

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITRUS**

LEONARDO FINARDI DE CARLI

**Eficácia de inseticidas para o controle de *Diaphorina citri*
Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) em diferentes estádios
vegetativos em citros.**

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

Coorientador: Dr. Haroldo Xavier Linhares Volpe

**Araraquara
Setembro 2015**

LEONARDO FINARDI DE CARLI

**Eficácia de inseticidas para o controle de *Diaphorina citri*
Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) em diferentes estádios
vegetativos em citros.**

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

Coorientador: Dr. Haroldo Xavier Linhares Volpe

**Araraquara
Setembro 2015**

LEONARDO FINARDI DE CARLI

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 18 de setembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Pedreira de Miranda (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP.



Dr. Odimar Zanuzo Zanardi
Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP.



Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Buri/SP.

DEDICATÓRIA

À minha esposa **Patrícia**, sempre comigo, dando forças para que eu continue firme nos meus objetivos;

Às minhas filhas **Mariana, Beatriz e Manuela**, que crescem em graça e sabedoria a cada dia;

Ao **Fundecitrus**.

Às **empresas da citricultura** que vencem os desafios da cultura ano após ano, através de seus excelentes profissionais.

Ao **Marcelo Miranda e Haroldo Volpe**, sem eles não seria possível.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** que me proporciona a oportunidade de vencer e perder, sempre ganhando com o aprendizado.

A minha **Família** Patrícia, Mariana, Beatriz e Manuela.

À Syngenta.

Ao Fundecitrus.

A todos que contribuíram no campo:
Moacir Vizoni e sua equipe.

Ao Orientador Dr. Marcelo Pedreira de Miranda.

Ao co-orientador Dr. Haroldo Volpe.

Ao Juliano Ayres.

À Amanda Cristina Gonçalves de Oliveira.

À Toda equipe de pesquisadores e professores do Mestrado.

Aos alunos do 4º Ciclo do Mestrado do Fundecitrus.

Epígrafe

O Jogo só acaba quando eu morrer!

Fonte: Chaim Weitz (nome artístico “Gene Simmons” - Banda KISS) em “Family Jewels”

Tudo o que fizer, faça bem feito!

Fonte: dois amigos chineses me disseram isso.

Eficácia de inseticidas para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) em diferentes estádios vegetativos em citros.

Autor: Leonardo Finardi De Carli

Orientador: Marcelo Pedreira de Miranda

Coorientador: Haroldo Xavier Linhares Volpe

Resumo

O HLB é a doença mais destrutível dos citros. Os sintomas são associados à bactérias transmitidas pelo inseto vetor *Diaphorina citri*. Dentre os principais danos estão perda na qualidade de frutos para suco e mercado interno, além de queda significativa na produção em plantas sintomáticas. O manejo consiste em plantar mudas saudáveis, eliminar as plantas doentes dos talhões e controlar o vetor. Existem vários estudos prévios a respeito do controle de psilídeos, no entanto muito pouco feito em diferentes estádios vegetativos, sobretudo em brotações onde o inseto vetor encontra condições mais favoráveis para aumento populacional. Assim, o presente trabalho objetivou o avaliar a eficácia de diferentes inseticidas em dois estádios vegetativos: brotos com 10 ± 2 cm e folhas completamente expandidas. Foram testados exemplares de produtos comerciais constantes na atual lista PIC, a saber: thiamethoxam 250WG nas doses 5, 7,5 e 10 g de produto comercial, imidacloprid 200 SC na dose de 20 mL, bifentrina 100 EC na dose de 15 mL e dimetoato 500EC na dose de 90 mL, todas as doses por 100 L de água em pulverização. A avaliação da eficácia foi feita por meio do confinamento de insetos separadamente em brotos de 10 ± 2 cm e folhas expandidas para cada produto e dose inclusive na testemunha (10 insetos por confinamento), totalizando 6 tratamentos e 1 testemunha para brotos e 6 tratamentos e 1 testemunha para folhas maduras, a cada 7 dias após a pulverização. Foram feitos três ensaios em pomares de laranja, dois em Tabatinga-SP em 2013 e um em Ribeirão Preto em 2014. Os resultados demonstraram que o estágio vegetativo interferiu na eficácia dos inseticidas testados, sendo que em brotos a eficácia foi menor. Thiamethoxam 250WG na dose 10g e dimetoato 500EC a 90 mL por 100L de calda foram mais eficazes e com maior persistência biológica, para brotos e ramos maduros.

Palavras-chave: Controle de Psilídeo dos citros, HLB, Citrus, Manejo, Controle Químico, estágio vegetativo.

Efficacy of insecticides on the control of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) at different vegetative stages in citrus.

Author: Leonardo Finardi De Carli

Advisor: Marcelo Pedreira de Miranda

Co-advisor: Haroldo Xavier Linhares Volpe

Abstract

HLB is the most destructive citrus disease. Its symptoms are associated with bacteria transmitted by the *Diaphorina citri* vector. The main problems caused by HLB are a reduction in quality of fruits for industry and fresh markets and significant yield losses for symptomatic trees. The management of the disease involves planting healthy nursery trees, eliminating diseased trees and controlling the insect. Previous trials were conducted for the control of psyllids, but not at different vegetative stages which include shoots where the Asian citrus psyllids live in ideal conditions to increase their population. This work assessed the efficacy of different products to control Asian citrus psyllids at 2 different stages: 10±2 cm shoots and mature leaves. The insecticides tested were all chosen from the PIC list: thiamethoxam 250WG with rates of 5g, 7,5g and 10g of commercial product per 100 L of water, imidacloprid 200 SC with 20 mL /100 L, bifentrin 100 EC with dosage of 15 mL/100 L and dimetoate 500EC with dosage of 90 mL/100 L and applied by foliar spray. The evaluation was performed by confining insects separately in voile for shoots and mature leaves for each applied insecticide, including the control. The treatments were conducted every 7 days: 6 treatments and 1 check for shoots and 6 treatments and 1 check for mature leaves. Three experiments were conducted in orange groves: two in the municipality of Tabatinga in 2013 and one in the municipality of Ribeirao Preto in 2014 in the state of Sao Paulo, Brazil. The results showed that the vegetative state interfered in the efficacy of the insecticides. In young shoots, the efficacy was lower than in mature leaves. Thiamethoxam 250WG at a rate of 10g and dimetoate were the most effectives and had the highest residual efficacy in new shoots and mature leaves.

Keywords: Asian citrus psyllid, HLB, management, chemical control, vegetative stage.

SUMÁRIO

1. Introdução e Objetivos.....	1
2. Material e Métodos	5
2.1. Área experimental e Insetos.....	5
2.2. Eficácia dos inseticidas no controle de <i>D. citri</i>	5
2.3. Análise dos dados	9
3. Resultados e Discussão.....	10
3.1. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de <i>D. citri</i>	10
3.2. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de <i>D. citri</i> em Tabatinga, SP (jun/13).....	13
3.3. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de <i>D. citri</i> em Tabatinga, SP (ago/13).....	15
3.4. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de <i>D. citri</i> em Ribeirão Preto, SP (mai/14)	17
4. Conclusões.....	21
5. Considerações finais	22
Referências	23

1. Introdução e Objetivos

A citricultura paulista é considerada a maior produtora de laranja e exportadora de suco cítrico do mundo, seguido do estado da Flórida nos Estados Unidos como segundo maior produtor (FNP Consultoria & Comércio, 2014). O mercado para exportação de suco de laranja colaborou na safra 2013/14 com o montante de US\$ 1,90 bilhão com a balança comercial brasileira (Citrus BR, 2015). O suco de laranja é o principal mercado, sendo os Estados Unidos e a União Europeia os maiores consumidores e importadores (FNP Consultoria & Comércio, 2014; Citrus BR, 2015). Contudo, o setor citrícola enfrenta crises econômicas e problemas fitossanitários em todo o mundo desde 2004 (Mendes, 2014).

O problema fitossanitário está ligado principalmente à introdução do huanglongbing (HLB), considerada a mais importante e destrutiva doença dos citros no mundo, cujo sintomas estão associados às bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Ca. L. americanus*, tendo como vetor o psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) (Bové, 2006). Esta doença foi relatada no Brasil no ano de 2004 em pomares de laranja da região central do estado de São Paulo (Coletta-Filho et al., 2004), e posteriormente identificado *Ca. L. americanus* na mesma região (Teixeira et al., 2005).

