

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

RODRIGO CONSONI

Efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, e do psílídeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do Huanglongbing, em pomares novos

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

Orientador: Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Novembro-2011**

C771e Consoni, Rodrigo
Efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, e do psílídeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do Huanglongbing, em pomares novos / Rodrigo Consoni. – Araraquara, 2011.
47 p.

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura
Orientador: Renato Beozzo Bassanezi

1. Eficiência de inseticidas 2. Huanglongbing 3. Greening 4. Clorose Variegada dos Citros – CVC 5. Controle químico I. Título

RODRIGO CONSONI

Efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, e do psíldeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do Huanglongbing, em pomares novos

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

Orientador: Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Novembro-2011**

RODRIGO CONSONI

Efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, e do psíldeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do Huanglongbing, em pomares novos

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

Araraquara, 30 de Novembro de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi
Dep. Científico do Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS,
Araraquara-SP

Prof. Dr. Marcelo Pedreira de Miranda
Dep. Científico do Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS,
Araraquara-SP

Prof. Dr. Santin Gravena
Gravena ManEcol Ltda
Jaboticabal-SP

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Angelo Liberato Consoni e Arlete Terezinha Sanfelice Consoni, pelo amplo e irrestrito apoio na realização deste Curso de Mestrado Profissionalizante.

A minha namorada Tamiris G. Fonseca pela compreensão e apoio na realização dos meus sonhos.

Aos meus irmãos Angelo Liberato Consoni Junior e Fernanda Consoni pela amizade, ótima convivência e prontidão em ajudar quando necessário.

Agradeço ao Fundecitrus pela Oportunidade de realização do curso e apoio na condução dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi pela dedicação, compreensão e apoio na orientação conduzida.

Aos professores do Curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros, pela competência e habilidade em transformar informações em conhecimento.

A todos os companheiros de curso pela boa convivência e laços de amizade formados ao longo deste tempo e, em especial aos amigos Luiz Henrique Montesino pelo apoio e empenho na condução e avaliação do experimento; e Adriano Roberto Agnelli pelos conhecimentos transmitidos.

“Ontem um menino que brincava me falou
Que hoje é semente do amanhã...
Para não ter medo que esse tempo vai passar...
Não se desespere não, nem pare de sonhar

Nunca se entregue, nasça sempre com as manhãs...
Deixe a luz do sol brilhar no céu do seu olhar!
Fé na vida Fé no homem, fé no que virá!
Nós podemos tudo,
Nós podemos mais
Vamos lá fazer o que será”

Semente do amanhã -- Gonzaguinha

“O inteligente não é aquele que sabe tudo, mas sim aquele que sabe utilizar o pouco que sabe!”

Ton Peters

Efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, e do psíldeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do Huanglongbing, em pomares novos

Autor: RODRIGO CONSONI

Orientador: Prof. Dr. RENATO BEOZZO BASSANEZI

RESUMO

A Clorose Variegada dos Citros (CVC ou amarelinho) e o Huanglongbing (HLB ou Greening) são as principais doenças bacterianas vasculares que ocorrem em citros no Estado de São Paulo, sendo amplamente disseminadas e causando sérios prejuízos, que podem vir a inviabilizar a produção citrícola do Estado. Os patógenos de ambas as doenças são transmitidos por insetos vetores e a prevenção da ocorrência de novas infecções é bastante difícil. O manejo de ambas as doenças tem sido baseado no plantio de mudas saudáveis, eliminação de plantas sintomáticas e controle dos insetos vetores. Com objetivo de avaliar o efeito da aplicação de inseticidas em plantas cítricas na população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da CVC, e do psíldeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do HLB, em pomares novos, realizou-se um estudo de caso. Na área em estudo foram estabelecidas parcelas com e sem o controle químico dos insetos vetores da CVC e do HLB (12 parcelas por tratamento). Nas parcelas com o controle químico dos insetos vetores foram realizadas pulverizações foliares a cada 14 dias durante o período de menor fluxo vegetativo, alternando os inseticidas Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi, e aplicações via solo e *drench* dos inseticidas Aldicarbe e Tiametoxam a cada 56 dias, no período de maior vegetação. Para a avaliação da população de cigarrinhas e psíldeos foram marcadas seis plantas no centro das parcelas e todas as avaliações foram realizadas a cada 14 dias, coincidentes com o dia anterior à nova aplicação de inseticida nas parcelas com o programa de controle. Em cada planta marcada foi contado o número de cigarrinhas e psíldeos adultos capturados em uma armadilha adesiva amarela e o número de ninfas de psíldeos em três ramos novos. A redução da população de insetos vetores pelos produtos

utilizados foi estimada comparando-se a densidade de insetos vetores nas parcelas tratadas com inseticidas com a densidade de insetos vetores nas parcelas sem aplicação de inseticidas. O programa de controle dos insetos vetores reduziu a população de cigarrinhas em 10%, enquanto que reduziu a população de psílídeos em 83% e 97%, respectivamente para adultos e ninfas. Os inseticidas testados aplicados em pulverização foliar apresentaram em média redução da população de adultos das cigarrinhas da CVC e de *Diaphorina citri* abaixo de 80%. Baseando-se no número de insetos capturados em armadilhas adesivas, os inseticidas testados aplicados via solo ou *drench* apresentaram em média redução da população de adultos de cigarrinhas da CVC abaixo de 80% e redução acima de 80% na população de adultos e ninfas de *D. citri*. Entre os fatores que comprometeram a redução da população dos insetos vetores da CVC e do HLB nos pomares jovens pelos inseticidas aplicados nas plantas cítricas destacam-se a alta taxa de migração destes dois vetores; a presença de hospedeiros alternativos sem receber inseticidas dentro do pomar, principalmente no caso das cigarrinhas; as chuvas ou a presença de brotações novas logo após as aplicações foliares dos produtos, que fizeram o período residual dos produtos aplicados serem menores que o intervalo entre as aplicações; o atraso na aplicação dos inseticidas aplicados via solo ou *drench* em relação ao aumento da população dos vetores; e a falta de umidade no solo no momento da aplicação dos inseticidas granulados ou via *drench*.

