

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO ENTRE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO  
MANEJO DE *Brevipalpus yothersi* E *Diaphorina citri* NA  
CULTURA DOS CITROS**

**Jaqueline Franciosi Della Vechia**

Engenheira Agrônoma

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO ENTRE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO  
MANEJO DE *Brevipalpus yothersi* E *Diaphorina citri* NA  
CULTURA DOS CITROS**

**Jaqueline Franciosi Della Vechia**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira**

**Coorientador: Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

**2017**

D357i Della Vechia, Jaqueline Franciosi  
Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yotheri* e *Diaphorina citri* na cultura dos citros / Jaqueline Franciosi Della Vechia. -- Jaboticabal, 2017  
iv, 91 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017  
Orientador: Marcelo da Costa Ferreira  
Coorientador: Daniel Junior de Andrade  
Banca examinadora: Renato Beozzo Bassanezi, Raphael de  
Campos Castilho  
Bibliografia

1. Acaricida. 2. Ácaro-da-leprose. 3. Compatibilidade. 4. Inseticida.  
5. Mistura em tanque. 6. Psilídeo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade  
de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.951:634.31

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INTERAÇÃO ENTRE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO MANEJO DE *Brevipalpus yothersi* E *Diaphorina citri* NA CULTURA DOS CITROS

**AUTORA: JAQUELINE FRANCIOSI DELLA VECHIA**


**ORIENTADOR: MARCELO DA COSTA FERREIRA**

**COORIENTADOR: DANIEL JUNIOR DE ANDRADE**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. MARCELO DA COSTA FERREIRA  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Pesquisador Dr. RENATO BEOZZO BASSANEZI  
Fundo de Defesa da Citricultura / FUNDECITRUS - Araraquara/SP

  
Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO  
Departamento de Fitossanidade / UNESP - Câmpus de Jaboticabal

Jaboticabal, 25 de julho de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JAQUELINE FRANCIOSI DELLA VECHIA** – Nasceu em 13 de março de 1992 em Monte Alto, estado de São Paulo. É Engenheira Agrônoma, graduada em 2014 pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. De 2012 a 2014, durante a graduação, desenvolveu atividades de pesquisa na área de Ecotoxicologia, com ênfase em plantas bioindicadoras para avaliação ecotoxicológica de herbicidas, inseticidas e fungicidas, sendo bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) de 2013 a 2014, sob a orientação do Prof. Dr. Claudinei da Cruz. Em agosto de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal, estado de São Paulo, atuando em pesquisas relacionadas à Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários, com ênfase no controle químico de insetos e ácaros. Durante o Mestrado foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, sob orientação dos Professores Doutores Marcelo da Costa Ferreira e Daniel Junior de Andrade. Foi aprovada no processo seletivo de Doutorado na mesma instituição, com início em agosto de 2017.

*“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos”.*

Charles Chaplin

**Dedico...**

Aos meus pais, **Elves Della Vechia** e **Marlene Franciosi Della Vechia**, pelo amor incondicional, por acreditar em mim, pelas palavras de motivação, pelas orações e por mostrar que o caminho da felicidade nem sempre é um mar de rosas.

A minha irmã **Patrícia Franciosi Della Vechia**, pelo amor, incentivo, por toda ajuda e estar sempre junto de mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir este SONHO, lembro-me de muitas pessoas a quem ressalto reconhecimento, pois esta conquista concretiza-se com a contribuição de cada uma delas, seja direta ou indiretamente.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, coragem e proteção durante toda esta longa caminhada.

À minha família que me incentivou na constante busca pelo conhecimento. Em especial aos meus pais Elves Della Vechia e Marlene Franciosi Della Vechia, por terem me proporcionado essa oportunidade de um futuro promissor, dando-me todo apoio e força, inculcando valores sem os quais jamais teria me tornado a pessoa que sou hoje, buscando de fato, todos os dias, ser mais humana e sensível às necessidades dos outros.

À minha irmã, Patrícia Franciosi Della Vechia, por permanecer sempre presente na partilha de minhas conquistas e frustrações.

Ao meu namorado, Rafael Gomes de Azevedo, pelo apoio, ajuda na realização dos experimentos, companheirismo e compreensão a mim dedicados a todo momento.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira pela orientação, por confiar em mim, pelos ensinamentos e contribuição no meu crescimento profissional e pessoal.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade, pela orientação, atenção, disponibilidade, ajuda na realização deste trabalho e contribuição no meu crescimento profissional e pessoal.

À Profa. Dra. Nilza Maria Martinelli e ao Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho por terem contribuído na forma de examinadores em minha qualificação.

Ao meu orientador de graduação, Prof. Dr. Claudinei da Cruz, por acreditar em mim, por toda ajuda e oportunidades a mim proporcionadas, amizade e as valiosas contribuições para o meu crescimento intelectual e pessoal.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal –FCAV/UNESP, juntamente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Entomologia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade da realização do curso de Mestrado, por toda infraestrutura e recursos recebidos.



Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela amizade e todo conhecimento compartilhado. Obrigada por me levar à dúvida, à busca de novos encantos pelo mundo adiante. Agradeço-os imensamente pela contribuição de cada um na minha formação.

Às secretárias do Departamento de Fitossanidade, Cibele da Silva Anton e Lígia Dias Tostes Fiorezzi, pela dedicação, paciência e ajuda a todos que fazem parte da FCAV/UNESP.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) de Araraquara-SP, por nos ter fornecido os psíldeos (*Diaphorina citri*) para iniciar a criação e posteriormente serem utilizados nos experimentos.

À minha amiga Renata Thaysa da Silva Santos, por toda ajuda, apoio, conselhos e momentos alegres passados junto de mim. Sou muito grata por tê-la presente em minha vida.

Aos meus queridos amigos, Ingrid Amaral, Tamiris Barbosa, Cícero Antonio Mariano dos Santos e Nathália Garlich por sempre estarem dispostos a me ajudar e dividirem momentos alegres.

Aos integrantes dos laboratórios Núcleo de Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), Renata Thaysa da Silva Santos, Nathália Garlich, Ricardo Augusto Decaro, Dieimisson Almeida, Cícero Antonio Mariano dos Santos, Fabiano Griesang, Alexssandro Soares, Jeruska Brenha, Eduardo Souza e Nelson Henrique e ao Grupo de Estratégia e Manejo de Ácaros Neotropicais (GEMAN), Crislany de Lima Barbosa Andrade, Ingrid Amaral, Tamiris Barbosa, Matheus Rovere de Moraes, Cirano Melvile, Fabiano dos Santos, Samuel Zampa, Patrice Jacob Savi e Yoandry Rodriguez Rivero, por auxiliar no decorrer da minha pesquisa.

De uma maneira muito sincera, agradeço a todos, que de uma forma ou de outra, tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Aspectos da fitossanidade na citricultura brasileira.....	3
2.2. <i>Brevipalpus yothersi</i> Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae).....	4
2.3. <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae).....	6
2.4. Manejo de <i>Brevipalpus</i> spp. e de <i>Diaphorina citri</i> .....	8
2.4.1. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.....	11
2.4.2. Mistura em tanque de pulverização.....	11
2.4.2.1. Características da calda.....	13
2.4.2.2. Formação das gotas e cobertura do alvo.....	14
2.4.2.3. Mortalidade do alvo.....	16
3. REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO 2 – A COMBINAÇÃO DE INSETICIDAS COM ACARICIDA NA CULTURA DOS CITROS INTERFERE NA COBERTURA DO ALVO?.....	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1. Tensão superficial e ângulo de contato de gotas.....	33
2.2. Caracterização de gotas pulverizadas.....	34
2.3. Análise estatística.....	37
3. RESULTADOS.....	37
3.1. Tensão superficial.....	37
3.2. Ângulo de contato.....	38

3.3. Caracterização das gotas pulverizadas.....	39
4. DISCUSSÃO.....	41
5. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 3 – INTERAÇÃO DE ESPIRODICLOFENO E INSETICIDA NO CONTROLE DE <i>Brevipalpus yothersi</i> NA CULTURA DOS CITROS.....	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1. Criação de <i>Brevipalpus yothersi</i> .....	54
2.2. Experimento de contato residual.....	54
2.3. Análise dos dados.....	56
3. RESULTADOS.....	57
4. DISCUSSÃO.....	63
5. REFERÊNCIAS.....	67
CAPÍTULO 4 – A COMBINAÇÃO DE INSETICIDA E ACARICIDA INTERFERE NO CONTROLE DE <i>Diaphorina citri</i> ?.....	73
RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	74
1. INTRODUÇÃO.....	75
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	76
2.1. Criação de <i>Diaphorina citri</i> .....	76
2.2. Experimento de contato residual.....	77
2.3. Estabilidade de calda.....	79
2.4. Avaliação do pH e da condutividade elétrica das caldas.....	80
2.5. Análise dos dados.....	80
3. RESULTADOS.....	81
4. DISCUSSÃO.....	85
5. REFERÊNCIAS.....	88

## INTERAÇÃO ENTRE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO MANEJO DE *Brevipalpus yothersi* E *Diaphorina citri* NA CULTURA DOS CITROS

**RESUMO** – Com o aumento da incidência de insetos e ácaros vetores de doenças viróticas e bacterianas na citricultura brasileira, a combinação de produtos fitossanitários tem sido uma prática comum entre os citricultores, a fim de manter a capacidade operacional e a viabilidade econômica da cultura. Entretanto, é desconhecido o efeito da interação destes produtos sobre as espécies alvo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interação entre inseticida e acaricida quanto às características físicas, compatibilidade das misturas e o efeito biológico sobre o ácaro *Brevipalpus yothersi* e o inseto *Diaphorina citri*. Experimentos foram conduzidos no Laboratório de Acarologia e no Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Os tratamentos foram constituídos da combinação do acaricida espirodiclofeno com os inseticidas lambda-cialotrina+tiamethoxam, fosmete e imidacloprido, um a um, além de cada produto isolado. Foram determinadas características de tensão superficial, ângulo de contato, e diâmetro de gotas das caldas. A eficiência de controle dos produtos isolados e em mistura foram determinados para *B. yothersi* e *D. citri*. Também foram realizadas avaliações de compatibilidade física das combinações, bem como do pH e condutividade elétrica das caldas. A combinação dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com o acaricida espirodiclofeno interfere na cobertura do alvo, uma vez que reduz a tensão superficial das caldas, conseqüentemente o ângulo de contato das gotas formadas com a superfície da folha de laranja, aumentam o DMV, diminuem a % de gotas < 100 µm e o SPAN. A eficiência dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido utilizados no controle de *D. citri* não é afetada pela adição de espirodiclofeno. No entanto, a combinação de espirodiclofeno com fosmete e imidacloprido comprometem a eficiência do acaricida no controle de *B. yothersi*.

**Palavras-chave:** acaricida, ácaro-da-leprose, compatibilidade, inseticida, mistura em tanque, psílideo.

## INTERACTION BETWEEN PESTICIDES IN THE MANAGEMENT OF *Brevipalpus yothersi* AND *Diaphorina citri* IN THE CITRUS CULTURE

**ABSTRACT** – With the increase of the incidence of insects and mites vectors of viral and bacterial diseases in Brazilian citriculture, the combination of pesticides has been a common practice among citrus growers in order to maintain the operating capacity and economic viability of the crop. However, the effect of the interaction of these products on target species is unknown. In this context, the objective of this work was to evaluate the interaction between the insecticide and the acaricide regarding the physical characteristics, the compatibility of the mixtures and the biological effect on the *Brevipalpus yothersi* mite and the *Diaphorina citri* insect. The experiments were conducted at the Laboratory of Acarology and at the Nucleus of Study and Development in Application Technology of UNESP, Jaboticabal Campus, SP, Brazil. The treatments consisted of the combination of the spiroticlofen acaricide with the lambda-cyhalothrin + thiamethoxam, phosmet and imidacloprid insecticides, one by one, in addition to each isolated product. Characteristics of surface tension, contact angle, and diameter of droplets were determined. The control efficiency of the isolated and mixture products were determined for *B. yothersi* and *D. citri*. It was also carried out physical compatibility evaluations of the combinations, as well as the pH and electrical conductivity of the spraying liquids. The combination of the lambda-cyhalothrin + thiametoxam, phosmet and imidacloprid insecticides with the spiroticlofen acaricide interferes on the coverage of the target, since it reduces the surface tension of the spraying liquid and, consequently, the contact angle of the droplets formed with the surface of the orange leaf, increases the VMD, decreases the % of droplets <100 µm and the SPAN. The efficiency of the lambda-cyhalothrin + thiametoxam, phosmet and imidacloprid insecticides used in the control of *D. citri* was not affected by the addition of spiroticlofen. However, the combination of spiroticlofen with phosmet and imidacloprid compromises the efficiency of the acaricide in the control of *B. yothersi*.

**Keywords:** acaricide, leprosis mite, compatibility, insecticide, tank mixture, psyllid.

## CAPÍTULO 1- Considerações gerais

### 1. INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira há várias décadas desempenha importante papel socioeconômico, sendo o Brasil o principal país produtor e exportador de suco de laranja, com destaque para o estado de São Paulo, responsável por aproximadamente 77% da produção nacional de citros (AGRIANUAL, 2016).

No entanto, a cultura dos citros é prejudicada por diversos problemas fitossanitários, principalmente pragas e doenças que reduzem a produtividade e a longevidade dos pomares, além de depreciar a qualidade dos frutos. Entre as doenças capazes de causar danos severos à cultura destacam-se a leprose-dos-citros e o HLB - Huanglongbing (BASTIANEL et al., 2010; BASSANEZI et al., 2013).

A leprose-dos-citros é causada pelo vírus CiLV (*Citrus leprosis virus*), que é transmitido para as plantas por ácaros *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae). A identificação de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939), citado como único vetor da leprose no Brasil, foi revista por Beard et al. (2015) e *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 foi reconhecido como uma das principais espécies vetoras da leprose em citros (ROY et al., 2015).

O HLB é uma doença causada por bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* transmitidas durante a alimentação do vetor *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae). O HLB foi relatado pela primeira vez no Brasil em 2004 e desde então alterou drasticamente o cenário da citricultura, provocando o aumento dos custos de produção e afetando diretamente o manejo de outras pragas e doenças (YAMAMOTO et al., 2014).

Ambas as doenças são bastante severas e causam prejuízos tão significativos que podem resultar na erradicação de plantas e até mesmo inviabilização da atividade.

Desse modo, são realizadas práticas para que as populações dos vetores sejam mantidas em densidades baixas nos pomares afim de evitar a ocorrência das doenças. Para isso, a principal tática adotada pelos produtores é a aplicação de produtos fitossanitários.

Neste cenário, os produtores vêm buscando alternativas para manter a viabilidade econômica da cultura (ANDRADE et al., 2015). Uma alternativa comum refere-se à combinação de produtos no reservatório do pulverizador. Todavia, a legislação brasileira veda a recomendação profissional deste uso (BRASIL, 2002), mas não impede a utilização à campo.

Determinadas combinações entre produtos fitossanitários podem alterar características químicas da calda com efeito nos valores de pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, com graus de compatibilidade que influenciam a eficiência dos tratamentos fitossanitários. Além disso, misturas indiscriminadas podem gerar caldas com efeitos toxicológicos desconhecidos (MACIEL et al., 2009, PETTER et al., 2012; ANDRADE et al., 2013). Estas alterações muitas vezes resultam na separação de fases e complexação com possível formação de aglomerados e precipitados, com efeito nas características químicas e físicas da calda e desempenho dos produtos (SILVA et al., 2007).

Após pesquisas de campo com citricultores do estado de São Paulo foi constatado que uma das principais combinações realizadas na cultura dos citros é entre inseticidas e acaricidas, utilizados no controle de *D. citri* e de *B. yothersi*, respectivamente<sup>1</sup>. Entretanto, estas combinações são realizadas sem respaldo técnico-científico, e objetivam unicamente a redução dos custos de produção.

Dessa forma, o objetivo foi analisar a interação entre acaricida e inseticidas quanto às características físicas, compatibilidade das misturas e o efeito biológico sobre o ácaro *B. yothersi* e o inseto *D. citri*.

<sup>1</sup> Informação pessoal obtida em outubro de 2015.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos da fitossanidade na citricultura brasileira

A citricultura brasileira apresenta números expressivos que traduzem a grande importância econômica e social que a atividade tem para a economia do país. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja, com 16.035 milhões de toneladas de laranja produzidas em 2015 (AGRIANUAL, 2016), seguido por China, Estados Unidos, União Europeia, México, Egito e Turquia. A produção de citros no Brasil é realizada principalmente no estado de São Paulo, onde encontram-se cerca de 77% da produção brasileira de laranjas (11.623.483 toneladas). Outros estados como Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná e Rio Grande do Sul contribuem com a atividade cítrica do país (LOPES et al., 2011).

No entanto, a cultura é muito suscetível as mudanças climáticas, bem como ao ataque de pragas e doenças, que interferem na produtividade, no preço de mercado e, conseqüentemente, em todo andamento da atividade. Segundo Figueiredo (2008), estima-se que mais de 300 pragas e doenças estiveram, e muitas ainda estão presentes nos pomares paulistas, gerando perdas econômicas relevantes, inclusive oriundas da erradicação de número significativo de árvores.

Estima-se que o controle de pragas e doenças corresponda a aproximadamente 40% do custo de produção, sendo as pulverizações responsáveis por cerca da metade dos custos operacionais (ANDRADE et al., 2014; AGRIANUAL 2016). Entre as pragas que representam maiores preocupações por parte do setor estão o ácaro-da-leprose, *Brevipalpus* spp. (Acari: Tenuipalpidae), e o psílideo, *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae). Estes artrópodes são vetores de importantes doenças de plantas cítricas, a leprose e o HLB, respectivamente.



## 2.2 *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae)

Dentre as principais pragas para a cultura dos citros está o ácaro-da-leprose. Os ácaros do gênero *Brevipalpus*, também conhecidos popularmente como “ácaros-planos”, pertencem a família Tenuipalpidae. Ácaros deste gênero se caracterizam por apresentar idiossoma achatado dorso-ventralmente na maioria de seus representantes, com coloração avermelhada, que podem variar de acordo com sua alimentação (CHIAVEGATO, 1991; FENÓLIO, 2010). As espécies pertencentes a este gênero apresentam tamanho diminuto e ocorrem em diferentes regiões do planeta, especialmente em locais de clima tropical e subtropical (RODRIGUES et al., 2003).

No Brasil, até 2015, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) era citado como único vetor da leprose dos citros. Entretanto, esta espécie foi revisada por Beard et al. (2015), sendo reconhecido um complexo de espécies do gênero *Brevipalpus*, com diferenças morfológicas na espermateca, placas genital e ventral e setas dos palpos das fêmeas. Com base neste trabalho, Mineiro et al. (2015) realizaram um levantamento de ácaros do gênero *Brevipalpus* no estado de São Paulo e verificaram que *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) é a espécie predominante nos pomares comerciais de citros do estado.

A importância do gênero *Brevipalpus* está relacionada com a capacidade de transmissão do vírus *Citrus leprosis virus* – CiLV que causa danos severos aos frutos, folhas e ramos afetando drasticamente a produtividade e até mesmo comprometendo a vida útil das plantas (BASTIANEL et al., 2010). Esta doença pode ser causada por três variações do vírus CiLV, o citoplasmático (CiLV-C), o nuclear (CiLV-N) e o vírus da mancha necrótica local (CiNSV) (BASTIANEL et al., 2010; ROY et al., 2013; ROY et al., 2015). Roy et al. (2015) comprovaram que *B. yothersi* é vetor do vírus CiLV-C.

O vírus CiLV age de maneira localizada na planta, sendo considerada uma doença de ação não-sistêmica (RODRIGUES et al., 2003). A aquisição e transmissão

do vírus está condicionada à alimentação dos ácaros, uma vez que o ácaro passa a ser vetor após alimentar-se de tecido com vírus.

Os sintomas da leprose são caracterizados pelo aparecimento de lesões cloróticas e/ou necróticas, lisas ou salientes, circulares ou alongadas quando próximas às nervuras foliares (LOCALI et al., 2003). Em geral, os sintomas são visíveis a partir de 17 a 60 dias após a infecção do tecido vegetal, sempre nos locais onde o ácaro se alimenta (CHIAVEGATO; SALIBE, 1984). Nas folhas, os sintomas iniciais frequentemente apresentam manchas amareladas, com até 2 ou 3 cm de diâmetro; com o passar do tempo as lesões aumentam seu tamanho, tornando-se marrom-avermelhadas, podendo ser lisas ou salientes e com ou sem centro necrótico rodeados por um halo clorótico. Frutos verdes mostram lesões inicialmente amareladas, tornando-se escurecidas ou marrons rodeadas por um halo amarelado; em estágio avançado de amadurecimento, ocorrem manchas escuras e deprimidas, podendo ser rodeadas por halo esverdeado. Nos ramos as lesões são corticosas e em casos extremos podem secar completamente, levando à morte das plantas (ROSSETTI et al., 1969; TASSI, 2014).

A leprose-dos-citros está presente em praticamente todas as regiões produtoras de citros do país, especialmente no estado de São Paulo, onde é mais severa nas regiões norte e noroeste, provavelmente devido ao clima e aos períodos prolongados de estiagem que favorecem o aumento populacional do ácaro vetor (BASSANEZI et al., 2002). A quantidade de lesões e a época de aparecimento dos sintomas podem causar queda prematura de frutos e intensa desfolha, reduzindo a capacidade fotossintética. Ramos afetados pela doença apresentam redução na produção de frutos e tornam-se sujeitos à instalação de parasitas secundários. Em casos extremos, os ramos podem secar completamente, levando à morte de plantas jovens (BASSANEZI et al., 2002; LOCALI et al., 2003).

