

**Resistência de genótipos
de tomateiros a *Bemisia tabaci*
(Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae)
biótipo B**



Foto: Alice K. Inoue-Nagata

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 118

Resistência de genótipos de tomateiros a *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B

Miguel Michereff-Filho
Karla Fernanda A. de S. Silva
Leonardo S. Boiteux
Maria Esther N. F. Boiteux
Ana Caroline de A. Texeira
Antônio Williams Moita

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília – DF

CEP 70.351-970

Fone: (61)3385.9000

Fax: (61)3556.5744

Home page: www.embrapa.br

E-mail: sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *George James*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Mariane Carvalho Vidal*

Jadir Borges Pinheiro

Fabio Akyoshi Suinaga

Italo Moraes Rocha Guedes

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Caroline Pinheiro Reyes

Daniel Basílio Zandonadi

Marcelo Mikio Hanashiro

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2014): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

MICHEREFF-FILHO, M.

Resistência de genótipos de tomateiros a Bemisia tabaci (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B / Miguel Michereff Filho ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.

20 p. - (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 118).

1. Tomate. 2. Praga. 3. Variedade resistente. 4. Mosca branca. I. Silva, Karla Fernanda A. de S. II. Boiteux, Leonardo Silva. III. Fonseca-Boiteux, Maria Esther N. IV. Texeira, Ana Caroline de A. V. Moita, Antônio Williams. VI. Título. VII. Série.

CDD 632.7

©Embrapa, 2014

Sumário

| | |
|-----------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract..... | 7 |
| Introdução..... | 9 |
| Material e Métodos..... | 10 |
| Resultados e Discussão..... | 14 |
| Conclusões..... | 22 |
| Referências | 22 |

Resistência de genótipos de tomateiros a *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B

*Miguel Michereff-Filho*¹

*Karla Fernanda A. de S. Silva*²

*Leonardo S. Boiteux*³

*Maria Esther N. Fonseca Boiteux*⁴

*Ana Caroline de A. Texeira*⁵

*Antônio Williams Moita*⁶

Resumo

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B destaca-se como uma das principais pragas do tomateiro no Brasil. O desenvolvimento de variedades resistentes usando genes derivados de tomateiros selvagens (silvestres) surge como uma estratégia para reduzir os problemas causados por esta praga. Genótipos oriundos do cruzamento entre um acesso de tomate cultivado (*Solanum lycopersicum* L.) e um acesso de tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.) foram avaliados visando encontrar fontes

¹ Eng. Agr., DSc. – Entomologia – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Bióloga, MSc. – Doutoranda em Entomologia Agrícola, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

³ Eng. Agr., Ph.D. – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Eng. Agr., Ph.D. – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁵ Bióloga – Mestranda em Entomologia Agrícola, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁶ Matemático, M.Sc. – Estatística – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

de resistência à mosca-branca. Ensaio de preferência de oviposição foram realizados (com e sem chance de escolha) em estufa e casa de vegetação. Simultaneamente, foram determinados a densidade dos tipos de tricomas e o teor de acilaçúcares nos folíolos dos genótipos testados. No teste com chance de escolha os genótipos BTR-026, BTR-042, BTR-142, BTR-228, BTR-302 e BTR-331 tiveram as menores densidades médias de ovos, enquanto BTR-063 e BTR-343 foram os mais ovipositados. No teste sem chance de escolha o genótipo BTR-331 foi o menos preferido. No teste de preferência de adultos, os genótipos BTR-026, BTR-042 e BTR-331 apresentaram as menores infestações, sendo classificados como resistentes. Os altos níveis de resistência observados para a mosca-branca se mostraram relacionados a uma combinação de densidade mais elevada de tricomas do tipo IV e maiores teores de acilaçúcares. O presente trabalho comprova o potencial de *S. pimpinellifolium* como fonte de genes de resistência a *B. tabaci* para uso em programas de melhoramento genético do tomateiro.

Termos para indexação: Mosca-branca, germoplasma, tricomas, oviposição, acilaçúcares, *Solanum pimpinellifolium*.

Resistance of tomato genotypes to *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B

Abstract

The whitefly [*Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae)] biotype B is one of the major tomato pests in Brazil. The development of resistant varieties using genes introgressed from wild tomatoes is an alternative to reduce the problems caused by this insect. Genotypes derived from a cross between cultivated tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and wild tomato (*Solanum pimpinellifolium* L.) accessions were evaluated for their reaction to *B. tabaci*. Free-choice and non-choice tests for oviposition and plant colonization by adults were conducted under plastic house and greenhouse conditions. At the same time, the density of the type IV glandular trichome and the foliar content of acylsugars were determined for each genotype and their relationships with the levels of resistance were determined. The genotypes BTR-026, BTR-042, BTR-142, BTR-228, BTR-302, and BTR-331 exhibited lower oviposition in the free-choice test; while the genotypes BTR-063 and BTR-343 were more oviposited. The non-choice test for oviposition showed BTR-331 as the less preferred genotype. Furthermore, the genotypes BTR-026, BTR-042, and BTR-331 had lower colonization

of adults during free-choice test. The higher levels of resistance to *B. tabaci* were associated with a positive combination of higher density of type IV glandular trichome and higher levels of acylsugars accumulation in the leaf tissue. These results highlight the potential of *S. pimpinellifolium* as source for resistance genes to *B. tabaci* that might be useful in tomato breeding programs.