Palavras Chave: Eficiência de inseticidas, Huanglongbing, Greening, Clorose Variegada dos Citros – CVC, controle químico

Effect of insecticide applications on citrus trees on the population of sharpshooters vectors of *Xylella fastidiosa*, causal agent of Citrus Variegated Chlorosis, and psyllid vector of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, causal agent of Huanglongbing in young groves

Author: RODRIGO CONSONI

Advisor: Prof. Dr. RENATO BEOZZO BASSANEZI

ABSTRACT

Citrus Variegated Chlorosis (CVC) and Huanglongbing (HLB or Greening) are the major vascular bacterial diseases which affect citrus in Sao Paulo State, being wide spread and causing serious damages that could make unfeasible the citrus industry in the State. The pathogens of both diseases are insect vector-transmissible and the prevention of new infections is very difficult. The management of both diseases is based on the planting of healthy nursery trees, removal of symptomatic trees and vector control. This case study was conducted with the aim to assess the effect of insecticide applications on the population of sharpshooters vectors of *Xylella fastidiosa*, causal agent of CVC, and psyllid vector of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, causal agent of HLB in young citrus groves. In the study grove were established plots with and without chemical control of CVC and HLB insect vectors (12 plots per treatment). In the plots with insect vector control were done fortnightly foliar sprays during the season with less vegetative fluxes, alternating the insecticides Imidacloprid, Dimetoate and Etofenprox, and soil or drench applications of insecticides Aldicarb and Thiamethoxam every 56 days at the season of more vegetative fluxes. Six trees were labeled in the center of each plot to assess the population density of CVC-sharpshooters and HLB-psyllids, and all assessments were done fortnightly coincident with the day before new insecticide application in the plots where insect vector control program was accomplished. In each labeled tree, the number of adults CVC-sharpshooters and psyllids caught on one yellow stick trap and the number of psyllid nymphs on three new shoots was counted.

The reduction on insect vector population by each used insecticide was estimated comparing the insect vectors densities in insecticide-treated plots with the insect vectors densities in the plots without insecticide applications. The insect vector control program reduced sharpshooter's population in 10%, while reduced the psyllid population in 83 and 97% for adults and nymphs respectively. The average reduction on population of adults of CVC-sharpshooters and *Diaphorina citri* by sprayed insecticides were lower than 80%. Based on the number of caught insects on yellow stick traps, the insecticides applied on the soil or by drench had an average reduction on population of adults of CVC-sharpshooters lower than 80% and a reduction above 80% on population of adults and nymphs of *D. citri*. The most important factors which decreased the insecticides efficiency to reduce CVC and HLB insect vectors populations in young citrus groves were the high migration rates of both vectors; the presence of alternative hosts free of insecticides, mainly in the case of CVC-sharpshooters; the rain or presence of new vegetative shoots immediately after the insecticide foliar sprays, that made the residual period of those products shorter than the spray interval; the delay of the soil or drench application of insecticides in relation to the increase of vector population; and the lack of soil humidity during application of insecticides by soil or drench.

Keywords: Insecticide efficiency, Huanglongbing, Greening, Citrus Variegated Chlorosis – CVC, chemical control

SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Clorose Variegada dos Citros	02
1.2 Huanglongbing - “Doença do ramo amarelo”.....	05
1.3 Controle químico dos insetos vetores dos agentes causais da CVC e do HLB	08
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Caracterização da área do estudo de caso	16
2.2 Tratamentos para o controle de psilídeos e cigarrinhas	17
2.3 Avaliação da população de <i>D. citri</i> e cigarrinhas da CVC	20
2.4 Avaliação do estágio fenológico das plantas	20
2.5 Medição da precipitação pluviométrica	22
2.6 Análise dos dados	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1 Flutuação populacional de cigarrinhas da CVC e de <i>D. citri</i>	23
3.2 Redução da população das cigarrinhas da CVC na área experimental pelos diferentes tratamentos com inseticidas	27
3.3 Redução da população de <i>D. citri</i> na área experimental e nas plantas cítricas pelos diferentes tratamentos com inseticidas	30
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

EFEITO DA APLICAÇÃO DE INSETICIDAS EM PLANTAS CÍTRICAS NA POPULAÇÃO DAS CIGARRINHAS VETORAS DE *Xylella fastidiosa*, AGENTE CAUSAL DA CLOROSE VARIEGADA DOS CITROS, E DO PSILÍDEO VETOR DE *Candidatus Liberibacter asiaticus*, AGENTE CAUSAL DO HUANGLONGBING, EM POMARES NOVOS

1. INTRODUÇÃO

Na década de 80, o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de citros. De acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos - CitrusBR (2011), o Brasil é maior produtor de laranjas (26% da produção mundial), o maior produtor de suco de laranja (53% do total) e o maior exportador de suco de laranja no mundo (85% do comércio internacional). Por trás dessa liderança, está uma complexa rede de atividades que começa nos campos brasileiros e apenas no âmbito nacional, a cadeia citrícola movimentava anualmente quase 15 bilhões de dólares, gerando 230 mil empregos e contribuindo para o desenvolvimento do país e sua inserção na economia internacional. O Estado de São Paulo responde por 75% da produção e da área dedicada à citricultura no país (Neves, 2007). As exportações desse sistema agroindustrial correspondem ao terceiro item na pauta das divisas geradas pelo agronegócio paulista, sendo o suco de laranja concentrado e congelado (FCOJ) e o suco pasteurizado (NFC) os principais responsáveis por essas divisas.