### 2.3 *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae)

O psílideo *Diaphorina citri* é um inseto sugador da família Liviidae, foi relatado pela primeira vez no Brasil em 1942 por Ângelo Costa Lima. As ninfas possuem aspecto achatado, convexo e com pernas curtas (NAVA et al., 2007). Os adultos medem de 2,8 a 3,2 mm de comprimento, inicialmente possuem coloração marrom-clara e à medida que envelhecem adquirem manchas escuras (GALLO et al., 2002). A duração da fase ninfal é dependente da temperatura, variando de 10,6 a 39,6 dias, em temperaturas de 15° e 28° C, respectivamente (LIU; TSAI, 2000; TSAI & LIU, 2000). A fase adulta é mais longa e a sua duração depende da temperatura, hospedeiro e sexo do inseto (NAVA et al., 2010).

O estado de São Paulo apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de *D. citri*. Estudos sobre as exigências térmicas e higrométricas mostraram que em São Paulo o inseto pode apresentar entre 3,95 e 13,05 gerações anuais (GÓMEZ TORRES, 2009). Os maiores picos populacionais de *D. citri* ocorrem durante o período vegetativo das plantas (YAMAMOTO; PAIVA; GRAVENA, 2001), pois, eles são estimulados pelos voláteis emitidos por fluxos vegetativos, acasalando e realizando oviposições sobre as brotações (PATT; SÉTAMOU, 2010). No entanto, os adultos podem ser encontrados em todos os meses do ano nos pomares cítricos, independentemente da idade dos mesmos (PAIVA, 2009; PARRA et al., 2010).

Embora relatada há mais de seis décadas no país, este inseto era considerado uma praga secundária para a cultura dos citros até 2004 (SANCHES et al., 2009). Seus danos diretos são causados pela sucção de seiva e injeção de toxinas que causam o enrolamento das folhas e retorcimento dos brotos, afetando o desenvolvimento das plantas (HALBERT; MANJUNATH, 2004). Entretanto, é devido ao dano indireto que o psílideo adquiriu o *status* de praga primária para a citricultura.

Com a identificação do psílideo *D. citri* como vetor da bactéria causadora do Huanglongbing (HLB), no Brasil em 2004, a praga ganha considerável importância para a citricultura nacional (TEIXEIRA et al., 2005). A doença é causada pela bactéria *gram-*

*negativa* pertencente à classe  $\alpha$ -Proteobacteria, ordem Rhizobiales e família Rhizobiaceae. São microrganismos restritos aos vasos do floema de plantas hospedeiras (TEIXEIRA et al., 2010). Três espécies associadas ao HLB são conhecidas, *Candidatus Liberibacter africanus*, *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus*, sendo as duas últimas espécies que ocorrem no Brasil (TEIXEIRA et al., 2010; GOTTWALD, 2010).

O inseto adquire a bactéria através da sucção da seiva de plantas infectadas. O tempo mínimo para aquisição da bactéria pode variar de 15 a 30 minutos. A transmissão vertical do patógeno através de ovos não foi detectada (LOPES, 2006).

O HLB é considerado a doença mais destrutiva dos citros no mundo devido à severidade dos sintomas, potencial de progressão da doença e por afetar todas as variedades comerciais. No início da infecção da doença surgem alguns ramos com folhas amareladas, geralmente em poucas plantas no pomar. As folhas presentes nesses ramos perdem parte da sua coloração verde, apresentando-se parcialmente amarelas e verdes, sem uma delimitação clara entre essas duas cores. Há também uma assimetria dessas regiões verdes e amarelas, comparando-se os lados opostos do limbo foliar, delimitados pela nervura central. As folhas de ramos sintomáticos podem apresentar-se curvadas, de tamanho reduzido, com nervuras mais grossas e escurecidas. Em estádios mais avançados da doença podem ocorrer desfolha e morte de ponteiros. Frutos de ramos sintomáticos podem apresentar-se de tamanho reduzido, assimétricos, incompletamente maduros e com a região estilar mantendo-se verde, diferentemente de frutos de ramos saudáveis (BELASQUE JUNIOR et al., 2009).

A queda de frutos sintomáticos é comumente observada em plantas doentes. Com o progresso dos sintomas aumenta a proporção de frutos sintomáticos e caídos. A redução na produção de frutos pode ser de até 100%, dependendo da proporção da copa afetada (BASSANEZI et al., 2006). As plantas, com o passar dos anos, ficam debilitadas e improdutivas.

Pomares inteiros podem tornar-se inviáveis economicamente entre sete e dez anos após o aparecimento da primeira planta sintomática, caso medidas de controle não sejam adotadas. Esse tempo pode ser menor para pomares jovens, de até quatro

anos, os quais se tornam economicamente inviáveis em até cinco anos (GOTTWALD; GARÇA; BASSANEZI, 2007). Além da queda precoce, frutos sintomáticos são menores e apresentam-se mais ácidos e com menores valores de Brix, *ratio*, porcentagem de suco e sólidos solúveis, reduzindo a qualidade do suco (BASSANEZI et al., 2006; BELASQUE JUNIOR et al., 2009).

Desde o aparecimento desta doença o cenário da citricultura foi alterado drasticamente, provocando o aumento dos custos de produção e afetando diretamente o manejo de outras pragas e doenças da cultura (YAMAMOTO et al., 2014).

#### **2.4 Manejo de *Brevipalpus yothersi* e de *Diaphorina citri***

Diante da importância destas pragas para a citricultura é clara a importância do controle delas afim de garantir a sanidade da cultura e produtividade. O controle dos insetos/ácaros vetores e as doenças associadas foram um dos principais responsáveis pelo aumento no custo de produção dos citros nos últimos anos (BELASQUE JR. et al., 2010).

Em virtude da grande incidência destas pragas, o controle químico tem sido o mais utilizado, muitas vezes, sem critérios técnicos, causando efeitos colaterais indesejáveis. O agravante desta situação deve-se ao elevado número de aplicações dos produtos fitossanitários que são realizadas ao longo do ano (NEVES et al., 2004).

Geralmente, após o final do período chuvoso e durante todo período de estiagem, quando a população de *Brevipalpus* spp. começa, efetivamente, a aumentar, são realizadas 2 ou 3 aplicações de acaricidas (BASSANEZI, 2004). Os custos para o controle de ácaros na citricultura representaram cerca de 12% dos custos de tratamentos fitossanitários (AGRIANUAL, 2016). Segundo Gravena (2004) o nível de ação para controle do ácaro da leprose é de 10% de frutos ou ramos com presença de ácaros. Entretanto, segundo Bassanezi (2004) as aplicações podem ser realizadas a

partir da constatação dos primeiros ácaros ou em níveis de infestação de um ácaro em 15% de frutos ou ramos amostrados.

A relação de produtos fitossanitários recomendados para o controle de ácaros em citros é bastante variada e abrange os mais diferentes grupos químicos, modos de ação e classes toxicológicas (MAPA, 2017). Apesar da gama de opções, atualmente, poucos acaricidas são eficazes para controle do ácaro da leprose devido ao uso excessivo de apenas um deles. Na tentativa de impedir maiores prejuízos vem ocorrendo o uso excessivo dos produtos fitossanitários, tanto em termos de aumento das doses recomendadas quanto a diminuição do intervalo entre as aplicações (AMARAL, 2016). As consequências deste processo são variadas e promovem efeitos indesejáveis que afetam toda a cadeia produtiva da cultura (GEORGHIOU; TAYLOR, 1977).

Efeitos destas práticas a nível de caráter fisiológico aos ácaros compreendem alterações na fecundidade e taxa de eclosão, tanto reduzindo-as como aumentando-as; na velocidade de desenvolvimento, seja acelerando ou retardando o processo e na redução da longevidade (PARRA et al., 2002). Este processo é conhecido como hormese, e significa o fenômeno no qual quantidades subletais de agentes estressantes podem ser benéficas para organismos, efeito estimulatório (CHAPMAN, 2001). Esse princípio ajuda a explicar muitos casos de ressurgência de pragas após aplicações de produtos fitossanitários no campo (LUCKEY, 1968).

Diante disso, algumas teorias podem explicar o aumento de ácaros após a aplicação incorreta de produtos fitossanitários (AMARAL, 2016). A primeira é a queda da população de predadores pela aplicação de produtos fitossanitários não seletivos (YAMAMOTO; PARRA, 2005); a segunda é a melhoria nas condições da planta hospedeira, vinda da adubação e de práticas culturais, ou por mudanças provocadas por produtos fitossanitários na fisiologia das plantas, trofobiose (TOKESHI, 2002); a terceira é o estímulo direto ao ácaro por dosagens subletais do produto fitossanitário, hormese (REIS; ZACARIAS, 2007) e a quarta é a resistência aos produtos fitossanitários (OMOTO et al., 2000).

O controle de *D. citri* é fundamental dentro de um programa de manejo da doença, tanto com o intuito de diminuir a população de insetos infectivos, quanto de evitar a aquisição e a inoculação da bactéria (BELASQUE JUNIOR et al., 2010a). Esse controle é baseado principalmente na aplicação de inseticidas, a qual muitas vezes é realizada de maneira excessiva, acarretando aumento nos custos de produção, seleção de indivíduos resistentes e contaminação do meio ambiente (DINIZ, 2013). O atual controle químico praticado para o psilídeo implica em pulverizações quinzenais e semanais, chegando a 54 aplicações anuais de inseticidas em um único pomar (TANSEY et al., 2015).

Ainda não existem medidas de controle que sejam efetivas e de baixo custo, nem mesmo existem métodos curativos, para o HLB. O psilídeo *D. citri* deve ser manejado como um vetor de um patógeno e não como uma praga, portanto, a presença de um indivíduo é suficiente para que se tome as medidas necessárias (BELASQUE JUNIOR et al., 2010). Diferente da leprose-dos-citros, o qual é uma doença localizada, o HLB é uma doença sistêmica, exigindo maior rigor quanto a presença do vetor, o qual deve ser variável em função da incidência da doença na propriedade e região. Quanto maior a incidência, maior deve ser o rigor no seu controle, pois, nessa situação, o número de indivíduos portadores da bactéria pode ser maior (BELASQUE JUNIOR et al., 2010).

O manejo do HLB, no Estado de São Paulo, é baseado em três recomendações: (1) eliminação da fonte de inoculo por remoção de árvores infectadas; identificações destas árvores são baseadas nos seus sintomas, e requer que vários levantamentos sejam feitos a cada ano; (2) controle químico do inseto vetor; e (3) uso de mudas saudáveis produzidas em viveiros telados e certificados (BOVÉ, 2006; BELASQUE JUNIOR et al., 2010; BASSANEZI et al., 2013).

No entanto, para que o uso do controle químico destas pragas seja sustentável e efetivo, ele deve estar apoiado em uma tecnologia de aplicação de qualidade e recomendada para cada situação de controle (praga-alvo/cultura/ambiente), permitindo que o máximo potencial de um produto fitossanitário seja expresso.

### **2.4.1 Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**

A tecnologia de aplicação é um fator primordial para o sucesso do tratamento fitossanitário uma vez que se baseia em conhecimentos científicos para a correta colocação do produto fitossanitário no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com segurança ao aplicador e com a mínima contaminação das áreas não-alvo (MATUO, 1990).

A qualidade da pulverização é definida como a quantidade certa do produto que alcança o alvo, utilizando número e tamanho de gotas ideal, homoganeamente pulverizadas com o mínimo de perdas (MINGUELA; CUNHA, 2010). No entanto, para que se obtenha sucesso na aplicação é preciso conhecer os fatores que podem influenciar na aplicação. O conhecimento da cultura, alvo, produto que será utilizado, equipamento e as condições ambientais são essenciais para uma aplicação eficaz (MATUO, 2007; MATARAZO, 2010; AZEVEDO, 2012).

No entanto, como a aplicação de produtos fitossanitários corresponde a uma grande parte do custo de produção de uma cultura, principalmente na citricultura, dada a elevada demanda por horas dos equipamentos a campo e quantidade utilizada de produtos fitossanitários no controle de pragas e doenças (AGRIANUAL, 2016), os produtores buscam alternativas para aumentar a capacidade de campo operacional dos pulverizadores. Uma das práticas correntes que visa este ganho operacional é a combinação de produtos em tanque que, consiste na adição de dois ou mais produtos no tanque do pulverizador imediatamente antes da pulverização.

### **2.4.2 Mistura em tanque de pulverização**

É comum, no campo, a ocorrência concomitante de diversas pragas (insetos/ácaros, doenças e plantas daninhas), ao mesmo tempo e na mesma área,



como no caso do ácaro-da-leprose e o psílídeo dos citros. Devido a isto, a utilização de mistura em tanque é frequente afim de aumentar o espectro de ação da operação e diminuir os números de aplicações (GAZZIERO, 2015).

Dentro do contexto de custos do controle fitossanitário, pode-se elencar os seguintes pontos como justificativas para mistura em tanque: maior espectro de ação, menor quantidade de pulverizações na área, menor compactação do solo, maior eficiência de trabalho, menor tempo de exposição do aplicador aos produtos fitossanitários, menor número de máquinas para realizarem o mesmo serviço, economia de água, controle fitossanitário em menor tempo e menor gasto com combustível (GUIMARÃES, 2014).

No entanto, podem haver desvantagens ligadas aos possíveis efeitos adversos desconhecidos das misturas de ingredientes ativos, principalmente com aqueles relacionados à incompatibilidade físico-química, aos efeitos fitotóxicos, perda de eficácia das moléculas fitossanitárias e à ecotoxicologia dos compostos. As alterações das características físico-químicas da calda podem ter efeito nos valores de tensão superficial, pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, que irão influenciar na eficiência dos tratamentos fitossanitários (MACIEL et al., 2010; PETTER et al., 2013).

Essas misturas podem sofrer ações que se manifestam de forma aditiva (a ação da mistura de produtos é a soma das ações de cada um dos agentes envolvidos), sinérgica (a ação da mistura é superior à soma das ações de cada agente em separado) ou antagonica (a ação da mistura é inferior à soma das ações de cada agente), interferindo ou não no controle do alvo e causando até mesmo danos toxicológicos (IKEDA, 2013).

A mistura em tanque com diferentes classes de produtos fitossanitários é uma prática inevitável do ponto de vista econômico. Todavia, a maioria das combinações não possuem respaldo técnico de fabricantes dos produtos e/ou de órgãos oficiais (BRASIL, 2002). A Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos (AENDA) relata a não necessidade de registros de misturas de tanque, mas destaca a responsabilidade do agricultor no caso dessa prática. Portanto, é de grande importância o conhecimento sobre os produtos a serem misturados (PETTER et al., 2012).

O conhecimento sobre a compatibilidade química, física e biológica dos produtos que serão utilizados bem como as consequências na aplicação são de grande importância a fim de evitar problemas decorrentes desta prática.

#### **2.4.2.1 Características da calda**

Determinadas combinações entre produtos fitossanitários podem alterar características químicas da calda com efeito nos valores de pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, com graus de compatibilidade que influenciam a eficiência dos tratamentos fitossanitários. Os ingredientes ativos estão diretamente relacionados com as alterações físicas nas misturas, ao passo que as demais alterações químicas podem ser geradas pelas moléculas dos produtos fitossanitários (PETTER et al, 2013). Além disso, misturas indiscriminadas podem gerar caldas com efeitos toxicológicos desconhecidos (MACIEL et al., 2009, PETTER et al., 2012; ANDRADE et al., 2013).

Estas alterações muitas vezes resultam na separação de fases e complexação com possível formação de aglomerados e precipitados, com efeito no desempenho dos produtos (SILVA et al., 2007). Quando isto ocorre pode ocasionar o entupimento dos bicos de pulverizações e filtros, resultando em dificuldades operacionais com excessivas paradas para desentupimento durante as aplicações e, conseqüentemente, a perda na eficácia dos produtos e dificuldades durante a aplicação. Todas estas alterações significam que parte dos produtos não é aplicada junto com as gotas pulverizadas, ou seja, há diminuição da quantidade de produto disponível para o controle dos alvos da aplicação devido às perdas pelas reações dentro do tanque (DELLA VECHIA et al., 2017).

Ikeda (2013) explica que o efeito e a seletividade das misturas dependem do tipo da espécie alvo, do estágio de desenvolvimento da planta, da formulação do produto, dos produtos em mistura e da dose a ser aplicada.

De modo geral, a compatibilidade dos produtos é apenas o primeiro dos eventos que governam a estabilidade de calda, pois, está associada aos ingredientes

denominados de inertes, contidos nos produtos fitossanitários que, por conseguinte, irá resultar nas interações químicas, influenciando os efeitos sobre o alvo biológico (PETTER et al., 2013).

#### **2.4.2.2 Formação das gotas e cobertura do alvo**

A propriedades físico-químicas de uma calda podem afetar de forma significativa a formação das gotas a serem pulverizadas (CUNHA et al., 2010), uma vez alteram o seu diâmetro e a uniformidade, influenciando no destino final dessas pela suscetibilidade à deriva e evaporação, ou mesmo na capacidade de penetração, de depósito e de espalhamento das gotas na cultura e distribuição nos locais onde os alvos se situam (PROKOP; KEJKLICEK, 2002; ANDRADE; FERREIRA; SANTOS, 2010).

A saída do líquido pela ponta de pulverização requer atenção, visto que o que se busca em uma aplicação é a uniformidade das gotas que saem pelo orifício da ponta para obter a cobertura desejado do alvo, com o mínimo de contaminação e consequentemente eficiência da aplicação.

Durante a pulverização, as gotas não são produzidas de maneira uniforme, formando diversos tamanhos de gotas. Para a caracterização do espectro das gotas toma-se como parâmetro a porcentagem de volume das gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  (gotas mais suscetíveis à deriva e evaporação), o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e o coeficiente de uniformidade (SPAN). O DMV é caracterizado como diâmetro de gotas que divide o volume pulverizado em duas partes, sendo que a soma do volume das gotas de diâmetro menor deve ser igual à soma do volume de gotas maiores (MATUO, 1990; BAESSO et al., 2014; COSTA et al., 2017). Com o SPAN, pode-se analisar a variação do tamanho das gotas produzidas no determinado espectro de gotas, ou seja, quanto mais próximo de 0 estiver o valor de SPAN, mais homogêneo é o espectro, ou seja, maior é o volume da calda pulverizado por gotas do tamanho preconizado.

A composição da calda é capaz de alterar o espectro de gotas formadas, alterando não só o DMV das gotas, como também a estrutura interna do jato líquido (BUTLER ELLIS et al., 1997). Segundo Prokop e Kejklicek (2002), a influência das propriedades físico-químicas da calda pulverizada está diretamente ligada à transformação do espectro de gotas, influenciando no destino final dessas.

Esta transformação do espectro de gotas pode ocorrer devido a alteração da viscosidade da calda, alteração na tensão superficial das gotas e até mesmo pela alteração da velocidade de formação do espectro de gotas (CUNHA, 2009).

Quanto maiores forem os valores de viscosidade da calda e tensão superficial das gotas, mais força é necessária para a realização da pulverização e, conseqüentemente, aumenta-se o espectro das gotas produzidas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Com relação a velocidade na formação do espectro de gotas, esta pode ser influenciada pelas características físicas da calda, como por exemplo, soluções solúveis em água, a velocidade pode ser diminuída ao longo do jato formado no momento da pulverização e aumentada em caso de emulsões; conseqüentemente, a velocidade média do líquido pulverizado é alterada da mesma forma (BUTLER ELLIS et al., 1997; MILLER et al., 1995).

Segundo Iost e Raetano (2010) a tensão superficial é a força com que as moléculas tendem a serem atraídas para o centro de um líquido, e este fator está diretamente ligado ao ângulo que a gota pulverizada forma com o alvo, que pode ser modificado pela característica da calda (TANG; DONG; LI, 2008).

A tensão superficial varia de acordo com o líquido e depende também dos solutos. A água, na sua forma pura e livre, em estado líquido, quando em menores quantidades tem a tendência de formar gotas esféricas (KISSMANN, 1997). A adição de produtos fitossanitários à calda já é capaz de reduzir os valores de tensão superficial de caldas aquosas, podendo ser bastante reduzidos em relação ao da água (PALLADINI, 2000; MACIEL et al., 2010). Esta redução se deve ao fato de que as formulações comerciais já apresentam alguns componentes que reduzem a tensão superficial (PALLADINI; RAETANO; VELINI, 2005).

Porém, em alguns casos essa redução é pequena apenas com o acréscimo das formulações à calda, devido à outras características do líquido formado, como viscosidade e densidade, por exemplo. Sendo necessário, portanto, a adição de adjuvantes para melhorar as características de espalhamento das gotas.

Butler Ellis et al. (2001) afirmam que produtos com a função espalhante em sua composição tendem a diminuir a tensão superficial da calda e com isso diminuir também o tamanho das gotas pulverizadas, aumentando a quantidade de gotas formadas em uma mesma área que está recebendo a pulverização, com consequente aumento da cobertura do alvo.

Entretanto, as características foliar e a formulação da solução aplicada também influenciam na cobertura do alvo, uma vez que influenciam no grau de angulação formado pela gota. O espalhamento das gotas em uma superfície depende dos constituintes da epiderme da superfície pulverizada (KISSMANN, 1997; LO; HOPKINSON, 1995). No caso da água, se a superfície pulverizada for hidrófoba (cerosa) o contato com a superfície será menor, a gota será esférica e o ângulo de contato será maior; se a superfície for mais hidrófila a gota d'água se espalhará podendo formar um filme uniforme.

Assim sendo, a tensão superficial e ângulo de contato tem alta relação com cobertura do alvo, consequentemente com o volume de aplicação requerido. Portanto, alternativas que modifiquem as características da calda não pode refletir em redução do efeito biológico esperado para o controle do alvo.

#### **2.4.2.3 Mortalidade do alvo**

Além das características da calda que podem influenciar no controle do alvo, eventos como interferência na estabilidade e na eficiência das moléculas também podem ocorrer (REFSTRUP; LARSEN; MEYER 2010). Interações complexas podem resultar em aumento (sinergismo) ou redução (antagonismo) da eficiência no controle

do alvo desejado. Este tipo de interação pode ocorrer mesmo quando a combinação de produtos se mostra compatível fisicamente.