Index terms: Whitefly; trichomes; oviposition; acylsugars; *Solanum pimpinellifolium*.

Introdução

Bemisia tabaci (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B (= espécie críptica Middle East-Asia Minor 1) é uma das principais pragas do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) no Brasil. Esse complexo de espécies conhecido como moscas-brancas apresenta ampla gama de plantas hospedeiras (MARUBAYASHI et al., 2013). Ninfas e adultos de mosca-branca podem provocar injúrias diretas (resultando em desordens fisiológicas) e injúrias indiretas (por exemplo, a produção do *honeydew* que propicia o substrato necessário para o desenvolvimento de fungos causadores de fumagina). No entanto, a injúria mais séria na cultura do tomateiro ocasionada por *B. tabaci* é a transmissão de espécies de *Begomovirus* (família *Geminiviridae*) que afetam a qualidade dos frutos e comprometem seriamente a produção (GIORDANO et al., 2005; LACERDA; CARVALHO, 2008).

Vários métodos de controle têm sido empregados para amenizar os prejuízos causados pela mosca-branca no tomateiro (FANCELLI et al., 2003). Dentre eles, o controle via resistência é o mais promissor pela possibilidade de redução populacional desta praga com interferência no comportamento do inseto (HEINZ; ZALOM, 1995). A resistência ao inseto também contribui na redução nas taxas de disseminação dos begomovírus em condições de campo (RODRÍGUEZ-LOPÉZ et al., 2011). A resistência genética possui ainda outros atributos de interesse, sendo compatível com todos os métodos de manejo de pragas além de ser de fácil adoção pelos produtores.

Espécies silvestres (selvagens) de tomateiro (gênero *Solanum* sect. *Lycopersicon*; família Solanaceae) têm sido estudadas como fontes de resistência do tipo antixenose (não-preferência) e antibiose à mosca-branca. A resistência está principalmente relacionada com a presença de diferentes tipos de tricomas. Os tricomas são subdivididos em glandulares (tipos I, IV, VI e VII) e não glandulares (tipos II, III, V e VIII) (LUCKWILL, 1943; CHANNARAYAPPA et al., 1992). Além disso, a expressão da resistência a *B. tabaci* também depende de uma série de compostos secundários (aleloquímicos) que os tricomas glandulares produzem e armazenam (CHANNARAYAPPA et al., 1992).

As espécies *S. habrochaites* Knapp e Spooner, *S. pennellii* Correll e *S. pimpinellifolium* L. apresentam resistência à mosca-branca diretamente relacionada à não-preferência para oviposição devido à presença de tricomas glandulares e substâncias viscosas (GOFFREDA et al., 1989; CHANNARAYAPPA et al., 1992; FANCELLI et al., 2008; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011). Em *S. pimpinellifolium* a resistência a diferentes artrópodes está relacionada à presença de tricomas glandulares do tipo IV e maiores teores de acilaçúcares, que induzem repelência, mortalidade e prejudicam o desenvolvimento de pragas (FERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2000, 2003; ALBA et al., 2009; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011).

O desenvolvimento de tomateiro com altos níveis de resistência é importante no manejo integrado de pragas, pois contribui na redução das aplicações de inseticidas e dos custos de produção. Outras vantagens incluem a redução nos riscos à saúde do agricultor e minimizam a presença de resíduos (resultantes do uso abusivo de pesticidas) no produto final. A seleção de genótipos resistentes pode ser mais rápida quando se conhece os mecanismos de resistência (FANCELLI et al., 2003). Desta forma, o presente trabalho visou estudar a interação de *B. tabaci* com genótipos de tomateiro provenientes do cruzamento de *S. lycopersicum* e *S. pimpinellifolium*. A preferência para a oviposição e a atração de adultos foram os critérios utilizados para a seleção dos genótipos com mais altos níveis de resistência à mosca-branca.

Material e Métodos

Local dos ensaios e condições de criação da mosca-branca. Os experimentos foram conduzidos em estufas e casa de vegetação da Embrapa Hortaliças em Brasília-DF no período de janeiro a julho de 2011. Os insetos utilizados nos ensaios foram *B. tabaci* biótipo B (avirulíferos) oriundos de criação em plantas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* Astruc), pepino (*Cucumis sativus* Curumin) e de fumo (*Nicotiana tabacum* Samsun). As plantas foram cultivadas em vasos plásticos (2 L) preenchidos com substrato comercial (Bioplant[®],

Nova Ponte-MG), tendo proporções iguais de solo, casca de arroz e cama de frango. As plantas foram mantidas em casa de vegetação (5 x 4 x 4,5 m) com temperatura média de $26,8 \pm 1^\circ\text{C}$ e $59,8 \pm 5\%$ de umidade relativa. As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia e substituídas a cada 21 dias.