O parque citrícola paulista é constituído por um sistema de produção em áreas contínuas e geneticamente homogêneas. Somando-se a longevidade desta cultura perene e a presença de pomares de diferentes idades, esses aspectos favorecem o ataque de patógenos e pragas sobre a cultura dos citros (Bassanezi *et al.*, 2003). Recentes publicações relatam a ocorrência de mais de 50 doenças infecciosas e mais de 60 insetos e ácaros pragas que afetam os citros no Brasil (Mattos Junior *et al.*, 2005; Parra *et al.*, 2003). De acordo com Yamamoto *et al.* (2009), a Clorose Variegada dos Citros (CVC ou amarelinho) e o Huanglongbing (HLB), juntamente com o Cancro Cítrico, são as principais doenças bacterianas que ocorrem em citros no Estado de São Paulo. Essas duas primeiras doenças são altamente preocupantes e causam sérios prejuízos à quantidade e qualidade dos frutos de cítricos, podendo vir a inviabilizar a produção citrícola do Estado. Os motivos para esta preocupação deve-se ao fato de não haver variedades de laranja comerciais resistentes e, tão pouco, produtos comerciais

que permitam a cura das plantas infectadas de modo econômico e sustentável. Além disso, os patógenos de ambas as doenças são transmitidos por insetos vetores e a prevenção da ocorrência de novas infecções é bastante difícil, representando um aumento dos custos de produção devido à necessidade da adoção das medidas de controle preconizadas para ambas as doenças, incluindo o uso de mudas sadias para o plantio, inspeções de plantas doentes no pomar e sua eliminação, e monitoramento dos vetores e seu controle com aplicações freqüentes de inseticidas e/ou agentes de controle biológico.

1.1 Clorose Variegada dos Citros

A Clorose Variegada dos Citros (CVC) ou Amarelinho foi constatada primeiramente no Brasil no ano de 1987. Até 1992 houve controvérsia a respeito da etiologia da CVC. Muitos a consideravam de natureza abiótica, mas especificamente relacionada à desordem nutricional. No entanto, durante aqueles anos, a doença se disseminou da região de origem, no Noroeste de São Paulo, para outras regiões do Estado. Somente em 1992, corroborando os estudos que relacionavam a doença a uma bactéria restrita aos vasos do xilema, *Xylella fastidiosa* (Rossetti *et al.*, 1990; Leite Jr. & Leite, 1991), os postulados de Koch foram cumpridos por dois grupos independentes (Chang *et al.*, 1993; Lee *et al.*, 1993).

A ocorrência da CVC é relatada no Brasil, Argentina, Paraguai e Costa Rica. Nesses outros países, a doença não é tão disseminada quanto no Brasil, mas onde ocorre parece ser severa (Feichtenberger *et al.*, 2005; Laranjeira *et al.*, 2005). Além de São Paulo, a CVC também já foi observada em outros Estados do Brasil, como Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Sergipe, Bahia e Pará (Laranjeira *et al.*, 2005).

Os sintomas mais comuns provocados pela CVC são manchas cloróticas de bordos irregulares em folhas maduras de ramos isolados, começando pela parte mediana da copa e expandindo-se por toda a planta. Em folhas novas ocorre deformação destas com redução da expansão foliar, afilamento, encurvamento para cima e clorose. Nos ramos, ocorre redução da emissão de brotações de primavera, encurtamento de entre nós e ramos salientes na parte superior da copa em consequência da desfolha de ponteiros. É comum observar que as plantas afetadas pela *X. fastidiosa* sofra mais em períodos de déficit hídrico. Nos frutos, ocorre um pegamento excessivo e anormal em ramos floríferos, formando pencas de frutos com acentuada redução de tamanho, amadurecimento precoce, consistência enrijecida e suscetibilidade à queimadura de sol. Os frutos doentes paralisam o seu crescimento e iniciam o processo de amadurecimento precoce (Feichtenberger *et al.*, 2005; Laranjeira *et al.*, 2005).

Experimentalmente já foram reconhecidas 12 espécies de cigarrinhas da subfamília Cicadellinae (Hemiptera: Cicadellidae), que se alimentam no xilema, que transmitem esse patógeno para as plantas de citros: *Acrogonia citrina* Marucci & Cavichioli, *A. virescens* Metcalf, *Bucephalogonia xanthophis* (Berg), *Dilobopterus costalimai* Young, *Ferrariana trivittata* (Signoret), *Homalodisca ignorata* Melichar, *Macugonalia leucomelas* (Walker), *Oncometopia facialis* (Signoret), *Parathona gratiosa* (Branchard), *Plesiommata corniculata* Young, *Fingeriana dubia* e *Sonesimia grossa* (Signoret) (Lopes *et al.*, 1996; Roberto *et al.*, 1996; Gravena *et al.*, 1997; Yamamoto *et al.*, 2000).

Os cicadélíneos que ocorrem em citros são relativamente grandes (5 a 13 mm de comprimento), de cabeça protuberante, pela presença de uma forte musculatura que opera a câmara de sucção (cibário) na sua parte anterior. Esses insetos ingerem grandes quantidades de seiva do xilema das plantas (Milanez *et al.*, 2003).

Em condições naturais, essas cigarrinhas são polífagas, alimentando-se e desenvolvendo-se em diversas daninhas, árvores e arbustos silvestres presentes em áreas de mata e de brejo adjacentes a pomares de laranja (Marucci *et al.*, 1999; Lopes & Giustolin, 2000; Giustolin *et al.*, 2002), sendo também observadas, ocasionalmente, em certas culturas agrícolas, tais como algodoeiro, girassol e quiabeiro (Gravena *et al.*, 1997), cafeeiro (Lopes *et al.*, 1998) e ameixeira (Hickel *et al.*, 2001).

Entre essas cigarrinhas vetoras, *D. costalimai*, *A. citrina*, *B. xanthophis* e *O. facialis* têm sido apontadas como as mais relevantes para a disseminação da CVC pela sua maior abundância em árvores cítricas (Figura 1) e pelo fato de plantas cítricas infectadas constituírem a principal fonte de inóculo da doença (Gravena *et al.*, 1997; Laranjeira *et al.*, 1998). As demais espécies são pouco importantes por terem baixa densidade populacional e por preferirem alimentar-se em gramíneas (Figura 1), tais como *F. trivittata*, *M. leucomelas*, *P. corniculata* e *S. grossa* (Paiva *et al.*, 1996), ou em outras espécies de árvores e arbustos nativos (Figura 1), tais como *A. virescens*, *H. ignorata*, *P. gratiosa* e *F. dubia* (FUNDECITRUS, 2005). Dentre as principais espécies de cigarrinhas vetoras, *B. xanthophis* predomina em pomares em formação, principalmente nos dois primeiros anos de vida da muda (Yamamoto *et al.*, 2001), enquanto que *D. costalimai*, *A. citrina* e *O. facialis* predominam em pomares em produção com plantas de altura mais elevada devido ao seu hábito arbóreo (Yamamoto & Lopes, 2004).