Como resultado, a combinação de produtos pode reduzir a eficiência das moléculas sobre o alvo, intensificar a seleção de populações de pragas resistentes ou até mesmo causar surtos de pragas (hormese) (AHMAD 2004; BELZ; CEDERGREEN; SORENSEN, 2008; CALABRESE, 2008). Alguns autores observaram que a combinação de produtos pode provocar desarranjo das moléculas, ou mesmo estimular ou inibir uma desintoxicação metabólica do organismo alvo (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER 2010; HERNÁNDEZ et al., 2013).

Diversos trabalhos demonstraram efeito antagônico na combinação entre herbicidas (VIDAL et al., 2003; MATZENBACHER et al., 2015), inseticidas (CORBEL et al., 2004; WILLMOTT; CLOYD; ZHU, 20013), entre herbicidas e inseticidas (PETTER et al., 2007; PETTER et al., 2012), entre inseticidas e fungicidas (PETTER et al., 2013; POLTRONIERI, 2013) e entre acaricidas e fertilizantes foliares (ANDRADE; FERREIRA; FENÓLIO, 2013). No entanto, pesquisas envolvendo a compatibilidade de misturas entre acaricidas e inseticidas são escassas.

Visto a importância do conhecimento sobre a compatibilidade química, física e biológica dos produtos que serão utilizados bem como as consequências na aplicação, estudos prévios devem ser realizados a fim de evitar prejuízos na aplicação, consequentemente no controle do alvo.

### 3. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2016. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2016. p. 241-269.

AHMAD, M. Potentiation/antagonism of deltamethrin and cypermethrins with organophosphate insecticides in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 80, p. 31-42, 2004.

AMARAL, I. **Biologia e tabela de vida de *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) oriundos de diferentes regiões citrícolas do estado de São Paulo.** 2016. 49f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016.

ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; FENÓLIO, L. G. Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 39-50, 2013.

ANDRADE, D.J.; FERREIRA, M.C.; MARTINELLI, N.M. **Aspectos da Fitossanidade em Citros.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014. 265p.

ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; SANTOS, N. C. Efeito da adição de óleos ao acaricida cyhexatin sobre o ácaro *Brevipalpus phoenicis* e na retenção de calda por folhas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1055-1063, 2010.

ANDRADE, D.J.; SANTOS, F.A.; MELVILLE, C.C. Ácaro-da-leprose-dos-citros: a redução dos custos de produção tem afetado seu controle? In: BUSOLI, A.C.; CASTILHO, R.C.; ANDRADE, D.J.; ROSSI, G.D.; VIANA, D.L.; FRAGA, D.F.; SOUZA, L.A. eds. **Tópicos em Entomologia Agrícola-VIII**, 1.ed. Jaboticabal, jun. 2015. cap.3, p. 29-36.

AZEVEDO, L. A. S. **Formulações de fungicidas e misturas em tanque.** Avanços na otimização do uso de defensivos agrícolas no manejo fitossanitário/NEFIT – Núcleo de Estudos em Fitopatologia, 1 ed. São Carlos-SP. Suprema Gráfica e Editora. 2012. 302 p.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 780-785, 2014.

BASSANEZI, R. B. Leprose-dos-citros: foco no controle do ácaro vetor. **Visão agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.25-29, 2004.

BASSANEZI, R.B.; MONTESINO, L.H.; BUSATO, L.A.; STUCHI, E.S. Danos causados pelo huanglongbing na produção e qualidade de frutos de laranja em São Paulo. In:

HUANGLONGBING – GREENING INTERNATIONAL WORKSHOP, 2006, Ribeirão Preto. **Proceedings...** p.40.

BASSANEZI, R. B.; MONTESINO, L.H.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P.T.; GOTTWALD, T.R.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 789-796, jun. 2013.

BASSANEZI, R. B.; SPÓSITO, M. B.; YAMAMOTO, P. T. Adeus à leprose. **Cultivar**, v.2, n.1, p.6-8, 2002.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S.; BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTUA, J. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v. 94, n. 284-292, 2010.

BEARD, J. J.; OCHOA, R.; BRASWELL, W. E.; BAUCHAN, G. R. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae)—a closer look. **Zootaxa**, v. 3944, p. 1-67, 2015.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; YAMAMOTO, P. T.; AYRES, A. J.; TACHIBANA, A.; VIOLANTE, A. R.; TANK, J. R. A.; DI GIORGI, F.; TERSI, F. E. A.; MENEZES, G. M.; DRAGONE, J.; JANK JÚNIOR, R. H.; BOVÉ, J.M. Lesson from *huanglongbing* management in São Paulo State, Brazil. **Journal of Plant Pathology** (no prelo), 2010.

BELASQUE JUNIOR, J.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R. B.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, N. G.; YAMAMOTO, P. T.; LOPES, S. A.; MACHADO, M. A.; LEITE JUNIOR, R. P.; AYRES, A. J.; MASSARI, C. A. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, Greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 3, p. 137-145, 2009.

BELASQUE JÚNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T.; MIRANDA, M. P.; BASSANEZI, R. B.; AYRES, A. J.; BOVÉ, J. M. Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 53-64, 2009.

BELZ, R. G.; CEDERGREEN, N.; SORENSEN, H. Hormesis in mixture – Can it be predicted? **Science of the total environment**, v. 404, p. 77-87, 2008.



BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v.88, n.1, p.7-37, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 4074 que regulamenta a Lei 7802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins e de outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002.

BUTLER ELLIS, M. C.; MILLER, P. C. H.; TUCK, C. R. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural air fan nozzles. **Crop Protection**, v. 16, n. 1, p.41-50, 1997.

BUTLER-ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. *Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001.

CALABRESE, E. J. Hormesis and mixtures. **Toxicology Applied Pharmacology**, v. 3, p. 229-262, 2008.

CHAPMAN, P. M. The implications of hormesis to ecotoxicology and ecological risk assessment. **Belle Newsletter**, v.10, n.1, p.2-9, 2001.

CHIAVEGATO, L. G. Ácaros da cultura de citros. In: RODRÍGUEZ, O.; VIÉGAS, F; POMPEU JR., J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991. p.601 -641.

CHIAVEGATO, L. G.; SALIBE, A. A. Transmissibility of leprosis symptoms by *Brevipalpus phoenicis* to young citrus plants under laboratory conditions. Proceedings. **Conference of the International Organization of Citrus Virologists**, v.9, p.218-221, 1984.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999. 15p.

CORBEL, V.; RAYMOND, M.; CHANDRE, F.; DARRIET, F.; HOUGARD, J. M. Efficacy of insecticide mixtures against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids and carbamates. **Pest Management Science**, v. 60, p. 375–380, 2004.

CUNHA J. P. A. R.; ALVES G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciencia**, v. 34 n. 9, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Diâmetro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v. 28, n. spe, p. 1153-1158, 2010.

DELLA VECHIA, J. F.; ALMEIDA, D. P.; SANTOS, R. T. S.; FERREIRA, M. C. Possível ou perigosa? **Cultivar**, v. 15, p. 29-31, 2017.

DINIZ, A. J. F. **Otimização da criação de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) e de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), visando a produção em larga escala do parasitoide e avaliação do seu estabelecimento em campo.** 2013. 128 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.

FENÓLIO, L. G. **Efeito de diferentes águas e fertilizantes foliares em caldas acaricidas no controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros.** 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal. 2010

FIGUEIREDO, M.G. **Retorno econômico dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) na citricultura paulista.** 2008. 154f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola.** 6. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GEORGHIOU, G. P.; TAYLOR, C. E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, v.70, n.5, p.653-658, 1977.

GOMEZ-TORRES, M. L. **Estudos bioecológicos de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1907 (Hemiptera: Psyllidae)**. 2009. 138 f.Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

GOTTWALD, T. R. Current epidemiological understanding of citrus Huanglongbing. **Annual Review of Phytopathology**, v. 48, p. 119-139, 2010.

GOTTWALD, T. R.; GRAÇA J. V.; BASSANEZI, R. B. Citrus huanglongbing: the pathogen and its impact. **Plant Health Progress** 6 September 2007. Online (doi: 10.1094/PHP-2007-0906-01-RV). 2007.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas é vital na produção de citros. **Visão agrícola**, n.2, p.54-59, 2004.

GUIMARÃES, G. L. Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 29., 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: 2014. CD ROM

HALBERT, S.E.; MANJUNATH, K.L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha:Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist**, v.87, p.330-353, 2004.

HERNÁNDEZ, A. F.; PARRÓN, T.; TSATSAKIS, A. M.; REQUENA, M.; ALARCÓN, R.; LÓPEZ-GUARNIDO, O. Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. **Toxicology**, v. 307, p. 136-145, 2013.

IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v.34, n.276, 2013.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1997.

LIU, YH; TSAI, JH. Effects of temperature on biology and life table parameters of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). **Annals of Applied Biology**, v. 137, p. 201-206, 2000.

LOCALI, E.C.; FREITAS, A.; SOUZA, A.; TAKITA, M.; ASTÚA, G.; ANTONIOLI, R.; KITAJIMA, E.; MACHADO, M. Development of a molecular tool for the diagnosis of leprosis, a major threat to Citrus production in the Americas. **Plant Disease**, v.87, n.11, p.1317-1321, 2003.

LOPES, J. M. S.; DÉO, T. F. G.; ANDRADE, B. J. M.; GIROTO, M.; FELIPE, A. L. S.; JUNIOR, C. E. I.; BUENO, C. E. M. S.; SILVA, T. F.; LIMA, F. C. C. Importância econômica do Citros no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.20, 2011. Disponível em:< <http://faef.revista.inf.br>>.

LOPES, S. A. Situação do Huanglongbing no Estado de São Paulo. In: **Doenças quarentenárias dos Citros**. Viçosa, Minas Gerais, 2006, p.175–194.

LUCKEY, T.D. Insecticide hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, v.61, n.1, p.7-12, 1968.

MACIEL, C.D.G.; AMSTALDEN, S.L.; RAIMONDI, M.A.; LIMA, G.R.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; ARTUZI, J.P. Seletividade de cultivares de soja RR® 757 submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-Ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MACIEL, C. D. G.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M.; POLETINE, J. P.; BASTOS, S. L. W.; DIAS, N. M. S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuronethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 673-685, 2010.

MAPA – Acaricidas recomendados para o manejo do ácaro-da-leprose em citros. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 02 jun 2017.

MATARAZO, F. J. Pesticides & Adjuvants. Overview of the Market, legislation and challenges related to illegal use. **Crop World South America**, 2010. (Oral presentation)

MATUO, T. Importância e desenvolvimento da tecnologia de aplicação. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 30., Jaboticabal-SP, 2007. **Summa Phytopathologica**. Botucatu-SP, Grupo Paulista de Fitopatologia, v. 33, n. 1, suplemento, p. 113-117, 2007.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990, 139p.

MATZENBACHER, F. O.; KALSING, A.; DALAZEN, G.; MARKUS, C.; MEROTTO JR, A. Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control. **Planta Daninha**, v. 33, p. 587-597, 2015.

MIGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Visçosa-MG: Aprenda Fácil Editora. 2010. 588p.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R. The influence of adjuvants on droplet production. **New Zealand Forest Research Institute Bulletin (193) Fourth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals**, Melbourne, Australia, p.3- 6, October 1995.

MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; NOVELLI, V. M.; ANDRADE, D. J. Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no estado de São Paulo. **Biológico**, v. 77, p. 84-84, 2015.

NAVA, D.E.; TORRES, M.L.G.; RODRIGUES, M.D.L.; BENTO, J.M.S.; PARRA, J.R.P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, v.131, n.9-10, p.709-715, 2007.

NAVA, D. E.; GOMEZ-TORRES, M. L.; RODRIGUES, M. D. L.; BENTO, J. M. S.; HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. The effects of host, geographic origin, and gender on the thermal requirements of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Environmental Entomology**, v. 39, n. 2, p. 678-84, 2010.

NEVES, E. M.; RODRIGUES, L.; GASTALDI, H. L. G. Defensivos agrícolas e custos na produção de citros. **Visão Agrícola**, v.1, n.2, p.127-131, 2004.

OMOTO, C.; ALVES, E. B.; RIBEIRO, P. C. Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.757-764, 2000.

PAIVA, P. E. B. **Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo**. 2009. 65 f. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PALLADINI, L.A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 128f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; TORRES, M.L.G.; NAVA, D.E.; PAIVA, P.E.B. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao *huanglongbing*. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 37-51, 2010.

PATT, J. M.; SÉTAMOU, M. Responses of the asian citrus psyllid to volatiles emitted by flushing shoots of its rutaceous host plants. **Environmental Entomology**, v. 39, p. 618-624. 2010.

PETTER, F. A.; PROCOPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; PACHECO, L. P.; BUENO, A. F. Associações entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 25, p. 389-398, 2007.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 449-457, 2012.

POLTRONIERI, A. S. **Bases para o manejo da resistência de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) ao inseticida neonicotinoide imidacloprid em pomares de citros**. 2013. 132 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

PROKOP, M.; KEJKLÍCEK, R. Effect of adjuvants on spray droplet size of water. **Engineering in Agriculture**. v. 48, p. 144-148, 2002.

REFFSTRUP, T. K.; LARSEN, J. C.; MEYER, O. Risk assessment of mixtures of pesticides. Current approaches and future strategies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 174-192, 2010.

REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. **Ácaros em cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 76p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 81).

RODRIGUES, J. V. C.; KITAJIMA, E. W.; CHILDERS, C. C.; CHAGAS, C. M. Citrus leprosis virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v.30, n.1 -3, p.161 -179, 2003.

ROSSETTI, V.; LASCA, C. C.; NEGRETTI, S. New developments regarding leprosis and zonate chlorosis of citrus. **Proceedings** First International Citrus Symposium, Riverside, v.3, n.1, p.1453-1555, 1969.

ROY, A.; HARTUNG, J. S.; SCHNEIDER, W. L.; SHAO, J.; LEÓN, M. G.; MELZER, M. J.; BEARD, J. J.; OTERO-COLINA, G.; BAUCHAN, G. R.; OCHOA, R.; BRLANSKY, R. H., Role bending: complex relationships between viruses, hosts and vectors related to citrus leprosis, an emerging disease. **Phytopathology**, v. 105, p. 1013-1025, 2015.

ROY, A.; STONE, A.; OTERO-COLINA, G.; WEI, G.; CHOUDHARY, N.; ACHOR, D.; SHAO, J.; LEVY, L.; NAKHLA, M. K.; HOLLINGSWORTH, C. R.; HARTUNG, J. S.; SCHNEIDER, W. L.; BRLANSKY, R. H. Genome assembly of Citrus leprosis virus nuclear type reveals a close association with Orchid fleck virus. **Genome Announcements**, v. 1, n. 4, e00519-13, 2013.

SANCHES, A. L.; FELIPPE, M. R.; CARMO, A. U.; RUGNO, G. R.; YAMAMOTO, P. T. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, em pré-plantio, no controle de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera:Psyllidae). **BioAssay**, v. 4, n.6, p. 1-7, 2009.

SILVA, J. F.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 2007, p. 118-154.

TANG, X.; DONG, J.; LI, X. A comparison of spreading behaviors of Silwet I-77 on dry and wet lotus leaves. **Journal of Colloid and Interference Science** n.325, p.223-227, 2008.

TASSI, A. D. **Avaliação da diversidade morfológica de diferentes populações de espécies de *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) transmissores de vírus e de suas competências como vetor**. 2014. 141f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

TANSEY, J. A.; JONES, M. M.; VANACLOCHA, P.; ROBERTSON, J.; STANSLY, P. A. Costs and benefits of frequent low-volume applications of horticultural mineral oil for management of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **Crop Protection**, v. 76, p. 59-67, 2015.



TEIXEIRA, D.C.; AYRES, A.J.; KITAJIMA, E.W.; TANAKA, F.A.O.; DANET, L.; JAGOUEIX-EVEILLARD, S.; SAILLARD, C.; BOVÉ, J.M. First report of a huanglongbing-like disease of citrus in São Paulo state, Brazil and association of a new *Liberibacter* species, "*Candidatus Liberibacter americanus*" with the disease. **Plant Disease**, v.89, p.107, 2005.

TEIXEIRA, DC; WULFF, NA; LOPES, SA; YAMAMOTO, PT; MIRANDA, MP; BELASQUE JUNIOR, J; BASSANEZI, RB. Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 115- 128, 2010.

TOKESHI, H. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Cultivar**, v.4, n.39, p.17-24, 2002.

TSAI, J.H.; LIU, Y.H. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) on four host plants. **Horticultural Entomology**, v.93, n.6, p. 1721-1725, 2000.

VIDAL, R. A.; MACHRY, M.; HERNANDES, G. C.; FLECK, N.G. Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas. **Planta Daninha**, v. 21, p. 301-306, 2003.

WILLMOTT, A. L.; CLOYD, R. A.; ZHU, K. Efficacy of pesticides mixtures against the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p. 247-256, 2013.

YAMAMOTO, P.T.; ALVES, G.R.; BELOTI, V.H. Manejo e controle do huanglongbing (HLB) dos cítricos. **Investigación Agraria**, v.16, n. 2, p. 69-82, dez. 2014.

YAMAMOTO, P.T.; PAIVA, P.E.B.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. **Netropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 165-170, 2001.

YAMAMOTO, P. T; PARRA, J. R. P. Manejo integrado de pragas do citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundag, 2005. p.729-768.

## **Capítulo 2 – A COMBINAÇÃO DE INSETICIDAS COM ACARICIDA NA CULTURA DOS CITROS INTERFERE NA COBERTURA DO ALVO?**

### **A COMBINAÇÃO DE INSETICIDAS COM ACARICIDA NA CULTURA DOS CITROS INTERFERE NA COBERTURA DO ALVO?**

**RESUMO** – A mistura em tanque com diferentes classes de produtos fitossanitários é uma prática usual visando economia de recursos operacionais. No entanto, é preciso conhecer possíveis implicações físicas, químicas e biológicas desta prática que possam vir a comprometer a eficiência dos tratamentos realizados. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de acaricida às caldas inseticidas, na tensão superficial e no tamanho de gotas, além do espalhamento das gotas sobre a superfície foliar. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 3 + 1$ , com sete tratamentos e 9 repetições para a análise de caracterização de gotas pulverizadas e 4 repetições para as análises de tensão superficial e ângulo de contato. O fator A correspondeu as caldas utilizadas (isolada ou mistura), o fator B aos inseticidas testados (lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido) e a testemunha foi constituída de calda somente com o espirodiclofeno. A adição de acaricida às caldas inseticidas reduziu a tensão superficial das caldas, conseqüentemente o ângulo de contato das gotas formadas com a superfície da folha de laranja, portanto, maior espalhamento da gota sobre a folha. Houve um aumento do DMV e redução da % de gotas  $< 100 \mu\text{m}$  e SPAN, proporcionando, portanto, um espectro de gotas mais uniformes e menos suscetível a deriva. Diante do exposto, conclui-se que a combinação dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com o acaricida espirodiclofeno interfere na cobertura do alvo.

**Palavras-chave:** mistura em tanque, espectro de gotas, tensão superficial, ângulo de contato

## **DOES THE COMBINATION OF INSECTICIDES WITH ACARICIDE IN THE CITRUS CULTURE INTERFERE ON THE COVERAGE OF THE TARGET?**

**ABSTRACT** –The mixture of different crop protection products in tank is a current practice aiming at saving operational resources. However, it is necessary to know possible physical, chemical and biological implications of this practice that could compromise the efficiency of the treatments performed. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of the addition of acaricide on insecticidal spray solution on the surface tension and droplet size, as well as the spreading of the droplets on the leaf surface. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme ( $2 \times 3 + 1$ ), with seven treatments and nine replications for the characterization of the sprayed droplets and 4 replications for the analysis of surface tension and contact angle. The factor A corresponded to the spraying liquids used (isolate or in admixture), the factor B to the insecticides tested (lambda-cyhalothrin + thiametoxam, phosmet and imidacloprid) and the control consisted of spraying liquid with only spiroticlofen. The addition of acaricide to insecticidal spraying liquids reduced their surface tension and, consequently, the contact angle of the droplets formed with the surface of orange leaves, that is, greater spreading of the droplet on the leaves. There was an increase in the VMD and a reduction of the percentage of droplets smaller than 100  $\mu\text{m}$  and SPAN, thus providing a spectrum of droplets more uniform and less susceptible to drift. In view of the above, it is concluded that the combination of the lambda-cyhalothrin + thiametoxam, phosmet and imidacloprid insecticides with the spiroticlofen acaricide interferes on the coverage of the target.

**Key words:** tank mixture, droplet spectrum, surface tension, contact angle.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura dos citros enfrenta problemas fitossanitários relacionados à ocorrência de insetos e ácaros vetores, que reduzem a produtividade e a longevidade dos pomares e depreciam a qualidade dos frutos. Entre as doenças transmitidas por vetores no Brasil, destacam-se a leprose-dos-citros e o HLB-Huanglongbing, transmitidas respectivamente pelos ácaros *Brevipalpus* spp. e pelo psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (BASTIANEL et al., 2010; BASSANEZI et al., 2013), sendo responsáveis pela maior parte dos tratamentos fitossanitários e dos custos de produção dos citros (BELASQUE JR. et al., 2010 a; VAN LEEUWEN et al., 2015).

A aplicação de produtos fitossanitários via pulverização é a principal estratégia adotada pelos produtores para manter a população destes vetores em densidades baixas. O alto consumo de inseticidas e acaricidas é um agravante significativo nos custos de produção da cultura (NEVES; DAYOUB; DRAGONE, 2002; BELASQUE JR. et al., 2010).

Uma vez que essas pragas podem ocorrer ao mesmo tempo no campo (PARRA et al., 2010; LARANJEIRA et al., 2015), os produtores utilizam a combinação de produtos no reservatório do pulverizador com intuito de aumentar o espectro de ação da aplicação e diminuir os números de operações e os gastos com o tratamento fitossanitário. No entanto, as combinações entre produtos fitossanitários podem alterar características físico-químicas da calda com efeito nos valores de tensão superficial, pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, que influenciam a eficiência dos tratamentos fitossanitários (MACIEL et al., 2010; PETTER et al., 2013).