Trata-se de uma bactéria *gram-negativa* encontrada no floema das plantas infectadas (Bové, 2006), o que dificulta ainda mais o acesso para métodos curativos. Os sintomas da doença se iniciam em alguns ramos onde o inseto vetor teve sucesso na transmissão, os quais se tornam amarelados e apresentam mosqueados assimétricos nas folhas. Com o progresso da doença na copa, observa-se frutos deformados com sementes abortadas e desfolha nos ponteiros (Bové, 2006). Há também redução de tamanho e peso de frutos, além de alterações na qualidade tais como redução do brix e aumento da acidez (ratio), o que acarreta problemas no rendimento para o processamento de suco (Bassanezi et al., 2009). Bassanezi et al. (2011) observaram que a queda na média da produção em plantas sintomáticas com HLB pode atingir até 80% em relação a uma planta sem sintomas.

Uma vez que não há métodos curativos disponíveis para o controle da doença, o manejo do HLB envolve três medidas: uso de mudas sadias produzidas em viveiros telados e certificados; eliminação de plantas doentes reduzindo a fonte de inoculo; e controle do inseto vetor visando reduzir a transmissão (Bové, 2006; Belasque Junior et al., 2010; Bassanezi et al., 2013). Atualmente, estas práticas são adotadas por várias empresas do setor citrícola. Bassanezi et al. (2013) relataram que o progresso da doença é menor quando o manejo é realizado em um contexto regional, devido ao longo período de incubação da bactéria até aparecerem os sintomas

e migração de *D. citri* a longas distâncias. Neste sentido o Fundecitrus recomenda que sejam observados dez mandamentos para o manejo do HLB: atenção às bordas, envolvimento com vizinhos, participação no manejo regional, planejamento do plantio e renovação do pomar, plantio de mudas saudáveis, manter a planta bem nutrida, fazer as inspeções frequentes, eliminar as plantas doentes, monitorar o inseto e controlar o psilídeo (Fundo de Defesa da Citricultura, 2015a).

Com relação ao inseto vetor (*D. citri*), seu ciclo de vida varia entre 15 e 47 dias. As fêmeas ovipositam até 800 ovos por indivíduo, preferencialmente em tecido de folhas recém-formadas, com 1 a 5 dias após brotação (Grafton-Cardwell et al., 2013; Yamamoto, 2008). No estado de São Paulo as condições climáticas durante a primavera são as mais favoráveis à vegetação e florescimento (Medina et al., 2005). Em condições como estas, com presença de brotações e ambiente favorável (temperatura e umidade), a infestação de *D. citri* é mais intensa (Yamamoto et al., 2001; Pluke et al., 2008). Beloti et al. (2013) observaram que há uma correlação positiva entre precipitação e temperatura em relação ao crescimento populacional de *D. citri* para laranja da variedade Valência.

Dentro do manejo do HLB *D. citri* não deve ser encarado como praga que causa somente dano direto, mas sim como inseto vetor de patógeno, portanto é fator incisivo manter as populações baixas nos pomares (Yamamoto & Miranda, 2009). Contudo, recomenda-se que o controle seja baseado no seu monitoramento populacional. Para esta atividade, são recomendadas armadilhas adesivas amarelas (Hall, 2009; Godfrey et al., 2013). Entre os métodos disponíveis para o monitoramento de *D. citri* (tap, visual e armadilha adesivas), as armadilhas adesivas (amarela ou verde) são as mais eficientes para detectar a presença do inseto nos pomares (Santos et al., 2012). Neste sentido o Fundecitrus desenvolveu uma ferramenta chamada “Alerta Fitossanitário”. Trata-se de um sistema de monitoramento regional das populações de *D. citri* por meio de armadilhas adesivas amarelas georeferenciadas e quantificação da presença do inseto e do estágio vegetativo das plantas cítricas. Este sistema auxilia os citricultores que fazem parte do programa a tomarem decisão de controlar o inseto a nível regional em momentos críticos (Fundo de Defesa da Citricultura, 2015b).

O estudo de táticas para o controle deste vetor se intensificou desde que a doença causou impacto econômico nas maiores regiões produtoras (Grafton-Cardwell et al., 2013). Em relação ao controle físico, Croxton & Stansly (2013) obtiveram resultados satisfatórios testando mulching metalizado instalado na linha de plantio, reduzindo significativamente o número de psilídeos e conseqüentemente a incidência de HLB. Com relação ao controle biológico, vários

estudos foram feitos com uso de fungos entomopatogênicos, predadores e parasitoides (Pluke et al., 2005; Meyer et al., 2008; Pluke et al., 2008).

Por tratar-se de um vetor o controle químico de *D. citri* é o mais utilizado dentro do manejo do HLB e deve acontecer desde a formação das mudas no viveiro, formação do pomar e nas fases produtivas, contudo, recomenda-se que este seja utilizado de forma criteriosa, para que não ocorra desequilíbrio ambiental no pomar (Miranda et al., 2011). Para pomares em formação a utilização de inseticidas sistêmicos da classe dos neonicotinoides via solo tem como benefício o controle por maior tempo (Yamamoto, 2008; Rogers et al., 2014) ao passo que para pomares em produção recomenda-se o uso de inseticidas de contato (Miranda et al., 2011). As três classes de inseticidas mais utilizadas para o controle de *D. citri* são os piretroides, organofosforados aplicados via pulverização e neonicotinoides, que podem ser aplicados via pulverização foliar, drench no solo ou tronco, utilizados em rotação de modos de ação para reduzir a pressão de seleção no sentido de minimizar problemas com resistência do inseto a um destes produtos (Grafton-Cardwell et al., 2013). Esta tática de manejo deve ser utilizada de forma racional, uma vez que populações de *D. citri* resistentes a inseticidas já foram detectadas (Tiwari et al., 2011).

Vários estudos mostram a eficácia de inseticidas químicos visando o controle de *D. citri* (Boina & Bloomquist, 2015). Childers & Rogers (2005) encontraram boa eficácia de thiametoxan, fenpropathrin, clorpirifós e imidacloprid quando pulverizados no controle de *D. citri* em pomares da Flórida. Yamamoto et al. (2009) observaram controle eficiente de *D. citri* com uso de neonicotinoides, piretroides, organofosforados e carbamatos (30 dias mantendo população baixa), por meio de avaliações da infestação natural de *D. citri*. Qureshi & Stansly (2010) testaram aplicação de inseticida de amplo-espectro de ação durante o inverno, observando redução populacional nos períodos seguintes mesmo com vegetação mais intensa. Estudos feitos por vários autores revelaram suscetibilidade de *D. citri* ao óleo mineral, adjuvantes siliconados e acaricidas (Srinivasan et al., 2008; Micelli, 2011; Richardson & Hall, 2013).

Segundo Yamamoto & Miranda (2009), o período residual dos inseticidas de contato pode ser reduzido devido à lavagem dos produtos por chuvas e também pela presença de brotações (fluxo vegetativo que emergiu após pulverização).

Embora existam diversos trabalhos para avaliar a eficácia de inseticidas de contato no controle de *D. citri*, pouco se sabe no sentido de avaliar o efeito destes inseticidas em brotação, estágio preferido para oviposição e alimentação deste inseto. Assim, o objetivo com este

trabalho foi avaliar a eficácia de inseticidas químicos para o controle de *D. citri* quando pulverizados em dois estádios vegetativos de citros: 1-brotos e 2-folhas expandidas.

2. Material e Métodos

2.1. Área experimental e Insetos

O trabalho foi desenvolvido em pomares de laranja. Foram realizados três experimentos, o primeiro com início em 10 de Julho, o segundo 21 de Agosto de 2013, ambos na mesma área experimental de 1700 m², localizada no Sítio Tremembé (21°46'56.9"S 48°40'45.9"O), Tabatinga, São Paulo em pomar de laranja-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osb] cv. Hamlin, enxertadas sobre limão-cravo *Citrus limonia* Osbeck, com 1,5 anos de idade. O último em 15 de maio de 2014 em área de 1600m² localizada no Instituto Agronômico de Campinas – IAC (cana) (21°12'41.4"S 47°50'50.1"O), Ribeirão Preto, São Paulo em pomar de laranja-doce (*C. sinensis*) cv. Pera, enxertadas sobre limão-cravo (*C. limonia*), com um ano de idade. Em cada área foi mensurada a precipitação pluviométrica.

