

**Suscetibilidade de Adultos
Virulíferos de *Bemisia tabaci*
Biótipo B a Inseticidas**



Foto: Alice K. Inoue-Nagata

ISSN 1677-2229

Novembro, 2016

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 136

Suscetibilidade de Adultos Virulíferos de *Bemisia tabaci* Biótipo B a Inseticidas

Miguel Michereff Filho

Danilo Akio De Sousa Esashika

Cristina Schetino Bastos

Alice Kazuko Inoue Nagata

Patrícia Santos da Silva

Nayara Cristina de Magalhães Sousa

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

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

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *Caroline Pinheiro Reyes*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Miguel Michereff Filho*

Milza Moreira Lana

Marcos Brandão Braga

Valdir Lourenço Júnior

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Mirtes Freitas Lima

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Foto de capa: *Miguel Michereff Filho*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2016): 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

Suscetibilidade de adultos virulíferos de Bemisia tabaci biótipo B a inseticidas. / Miguel Michereff Filho ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016.

28 p. : il. color. ; 21 cm x 27 cm. (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 136).

1. Mosca branca 2. Inseto. 3. Controle químico. I. Esashika, Danilo Akio de Sousa. II. Bastos, Cristina Schetino III. Inoue-Nagata, Alice Kazuko. IV. Silva, Patrícia Santos. V. Ousa, Nayara Cristina de Magalhães. VI. Embrapa Hortaliças. VII. Série.

CDD 632.7

©Embrapa, 2016

Sumário

Resumo	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	17
Conclusões.....	21
Referências	22

Suscetibilidade de Adultos Virulíferos de *Bemisia tabaci* Biótipo B a Inseticidas

*Miguel Michereff Filho*¹

*Danilo Akio De Sousa Esashika*²

*Cristina Schetino Bastos*³

*Alice Kazuko Inoue Nagata*⁴

*Patrícia Santos da Silva*⁵

*Nayara Cristina de Magalhães Sousa*⁶

Resumo

A associação de alguns vírus fitopatogênicos com seus vetores pode ou não alterar a ação do controle químico. Este trabalho objetivou avaliar a suscetibilidade de moscas-brancas virulíferas (com aquisição do begomovírus *Tomato severe rugose virus*, ToSRV) e avirulíferas (sem aquisição do ToSRV) aos principais inseticidas registrados para o seu controle na cultura do tomateiro. Foi realizado um experimento com disco foliar de feijão-de-porco acondicionado sobre ágar a 3% (v/v), dentro de um tubo de vidro de fundo chato. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial de 5 (quatro inseticidas +

¹Eng°. Agr°, D.S.C. Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

²Eng°. Agr°, mestrando em Agronomia, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF.

³Eng°. Agr°, D.S.C. Entomologia, professora da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF.

⁴Eng°. Agr°, D.S.C. Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁵Eng°. Agr°, bolsista DTI-C/CNPq, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁶Bióloga, bolsista ATP-B/CNPq, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

testemunha) x 2 [mosca-branca virulífera (V) ou avirulífera (AV)], com delineamento inteiramente casualizado e 25 repetições. Os inseticidas e concentrações avaliados foram: acefato (100 g de i.a. 100 L⁻¹), tiametoxam (20 g de i.a. 100 L⁻¹), pimetrozina (40 g de i.a. 100 L⁻¹) e diafentiurom (800 g de i.a. 300 L⁻¹ de calda). Os discos foliares foram mergulhados nas caldas inseticidas por cinco segundos, com posterior secagem em temperatura ambiente. Posteriormente, os insetos foram transferidos para os tubos (20 indivíduos/recipiente) e a mortalidade foi avaliada após 24 e 48 horas. Não houve diferença na suscetibilidade do vetor em razão de sua condição (V ou AV). Houve diferença significativa na mortalidade de *B. tabaci* entre os inseticidas ao longo do tempo. Os inseticidas diafentiurom (92,01% ± 2,68) e tiametoxam (86,39% ± 2,44) proporcionaram maior mortalidade de adultos de *B. tabaci* biótipo B.

Termo de indexação: resistência, mosca-branca, *fitness*.