As propriedades físico-químicas da calda podem alterar de forma significativa o processo de formação das gotas, uma vez que alteram o seu diâmetro e a uniformidade, influenciando no destino final dessas pela suscetibilidade à deriva e evaporação, ou mesmo na capacidade de penetração, de depósito e de espalhamento das gotas na cultura e distribuição nos locais onde os alvos se situam (PROKOP; KEJKLICEK, 2002; ANDRADE; FERREIRA; SANTOS, 2010).

Estudos sobre a interferência das propriedades físico-químicas dos líquidos na formação, transporte e depósito das gotas são imprescindíveis. A preocupação com as interações entre produtos no reservatório do pulverizador e as consequências associadas, é crescente por parte dos agricultores, uma vez que a legislação brasileira veda a recomendação profissional deste uso (BRASIL, 2002), mas não impede a utilização à campo. Com isto há um hiato entre as etapas de desenvolvimento e de uso propriamente dito.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de acaricida às caldas inseticidas, na tensão superficial e no tamanho de gotas, além do espalhamento das gotas sobre a superfície foliar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu de três experimentos distintos para as análises de tensão superficial, ângulo de contato de gotas com a superfície foliar de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e caracterização de gotas pulverizadas. Os tratamentos testados estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos, ingredientes ativos dos produtos fitossanitários e doses utilizadas.

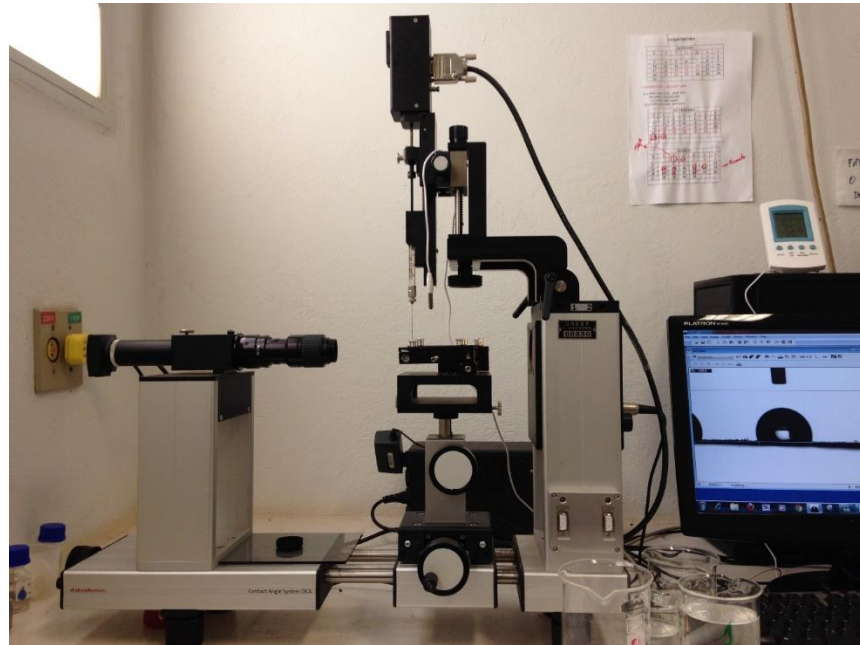
Tratamentos	Ingrediente Ativo*	Dose (g ou mL de p.c./100 L de água)*
1	espirodiclofeno <sup>1</sup>	25
2	lambda-cialotrina + tiametoxam <sup>2</sup>	15
3	fosmete <sup>3</sup>	150
4	imidacloprido <sup>4</sup>	20
5	espirodiclofeno + lambda-cialotrina + tiametoxam	25 + 15
6	espirodiclofeno + fosmete	25 + 150
7	espirodiclofeno + imidacloprido	25 + 20

<sup>1</sup>Envidor – acaricida do grupo cetoenol; <sup>2</sup>Engeo Pleno – inseticida dos grupos neonicotinóide e piretróide; <sup>3</sup>Imidan 500 WP – inseticida do grupo organofosforado; <sup>4</sup>Provado – inseticida do grupo neonicotinóide. \*As doses utilizadas correspondem a maior dose recomendada na bula dos produtos.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 3 + 1$  com 9 repetições para a análise de caracterização de gotas pulverizadas e 4 repetições para as análises de tensão superficial e ângulo de contato. O fator A correspondeu as caldas utilizadas (inseticidas isolados ou em mistura com acaricida), o fator B aos inseticidas testados (lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido) e a testemunha foi constituída de calda somente com o espiroclifeno. A combinação entre os produtos foi realizada na seguinte ordem: água + formulação sólida + formulação líquida, segundo norma NBR 13875 da ABNT (2014).

### **2.1. Tensão superficial e ângulo de contato de gotas**

As medições foram realizadas em um tensiômetro automático (OCA-15 Plus, Dataphysics Germany) (Figura 1). As gotas foram formadas em uma seringa de precisão de 500  $\mu\text{L}$  e a taxa de liberação das gotas foi de 1  $\mu\text{L s}^{-1}$ , em todos os tratamentos.



**Figura 1.** Medidor da tensão superficial (Dataphysics Germany®, modelo OCA-15EC), equipado com câmera digital de alta velocidade e definição CCD com 300 frames por segundo. Jaboticabal, SP.

A tensão superficial foi determinada pelo método da gota pendente, onde imagem da gota é capturada por uma câmera e analisada por assimetria de eixos (ADSA - Axisymmetric Drop Shape Analysis). A tensão superficial é determinada utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace. Os dados gerados aos vinte segundos após a formação da gota foram considerados para caracterizar as caldas fitossanitárias, por estarem próximos do ponto de inflexão da curva de tensão superficial dinâmica. O volume das gotas formadas foi de 4  $\mu\text{L}$ .

Para a avaliação do ângulo de contato utilizou-se o mesmo equipamento (OCA-15 Plus). As medições ocorreram aos vinte segundos após a deposição de cada gota em superfície natural (folha de laranja *Citrus sinensis*). Para facilitar a leitura de ângulo de contato da gota sobre a superfície por análise de imagem, foram cortados retângulos longitudinais na dimensão de 5 x 1 (em cm) da folha de laranja e estas foram fixadas numa prensa de forma que eventuais ondulações na superfície analisada não interferisse no padrão de leitura. O volume das gotas para a avaliação do ângulo de contato foi de 2  $\mu\text{L}$ .

## 2.2. Caracterização de gotas pulverizadas

Foi utilizada a ponta de pulverização do modelo jato cônico vazio (TXA 8002), comumente utilizado na citricultura, devido ao diâmetro de gotas ser considerado adequado para cobrir adequadamente as superfícies foliares.

A análise do espectro de gotas foi realizada de forma direta, pelo método da difração de raio laser, utilizando-se um analisador de partículas (Mastersizer S®, Malvern Instruments Co.) (Figura 2), que se baseia no desvio da luz após o choque dessa com as gotas, em que o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo do desvio sofrido pela luz (FERNANDES et al., 2007).



**Figura 2.** Aparelho medidor de diâmetro de partículas em tempo real (Mastersizer S® Malvern Instruments Co.). Jaboticabal, SP.

A ponta de pulverização foi instalada à 40 cm do feixe de laser. A pulverização foi acionada com ar comprimido e a pressão de 5 bar foi mantida constante com um regulador de pressão de precisão. De acordo com o manual do fabricante da ponta de pulverização, o modelo TXA 8002 na pressão de 5 bar possui vazão de  $1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  e classe de gotas finas. Foi utilizado um oscilador longitudinal para o jato de calda



atravessar transversalmente o laser durante a leitura pelo aparelho, visando uma amostragem representativa dos tamanhos de gota produzidos por toda a extensão do jato da ponta. O tempo despendido pelo oscilador para mover-se de um extremo ao outro do jato aplicado foi ajustado para 3 segundos.

As condições ambientais médias no momento de realização dos experimentos foram: temperatura do ar de 26°C, umidade relativa do ar de 55% e ausência de ventos. Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas são processados e tabelados diretamente pelo programa (Mastersizer S V.2.19, Malvern Instruments Co.).

Para caracterizar o espectro de gotas formado, foram utilizados os valores de diâmetro mediano volumétrico (DMV), porcentagem do volume em gotas com diâmetro menor que 100 µm (%Vol<100 µm) e a uniformidade do espectro de gotas (SPAN). O SPAN é obtido através da equação:

$$SPAN = \frac{(Dv_{0,9} - Dv_{0,1})}{Dv_{0,5}}$$

Na qual  $Dv_{0,1}$  corresponde ao diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor;  $Dv_{0,5}$  ao diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica (DMV);  $Dv_{0,9}$  ao diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor.

Com o SPAN, pode-se analisar a variação do tamanho das gotas produzidas no determinado espectro de gotas, ou seja, quanto mais próximo de 0 estiver o valor de SPAN, mais homogêneo é o espectro, ou seja, maior é o volume da calda pulverizado por gotas do tamanho preconizado.

### 2.3. Análise estatística

Os dados de tensão superficial, ângulo de contato, DMV, %Vol<100  $\mu\text{m}$  e o (SPAN) foram submetidos à análise da variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). O programa estatístico utilizado foi o AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2013).

Foi realizado teste de correlação entre as variáveis tensão superficial e ângulo de contato, DMV e %Vol<100  $\mu\text{m}$  e entre %Vol<100  $\mu\text{m}$  e SPAN, utilizando o coeficiente de Pearson a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Tensão superficial

A adição de acaricida aos inseticidas reduziu a tensão superficial das gotas ( $F = 88,79$ ;  $p < 0,0001$ ). Não foi verificada diferença entre os inseticidas quando avaliados isoladamente ( $F = 4,75$ ;  $p = 0,0198$ ). Porém, quando combinados com acaricida, o inseticida lambda-cialotrina + thiametoxam apresentou menor valor de tensão comparado aos demais. Interação significativa foi observada para os fatores calda e inseticida ( $F = 7,13$ ;  $p = 0,0043$ ). Portanto, os fatores são dependentes (Tabela 2). O tratamento adicional (espiroclorfenol) diferiu dos demais tratamentos avaliados ( $F = 366,14$ ;  $p < 0,0001$ ), apresentando valor de  $61,37 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ .

**Tabela 2.** Valores médios de tensão superficial de gotas, em  $\text{mN.m}^{-1}$ , de caldas contendo inseticida isolado ou em mistura com acaricida, referentes ao desdobramento dos graus de liberdade entre a interação das caldas com os inseticidas.

Inseticidas	Calda <sup>1</sup>	
	Isolado	Mistura
Lambda-cialotrina + thiametoxam	72,26 aA	67,42 bB
Fosmete	71,90 aA	70,33 bA
Imidacloprido	72,91 aA	68,96 bAB

DMS linha (5%) – 1,32; DMS coluna (5%) – 1,60; CV (%) – 1,29

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas, e maiúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

### 3.2. Ângulo de contato

Houve diferença para os fatores isolados quanto ao ângulo de contato das gotas com a superfície adaxial da folha de laranja (Tabela 3). A adição de acaricida às caldas inseticidas reduziu o ângulo de contato das gotas. O inseticida imidacloprido apresentou ângulo de contato maior em relação aos demais inseticidas. O ângulo de contato da testemunha não diferiu dos demais tratamentos ( $F = 2,84$ ;  $p = 0,1068$ ), com valor de 84,09.

**Tabela 3.** Análise da variância e testes de significância para o ângulo de contato (grau) formados por gotas aplicadas em superfície adaxial de folhas de laranja em função dos diferentes fatores (calda e inseticidas) do experimento.

<b>Causas de variação</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Calda (A)	5,71*	0,0263
Inseticida (B)	24,44**	< 0,0001
A vs. B	0,38 <sup>NS</sup>	0,6856
Testemunha vs. Fatorial	0,34 <sup>NS</sup>	0,5664
CV	4,73	
<b>Calda</b>		
Isolado		84,77 a
Mistura		80,94 b
DMS (5%)		3,33
<b>Inseticidas</b>		
Lambda-cialotrina + thiametoxam		78,74 b
Fosmete		79,05 b
Imidacloprido		90,78 a
DMS (5%)		4,95

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

O coeficiente de correlação foi significativo ( $p = 0,0279$ ) e positivo entre tensão superficial e ângulo de contato para os inseticidas isolados ( $R = 0,6307$ ) e não significativo ( $p = 0,6565$ ) e positivo para a mistura de inseticida e acaricida ( $R = 0,1434$ ). A adição de acaricida aos inseticidas reduziu a dependência entre os fatores.

### 3.3. Caracterização das gotas pulverizadas

No diâmetro mediano volumétrico (DMV), a porcentagem do volume de gotas com diâmetro menor que  $100 \mu\text{m}$  ( $\%Vol < 100 \mu\text{m}$ ) e a uniformidade do espectro de gotas (SPAN) foram influenciados pela constituição da calda.

O DMV das gotas apresentou diferenças significativas para o fator A (caldas de inseticida isolado ou em mistura com espiroclorfenol) ( $F = 53,24$ ;  $p < 0,0001$ ) e para o fator B (inseticidas utilizados) ( $F = 16,02$ ;  $p < 0,0001$ ). A combinação de inseticida com acaricida aumentou o DMV, exceto para o inseticida imidacloprido (Tabela 4). Entre as caldas contendo apenas inseticida, o imidacloprido apresentou maior DMV comparado

aos demais. Entre os inseticidas combinados com acaricida, o inseticida fosmete apresentou maior DMV. Foi observado interação entre os fatores avaliados ( $F = 14,83$ ;  $p < 0,0001$ ). O tratamento adicional não diferiu dos demais tratamentos, com valor de  $126,83 \mu\text{m}$  ( $F = 1,31$ ;  $p = 0,2567$ ).

**Tabela 4.** Diâmetro mediano volumétrico (DMV), % de gotas  $< 100 \mu\text{m}$  e coeficiente de uniformidade para inseticidas isolados e combinados com acaricida aplicados com ponta de jato cônico (TXA 8002).

Inseticidas	DMV		% Gotas $< 100 \mu\text{m}$		SPAN	
	Isolado	Mistura	Isolado	Mistura	Isolado	Mistura
Lambda-cialotrina + thiametoxam	113,27 bC <sup>1</sup>	126,54 aB	40,43 aA <sup>1</sup>	27,96 bA	1,22 aA <sup>1</sup>	1,02 bA
Fosmete	119,88 bB	134,57 aA	31,53 aB	21,62 bB	0,97 aB	0,91 aB
Imidacloprido	127,88 aA	127,41 aB	28,01 aB	25,17 aAB	1,03 aB	0,89 bB
dms (5%)	4,36		3,71		0,06	
DMS (5%)	5,23		4,45		0,07	
CV (%)	3,68		13,66		6,64	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas, e maiúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). dms: diferença mínima significativa na linha, DMS: diferença mínima significativa na coluna. CV: coeficiente de variação.

A %Vol  $< 100 \mu\text{m}$  diferiu entre as caldas de produtos isolados e em mistura ( $F = 61,90$ ;  $p < 0,0001$ ) e entre os diferentes inseticidas ( $F = 22,55$ ;  $p < 0,0001$ ). Houve diferença significativa na interação entre os fatores avaliados ( $F = 7,27$ ;  $p = 0,0016$ ) (Tabela 4). Caldas contendo apenas inseticida apresentaram maior porcentagem de gotas menores que  $100 \mu\text{m}$  em relação à calda combinada com acaricida. Com relação aos diferentes inseticidas, independentemente do tipo de calda, o inseticida lambda-cialotrina + thiametoxam apresentou maior %Vol  $< 100 \mu\text{m}$ . O tratamento adicional (testemunha acaricida) não diferiu dos demais tratamentos ( $F = 3,66$ ;  $p = 0,0609$ ), com 26,42% de gotas menores que  $100 \mu\text{m}$ .

A uniformidade do espectro de gotas foi alterada pela presença de acaricida ( $F = 53,51$ ;  $p < 0,0001$ ) e pelos diferentes inseticidas avaliados ( $F = 41,13$ ;  $p < 0,0001$ ), seguindo o mesmo padrão que encontrado para a porcentagem de gotas menores que  $100 \mu\text{m}$ . Ocorreu interação significativa entre os fatores A e B ( $F = 5,68$ ;  $p = 0,0057$ ).

Dentre os inseticidas avaliados, o espectro de gotas produzido por lambda-cialotrina + thiametoxam, independentemente do tipo de calda, foi o menos uniforme. O coeficiente de uniformidade da testemunha adicional (acaricida) diferiu dos demais tratamentos ( $F = 6,11$ ;  $p = 0,0165$ ), apresentando o valor de 0,95.

O coeficiente de correlação foi significativo e negativo entre DMV e %Vol < 100  $\mu\text{m}$  tanto para os inseticidas isolados ( $p = 0,0143$ ;  $R = -0,6831$ ) quanto para a mistura de inseticida e acaricida ( $p = 0,011$ ;  $R = -0,7012$ ).

Entre os parâmetros %Vol < 100  $\mu\text{m}$  e SPAN o coeficiente de correlação foi significativo ( $p = 0,0206$ ) e positivo para os inseticidas isolados ( $R = 0,6559$ ) e não significativo ( $p = 0,0947$ ) para a mistura de inseticida e acaricida ( $R = 0,5041$ ).

## 4. DISCUSSÃO

### Tensão superficial e ângulo de contato

A mistura em tanque com diferentes classes de produtos fitossanitários é uma prática corrente visando poupança de recursos operacionais. No entanto, é preciso conhecer possíveis implicações físicas, químicas e biológicas desta prática que possam vir a comprometer a eficiência dos tratamentos realizados.

De forma geral, os produtos fitossanitários reduziram a tensão superficial das caldas, com efeito no espalhamento das gotas sobre as folhas, refletindo em maior cobertura da superfície foliar, colaborando com a qualidade da aplicação. Este efeito se deve à modificação da orientação das moléculas entre líquidos ou do líquido com a superfície vegetal (IOST; RAETANO, 2010). A redução dos valores de tensão superficial de caldas aquosas é comumente verificada com a adição das formulações de produtos fitossanitários, com valores que podem ser bastante reduzidos em relação ao da água, como por exemplo de 30,80  $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$  para o fungicida Dithane PM

(mancozeb) e  $40,81 \text{ mN.m}^{-1}$  para o acaricida Vertimec 18 CE (abamectin) (PALLADINI, 2000). Com estes valores baixos de tensão superficial é esperado um elevado espalhamento das gotas, conforme a correlação positiva observada neste trabalho e encontrado na literatura (DECARO JUNIOR et al., 2014). Esta redução se deve ao fato de que as formulações comerciais já apresentam alguns componentes que reduzem a tensão superficial (PALLADINI; RAETANO; VELINI, 2005). Porém, em alguns casos essa redução é pequena apenas com o acréscimo das formulações à calda, devido à outras características do líquido formado, como viscosidade e densidade, por exemplo.

Embora, a tensão superficial das caldas testadas foi reduzida com a adição do acaricida, os valores foram semelhantes aos que se observa para a água ( $74 \text{ mN.m}^{-1}$ ), variando de aproximadamente  $67,4$  a  $72,9 \text{ mN.m}^{-1}$ . Portanto, esta redução foi pouco expressiva em relação ao ângulo de contato da gota com a superfície da folha, quando comparado com o ângulo de gotas formadas apenas com a água. Resultados semelhantes foram observados para a calda contendo lambda-cialotrina e lambda-cialotrina adicionada de óleo mineral, no qual os valores de tensão superficial foram próximos ao valor obtido para a água de  $77 \text{ mN.m}^{-1}$  (FERREIRA et al., 2010).

Caldas fitossanitárias que apresentam alto valor de tensão superficial, quando pulverizadas, produzem gotas que, ao atingirem o alvo, tendem a manter ângulos de contato próximos ou maiores que  $90^\circ$  sobre a superfície onde se depositam. Ao medir o ângulo de contato de uma gota na superfície, pode caracterizá-la quanto à capacidade de espalhamento. Quando menor que  $90^\circ$ , pode-se considerar que a superfície é hidrofílica. Porém, se os ângulos forem maiores que  $90^\circ$ , caracterizam-se superfícies hidrofóbicas (MOITA NETO, 2006; IOST; RAETANO, 2010).

No entanto, o espalhamento do líquido nas folhas também depende dos constituintes de sua epiderme, na qual a tensão interfacial (líquido-folha) precisa ser maior que a tensão superficial do líquido para um maior espalhamento (KISSMANN, 1997; LO; HOPKINSON, 1995).

Assim como para a tensão superficial, os valores de ângulo de contato observados não foram diferentes dos valores obtidos em relação à água ( $91^\circ$ ), variando de  $75,93$  a  $88,92^\circ$ .

Sabendo que a cutícula das folhas de laranja possui ceras em sua composição, e que estas são de natureza hidrofóbica, impedindo ou dificultando a difusão de íons hidrofílicos (EDWARDS, 1975; HULL; MORTON; WHARRIE, 1975), a adição dos inseticidas e acaricida as caldas proporcionou uma maior afinidade com a composição da superfície foliar, resultado em valores menores para o ângulo de contato (MOITA NETO, 2006; IOST; RAETANO, 2010).

A cobertura proporcionada pelas caldas testadas encontra respaldo nos valores da tensão superficial, uma vez que o coeficiente de correlação de Pearson entre estes fatores foi positivo, ou seja, observa-se maior cobertura (menor ângulo de contato) com a redução da tensão superficial da calda. No entanto, a adição de acaricida aos inseticidas reduziu a dependência entre os fatores.

Numa aplicação à campo, estas altas tensões superficiais e ângulos de contato implicariam numa possível necessidade de aumento nos volumes de aplicação, ou mesmo no uso de gotas menores para uma maior cobertura dos alvos. Considerando que os alvos são plantas de laranja, normalmente de grande porte e superfície a ser coberta, a exigência de volumes já é elevada. Para alvos de baixa mobilidade e de difícil acesso à pulverização como são os ácaros *Brevipalpus* spp. a utilização de caldas com elevadas tensões superficiais e ângulos de contato, podem significar, portanto, em aplicações mais onerosas.