Nos experimentos foram usados adultos de *D. citri*, entre 15 a 20 dias da emergência. Os insetos foram obtidos na criação estabelecida no Fundecitrus, Araraquara, São Paulo. A criação foi realizada em plantas de murta [*Murraya paniculata* (L.)], mantidas em sala climatizada (temperatura de 25°C ± 3°C, fotofase de 14 h e umidade relativa de 65 ± 10%). Para obtenção dos ovos, plantas com brotações foram transferidas para gaiolas confeccionadas em acrílico e tela antiáfídeo (20×21×55 cm) e expostas aos adultos por sete dias. As plantas contendo posturas foram mantidas nas gaiolas até a emergência dos insetos.

2.2. Eficácia dos inseticidas no controle de *D. citri*

Foram avaliados quatro inseticidas de três grupos químicos, sendo dois neonicotinoides, um piretroide e um organofosforado em dois estádios vegetativos (tabela 1).

Tabela 1. Inseticidas, formulações e doses utilizadas para determinação da eficácia no controle de *Diaphorina citri* em diferentes fases vegetativas de citros.

Fase Vegetativa	Tratamentos	Grupo Químico	Dose* g ou mL/100L água
Brotos 10±2 cm	Thiamethoxam 250WG		5
	Thiamethoxam 250WG	Neonicotinoide	7,5
	Thiamethoxam 250WG		10
	Imidacloprid 200SC		20
	Bifentrina 100EC	Piretroide	15
	Dimetoato 500EC	Organofosforado	90
	Testemunha**	-	-
Ramos Maduros	Thiamethoxam 250WG		5
	Thiamethoxam 250WG	Neonicotinoide	7,5
	Thiamethoxam 250WG		10
	Imidacloprid 200SC		20
	Bifentrina 100EC	Piretroide	15
	Dimetoato 500EC	Organofosforado	90
	Testemunha**	-	-

*Doses de produto comercial.

**Plantas não tratadas com inseticidas.

Os inseticidas foram pulverizados até o início do ponto de escorrimento com um pulverizador manual Brudden de 5L (Brudden, Pompéia, SP), sobre a planta toda, a qual continha brotações com folhas não expandidas (10±2 cm - Figura 1A) e ramos maduros (Figura 1B) da mesma planta da parcela. O tamanho das brotações foi mensurado pré-aplicação e ao longo das avaliações com o auxílio de uma régua aferida em cm.



Figura 1. Detalhe dos ramos de laranjeira utilizados para confinamento. A) Brotação (10 ± 2 cm); B) Ramo maduro e folhas com total expansão.

Para determinação da eficácia dos tratamentos, os insetos foram confinados separadamente nos dois tipos de ramos estudados (brotação e vegetação madura) por meio de tecido tipo “tule” em forma de saco (Roberto & Yamamoto, 1998), de modo a permitir ventilação e evitar a fuga dos insetos, mantendo-os em contato com a superfície foliar tratada. Nos ramos com vegetação não expandida foram retiradas as folhas maduras, sendo que para cada confinamento foi deixado um ramo novo completo com 10 ± 2 cm isolado dentro do tule (Figura 1A) juntamente com os insetos, ao passo que para ramos maduros foram deixadas seis folhas expandidas dentro do tule (Figura 1B). Havia dois confinamentos por planta, um em cada estágio vegetativo contendo 10 insetos cada.

Os intervalos entre confinamentos e avaliações variaram devido à presença de chuvas. Os adultos de *D. citri* foram confinados com intervalos variando de 5 a 7 dias após aplicação (DAA) e avaliados até 7 dias após confinamento (DAC). Isto se repetiu até a mortalidade ser inferior a 80% para todos os tratamentos. O regime de confinamento e avaliações para cada experimento está registrado na tabela 2. A cada avaliação de mortalidade foi feita a aferição do tamanho dos brotos em centímetros com o auxílio de uma régua para obtenção do percentual de crescimento.

O delineamento utilizado foi o de blocos com parcelas casualizadas, sendo cada bloco constituído por uma parcela de cada tratamento. Cada parcela foi constituída de três plantas, sendo os confinamentos realizados nas plantas centrais. Cada tratamento foi composto por cinco parcelas, com exceção do primeiro ensaio que teve quatro.

Tabela 2. Regime de confinamentos e avaliações por ensaio.

Ensaio	DAA*/DAC**							
	0/1	0/5	0/7	5/7	7/7	12/7	14/7	19/7
1º Ensaio: Tabatinga 10/07/13	X		X		X		X	
2º Ensaio: Tabatinga 21/08/13	X	X		X		X		X
3º Ensaio: Ribeirão Preto 15/05/14	X	X	X		X		X	

*DAA: data do confinamento em dias após aplicação.

**DAC: data da avaliação em dias após o confinamento.

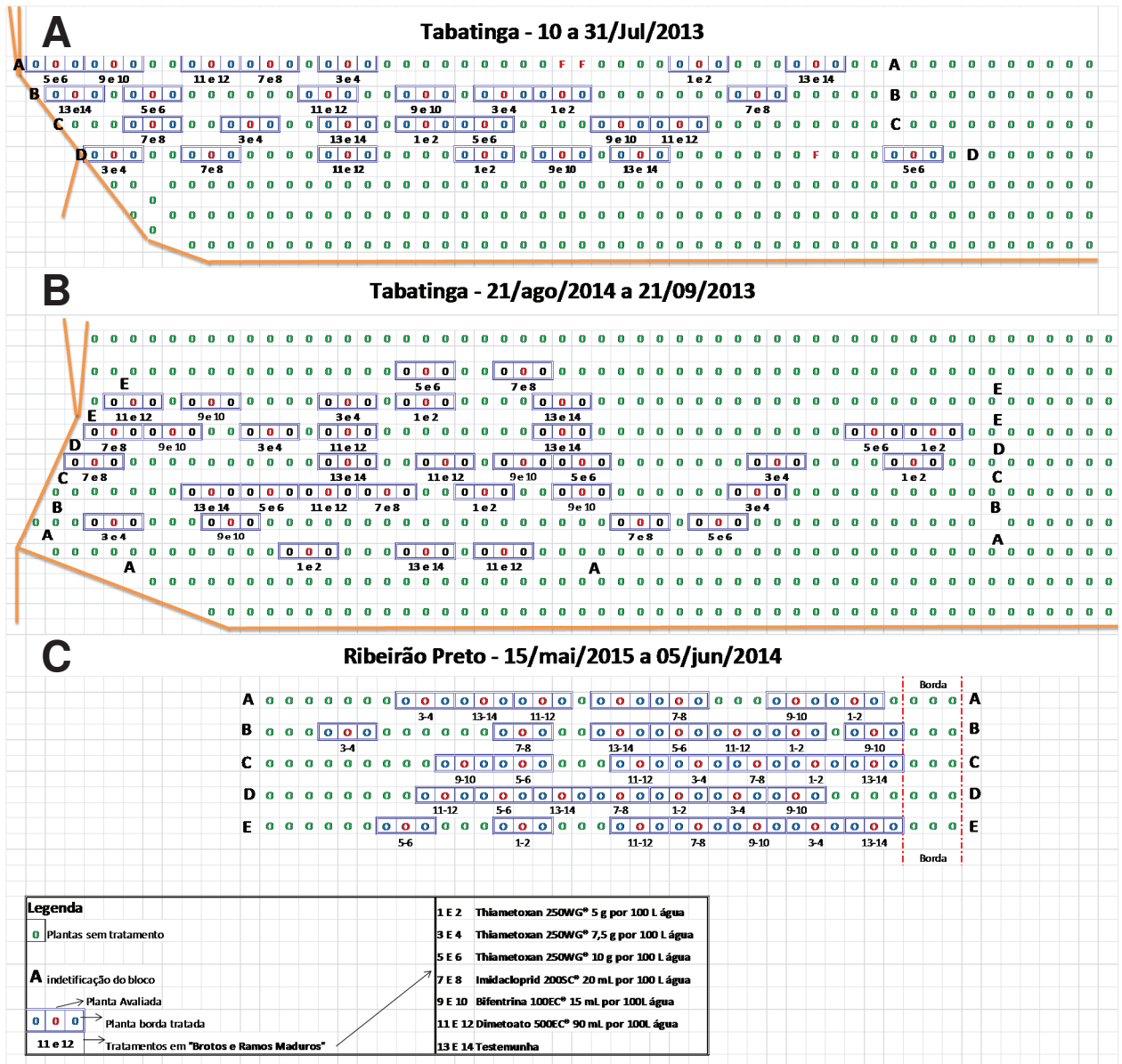


Figura 2. Croqui das áreas: A) Tabatinga 10/07/13; B) Tabatinga 21/08/13; C) Ribeirão Preto 15/05/14.

