

**Seleção de Inseticidas para  
Manejo da Mosca-branca  
(*Bemisia tabaci*, biótipo B) e  
Redução da Transmissão de  
Begomovírus ao Tomateiro**



Foto: Alice Kazuko Inoue-Nagata

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 142***

## **Seleção de Inseticidas para Manejo da Mosca-branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B) e Redução da Transmissão de Begomovírus ao Tomateiro**

Miguel Michereff Filho  
Danilo Akio De Sousa Esashika  
Cristina Schetino Bastos  
Alice Kazuko Inoue-Nagata  
Patrícia Santos da Silva  
Nayara Cristina de Magalhães Sousa

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](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://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:** *Alice Kazuko Inoue-Nagata*

**Editoração eletrônica:** *André L. Garcia*

**1ª edição**

1ª impressão (2017): 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

---

Seleção de inseticidas para manejo da mosca-branca (*Bemisia tabaci* B) e redução da transmissão de Begomovirus / Miguel Michereff Filho ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016.

38 p. : il. color. ; 21 cm x 27 cm. (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 142).

1. Mosca branca 2. Inseto. 3. Controle químico. 4. Tomate. I. Esashika, Danilo Akio de Sousa. II. Bastos, Cristina Schetino III. Inoue-Nagata, Alice Kazuko. IV. Silva, Patrícia Santos. V. Sousa, Nayara Cristina de Magalhães. VI. Embrapa Hortaliças. VII. Série.

CDD 632.7

# Sumário

Resumo .....	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	33
Referências .....	35

# **Seleção de Inseticidas para Manejo da Mosca-branca (*Bemisia tabaci*, biótipo B) e Redução da Transmissão de Begomovírus ao Tomateiro**

---

***Miguel Michereff Filho***<sup>1</sup>

***Danilo Akio De Sousa Esashika***<sup>2</sup>

***Cristina Schetino Bastos***<sup>3</sup>

***Alice Kazuko Inoue-Nagata***<sup>4</sup>

***Patrícia Santos da Silva***<sup>5</sup>

***Nayara Cristina de Magalhães Sousa***<sup>6</sup>

## **Resumo**

Este trabalho teve por objetivos avaliar a eficiência de inseticidas no controle de adultos de *B. tabaci* e na transmissão de begomovírus ao tomateiro. Os experimentos foram realizados com o begomovírus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), o mais amplamente distribuído no Brasil. Em laboratório foram testados dez inseticidas, em plantas de tomateiro, cv. AP 533, individualizadas em gaiolas de polietileno

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, mestrando em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, DF

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, professora da Universidade de Brasília, Brasília, DF

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>5</sup> Engenheira-agrônoma, bolsista DTI-C/CNPq na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>6</sup> Bióloga, bolsista ATP-B/CNPq na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

e com a liberação de mosca-branca virulíferas (após aquisição de ToSRV). A mortalidade dos insetos foi avaliada entre 15 minutos e 120 horas de exposição, enquanto a transmissão viral foi avaliada 21 dias após o início do experimento. Além disso, dois experimentos também foram conduzidos em gaiolas de campo para avaliar a eficiência dos inseticidas na redução da infecção por ToSRV. Em laboratório, o inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina proporcionou mortalidade superior a 80% em 24 horas de exposição dos insetos, bem como baixos níveis de incidência e severidade da doença. Somente tiametoxam + lambda-cialotrina e o inseticida imidacloprido ocasionaram níveis de infecção por ToSRV (50% a 53%) menores que a testemunha (100%). No experimento com transmissão primária em gaiolas de campo, tiametoxam + lambda-cialotrina proporcionou a menor incidência de ToSRV (8,35%). A severidade da doença foi significativamente mais baixa em plantas com tiametoxam + lambda-cialotrina e com tiametoxam. No experimento com transmissão secundária, a incidência e a severidade da doença foram similares nos tratamentos com tiametoxam + lambda-cialotrina, imidacloprido + beta-ciflutrina e tiametoxam, apresentando níveis menores que a testemunha. Concluiu-se que, há inseticidas capazes de controlar a mosca-branca e de reduzir as infecções primária e secundária de ToSRV.

**Termos para indexação:** mosca-branca, controle químico, *Solanum lycopersicum*, transmissão de vírus.

# Insecticide Selection for Whitefly (*Bemisia tabaci* biotype B) Control and for Reducing the Transmission of Begomovirus on Tomato Plants

---

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the efficiency of insecticides in the control of adults of *B. tabaci* and in reducing the transmission of a begomovirus to tomatoes. The experiments were performed with the begomovirus *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), the most widely distributed in Brazil. In the laboratory trials, ten synthetic insecticides were tested on cv. AP 533 plants individualized in polyethylene cages with released of viruliferous whitefly adults (after acquisition of ToSRV). The mortality of these insects was evaluated after 15 minutes and 120 hours of exposure, while the viral transmission was assessed 21 days after the start of the experiment. Furthermore, two experiments were carried out in field cages to evaluate the efficiency of the insecticides in the infections' reduction of ToSRV. In the laboratory the thiamethoxam + lambda-cyhalothrin insecticide provided mortality above 80% in 24 hours of insect exposure, as well as low levels of disease incidence and severity. Only lambda-cyhalothrin + thiamethoxam and imidacloprid insecticides resulted in lower ToSRV (50-53%) infection levels than the control. In the experiment with primary transmission in field cages, the insecticide thiamethoxam + lambda-cyhalothrin provided the lowest incidence of ToSRV (8.35%). The severity of the disease was significantly lower in plants treated with thiamethoxam + lambda-cyhalothrin and thiamethoxam. In the

experiment with secondary transmission, there was no difference in the incidence and severity of the disease among plants sprayed with thiamethoxam + lambda-cyhalothrin, imidacloprid + beta-cyfluthrin and thiamethoxam, showing significantly lower levels in comparison to the control. These results showed that there are insecticides capable of controlling both the vector population and also reducing primary and secondary ToSRV infection.

**Index terms:** Whitefly, chemical control, *Solanum lycopersicum*, virus transmission.



## Introdução

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B, é uma importante praga agrícola mundial, por provocar severas perdas em diversas culturas (OLIVEIRA et al., 2001; SAUVION et al., 2005). Este inseto causa injúrias diretas através do sequestro de nutrientes da planta e indução de fitotoxemias (SCHUSTER et al., 2001). As injúrias indiretas ocorrem pela deposição de substrato propício ao desenvolvimento de fungos saprofitos na superfície foliar e principalmente pela transmissão de fitovírus. Dentre os vírus transmitidos por moscas-brancas 90% pertencem ao gênero *Begomovirus*, 6% ao gênero *Crinivirus* e os 4% restantes aos gêneros *Ipomovirus* ou *Carlavirus* (JONES, 2003).

Os begomovírus (família *Geminiviridae*) são transmitidos por moscas-brancas e se replicam, principalmente, nas células adjacentes aos vasos floemáticos de plantas dicotiledôneas. Um dos begomovírus mais encontrados no Brasil é o *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (FERNANDES et al., 2008). Acredita-se que sua distribuição pelo país esteja fortemente associada à introdução e dispersão do biótipo B de *B. tabaci* na década de 1990 (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994).