Sendo assim, alternativas que melhorem a cobertura da superfície tratada, como o uso de adjuvantes nas caldas com os produtos avaliados neste trabalho, podem colaborar com a redução do volume de aplicação, com implicações nos custos dos tratamentos fitossanitários (OCAMPO-RUIZ; MATUO, 1994; FERREIRA; MATUO; BARBOSA, 1999; SOARES et al., 2013). Deve-se atentar, entretanto, para os custos do possível uso de adjuvantes que não devem ser maiores do que a alternativa de aplicação com maiores volumes. Além disto, naturalmente, alternativas que modifiquem as características da calda não pode refletir em redução do efeito biológico esperado para o controle dos alvos.



## Caracterização das gotas pulverizadas

A composição da calda altera as suas características de viscosidade e tensão superficial que resultam em modificação da estrutura interna do jato, com efeito no tamanho e uniformidade das gotas formadas (BUTLER-ELLIS; TUCK; MILLER, 2001). Neste sentido, verificou-se que a adição de acaricida às caldas inseticidas alteraram as características do espectro de gotas produzidas pela ponta TXA 8002.

Houve aumento do DMV, redução do SPAN e da %Vol<100µm com as combinações, em comparação aos produtos isolados. Ferreira et al. (2013) observou resultado semelhante para a mistura de lambda-cialotrina + tributilcitrato + polidimetilsiloxano, que apresentou maior DMV e menor %Vol<100µm, comparado a lambda-cialotrina e lambda-cialotrina adicionado óleo mineral. Este aumento do tamanho das gotas comumente resulta em menor cobertura das folhas em campo. No entanto, diminuem a porcentagem de gotas suscetíveis à deriva.

Baseado na classificação do tamanho de gotas preconizado pela ASABE (2004), de modo geral, os valores de DMV obtidos nesse estudo, para as caldas utilizadas, não alteraram o enquadramento do modelo de ponta TXA 8002 na classe de gotas finas.

Pontas do tipo jato cônico tem como característica apresentar maior uniformidade (SPAN) no espectro de gotas em relação aos modelos de jato plano, que, no entanto, pode ser alterado devido a composição da calda (COSTA et al., 2017). Como visto neste experimento, a adição de acaricida aos inseticidas reduziu o SPAN, proporcionando espectro de gotas mais uniformes para estas caldas.

De acordo com coeficiente de correlação de Pearson, houve correlação negativa entre os fatores DMV e %Vol<100µm tanto para os inseticidas isolados quanto em mistura com o acaricida. Portanto, com o aumento do DMV há diminuição da porcentagem de gotas menores que 100 µm, uma vez que a gota que caracteriza metade das gotas produzidas será de diâmetro maior (BAESSO et al., 2014; COSTA et al., 2017).

Correlação positiva foi encontrada para os fatores %Vol<100µm e SPAN, significando que a redução %Vol<100µm proporciona um espectro de gotas mais uniformes. Considerando que a produção de gotas com baixo padrão de uniformidade implica em perdas tanto por evaporação e deriva quanto por possível ricocheteio ou escorrimento (FERREIRA et al., 2013), a obtenção de um jato de calda com gotas de tamanho mais uniforme significa menores perdas.

Diante do exposto, conclui-se que a combinação dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com o acaricida espirodiclofeno interfere na cobertura do alvo, uma vez que reduz a tensão superficial das caldas, conseqüentemente o ângulo de contato das gotas formadas com a superfície da folha de laranja, aumentam o DMV, diminuem a % de gotas < 100 µm e o SPAN.

## 5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; SANTOS, N. C. Efeito da adição de óleos ao acaricida cyhexatin sobre o ácaro *Brevipalpus phoenicis* e na retenção de calda por folhas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1055-1063, 2010.

ASABE, AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. S572.1. Spray nozzle classification by droplet spectra. In: **ASABE Standard**. St. Joseph, 2009. p. 1-3. Disponível em: <<[https://pubs.ext.vt.edu/442/442-031/442-031\\_pdf.pdf](https://pubs.ext.vt.edu/442/442-031/442-031_pdf.pdf)>>

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 780-785, 2014.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.1.0.668. Jaboticabal: [s.n.], 2013.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S.; BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTUA, J. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v. 94, n. 284-292, 2010.

BASSANEZI, R.B.; MONTESINO, L.H.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P.T.; GOTTWALD, T.R.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 789-796, jun. 2013.

BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; YAMAMOTO, P. T.; AYRES, A. J.; TACHIBANA, A.; VIOLANTE, A. R.; TANK, J. R. A.; DI GIORGI, F.; TERSI, F. E. A.; MENEZES, G. M.; DRAGONE, J.; JANK JÚNIOR, R. H.; BOVÉ, J.M. Lesson from *huanglongbing* management in São Paulo State, Brazil. **Journal of Plant Pathology** (no prelo), 2010 a.

BELASQUE JÚNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T.; MIRANDA, M. P.; BASSANEZI, R. B.; AYRES, A. J.; BOVÉ, J. M. Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 53-64, 2010 b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 4074 que regulamenta a Lei 7802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins e de outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002.

BUTLER-ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. *Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001.

COSTA, L. L.; CARNEIRO, A. L. C. G.; SOUZA, A. D. V.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. C. Caracterização da aplicação com diferentes inseticidas e pontas de pulverização na cultura da soja. **Engenharia na Agricultura**, v.25, n.2, p. 116-123, 2017.

DECARO JR, S.T.; FERREIRA, M.C.; LASMAR, O.; CAMPOS, H.B.N. Relationship among variables of sprays applied at reduced volumes in a coffee plantation. **Aspects of Applied Biology**, v. 122, n.1, p.415-422, 2014.

EDWARDS, C. A. Factors that affect the persistence of pesticides in plants and soils. **Pure Applied Chemistry**, v. 42, p. 39-56, 1975.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 728-33, 2007.

FERREIRA, M. C. **Padrão do jato aspergido, arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica**. 2010. 73 f. Tese (Livre Docência em Tratamento Fitossanitário) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

FERREIRA, M. C.; LASMAR, O.; DECARO JUNIOR, S. T.; NEVES, S. S.; AZEVEDO, L. H. Qualidade da aplicação de inseticida em amendoim (*Arachis hypogaea* L.), com e sem adjuvantes na calda, sob chuva simulada. **Bioscience Journal**, v. 29, Suplemento 1, n. 5, p. 1431 -1440, 2013.

FERREIRA, M.C.; MATUO, T.; BARBOSA, J. C. Validação de modelo matemático para simulação da capacidade operacional de turboatomizadores em citros. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n.1, p. 99-110, 1999.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

HULL, H. M.; MORTON, H. L.; WHARRIE, J. R. Environmental influences on cuticle development and resultant foliar penetration. **Botanical Review**, v. 41, n. 4, p. 421-452, 1975.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1997.

LARANJEIRA, F.F.; SILVA, S.X.B.; ANDRADE, E.C.; ALMEIDA, D.O.; SILVA, T.S.M.; SOARES, A.C.F.; FREITAS-ASTUÁ, J, Infestation dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. **Experimental and Applied Acarology**, v.66, n.4, p.491 -508, 2015.

LO, C. C.; HOPKINSON, M. Influence of adjuvants on droplet spreading. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 14., 1995, Melbourne. **Proceedings**... Rotorua: New Zealand Forest Research Institute, 1995. p.144-149. (FRI Bulletin, 193).

MACIEL, C. D. G.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M.; POLETINE, J. P.; BASTOS, S. L. W.; DIAS, N. M. S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuronethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 673-685, 2010.

MOITA NETO, J.M. **Molhamento e ângulo de contato**. Teresina: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí. Março 2006. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/Molhamento.PDF>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

NEVES, E. M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S. Demanda por fatores de produção na citricultura: Fertilizantes e defensivos agrícolas. **Laranja**, v. 23, n. 1, p. 37-56, 2002.

OCAMPO-RUIZ, R.A.; MATUO, T. Efeito de espalhantes-adesivos na retenção e na ação do propargite sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijs.) em folhas de citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, n.2, p.265-270, 1994.

PALLADINI, L.A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 128f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; TORRES, M.L.G.; NAVA, D.E.; PAIVA, P.E.B. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao *huanglongbing*. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 37-51, 2010.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PROKOP, M.; KEJKLÍČEK, R. Effect of adjuvants on spray droplet size of water. **Engineering in Agriculture**. v. 48, p. 144-148, 2002.

SOARES, A. M. L.; ALMEIDA, F. S.; FERREIRA, M. C.; LASMAR, O. Determinação da retenção de líquido, tensão superficial e ângulo de contato de gotas a partir de caldas com oxicloreto de cobre sobre folhas de laranja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 2., 2013, Jaboticabal. **Anais eletrônicos...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2013. p. 722-725.

VAN LEEUWEN, T.; TIRRY, L.; YAMAMOTO, A.; NAUEN R AND DERMAUW W, The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 121, p. 12-21, 2015.

### CAPÍTULO 3 - INTERAÇÃO DE ESPIRODICLOFENO E INSETICIDA NO CONTROLE DE *Brevipalpus yothersi* NA CULTURA DOS CITROS

#### INTERAÇÃO DE ESPIRODICLOFENO E INSETICIDA NO CONTROLE DE *Brevipalpus yothersi* NA CULTURA DOS CITROS

**RESUMO** - *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) é um ácaro de grande importância para citricultura visto que é vetor da doença leprose dos citros. Com o aumento da ocorrência de outras pragas de importância econômica a combinação de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador se tornou frequente na citricultura. No entanto, o efeito de acaricida e inseticida combinados visando o controle de *B. yothersi* é desconhecido. Diante o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da combinação de espirodiclofeno com inseticidas no controle de *B. yothersi*. Ensaio laboratoriais utilizando espirodiclofeno isolado resultou em 97,22% de eficiência no controle de *B. yothersi* ao sétimo dia após a aplicação. As combinações de espirodiclofeno com fosmete e com imidacloprido resultaram em 55 e 59% de eficiência. Redução da eficiência no controle dos ácaros em até 42% foi observada quando os ácaros foram expostos a combinação do acaricida com fosmete. A combinação de espirodiclofeno com fosmete e imidacloprido comprometem a eficiência do acaricida no controle de *B. yothersi*.

**Palavras chaves:** acaricida, antagonismo, *Brevipalpus* sp., controle de pragas, mistura em tanque.

## INTERACTION OF SPIRODICLOFEN WITH INSECTICIDES FOR THE CONTROL OF *Brevipalpus yothersi* IN CITRUS

**ABSTRACT** - The mite *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) holds great importance in citriculture, since it is a vector of the citrus leprosis disease. The frequency of application of a combination of pesticides increased due to an increase in the occurrence of economically important pests of citrus. However, the combined effect of acaricide and other insecticides targeting *B. yothersi* is unknown. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of a combination of spiroadiclofen with other insecticides on the control of *B. yothersi*. Analysis using spiroadiclofen alone resulted in 97.22% efficiency in the control of *B. yothersi* on the seventh day after application. Use of a combination of spiroadiclofen with either phosmet or imidacloprid resulted in 55% and 59% efficiency, respectively. Reduction in efficiency of mite control by up to 42% was observed when the mites were exposed to a combination of acaricide with phosmet. Application of a combination of spiroadiclofen with phosmet or imidacloprid compromises the efficiency of acaricide in the control of *B. yothersi*.

**Key words:** acaricide; antagonism; *Brevipalpus* sp.; pest control; tank mixture.



## 1. INTRODUÇÃO

A leprose dos citros é a doença viral mais importante da cultura no Brasil devido aos danos causados aos frutos, folhas e ramos (BASTIANEL et al., 2010). Esta doença pode ser causada por três tipos de vírus da espécie *Citrus leprosis virus*, o citoplasmático (CiLV-C), o nuclear (CiLV-N) e o vírus da mancha necrótica local (CiNSV) e tem como vetor ácaros do gênero *Brevipalpus*.

No Brasil, até 2015, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) era citado como único vetor da leprose. Entretanto, esta espécie foi revisada por Beard et al. (2015), sendo reconhecido um complexo de espécies muito próximas morfológicamente de *B. phoenicis*, no qual *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) está incluso. Com base neste trabalho, Mineiro et al. (2015) verificaram que *B. yothersi* é a espécie de *Brevipalpus* predominante no estado de São Paulo, principal estado produtor de citros do Brasil (AGRIANUAL, 2016), sendo *B. yothersi* o vetor do vírus CiLV-C (ROY et al., 2015).

O manejo da leprose nos pomares é realizado quase que exclusivamente com aplicações de acaricidas para controle dos ácaros-vetores (BASTIANEL et al., 2010). O acaricida espiroclorfenol, derivado do ácido tetrônico, é um dos principais acaricidas utilizados para o controle do ácaro-da-leprose (VAN LEEUWEN et al., 2015). Espiroclorfenol atua por contato, interferindo na biossíntese de lipídeos e bloqueando a enzima acetil-coenzima A carboxilase, responsável pela formação de lipídeos (DEKEYSER, 2005). Não há publicações relatando casos de resistência de ácaros *Brevipalpus* ao espiroclorfenol.

Além de *Brevipalpus* spp., diversas outras pragas prejudicam a citricultura, intensificando as aplicações de produtos fitossanitários pelos produtores. Por exemplo, no Brasil, após a detecção da doença Huanglongbing (ex-greening) em 2004, transmitida pelo psílideo *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae), o número de aplicações de inseticidas aumentou substancialmente (TANSEY et al., 2015). Isto posto, os citricultores utilizam várias alternativas para manter a viabilidade

econômica da cultura, como a combinação de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador. Todavia, a maioria das combinações não possuem respaldo técnico dos fabricantes dos produtos, tampouco dos órgãos reguladores oficiais brasileiros (BRASIL et al., 2002).

Problemas no controle do ácaro da leprose dos citros foram relatados por citricultores após o uso de acaricidas em mistura com inseticidas<sup>1</sup>. A combinação de produtos fitossanitários pode apresentar inúmeros efeitos adversos desconhecidos, podendo interferir na estabilidade e na eficiência das moléculas (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010). Como resultado, a combinação de produtos pode reduzir a eficiência das moléculas sobre o alvo, intensificar a seleção de populações de pragas resistentes ou até mesmo causar surtos de pragas (hormese) (AHMAD, 2004; BELZ; CEDERGREEN; SORENSEN, 2008; CALABRESE, 2008). Alguns autores observaram que a combinação de produtos pode provocar desarranjo das moléculas, ou mesmo estimular ou inibir uma desintoxicação metabólica do organismo alvo, podendo potencializar a toxicidade (sinergismo) ou inibir a ação de um deles (antagonismo) (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010; HERNÁNDEZ et al., 2013)

Diversos trabalhos demonstraram efeito antagônico na combinação entre herbicidas (VIDAL et al., 2003; MATZENBACHER et al., 2015), inseticidas (CORBEL et al., 2004; WILLMOTT; CLOYD; ZHU, 20013), entre herbicidas e inseticidas (PETTER et al., 2007; PETTER et al., 2012), entre inseticidas e fungicidas (PETTER et al., 2013) e entre acaricidas e fertilizantes foliares (ANDRADE; FERREIRA; FENÓLIO, 2013). No entanto, pesquisas envolvendo a compatibilidade de misturas entre acaricidas e inseticidas são escassas. Estudos científicos sobre o efeito de misturas entre acaricidas e inseticidas no controle de *B. yothersi* não foram encontrados. Portanto, o trabalho teve como objetivo estudar o efeito de misturas de espiroclorfenol com inseticidas no controle de *B. yothersi*. Nosso estudo pode ajudar no planejamento de estratégias de minimização de problemas no controle do ácaro-da-leprose, fornecendo informações úteis sobre as combinações de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Criação de *Brevipalpus yothersi*

Os ácaros utilizados nos experimentos foram provenientes de gerações sucessivas de uma criação mantida em laboratório há mais de cinco anos. Para início da criação foram coletados ácaros de pomares que há 12 meses não recebiam pulverização com produtos fitossanitários. O substrato utilizado foram frutos de laranja-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], parcialmente parafinados, deixando-se uma área de aproximadamente 10 cm<sup>2</sup>, que foi circundada com cola entomológica (Cola Tadoo®) para confinar os ácaros, conforme metodologia adaptada de Chiavegato (1987). Estes frutos foram mantidos em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 65 ± 10% e fotofase de 14 horas.

### 2.2. Experimento de contato residual

Nos experimentos foram utilizadas folhas de laranjeira *C. sinensis* var. Pera cultivadas em vasos de 25 L de capacidade contendo terra, areia e esterco bovino na proporção de 2:1:1. Estas plantas não receberam aplicações de produtos fitossanitários.

Arenas de 2,5 cm de diâmetro foram confeccionadas com auxílio de um vasador de metal a partir das folhas das laranjeiras. As arenas foram colocadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro e 2 cm de altura forradas com espuma (1 cm de espessura) e algodão hidrófilo umedecido em água a fim de manter a turgescência das folhas (Figura 1). As arenas foram circundadas com algodão hidrófilo umedecido em água para evitar a fuga dos ácaros (KNIGHT et al.,1990).



**Figura 1.** Unidades experimentais; **A.** Acondicionamento de folhas de citros sobre espuma e algodão hidrófilo, a fim de manter a turgescência das folhas; **B.** Arenas circundadas com algodão hidrófilo umedecido em água para evitar a fuga dos ácaros.

O delineamento adotado no experimento foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 2 + 2$  tratamentos adicionais, onde o fator A correspondeu as diferentes caldas (isolado ou em mistura), e o fator B aos tipos de inseticidas, fosmete na dose de  $150 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$  (Imidan<sup>®</sup> 500 WP; Cross Link, Barueri – São Paulo) e imidacloprido na dose de  $20 \text{ ml } 100 \text{ L}^{-1}$  (Provado<sup>®</sup> 200 SC; Bayer Cropscience AG, Dormagen - Alemanha) os tratamentos adicionais corresponderam ao acaricida espirodiclofeno na dose de  $25 \text{ mL } 100 \text{ L}^{-1}$  (Envidor<sup>®</sup> 240 SC; Bayer Cropscience AG, Dormagen - Alemanha) e um tratamento sem aplicação. Estes inseticidas são amplamente utilizados na cultura do citros para controle de *D. citri*, *Oncometopia (Oncometopia) facialis* (Signoret, 1854) (Hemiptera : Cicadellidae), *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Hemiptera : Ortheziidae), *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera : Aleyrodidae), *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera : Aphididae), *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera : Tephritidae), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera : Tethritidae) e *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera : Tortricidae).

A combinação dos fatores totalizou seis tratamentos que foram repetidos cinco vezes, sendo cada repetição composta por uma arena de folha de laranja. O pH das soluções foi medido segundos antes da aplicação com um pHmetro de bancada da marca Quimis<sup>®</sup> Q400AS (faixa de medição de 0,00 pH a 14,00 pH com compensação

automática da temperatura entre 0°C e 100°C; precisão de  $\pm 0,02$ pH e  $\pm 0,2$ °C). O experimento foi realizado duas vezes para confirmação dos dados (experimento A e B).

As arenas receberam pulverização, em sua superfície adaxial, com auxílio de uma torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada a 34,5 kPa, utilizando um volume de 2 mL de calda em cada pulverização. Após a secagem das caldas sobre as arenas foram transferidos 15 ácaros fêmeas adultas de *B. yothersi* por arena, com auxílio de um pincel sob microscópio estereoscópico. As placas contendo as unidades experimentais (arenas) foram mantidas em câmara climatizada nas mesmas condições mencionadas para a criação de *B. yothersi*. Avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente sob microscópio estereoscópico, contabilizando-se o número de ácaros mortos, vivos e presos na barreira de algodão.

### 2.3. Análise dos dados

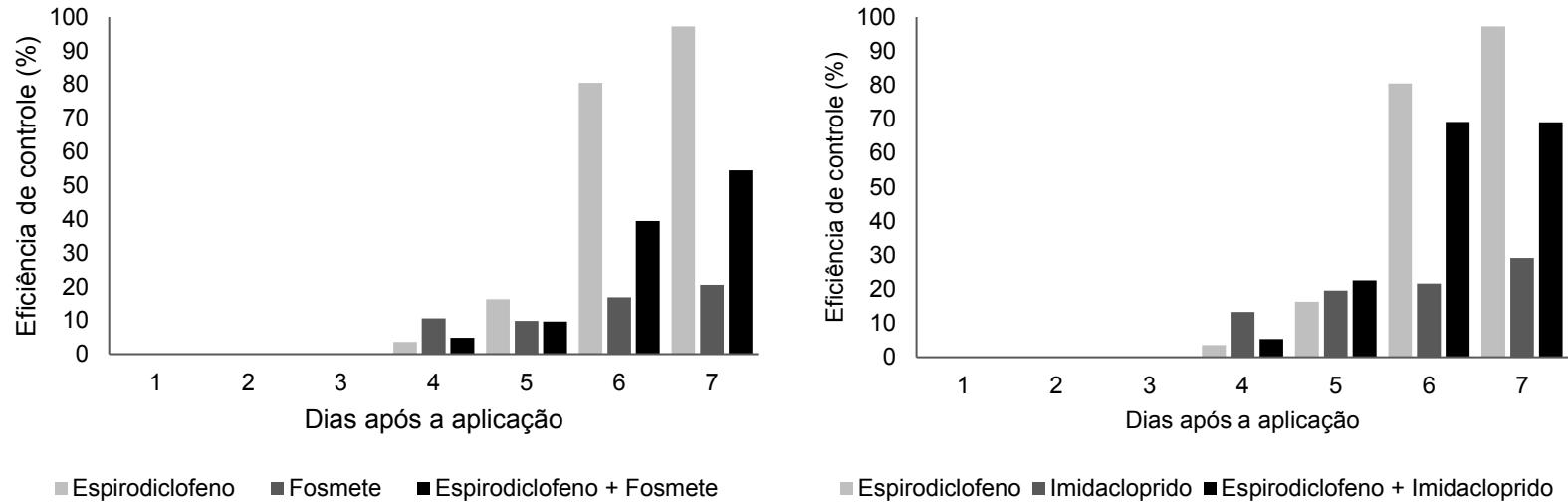
Os dados obtidos ao sétimo dia após a transferência dos ácaros nos dois experimentos foram utilizados para calcular a eficiência dos tratamentos pela fórmula proposta por Abbott (1925), onde a taxa de mortalidade de cada tratamento foi corrigida a partir dos dados de mortalidade da testemunha (sem aplicação), a qual foi de 10,1% no experimento A e 15% no experimento B. Para análise estatística, os dados foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas entre si utilizando o teste de Tukey e comparados com o tratamento adicional (espiroclorfenol) utilizando o teste de Dunnett, ambos a 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ).