Material vegetal. No presente estudo foram utilizados 99 genótipos (famílias F_3) oriundos do cruzamento interespecífico de *S. lycopersicum* (LAM-148 = parental materno; tipo Santa Clara; padrão de suscetibilidade) e *S. pimpinellifolium* (TO-937-15 = parental paterno; tipo selvagem, padrão de resistência). O genótipo TO-937-15 foi obtido após sete gerações de autofecundação a partir de um acesso de *S. pimpinellifolium* identificado na Espanha para altos teores de acilacúcares e resistência a pragas (FERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2003; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2011). Os genótipos foram codificados pela sigla BTR ('*Bemisia tabaci* resistance'). Nos experimentos foram utilizadas entre oito a 16 plantas dos 99 genótipos, mais os dois parentais padrões de suscetibilidade e de resistência (totalizando 101 genótipos). As mudas dos genótipos foram produzidas em bandejas de poliestireno de 128 células, com substrato comercial e irrigação diária, em casa de vegetação livre de infestação da mosca-branca. As mudas permaneceram nessas condições até serem utilizadas. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendado para o tomateiro na fase de viveiro (ALVARENGA, 2004), porém, sem a aplicação de pesticidas.

Preferência de oviposição com chance de escolha. Mudas dos genótipos (35 dias após a emergência) foram transplantadas para sete canteiros de 65 m de comprimento e 0,5 m de largura instalados em duas estufas do tipo teto em arco (67 x 8 x 4,2 m). Utilizou-se uma fileira simples de cultivo por canteiro, com espaçamento de 0,55 m entre plantas na fileira. Totalizando 808 mudas em cada estufa, sendo oito plantas (repetições) para cada genótipo. As plantas de cada genótipo foram aleatoriamente distribuídas em oito blocos demarcados transversalmente ao longo dos canteiros, tendo uma planta de cada genótipo por bloco. Etiquetas de identificação individual foram fixadas na haste da planta e no solo. As plantas foram individualmente

tutoradas com fitilho. Foi utilizado sistema de irrigação por gotejamento com uma fita por canteiro. Após 15 dias do transplante dos genótipos, foi efetuada a introdução de 264 plantas de repolho em vasos (2 L) com aproximadamente 30.000 adultos de *B. tabaci* em cada estufa. Os vasos com repolho foram colocados entre os canteiros e distanciados 2 m entre eles, sendo trocados de posição a cada dois dias e irrigados diariamente. Após sete dias de exposição dos tomateiros à mosca-branca, coletou-se a terceira folha completamente expandida a partir do ápice de cada planta para efetuar a contagem de ovos do inseto. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 16 repetições por genótipo e uma planta por repetição. A partir dos resultados desse experimento foram selecionados oito genótipos sendo dois genótipos suscetíveis (maior densidade de ovos) e seis genótipos resistentes (menor densidade de ovos), juntamente com os parentais, LAM-148 e TO-937-15 (totalizando dez genótipos) para serem utilizados nos demais experimentos.

Preferência de oviposição sem chance de escolha. Foram utilizadas 16 plantas de cada um dos dez genótipos selecionados, cultivadas individualmente e livres de infestação prévia da mosca-branca. Após 40 dias da emergência, cada vaso com tomateiro recebeu uma gaiola cilíndrica plástica transparente (14,2 x 15,0 cm) contendo aberturas circulares (diâmetro de 5 cm) nas laterais cobertas por tecido *voil* para ventilação. Em seguida, as plantas foram levadas para uma casa de vegetação envidraçada (8 x 4 x 4,5 m) e distribuídas em 16 bancadas, colocando-se uma planta de cada genótipo com gaiola em bancadas distintas. Em cada gaiola foram liberados 50 adultos de mosca-branca (não sexados), que foram coletados na criação com auxílio de um sugador entomológico. Após 72 horas da liberação coletou-se a terceira folha completamente expandida a partir do ápice da planta para avaliação da oviposição. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 16 repetições/plantas para cada genótipo.

Preferência de adultos de B. tabaci. Oito plantas de tomate (40 dias de idade) dos dez genótipos previamente selecionados foram transferidas para casa de vegetação envidraçada (8 x 4 x 4,5 m) contendo 208 vasos (2 L) com plantas de repolho e pepino infestadas

com aproximadamente 20.000 adultos de *B. tabaci*. Os vasos contendo as plantas de tomate de cada genótipo foram distribuídos aleatoriamente em oito bancadas (consideradas como blocos). Uma planta de cada genótipo foi colocada no centro de bancadas distintas, enquanto que 26 vasos de repolho e pepino infestados com mosca-branca foram distribuídos nas bordas e ao longo de cada bancada. As avaliações foram realizadas 24, 48 e 72 horas após a exposição dos genótipos ao inseto, contando-se o número de adultos vivos de mosca-branca na superfície abaxial dos folíolos da terceira a quinta folhas completamente expandidas a partir do ápice, com auxílio de um espelho (BALDIN et al., 2010). O delineamento experimental foi em blocos casualizados.

Densidade de tricomas do tipo IV e determinação de teores foliares de acilaçúcares.

Dos dez genótipos utilizados nos experimentos de preferência de adultos e preferência de oviposição sem chance de escolha, foram coletados dois folíolos da porção mediana da terceira folha completamente expandida de cada planta (oito plantas/genótipo) para determinação da densidade de tricomas glandulares do tipo IV e do teor de acilaçúcares. A contagem dos tricomas glandulares do tipo IV foi efetuada em campos de 0,60 mm² na porção mediana do limbo foliar, nas faces adaxial e abaxial de cada folíolo, mediante uso de um microscópio estereoscópico com aumento de 40X (ALBA et al., 2009). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. O teor de acilaçúcares foi determinado conforme a metodologia descrita por Lin e Wagner (1994). Uma curva padrão foi gerada utilizando-se concentrações conhecidas de solução de glicose em água. Com os dados de absorvância das soluções de glicose calculou-se uma curva de regressão para o teor total de açúcares, de forma que as concentrações indicadas para cada ponto da curva foram expressas no seu equivalente em nMol/cm² de área foliar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito repetições por genótipo e uma planta por repetição.