Figura 1. Cigarrinhas transmissoras de *Xylella fastidiosa* para citros. (Figura elaborada por Pedro T. Yamamoto)

Estudos de biologia foram desenvolvidos para *A. citrina*, *D. costalimai* e *O. facialis* em citros e no hospedeiro alternativo, *Vernonia condensata* Baker (falso-boldo). O desenvolvimento de ovos e ninfas desses insetos é favorecido por temperatura na faixa de 20 a 25 °C e de umidade relativa do ar (UR) entre 50 e 70% (Milanez *et al.*, 2002). Ocorre acentuada mortalidade de ninfas em temperatura média maior ou igual a 28 °C e em UR inferior a 40% ou superior a 80%. Sob temperatura constante de 25 °C, a duração média da fase ninfal é de 35 a 40 dias para *A. citrina* e *D. costalimai* respectivamente, e de 52 dias para *O. facialis*, quando as ninfas são alimentadas em falso-boldo. O desenvolvimento de ninfas das três espécies é mais lento em temperaturas inferiores, sendo de, aproximadamente, 70 dias a 20 °C. As cigarrinhas *D. costalimai* e *O. facialis* passam por cinco instares na fase ninfal (Almeida & Lopes, 1999), enquanto seis instares foram registrados para *A. gracilis* (Paiva *et al.*, 2001). Baseando-se em dados de exigências térmicas de *Acrogonia* sp., *D. costalimai* e *O. facialis* e das normais térmicas das regiões citrícolas do Estado de São Paulo, o número provável de gerações de cigarrinhas é de cinco a sete por ano, dependendo da espécie, sendo maior em regiões mais quentes (Milanez *et al.*, 2001).

As medidas adotadas para o manejo da CVC são baseadas no: 1) Plantio de mudas sadias oriundas de viveiros telados; 2) Eliminação de plantas sintomáticas quando estas apresentarem os primeiros sintomas antes dos dois anos de idade, ou de plantas de 2 a 4 anos quando já apresentar frutos miúdos; 3) Poda do ramo afetado 70 cm abaixo da última folha com sintomas da doença em plantas acima de 4 anos; 4) Monitoramento e controle químico das cigarrinhas transmissoras (Carvalho & Laranjeira, 1994; Garcia Jr. *et al.*, 1995; Gravena *et al.*, 1998).

1.2 Huanglongbing - “Doença do ramo amarelo”

Huanglongbing (HLB) é considerado o principal fator limitante a sustentabilidade da citricultura mundial pela sua velocidade de disseminação nos pomares, severidade dos sintomas e redução da produção das plantas afetadas, por afetar todas as variedades comerciais e não haver maneiras economicamente viáveis de se curar as plantas doentes (Bové, 2006).

O sintoma inicial do HLB geralmente aparece em um ramo da planta, cujas folhas tornam-se amarelas, contrastando com a cor verde de folhas não afetadas. Nas folhas, aparecem manchas cloróticas irregulares contrastando com áreas de cor verde na forma de um mosqueado difuso, sem uma delimitação nítida entre o verde e o amarelo. Este padrão de clorose é assimétrico comparando as duas metades do limbo foliar delimitadas pela nervura central. Os ramos afetados comumente apresentam sintomas de deficiências minerais, principalmente de zinco, cujos sintomas severos são característicos pela clorose intensa do limbo foliar e a formação de pequenas “ilhas” verdes. Com o progresso da doença, os sintomas evoluem para outros ramos, tomando toda a copa da planta, as folhas caem, culminando com a seca e morte de ponteiros. O fruto de ramos afetados fica deformado e assimétrico com o deslocamento da columela. A região de inserção do fruto com o pedúnculo fica alaranjada e também os vasos no interior do fruto a partir do pedúnculo ficam como filetes alaranjados. A espessura da casca aumenta e o tamanho do fruto diminui. É frequente a maturação desuniforme dos frutos afetados, ou seja, uma parte do fruto amadurece e a outra parte permanece verde e externamente pequenas manchas circulares verde-claras podem aparecer contrastando com a cor restante da casca dos frutos. Também é comum a presença de sementes abortadas nos frutos afetados e a queda precoce e intensa de frutos. (FUNDECITRUS, 2009).

O primeiro relato sobre essa doença se deu provavelmente em 1919 no sul da China e em 1935 o HLB já havia se transformado em um sério problema para a citricultura daquela

região (Bové, 2006). Neste mesmo período a doença se espalhou para diversos países do sudeste asiático comprometendo a citricultura de toda a região. No continente africano esta doença, embora causada por outra espécie de bactéria e transmitida por outra espécie de vetor, foi descrita na África do Sul em 1937, mas já era conhecida ali desde 1928. Nesse país recebeu o nome “greening” pelo fato dos frutos doentes não amadurecem normalmente. A partir de então se disseminou para outros países do leste da África e em 1991 já havia sido diagnosticada em 11 países da Ásia e 16 da África (Graça, 1991). No início do século XXI a doença chegou ao continente americano, disseminando-se rapidamente por países das Américas do Sul, do Norte e Central, e afetando seriamente as duas maiores regiões produtoras de laranja do mundo, o Estado de São Paulo no Brasil e o Estado da Flórida nos Estados Unidos da América (Zaghi, 2008).

