aurea* apresenta junto ao cultivar padrão 'IAC Santa Clara' maior índice de parasitismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldin, E. L. L., Vendramim, J. D., Lourenção, A. L. (2005). Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, 34, 435-441. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300012>.
- Baldin, E. L. L., Beneduzzi, R. A. (2010). Characterization of antibiosis and antixenosis to the whitefly silverleaf *Bemisia tabaci* B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in several squash varieties. *Journal of Pest Science*, 83, 223–229. <http://dx.doi.org/10.1007/s10340-010-0289-2>.
- Bukovinszky, T., Poelman, E. H., Gols, R., Prekatsakis, G., Vet, L. E. M., Harvey, J. A., Dicke, M. (2009). Consequences of constitutive and induced variation in plant nutritional quality for immune defence of a herbivore against parasitism. *Oecologia*, 160, 299-308. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-009-1308-y>.
- Cavalcante, M. G., Vilela, E. F., Eiras, A. E., Zanúncio, J. C., Picanço, M. C. (2000). Interação tritrófica entre *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eucalyptus* e lagartas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae): i visitação. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29, 697-703. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80592000000400009>.
- Fernandes, M. E. S., Silva, D. J. H., Fernandes, F. L., Picanço, M.C., Gontijo, P. C., Galdino, T. V. S. (2009). Novos acessos de tomateiro resistentes à mosca-branca biótipo B. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 1545-1548. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100024>.
- Firdaus, S., Heusden, A. W., Hidayati, N., Supena, E. D. J., Visser, R. G. F., Vosman, B. (2012). Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, 187, 31-45. <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-012-0704-2>.

Giorgini, M., Monti, M. M., Caprio, E., Stouthamer, R., Hunter, M. S. (2009). Feminization and the collapse of haplodiploidy in an asexual parasitoid wasp harboring the bacterial symbiont *Cardinium*. *Heredity*, 102, 365-371. <http://dx.doi.org/10.1038/hdy.2008.135>.

Graff, V., Lemmet-Burlat, S., Bordat, D., Trottin-Caudal, Y. *Encarsia hispida* de Santis, parasitoïde de *Bemisia tabaci* (Gennadius): efficacité en serres de production d'hibiscus et poinsettia et quelques éléments de biologie en conditions de laboratoire sur tomate, poivron et concombre. (2006). *Anais da 3ÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION DES CULTURES - AFPP*, 800-808. <http://www.astredhor.fr/data/info/153837-CR73.pdf>.

Hernández-Suárez, E., Carnero, A., Aguiar, A., Prinsloo, G., Lasalle, J., Polaszek, A. (2003) Parasitoids of whiteflies (Hymenoptera: Aphelinidae, Eulophidae, Platygastridae; Hemiptera: Aleyrodidae) from the Macaronesian archipelagos of the Canary Islands, Madeira and the Azores. *Systematics and Biodiversity*, 1, 55-108. <http://dx.doi.org/10.1017/S1477200002001007>.

Hoddle, M. S., Van Driesche, R.G., Sanderson, J. P. (1998). Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annual Review of Entomology*, 43, 645-69. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.645>.

Leal, T. A. B. S and Zucoloto, F. S. (2008). Selection of artificial hosts for oviposition by wild *Anastrepha oblique* (Macquart) (Diptera, Tephritidae): influence of adult food and effect of experience. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52, 467-471. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000300023>.

Oliveira, R., Oliveira, G. M., Souza, M. S., Borba, M. A., Vendruscolo, J., Nunes, G. S., Nascimento, I. N., Batista, J. L. (2016). Development and parasitism of *Encarsia hispida*

(Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* biotype B in cotton. African Journal of Agricultural Research, 11, 2266-2270. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11078>.

Pessoa, R.; Rossi, G. D.; Busoli, A. C. (2016). Transgenic cotton-fed *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) affects the parasitoid *Encarsia desantisi* Viggiani (Hymenoptera: Aphelinidae) development. Neotropical Entomology, 45, 102-106. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-015-0336-z>.

Price, P. W. (1981). Semiochemicals in evolutionary time, pp. 251-279. In: Norduland, D. A, R. L. Jones & W.J. Lewis (eds.), Semiochemicals - their role in pest control. New York, John Wiley and Sons, 487.

Price, P. W. (1984). Insect ecology. New York, Wiley-Interscience, 607.

Simmons, A. M and Abd-Rabou, S. (2005). Parasitism of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) after multiple releases of *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) in three vegetable crops. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 22, 73–77. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.869893>.

Torres, L. C., Lourenção, A. L., Costa, V. A., Souza, B., Costa, M. B., Tanque, R. L. (2014). Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. Neotropical Entomology, 43, 189-191. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0188-3>.

Toscano, L. C., Boiça Júnior, A. L., Maruyama, W. I. (2004). Assessment of physiological aspects of three tomato genotypes infested by *Bemisia tabaci* Gennadius biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotropical Entomology, 33, 777-782. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000600016>.