Susceptibility of viruliferous adults *Bemisia tabaci* biotype B to insecticides

Abstract

The association between some plant pathogenic viruses and their vectors may or may not alter the action of chemical control. This study aimed at evaluating the susceptibility of viruliferous (transmitter of the begomovirus *Tomato severe rugose virus*, ToSRV) and aviruliferous (non-transmitter of ToSRV) *Bemisia tabaci* biotype B to the main insecticides registered to its control in tomato crop. The experiment was carried out with foliar disc of jack beans packed on agar 3% (v/v) in a flat bottom glass tubes. The treatments were schemed in a factorial design 5 (four insecticides + control) x 2 [viruliferous (V) or aviruliferous (AV) whiteflies] and arranged in a completely randomized design with 25 replications. The following insecticides and concentrations were evaluated: acephate (100 g of a.i. 100 L⁻¹), thiametoxan (20 g of a.i. 100 L⁻¹), pymetrozine (40 g of a.i. 100 L⁻¹) and diafenthiuron (800 g of a.i. 300 L⁻¹). The leaf discs were immersed on insecticide solution for five seconds, and dried at room temperature. Subsequently, 20 insects were transferred to each tube and the mortality rate was assessed after 24 and 48 hours. The whitefly susceptibility to insecticide was not altered by their viruliferous condition (V or AV). There was a significant difference in the mortality of *B. tabaci* depending on the insecticide over time. The insecticides

diafenthiuron ($92.01\% \pm 2.68$) and thiametoxam ($86.39\% \pm 2.44$) showed the highest adult mortality of *B. tabaci* B biotype.

Index terms: insecticide resistance, whitefly, fitness.

Introdução

A mosca-branca, *B. tabaci* biótipo B, é uma praga de importância mundial em diversas culturas agrícolas e ornamentais (OLIVEIRA et al., 2001). No tomateiro o principal problema decorrente do seu ataque é a transmissão de vírus capaz de comprometer a produção em até 60%, devido à redução no crescimento da planta doente e, conseqüentemente, no número de frutos por planta (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). Os principais vírus transmitidos pela mosca-branca pertencem ao gênero *Begomovirus* (família *Geminiviridae*), característico por possuir predominantemente vírus bipartidos transmitidos por biótipos de mosca-branca (FAUQUET et al., 2008).

O impacto da virose na produção é ainda mais crítico quando a infecção acomete plantas jovens. Tomateiros da cv. Viradoro (suscetível a begomovirose) infectados precocemente por um isolado de begomovírus relacionado ao *Tomato chlorotic mottle virus* (ToCMoV) apresentaram perda de 60% na produtividade (GIORDANO et al., 2005).

Entre as espécies de begomovírus que infectam o tomateiro no Brasil, o *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) é um dos predominantes. Esse vírus é transmitido por *B. tabaci* para plantas de tomate, batata, pimenta, pimentão e várias espécies de plantas daninhas, o que dificulta o seu manejo (BARBOSA et al., 2011; FERNANDES et al., 2008).

Os begomovírus são transmitidos pelas moscas-brancas de maneira circulativa e persistente. Para adquirir ou transmitir o ToSRV em tomateiro, a *B. tabaci* biótipo B necessita de um período mínimo de acesso à planta de 5 minutos (FREITAS, 2012). Além disso, o inseto necessita de no mínimo 16 horas para se tornar infectivo após aquisição do vírus em planta infectada por ToSRV (SANTOS et al., 2003). Neste tempo, o vírus circula no corpo do inseto até alcançar as glândulas salivares, onde ocorre acumulação das partículas virais que são ejetadas junto com a saliva para o tecido vegetal no processo de alimentação (GHANIM et al., 2001).

Embora não haja relato contundente da propagação de begomovírus em mosca-branca, estes vírus podem afetar de forma positiva ou negativa, o *fitness* do vetor variando conforme a espécie de vírus e biótipo de *B. tabaci* (RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997; MCKENZIE, 2002; SIDHU et al., 2009).

Rubinstein e Czosnek (1997) detectaram redução na longevidade (17-23%) e fecundidade (40-50%) de *B. tabaci* alimentada em planta infectada com *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV). Sidhu et al. (2009) também relataram redução na longevidade (15%) e fecundidade (9%) de *B. tabaci* alimentada em planta infectada com *Cotton leaf curl virus* – CLCuV. Resultados semelhantes foram descritos por Jiu et al. (2007), isto é, a presença do vírus *Tomato yellow leaf curl China virus* (TYLCCV) reduziu a longevidade e fecundidade do biótipo B em 36% e 26%, respectivamente e do biótipo ZHJ1 em 41% e 33%, respectivamente. Os mesmos autores relataram aumento na longevidade (9%) e fecundidade (36%) de *B. tabaci* biótipo B carregando o vírus *Tobacco curly shoot virus* – TbCSV. Alteração na fecundidade de *B. tabaci* biótipo B virulífera também foi relatado por McKenzie (2002), onde a presença do vírus *Tomato mottle virus* – ToMoV no corpo do vetor incrementou sua produção de ovos em 66,9%.