No Brasil, o HLB foi reportado oficialmente em junho de 2004, num pomar localizado no município de Araraquara-SP, na região Centro, estando associada às bactérias gram negativas e restritas aos vasos do floema das plantas, denominadas *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Ca. L. americanus* (Coletta-Filho *et al.*, 2004; Teixeira *et al.*, 2005), sendo, atualmente, a primeira espécie predominante (Lopes & Frare, 2008). Ambas as bactérias são transmitidas pelo psíldeo dos citros *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), que, pela sua grande capacidade de movimentação e eficiência de transmissão da bactéria, fez com a doença rapidamente se disseminasse por todas as regiões citrícolas deste estado e, posteriormente, para municípios do sul do Triângulo Mineiro, sul de Minas Gerais e norte e noroeste do Paraná.

Ao contrário das cigarrinhas, a gama de hospedeiros de *D. citri* é menor e restrita às espécies do gênero *Citrus* e outros da família Rutaceae como *Poncirus*, *Murraya*, *Severinia*, *Limonia* e *Swinglea* (Halbert & Manjunath, 2004).

O psíldeo dos citros foi descrito pela primeira vez no Brasil por Ângelo Costa Lima em 1942, no Rio de Janeiro (Gravena, 2005). Trata-se de um pequeno inseto que mede cerca de 2 a 3 mm de comprimento, de coloração marrom claro quando novo e manchado de escuro quando mais velho (Gallo *et al.*, 2002). Os adultos são alados, podendo viver até seis meses, são ativos saltando de ramo em ramo ou de planta em planta, em contraste com as formas jovens, que são muito limitadas em seus movimentos. Os adultos quando estão se alimentando ficam inclinados numa posição característica de 45 graus. São ovíparos, vivendo principalmente nos brotos novos, onde as fêmeas ovipositam de 600 a 800 ovos, que são alongados e afilados na extremidade. O ciclo de ovo até adulto dura de 13 a 48 dias, conforme a época do ano (Figura 2), podendo apresentar até 10 gerações por ano (Chavan &

Summanwar, 1993; Liu & Tsai, 2000; Nava *et al.*, 2006). As brotações novas estão diretamente relacionadas com a flutuação populacional desta praga, pois são nelas que a fêmea coloca seus ovos e as ninfas se desenvolvem. O psíldeo pode adquirir a bactéria do HLB a partir do terceiro instar de ninfa e pode transmiti-la quando na fase adulta, esses insetos são contaminados pela bactéria ao ingerir a seiva e infectam plantas saudáveis também ao se alimentar dela (Halbert & Manjunath, 2004). Períodos de aquisição e de inoculação menores que uma hora já são suficientes para a transmissão das bactérias associadas ao HLB, sendo necessário um período de latência da bactéria no inseto de 14 a 21 dias (Graça, 1991; Lopes, 2010).



Figura 2. Ciclo de vida *Diaphorina citri*. (Figura elaborada por Pedro T. Yamamoto)

Como não existe nenhum produto efetivo na eliminação da bactéria no interior das plantas cítricas que possa ser usado em escala comercial, o controle da doença deve ser preventivo, visando evitar ao máximo a ocorrência de novas infecções. Como em todo mundo, no Estado de São Paulo o manejo do HLB é baseado em três recomendações (Bové, 2006): 1) Plantio de mudas saudáveis oriundas de viveiros protegidos dos vetores; 2) Eliminação do inóculo por remoção de árvores sintomáticas, incluindo plantas cítricas e também de *Murraya* spp., o hospedeiro preferido do vetor *D. citri* e também das bactérias *Ca. L. americanus* e *Ca. L. asiaticus* (Lopes *et al.* 2006a, 2006b); 3) Redução da população do vetor,

principalmente, por meio de tratamentos com inseticidas. Ao contrário da CVC, que em alguns casos a poda de ramos sintomáticos pode curar a planta, a poda de ramos ou mesmo uma poda drástica em plantas com sintomas de HLB não são efetivas para curar a planta infectada (Lopes *et al.*, 2007).

1.3 Controle químico dos insetos vetores dos agentes causais da CVC e do HLB

Entre as principais medidas preconizadas para o manejo da CVC e HLB, a redução da população dos insetos vetores por meio de aplicações preventivas de inseticidas tem sido a mais aceita e adotada pelos citricultores por eles já terem hábito de aplicar inseticidas, os equipamentos necessários para esta operação, uma diversidade de inseticidas registrados para este fim à disposição e, principalmente, por este método não representar uma perda imediata de produção como representa a eliminação de plantas doentes ainda produtivas.

Geralmente, os mesmo inseticidas utilizados para o controle das cigarrinhas da CVC são utilizados para o controle do psilídeo dos citros e estratégias de manejo em conjunto devem ser adotadas para racionalizar a utilização dos defensivos agrícolas (Yamamoto *et al.*, 2009). Atualmente, encontram-se registrados no Ministério da Agricultura 15 produtos para o controle de *D. citri*, sendo seis neonicotinóides, três organofosforados, um piretróide, três fisiológicos juvenóides, uma mistura de neonicotinóide com diamida antranílica e um tetranortriterpenóide (azadiractina) (Agrofit, 2011). Para o controle das cigarrinhas da CVC, são 21 os produtos registrados no Ministério da Agricultura, sendo 12 neonicotinóides, sete piretróides, um organofosforado e um carbamato (Agrofit, 2011). As modalidades para aplicação de inseticidas na citricultura mais usuais são por meio da pulverização via foliar com utilização de turbopulverizadores, empregando doses do produto comercial para 100 litros de água ou doses fixas por hectare aplicando volumes variando de 1500 a 3000 de calda/ha, ou por avião utilizando baixo volume (5 a 10 litros de calda/ha). Outra modalidade de aplicação usual é o *drench*, palavra inglesa que significa dose/porção, e consiste na aplicação do produto diluído no colo da planta com volumes de calda variando de 50 a 1000 ml/planta, ou aplicação de granulados via solo, sendo o volume e a dose de ingrediente ativo dependentes do tamanho da planta. Esta modalidade é empregada para a aplicação de produtos sistêmicos.