Toscano, L. C., Boiça Júnior, A. L., Maruyama, W.I. (2002). Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. *Scientia Agricola*, 59, 677-681. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000400009>.

Tabela 1. Parâmetros biológicos (EP±) de *Encarsia hispida* parasitando *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro.

Tomateiros	Parâmetros biológicos (Dias)				Razão Sexual
	Ovo a Larva	Pupa	Longevidade	Ovo a Adulto	
<i>aurea</i>	6,17 ± 0,11 a	5,75 ± 0,28 a	20,00 ± 0,54 a	31,92 ± 0,66a	1,00
<i>cry</i>	6,25 ± 0,13 a	5,58 ± 0,31 a	20,58 ± 0,68 a	32,42 ± 0,71a	1,00
<i>phyA</i>	6,08 ± 0,08 a	5,50 ± 0,23 a	18,92 ± 0,92 a	30,50 ± 0,91 a	1,00
<i>phyB1</i>	6,08 ± 0,08 a	5,08 ± 0,08 a	20,08 ± 0,96 a	31,25 ± 0,97 a	1,00
<i>phyB2</i>	6,08 ± 0,08 a	5,42 ± 0,23 a	19,33 ± 0,72 a	30,83 ± 0,74 a	1,00
Santa Clara	6,25 ± 0,13 a	5,17 ± 0,11 a	19,50 ± 1,00 a	30,92 ± 1,06 a	1,00

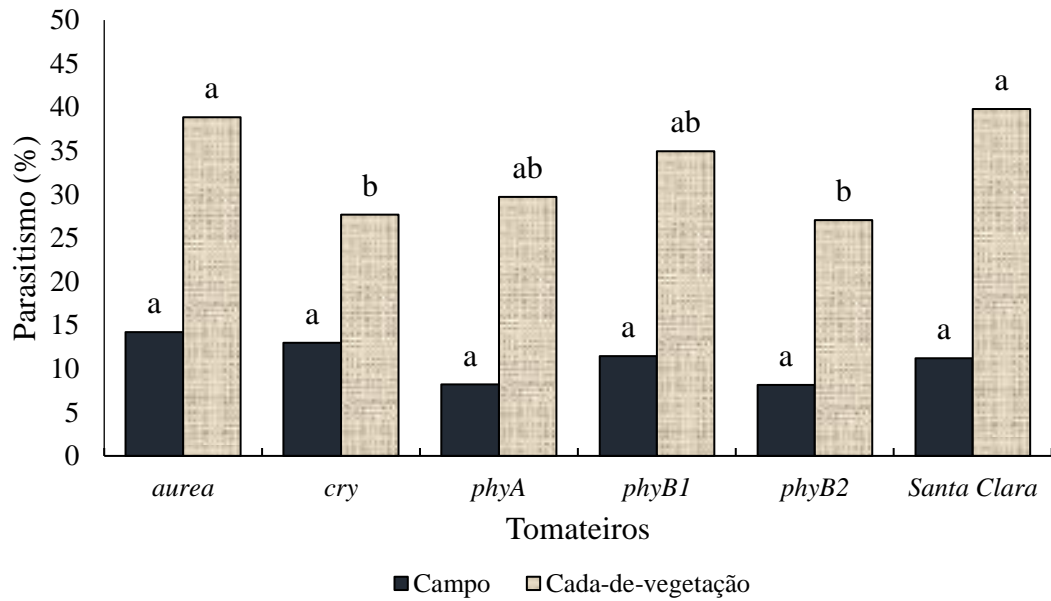
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0.05$). CV: 5,97% para ovo a larva, 14,31% pupa, 14,42% longevidade e 9,45% ovo a adulto.

Tabela 2. Interação entre o parasitismo (EP±) de ninfas da mosca-branca por *Encarsia hispida* em tomateiros cultivados em diferentes ambientes.

Tomateiros	Parasitismo (%)	
	Casa-de-vegetação	Campo
<i>aurea</i>	38,9 ± 2,22 aA	14,2 ± 2,08 aB
<i>cry</i>	27,7 ± 1,73 bA	13,0 ± 1,46 aB
<i>phyA</i>	29,7 ± 1,60 abA	8,2 ± 1,34 aB
<i>phyB1</i>	34,9 ± 3,02 abA	11,5 ± 1,81 aB
<i>phyB2</i>	27,1 ± 1,55 bA	8,1 ± 1,25 aB
Santa Clara	39,8 ± 3,73 aA	11,2 ± 2,40 aB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0.05$). CV: 46,50%.

Figura 1. Parasitismo (%) de ninfas da mosca-branca por *Encarsia hispida* em tomateiros em casa-de-vegetação e campo.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula dentro de cada ambiente não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0.05$).