Análises estatísticas. Em razão da falta de independência entre tratamentos no experimento com chance de escolha, os 101 genótipos testados no experimento de escolha para oviposição e os dez genótipos

testados no ensaio para preferência de adultos foram ordenados em postos ('ranking') dentro de cada bloco/repetição, de 01 (o menos preferido) ao mais preferido (X), dependendo do número de genótipos (tratamentos) avaliados (MENEZES JUNIOR et al., 2005). Em seguida foi calculada a soma dos postos ('rank sums') para cada genótipo e estes dados foram submetidos ao teste de Friedman para delineamento em blocos (CONOVER, 1999). Posteriormente, foram efetuadas comparações múltiplas entre pares de genótipos baseadas nas diferenças de soma de postos, adotando-se o ajuste sequencial de Holm para o nível de significância (HOLM, 1979). Para os demais experimentos (preferência de oviposição sem chance de escolha, quantificação de tricomas e determinação do teor de açúcares), quando constatado efeito significativo de tratamento na análise de variância (ANOVA), procedeu-se a comparação das médias dos genótipos pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Os dados relativos à densidade de ovos e ao número de adultos por planta foram correlacionados (correlação de Pearson) com a densidade de diferentes tipos de tricomas nas superfícies dos folíolos e com o teor de açúcares. Nos experimentos de preferência de oviposição (com e sem chance de escolha) e de preferência de adultos, a classificação dos genótipos quanto ao nível de resistência à *B. tabaci* foi baseada no intervalo de confiança (IC 95%) para o número de ovos/cm² e de adultos por planta em comparação com genótipo padrão de suscetibilidade (*S. lycopersicum* 'LAM-148'). Desta forma, os genótipos foram classificados em três níveis de resistência: resistente (R) = valores abaixo do IC; suscetível (AS) = valores dentro da amplitude do IC; e altamente suscetível (HS) = valores maiores que o IC do padrão de suscetibilidade (*S. lycopersicum* 'LAM-148'). Todas as análises estatísticas foram efetuadas no programa SAS versão 8.1 (SAS Institute, 2001).

Resultados e Discussão

No experimento de preferência com chance de escolha a oviposição de *B. tabaci* variou significativamente entre os genótipos (Tabela 1). Os genótipos mais ovipositados foram BTR-099, BTR-118, BTR-124,

BTR-190, BTR-222, BTR-232, BTR-242, BTR-252, BTR-297, BTR-343 e BTR-357, com médias de 27,5 a 19,5 ovos/cm², os quais não diferiram do padrão de suscetibilidade LAM-148 (média de 26,1 ovos/cm²). Por outro lado, 58 genótipos foram menos ovipositados e não diferiram estatisticamente de TO-937-15. Com base nos valores de IC do genótipo padrão de suscetibilidade, esses genótipos foram classificados como resistentes, enquanto que os 41 genótipos restantes foram suscetíveis (Tabela 1). A partir desses resultados, os seguintes genótipos foram selecionados: BTR-063 e BTR-343 e os genótipos BTR-026, BTR-042, BTR-142, BTR-228, BTR-302 e BTR-331. Os dois parentais contrastantes (TO-937-15 e LAM-148) foram também incluídos para realização dos demais experimentos (totalizando dez genótipos).

No experimento de oviposição sem chance de escolha (confinamento) constatou-se diferença significativa na densidade média de ovos entre os dez genótipos avaliados (Figura 1). Os genótipos com as maiores densidades de ovos (12,1 – 10,5 ovos/cm²) foram BTR-302, BTR-228, BTR-063, BTR-042 e BTR-343, e não diferiram do padrão de suscetibilidade LAM-148 (média de 8,6 ovos/cm²). A oviposição nos genótipos BTR-331 e TO-937-15 foram significativamente menores em relação ao observado em LAM-148, confirmando a presença de antixenose nesses materiais. Esses resultados confirmaram as observações prévias no teste com chance de escolha. Os genótipos BTR-026 e BTR-142 mostraram infestações intermediárias, não diferindo de LAM-148 e dos genótipos menos infestados.

No experimento de preferência de adultos de *B. tabaci* também foram constatadas diferenças entre os dez genótipos e intervalos de avaliações, porém sem interação significativa destes fatores (Tabela 2). Os genótipos com maior presença de mosca-branca foi o padrão de suscetibilidade LAM-148, seguido por BTR-063, BTR-343 e BTR-302 (58,7–43,6 adultos/planta), os quais não diferiram significativamente entre si. O genótipo TO-937-15 foi o menos infestado (2,0 adultos/planta), seguido por BTR-331, BTR-042 e BTR-026 que não diferiram entre si. Conforme o IC, baseado no número de adultos/planta (Tabela 2), os genótipos BTR-026, BTR-042, BTR-331 e TO-937-15 foram resistentes, expressando antixenose à mosca-branca.