Geralmente, os inseticidas aplicados sobre as folhas de citros são eficientes para o controle dos insetos vetores quando eles entram diretamente em contato com os insetos no momento da aplicação ou quando os insetos entram em contato com eles quando depositados na superfície das folhas. A rápida ação destes produtos sobre os insetos vetores antes da sua

alimentação nas folhas impedem a aquisição dos patógenos vasculares pelos insetos sugadores e sua posterior inoculação em novas plantas (de Miranda *et al.*, 2011; Serikawa *et al.*, 2011). Entretanto, estes inseticidas aplicados sobre as folhas estão mais sujeitos às adversidades climáticas, como chuvas e radiação solar que podem reduzir sensivelmente o seu tempo de permanência sobre a superfície foliar e aumentar sua degradação. Além disso, estes inseticidas são pouco redistribuídos na superfície foliar e se translocam para outras folhas em crescimento dos brotos, local preferido de alimentação dos insetos sugadores, o que também reduz seu período residual e de controle. Entre os inseticidas aplicados por meio de pulverizações foliares para o controle de vetores em pomares de citros, o período após a aplicação cuja eficiência de controle de *D. citri* e cigarrinhas da CVC permanece igual ou superior a 80% têm variado bastante entre 1 a 40 dias e 1 a 20 dias, respectivamente (Tabela 1). Por sua vez, os inseticidas sistêmicos aplicados no solo ou em *drench*, geralmente, apresentam um período residual ou de controle maior de insetos sugadores que o dos inseticidas aplicados sobre as folhas por serem menos influenciados pelas condições adversas de clima e se redistribuírem na planta, acompanhando o desenvolvimento e crescimento dos tecidos foliares. Geralmente, em pomares jovens, os inseticidas sistêmicos aplicados no solo ou em *drench* apresentam uma eficiência de controle de ambos os vetores por um período maior de que os inseticidas aplicados nas folhas, em geral alcançando 50 a 127 dias após a aplicação para psílideo e de 12 a 57 dias para as cigarrinhas da CVC (Tabela 2). Entretanto, estes produtos levam mais tempo para atingirem as folhas após sua aplicação, normalmente no solo ou no tronco, porque necessitam serem absorvidos e transportados até as folhas em crescimento. A velocidade de absorção e transporte destes produtos na planta depende das condições de umidade e composição do solo, atividade fisiológica da planta e tamanho da planta. Adicionalmente, estes produtos sistêmicos aplicados no solo ou via *drench* somente controlam os vetores quando estes atingem os vasos da planta (xilema e floema) durante seu processo de alimentação e entram em contato com o produto na ingestão, sendo excelentes para evitar a aquisição dos patógenos pelos vetores, mas menos eficientes em evitar a inoculação, principalmente pela primeira salivação do inseto nos vasos da planta (de Miranda *et al.*, 2011; Serikawa *et al.*, 2011). Em função destas características dos inseticidas aplicados nas folhas e inseticidas aplicados via solo ou *drench*, normalmente, em pomares jovens ambos são aplicados alternadamente (inseticidas aplicados nas folhas no período da seca, e inseticidas aplicados via solo ou *drench* no período das águas) ou até simultaneamente no período das águas para o melhor controle dos insetos vetores da CVC e HLB e sua eficiência no controle de ambas as doenças.

Enquanto que normalmente para o controle de cigarrinhas da CVC se realizavam de 4 a 12 aplicações anuais de inseticidas em plantas de até três anos de idade e nenhuma a três aplicações anuais de inseticidas em plantas mais velhas, com a introdução do HLB nos pomares paulistas, a quantidade de aplicações por ano, tanto em pomares jovens como pomares adultos praticamente dobrou. O uso sistemático de inseticidas para o controle vetores associados às doenças, aliado ao uso de inseticidas para o controle de outras pragas sérias, como a mosca-das-frutas, o bicho furão, o minador-dos-citros e a ortézia, tornam a citricultura paulista insustentável em longo prazo do ponto de vista ambiental, de custos e de resíduos. Estes fatos têm exigido dos pesquisadores e manejadores de pragas maior habilidade em manipular o sistema ecológico de uma plantação de citros.

O presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo de caso sobre a eficiência de inseticidas aplicados nas plantas cítricas na redução da população das cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da CVC, e do psilídeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do HLB em pomares novos, assim como detectar os fatores chaves para o insucesso da redução da população destes vetores nos pomares.

Para tornar a leitura da dissertação mais agradável foi utilizado no texto a seguir o termo “cigarrinhas da CVC” para designar as cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da CVC, e do termo “psilídeo do HLB” para designar o psilídeo vetor de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, agente causal do HLB.

Tabela 1. Dias após a aplicação foliar de inseticidas com eficiência de controle de cigarrinhas da CVC e do psíldeo do HLB acima de 80% em condições de campo.

Princípio ativo	Dose de i.a. (g ou ml) por 2000 litros	Dias com eficiência de controle acima de 80% em condições de campo			Idade da planta (anos)	Referências
		Psíldeo		Cigarrinhas		
		Adulto	Ninfa			
Abamectina	7,2	30	30		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
Acefato	750	15		15		Silva <i>et al.</i> (2011)
	1125	21-40*	28	21	*2	Benvenga <i>et al.</i> (2006); Silva <i>et al.</i> (2011)
Acetamiprido	40	15		15		Silva <i>et al.</i> (2011)
	100	30	30		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
Acrinatrina	5	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	10	20		20		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
Alfa-cipermetrina	30	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011)
	40	8		8		Silva <i>et al.</i> (2011)
Bifentrina	20	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	40	15		15		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
Buprofezina+Óleo Mineral	500+0,25%	28	28		2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)
Carbosulfano	200	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
Cipermetrina	50	1		1		Silva <i>et al.</i> (2011)
	75	3		3		Silva <i>et al.</i> (2011)
Cloridrato de Formetanato	250	6-13				Yamamoto <i>et al.</i> (2011)