A interação entre o acaricida e os inseticidas foi verificada com a comparação da porcentagem de eficiência observada e a esperada para os produtos isolados e combinados pelo teste de qui-quadrado (MORALES-RODRIGUEZ; PECK, 2009). Os valores da eficiência esperada da interação ( $M_E$ ) foram calculados usando a fórmula  $M_E$

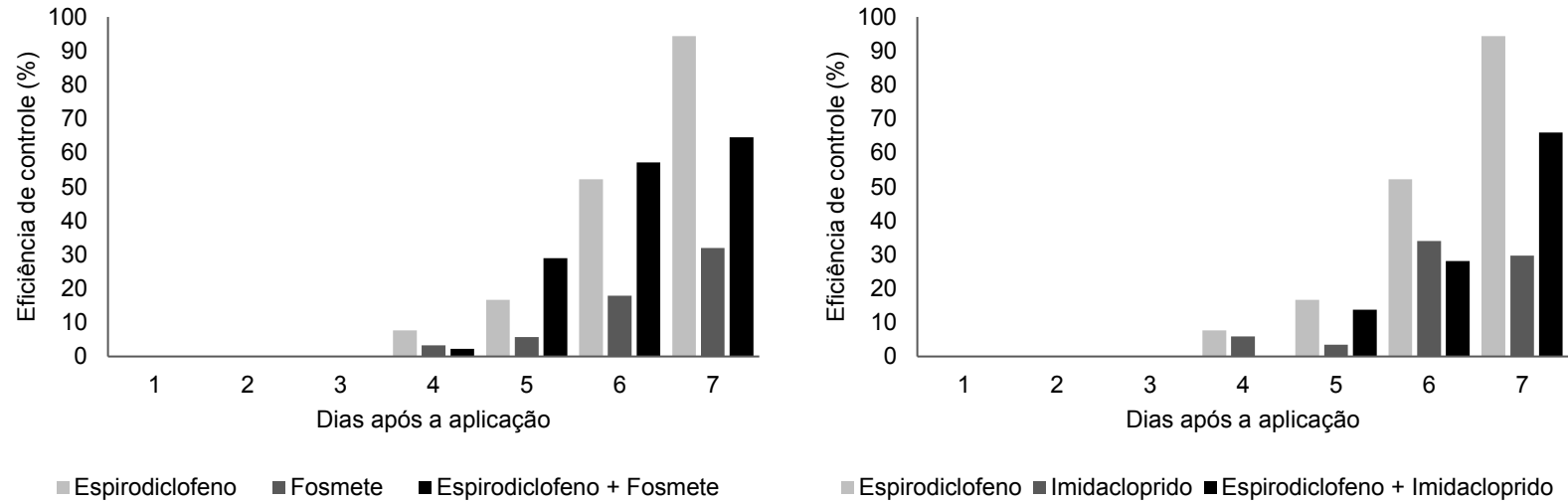
=  $M_I + M_A [(1-M_I).100^{-1}]$ , onde  $M_I$  corresponde a eficiência (%) do inseticida isolado e  $M_A$  corresponde a eficiência (%) do acaricida isolado. Os resultados do teste de qui-quadrado foram comparados aos valores de qui-quadrado tabelado (3,841), com um grau de liberdade, usando a fórmula  $X^2 = (M_{IA} - M_E)^2 / M_E$ , onde  $M_{IA}$  é a eficiência de controle observada para a combinação inseticida e acaricida. O efeito não aditivo entre dois produtos foi inferido quando o valor de qui-quadrado excedeu o valor tabelado (3,841). Valores positivo ou negativo entre  $M_{IA}-M_E$  foi considerado sinérgico ou antagonístico, respectivamente (MORALES-RODRIGUEZ; WARNNER, 2015).

### 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos nos dois experimentos (A e B) (Figuras 2 e 3) foram semelhantes e permitiram avaliar, seguramente, a combinação entre o acaricida com os inseticidas e os efeitos sobre os ácaros. Em ambos os experimentos, houve efeito antagonista na combinação do acaricida com os inseticidas sobre a eficiência de controle de *B. yothersi*. O efeito dos produtos foi constatado a partir do quarto dia após a aplicação (DAA) até aos sete DAA (Figuras 2 e 3).



**Figura 2.** Eficiência de controle de *Brevipalpus yothersi* expostos a fosmete e imidacloprido isolados e em mistura com espirodiclofeno ao decorrer dos sete dias de avaliação, experimento A.



**Figura 3.** Eficiência de controle de *Brevipalpus yothersi* expostos a fosmete e imidacloprido isolados e em mistura com espirodiclofeno ao decorrer dos sete dias de avaliação, experimento B.



No experimento A houve efeito significativo para fator calda (isolado e mistura) ( $F = 303,25$ ;  $p < 0,0001$ ) e para fator inseticidas ( $F = 29,75$ ;  $p < 0,0001$ ) sobre a eficiência de controle de *B. yothersi* aos 7 DAA. No entanto, não houve interação entre os fatores ( $F = 0,43$ ;  $p = 0,5181$ ). As maiores porcentagens de eficiência foram verificadas nos tratamentos com aplicação somente do acaricida espiroclorfenol (97,22%). Por outro lado, inseticidas aplicados isolados foram menos eficientes quando comparados aos tratamentos com inseticidas combinados com o acaricida (Figura 2 e Tabela 1). As porcentagens de eficiência dos tratamentos com inseticida isolado ou em combinação com o acaricida variaram em média de 20,0 a 70,0% (Figura 2 e Tabela 1). Entre as misturas, a eficiência de controle dos ácaros foi maior quando os ácaros foram expostos a combinação de espiroclorfenol e imidacloprido (69,08%). Foi verificado efeito antagônico nos tratamentos com o acaricida combinados com os inseticidas para fosmete ( $\chi^2 = 16,35$ ) e imidacloprido ( $\chi^2 = 4,66$ ), indicado pelo valor negativo de  $M_{ia} - M_E$  (Tabela 2). Quanto aos ácaros presos na barreira de algodão, não houve efeito significativo para os fatores calda ( $F = 1,37$ ;  $p = 0,2553$ ) e inseticidas ( $F = 0,03$ ;  $p = 0,8566$ ), bem como para a comparação dos fatores com o tratamento espiroclorfenol ( $F = 2,19$ ;  $p = 0,1549$ ). Além disso, não foi verificada variação significativa dos valores de pH das caldas, no qual a faixa de variação foi de 6,06 a 6,39.

No experimento B houve efeito significativo para o fator de calda ( $F = 44,12$ ;  $p < 0,0001$ ) e não significativo para o fator inseticidas ( $F = 0,02$ ;  $p = 0,8777$ ) sobre a porcentagem de eficiência de *B. yothersi* aos 7 DAA (Tabela 1). Semelhantemente ao experimento A as combinações dos inseticidas com o espiroclorfenol apresentaram 64,51 e 66,0% de eficiência para fosmete e imidacloprido, respectivamente, apresentando resultados inferiores ao espiroclorfenol aplicado isolado (91,52%). Da mesma forma, interações antagônicas entre os inseticidas e o acaricida foram observadas, nos quais os valores de qui-quadrado foram de  $\chi^2 = 5,26$  e de  $\chi^2 = 4,97$ , para fosmete e imidacloprido, respectivamente (Tabela 2). Quanto aos ácaros presos na barreira de algodão não houve efeito significativo para os fatores calda ( $F = 0,01$ ;  $p =$

0,9286) e inseticidas ( $F = 0,03$ ;  $p = 0,8583$ ), bem como para a comparação dos fatores com o tratamento espiroclorfenol (F= 0,74;  $p = 0,3986$ ). Variações significativas de pH das caldas também não foram observadas neste experimento (entre a faixa de 6,05 e 6,31).

**Tabela 1.** Porcentagem de eficiência (média  $\pm$  erro padrão) de *Brevipalpus yothersi* ao sétimo dia após as aplicações de fosmete e imidacloprido isolados e em mistura com espiroclorfenol.

Tratamentos	Experimento A		Experimento B	
	% de eficiência		% de eficiência	
	Isolado	Mistura	Isolado	Mistura
Fosmete	20.59 $\pm$ 1.23 bB <sup>*a/b</sup>	54.52 $\pm$ 1.48 bA <sup>*</sup>	31.96 $\pm$ 1.33 aB <sup>*</sup>	64.51 $\pm$ 2.08 aA <sup>*</sup>
Imidacloprido	29.16 $\pm$ 1.02 aB <sup>*</sup>	69.08 $\pm$ 1.11 aA <sup>*</sup>	29.68 $\pm$ 4.32 aB <sup>*</sup>	66.00 $\pm$ 1.94 aA <sup>*</sup>
Espiroclorfenol	97.22 $\pm$ 4.38		91.52 $\pm$ 4.38	
CV (%)	10.07		13.56	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes nas linhas, e minúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas por asterisco diferem significativamente da testemunha (espiroclorfenol), a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

<sup>2</sup>Na tabela foram apresentados os dados reais de porcentagem de eficiência e para análise estatística os dados foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

**Tabela 2.** Porcentagem de eficiência observada e esperada (média  $\pm$  erro padrão) de *B. yothersi* e o efeito da interação com as combinações de espirodiclofeno com fosmete e imidacloprido aos 7 DAA nos dois experimentos.

Tratamentos	Medição <sup>1</sup>	Experimento A			Experimento B		
		Mortalidade	$\chi^2$	Efeito ( $M_{ia}-M_E$ )	Mortalidade	$\chi^2$	Efeito ( $M_{ia}-M_E$ )
Espirodiclofeno + Fosmete	Observada	54.52 $\pm$ 1.48	16.35 <sup>b</sup>	Antagônico (-39,13)	64.51 $\pm$ 2.08	5.26	Antagônico (-21.21)
	Esperada	93.65 $\pm$ 0.67			85.72 $\pm$ 1.42		
Espirodiclofeno + Imidacloprido	Observada	69.08 $\pm$ 1.11	4.66	Antagônico (-20,43)	66.00 $\pm$ 1.94	4.97	Antagônico (-20.78)
	Esperada	89.51 $\pm$ 1.30			86.78 $\pm$ 1.88		

<sup>1</sup>Observada = eficiência visualizada do inseticida e o acaricida aplicados em combinação; esperada = soma da eficiência de cada produto separadamente.

<sup>2</sup>Uma comparação de qui-quadrado que excede 3,841, com  $df = 1$  e  $\alpha = 0,05$ , é considerado ser sinérgico ou antagônico, caso contrário é considerado ser aditivo.

#### 4. DISCUSSÃO

Visando estudar o efeito de misturas de espirodiclofeno com inseticidas no controle de *B. yothersi*, os resultados obtidos permitem inferir que houve antagonismo entre as combinações do acaricida espirodiclofeno com os inseticidas fosmete e imidacloprido. A combinação de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador é realizada a fim de reduzir custos, aumentar o espectro de ação contra pragas e doenças, atingir estágios diferentes da praga ou até mesmo como manejo de resistência de insetos/ácaros (CLOYD, 2009).

A frequente incompatibilidade entre os produtos utilizados em mistura e a redução da eficiência de controle da praga-alvo (VAN LEEUWEN et al., 2007; MINTON; MATOCHA; SENSEMAN, 2008; WILLMOTT; CLOYD; ZHU, 2013; PETTER et al., 2013) pode ser uma condição física, na qual, os produtos não se misturam adequadamente, assim, resultando em uma calda de concentração heterogênea. Em vez disso, flocos, cristais ou aglomerados se formam ou ainda podem apresentar separação visível (heterogêneo). Em alguns casos, a incompatibilidade pode ser devida às propriedades químicas dos ingredientes ativos e formulações e/ou devido a impurezas presentes na água (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2007).

VECHIA et al. (dados não publicados), à partir de experimento de estabilidade de caldas seguindo as normas da ABNT (2014) NBR 13875, constataram que o acaricida espirodiclofeno quando combinado com fosmete ou imidacloprido e avaliado imediatamente após o preparado da calda, não apresentaram visualmente características de incompatibilidade física e química. A calda resultante da combinação de espirodiclofeno com fosmete quando deixada em repouso por duas horas sofreu sedimentação devido a formulação do fosmete (pó molhável), entretanto, quando agitada, a calda voltou a ser homogênea, indicando o possível antagonismo entre estes produtos.

O potencial hidrogeniônico (pH) das caldas também é fator um importante relacionado a compatibilidade entre produtos fitossanitários. O pH pode influenciar

na eficiência dos produtos utilizados, pois, afeta a dissociação dos ingredientes ativos e na estabilidade física das soluções (ABNT NBR 13875, 2014). No presente estudo, a variação de pH entre os tratamentos foi muito pequena, variando de 6,06 a 6,39, podendo-se inferir que o pH não foi o responsável pela redução de eficiência das misturas de espirodiclofeno com os inseticidas fosmete ou imidacloprido. Neste contexto, Prado et al. (1997) verificaram que os acaricidas propargite, hexitiazox e espirodiclofeno não foram influenciados pelo pH da calda quanto às suas ações acaricidas sobre o ácaro *B. phoenicis*, concordando com os resultados ora verificados.

Outro aspecto da combinação de produtos é a possibilidade de ocorrer interações complexas que podem resultar em aumento (sinergismo) ou redução (antagonismo) da eficiência no controle do alvo desejado. Este tipo de interação pode ocorrer mesmo quando a combinação de produtos se mostra compatível fisicamente, como no caso destes experimentos.

Estas interações podem ser resultantes de interações químico-químicas diretas, onde um químico interage diretamente com outro químico causando uma mudança química que levará a uma mudança na toxicidade causando um efeito mais forte ou mais fraco, interações toxicocinéticas a qual resultará em efeitos sobre a absorção, distribuição, metabolismo ou eliminação dos compostos, esta interação pode resultar em um aumento na dose interna da forma ativa de outro composto, e interações toxicodinâmicas quando a presença de dois (ou mais) compostos altera a resposta sem afetar a dose de cada um dos compostos. Eles ocorrem no local do receptor celular, ou na molécula alvo, ou entre os locais ou alvos do receptor. Quando a interação ocorre no mesmo local de receptor, isto normalmente resulta em antagonismo (REFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010).

A combinação de espirodiclofeno e fosmete ou imidacloprido apresentou interação antagônica com redução de até 43% (espirodiclofeno + fosmete) na eficiência de controle de *B. yothersi*. Estes resultados podem ter ocorrido devido aos fatores mencionados, como, por exemplo, a mudança química das moléculas utilizadas, ao estímulo ou inibição da desintoxicação metabólica do organismo alvo, onde houve a inibição da ação de um deles, ou até mesmo devido à

competição por um mesmo receptor, induzindo a capacidade antioxidante, resultando em uma toxicidade menor que a esperada.

É fato que o antagonismo entre produtos pode comprometer a eficácia de inseticidas e/ou acaricidas em condições de campo (PRADO et al., 2011). Ao contrário da incompatibilidade física, que é facilmente visualizada antes que a aplicação seja realizada, a incompatibilidade biológica não é facilmente visualizada, no qual será notada com a redução de eficiência em campo. Portanto, um dos motivos da baixa eficiência dos acaricidas relatado pelos citricultores brasileiros pode ser devido ao fato mencionado.

O acaricida espirodiclofeno atua por contato, interferindo na biossíntese de lipídeos bloqueando a enzima acetil-coenzima A carboxilase, responsável pela formação de lipídeos (DEKEYSER, 2005). Nauen (2005), verificou que fêmeas de *T. urticae* quando expostas ao espirodiclofeno foram incapazes de ovipositar e morreram após alguns dias devido ao acúmulo de ovos no interior do seu corpo. No final do processo de intoxicação, as fêmeas cessam a alimentação e morrem (CHEON et al., 2007). Isto explica a ação lenta do espirodiclofeno sobre os ácaros *B. yothersi* no presente estudo.

Imidacloprido é um inseticida que permanece na planta de forma sistêmica, com via de exposição por ingestão, atuando no sistema nervoso como agonista do receptor nicotínico da acetilcolina (nAChR). Este inseticida é considerado de amplo espectro sobre insetos herbívoros (NICODEMO et al., 2014) mas por outro lado, segundo Elzen et al., (2001), apresenta baixa toxicidade sobre ácaros fitófagos. Uma possível explicação para este comportamento se deve a alimentação de ácaros fitófagos se limitar ao conteúdo celular, devido os estiletes não conseguirem atingir estruturas mais internas, portanto, produtos sistêmicos não são eficazes no seu controle.

Entretanto, James e Price (2002) com experimentos de laboratório demonstraram que imidacloprido nas doses recomendadas de campo para cultura do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) causou aumento da fecundidade de *T. urticae*. Beers e Himmel (2002) na cultura da maçã (*Malus domestica* Borkh) verificaram surtos de ácaros *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae), *T. urticae*,

*Tetranychus mcdanieli* McGregor (Acari: Tetranychidae), *Galendromus* (= *Typhlodromus*) *occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae), *Zetzellia mali* (Ewing) (Acari: Stigmaeidae) e *Aculus schlechtendali* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae) após aplicações de imidacloprido, para o controle de psilídeos. James (1997) observou fato semelhante na Austrália após aplicação de imidacloprido para controle do pulgão (*Myzus persicae* Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em pomares de pêsego [*Prunus persicae* (L.) Bastch], porém, sobre o ácaro predador *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae) (Womersley). Este autor verificou aumento no número de ovos e maior desenvolvimento populacional de *A. victoriensis* após aplicação de imidacloprido. Embora hormese e os efeitos sobre inimigos naturais sejam apontados para explicar surtos de ácaros ocorridos após o uso de imidacloprido (ELZEN, 2001; JAMES; PRICE, 2002; JAMES, 1997), na verdade as causas reais ainda não estão bem esclarecidas pela ciência.

Fosmete é um organofosforado inibidor da acetilcolinesterase (AChE), enzima responsável por catalisar a hidrólise do neurotransmissor acetilcolina. Esta inseticida causa efeito deletério na terminação da neurotransmissão colinérgica das sinapses e junções neuromusculares devido ao excesso de acetilcolina (AKO et al., 2004).

Van Leeuwen et al. (2007) verificaram que os inseticidas organofosforados (acephate, chlorpyrifos, dichlorvos, dimethoate, ethion, monocrotophos, paraoxon, profenofos e trichlorfon) e carbamatos (carbaryl and oxamyl) aplicados antes do acaricida bifenazato afetaram negativamente a eficiência do acaricida sobre o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Os autores atribuíram este efeito antagônico a via de ativação mediada pela enzima esterase. Embora os compostos organofosforados e carbamatos visem a acetilcolinesterase (AChE), podem também inibir a atividade de esterase hidrolítica geral (OAKESHOTT et al., 2005) e, por conseguinte, interferir na ativação e toxicidade do bifenazato (PRADO et al., 2011). No entanto, estes efeitos podem variar dependendo das características da população do artrópode (PRADO et al., 2011).

Portanto, conclui-se que a combinação de espirodiclofeno com fosmete e imidacloprido comprometem a eficiência do acaricida no controle de *B. yothersi*.

Estas combinações devem ser evitadas a fim de preservar o efeito de espiroclifeno no controle dos ácaros. Diante o exposto, estudos futuros serão necessários para entender melhor como esta interação antagônica ocorre no interior do ácaro. Outro ponto importante será verificar se a aplicação de inseticidas antes da aplicação de acaricidas também resulta neste mesmo tipo de interação, assim como avaliar o efeito de outras combinações entre produtos fitossanitários. Será necessário também verificar se as combinações entre inseticidas e acaricidas favorecem a evolução da resistência de *B. yothersi* e se podem afetar negativamente agentes de controle biológico comparado a aplicações isoladas.

## 5. REFERÊNCIAS

ABBOTT W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

AGRIFANUAL 2016. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2016. p. 241-269.

AHMAD, M. Potentiation/antagonism of deltamethrin and cypermethrins with organophosphate insecticides in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 80, p. 31-42, 2004.

AKO, M.; BORGEMEISTER, C.; POEHLING, H. M.; ELBERT, A.; NAUEN, R. Effects of neonicotinoid insecticides on the bionomics of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1587-1594, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13875: **Agrotóxico - Avaliação de compatibilidade físico-química**. Rio de Janeiro, 2014.



ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; FENÓLIO, L. G. Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 39-50, 2013.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S.; BASSANEZI RB, MACHADO MA; FREITAS-ASTUA J, Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v. 94, p. 284-292, 2010.

BEARD, J. J.; OCHOA, R.; BRASWELL, W. E.; BAUCHAN, G. R. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae)—a closer look. **Zootaxa**, v. 3944, p. 1-67, 2015.

BEERS, E. H.; HIMMEL, P. D. Effect of chloronicotinyl insecticides on phytophagous and predatory mite populations in a cover spray program. *In Proceedings* of the 76th Annual Western Orchard Pest and Diseases Management Conference, Hilton Hotel, Portland, OR, 2002.

BELZ, R. G.; CEDERGREEN, N.; SORENSEN, H. Hormesis in mixture – Can it be predicted? **Science of the total environment**, v. 404, p. 77-87, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 4074 que regulamenta a Lei 7802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins e de outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002.

CALABRESE, E. J. Hormesis and mixtures. **Toxicology Applied Pharmacology**, v. 3, p. 229-262, 2008.

CHEON, G. S.; PAIK, C. H.; LEE, G. H.; KIM, S. S. Toxicity of spiroticlofen to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Entomological Science**, v. 42, p. 44–51, 2007.

CHIAVEGATO, L.G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, p. 17-22, 1987.

CLOYD, R. A. Getting mixed-up: Are greenhouse producers adopting appropriate pesticide mixtures to manage arthropod pests? **Horttechnology**, v. 19, p. 638–646, 2009.