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B em diferentes genótipos de tomateiro aos 57 dias de idade das plantas, em teste com chance de escolha, sob condições de estufa (cultivo protegido). Temp. $26,1 \pm 1,3$ °C e $83,0 \pm 1\%$ de UR.

| Genótipos ^a | Ovos/cm ² | Classificação ^d |
|--|---|----------------------------|
| BTR-343, BTR-099, BTR-118, BTR-297, BTR-252, BTR-222, LAM-148 , BTR-190, BTR-242, BTR-232, BTR-357, BTR-124. | $27,5 \pm 1,75^b$ (1294,5 – 1036,5) a ^c | S |
| BTR-324, BTR-013, BTR-273, BTR-026, BTR-301, BTR-339, BTR-294, BTR-346, BTR-309, BTR-156, BTR-280, BTR-173, BTR-045, BTR-182, BTR-341, BTR-011, BTR-373, BTR-366, BTR-313, BTR-165, BTR-248, BTR-041, BTR-211, BTR-107, BTR-091, BTR-300, BTR-057, BTR-015, BTR-312, BTR-141. | $18,6 \pm 0,44$ (1029 – 846,5) b | S |
| BTR-263, BTR-148, BTR-306, BTR-315, BTR-331, BTR-227, BTR-275, BTR-369, BTR-352, BTR-152, BTR-067, BTR-010, BTR-103, BTR-055, BTR-051, BTR-034, BTR-255, BTR-188, BTR-206, BTR-290, BTR-074, BTR-078, BTR-104, BTR-039, BTR-354, BTR-279, BTR-094, BTR-042, BTR-046, BTR-217, BTR-292, BTR-017, BTR-006, BTR-001, BTR-285, BTR-327, BTR-268, BTR-022, BTR-111, BTR-261, BTR-237, BTR-363, BTR-229, BTR-299, BTR-238, BTR-323, BTR-077, BTR-179, BTR-063, BTR-289, BTR-244, BTR-066, BTR-216, BTR-302, BTR-254, BTR-228, BTR-235, BTR-142, IO-937-15 . | $9,7 \pm 0,47$ (727 – 160,5) c | R |

^a Família F₃: BTR – *Bemisia tabaci* Resistance. Genótipos marcados em negrito correspondem às duas linhagens parentais.

^b Média geral considerando todos os genótipos dentro do mesmo grupo.

^c Valores dentro de parênteses representam as maiores e menores somas de postos (rank sums) para os genótipos no grupo e quando seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si (comparações múltiplas mediante no teste de Friedman, com ajuste de Holm, $P > 0,05$).

^d Classificação baseada no intervalo de confiança 95% (IC) para o genótipo parental padrão de suscetibilidade 'LAM-148' = $26,09 \pm 12,74$ ovos por cm². Níveis de resistência: resistente (R) = valores de oviposição abaixo do IC; suscetível (S) = valores de oviposição dentro da amplitude do IC; e altamente suscetível (AS) = valores de oviposição maiores que o IC do genótipo padrão de suscetibilidade.

Tabela 2. Número de adultos por planta (\pm EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B observados na face abaxial das folhas dez genótipos de tomateiro, após 24h, 48h e 72 horas de infestação, em teste com chance de escolha, realizado em casa de vegetação ($27,1 \pm 1,5$ °C e $82 \pm 1\%$ de UR).

| Genótipos ^a | Adultos/planta | | | Classificação ^d |
|-------------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | 24 hrs | 48 hrs | 72 hrs | |
| LAM-148, BTR-063, BTR-343, BTR-302. | 42,3 \pm 5,43 ^b (392 - 306) a ^c | 48,8 \pm 2,74 (433 - 330) a | 58,7 \pm 5,57 (538 - 406) a | S |
| BTR-142, BTR-228 | 29,5 \pm 3,15 (269 - 208) ab | 32,1 \pm 3,4 (284 - 269) ab | 44,3 \pm 1,09 (369 - 339) ab | S |
| BTR-026, BTR-042, BTR-331 | 20,9 \pm 1,06 (200 - 110) b | 25,3 \pm 1,37 (230 - 147) b | 28,4 \pm 4,98 (293 - 156) b | R |
| TO-937-15 | 1,4 \pm 1,12 (11) c | 1,8 \pm 0,77 (15) c | 2,0 \pm 1,20 (18) c | R |

^a Família F₃: BTR – *Bemisia tabaci* Resistance. Genótipos marcados em negrito correspondem às duas linhagens parentais.

^b Média geral considerando todos os genótipos dentro do mesmo grupo.

^c Valores dentro de parênteses representam as maiores e menores somas de postos (rank sums) para os genótipos no grupo e quando seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si (comparações múltiplas mediante no teste de Friedman, com ajuste de Holm, $P > 0,05$).

^d Classificação baseada no intervalo de confiança 95% (IC) para o genótipo parental padrão de suscetibilidade 'LAM-148' na avaliação de 72 horas = $57,94 \pm 14,42$ adultos por planta. Níveis de resistência: resistente (R) = valores de adultos por planta abaixo do IC; suscetível (S) = valores de adultos por planta dentro da amplitude do IC.