Para o manejo de begomovirose recomenda-se principalmente o plantio de cultivares tolerantes ao vírus e o controle do inseto vetor (VILLAS BÔAS; CASTELO BRANCO, 2009; MICHEREFF FILHO; INOUE-NAGATA, 2015). Apesar dos constantes avanços na resistência do tomateiro aos begomovírus, estes patógenos continuam causando grandes perdas à produção (INOUE-NAGATA et al., 2009). O controle desse inseto vetor com inseticidas sintéticos é a medida mais utilizada (CASTLE et al., 2009), porém pouco se sabe sobre a interferência dos ingredientes ativos no processo de transmissão viral em tomateiro no Brasil (FREITAS, 2012).

Na avaliação de inseticidas e adjuvantes para controle de insetos vetores a seleção dos ingredientes ativos não deve ser baseada apenas na capacidade de redução da população do vetor (letalidade), mas

também na velocidade com que ocasiona a morte dos insetos (efeito de choque) e em possíveis efeitos subletais, como a interferência no comportamento alimentar e/ou a interrupção da alimentação, pois estes atributos podem reduzir a transmissão dos vírus ou retardar a dispersão da virose na lavoura (CASTLE et al., 2009; 2017; SMITH; GIURCANU, 2017). Ressalta-se que a eficiência de transmissão de ToSRV por *B. tabaci* é variável de acordo com o número de insetos virulíferos e o tempo de alimentação na planta (CHATTERJEE et al., 2008; ROMAY et al., 2010). Assim, quanto mais letal sobre a população e rápida for a ação inseticida, maior a possibilidade de reduzir o número de plantas infectadas e a taxa de progressão da doença na lavoura. Para tanto, é de suma importância o conhecimento da relação vírus-vetor no patossistema envolvido (CASTLE et al., 2009; 2017).

A relação vírus-vetor no caso dos begomovírus e *B. tabaci* é do tipo circulativa (persistente) (RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997). Conforme descrito por Ghanin et al. (2014), o ciclo de transmissão viral do ToSRV é iniciado na aquisição do vírus em planta infectada seguido pela sua dispersão por *B. tabaci*. Durante a alimentação no floema da planta o vírus é adquirido, é transportado pelo esôfago do inseto e na câmara filtro, localizada no intestino médio, o mesmo é translocado para a hemolinfa e posteriormente desloca-se até as glândulas salivares, onde é acumulado. A inoculação do begomovírus na nova planta ocorre durante a salivação da mosca-branca. Estes vírus persistem por toda a vida do inseto em seu corpo embora não haja replicação (JONES, 2003).

A mosca-branca necessita de um período mínimo necessário para adquirir o vírus a partir da alimentação na planta infectada, denominado período de acesso à aquisição (PAA). O período mínimo necessário para o vírus circular no inseto vetor e poder ser transmitido na alimentação subsequente é o período de latência (PL). Para transmitir o vírus a uma planta sadia a mosca-branca precisa de um tempo mínimo de alimentação denominado período de acesso à inoculação (PAI) (RUBINSTEIN; CZOSNEK, 1997). Para alguns begomovírus associados ao tomateiro, os adultos de *B. tabaci* podem adquirir o vírus com 15

minutos de PAA e, após 16 horas (PL), os insetos já podem transmiti-lo ao se alimentar em uma planta sadia (PAI) por pelo menos 5 minutos (SANTOS et al., 2003; FREITAS, 2012). A eficiência de transmissão de ToSRV é crescente à medida que se aumenta o tempo que o inseto permanece se alimentando no tomateiro, isto é, PAA e PAI de cinco minutos proporcionam eficiência de transmissão de 10%, enquanto o período de 24h a eleva para 75% (FREITAS, 2012).

Em termos epidemiológicos, quando o inseto que está disseminando o vírus na lavoura o adquiriu em planta situada fora do campo de produção ocorre a dispersão ou transmissão primária, enquanto a infecção secundária ocorre quando a aquisição do vírus pelo vetor se deu em plantas da própria área de produção (BERGAMIN FILHO et al., 2016). Na infecção primária, o inseto já passou pelo menos parte do período de latência (PL) fora da lavoura e a transmissão do begomovírus pode ocorrer em menos de 3 horas. Já na infecção secundária, todos os três períodos (PAA, PL e PAI) ocorrem dentro da lavoura, sendo necessárias pelo menos 17 horas de contato da mosca-branca com o tomateiro para a transmissão. Portanto, devido às inter-relações existentes entre ToSRV e *B. tabaci* é mais difícil controlar a infecção primária que a secundária, pois na primeira situação o inseticida têm que agir mais rapidamente sobre o vetor. Embora seja mais difícil, o controle da infecção primária é crucial para conter o avanço do begomovírus nos cultivos da região (BERGAMIN FILHO et al., 2016).

A manutenção da eficiência do controle químico da mosca-branca depende da sua correta utilização, o que se inicia pela escolha do inseticida (eficiência, segurança à saúde humana e seletividade em favor dos inimigos naturais), passa pela rotação de ingredientes ativos baseada em diferentes modos de ação e grupos químicos para minimizar a evolução da resistência e finaliza com a adoção da tecnologia de aplicação mais adequada para alcance do alvo, conforme o estágio de desenvolvimento da praga e da cultura hospedeira (VILLAS BÔAS; CASTELO BRANCO, 2009; CASTLE et al., 2009, 2013; MICHEREFF FILHO; INOUE-NAGATA, 2015). Portanto, há necessidade de se avaliar periodicamente a eficiência dos produtos mais utilizados para que se possa reorientar o controle químico da mosca-branca

visando o manejo das begomoviroses na cultura do tomateiro. Este trabalho tem por objetivos avaliar a eficiência de inseticidas sintéticos no controle de adultos de *B. tabaci* biótipo B e na redução da infecção primária e secundária de plantas por begomovírus, já que este é o principal dano causado pelo inseto na cultura do tomateiro.

## Material e Métodos

### Criação de insetos, fonte de begomovírus e plantas

Foram utilizados adultos de *B. tabaci* biótipo B, virulíferos (após aquisição prévia de ToSRV), oriundos de criações em laboratório e em casa de vegetação da Embrapa Hortaliças, em Brasília, DF. A criação virulífera foi mantida em plantas de tomateiro, da cultivar AP 533 (crescimento determinado/rasteiro, altamente suscetível a infecção por begomovírus), com 45 dias de idade, sendo cultivadas em vaso e infectadas naturalmente por um isolado de ToSRV, coletado na região de Goiás. A confirmação da presença do vírus nos insetos e nas plantas da criação foi realizada por detecção via PCR a partir de amostras coletadas quinzenalmente (DOYLE; DOYLE, 1987; ROJAS et al., 1993). As plantas infectadas da criação virulífera foram substituídas após vinte dias de permanência na criação, visando garantir a máxima taxa de aquisição de vírus pelos insetos. Para os experimentos, os insetos foram coletados com sugador manual e mantidos em tubos de propileno de 50 mL.