CORBEL, V.; RAYMOND, M.; CHANDRE, F.; DARRIET, F.; HOUGARD, J. M. Efficacy of insecticide mixtures against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids and carbamates. **Pest Management Science**, v. 60, p. 375–380, 2004.

DEKEYSER, M. A. Acaricide mode of action. **Pest Management Science**, v. 61, p. 103–110, 2005.

ELZEN, G. W. Lethal and sublethal effects of insecticide residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94 p. 55-59, 2001.

GUNNING, R. V.; MOORES, G. D.; DEVONSHIRE, A. L. Esterase inhibitors synergise the toxicity of pyrethroids in Australian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 63, p. 50–62, 1999.

HERNÁNDEZ, A. F.; PARRÓN, T.; TSATSAKIS, A. M.; REQUENA, M.; ALARCÓN, R.; LÓPEZ-GUARNIDO, O. Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. **Toxicology**, v. 307, p. 136-145, 2013.

JAMES, D. G. Imidacloprid increases egg production in *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 21, p. 75-82, 1997.

JAMES, D. G.; PRICE, T. S. Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 729-732, 2002.

KHAJEHALI, J.; VAN LEEUWEN, T.; TIRRY, L. Susceptibility of an organophosphate resistant strain of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) to mixtures of bifenthrin with organophosphate and carbamate insecticides. **Experimental and Applied Acarology**, v. 49, p. 185-192, 2009.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1997.

KNIGHT, A. L.; BEERS, E. H.; HOYT, S. C.; RIEDL, H. Acaricide bioassay with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruits: evaluation of methods and selection of discrimination concentrations for resistance monitoring. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 1752-1760, 1990.

MATZENBACHER, F. O.; KALSING, A.; DALAZEN, G.; MARKUS, C.; MEROTTO JR, A. Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa cus-galli*) control. **Planta Daninha**, v. 33, p. 587-597, 2015.

MINEIRO, J. L. C.; SATO, M. E.; NOVELLI, V. M.; ANDRADE, D. J. Distribuição de *Brevipalpus yothersi* Baker, 1949 (Acari: Tenuipalpidae) em diferentes hospedeiras e localidades no estado de São Paulo. **Biológico**, v. 77, p. 84-84, 2015.

MINTON, B.; MATOCHA, M.; SENSEMAN, D. The influence of malathion on trifloxysulfuron absorption and translocation in cotton. **The Journal of Cotton Science**, v. 12, p. 48-52, 2008.

MORALES-RODRIGUEZ, A.; PECK, D. C. Synergies between biological and neonicotinoid insecticides for the curative control of the white grubs *Amphimallon majale* and *Popillia japonica*. **Biological Control**, v. 51, p. 169–180, 2009.

MORALES-RODRIGUEZ, A.; WARNNER, K. W. Efficacy of thiamethoxam and fipronil, applied alone and in combination, to control *Limonius californicus* and *Hypnoidus bicolor* (Coleoptera: Elateridae). **Pest Management Science**, v. 7, p. 584-591, 2015.

NAUEN, R. Spirodiclofen – mode of action and resistance risk assessment in tetranychid mite species. **Journal of Pesticide Science**, v. 30, p. 272–274, 2005.

NICODEMO, D.; MAIOLI, M. A.; MEDEIROS, H. C. D.; GUELFY, M.; BALIEIRA, K. V. B.; JONG, D.; MINGATTO, F. E. Fipronil and imidacloprid reduce honeybee mitochondrial activity. **Environmental Toxicology**, v. 33, p. 2070-2075, 2014.

OAKESHOTT, J. G.; CLAUDIANOS, C.; CAMPBELL, P. M.; NEWCOMB, R. D.; RUSSEL, R. J. Biochemical genetics and genomics of insect esterases. In: **Comprehensive Molecular Insect Science**, ed. by IATROU, K.; GILBERT, L. I.; GILL, S. S. Elsevier Science Publishers, London, p. 309-382 (2005).

PETTER, F. A.; PROCOPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; PACHECO, L. P.; BUENO, A. F. Associações entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 25, p. 389-398, 2007.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 449-457, 2012.

PRADO, E. P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G.; POGETTO, M. H. F. A. D.; AGUIAR-JÚNIOR, H. O.; CHRISTOVAM, R. S. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, v. 70, p. 389-396, 2011.

REFFSTRUP, T. K.; LARSEN, J. C.; MEYER, O. Risk assessment of mixtures of pesticides. Current approaches and future strategies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 174-192, 2010.

ROY, A.; HARTUNG, J. S.; SCHNEIDER, W. L.; SHAO, J.; LEÓN, M. G.; MELZER, M. J.; BEARD, J. J.; OTERO-COLINA, G.; BAUCHAN, G. R.; OCHOA, R.; BRLANSKY, R. H., Role bending: complex relationships between viruses, hosts and vectors related to citrus leproses, an emerging disease. **Phytopathology**, v. 105, p. 1013-1025, 2015.

SILVA, J. F.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: **Tópicos em manejo de plantas daninhas**, ed. by Silva AA, Silva JF, UFV, Viçosa, pp. 118-154, 2007.

TANSEY, J. A.; JONES, M. M.; VANACLOCHA, P.; ROBERTSON, J.; STANSLY, P. Costs and benefits of frequent low-volume applications of horticultural mineral oil for management of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **Crop Protection**, v. 76, p. 59-67, 2015.

VAN LEEUWEN, T.; TIRRY, L.; YAMAMOTO, A.; NAUEN, R.; DERMAUW, W. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 121, p. 12-21, 2015.

VAN LEEUWEN, T.; VAN POTTELBERGE, S.; NAUEN, R.; TIRRY, L. Organophosphate insecticides and acaricides antagonise bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science**, v. 63, p. 1172-1177, 2007.

VIDAL, R. A.; MACHRY, M.; HERNANDES, G. C.; FLECK, N.G. Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas. **Planta Daninha**, v. 21, p. 301-306, 2003.

WILLMOTT, A. L.; CLOYD, R. A.; ZHU, K. Efficacy of pesticides mixtures against the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p. 247-256, 2013.

## **CAPÍTULO 4 - A COMBINAÇÃO DE INSETICIDA E ACARICIDA INTERFERE NO CONTROLE DE *Diaphorina citri*?**

### **A COMBINAÇÃO DE INSETICIDA E ACARICIDA INTERFERE NO CONTROLE DE *Diaphorina citri*?**

**RESUMO** – Com o aumento da incidência de doenças e pragas na citricultura brasileira a mistura entre produtos fitossanitários tem sido uma prática comum para diminuir os custos de produção. Entretanto, as implicações das misturas sobre os alvos biológicos são desconhecidas. Diante o exposto, considera-se a importância de avaliar o efeito destas combinações no controle de *D. citri*. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da combinação dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com o acaricida espirodiclofeno no controle de *D. citri*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x3 + 1), com sete tratamentos e cinco repetições. Foram avaliados os inseticidas lambda-cialotrina+thiametoxam, fosmete e imidacloprido e o acaricida espirodiclofeno isolados e a mistura de espirodiclofeno com cada inseticida. Em torre de Potter as caldas foram pulverizadas sobre discos de folha de laranja, para os quais posteriormente foram transferidos quinze insetos por disco, totalizando 75 psíldeos por tratamento. O experimento foi conduzido em laboratório. Os tratamentos testados foram eficientes (>80%) no controle de *D. citri*. Não houve interferência significativa no controle de *D. citri* quando combinados lambda-cialotrina + thiametoxam e fosmete ao espirodiclofeno. No entanto, a combinação de imidacloprido com espirodiclofeno apresentou efeito antagônico. O pH e a condutividade elétrica das caldas inseticidas não foram comprometidos pela adição de espirodiclofeno. Portanto, conclui-se que a adição de espirodiclofeno aos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam e fosmete não interfere no controle de *D. citri*, no entanto, compromete a eficiência de imidacloprido. Visto que esta prática é realizada a fim de atingir alvos diferentes e que foi constatada a interferência destes inseticidas no controle do ácaro-da-leprose, é aconselhável que seja evita estas combinações.

**Palavras-chave:** efeito aditivo, mistura em tanque, psíldeo.

## DOES THE COMBINATION OF INSECTICIDE AND ACARICIDE INTERFERE IN THE CONTROL OF *Diaphorina citri*?

**ABSTRACT** – With the increase of the incidence of diseases and pests in the Brazilian citriculture the mixture between pesticides has been a common practice to reduce the production costs. However, the implications of the mixtures on biological targets are unknown. In view of the above, it is important to evaluate the effect of these combinations on the control of *D. citri*. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the combination of the lambda-cyhalothrin + thiametoxam, phosmet and imidacloprid insecticides with the spiroticlofen acaricide on the control of *D. citri*. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme (2x3 + 1), with seven treatments and five replications. It were evaluated The insecticides lambda-cyhalothrin + thiamethoxam, phosmet and imidacloprid and the acaricide spiroticlofen isolated and the mixture of spiroticlofen with each insecticide. In Potter's tower the spraying liquidss were sprayed on orange leaf discs, for which fifteen insects were subsequently transferred per disc, totaling 75 psyllid per treatment. The experiment was conducted in the laboratory. The treatments tested were efficient (> 80%) in the control of *D. citri*. There was no significant interference in the control of *D. citri* when combined lambda-cyhalothrin + thiametoxam and phosmet to spiroticlofen. However, a combination of imidacloprid and spiroticlofen showed an effect antagonistic. The pH and the electrical conductivity of the insecticidal spraying liquids were not compromised by the addition of the spiroticlofen. Therefore, it is concluded that the addition of spiroticlofen to the insecticides lambda-cyhalothrin + thiametoxam and phosmet does not interfere in the control of *D. citri*, however, it compromises the efficiency of imidacloprid. Since this practice is carried out in order to reach different targets and the interference of these insecticides in the control of leprosy mite has been observed, it is advisable to avoid these combinations.

**Keywords:** additive effect, tank mixture, psyllid.

## 1. INTRODUÇÃO

O psílideo-asiático-dos-citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Sternorrhyncha: Liviidae), tornou-se a principal praga dos citros no Brasil, após a detecção da doença bacteriana Huanglongbing (HLB) em 2004 (TEIXEIRA et al., 2005). Adultos e ninfas de *D. citri* podem transmitir o agente causal do HLB, que são as bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* (XU et al., 1988; PELZ-STELINSKI et al., 2010;). O HLB reduz substancialmente a produtividade da cultura, e estima-se que os custos para manejo desta doença variem de 12,6 a 38,7% do custo total de produção da laranja no estado de São Paulo, Brasil (BELASQUE JUNIOR et al., 2010).

O manejo do HLB é realizado principalmente com o controle do psílideo-vetor com inseticidas sintéticos, pois não existem ainda medidas curativas para a doença. Antes da detecção do HLB no Brasil, o controle do psílideo com inseticidas sintéticos não era necessário, uma vez que os danos diretos deste inseto dificilmente causam danos severos às plantas (CHILDERS; ROGERS, 2005). Portanto, após a detecção do HLB no Brasil os custos de produção aumentaram expressivamente, além de custos com inspeções e erradicação das plantas sintomáticas, as aplicações de inseticidas passaram a ser rotineiras (TANSEY et al., 2015).

O aumento do custo de produção levou os produtores a buscarem alternativas para manter a viabilidade econômica da cultura, e uma das alternativas é a mistura de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador, uma vez que diversas outras pragas podem ocorrer concomitantemente. Um exemplo, é a ocorrência de ácaros *Brevipalpus* spp. (Acari: Tenuipalpidae), vetores da leprose-dos-citros que é considerada a doença viral mais importante da citricultura no Brasil (BASTIANEL et al., 2010). No entanto, esta prática pode apresentar inúmeros efeitos adversos desconhecidos, podendo interferir na estabilidade e na eficiência das moléculas dos produtos utilizados (REFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010).



A mistura em tanque pode resultar em efeitos aditivos, sinérgicos ou antagônicos em relação ao efeito de cada produto fitossanitário utilizado isoladamente. Dentre estes tipos de efeitos que podem ocorrer entre os produtos misturados, o efeito aditivo é o menos preocupante, uma vez que produtos utilizados em mistura não interferem na ação do outro. Determinadas combinações entre produtos fitossanitários podem alterar características físico-químicas da calda com efeito nos valores de pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, com graus de compatibilidade que influenciam na eficiência dos tratamentos fitossanitários (PETTER et al., 2013).

Após a confirmação do efeito negativo de misturas entre acaricidas e inseticidas no controle do ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) (VECHIA et al., 2016), torna-se necessário estudar os efeitos destas combinações sobre o psílídeo *D. citri*. Portanto, o trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de misturas de inseticidas com acaricida no controle de *D. citri*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Criação de *Diaphorina citri***

Os insetos utilizados nos experimentos foram fornecidos pelo Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) para início de uma criação, e mantida sobre plantas de murta [*Murraya paniculata* (L.) Jack] em gaiolas confeccionadas com tecido *voil*, seguindo a metodologia adaptada de Skelley; Hoy (2004). A criação foi mantida em casa de vegetação.

## 2.2. Experimento de contato residual

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. Os produtos utilizados nos experimentos estão descritos na Tabela 1. Os inseticidas selecionados são amplamente utilizados na citricultura para controle de *D. citri*, assim como o acaricida espirodiclofeno para o controle do ácaro-da-leprose-dos-citros.

**Tabela 1.** Tratamentos, ingredientes ativos dos produtos fitossanitários e doses utilizadas.

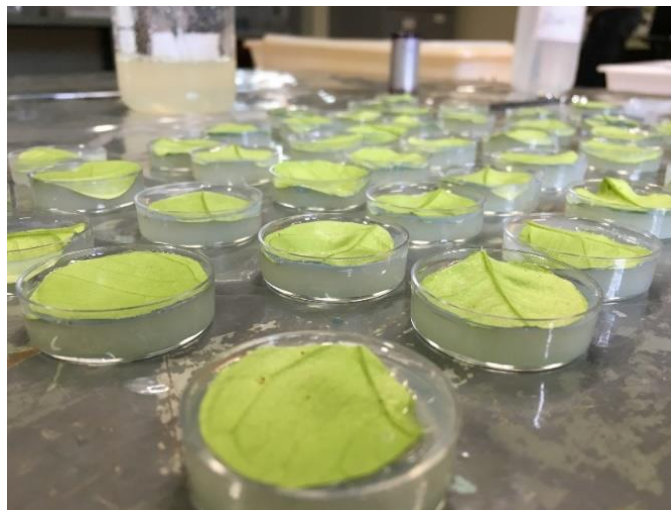
Tratamentos	Ingrediente Ativo*	Dose (g ou mL de p.c./100 L de água)*
1	espirodiclofeno <sup>1</sup>	25
2	lambda-cialotrina + tiametoxam <sup>2</sup>	15
3	fosmete <sup>3</sup>	150
4	imidacloprido <sup>4</sup>	20
5	espirodiclofeno + lambda-cialotrina + tiametoxam	25 + 15
6	espirodiclofeno + fosmete	25 + 150
7	espirodiclofeno + imidacloprido	25 + 20
8	água	-

<sup>1</sup>Envidor – acaricida do grupo cetoenol; <sup>2</sup>Engeo Pleno – inseticida dos grupos neonicotinóide e piretróide; <sup>3</sup>Imidan 500 WP – inseticida do grupo organofosforado; <sup>4</sup>Provado – inseticida do grupo neonicotinóide. \*As doses utilizadas correspondem a maior dose recomendada na bula dos produtos.

Os produtos foram avaliados isoladamente e em combinação, nos quais as combinações constituíram de cada inseticida com o acaricida espirodiclofeno e água como testemunha absoluta, totalizando oito tratamentos. Cada tratamento foi repetido cinco vezes, sendo cada repetição composta por uma arena de folha de laranja. O experimento foi realizado duas vezes para confirmação dos dados (experimento A e B).

Arenas de 3,3 cm de diâmetro foram confeccionadas com auxílio de um vazador de metal a partir de folhas de laranjeiras *Citrus sinensis* (L.) var. Pera. Estas plantas foram cultivadas em vasos de 25 L de capacidade contendo terra,

areia e esterco bovino na proporção de 2:1:1 e sem aplicação de produtos fitossanitários. As arenas foram colocadas em placas acrílicas de 35 mm de diâmetro e 10 mm de altura, contendo uma camada de 5 mm de ágar – água a 1,5% a fim de manter a turgescência das folhas (Figura 1).



**Figura 1.** Placas acrílicas contendo uma camada de 5 mm de ágar e um disco foliar (arena) de *Citrus sinensis* (L.) var. Pera.

As arenas receberam pulverização com os respectivos tratamentos em sua superfície adaxial com auxílio de torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada a 34,5 kPa, utilizando-se volume de 2 mL de calda em cada aplicação. Após a secagem das caldas sobre as arenas foram transferidos 15 insetos adultos de *D. citri*, provenientes da criação, por arena. Para realizar a transferência, os insetos foram previamente anestesiados com CO<sub>2</sub>, em quantidade mínima para que apenas cessassem sua movimentação e logo voltassem a atividade (POLTRONIERI, 2013), e transferidos para as placas com auxílio de um sugador, sendo as placas tampadas com plástico filme (PVC) e mantidas em câmara climatizada (25 ± 2°C, 65 ± 10% UR e fotofase de 14h). Avaliações de mortalidade foram realizadas 24 e 48 horas após as aplicações, contabilizando-se o número de psílídeos mortos e vivos.

### 2.3. Estabilidade de calda

Para avaliar a compatibilidade física entre as misturas foi adotada a metodologia baseada na NBR 13875 (Agrotóxico – Avaliação de compatibilidade físico-química) (ABNT, 2014). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com os mesmos tratamentos mencionados no item 2.2. Os tratamentos foram repetidos quatro vezes, sendo cada repetição composta por uma proveta de 250 mL.

O reagente utilizado foi água-padrão com dureza total de 20 mg.kg<sup>-1</sup> em equivalente de CaCO<sub>3</sub>, preparada conforme a NBR 13074 (ABNT, 1997). Foi utilizada uma proveta graduada de 250 mL com tampa; peneira de tecido metálico com abertura nominal de 149 µm conforme a NBR NM-Isso 3310-1 (ABNT, 2010); balança analítica com resolução de 0,1 mg e pipeta graduada.

As caldas foram avaliadas pela técnica estática de compatibilidade física. Antes da mistura dos produtos (inseticida e acaricida) todos foram avaliados individualmente quanto às suas características de dispersão (homogeneização) na calda de aplicação. Todos os produtos utilizados foram avaliados na concentração máxima, conforme recomendado no rótulo de cada produto. Para a preparação da calda, os produtos foram medidos com uma pipeta graduada em quantidade para o preparo do volume de 250 mL. Adicionou-se 150 mL de água-padrão previamente preparada (20 mg.kg<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>) em cada proveta graduada, em seguida adicionou-se o produto na proveta tampada e invertida 10 vezes, sendo uma vez a cada 2 segundos visando uma boa homogeneização. Posteriormente, foi completado o volume da proveta com água-padrão até a marca de 250 mL, sendo a proveta tampada novamente e invertida por 10 vezes.

As caldas foram avaliadas imediatamente após o preparo, avaliando-se visualmente o aspecto da calda quanto a homogeneidade/heterogeneidade, sendo eles: floculação; sedimentação; separação de fases; formação de grumos; separação de óleo; formação de cristais; formação de creme (camada sobrenadante viscosa).

## 2.4. Avaliação do pH e da condutividade elétrica das caldas

O pH das soluções foi medido segundos antes das aplicações em torre de Potter com um peagâmetro de bancada modelo Quimis® Q400AS (faixa de medição de 0,00 pH a 14,00 pH com compensação automática da temperatura entre 0°C e 100°C; precisão de  $\pm 0,02$  pH e  $\pm 0,2$  °C). A condutividade elétrica foi mensurada com um condutivímetro de bancada, modelo MP11P da marca Marth®. Anteriormente à realização das leituras, os equipamentos foram calibrados por meio de soluções-padrão fornecidas pelo fabricante do aparelho.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com os mesmos tratamentos mencionados no item 2.2. Os tratamentos foram repetidos quatro vezes, sendo cada repetição composta por uma leitura.

## 2.5. Análise dos dados

Os dados obtidos nos dois dias de avaliação de mortalidade de *D. citri* foram utilizados para calcular a eficiência dos tratamentos pela fórmula proposta por Abbott (1925), onde a taxa de mortalidade de cada tratamento foi corrigida a partir dos dados de mortalidade da testemunha (sem aplicação), a qual foi de 0% e 6% no experimento A e B, para 24 e 48 horas, respectivamente.

A interação entre os inseticidas e o acaricida foi verificada com a comparação da porcentagem de eficiência observada e a esperada para os produtos isolados e combinados. Os valores da eficiência esperada da interação ( $M_E$ ) foram calculados usando a fórmula  $M_E = M_A + M_I [(1-M_A).100^{-1}]$ , onde  $M_A$  corresponde a eficiência (%) do acaricida isolado e  $M_I$  corresponde a eficiência (%) do inseticida isolado (MORALES-RODRIGUEZ; PECK, 2009).

Interação aditiva deve ser considerada quando a eficiência de controle da mistura for igual a soma de eficiência de cada produto; interação sinérgica,

quando a mistura proporcionar eficiência de controle superior à esperada; interação antagônica, quando a eficiência de controle proporcionada pela mistura for inferior à mortalidade esperada; e a não interferência dos produtos deve ser considerada quando a eficiência de controle da mistura for igual a eficiência proporcionada pelo inseticida isolado (POLTRONIERI, 2013).