Vale destacar ainda que, já existem relatos de populações de *B. tabaci* resistentes a praticamente todas as moléculas empregadas para o seu controle, incluindo o piriproxifem (MA et al., 2010) e o diafentiurom (SHADMANY et al., 2015) e inseticidas do grupo dos neonicotinoides (SILVA et al., 2009) e organofosforados (ALON et al., 2008). Há relatos ainda de resistência cruzada de *B. tabaci* a neonicotinoides e à pimetozina (GORMAN et al., 2010).

Alguns estudos destacam que biótipos de vetores sabidamente mais resistentes aos inseticidas empregados no seu controle, a exemplo do biótipo A de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), são também mais eficientes na transmissão do *Potato leafroll virus* (PLRV) (NIKAN et al., 2013).

Existe a hipótese, ainda não validada, de que a presença do begomovírus no corpo da *B. tabaci* provoque ainda modificações

fisiológicas, morfológicas ou comportamentais capazes de alterar a suscetibilidade deste vetor aos inseticidas. Isto implicaria na necessidade de reavaliar o controle químico da mosca-branca e o manejo da resistência, pois atualmente as recomendações de produto e dosagens não levam em consideração a presença do vírus no vetor. Assim, este trabalho objetivou avaliar a suscetibilidade de adultos de *B. tabaci* biótipo B virulíferos (com aquisição do ToSRV) e avirulíferos (sem aquisição do ToSRV) aos principais inseticidas registrados para o seu controle na cultura do tomateiro.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, em sala climatizada para temperatura de 25 ± 1 °C, UR de 50% e fotofase de 12 horas e no Laboratório de Virologia e Biologia Molecular.

Para obtenção dos adultos com idade sincronizada, plantas de brócolis com alta infestação de ninfas de *B. tabaci* no quarto instar e que não continham adultos foram acondicionadas em gaiolas de PVC teladas com *voil* 90 cm x 70 cm x 70 cm por 2 dias. Nesse período, todos os adultos emergidos (até 48 horas de idade e sem sexagem prévia), foram transferidos com auxílio de um aspirador manual (preparado com tubo de polietileno, tecido *voil* e ponteira P1000) (Figura 1) para gaiolas teladas contendo plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*, cv. Viradoro) sadias [para obtenção de moscas-brancas avirulíferas (AV)] ou infectadas [para obtenção de moscas-brancas virulíferas (V)] pelo isolado CNPH 1164 de ToSRV. As sementes de tomateiro das duas gaiolas haviam sido plantadas e as mudas infestadas com a mesma população de *B. tabaci* biótipo B no mesmo dia para diminuir a influência da idade da planta hospedeira e da diferença de idade dos insetos, nos resultados obtidos.

Os insetos permaneceram em contato com as plantas por 3 dias, sendo esse tempo suficiente para a aquisição do vírus pelos adultos de mosca-branca e para que os insetos estivessem aptos a transmitir o



Figura 1. Sugador manual acoplado a uma ponteira P1000 adaptada para coletar adultos de mosca-branca.

vírus, conforme Santos et al. (2003). Para a confirmação da condição dos insetos (se avirulíferos ou virulíferos), antes de serem utilizados nos ensaios, coletaram-se 50 adultos de cada gaiola, sendo o DNA total de cada indivíduo extraído (DOYLE; DOYLE, 1987) e usado em testes da reação em cadeia da polimerase (PCR) com oligonucleotídeos universais para detecção de geminivírus PAL1v1978 e PAR1c496 (ROJAS et al., 1993). A amplificação de fragmento específico de 1,1 kb comprovou a presença do genoma viral em cada inseto.

Os tratamentos foram quatro inseticidas (acefato, diafentiurom, pimetrozina e tiametoxam) nas concentrações listadas na Tabela 1 e água destilada como testemunha, em combinação com duas condições da mosca-branca, ou seja, avirulífera (sem ToSRV) e virulífera (com ToSRV). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 25 repetições. As concentrações dos inseticidas foram determinadas

tendo por base a dose recomendada para o controle do inseto no tomateiro e em atenção ao que consta no registro do produto no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015).

Tabela 1. Moléculas testadas no controle de *B. tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae).

Nome técnico	Grupo químico	Nome comercial	Dose P.C. ⁽¹⁾ L de água ⁻¹	Ação/impacto no inseto
Tiametoxam	Neonicotinoide	Actara® 250 WG	20 g 100 L ⁻¹	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz a alimentação e a movimentação de adultos.
Acefato	Organofosforado	Orthene® 750 BR	100g 100L ⁻¹	Contato e ingestão. Mortalidade de adultos e ninfas.
Pimetrozina	Piridina Azometina	Chess® 500 WG	40g 100L ⁻¹	Sistêmico. Causa bloqueio na alimentação do inseto.
Diafentuirom	Feniltiuréia	Polo® 500 WP	800g 300L ⁻¹	Contato e ingestão. Inibe o desenvolvimento de ninfas.