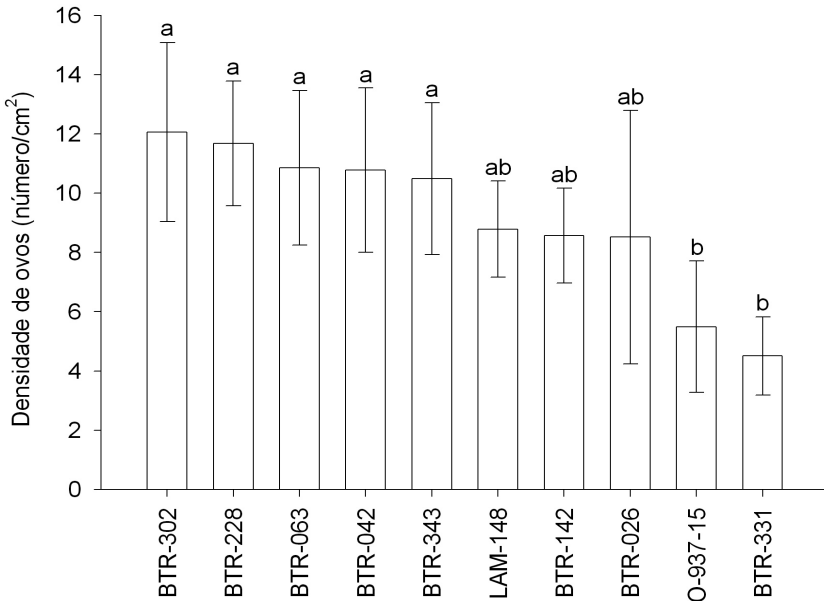


Figura 1. Número de ovos (\pm EP) de *Bemisia tabaci* biótipo B em dez genótipos de tomateiro, em teste sem chance de escolha, realizado em casa de vegetação ($27,3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $81,0 \pm 1\%$ UR). Barras seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os tricomas foliares conferem uma proteção física da planta, pois limitam o acesso dos insetos à superfície da planta. No entanto, o principal fator morfológico da resistência é a presença de tricomas glandulares em folhas, que podem impactar a oviposição e a alimentação de pequenos insetos sugadores como a mosca-branca (HEINZ; ZALOM, 1995; BALDIN; BENEDUZZI, 2010). Diferenças significativas entre genótipos foram constatadas para a densidade de tricomas glandular do tipo IV nas faces adaxial e abaxial do folíolo (Figura 2). As maiores densidades de tricoma glandular do tipo IV ($6,4$ e $7,1$ tricomas/mm²) foram encontradas nos genótipos BTR-302 e BTR-331, seguidos por BTR-142, que não diferiram significativamente de TO-937-15 ($3,8$ tricomas/mm²). Os genótipos BTR-026, BTR-042, BTR-063 e BTR-228 apresentaram as menores densidades de tricoma glandular tipo IV, enquanto BTR-343 foi intermediário.

O teor de acilaçúcares foi variável entre os genótipos de tomateiro. Ampla segregação foi observada para esta característica entre as famílias F_3 (Figura 3). O parental padrão de resistência TO-937-15 apresentou o maior teor de acilaçúcares (46,60 nMol/cm²), enquanto que no padrão de suscetibilidade LAM-148 a concentração encontrada foi cinco vezes menor (9,07 nMol/cm²). Dentre as famílias F_3 , o maior teor de acilaçúcares ocorreu em BTR-331 (27,34 nMol/cm²). Esta variação também foi encontrada por ALBA et al. (2009) em híbridos resultantes do cruzamento de *S. lycopersicum* com *S. pimpinellifolium* (TO-937). O teor de acilaçúcares encontrado no genótipo BTR-331 assemelha-se ao relatado por RODRÍGUEZ-LÓPEZ *et al.* (2011) no genótipo ABL 14-8 (29,3 nMol/cm²), que é uma linhagem avançada também derivada do cruzamento de *S. lycopersicum* com *S. pimpinellifolium* (TO-937-15).

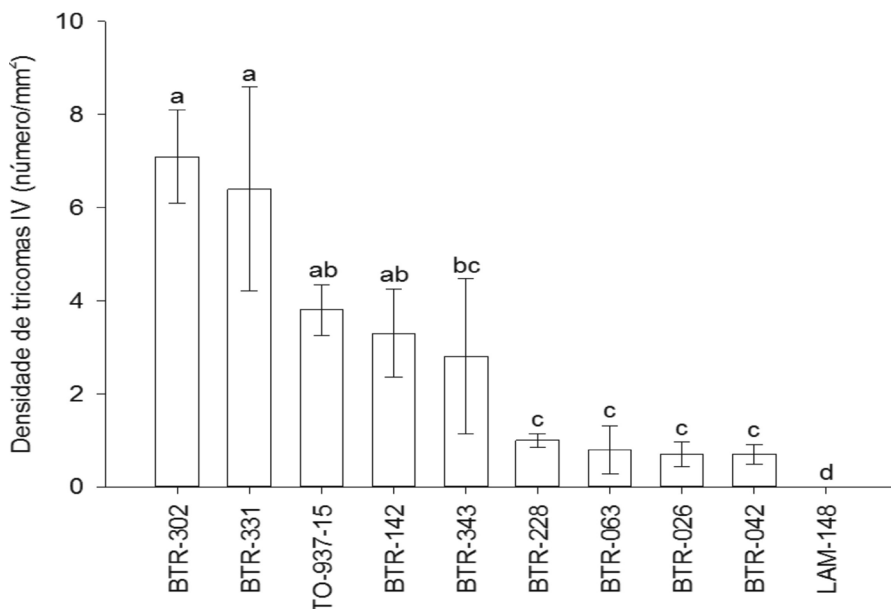


Figura 2. Densidade média (número/cm²) de tricomas glandulares IV em folíolos de dez genótipos de tomateiro. Barras seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de significância.