2.3. Análise dos dados

Os dados de mortalidade obtidos nos diferentes tratamentos e estádios vegetativos das plantas foram expressos em porcentagem e transformados em arco seno $(x/100)^{0.5}$, submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Os dados de mortalidade de todos os inseticidas foram agrupados em dois grupos (brotos e ramos maduros), sendo as médias de cada um comparadas pelo teste t ($P < 0,05$) para as diferentes avaliações.

Os testes estatísticos foram feitos por meio do software ASSISTAT Versão 7.7 beta (pt) (Silva, 2014). Os dados de tamanho de brotações para cada tratamento foram expressos em porcentagem de crescimento em relação à primeira aferição.

3. Resultados e Discussão

3.1. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de *D. citri*

Os brotos tratados com inseticidas cresceram consideravelmente durante a condução dos experimentos (Figura 3).

Agrupando-se os dados de eficácia em cada estágio vegetativo, foi verificado que a mortalidade de *D. citri* é significativamente menor quando confinado em brotações em relação a ramos maduros. Tal fato foi observado para o primeiro ensaio aos 7DAA/7DAC (Figura 4A) e segundo ensaio aos 5DAA/7DAC e 12DAA/7DAC (Figura 4B), no entanto para o terceiro ensaio a mortalidade de *D. citri* foi similar entre brotações e ramos maduros (Figura 4C). A menor eficácia em aplicações sobre brotações em parte pode ser explicada pela diminuição da concentração de ingredientes ativos por área à medida que ocorre crescimento dos brotos e expansão das folhas. Contudo, estudos são necessários para comprovação desta hipótese. No terceiro ensaio não foi observada diferença significativa na eficácia dos inseticidas entre brotos e ramos maduros em nenhuma das avaliações (Figura 4C), provavelmente devido ao menor percentual de crescimento dos brotos observado nesta área (Figura 3).

Na primeira avaliação para todos os ensaios brotos e ramos maduros apresentaram mortalidades similares. Este resultado era esperado, pois os psilídeos foram colocados em contato com os brotos no mesmo dia da pulverização, não havendo tempo para a expansão, deixando-os em igual condição aos ramos maduros.

Trabalhos recentes mostram que mesmo em áreas com aplicações frequentes de inseticidas, pode ocorrer um aumento significativo na incidência de HLB (Monteiro, 2013; Bassanezi et al., 2013), mostrando que existem “gaps” para a inoculação das bactérias. Segundo Patt & Sétamou (2010), os voláteis emitidos por brotações de espécies de *Citrus* sp. são atrativos à *D. citri*. Assim, a menor efetividade dos inseticidas em brotações observada no presente estudo, ajuda a explicar estas falhas no manejo do HLB. Evidentemente existem outros fatores que podem contribuir para este fato, tais como: chuvas, qualidade da pulverização (cobertura) e intensa migração de psilídeos provenientes de áreas não manejadas.

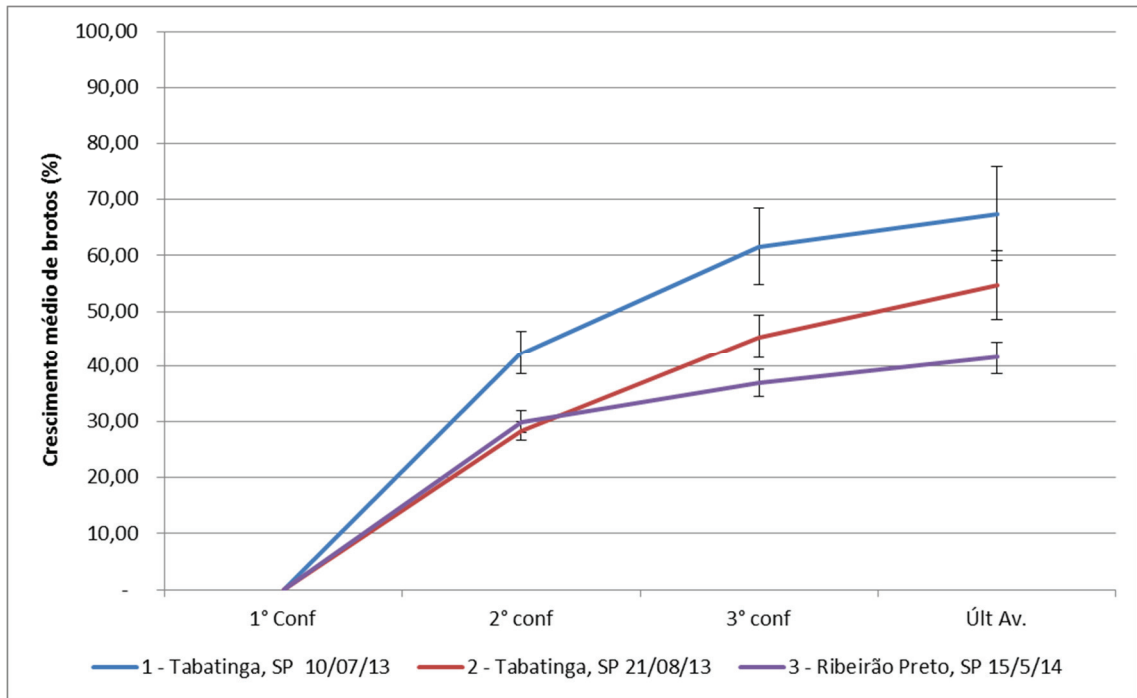


Figura 3. Percentual médio de crescimento dos ramos por ensaio.