⁽¹⁾P.C. = produto comercial.

Os inseticidas foram avaliados pela metodologia do resíduo seco da calda inseticida em disco foliar de feijão-de-porco, empregando água destilada como testemunha. Para tanto, utilizaram-se tubos de vidro com fundo chato (8 cm de altura x 1,7 cm de diâmetro), contendo 1,0 mL de ágar a 3% (p/v) depositado no fundo do recipiente. Os discos foliares de feijão-de-porco (1,65 cm de diâmetro) foram previamente, imersos nas caldas inseticidas por cinco segundos (Figura 2A) e secos com a face abaxial voltada para cima. Após secagem, foram acondicionados no fundo do tubo de vidro sobre o ágar (Figura 2B) com a face adaxial em contato com o ágar e a face abaxial exposta aos insetos. Após este procedimento, os insetos (não sexados) foram liberados no recipiente (20 insetos/tubo) e a entrada do tubo recoberta com tecido *voil* e o recipiente mantido com a abertura voltada para baixo com a finalidade de diminuir as interferências no hábito alimentar do inseto (Figura 2C). A mortalidade dos adultos foi avaliada após 24 horas e 48 horas do início do experimento.

A mortalidade de adultos de *B. tabaci* em razão dos tratamentos foi corrigida pela respectiva testemunha, utilizando a fórmula de Schenneider-Orelli (PÜNTENER, 1981):

$$M_{\text{corrigida}}(\%) = \left(\frac{M_{\text{trat}} - M_{\text{test}}}{100 - M_{\text{test}}} \right) \times 100$$

onde: $M_{\text{corrigida}}$: mortalidade no tratamento corrigida pela testemunha (%); M_{trat} : mortalidade no tratamento (%); M_{test} : mortalidade na testemunha (%).

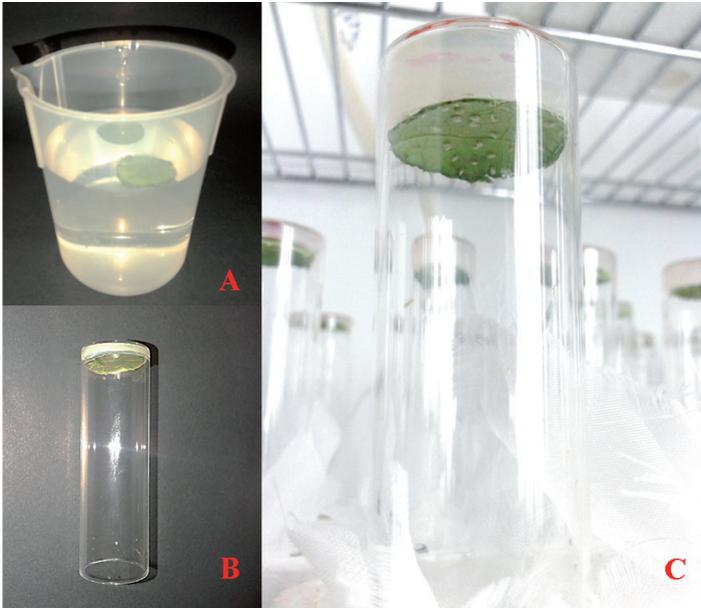


Figura 2. Procedimentos para o teste de resíduo seco da calda inseticida. A - discos foliares de feijão-de-porco em solução inseticida; B - tubo de vidro de fundo chato contendo 1ml de ágar (3%), sobre o qual foi depositado o disco foliar após imersão em calda inseticida e, C - detalhe da unidade experimental contendo o disco foliar com a face abaxial voltada para baixo, para reduzir interferências no hábito alimentar.

Tendo em vista que a mortalidade dos insetos foi avaliada na mesma unidade amostral (tubo com disco foliar) em dois períodos (24 horas e 48 horas), empregou-se a análise de variância por medidas repetidas para evitar o problema de pseudo-repetição e da falta de homogeneidade das matrizes de variância/covariância entre as datas analisadas. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância por medidas repetidas (PROC ANOVA com especificação Contrast) no esquema fatorial 4 x 2, tendo os momentos de avaliação da mortalidade como medidas repetidas na mesma unidade experimental, conforme sugerido por von ENDE (1993). A comparação entre médias dos tratamentos foi realizada dentro de cada momento de avaliação pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, empregando-se o software SAS.