Tabela 1. Continuação

Princípio ativo	Dose de i.a. (g ou ml) por 2000 litros	Dias com eficiência de controle acima de 80% em condições de campo		Cigarrinhas	Idade da planta (anos)	Referências
		Psilídeo				
		Adulto	Ninfa			
Clorpirifós	480	3		3		Silva <i>et al.</i> (2011)
	960	6-13		7		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
Clotianidina	170	40	28		2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)
Deltametrina	7,5-7,7	1		1		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	15	3-30*	30*	3	2,5*	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2009; 2011)
Dimetoato	400	5		5		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	800	13-30*	30*	15	2,5*	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2009; 2011)
Etiona	1000	30	30		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
Etofenproxi	30	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011)
	50	10				Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	120	30	30		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
Fenpropatrina	45	7		7		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	90	15		15		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
	150	40	28		2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)
	225	30	30		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
Fosmete	500	13-20				Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
Imidacloprido	80	6-30	30	15		Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2009; 2011)

Tabela 1. Continuação

Princípio ativo	Dose de i.a. (g ou ml) por 2000 litros	Dias com eficiência de controle acima de 80% em condições de campo		Idade da planta (anos)	Referências	
		Psilídeo				Cigarrinhas
		Adulto	Ninfa			
Gama-cialotrina	7,5	5-20		5	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
	11,25	8		8	Silva <i>et al.</i> (2011)	
	15	12		12	Silva <i>et al.</i> (2011)	
Lambda-cialotrina	10	30*	30*	2,5*-3**	Yamamoto <i>et al.</i> (2002; 2009)	
	15	8		8	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
	20	13		3*	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2002; 2011)	
	30			7	Yamamoto <i>et al.</i> (2002)	
	40			7	Yamamoto <i>et al.</i> (2002)	
Malationa	3000	40	28	2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)	
Metidationa	400	7-30*	30*	7	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
	800	12-20		15	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
Piriproxifem	90	40	28	2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)	
Tiametoxam	50	13-30*	30*	15	Silva <i>et al.</i> (2011); Yamamoto <i>et al.</i> (2009; 2011)	
Tiametoxam+Lambda-cialotrina	21,15+15,9	6-13			Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
	28,20+21,2	13-30			Yamamoto <i>et al.</i> (2011)	
	84,6+63,6	30	30	2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)	

Tabela 2. Dias após a aplicação no solo ou em *drench* de inseticidas com eficiência de controle de cigarrinhas da CVC e do psilídeo do HLB acima de 80% em condições de campo.

Princípio ativo	Dose de i.a. (g ou ml) por planta	Dias com eficiência de controle acima de 80% em condições de campo		Cigarrinhas	Idade da planta (anos)	Referências
		Psilídeo				
		Adulto	Ninfa			
Acefato	2,23-2,91			12	Viveiro-1,5	Roberto & Yamamoto (1998); Yamamoto <i>et al.</i> (2000)
Acetamiprido	0,4-0,6			57	1,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2000)
	1	50-60*	50-60*	57**	2,5*-1,5**	Yamamoto <i>et al.</i> (2000; 2009)
Acetamiprido+Óleo Mineral	0,4-0,8+3,78			57	1,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2000)
Aldicarbe	7,5	50-60	50-60		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
	0,3			50	Viveiro	Roberto & Yamamoto (1998)
	0,75			80	Viveiro	Roberto & Yamamoto (1998)
	1,5			20	3	Roberto & Yamamoto (1998)
Imidacloprido	0,5			28	Viveiro	Yamamoto <i>et al.</i> (2002)
	0,7-1,0	127			1	De Salvo <i>et al.</i> (2006)
	1			50*-57**	Viveiro*-1,5**	Roberto & Yamamoto (1998); Yamamoto <i>et al.</i> (2000)
	2,1-2,8	50-60	50-60		2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)
	3,5	80			1 (muda)	Sanches <i>et al.</i> (2009)
Monocrotofós	1-4			12	Viveiro-1,5	Roberto & Yamamoto (1998); Yamamoto <i>et al.</i> (2000)

Tabela 2. Continuação

Princípio ativo	Dose de i.a. (g ou ml) por planta	Dias com eficiência de controle acima de 80% em condições de campo		Idade da planta (anos)	Referências	
		Psilídeo				Cigarrinhas
		Adulto	Ninfa			
Tiametoxam	0,5	99		2	Benvenga <i>et al.</i> (2006)	
	0,75	50-60	50-60	2,5	Yamamoto <i>et al.</i> (2009)	
	3	80		1 (muda)	Sanches <i>et al.</i> (2009)	
	0,5			3	Yamamoto <i>et al.</i> (2002)	

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área do estudo de caso

O presente estudo de caso foi realizado na Fazenda São José, localizada no município de Motuca-SP, entre maio de 2006 e outubro de 2010. A área utilizada foi plantada para este estudo em maio de 2006 com mudas de laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre limoeiro ‘Cravo’, no espaçamento 6,65m x 2,90m, ocupando uma área de aproximadamente 26 hectares. Esta área era composta por 24 parcelas distribuídas aleatoriamente, sendo metade das parcelas com aplicação de inseticidas para o controle de psilídeos e cigarrinhas e a outra metade sem aplicação de inseticidas (Figura 3). Cada parcela, de aproximadamente um hectare, era constituída por 18 linhas de plantio com 28 plantas cada (504 plantas/parcela).



Figura 3. Vista aérea da área do estudo de caso na Fazenda São José, no município de Motuca-SP, indicando as parcelas com programa de controle de psilídeos e cigarrinhas (com quadrado vermelho) e sem aplicação de inseticidas (com quadrado branco). Imagem do Google Earth.

2.2 Tratamentos para o controle de psíldeos e cigarrinhas

Desde o plantio, nas parcelas com o controle de psíldeos e cigarrinhas, foi realizado um programa de aplicação foliar alternada de três inseticidas de diferentes grupos químicos (Imidacloprido 200 SC - neonicotinóide, Dimetoato 400 CE – organofosforado e Etofenproxi 300 CE - norpiretro) e de dois inseticidas no solo ou em *drench* (Aldicarbe 150 G – carbamato e Tiametoxam 10 GR ou 250 WG - neonicotinóide) em esquema de calendário com intervalos de aplicação pré-definidos. As pulverizações foliares de inseticidas foram realizadas a cada 14 dias, do final de março ao final de novembro, sempre seguindo um rodízio entre os ingredientes ativos aplicados. As aplicações dos inseticidas no solo ou em *drench* foram realizadas em intervalos de 56 dias, sendo uma aplicação no início de dezembro (nos três primeiros anos com Aldicarb no solo e no quarto ano com Tiametoxam em *drench*) e outra no início de fevereiro (nos dois primeiros anos com Tiametoxam formulação GR no solo e nos dois anos seguintes com formulação WG em *drench*). No período de aplicação dos inseticidas no solo ou em *drench* não houve a aplicação foliar de inseticidas. As datas de aplicação dos diferentes inseticidas, as doses de ingrediente ativo por litro de calda e o volume de calda aplicado são apresentados na Tabela 3.