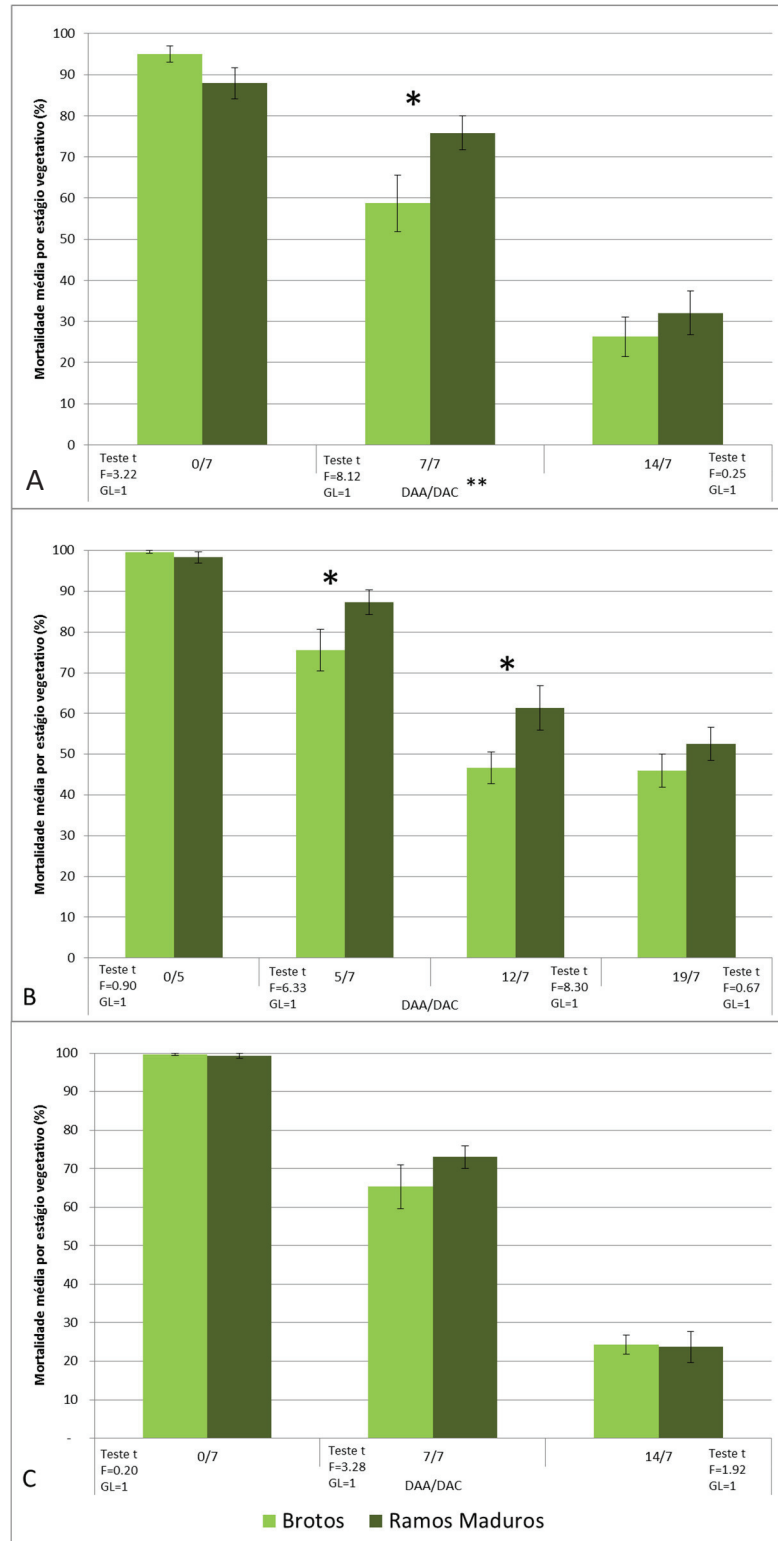


Figura 4. Mortalidade de adultos de *Diaphorina citri* para todos os tratamentos em brotos e ramos maduros. A) Ensaio 1 – Tabatinga, SP - 10/07/13; B) Ensaio 2 – Tabatinga, SP - 21/08/13; C) Ensaio 3 – Ribeirão Preto, SP - 15/05/14.

*Médias de mortalidade de *D. citri* diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

**DAA/DAC – Dias após aplicação/Dias após confinamento.

3.2. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de *D. citri* em Tabatinga, SP (jun/13)

Nas duas primeiras avaliações (0DAA/1DAC e 0DAA/7DAC), todos os inseticidas apresentaram mortalidade superior à testemunha, para qualquer estágio vegetativo. Sendo que em brotos, não houve diferença significativa entre os inseticidas (Figuras 5A e B).

Em folhas maduras na avaliação 0DAA/1DAC, thiamethoxam 250WG na dose 10g, bifentrina 100EC e dimetoato 500EC apresentaram mortalidade superior a thiamethoxam 250WG nas doses de 7,5 e 5g e imidacloprid 200SC, porém a mortalidade foi abaixo de 70% para todos os tratamentos com inseticida (Figura 5B).

Na segunda avaliação, para brotos e folhas maduras (0DAA/7DAC) não houve diferença significativa entre inseticidas e estes causaram mortalidade entre 70 e 100%, significativamente superior a testemunha (Figuras 5A e B).

Aos 7DAA/7DAC para brotos em expansão dimetoato 500EC e thiamethoxam 250WG a 10g foram os melhores tratamentos, não diferiram entre si e proporcionaram porcentagens de controle acima de 80%. Bifentrina 100EC, imidacloprid 200SC e thiamethoxam 250WG nas duas menores doses foram melhores que a testemunha e não apresentaram diferença significativa entre si, contudo, apresentaram controle abaixo de 60% (Figura 5A). Em folhas maduras não houve diferença significativa entre os inseticidas e todos eles apresentaram mortalidade significativamente superior à testemunha, com exceção do imidacloprid 200SC (Figura 5B).

Aos 14DAA/7DAC todos os tratamentos causaram mortalidade inferior a 80% para ambos os estágios vegetativos, sendo dimetoato 500EC o mais eficaz para brotações (Figuras 5A e B).

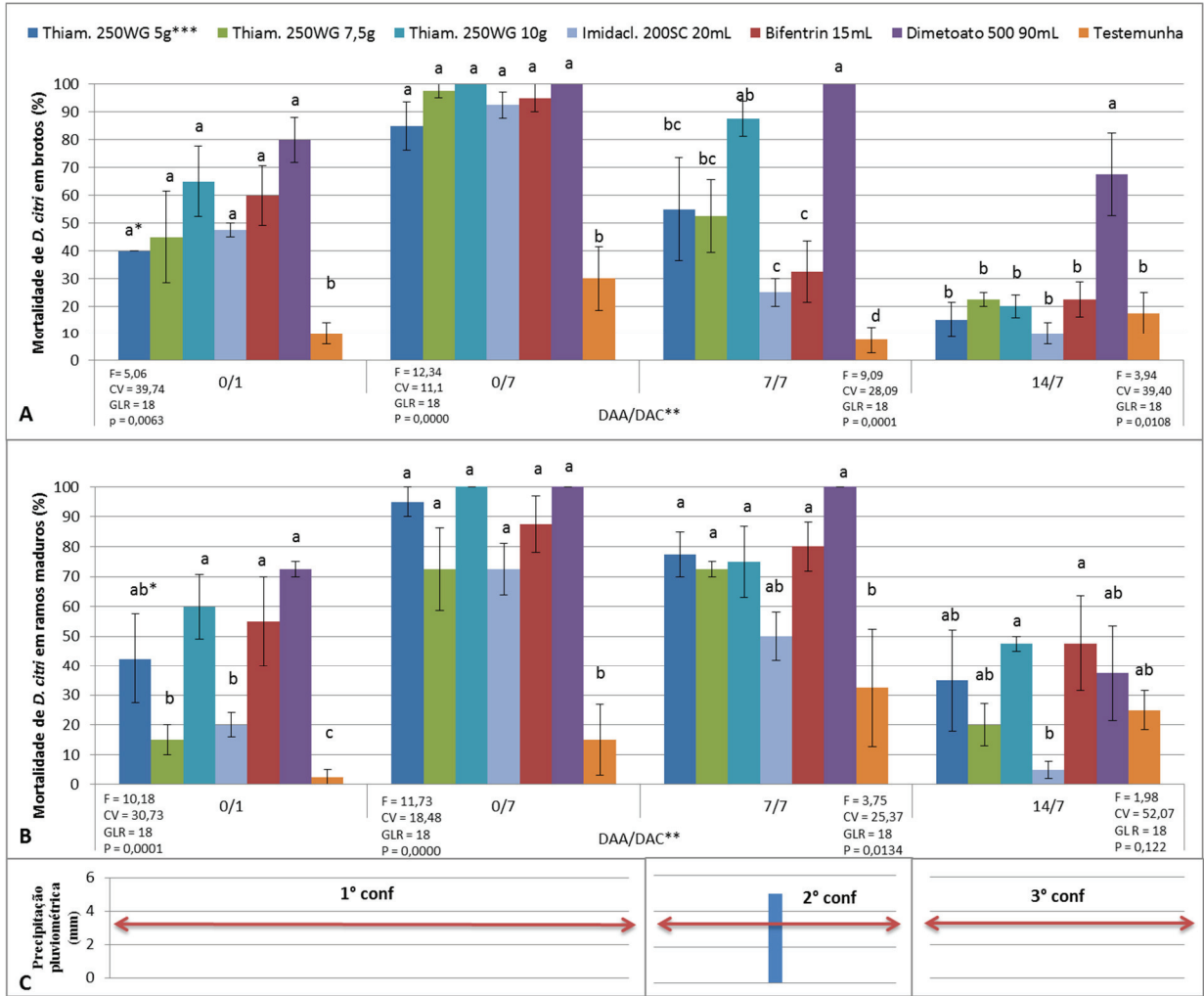


Figura 5. Mortalidade de adultos de *Diaphorina citri* em aplicação residual no primeiro ensaio (Tabatinga, SP, 10/Jul/13 a 31/Jul/13). A) Brotações (10±2 cm); B) folhas totalmente expandidas; C) Índice pluviométrico.