Para a produção das mudas de tomateiro foram empregadas bandejas de 72 células preenchidas com substrato comercial para hortaliças. Ao atingir três a quatro folhas verdadeiras as mudas foram transplantadas para vasos de 0,5 litros de capacidade onde permaneceram até completarem cinco a sete folhas verdadeiras para então serem utilizadas nos estudos. Durante toda a pesquisa as plantas foram mantidas em gaiolas de PVC recobertas por tecido *voil*, visando evitar a exposição das plantas ao inseto-vetor e a consequente infecção indesejada por begomovírus. As plantas utilizadas como fonte primária de ToSRV foram cultivadas conforme descrito acima, porém, após serem transplantadas para os vasos, foram infestadas com moscas-

brancas virulíferas e mantidas em outra casa de vegetação. Antes de serem empregadas nos experimentos, essas plantas foram submetidas à avaliação visual da infecção por begomovírus. Somente foram utilizadas nos estudos plantas que apresentaram notas 2 ou 3 de expressão de sintomas conforme a escala de Lapidot et al. (2006), para avaliação da begomovirose. A presença de infecção viral em cada planta foi confirmada por PCR com amostra da terceira folha expandida a partir do ápice, em 24 horas antes do seu uso nos experimentos. O mesmo foi realizado para os insetos virulíferos, que foram avaliados por PCR para detecção viral a partir de 50 adultos coletados na criação.

### **Seleção de inseticidas químicos**

O estudo foi dividido em dois componentes, considerando-se a simulação da infecção primária e secundária de begomovírus em tomateiro, conforme segue abaixo.

### **Infecção primária em laboratório**

Na simulação da infecção primária em laboratório, adultos de mosca-branca já virulíferos para o ToSRV foram liberados no interior de uma gaiola de polietileno com planta de tomateiro previamente pulverizada com inseticida (Figura 1). Foram testados os inseticidas mais utilizados rotineiramente pelos produtores para controle de mosca-branca em tomateiro, incluindo produtos comerciais constituídos por misturas de ingredientes ativos formuladas pelo fabricante, os quais estão apresentados na Tabela 1. A testemunha correspondeu a plantas pulverizadas apenas com água destilada. Foram utilizadas as doses máximas recomendadas para controle do inseto segundo o fabricante de cada inseticida (AGROFIT, 2003).

Os estudos foram realizados com plantas de tomateiro acondicionadas em gaiolas de polietileno e mantidas em sala climatizada, no laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, com temperatura de 25 °C ± 2 °C, UR de 52% e fotofase de 12 horas, sendo os tratamentos dispostos no delineamento de blocos ao acaso, com 30 repetições por tratamento, cada repetição representada por uma gaiola de polietileno.

Os tratamentos foram aplicados com pulverizador de pressão acumulada (Guarany®, capacidade de 1,25 L). Plantas de tomateiro, cv. AP 533 (altamente suscetível aos begomovírus), com cinco a sete folhas verdadeiras, saudáveis e livres de infestação da mosca-branca, foram pulverizadas com os tratamentos (50 mL de calda/planta) até o ponto de escorrimento e após a completa secagem das folhas, em cada vaso (contendo uma planta) foi instalada uma gaiola cilíndrica de polietileno transparente com a abertura superior revestida por organza, no interior da qual foram liberados 50 adultos virulíferos de mosca-branca.



Foto: Danilo Akio de Sousa Esashika.

**Figura 1.** Unidade experimental formada por uma planta de tomateiro (cv. AP 533) cultivada em vaso de 0,5 L recoberto por gaiola de polietileno transparente vedada com tecido de organza na parte superior.

A mortalidade de adultos foi avaliada após 15 minutos, 3, 24, 48 e 120 horas da instalação do ensaio, mediante contagem dos insetos vivos e mortos na planta e na superfície do solo coberta com tecido preto para facilitar a contagem. Após a última avaliação, a 120 h após o início do experimento, as plantas foram transferidas para outro ambiente, todos os adultos de *B. tabaci* remanescentes foram retirados e os inseticidas fenpropatrina (Danimen® 300 EC, 150 mg de i.a. L<sup>-1</sup> de água) e tiametoxam (Actara®, 50 mg de i.a. L<sup>-1</sup>) foram pulverizados para matar ovos, ninfas e adultos eventualmente presentes. Em seguida, as plantas foram transferidas para uma casa de vegetação livre da infestação de mosca-branca. Inspeções diárias das plantas confirmaram esta condição que, quando violada, era seguida da aplicação dos inseticidas.

A avaliação da transmissão de begomovírus ao tomateiro foi efetuada aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos, a partir da determinação

**Tabela 1.** Moléculas inseticidas testadas no controle de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B.

Nome técnico (Grupo químico)	Nome comercial	Concentração <sup>1</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	Ação/impacto no inseto
Acefato (Organofosforado)	Orthene® 750 BR	750	Contato e ingestão. Mortalidade de adultos e ninfas.
Clotianidina (Neonicotinoide)	Focus® 500 WP	100	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz alimentação e movimentação de adultos.
Diafentuirom (Feniltiureia)	Polo® 500 WP	1330	Contato e ingestão.
Espiromesifeno (Cetoenol)	Oberon® SC	288	Contato e ingestão. Atua em ovos, ninfas e adultos.
Imidacloprido (Neonicotinoide)	Evidence® 700 WG	466	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz alimentação e movimentação de adultos.
Lambda-cialotrina (Piretroide)	Karate Zeon® 50 SC	60	Contato e ingestão. Efeito "knock down".
Pimetrozina (Piridina Azomectina)	Chess® 500 WG	200	Sistêmico. Causa bloqueio na alimentação do inseto.
Tiametoxam (Neonicotinoide)	Actara® 250 WG	50	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz alimentação e movimentação de adultos.
Beta-ciflutrina (Piretroide) + Imidacloprido (Neonicotinoide)	Connect® SC	8,75 + 70	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz alimentação e movimentação de adultos. Efeito "knock down".
Lambda-cialotrina (Piretroide) + Tiametoxam (Neonicotinoide)	Engeo Pleno® SC	106 + 141	Sistêmico, contato e ingestão. Reduz alimentação e movimentação de adultos. Efeito "knock down".

Fonte: Villas Bôas e Castelo Branco (2009); Poletti e Alves (2013); Agrofrit (2016).

<sup>1</sup> Em mg de ingrediente ativo por litro de água. Tratamento com dois ingredientes ativos corresponde a um produto comercial com mistura formulada pelo fabricante.

da incidência de plantas infectadas e da severidade da doença. Para tal utilizou-se um índice de severidade da doença adaptado da escala visual de notas proposta por Lapidot et al. (2006) (Figura 2), sendo: 0 = ausência de sintomas; 1 = leves sintomas de clorose internerval e mosqueado dos folíolos; 2 = severos sintomas de mosaico, enrugamento dos folíolos, clorose internerval e epinastia; e 3 = mosaico, enrugamento severo e nanismo. Adicionalmente, foram coletados três folíolos do ápice de cada planta para se confirmar a presença do vírus por meio de PCR. Os procedimentos para extração de DNA e amplificação de sequência viral por PCR estão descritos abaixo.