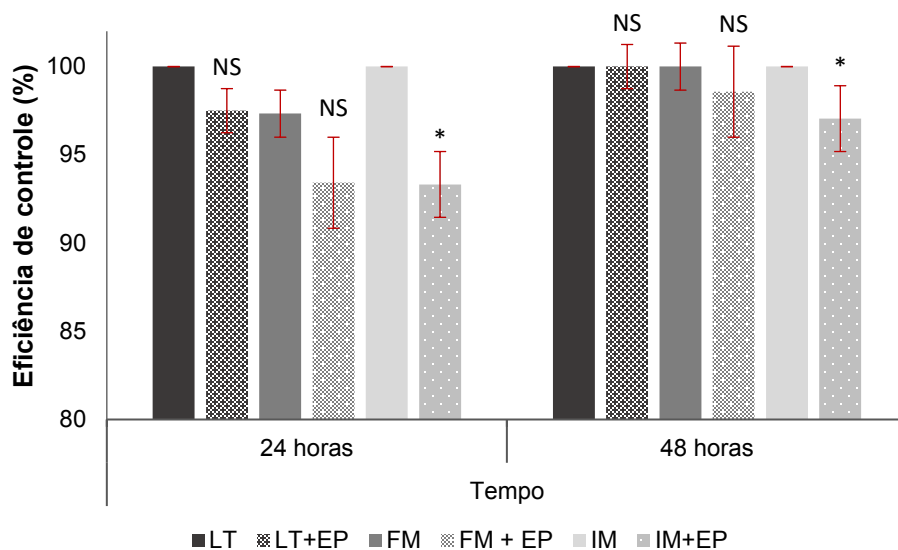
Os dados de eficiência de controle esperada foram comparados com a eficiência observada das misturas pelo teste de Qui-quadrado ( $X^2$ ) ao nível de significância de 5%.

Os dados obtidos referentes aos valores de pH e de condutividade elétrica foram submetidos à análise descritiva e testada a normalidade dos dados pelo programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2013).

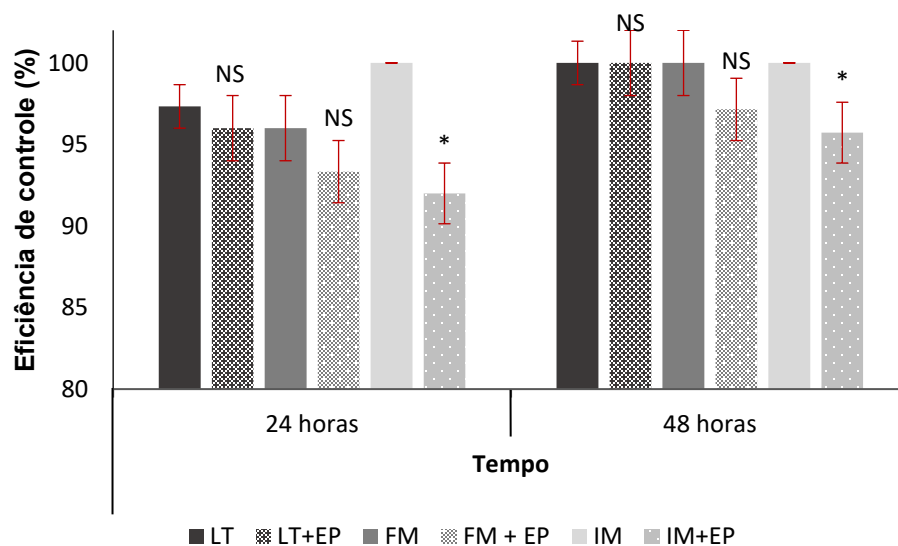
### 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos nos dois experimentos (A e B) (Figuras 2 e 3) foram semelhantes ( $F = 4,49$ ;  $p = 0,08$ ) e permitiram avaliar, seguramente, a combinação entre o acaricida com os inseticidas e os efeitos sobre *D. citri*.

As caldas avaliadas resultaram em eficiência maior que 90,0%, a partir de 24 horas após as aplicações no controle de *D. citri* (Figuras 2 e 3), exceto a calda com somente acaricida (eficiência de 1,7% no experimento A e 2,85% experimento B). A porcentagem de eficiência 24 horas após as aplicações das caldas com inseticidas variaram de 93,3 a 100,0% e em 48 horas de 97,1 a 100,0%.



**Figura 2.** Eficiência ( $\pm$ epm) dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam (LT), fosmete (FM) e imidacloprido (IM) aplicados isoladamente ou em combinação com espiroclifeno (EP) no controle de *Diaphorina citri*, experimento A.



**Figura 3.** Eficiência ( $\pm$ epm) dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam (LT), fosmete (FM) e imidacloprido (IM) aplicados isoladamente ou em combinação com espiroclifeno (EP) no controle de *Diaphorina citri*, experimento B.

Nos experimentos A e B a mistura de espiroclifeno com imidacloprido afetou o desempenho do inseticida. Os demais inseticidas não foram afetados

pela adição de acaricida à calda. No experimento A, as misturas de lambda-cialotrina + thiametoxam e espirodiclofeno ( $F = 0,61$ ;  $p = 0,4412$ ), fosmete e espirodiclofeno ( $F = 0,71$ ;  $p = 0,4079$ ) não apresentaram interações antagônicas, a mortalidade observada não diferiu da esperada. A mistura de imidacloprido e espirodiclofeno apresentou interação antagônica ( $F = 14,80$ ;  $p = 0,0008$ ), no qual a mortalidade observada diferiu da mortalidade esperada (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de mortalidade observada e esperada (média  $\pm$  erro padrão) de *D. citri* e valor de qui-quadrado da interação de lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com espirodiclofeno 24 e 48 horas após a aplicação, experimento A.

Tratamento	Medição <sup>1</sup>	24 horas		48 horas	
		Mortalidade	$\chi^2$	Mortalidade	$\chi^2$
Espirodiclofeno + Lambda cialotrina + thiametoxam	Observada	97,5 $\pm$ 2,50	0,06	98,57 $\pm$ 1,42	0,00
	Esperada	99,97 $\pm$ 0,00		99,92 $\pm$ 0,00	
Espirodiclofeno + Fosmete	Observada	93,42 $\pm$ 2,11	0,16	98,47 $\pm$ 1,53	0,05
	Esperada	97,35 $\pm$ 2,62		99,92 $\pm$ 0,00	
Espirodiclofeno + Imidacloprido	Observada	93,32 $\pm$ 2,11	0,44	93,32 $\pm$ 2,11	0,44
	Esperada	99,97 $\pm$ 0,00		99,92 $\pm$ 0,00	

<sup>1</sup>Observada = eficiência visualizada do inseticida e o acaricida aplicados em combinação; esperada = soma da eficiência de cada produto separadamente.

Assim como no experimento A, no experimento B as misturas de lambda-cialotrina + thiametoxam e espirodiclofeno ( $F = 0,89$ ;  $p = 0,3734$ ), fosmete e espirodiclofeno ( $F = 0,90$ ;  $p = 0,3716$ ) não apresentaram interações antagônicas, a mortalidade observada não diferiu da esperada. A mistura de imidacloprido e espirodiclofeno apresentou interação antagônica ( $F = 9,75$ ;  $p = 0,0142$ ), no qual a mortalidade observada diferiu da mortalidade esperada (Tabela 3).



**Tabela 3.** Porcentagem de mortalidade observada e esperada (média  $\pm$  erro padrão) de *D. citri* e valor de qui-quadrado da interação de lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido com espirodiclofeno 24 e 48 horas após a aplicação, experimento B.

Tratamento	Medição <sup>1</sup>	24 horas		48 horas	
		Mortalidade	$\chi^2$	Mortalidade	$\chi^2$
Lambda cialotrina + thiametoxam + espirodiclofeno	Observada	96,0 $\pm$ 4,00	0,02	100,00 $\pm$ 0,00	0,00
	Esperada	97,33 $\pm$ 2,67		99,98 $\pm$ 0,00	
Espirodiclofeno + Fosmete	Observada	93,33 $\pm$ 5,16	0,07	97,15 $\pm$ 2,85	0,07
	Esperada	96,00 $\pm$ 2,67		99,98 $\pm$ 0,00	
Espirodiclofeno + Imidacloprido	Observada	92,00 $\pm$ 4,90	0,64	95,73 $\pm$ 2,85	0,18
	Esperada	100,00 $\pm$ 0,00		99,98 $\pm$ 0,00	

<sup>1</sup>Observada = eficiência visualizada do inseticida e o acaricida aplicados em combinação; esperada = soma da eficiência de cada produto separadamente.

Os resultados indicaram que as caldas inseticidas quando adicionadas do acaricida são compatíveis fisicamente, pois não apresentaram sinais de sedimentação, separação de fases, formação de flocos, cristais ou grumos, portanto, foram homogêneas.

O pH da calda composta apenas por lambda-cialotrina + thiametoxam foi de 6,02  $\pm$  0,02, fosmete 6,09  $\pm$  0,03, imidacloprido 6,08  $\pm$  0,01 e espirodiclofeno 6,20  $\pm$  0,05. Para as caldas combinadas, o pH de lambda-cialotrina + thiametoxam e espirodiclofeno foi de 5,95  $\pm$  0,02, fosmete e espirodiclofeno 6,31  $\pm$  0,03 e imidacloprido e espirodiclofeno 6,05  $\pm$  0,02.

Para condutividade elétrica, os valores para os produtos isolados foram 19,19  $\pm$  0,02 para lambda-cialotrina + thiametoxam, 62,52  $\pm$  0,09 para fosmete, 18,58  $\pm$  0,05 para imidacloprido e 18,71  $\pm$  0,11 para espirodiclofeno. Já as caldas inseticidas combinadas com o acaricida apresentaram valores de 19,59  $\pm$  0,06 para lambda-cialotrina + thiametoxam combinada com espirodiclofeno, 65,32  $\pm$  0,05 para fosmete e espirodiclofeno e 18,87  $\pm$  0,11 para imidacloprido e espirodiclofeno.

#### 4. DISCUSSÃO

Do estudo do efeito de misturas de inseticidas com acaricida no controle de *D. citri* observou-se que todos os tratamentos foram eficientes (>80%), tanto inseticidas isolados quanto mistura com acaricida. No entanto, a combinação de imidacloprido com espiroclorfenol apresentaram efeito antagônico, reduzindo a eficiência do inseticida.

A redução de eficiência de inseticidas no controle de *D. citri*, apresenta grandes riscos, uma vez que, a porcentagem de insetos encontrados no campo que carregam a doença é alto (70%) (SASSI, 2016) e que um psílideo é capaz de transmitir a doença (HLB) para a planta, tornando essa, portanto, fonte de inóculo.

Dados na literatura comprovam a eficiência dos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam, fosmete e imidacloprido no controle de *D. citri* (SANCHES et al., 2009; YAMAMOTO et al., 2009; CARLI, 2015; LEMO, 2015), corroborando com os resultados observado neste trabalho. Estes trabalhos comprovaram a alta eficiência dos inseticidas mencionados sobre *D. citri*.

O acaricida não apresentou efeito inseticida, sendo comprovada pela mortalidade de *D. citri* resultante da aplicação de espiroclorfenol (1,7%). Richardson e Hall (2013), observaram resultado semelhante, no qual espiroclorfenol não interferiu no tempo de vida de adultos de *D. citri*, já para ninfas o acaricida não causou mortalidade logo após a aplicação, entretanto, reduziu a probabilidade de que elas atingissem o estágio adulto. Isso provavelmente se deve ao modo de ação do acaricida (inibidor da síntese de lipídeos), no qual o tempo para matar é mais lento do que outros acaricidas (MARCIC, 2012).

Embora os inseticidas sejam eficientes no controle de *D. citri*, a adição de espiroclorfenol pode alterar esta eficiência, como visto para imidacloprido, no qual, esta combinação foi classificada como antagônica. Willmott et al. (2013), por exemplo, verificaram efeito antagônico para a combinação de spinosad e bifentazate no controle do tripses *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). Entretanto, Poltronieri (2013) não observou efeito na eficiência de

imidacloprido no controle de *D. citri* quando adicionado os fungicidas tiofanato-metilico, piraclostrobina e difenoconazole à calda. A ausência de interferência no desempenho de imidacloprido também foi verificada quando foi adicionado o fungicida propoconazole à calda no controle dos afídeos *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) e *Rhopalosiphum maidis* Fitchi, 1856 (Hemiptera: Aphididae) na cultura do trigo (JOSHI; SHARMA, 2009). A adição do acaricida ao lambda-cialotrina + thiamtoxam e fosmete também não interferiram na eficiência dos inseticidas sobre *D. citri* corroborando com os trabalhos mencionados.

Em trabalhos com mosca-branca a mistura de produtos foi mais eficiente que produtos isolados (BROWNBIDGE; SKINNER. PARKER, 2000), sendo que além da praga alvo a ampliação do espectro de ação afeta outras pragas (IRAC,2012).

No entanto, vale ressaltar que como o objetivo da combinação de inseticida e acaricida é a economia de recursos operacionais, visto que insetos e ácaros podem ocorrer ao mesmo tempo na cultura dos citros e que, foi constatada redução da eficiência no controle de *B. yothersi* quando combinado espiroclorfenol com fosmete (redução de 43%) e imidacloprido (redução de 28%) (VECHIA et al., 2016), sendo aconselhável evitar estas combinações.

As combinações de produtos fitossanitários podem alterar características da calda que influenciaram a eficiência dos tratamentos fitossanitários (VAN LEEUWEN et al., 2007; MINTON; MATOCHA.; SENSEMAN, 2008; PETTER et al., 2013; WILLMOTT; CLOYD; ZHU, 2013). O pH da calda é que, via de regra, está associado à incompatibilidade entre produtos. Uma clara evidência da ocorrência de incompatibilidade é a formação de precipitados ou grumos dentro do tanque do pulverizador, que normalmente param nos filtros, obstruindo-os e resultando em ineficiência no controle fitossanitário. No entanto, o pH dos inseticidas não foi influenciado pela adição de acaricida às caldas. Leve variação foi observada, entretanto os valores mantiveram-se dentro da faixa esperada para atuação de inseticidas, o qual varia de 3,5 a 6,0 (PETROFF, 2005). Possivelmente este foi o motivo pelo qual não ocorreu incompatibilidade física entre os produtos testados.

A condutividade elétrica dos inseticidas pode ser alterada pela composição dos componentes da calda, o que pode diminuir a eficácia biológica dos produtos fitossanitários (RHEINHEIMER; SOUZA, 2000). Entretanto, assim como o pH, a condutividade elétrica manteve-se inalterada com a adição do acaricida. Portanto, pode-se afirmar que a adição de espirodiclofeno a lambda-cialotrina, fosmete e imidacloprido não influenciam o pH e a condutividade elétrica das caldas.

De toda forma, o estudo do pH e da condutividade elétrica são importantes, pois estes fatores influem no resultado da aplicação, uma vez que podem acelerar a degradação dos produtos fitossanitários envolvidos (KISSMAN, 1997). Além disso, a constante de dissociação de muitas moléculas depende do pH, influenciando na absorção pelos tecidos vegetais (CUNHA; ALVES; MARQUES, 2017).

Fica evidente, que a eficiência dos inseticidas combinados com acaricida não foi comprometida pelos valores de pH e condutividade elétrica das caldas. Entretanto, os presentes resultados demonstram que a eficiência do inseticida imidacloprido é comprometida com a adição de espirodiclofeno à calda. Estes resultados podem ter ocorrido devido a mudanças químicas das moléculas utilizadas, ao estímulo ou inibição da desintoxicação metabólica do organismo alvo, onde houve a inibição da ação de um deles, ou até mesmo devido à competição por um mesmo receptor, induzindo a capacidade antioxidante, resultando em uma toxicidade menor que a esperada (REFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010).

Portanto, conclui-se que a adição de espirodiclofeno aos inseticidas lambda-cialotrina + thiametoxam e fosmete não interfere no controle de *D. citri*, no entanto, compromete a eficiência de imidacloprido. Diante do exposto, estudos futuros serão necessários para entender melhor como esta interação antagônica entre imidacloprido e espirodiclofeno ocorre no interior do psilídeo. Outro ponto importante será verificar se a aplicação de acaricidas antes da aplicação de inseticidas também resulta neste mesmo tipo de interação, assim como avaliar o efeito de outras combinações entre produtos fitossanitários.

## 5. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13074**: Agrotóxicos – Preparação de água-padrão para ensaios. Rio de Janeiro, abr. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13875**: Agrotóxico - Avaliação de compatibilidade físico-química. Rio de Janeiro, dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM ISSO 3310-1**: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação. Rio de Janeiro, out. 2010.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Versão 1.1.0.668. Jaboticabal: [s.n.], 2013.

BASTIANEL, M.; NOVELLI, V. M.; KITAJIMA, E. W.; KUBO, K. S.; BASSANEZI, R. B.; MACHADO, M. A.; FREITAS-ASTUA, J. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite virus pathosystem. **Plant Disease**, v. 94, n. 284-292, 2010.

BELASQUE JÚNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T.; MIRANDA, M. P.; BASSANEZI, R. B.; AYRES, A. J.; BOVÉ, J. M. Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 53-64, 2010.

BROWNBRIDGE, M.; SKINNER, M.; PARKER, B. L. Enhancing the activity of insect-killing fungi for a IPM. **Floristis Association Bulletin**, n. 842, p. 14-16, 2000.

CARLI, L. F. **Eficácia de inseticidas para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) em diferentes estádios vegetativos em citros**. 2015. 35 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Fundo de Defesa da Citricultura, Fundecitrus, Araraquara, 2015.

CHILDERS, C.C.; ROGERS, M.E. Chemical control and management approaches os the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Florida Citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 118, n. 49-53, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017.

IRAC International Insecticide Mixture. **Insecticide Resistance Action Committee**. Disponível em: <[http://www.irac-online.org/content/uploads/IRAC\\_MixtureStatement\\_v1.0\\_10Sep12.pdf](http://www.irac-online.org/content/uploads/IRAC_MixtureStatement_v1.0_10Sep12.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

JOSHI, N. K.; SHARMA, V. K. Efficacy of imidacloprid (Confior 200 SL) against aphids infesting wheat Crop. **Journal of Central European Agriculture**, v. 10, n. 3, p. 217-222, 2009.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1997.

LEMO, R. R. **Efeito de inseticidas a campo no controle de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)**. 2015. 38f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Fundo de Defesa da Citricultura, Fundecitrus, Araraquara, 2015.

MARCIC, D. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 395-408, 2012.

MINTON, B.; MATOCHA, M.; SENSEMAN, D. The influence of malathion on trifloxysulfuron absorption and translocation in cotton. **The Journal of Cotton Science**, v. 12, p. 48-52, 2008.

MORALES-RODRIGUEZ, A.; PECK, D. C. Synergies between biological and neonicotinoid insecticides for the curative control of the white grubs *Amphimallon majale* and *Popillia japonica*. **Biological Control**, v. 51, p. 169–180, 2009.

PELZ-STELINSKI, K.S.; BRLANSKY, R.H.; EBERT, T.A.; ROGERS, M.E. Transmission parameters for *Candidatus Liberibacter asiaticus* by Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). **Journal Economic Entomology**, v. 103, p. 1531-1541, 2010.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PETROFF, R. Water quality and pesticide performance. Disponível em: <<http://www.montana.edu/>> Acesso em: 14 jan. 2017.

POLTRONIERI, A. S. **Bases para o manejo da resistência de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) ao inseticida neonicotinoide imidacloprid em pomares de citros**. 2013. 132 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

REFFSTRUP, T. K.; LARSEN, J. C.; MEYER, O. Risk assessment of mixtures of pesticides. Current approaches and future strategies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 174-192, 2010.

RHEINHEIMER, D. S.; SOUZA, R. O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 97-104, 2000.

RICHARDSON, M. L.; HALL, D. G. Toxicity of 6 miticides to the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p. 433-441, 2013.

SANCHES, A. L.; FELIPPE, M. R.; CARMO, A. U.; RUGNO, G. R.; YAMAMOTO, P. T. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, em pré-plantio, no controle de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera:Psyllidae). **BioAssay**, v. 4, n.6, p. 1-7, 2009.

SASSI, R. S. **Incidência e distribuição de *Diaphorina citri* portadores de *Candidatus Liberibacter asiaticus* em regiões citrícolas com alerta fitossanitário no estado de São Paulo**. 2016. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2016.

SKELLEY, L.H.; HOY, M.A. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoid in quarantine. **Biological Control**, v. 29, n. 1, p. 14-23, 2004.

TANSEY, J.A.; JONES, M.M.; VANACLOCHA, P.; ROBERTSON, J.; STANSLY, P. Costs and benefits of frequent low-volume applications of horticultural mineral oil for management of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **Crop Protection**, v. 76, n. 59-67, 2015.

TEIXEIRA, D. C.; DANET, J. L.; EVEILLARD, S.; MARTINS, E. C.; JESUS JUNIOR, W.C.; YAMAMOTO, P T.; LOPES, S. A.; BASSANEZI, R. B.; AYRES, A. J.; SAILLARD, C.; BOVÉ, J. M. Citrus Huanglongbing in São Paulo, Brazil: PCR detection of the 'Candidatus' Liberibacter species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probe**, v. 19, p. 173-179, 2005.

VAN LEEUWEN, T.; VAN POTTELBERGE, S.; NAUEN, R.; TIRRY, L. Organophosphate insecticides and acaricides antagonise bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. **Pest Management Science**, v. 63, p. 1172-1177, 2007.

VECHIA, J. F. D.; AZEVEDO, R. G.; ANDRADEBARBOSA, C.; ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C. Interaction between acaricide and insecticide in control of the *Brevipalpus yothersi* In: International Citrus Congress, 2016, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** International Citrus Congress, 2016. p.70-71.

WILLMOTT, A. L.; CLOYD, R.A.; ZHU, K. Efficacy of pesticides mixtures against the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) under laboratory and greenhouse conditions. **Journal Economic Entomology**, v. 106, p. 247-256 2013.

XU, C.F.; XIA, Y.H.; LI, K.B.; KE, C. Further study of the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: TIMMER, L.W.; GARNSEY, S.M.; NAVARRO, L. (Eds.), **10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists**. Riverside, CA, p. 243-248, 1988.

YAMAMOTO, P. T.; FELIPPE, M. R.; SANCHES, A. L.; COELHO, J. H. C.; GARBIM, L. F.; XIMENES, N. L. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. **BioAssay**, v. 4, n. 4, p. 1-9, 2009.