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

**DAA/DAC – Dias após aplicação/Dias após confinamento.

***Doses de produto comercial por 100L de água.

3.3. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de *D. citri* em Tabatinga, SP (ago/13)

Nas duas primeiras avaliações (0DAA/1DAC e 0DAA/5DAC), todos os inseticidas diferiram da testemunha para os dois estádios vegetativos (Figura 6A e B). Aos 0DAA/1DAC e aos 0DAA/5DAC em brotações não houve diferença entre os inseticidas, todos foram superiores a testemunha e tiveram ação de choque devido à mortalidade em torno de 80% um dia após aplicação (Figura 6A).

Para folhas maduras, aos 0DAA/1DAC thiamethoxam 250WG 5g e 10g, bifentrina 100EC e dimetoato 500EC não diferiram entre si, causando mortalidade em torno de 80% e significativamente superiores a thiamethoxam 250WG na dose 7,5 g e imidacloprid 200SC (Figura 6B), contudo, todos os inseticidas apresentaram mortalidade superior à testemunha. Aos 0DAA/5DAC para folhas maduras e brotos, todos os inseticidas foram similares entre si e significativamente superiores à testemunha, apresentando mortalidade $\geq 90\%$ (Figuras 6A e B).

Aos 5DAA/7DAC em brotações as três doses de thiamethoxam 250WG e o dimetoato 500EC não diferiram entre si e foram os melhores tratamentos com mortalidades acima de 80%, sendo significativamente superiores a imidacloprid 200SC, bifentrina 100EC e testemunha (Figura 6A). Para folhas maduras, todos os inseticidas foram mais eficazes que a testemunha e similares entre si (Figura 6B).

Na avaliação realizada aos 12DAA/7DAC em brotações todos os inseticidas com exceção de thiamethoxam 250WG 5g apresentaram mortalidade significativamente superior à testemunha. As maiores mortalidades foram causadas pelas duas maiores doses de thiamethoxam 250WG, imidacloprid 200SC e dimetoato 500EC, porém inferiores a 70% (Figura 6A). No mesmo período para ramos maduros, thiamethoxam 250WG 10g e dimetoato 500EC foram os mais eficazes, não diferiram significativamente entre si e foram superiores aos demais inseticidas, com mortalidade superior a 80%. Thiamethoxam 250WG 5g, imidacloprid 200SC e bifentrina 100EC foram similares à testemunha (Figura 6B).

Aos 19DAA/7DAC não houve diferença significativa entre os inseticidas e testemunha para os dois estádios vegetativos (Figuras 6A e B).

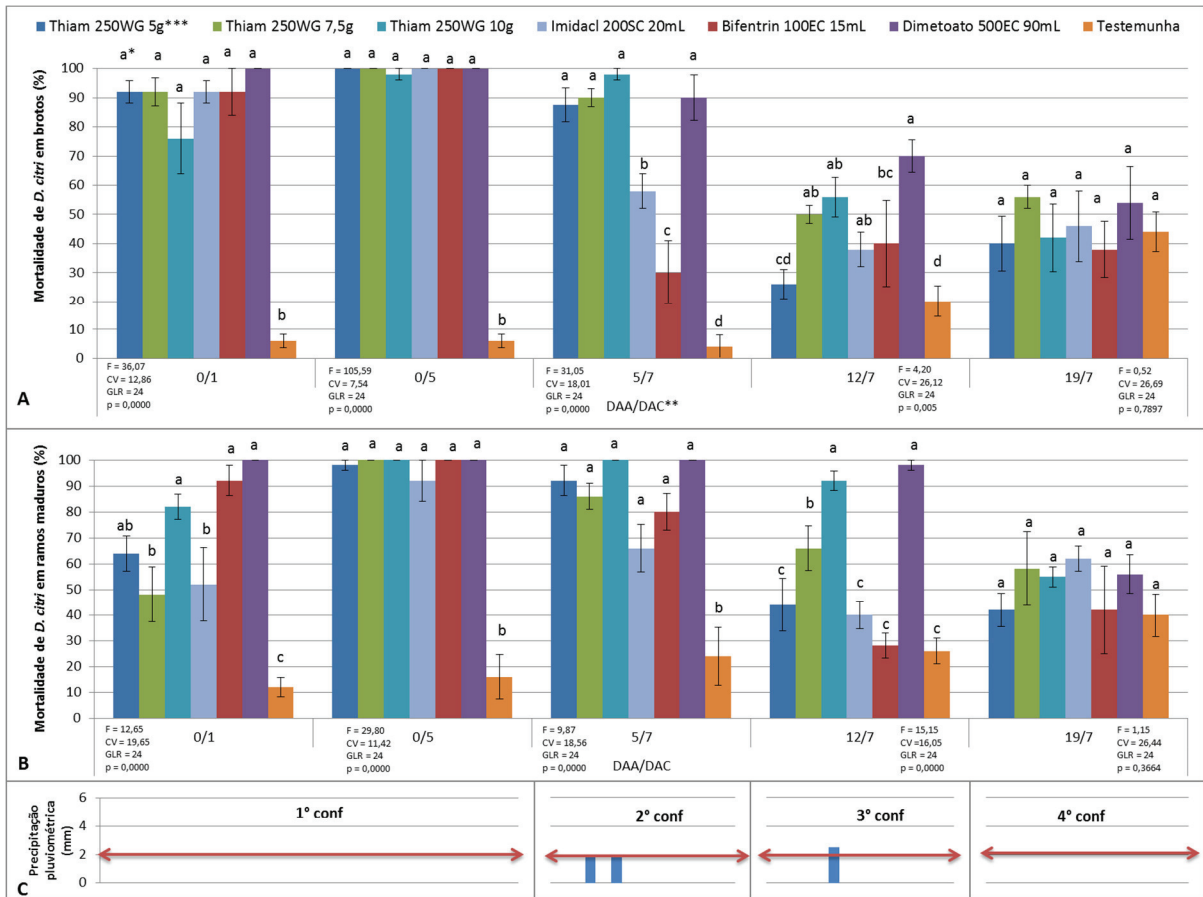


Figura 6. Mortalidade de adultos de *Diaphorina citri* em aplicação residual no segundo ensaio (Tabatinga, SP, 21/Ago/13 a 21/Set/13). A) Brotações (10±2cm); B) Folhas totalmente expandidas; C) Índice pluviométrico.

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

**DAA/DAC – Dias após aplicação/Dias após confinamento.

***Doses de produto comercial por 100L de água.

3.4. Eficácia de inseticidas pulverizados em brotações e ramos maduros para controle de *D. citri* em Ribeirão Preto, SP (mai/14)

Para brotos nas avaliações realizadas aos 0DAA/1DAC, 0DAA/5DAC e 0DAA/7DAC, todos os inseticidas foram similares entre si e superiores à testemunha, sendo que a alta mortalidade (> 80%) na primeira avaliação caracteriza efeito de choque para todos os inseticidas exceto imidacloprid 200SC (Figura 7A).

Para folhas maduras, não houve diferenças entre os inseticidas aos 0DAA/5DAC e 0DAA/7DAC, porém aos 0DAA/1DAC, thiamethoxam 250WG nas três doses, bifentrina 100EC e dimetoato 500EC foram similares entre si com mortalidades em torno de 80%, o que evidencia efeito de choque para esses inseticidas e doses. Dimetoato 500EC causou mortalidade significativamente maior em relação à imidacloprid 200SC (Figura 7B).

Aos 7DAA/7DAC para brotações, thiamethoxam 250WG nas doses 5g e 10g e dimetoato 500EC causaram mortalidade em torno de 80% e não diferiram significativamente entre si. Imidacloprid 200SC, bifentrina 100EC foram similares entre si, não diferindo inclusive da testemunha (Figura 7A). Já para folhas maduras na mesma avaliação (7DAA/7DAC), todos os inseticidas não diferiram entre si, com mortalidades significativamente maiores que a testemunha.

Em brotos aos 14DAA/7DAC, thiamethoxam 250WG nas três doses foi similar à imidacloprid 200SC e dimetoato. Todos os tratamentos foram superiores a testemunha, com exceção de bifentrina 100EC. No entanto, todos os tratamentos tiveram baixa eficácia, apresentando mortalidades inferiores a 35% (Figura 7A). Na mesma avaliação para folhas maduras, as duas doses menores de thiametoxam 250 WG apresentaram mortalidade superior aos demais inseticidas e testemunha, no entanto inferior a 45%. A testemunha e os demais inseticidas foram similares (Figura 7B).