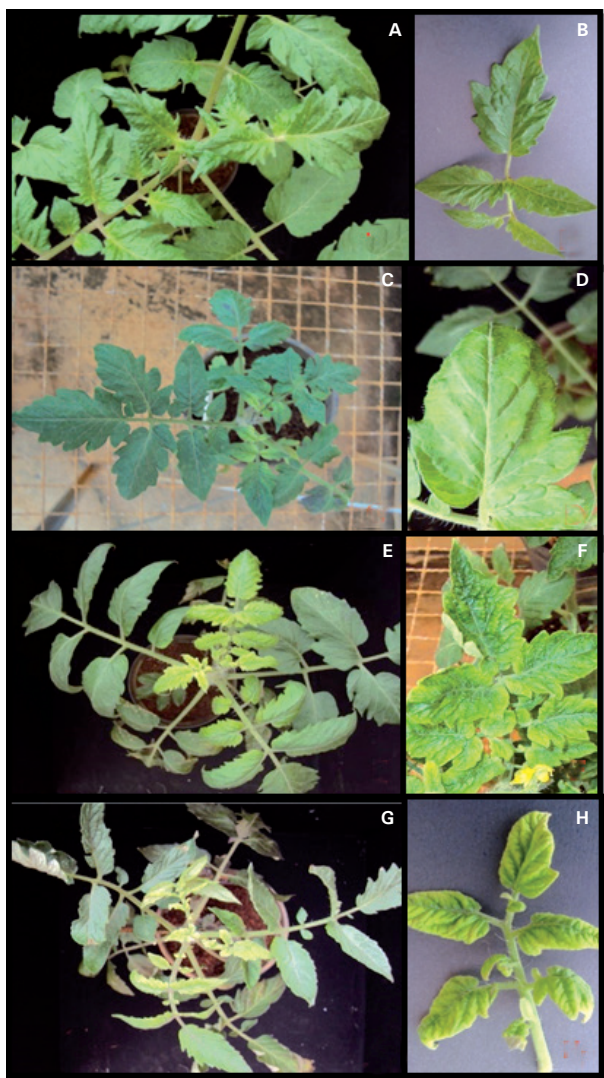
A extração do DNA total das plantas de tomate foi realizada conforme Doyle e Doyle (1987), com aproximadamente 3 cm<sup>2</sup> de material vegetal. O sobrenadante foi retirado e o precipitado ressuspenso em 200 µl de água pura. O material foi armazenado a -20°C para análise posterior. O DNA total extraído das plantas de cada experimento foi amplificado por meio da técnica PCR com oligonucleotídeos universais [PARc496 (GGCTTYCTRTACATRGG) e PALv1978 (GCCACATYGTCTTYCCNGT)] para detecção de begomovírus (ROJAS et al., 1993) com a utilização da enzima *Taq* DNA polimerase (Invitrogen).

### **Infecção primária em gaiolas de campo**

Na simulação da infecção primária em campo, foram utilizadas gaiolas confeccionadas com tubos de ferro galvanizado (3,0 m x 6,0 m x 1,9 m), revestidas com tela antiáfídeo. Estas gaiolas foram instaladas em área gramada (1,0 ha) do campo experimental da Embrapa Hortaliças, localizada em Brasília, DF. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os blocos consistiram em fileiras de gaiolas instaladas perpendicularmente à direção predominante do vento e distanciadas de 20 ms entre si. Dentro de cada fileira (bloco) as gaiolas ficaram equidistantes de 5,0 m (Figura 3).

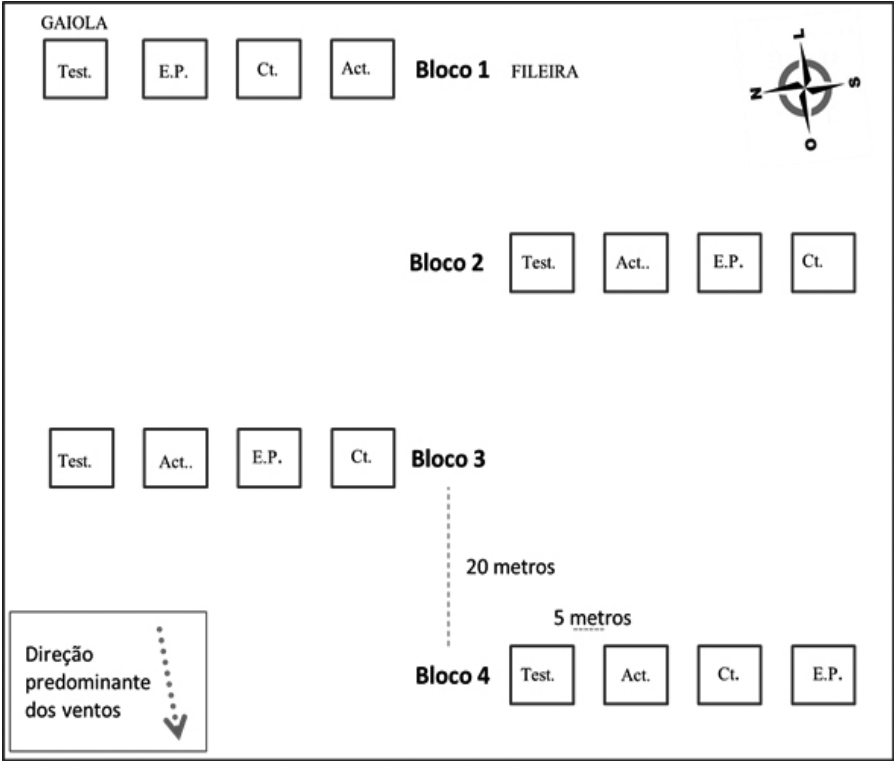
Para cada gaiola foram utilizadas 12 plantas de tomateiro, cv. AP 533, cultivadas em vaso, com cinco a sete folhas verdadeiras, sadias e livres de infestação da mosca-branca. Foram selecionados os melhores





Fotos: Danilo Akio de Sousa Esashika

**Figura 2.** Índice de severidade de begomovirose, baseada em escala de notas. Nota 0 (A e B): plantas assintomáticas. Nota 1 (C e D): leves sintomas de clorose interneval e mosqueado dos folíolos. Nota 2 (E e F): severos sintomas de mosaico, enrugamento dos folíolos, clorose internerval e epinastia. Nota 3 (G e H): severos sintomas de mosaico, enrugamento dos folíolos, clorose internerval, epinastia e nanismo, conforme Lapidot et al. (2006).



**Figura 3.** Croqui da área experimental contendo quatro blocos. Cada gaiola é representada por um quadrado onde no seu interior está indicado o tratamento químico que recebeu, sendo: Test = testemunha (água); Act. = Actara® (tiametoxam); Ct. = Connect® (imidacloprido + betaciflutrina) e E.P. = Engeo Pleno® (tiametoxam + lambda-cialotrina). Gaiola de ferro galvanizado (3,0 m x 6,0 m x 1,9 m) revestida com tela antiáfideo.

inseticidas, com base na mortalidade de adultos ( $> 60\%$ ), rapidez na ação e menor incidência/severidade de begomovirose nas plantas, do estudo anterior. Assim os tratamentos testados foram os inseticidas Engeo Pleno® (tiametoxam 141 mg de i.a.  $L^{-1}$  + lambda-cialotrina 106mg de i.a  $L^{-1}$  de calda), Connect® (beta-ciflutrina 8,75 mg de i.a  $L^{-1}$ , imidacloprido 70 mg de i.a.  $L^{-1}$  de calda) e Actara® (tiametoxam 50 mg de i.a  $L^{-1}$  de calda), e uma testemunha, que recebeu apenas

água destilada. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador de pressão acumulada (Guarany®, capacidade de 1,25 L). Cada planta foi pulverizada com 50 mL de calda até o ponto de escorrimento.