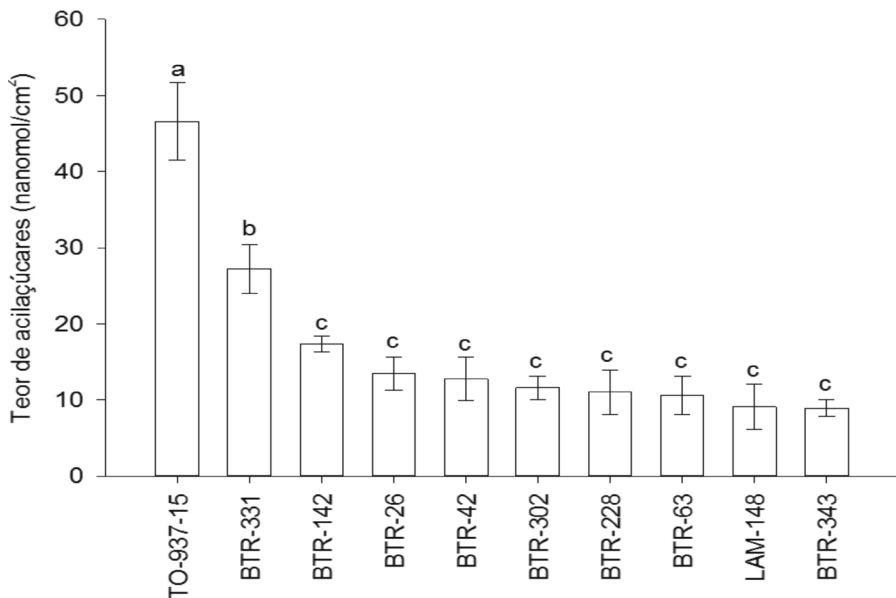


Figura 3. Teor (\pm EP) de acilaçúcares (nMol/cm² de área foliar) em folíolos de dez genótipos de tomateiro. Barras seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A densidade de tricoma glandular tipo IV foi correlacionada negativamente com o número de adultos de *B. tabaci* por planta ($r = -0,77$; $P = 0,003$) e a densidade de ovos ($r = -0,66$; $P = 0,0026$). Uma correlação positiva ($r = 0,27$; $P = 0,0197$) foi observada entre densidade de tricoma glandular tipo IV e o teor foliar de acilaçúcares. O teor foliar de acilaçúcares correlacionou-se negativamente com o número de adultos na planta ($r = -0,85$; $P = 0,0009$) e com a densidade de ovos ($r = -0,68$; $P = 0,014$). Vários estudos já mostraram que este grupo de compostos apresentam grande relevância para resistência à mosca-branca (LIEDL et al., 1995), assim como conferem resistência por não-preferência para o ácaro vermelho (ALBA et al., 2009) e a traça-do-tomateiro (MACIEL et al., 2011).

Na comparação entre a densidade do tricoma tipo IV e o teor de acilaçúcares ficou comprovado que existe interação positiva entre essas duas variáveis, concordando com os resultados obtidos Alba et al. (2009). Essa combinação positiva também foi observada em populações

de *S. pennellii* (GOFFREDA et al., 1989). No entanto, a relação entre densidade de tricomas e o teor de acilaçúcares não é regra, pois foi visto que genótipos com alta densidade de tricomas tipo IV não apresentaram altos teores de acilaçúcares. Isto sugere que a diferenciação celular que leva à formação dos tricomas do tipo IV e a via bioquímica que leva a formação de acilaçúcares são genética e fisiologicamente independentes e que o modelo de herança destas duas características de resistência seja diferente. Assim, nas famílias F_3 seria possível a ocorrência de indivíduos segregantes que tenham a formação de tricomas tipo IV sem que a via biossintética de acilaçúcares esteja complemente ativada ou vice-versa. Assim, existe substancial diferença entre genótipos de tomateiros em relação ao acúmulo de acilaçúcares, independentemente da densidade de tricomas glandulares do tipo IV. A confirmação futura desses resultados poderá auxiliar na definição da melhor estratégia para a introgressão/incorporação em *S. lycopersicum* de genes de resistência presentes em *S. pimpinellifolium* e apontar o potencial de emprego do teor de acilaçúcares e/ou da densidade de tricomas glandulares do tipo IV como ferramentas para seleção assistida (indireta), visando o desenvolvimento de cultivares de tomateiro com resistência à mosca-branca.