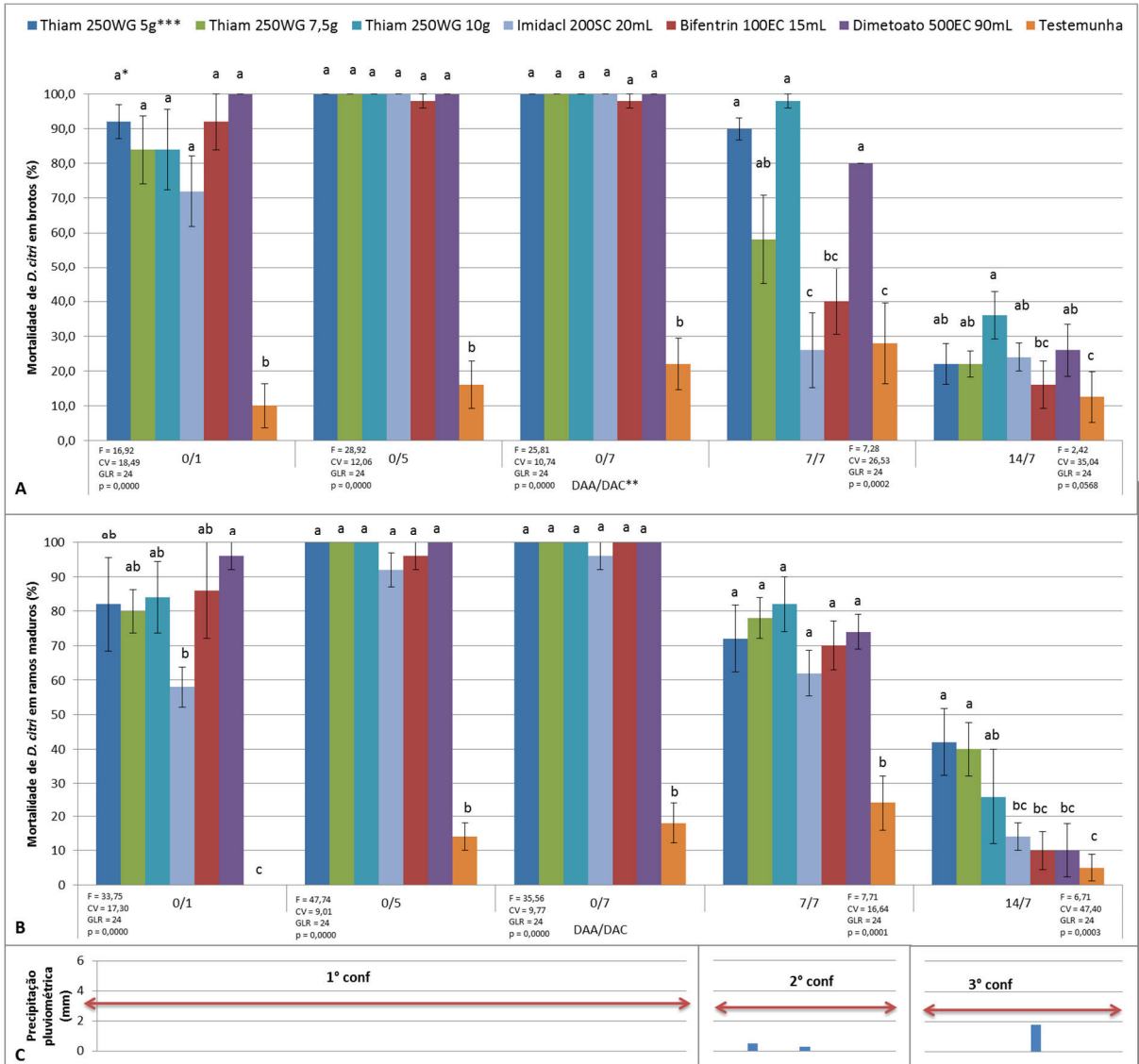


Figura 7. Mortalidade de adultos de *Diaphorina citri* em aplicação residual no terceiro ensaio (Ribeirão Preto, SP, 15/Mai/14 a 5/Jun/14). A) Brotações (10±2cm); B) Folhas totalmente expandidas; C) Índice pluviométrico.

*Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

**DAA/DAC – Dias após aplicação/Dias após confinamento.

***Doses de produto comercial por 100L de água.

Neste trabalho dimetoato 500EC e thiamethoxam 250WG a 10g apresentaram as maiores eficácias em relação aos demais produtos estudados em ambos os estádios vegetativos avaliados. Dahiya et al. (1994) observaram que dimetoato 30 EC a 50 mL produto comercial (p.c.) por 100 L de água apresentou eficácia acima de 90% contra *D. citri*. Childer & Rogers (2005) obtiveram redução significativa de populações de adultos pela pulverização com thiametoxam 25WG a 8,93 g p.c./100L água e imidacloprid 1,6F 11,10 g p.c./100L água com performances similares. De forma semelhante, Yamamoto et al. (2009) não observaram diferença significativa entre uso de thiamethoxam 250 WG na dose de 10 g/100L água e dimetoato 40EC a 100 mL e imidacloprid 200SC a 20g. No entanto nestes trabalhos os autores avaliaram o efeito da aplicação destes inseticidas na redução da população natural de *D. citri*, sem uso de confinamento, ao passo que no presente trabalho os insetos foram confinados com número inicial de indivíduos conhecido. Essa diferença na metodologia pode explicar, em parte, a diferença com o resultado obtido no presente trabalho. A avaliação por meio de confinamento não depende da população natural de adultos, os quais voam bastante. Este fato causa variação grande na população inicial na área, o que torna o confinamento mais preciso.

Nas doses avaliadas, imidacloprid 200SC e bifentrina 100EC causaram alta mortalidade de *D. citri* (> 80%) em brotos apenas no primeiro confinamento de cada ensaio. Neste contexto seria necessário um estudo posterior para avaliar se com o aumento de doses destes produtos é possível obter-se residual mais longo nestas condições.

Com relação às doses de thiamethoxam 250WG, foram observadas diferenças significativas entre elas na ação de choque somente no segundo ensaio, em folhas maduras (Figura 6B, 0DAA/1DAC), onde 7,5g/100L de água se mostrou inferior que as demais. Porém nas avaliações finais dos primeiros e segundos confinamentos (5DAA/7DAC e 7DAA/7DAC) de todos os ensaios as três doses foram estatisticamente similares. Somente aos 12DAA/7DAC do segundo ensaio (Figura 6A e B) foi possível observar diferenças significativas entre as três doses de thiamethoxam 250WG onde em folhas maduras 10g ainda apresentou mortalidade acima de 80% superando as demais (Figura 6B). Assim mais estudos seriam necessários para validar melhor a questão de redução na dose deste inseticida, no sentido de recomendar-se esta prática caso não houver presença de brotações como forma de reduzir o custo de aplicação.

Em geral foi demonstrado que os inseticidas de contato (aplicação foliar) pulverizados sobre brotações apresentam uma menor eficácia de controle de *D. citri*, quando comparados à vegetação madura, após uma e duas semanas da aplicação. Assim, em períodos de emissão de fluxo vegetativo o controle precisa ser mais frequente e selecionando produtos com eficácia melhor em brotos conforme demonstrado neste estudo. Por outro lado, em épocas com pouca

vegetação, o controle químico poderia ser realizado em um período mais espaçado e/ou baseado no monitoramento com cartões adesivos amarelos. Um ponto importante que deve ser levado em consideração, quando ocorrer vegetação juntamente com florada, o citricultor deve evitar a aplicação de neonicotinoides (thiamethoxam e imidacloprid) devido à alta toxicidade a abelhas e dar preferência a inseticidas seletivos a estes insetos.

4. Conclusões

O estágio vegetativo interfere na eficácia dos inseticidas testados, sendo que em brotos a eficácia é menor.

Thiamethoxam 250WG na dose 10g/100L e dimetoato 500EC a 90 mL/100L são mais eficazes e com maior persistência biológica, para brotos e ramos maduros em relação ao uso de imidacloprid e bifentrina nas doses avaliadas.