Após a secagem das folhas, as plantas foram acondicionadas dentro das gaiolas e foram liberados 600 adultos de mosca-branca virulíferos em cada gaiola (50 insetos/planta). Dez dias após o início do experimento foi instalada uma armadilha amarela adesiva no centro de cada gaiola, permanecendo nela por dois dias, com a finalidade de avaliar a presença de moscas-brancas vivas nos tratamentos. Decorrido tal período, as plantas foram pulverizadas com os inseticidas Danimen® 300 EC e Actara® e, posteriormente, foram transferidas para uma casa de vegetação livre de moscas-brancas, onde permaneceram em gaiolas revestidas com organza.

Foi avaliada a incidência de ToSRV, a severidade da doença e o número de moscas-brancas restantes no final do experimento. A avaliação da transmissão de ToSRV ao tomateiro foi efetuada aos 21 dias após a liberação dos insetos nas gaiolas, determinando-se a incidência de plantas infectadas por ToSRV e a severidade da doença, a qual foi baseada em uma escala visual de notas proposta por Lapidot et al. (2006), além da confirmação da infecção por PCR. Foram utilizadas as mesmas metodologias descritas anteriormente para avaliação sintomatológica, para extração do DNA vegetal e amplificação de sequência viral por PCR.

### **Infecção secundária em gaiolas de campo**

Esta transmissão ocorre quando um inseto adulto originalmente avirulífero (sem aquisição prévia de ToSRV) se alimenta de uma planta de tomateiro infectada dentro da lavoura e posteriormente passa a transmitir o vírus para plantas saudáveis na mesma lavoura. Para esta simulação, foram utilizados os mesmos tratamentos, delineamento experimental e arranjo de gaiolas do estudo anterior. Entretanto, cada gaiola de campo recebeu 12 plantas saudáveis e quatro plantas infectadas com ToSRV, apresentando sintomas severos da doença. As plantas infectadas foram dispostas no centro

da gaiola. No dia seguinte em cada gaiola foram liberados 600 adultos de *B. tabaci* avirulíferos (50 insetos/planta). Ao final do experimento, foram utilizados os mesmos procedimentos adotados no estudo anterior para desinfestação e para as avaliações de incidência de ToSRV, da severidade da doença e do número de moscas-brancas sobreviventes.

### **Análises estatísticas**

No experimento com gaiolas de polietileno, em laboratório, os dados de mortalidade de adultos de mosca-branca foram corrigidos pela respectiva mortalidade ocorrida na testemunha em cada momento de avaliação, mediante a fórmula de Schenneider-Orelli (PÜNTENER, 1981). Em seguida, os dados de mortalidade acumulada corrigida foram submetidos a testes para atestar a condição de normalidade e homogeneidade de variâncias e, subsequentemente, foram transformados quando necessário para que tais pressupostos estatísticos fossem atendidos. Desde que a mortalidade dos insetos foi avaliada ao longo do tempo na mesma unidade amostral, os dados foram submetidos à análise de variância para medidas repetidas (PROC ANOVA com especificação Contrast), tendo os momentos de avaliação como medidas repetidas. A comparação entre médias dos tratamentos foi realizada dentro de cada momento de avaliação pelo teste de Tukey. A proporção de plantas infectadas por ToSRV nos diferentes tratamentos foi comparada à testemunha pelo teste exato de Fisher. Os dados relativos à severidade da doença foram submetidos à análise de Kruskal-Wallis, seguida pelo teste de Dunn baseado na diferença entre postos (ranks) de tratamentos.

Nos experimentos em gaiolas de campo, referentes às infecções primária e secundária, a porcentagem (proporção) de plantas infectadas por ToSRV foi submetida a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os dados relativos à severidade da doença foram submetidos à análise de Kruskal-Wallis, seguida pelo teste de Dunn baseado na diferença entre postos (ranks) de tratamentos. Todas as análises foram realizadas no software SAS versão 9.1 (SAS INSTITUTE, 2004).

## Resultados e Discussão

### Infecção primária em laboratório

Houve diferença significativa na mortalidade de adultos de *B. tabaci* entre os inseticidas ao longo do tempo ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 2). Nenhum inseticida ocasionou mortalidade de adultos superior a 35% nas primeiras três horas de exposição dos insetos e os maiores níveis de mortalidade ocorreram a partir de 48 horas.

Nas avaliações de 15 minutos e 3 horas de exposição, os ingredientes ativos tiametoxam + lambda-cialotrina (mistura comercial) e tiametoxam apresentaram mortalidade significativamente maior de *B. tabaci* em relação aos demais inseticidas. Um dia após o início do experimento (24 horas), constatou-se mortalidade de adultos superior a 84% em plantas pulverizadas com tiametoxam + lambda-cialotrina, o qual diferiu estatisticamente dos ingredientes ativos tiametoxam, diafentiurom e imidacloprido, que por sua vez, ocasionaram mortalidade entre 59% e 65%. Nos demais inseticidas a mortalidade variou entre 11% e 47%.

A 48 horas após início do ensaio, os inseticidas tiametoxam + lambda-cialotrina, imidacloprido, imidacloprido + beta-ciflutrina e tiametoxam apresentaram os maiores níveis de mortalidade (95% a 99%), diferindo dos demais tratamentos. Cinco dias após o início do experimento (120 horas) a maioria dos ingredientes ativos proporcionou mortalidade superior a 70%, com destaque para tiametoxam + lambda-cialotrina, imidacloprido, imidacloprido + beta-ciflutrina, tiametoxam e diafentiurom; apenas pimeprozina e acefato ocasionaram níveis de mortalidade inferiores a 50% (Tabela 2). O ingrediente ativo diafentiurom provocou fitointoxicação aguda nos tomateiros, mesmo após a dose recomendada pelo fabricante ter sido reduzida pela metade (dados não apresentados).

Houve alta incidência de ToSRV ( $> 77\%$ ) na maioria dos tratamentos. Apenas os inseticidas tiametoxam + lambda-cialotrina e imidacloprido reduziram significativamente a proporção de plantas infectadas com begomovírus (teste exato de Fisher:  $p < 0,05$ ) e a severidade da doença ( $p \leq 0,01$ ), em relação à testemunha. Os demais tratamentos

**Tabela 2.** Mortalidade corrigida acumulada (%) de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B após exposição entre 15 minutos e 120 horas a inseticidas sintéticos pulverizados em plantas de tomateiro mantidas em gaiolas de polietileno, sob condições de laboratório.