Resultados e Discussão

A presença de ToSRV foi detectada pelo teste molecular em 100% dos adultos coletados da população que se alimentou em plantas de tomateiro infectadas, enquanto nenhum inseto com begomovírus foi encontrado nas amostras da população que se alimentou em plantas sadias (dados não mostrados).

A interação entre inseticidas e condição de virulência ou avirulência da mosca-branca não foi significativa ($p \leq 0,05$) (Figura 3), indicando que a aquisição prévia do ToSRV não teve influência na sobrevivência do inseto.

Na prática estes resultados indicaram que em uma lavoura de tomate, adultos de *B. tabaci* biótipo B virulíferos (que tenham adquirido ToSRV) que se estabelecerem em plantas sadias não estariam mais ou menos suscetíveis à ação dos inseticidas devido a sua condição de virulência. Entretanto, não se sabe da suscetibilidade da *B. tabaci* biótipo B aos inseticidas quando se estabelecem em tomateiros já infectados por begomovíroses ou mesmo quando se desenvolvem na planta desde a fase de ovo. Esses vírus também podem interferir no *fitness* do vetor através de modificações na morfologia e fisiologia da planta hospedeira,

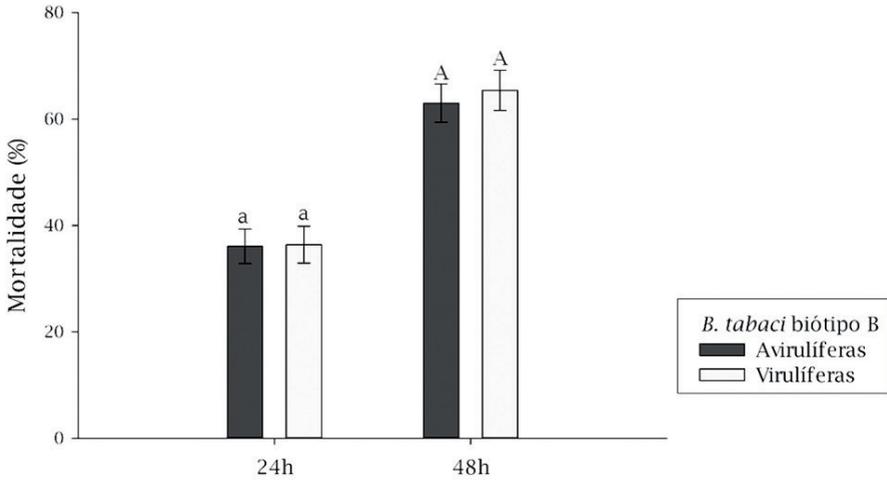


Figura 3. Mortalidade (%) de mosca-branca *B. tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), em razão da sua condição de virulência, após 24 horas e 48 horas de exposição a inseticidas. Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Brasília, DF, 2013.

principalmente na supressão de defesas químicas contra herbivoria (alimentação do inseto) e alteração do conteúdo nutricional do floema.

Plantas de tomate infectadas com o begomovírus *Tomato yellow leaf curl China virus* (TYLCCNV) apresentaram menor síntese de ácido jasmônico (ZHANG et al., 2012), um importante componente dos sinais que regulam as defesas da planta contra danos nos tecidos foliares provocados por alguns insetos sugadores, como as moscas-brancas (ZARATE et al., 2007). Isto permite que indivíduos adultos de *B. tabaci* apresentem menor gasto energético com a destoxificação alimentar (LUAN et al., 2013a; LUAN et al., 2013b). Além disso, em tomateiro, a mosca-branca pode ser beneficiada pela menor presença de seus inimigos naturais em plantas infectadas por vírus, os quais inibem a síntese do ácido jasmônico pela planta, pois este é um importante sinal químico responsável pela atração e permanência de alguns inimigos naturais no campo (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013).

Pode ocorrer ainda alteração nos teores de açúcares totais, minerais e outros componentes da seiva elaborada que promovem a colonização da planta pelos insetos (BELLIURE et al., 2005). Em plantas de algodão infectadas pelo vírus *Cotton leaf curl virus* - CLCuV foi demonstrado aumento nos níveis de atividade da peroxidase, lipase, fenóis, carotenoides, proteínas, açúcares totais, e dos teores de clorofila, óleo, enzima lipase e redução de Ca^{+2} e K^{+} (ASHRAF et al., 2004; KANG et al., 2003). Assim, o vírus pode tornar a planta hospedeira mais apta à infestação por mosca-branca, evidenciando a existência de relação mutualística entre alguns begomovírus e seu vetor já que, em contrapartida, o inseto promove a dispersão do vírus (LUAN et al., 2013a; LUAN et al., 2013b). Os benefícios para a mosca-branca resultantes da presença do vírus na planta foram quantificados por esses autores, simulando as duas possibilidades de transmissão secundária (a fase adulta do vetor adquire o vírus no campo de produção ou o vetor se desenvolve desde a fase de ovo em planta infectada).