Até o momento somente Rodríguez-López et al. (2011) tinham relatado em híbridos derivados de *S. pimpinellifolium* a relação positiva entre a densidade de tricomas tipo IV e o acilaçúcar com a resistência a *B. tabaci*. No entanto, a população estudada era do biótipo Q (MED), só recentemente encontrado no Rio Grande do Sul. Com isso, os resultados obtidos nesse estudo tornam-se os primeiros a relacionar genótipos derivados do TO-937 com a resistência à *B. tabaci* biótipo B. Também ficou comprovado o sucesso no cruzamento de *S. pimpinellifolium* com a cultivar comercial Santa Clara, com a transferência da herança gênica desse tomateiro selvagem (características de resistência à mosca-branca) ao tomateiro cultivado. Outras espécies selvagens de tomate estão sendo alvo de estudos para resistência à mosca-branca, no entanto apenas *S. pennellii* foi previamente estudado considerando-se o tricoma glandular tipo IV e o teor de acilaçúcares.

O genótipo BTR-331 foi o mais promissor dentre as famílias F_3 geradas pelo cruzamento de *S. lycopersicum* x *S. pimpinellifolium*, apresentando alto nível de resistência à *B. tabaci* por não-preferência para oviposição e baixa atratividade de adultos, além de possuir alta densidade de tricoma glandular tipo IV e alto teor foliar de acilaçúcares.

Conclusões

- Grande variabilidade foi observada na preferência para oviposição de *B. tabaci* entre os 99 genótipos da geração F₃ oriunda do cruzamento de *S. lycopersicum* x *S. pimpinellifolium*;
- O genótipo BTR-331 possui alto nível de resistência à *B. tabaci* por não-preferência para oviposição e baixa atratividade de adultos, além de apresentar alta densidade de tricoma glandular tipo IV e alto teor foliar de acilalúcares;
- A densidade de tricomas glandulares do tipo IV e os teores de acilalúcares são os principais atributos associados com os mecanismos de resistência à *B. tabaci*, podendo facilitar a busca por genótipos resistentes em cruzamentos envolvendo diferentes materiais comerciais de tomate e a linhagem TO-937-15.

Referências

ALBA, J. M.; MONTSERRAT, M.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. Resistance to the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses a recombinant inbred line population. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 47, n. 1, p. 35-47, Jan. 2009.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

BALDIN, E. L. L.; BENEDEZZI, R. A. Characterization of antibiosis and antixenosis to the whitefly silverleaf *Bemisia tabaci* B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) in several squash varieties. **The Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 83, n. 3, p. 223–229, Aug. 2010.

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

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: John Wiley and Sons, 1999, 584 p.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; DIAS, C. T. S. Atratividade e preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 319-328, abr./jun. 2003.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D.; A. L. LOURENÇÃO, A.L. **Oviposition and nymphal dispersion of *Bemisia tabaci* biotype B on tomato genotypes.** *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, p. 933-939, out./dez. 2008.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L.; DIAS, C.T.S. Atratividade e preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 319-328, 2003.

FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; DOMÍNGUEZ, E.; CUARTERO, J. A novel source of resistance to the two-spotted spider mite in *Lycopersicon pimpinellifolium* (Jusl.) Mill.: its genetics as affected by interplot interference. **Euphytica**, v. 111, 169–173, 2000.

FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; SALINAS, M.; ÁLVAREZ, M.; CUARTERO, J. Inheritance of resistance to two-spotted spider mite and glandular leaf trichomes in wild tomato *Lycopersicon pimpinellifolium* (Jusl.) Mill. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 128, n. 2, p.188–195, Mar. 2003.

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; Inoue-Nagata, A. K.; Boiteux L. S. Efeito da infecção precoce de *Begomovirus* com genoma bipartido em características de fruto de tomate industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 815–818, Mar. 2005.

GOFFREDA, J. C.; MUTSCHLER, M. A.; AVE, D. A.; TINGEY, W. M.; STEFFENS, J. C. Aphid deterrence by glucose esters in glandular trichome exudate of wild tomato *Lycopersicon pennellii*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, n. 7, p. 2135-2147, Jul. 1989.

HEINZ, K. H.; ZALOM, F. G. Variation in trichome based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 5, p. 1494-1502, Oct. 1995.

HOLM, S. A simple sequentially rejective Bonferroni test procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, Stockholm, v. 6, n. 2, p. 65–70, 1979.

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

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

LIN, Y.; WAGNER, G. J. Rapid and simple method for estimation of sugar esters. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 42, n. 8, p. 1709–1712, 1994.

LUCKWILL, L. C. **The genus *Lycopersicon*, a historical, biological and taxonomic survey of the wild and cultivated tomato**. 120 ed. Aberdeen: University Press, 1943. p. 5-44.

MACIEL, G. M.; MALUF, W. R.; SILVA, V. F.; GONÇALVES-NETO, A. C.; GOMES, L. A. A. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 151-156, abr./jun. 2011.

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

MENEZES JUNIOR, A. O.; MIKAMI, A. Y.; IDE, A. K.; VENTURA, M. U. Feeding preferences of *Microtheca punctigera* (Achard) (Coleoptera: Chrysomelidae) for some Brassicaceae plants in multiple-choice assays. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 72-75, jan. 2005.

RODRÍGUEZ-LOPÉZ, M. J.; GARZO, E.; BONANI, J. P.; FERERES, A.; FENÁNDEZ-MUÑOZ, R.; MORIONES, E. Whitefly resistance traits derived from the wild tomato *Solanum pimpinellifolium* affect the spread of *Tomato yellow leaf curl virus*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 101, n. 10, p. 1191-1201, Oct. 2011.

SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**, version 8.2. 6th edn. Cary, 2001.