Tratamento	Avaliação <sup>1</sup>				
	15 minutos	3 horas	24 horas	48 horas	120 horas
Pimetrozina	0,00 ± 0,00 bD	0,24 ± 0,11 eD	11,07 ± 2,15 fC	19,33 ± 3,06 eB	41,02 ± 5,44 eA
Acefato	0,00 ± 0,00 bC	0,06 ± 0,04 eC	16,81 ± 3,34 eB	21,74 ± 3,51 eB	45,30 ± 3,84 dA
Clotianidina	0,00 ± 0,00 bC	0,81 ± 0,20 eC	43,25 ± 2,39 cB	79,15 ± 2,59 bA	88,34 ± 2,31 bA
Diafentiurom	0,00 ± 0,00 bD	0,32 ± 0,11 eD	59,77 ± 4,21 bC	81,22 ± 2,67 bB	99,13 ± 0,40 aA
Imidacloprido + Beta-ciflutrina	0,91 ± 0,35 bD	5,64 ± 0,80 cC	48,15 ± 2,61 cB	96,84 ± 0,64 aA	99,67 ± 0,14 aA
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	8,62 ± 1,00 aD	28,95 ± 3,25 aC	84,35 ± 1,70 aB	99,73 ± 0,16 aA	100,00 ± 0,00aA
Imidacloprido	0,76 ± 0,21 bD	7,23 ± 1,11 cC	59,31 ± 2,57 bB	98,55 ± 0,54 aA	100,00 ± 0,00aA
Espiromesifeno	0,89 ± 0,35 bD	1,97 ± 0,46 eD	17,23 ± 2,35 eC	40,65 ± 3,24 dB	85,29 ± 2,34 bA
Lambda-cialotrina	0,74 ± 0,25 bC	4,44 ± 1,04 dC	29,48 ± 5,32 dB	62,80 ± 5,70 cA	71,42 ± 5,66 cA
Tiametoxam	6,46 ± 1,30 aD	19,09 ± 2,44 aC	65,60 ± 2,98 bB	95,66 ± 1,50 aA	99,31 ± 0,34 aA

<sup>1</sup>Média ± EPM. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a  $p \leq 0,01$ . Tratamento com dois ingredientes ativos corresponde a um produto comercial com mistura formulada pelo fabricante.

não afetaram a incidência e a severidade da begomovirose nos tomateiros (Tabela 3). Estes resultados demonstraram que o tiametoxam + lambda-cialotrina e o imidacloprido foram promissores como inseticidas para controlar adultos de mosca-branca e podem interferir na transmissão de begomovírus ao tomateiro.

**Tabela 3.** Eficiência de transmissão de ToSRV e severidade da begomovirose em plantas de tomateiro, cv. AP 533, pulverizadas com diferentes inseticidas sintéticos para controle de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B e mantidas em gaiolas de polietileno, sob condições de laboratório.

Tratamento	Plantas infectadas		Severidade
	Pl. inf./Total <sup>1</sup>	%	(nota média) <sup>2</sup>
Pimetrozina	30/30 ns	100	2,5 a
Acefato	30/30 ns	100	2,8 a
Clotianidina	30/30 ns	100	2,2 b
Diafentiurom	29/30 ns	97	2,4 b
Imidacloprido + Beta ciflutrina	23/30 ns	77	1,9 b
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	15/30 *	50	0,7 c
Imidacloprido	16/30 *	53	1,0 c
Espiromesifeno	30/30 ns	100	2,9 a
Lambda-cialotrina	27/30 ns	90	2,2 b
Tiametoxam	29/30 ns	97	2,8 a
Testemunha	30/30	100	2,8 a

<sup>1</sup> Proporções marcadas com asterisco diferem estatisticamente da testemunha, pelo teste exato de Fisher (tabela de contingência 2x2;  $p \leq 0,01$ ). ns = não significativo; não difere da testemunha.

<sup>2</sup> Médias de severidade da doença (escala de notas) seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn (não-paramétrico), baseado na diferença entre postos (ranks) ( $p \leq 0,01$ ).

Pela metodologia utilizada neste estudo poucos inseticidas reduziram significativamente o percentual de plantas infectadas com ToSRV e a severidade da doença. A explicação para esses resultados pode residir no fato de que *B. tabaci* biótipo B necessita de um período de alimentação para transmissão do vírus (PAI – período de acesso à inoculação) de apenas cinco minutos para conseguir transmitir ToSRV ao tomateiro com 10% de eficiência e de 24 horas para atingir a eficiência de 75% (FREITAS, 2012). Logo, para reduzir a transmissão (infecção primária), o inseticida deveria ser letal nos primeiros momentos de contato do vetor com a planta e/ou modificar o comportamento alimentar do inseto.

Neste experimento, o inseticida que apresentou a maior velocidade de ação foi o que continha a mistura dos ingredientes ativos tiametoxam + lambda-cialotrina em formulação comercial. Após 15 minutos de exposição dos insetos aos tratamentos, o referido inseticida provocou mortalidade próxima a 10% e no período de 24 horas mortalidade acima de 80%. Adicionalmente, este mesmo inseticida foi capaz de reduzir a incidência da doença pela metade em relação à testemunha (Tabela 3). Os resultados sugerem que essa combinação de ingredientes ativos de ação sistêmica (tiametoxam), contato e ingestão (lambda-cialotrina), além de provocar alta mortalidade de *B. tabaci*, apresenta algum efeito secundário que interfere no processo de transmissão viral.

O inseticida tiametoxam não apresentou desempenho similar em relação à combinação tiametoxam + lambda-cialotrina, embora tenham diferido quanto à mortalidade apenas na avaliação de 24 horas. A diferença entre os dois produtos com relação à interferência na transmissão de ToSRV provavelmente está associada às concentrações dos ingredientes ativos nas caldas de pulverização (segundo a dose máxima recomendada pelo fabricante).

O baixo número de inseticidas capazes de reduzir significativamente a porcentagem de plantas infectadas também pode estar relacionado à quantidade de moscas-brancas em cada planta. Nestes ensaios foi utilizada a proporção de 50 adultos por planta, esta infestação



pode ser considerada alta, admitindo-se que todos os insetos estejam virulíferos. Neste experimento o tiametoxam não reduziu a incidência ou severidade da doença significativamente. As diferenças significativas na severidade da begomovirose proporcionadas por alguns inseticidas (Tabela 3) devem-se não apenas à diminuição no número de plantas infectadas, como também à redução na quantidade de vírions inoculados em cada planta pelos vetores. Esta redução pode ser atribuída à velocidade de ação dos inseticidas e ainda as suas possíveis interferências no hábito alimentar do inseto.

De acordo com a metodologia utilizada neste trabalho poucos inseticidas foram eficientes contra o vetor e em reduzir a infecção primária de ToSRV por *B. tabaci* biótipo B. Mesmo os inseticidas que reduziram significativamente a transmissão primária, apresentaram valores finais de incidência viral ainda elevados (aproximadamente de 50%) e suficientes para ocasionar perdas consideráveis na produção de tomate. Portanto, o controle químico direcionado a adultos da mosca-branca não deve ser a única opção de manejo dos begomovírus. Outras medidas complementares (cultivares tolerantes à virose, vazios sanitários, eliminação de plantas daninhas, dentre outras) devem ser adotadas para conter a infecção primária do vírus nos cultivos de tomateiro (BERGAMIN FILHO et al., 2016). Concomitantemente, inseticidas altamente eficientes contra ninfas, devem ser usados no momento apropriado, para se reduzir a infecção secundária (entre plantas) dentro da lavoura.