5. Considerações finais

Este trabalho contribui com importantes informações a respeito da eficácia de diferentes grupos químicos para o manejo de adultos de *D. citri* e gera subsídios para a tomada de decisão do inseticida e dose mais adequados para uso em plantas com presença ou ausência de brotações.

Nesse sentido, para pomares em formação, onde a frequência de emissão de fluxo vegetativo e o número de pulverizações são mais constantes, as doses de thiamethoxam 250WG a 5 e 7,5 g p.c./100L água poderiam ser utilizadas, já que a eficácia foi similar a dose de 10 g p.c./100L água, sobretudo com base no resultado obtido no primeiro confinamento de todos ensaios deste estudo. Isto representaria um ganho ambiental e econômico, devido à redução de 25 a 50% na quantidade de inseticida por área.

Referências

- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Stuchi, E.S. 2009. Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565–572.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G, Bergamin Filho, A., Amorim, L. 2011. Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 130:577–586.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97(6):789-796.
- Belasque Junior, J., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Bové, J. 2010. Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology** 31(1):53-64.
- Beloti, V.H., Rugno, G.R., Felipe, M.R., Carmo-Uehara, A., Garbim, L.F., Godoy, W.A.C., Yamamoto, P.T. 2013. Population dynamics of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in orchards of ‘Valencia’ orange, ‘Ponkan’ Mandarin and ‘Murcott’ Tangor trees. **Florida Entomologist** 96(1):173-179.
- Boina, D.R., Bloomquist, J.R. 2015. Chemical control of the Asian citrus psyllid and of huanglongbing disease in citrus. **Pest Management Science** 71:808-823.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, Pisa 88(1):7-37.
- Childers, C.C., Rogers, M.E. 2005. 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** 118:49-53.
- CitrusBr. 2015. **Destino das exportações**. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/download/Relatorio_julho_de_2015_ano_civil_2.pdf>. Acesso em: 2 set. 2015.
- Coletta Filho, H.D., Targon, M.L.P.N., Takita, M.A., De Negri, J.D., Pompeu Junior, J., Machado, M.A. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (“Candidatus *Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. **Plant Disease** 88(12):1382-1382.
- Croxtan, S.D., Stansly, P.A. 2013. Metalized polyethylene mulch to repel Asian citrus psyllid, slow spread of huanglongbing and improve growth of new citrus plantings. **Pest Management Science - Society of Chemical Industry** 70:318–323.
- Dahiya, K.K., Lakra, R.K., Dahiya, A.S., Singh, S.P. 1994. Bioefficacy os some insecticides against citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw. (Psyllidae: Homoptera). **Crop Research** 8(1):137-140.

FNP Consultoria & Comercio. 2014. Citros Laranja. In:_____. **Agriannual 2014**: anuário da agricultura brasileira. Informa Economics FNP. p. 237-269.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2015a. Os dez mandamentos para controlar o hlb. **Revista Citricultor** (28). Encarte especial. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/revista/28/145#page/15>>. Acesso em: 4 set. 2015.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2015b. **Alerta Fitossanitário**. Araraquara: Fundo de Defesa da Citricultura. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/alerta-fitossanitario>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

Godfrey, K.E., Galindo, C., Patt, J.M., Luque-Williams, M. 2013. Evaluation of color and scent attractants used to trap and detect Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) in urban environments. **Florida Entomologist** 96(4):1406-1416.

Grafton-Cardwell, E.E., Stelinski, L.L., Stansly, P.A. 2013. Biology and Management of Asian Citrus Psyllid, Vector of the Huanglongbing Pathogens. **Annual Review of Entomology** 58:413–32

Hall, D.G. 2009. An Assessment of Yellow Sticky Card Traps as Indicators of the Abundance of Adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. **Journal of Economic Entomology** 102(1):446-452.

Medina, C.L., Rena, A.B., Siqueira, D.L., Machado, E.C. 2005. Fisiologia dos citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed.). **Citros**. Centro Apta Citros Sylvio Moreira – IAC. cap. 7. p. 149-195.

Mendes, M. 2014. A crise da citricultura pode estar no fim. In: FNP Consultoria & Comercio. (Ed.). **Agriannual 2014**: anuário da agricultura brasileira. Informa Economics FNP. p. 237-238.

Meyer, J.M., Hoy, M.A., Boucias, D.G. 2008. Isolation and characterization of an *Isaria fumosorosea* isolate infecting the Asian citrus psyllid in Florida. **Journal of Invertebrate Pathology** 99:96-102.

Micelli, M.L.C. 2011. Efeito do óleo mineral sobre a preferência e residual de inseticidas no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. 22 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Miranda, M.P., Noronha Junior, N.C., Marques, R.N. 2011. Alternativas para o manejo do vetor do greening no Brasil. In:_____. (Ed.). **Avanços em Fitossanidade**. FEPAF – Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. cap. 11. p. 143-163.

Monteiro, A.B. 2013. Efeito de um pomar sem manejo de Huanglongbing sobre a ocorrência de *Diaphorina citri* e incidência de plantas doentes em uma área vizinha com manejo da doença. 37 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Patt, J.M., Sétamou, M. 2010. Responses of the Asian Citrus Psyllid to volatiles emitted by the flushing shoots of its Rutaceous Host Plants. **Environmental Entomology** 39(2):618-624.

- Pluke, R.W.H, Escribano, A., Michaud, J.P., Stansly, P.A. 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. **Florida Entomologist** 88(2):123-128.
- Pluke, R.W.H., Qureshi, J.A., Stansly, P.A. 2008. Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations and parasitism by *Tamarixia radiate* (Hemiptera: Eulophidae) in Puerto Rico. **Florida Entomologist** 91(1):36-42.
- Qureshi, J.A., Stansly, P.A. 2010. Dormant season foliar sprays of broad-spectrum insecticides: An effective component of integrated management for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. **Crop Protection** 29:860-866.
- Richardson, M.L., Hall, D.G. 2013. Toxicity of 6 Miticides to the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Florida Entomologist** 96(2):433-441.
- Roberto, S.R., Yamamoto, P.T. 1998. Flutuação populacional e controle químico de cigarrinhas em citros. **Laranja** 19:269-284.
- Rogers, M.E., Stansly P.A. Stelinski, L.L. 2014. **Florida citrus pest management guide: Asian Citrus Psyllid and Citrus Leafminer**. University of Florida IFAS Extension. ENY-734. Disponível em: < <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN68600.pdf> >. Acesso em: 25 nov. 2014.
- Santos, F.L., Miranda, M.P. Marques, R.N. 2012. Eficiência de métodos de monitoramento de *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) em pomares no estado de São Paulo. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba. Sociedade Entomológica do Brasil. 2012.
- Silva, F.A.S. 2014. Assistat – Assistência Estatística: versão 7.7 beta (pt). **Assistat**. Disponível em:<<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- Srinivasan, R., Hoy, M.A., Singh, R., Rogers, M.E. 2008. Laboratory and field evaluations of Silwet L-77 and Kinetic alone and in combination with imidacloprid and abamectin for the management of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Florida Entomologist** 91(1):87-100.
- Teixeira, D.C, Saillard, C., Eveillard, S., Danet, J.L, Costa, P.I., Ayres, A.J., Bové, J. 2005. ‘Candidatus Liberibacter americanus’, associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55:1857-1862.
- Tiwari, S., Mann, R.S., Rogers, M.E, Stelinski, L.L. 2011. Insecticide resistance in field populations of Asian citrus psyllid in Florida. **Pest Management Science - Society of Chemical Industry** 67:1258-1268.
- Yamamoto P.T., Paiva P.E.B., Gravena, S. 2001. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na Região Norte do Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology** 30(1):165-170.
- Yamamoto, P.T. 2008 Controle de insetos vetores de bactérias causadoras de doenças em citros. In: Yamamoto, P.T. (Org.). **Manejo integrado de pragas dos citros**. Piracicaba: CP 2. p. 237-260. v. 1.

Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Sanches, A.L., Coelho, J.H.C., Garbim, L.F., Ximenes, N.L. 2009. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em Citros. **BioAssay** 4:1-9.

Yamamoto, P.T., Miranda, M.P. 2009. Controle do psilídeo *Diaphorina citri*. **Ciência & Prática** 33:10-12.