Indivíduos adultos e avirulíferos de *B. tabaci* biótipo B transferidos para plantas infectadas com *Tobacco curly shoot virus* - TbCSV ou *Tomato yellow leaf curl China virus* - TYLCCNV apresentaram incremento na longevidade em duas e três vezes, respectivamente, assim como a fecundidade dobrou quando infectadas com algum desses vírus (JIU et al., 2007). Quando indivíduos de *B. tabaci* biótipo B foram criados desde a fase de ovo em plantas de tabaco infectadas com TYLCCNV o incremento populacional foi de 13 vezes, devido à longevidade sete vezes maior e à fecundidade dezessete vezes maior em relação à testemunha (JIU et al., 2007).

Não há dados semelhantes aos descritos acima para *B. tabaci* biótipo B e os begomovírus que ocorrem no Brasil. Um possível mutualismo entre mosca-branca e esses vírus é mais um fator que pode explicar a ocorrência de surtos populacionais do vetor em determinados anos de cultivo, ineficácia dos inseticidas no controle de determinadas infestações e melhor desempenho do biótipo B em relação aos biótipos brasileiros.

Com relação à eficiência dos inseticidas, houve diferença significativa na mortalidade de *B. tabaci* entre as duas avaliações ($p \leq 0,01$). Após 24 horas de exposição dos insetos, o inseticida diafentiurom ocasionou a maior mortalidade (79,78%) e diferiu significativamente dos demais inseticidas (Tabela 3). Por outro lado, na avaliação após 48 horas, os inseticidas mais eficientes foram diafentiurom (92,01%) e tiametoxam (86,39%), os quais não diferiram entre si. O inseticida pimetozina apresentou posição intermediária (71,39%), enquanto o acefato causou a menor mortalidade de adultos da mosca-branca (12,09%).

Tabela 3. Mortalidade (%) de adultos de *B. tabaci* biótipo B causada por inseticidas sintéticos depositados sobre discos foliares, em avaliações realizadas 24 horas e 48 horas após exposição dos insetos.

Inseticida	Avaliação ⁽¹⁾	
	24 horas	48 horas
Acefato	6,59 ± 1,22 dB	12,09 ± 1,74 cA
Diafentiurom	79,78 ± 3,46 aB	92,01 ± 2,68 aA
Tiametoxam	39,56 ± 2,86 bB	86,39 ± 2,44 aA
Pimetozina	19,01 ± 2,59 cB	71,39 ± 4,06 bA

⁽¹⁾ Médias (±EP), dentro de cada época de avaliação, seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Embora tenha provocado as maiores mortalidades da mosca-branca, o diafentiurom deve ser usado com restrição no manejo de *B. tabaci* biótipo B por poder acarretar fitointoxicação (queima foliar) no tomateiro (ESASHIKA, 2014). Dentre os ingredientes ativos avaliados o mais recomendável para o uso no controle de *B. tabaci* biótipo B é o Tiametoxam. Devido à alta eficiência no controle de adultos e ninfas, maior seletividade e menor toxidez, esse neocotinoide de segunda geração é uma ferramenta importante no controle da mosca-branca, sendo necessário o correto manejo da resistência que

muitas populações de *B. tabaci* vêm apresentando (SILVA et al., 2009; CASTLE; PRABHAKER, 2013).

O controle proporcionado pela pimetrozina não foi satisfatório. Estudos anteriores associam a pimetrozina, um composto inibidor da alimentação, à redução na taxa de transmissão do begomovírus *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) para plântulas de tomateiro (POLSTON; SHERWOOD, 2003). Todavia, resultados mais recentes demonstraram existir resistência cruzada a neonicotinoides e a pimetrozina em populações de *B. tabaci* (NAUEN et al., 2013).

A baixa mortalidade ocasionada pelo acefato está de acordo com a observada por outros autores que verificaram que este inseticida causou mortalidade insatisfatória de *B. tabaci* (BACCI et. al., 2007). Este resultado é alarmante tendo em vista que o acefato ainda é um dos inseticidas mais utilizados no controle da mosca-branca e é capaz de ocasionar reconhecidos efeitos deletérios sobre organismos não-alvo, sem, contudo, proporcionar controle efetivo do inseto.