### **Infecção primária em gaiolas de campo**

Houve efeito significativo dos inseticidas na transmissão primária de ToSRV pela mosca-branca, com redução tanto na incidência de ToSRV ( $p \leq 0,01$ ) como na severidade da doença ( $p \leq 0,01$ ). O inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina proporcionou a menor incidência de ToSRV (8,35%), diferindo dos demais tratamentos (Tabela 4). A severidade da doença foi significativamente baixa em plantas tratadas com tiametoxam + lambda-cialotrina e com tiametoxam, as quais diferiram daquelas pulverizadas com imidacloprido + beta-ciflutrina (Tabela 5). Na testemunha, ou seja, em tomateiros tratados

apenas com água, 100% das plantas tornaram-se infectadas pelo begomovírus (Tabela 4) e a nota média de severidade da doença foi superior a 2,7 (Tabela 5). Resultados similares foram constatados com base na captura de adultos de *B. tabaci* em armadilhas adesivas instaladas dentro das gaiolas no final do estudo (Tabela 6). Estes resultados demonstraram que, em gaiolas de campo, alguns inseticidas sintéticos podem reduzir substancialmente a transmissão primária em plantas de tomateiro em razão de sua ação sobre o inseto vetor. Em comparação ao estudo de laboratório com gaiolas de polietileno, os resultados do presente ensaio mostraram algumas diferenças na eficiência dos inseticidas, provavelmente em razão das condições experimentais. Apesar disso, constatou-se desempenho similar para a mistura comercial de tiametoxam + lambda-cialotrina, tanto no controle da mosca-branca, quanto na interferência sobre a transmissão de begomovírus.

**Tabela 4.** Incidência de ToSRV em plantas de tomateiro pulverizadas ou não com inseticidas químicos sintéticos, em gaiola de campo (infecção primária).

Tratamento	Plantas infectadas (%) <sup>1</sup>
Tiametoxam	16,67 ± 2,29 b (8/48)
Tiametoxam + lambda-cialotrina	8,35 ± 1,41 c (4/48)
Imidacloprido + beta-ciflutrina	20,85 ± 6,25 b (10/48)
Testemunha	100,00 ± 0,00 a (48/48)

<sup>1</sup> Médias (±EPM) de porcentagem de plantas infectadas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,01$ ). Dados transformados em  $\text{raiz}(x + 1)$  para as análises estatísticas. Dados entre parênteses indicam a proporção de plantas infectadas/sadias, com base na confirmação da infecção por PCR.

**Tabela 5.** Severidade de begomovirose (ToSRV) em plantas de tomateiro pulverizadas ou não com inseticidas sintéticos para controle de *B. tabaci* biótipo B, em gaiola de campo (infecção primária).

Tratamento	Severidade da doença (nota média) <sup>1</sup>
Tiametoxam	0,23 ± 0,10 c
Tiametoxam + lambda-cialotrina	0,08 ± 0,06 c
Imidacloprido + beta-ciflutrina	0,70 ± 0,10 b
Testemunha	2,79 ± 0,06 a

<sup>1</sup> Médias (± EPM) de severidade da doença (escala de notas) seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Dunn (não-paramétrico), baseado na diferença entre postos (ranks) ( $p \leq 0,01$ ).

### Infecção secundária em gaiolas de campo

Houve efeito significativo do controle químico da mosca-branca na infecção secundária de ToSRV, com redução tanto na incidência ( $p \leq 0,01$ ) como na severidade da doença ( $p \leq 0,01$ ). Contudo, não houve diferença na incidência e na severidade da doença entre plantas pulverizadas com tiametoxam + lambda-cialotrina, imidacloprido + beta-ciflutrina e tiametoxam, apresentando níveis significativamente menores em comparação à testemunha (Tabelas 7 e 8). Nas plantas da testemunha verificou-se incidência de ToSRV superior a 80% e alta severidade da doença (nota visual > 1,9). Os dados de captura de adultos de mosca-branca em armadilhas adesivas instaladas dentro das gaiolas no final do estudo confirmaram a alta eficiência de controle dos inseticidas testados ao longo de 10 dias após a pulverização, cujo número de adultos capturados foi muito baixo (Tabela 9). Estes resultados evidenciaram diferenças no desempenho dos inseticidas em relação ao tipo de infecção por ToSRV, havendo maior possibilidade de redução da infecção secundária desde que o inseticida possa eliminar

grande parte dos insetos adultos de mosca-branca antes de se tornarem virulíferos.

**Tabela 6.** Captura de adultos de mosca-branca em armadilhas adesivas amarelas instaladas dentro de gaiola de campo contendo plantas tratadas ou não com inseticidas químicos sintéticos para controle de *B. tabaci* biótipo B (infecção primária).

Tratamento	Adultos capturados/gaiola <sup>1</sup>
Tiametoxam	6,03 ± 4,34 (7)
Tiametoxam + lambda-cialotrina	1,50 ± 0,49 (5)
Imidacloprido + beta-ciflutrina	2,07 ± 1,58 (6)
Testemunha	203,25 ± 60,32 (614)

<sup>1</sup> Média ± EPM. Dados entre parênteses referem-se ao total de adultos capturados nas quatro gaiolas do tratamento.

Na infecção primária, quando o inseto alcança as plantas como virulífero, a transmissão do vírus com alta taxa de eficiência pode ocorrer em menos de 3 horas [somente PAI - período de acesso à aquisição] (SANTOS et al., 2003; FREITAS, 2012; GHANIM et al., 2014). Desta forma, há pouco tempo para ação dos inseticidas no inseto afim de impedir a transmissão do vírus. Já na infecção secundária, o inseto permanece relativamente muito tempo em contato com a planta para adquirir o vírus e ser capaz de transmiti-lo para outra planta [somatório de PAA, PL – período de latência e PAI – período de acesso à inoculação], ou seja, pelo menos 17 horas. Esse período pode ser suficiente para ação letal do inseticida e para impedir a transmissão do vírus.

**Tabela 7.** Incidência de ToSRV em plantas de tomateiro, cv. AP 533, pulverizadas com inseticidas químicos sintéticos, em gaiola de campo (infecção secundária).

Tratamento	Plantas infectadas (%) <sup>1</sup>
Tiametoxam	4,2 ± 4,2 b (2/48)
Tiametoxam + lambda-cialotrina	0,00 ± 0,00 b (0/48)
Imidacloprido + beta-ciflutrina	0,00 ± 0,00 b (0/48)
Testemunha	100,00 ± 0,00 a (48/48)

<sup>1</sup>Médias (±EPM) de porcentagem de plantas infectadas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,01$ ). Dados transformados em  $\text{raiz}(x+1)$  para as análises estatísticas. Dados entre parênteses indicam a proporção de plantas infectadas/sadias, com base na confirmação da infecção por PCR.

**Tabela 8.** Severidade de begomovirose (ToSRV) em plantas de tomateiro, cv. AP 533, pulverizadas com misturas de inseticidas sintéticos para controle de *B. tabaci* biótipo B, em gaiola de campo (infecção secundária).

Tratamento	Severidade da doença (nota média) <sup>1</sup>
Tiametoxam	0,27 ± 0,23 b
Tiametoxam + lambda-cialotrina	0,00 ± 0,00 b
Imidacloprido + beta-ciflutrina	0,00 ± 0,00 b
Testemunha	2,08 ± 0,10 a

<sup>1</sup>Médias (±EPM) de severidade da doença (escala de notas) seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Dunn (não-paramétrico), baseado na diferença entre postos (ranks) ( $p \leq 0,01$ ).

Inseticidas que provocam alta mortalidade de adultos de *B. tabaci* no período de 3 horas a 16 horas da exposição dos insetos são úteis na redução da infecção secundária a campo. Dentre os dez inseticidas testados em laboratório, a mistura comercial tiametoxam + lambda-cialotrina foi a mais promissora sobre adultos de mosca-branca. Outro fator a ser levado em consideração na infecção secundária é a incidência do vírus na região e a população de mosca-branca na lavoura. O aumento na população de vetores eleva as chances de transmissão de vírus às plantas (CASTLE et al., 2009; 2017).