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram a fragilidade da dependência exclusiva no controle químico para manejar a mosca-branca, principalmente se considerarmos que as chances de evolução de resistência e transmissão integral à progênie são reais e intensificadas sob alta pressão de seleção. Desta forma, medidas de manejo da resistência e outras medidas que incorporem métodos de controle distintos devem ser implementadas.

Conclusões

- A suscetibilidade da *B. tabaci* biótipo B a inseticidas não foi afetada pela presença do begomovírus ToSRV no seu organismo.
- Pela metodologia utilizada, diafentiurom e tiametoxam foram os inseticidas mais eficientes no controle de indivíduos adultos de *B. tabaci* biótipo B.
- O inseticida acefato não foi eficiente no controle desse praga.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado ao segundo autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da proposta 'Manejo racional do complexo de pragas mosca-branca/begomovírus em tomateiro', Edital MCT/CNPq/MEC/CAPES REPENSA (22/2010) e pelas bolsas de Apoio Técnico (ATP-B), Iniciação Científica (PIBIC) e de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI-C) concedidas. À estudante Taísa Gomes Rodrigues (UCB) pelo seu apoio na execução das pesquisas.

Referências

- ALON, M.; ALON, F.; NAUEN, R.; MORIN, S. Organophosphates' resistance in the B-biotype of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) is associated with a point mutation in an ace1-type acetylcholinesterase and overexpression of carboxylesterase. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, New York, v. 38, n. 10, p. 940-949, Aug. 2008.
- ASHRAF, M. Y.; MAHMOOD, S.; SARWAR, G.; ASHRAF, M.; NAEEM, M.; ZAFAR, S. Physiological and biochemical changes in resistant and susceptible to *Cotton leaf curl virus* (CLCuV) cotton varieties at germination and early seedling stages: changes in lipase, oil content, protein and soluble sugars. **International Journal of Biology and Biotechnology**, Islamabad, v. 1, n. 2, p. 217-222, May 2004.
- BACCI, L.; CRESPO, A. L. B.; GALVAN, T. L.; PEREIRA, J. G. L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, G. A.; CHEDIAK, M. Toxicity of insecticides to the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. **Pest Management Science**, Sussex, v. 63, n. 7, p. 699-706, July 2007.
- BARBOSA, J. C.; BARRETO, S. D.; INOUE-NAGATA, A. K.; REZENDE, J. A. M. Characterization and experimental host range of a Brazilian tomato isolate of *Tomato severe rugose virus*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 159, n. 9, p. 644-646, Sept. 2011.

BELLIURE, B.; JANSSEN, A.; MARIS, P. C.; PETERS, D.; SABELIS, M. W. Herbivore arthropods benefit from vectoring plant viruses. **Ecology Letters**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 70-79, Jan. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Brasília, DF. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 12 abril 2015.

CASTLE, S. J.; PRABHAKER, N. Monitoring changes in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) susceptibility to neonicotinoid insecticides in Arizona and California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 106, n. 3, p. 1404-1413, June 2013.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, Oklahoma, v. 19, n. 1, p. 11-15, Jan. 1987.

ESASHIKA, D. A. S. **Pesticidas para manejo da mosca-branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B) visando à redução da transmissão de begomovírus ao tomateiro**. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília. Brasília, DF. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/17959>>. Acesso em: 10 de mar. 2016.

FAUQUET, C. M.; BRIDDON, R.; BROW, J.; MORIONES, E.; STANLEY, J. ; ZERBINI, M.; ZHOU, X. Geminivirus strain demarcation and nomenclature. **Archives of Virology**, New York, v. 153, n. 4, p. 783-821, Apr. 2008.

FERNANDES, F. R.; ALBUQUERQUE, L. C.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. **Virus Genes**, Norwell, v. 36, n.1, p. 251-258, Feb. 2008.

FREITAS, D. M. S. **Tomato severe rugose virus (ToSRV) e Tomato chlorosis virus (ToCV): relações com a *Bemisia tabaci* biótipo B e eficiência de um inseticida no controle da transmissão do ToSRV**. 2012. 74 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.

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

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. Efeito da infecção precoce por *Begomovirus* com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 815-818, jul./set. 2005.

GORMAN, K.; SLATER, R.; BLANDE, J. D.; CLARKE, A.; WREN, J.; MCCAFFERY, A.; DENHOLM, I. Cross-resistance relationships between neonicotinoids and pymetrozine in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n.11, p. 1186-1190, Nov. 2010.

JIU, M.; ZHOU, X. P.; TONG, L.; XU, J.; YANG, X.; WAN, F. H.; LIU, S. S. Vector-virus mutualism accelerates population increase of an invasive whitefly. **Plos One**, San Francisco, v. 2, n. 1, e182, Jan. 2007. doi:10.1371/journal.pone.0000182.

KANG, S. S.; ATHAR, M.; CHEEMA, S. S. Physiological changes in cotton infected with *Cotton leaf curl virus*. **Plant Disease Research**, New Delhi, v. 9, n.1, p. 193-195, 2003.

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

LUAN, J. B.; YAO, D. M.; ZHANG, T.; WALLING, L. L.; YANG, M.; WANG, Y. J.; LIU, S. S. Suppression of terpenoid synthesis in plants by a virus promotes its mutualism with vectors. **Ecology Letters**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 390-398, Mar. 2013a.

LUAN, J. B.; WANG, Y. L.; WANG, J.; WANG, X. W.; LIU, S. S. Detoxification activity and energy cost is attenuated in whiteflies feeding on *Tomato yellow leaf curl China virus*-infected tobacco plants.

Insect Molecular Biology, New York, v. 22, n. 5, p. 597-607, July 2013b.

MA, W.; LI, X.; DENNEHY, T. J.; LEI, C.; WANG, M.; DEGAIN, B. A.; NICHOLS, R. L. Pyriproxyfen resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype B: metabolic mechanism. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 103, n. 1, p. 158-165, Feb. 2010.

MCKENZIE, C. L. Effect of *Tomato mottle virus* (ToMoV) on *Bemisia tabaci* biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition and adult survivorship on healthy tomato. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 85, n. 2, p. 367-368, June 2002.

NAUEN, R.; VONTAS, J.; KAUSSMANN, M.; WÖLFEL, K. Pymetrozine is hydroxylated by CYP6CM1, a cytochrome P450 conferring neonicotinoid resistance in *Bemisia tabaci*. **Pest Management Science**, Sussex, v. 69, n. 4, p. 457-461, Apr. 2013.

NIKAN, J.; FENTON, B.; BARKER, H. Differences in the life parameters related to population increase of some major genotypes of Scottish *Myzus persicae*, the main vector of *Potato leafroll virus*. **Iranian Journal of Plant Pathology**, Teheran, v. 48, n. 4, p. 155-160, June 2013.

OLIVEIRA, M. R. V.; HENNEBERRY, T. J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, n. 5, p. 709-723, June 2001.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; MARTINS, C. B. C.; PELLEGRINO, A. C.; ZARBIN, P. H. G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 9, p. 1395-1405, out. 2013.

POLSTON, J. E.; SHERWOOD, T. Pymetrozine interferes with transmission of *Tomato leaf curl virus* by whitefly *Bemisia tabaci*. **Phytoparasitica**, Amsterdam, v. 31, n. 5, p. 490-498, Oct. 2003.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection**. 2. ed. Ciba-Geigi: Agricultural Division, 1981. 271 p.

ROJAS, M. R.; GILBERTSON, R. L.; RUSSEL, D. R.; MAXWELL, D. P. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 77, n. 4, p. 340-347, Apr. 1993.

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

SANTOS, C. D. G.; ÁVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Estudo da interação de um begomovírus isolado de tomateiro com a mosca branca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 6, p. 664-673, nov./dez. 2003.

SHADMANY, M.; OMAR, D.; MUHAMAD, R. Biotype and insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* populations from Peninsular Malaysia. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 139, n. 1-2, p. 67-75, Feb. 2015.

SIDHU, J. S.; MANN, R. S.; BUTTER, N. S. Deleterious effects of *Cotton leaf curl virus* on longevity and fecundity of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Journal of Entomology**, London, v. 6, n. 1, p. 62-66, Jan. 2009.

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

von ENDE, C. N. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. In: SCHEINER, S.; GUREVITCH, J. (Ed.). **Design and Analysis of Ecological Experiments**. New York: Chapman & Halland, 1993. p. 113-137.

ZHANG, T.; LUAN, J. B; QI, J. F; HUANG, C. J.; LI, M.; ZHOU, X. P.; LIU, S. S. Begomovirus–whitefly mutualism is achieved through

repression of plant defences by a virus pathogenicity factor. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 21, n. 5, p. 1294-1304, Mar. 2012.

ZARATE, S. I.; KEMPEMA, L. A.; WALLING, L. L. Silverleaf whitefly induces salicylic acid defenses and suppresses effectual jasmonic acid defenses. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 143, n. 2, p. 866–875, Feb. 2007.

Embrapa

Hortaliças