**Tabela 9.** Captura de adultos de mosca-branca em armadilhas adesivas amarelas instaladas dentro de gaiola de campo contendo plantas tratadas com inseticidas para controle de *B. tabaci* biótipo B (infecção secundária).

Tratamento	Adultos capturados/gaiola <sup>1</sup>
Tiametoxam	5,10 ± 0,63 (10)
Tiametoxam + lambda-cialotrina	0,00 ± 0,00 (0)
Imidacloprido + beta-ciflutrina	0,00 ± 0,00 (0)
Testemunha	194,61 ± 15,4 (591)

<sup>1</sup> Média ± EPM. Dados entre parênteses referem-se ao total de adultos capturados nas quatro gaiolas do tratamento.

A eficiência de aquisição e transmissão da população de mosca-branca utilizada nesse trabalho foi comprovada pela alta incidência de ToSRV na testemunha. O que também pode ser explicado pelo elevado número de insetos por planta (50 adultos). Mesmo nestas condições, os inseticidas sintéticos avaliados foram eficientes no controle da infecção secundária. Portanto, a correta utilização do controle químico pode ser capaz de neutralizar a infecção secundária de begomovírus no campo. Esta eficiência pode ser potencializada e mantida pela adoção

de um conjunto de medidas contra o complexo de pragas begomovírus - *B. tabaci*, como a rotação de ingredientes ativos de diferentes modos de ação, a eliminação de fontes do vírus dentro e fora da lavoura, a adoção do vazio-sanitário, a utilização de cultivares resistentes e outras medidas preconizadas no manejo integrado de pragas.

## Conclusões

- A maioria dos inseticidas sintéticos testados proporciona controle satisfatório da população da mosca-branca, entretanto não reduzem satisfatoriamente a infecção de begomovírus ao tomateiro.
- Nenhum inseticida é capaz de eliminar mais de 35% dos adultos de *B. tabaci* nas primeiras 3 horas de exposição dos insetos, evidenciando-se uma limitação dos ingredientes ativos testados para impedir a transmissão primária do ToSRV pelo vetor.
- O inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina é o mais eficiente no controle de indivíduos adultos de *B. tabaci* biótipo B e na redução das infecções primária e secundária de ToSRV, respectivamente.
- O maior efeito do inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina na begomovirose do tomateiro é constatado pela redução na transmissão secundária do vírus.

## 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) pela bolsa de produtividade de Alice K. Inoue-Nagata, 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 através desse mesmo projeto. À estudante Taísa Gomes Rodrigues da Universidade Católica de Brasília (UCB) pelo seu apoio na execução das pesquisas.

## Referências

AGROFIT. Brasília, DF: Ministério da Agricultura. 2003. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 10 out. 2016.

BERGAMIN FILHO. A.; INOUE-NAGATA, A. K.; BASSANEZI, R. B.; BELASQUE JR. J.; AMORIM, L.; MACEDO, M.A.; BARBOSA, J. C.; WILLOCQUET, L.; SAVARY, S. The importance of primary inoculum and area-wide disease management to crop health and food security. **Food Security**, Dordrecht, v. 8, n. 1, p. 221-238. Feb. 2016.

CASTLE, S. J.; PALUMBO, J. C.; PRABHAKER, N. Newer insecticides for plant virus disease management. **Virus Research**, Amsterdam, v. 141, n. 2, p. 131-139, May 2009.

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, p. 1404-1413, June 2013.

CASTLE, S. J.; PALUMBO, J.; MERTEN, P.; COWDEN, C.; PRABHAKER, N. Effects of foliar and systemic insecticides on whitefly transmission and incidence of *Cucurbit yellow stunting disorder virus*. **Pest Management Science**, Sussex. Febr. 2017. DOI: 10.1002/ps.4478. Online. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.4478/full> > Acesso em: 08 fevereiro 2017.

CHATTERJEE, A.; ROY, A.; GHOSH, S. K. Acquisition, transmission and host range of a begomovirus associated with yellow vein mosaic disease of mesta (*Hibiscus cannabinus* and *Hibiscus sabdariffa*). **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v. 37, p. 511-519, May 2008.

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.



FERNANDES, F. R.; ALBUQUERQUE, L. C.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K. Diversity and prevalence of Brazilian begomoviruses associated to tomatoes. **Virus Genes**, New York, v. 36, p. 251-258, Febr. 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, 2012.

GHANIM, M. A. Review of the mechanisms and components that determine the transmission efficiency of *Tomato yellow leaf curl virus* (Geminiviridae; Begomovirus) by its whitefly vector. **Virus Research**, Amsterdam, v. 186, p. 47-54, June 2014.

INOUE-NAGATA, A. K; ÁVILA, A. C; VILLAS BÔAS, G. L. **Os geminivírus em sistema de produção integrada de tomate indústria**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 71). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75714/1/ct-71.pdf> > Acesso em: 10 out. 2016.

JONES, D. R. Plant viroses transmitted by whiteflies: mini review. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 109, n. 3, p. 195-219, Nov. 2003.

LAPIDOT, M. R.; BEN JOSEPH, R.; COHEN, L.; MACHBASH, Z.; LEVY, D. Development of a scale for evaluation of *Tomato yellow leaf curl virus* resistance level in tomato plants. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, p. 1404-1408, Dec. 2006.

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

MICHEREFF FILHO, M.; INOUE-NAGATA, A. K. **Guia para o reconhecimento e manejo da mosca-branca, da geminivirose e da crinivirose na cultura do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 142). Disponível

em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127764/1/CT-142.pdf> > Acesso em: 10 out. 2016.

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

POLETTI, M.; ALVES, E. B. Resistência de mosca-branca a inseticidas. In: **COMITÊ BRASILEIRO DE AÇÃO A RESISTÊNCIA A INSETICIDAS (IRAC-BR)**. 2013. Disponível em: <<http://www.iraconline.org/documents/resistencia-de-mosca-branca-2012/?ext=pdf>>. Acesso em: 10 dezembro 2013.

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

ROMAY, G.; GERAUD-POUEY, R.; CHIRINOS, D. T.; MORALES, F.; HERRERA, E.; FERNÁNDEZ, C.; MARTÍNEZ, A.K. Transmisión del Tomato Venezuela virus por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), en Maracaibo, Venezuela. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 266-274, Mar./Apr. 2010.

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

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, p. 664-673, nov./dez. 2003.

SAS Institute Inc. **SAS 9.1 Help and Documentation**. Cary, 2004. 5136.

SAUVION, N.; MAURIELLO, V.; RENARD, B.; BOISSOT, N. Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silver leaf whitefly. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 557-567, Apr. 2005.

SCHUSTER, D. J. Relationship of silverleaf whitefly density to severity of irregular ripening of tomato. **HortScience**, Alexandria, v. 36, n. 6, p. 1089-1090, Feb. 2001.

SMITH, H. A.; GIURCANU, M. C. New insecticides for management of *Tomato yellow leaf curl*, a virus vectored by the silverleaf whitefly, *Bemisia tabaci*. **Journal of Insect Science**, Ludhiana, v. 14, n. 183, p. 1-4, Jan. 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1093/jisesa/ieu045> > Acesso em: 08 fev. 2017.

VILLAS BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M. **Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 70). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75710/1/ct-70.pdf> > Acesso em: 10 out.2016.

**Embrapa**  

---

**Hortaliças**