As aplicações foliares de inseticidas foram realizadas nos dois primeiros anos com aplicador do tipo “Pistola” com bico de cerâmica FMC n.6 sem difusor, na pressão de 50 a 90 lbf/pol² e, nos dois últimos anos, com turbopulverizador FMC 2000 acoplado ao trator Massey Ferguson-MF 275, na velocidade de 3 a 4 km/h (Segunda marcha reduzida alta), com 540 rpm na TDP e na pressão de 250 lbf/pol² e equipado com bicos de cerâmica FMC n.6 e difusores cerâmicos de dois e de três furos alternados na barra de pulverização (Figura 4).

As aplicações dos inseticidas no solo ou em *drench* foram da seguinte forma: (i) Aplicação de granulados no solo feita com matraca Mebuki com capacidade de 4 kg regulada para dividir a dose do produto em duas batidas por planta no primeiro ano e em quatro batidas por planta no segundo e terceiro anos (Figura 5); (ii) Aplicação no colo da planta em *drench* com equipamento dosador automático acoplado a saída do tanque de pulverização (Figura 6).

Tabela 3. Datas de aplicação dos diferentes inseticidas, doses de ingrediente ativo (i.a.) e volumes de calda aplicados para o controle de *Diaphorina citri* e cigarrinhas nas parcelas da área de estudo.

Ingrediente ativo	Data de aplicação	Dose de i.a. ^x	Volume de calda ^y	Ingrediente ativo	Data de aplicação	Dose de i.a. ^x	Volume de calda ^y
Imidacloprido	30/05/06	4,0	0,6	Etofenproxi	22/08/08	2,5	3,1
Etofenproxi	13/06/06	2,5	0,6	Dimetoato	05/09/08	40,0	3,1
Dimetoato	27/06/06	40,0	0,6	Imidacloprido	19/09/08	4,0	3,1
Imidacloprido	11/07/06	4,0	0,6	Etofenproxi	03/10/08	2,5	3,1
Etofenproxi	25/07/06	2,5	0,6	Dimetoato	17/10/08	40,0	3,1
Dimetoato	08/08/06	40,0	0,6	Imidacloprido	01/11/08	4,0	3,1
Imidacloprido	22/08/06	4,0	0,6	Etofenproxi	14/11/08	2,5	3,1
Etofenproxi	08/09/06	2,5	0,6	Dimetoato	28/11/08	40,0	3,1
Dimetoato	19/09/06	40,0	0,6	Aldicarb	12/12/08	2,5	-
Imidacloprido	12/10/06	4,0	0,8	Tiametoxam	06/02/09	0,8	0,5
Etofenproxi	27/10/06	2,5	0,8	Imidacloprido	03/04/09	4,0	3,5
Dimetoato	10/11/06	40,0	0,8	Etofenproxi	17/04/09	2,5	3,5
Imidacloprido	23/11/06	4,0	0,8	Dimetoato	01/05/09	40,0	3,5
Aldicarb	4/12/06	3,0	-	Imidacloprido	15/05/09	4,0	3,5
Tiametoxam	31/01/07	0,3	-	Etofenproxi	29/05/09	2,5	3,5
Imidacloprido	29/03/07	4,0	0,8	Dimetoato	12/06/09	40,0	3,5
Dimetoato	13/04/07	40,0	0,8	Imidacloprido	26/06/09	4,0	3,5
Etofenproxi	02/05/07	2,5	0,8	Etofenproxi	10/07/09	2,5	3,5
Imidacloprido	18/05/07	4,0	0,8	Dimetoato	24/07/09	40,0	3,5
Dimetoato	01/06/07	40,0	0,8	Imidacloprido	07/08/09	4,0	3,5
Etofenproxi	15/06/07	2,5	1,0	Etofenproxi	21/08/09	2,5	3,5
Imidacloprido	29/06/07	4,0	1,0	Dimetoato	04/09/09	40,0	3,5
Dimetoato	13/07/07	40,0	1,0	Imidacloprido	28/09/09	4,0	3,5
Etofenproxi	26/07/07	2,5	1,0	Etofenproxi	16/10/09	2,5	3,5
Imidacloprido	10/08/07	4,0	1,0	Dimetoato	01/11/09	40,0	3,5
Dimetoato	24/08/07	40,0	1,0	Imidacloprido	13/11/09	4,0	3,5
Etofenproxi	08/09/07	2,5	1,5	Etofenproxi	27/11/09	2,5	3,5
Imidacloprido	21/09/07	4,0	1,5	Tiametoxam	11/12/09	0,9	0,7
Dimetoato	05/10/07	40,0	1,5	Tiametoxam	05/02/10	1,0	0,7
Etofenproxi	19/10/07	2,5	2,0	Etofenproxi	02/04/10	2,5	3,7
Imidacloprido	02/11/07	4,0	2,0	Dimetoato	16/04/10	40,0	3,7
Dimetoato	16/11/07	40,0	2,0	Imidacloprido	03/05/10	4,0	3,7
Etofenproxi	30/11/07	2,5	2,0	Etofenproxi	14/05/10	2,5	3,7
Aldicarb	14/12/07	6,0	-	Dimetoato	28/05/10	40,0	3,7
Tiametoxam	08/02/08	0,5	-	Imidacloprido	11/06/10	4,0	3,7
Imidacloprido	07/04/08	4,0	2,2	Etofenproxi	23/06/10	2,5	3,7
Etofenproxi	24/04/08	2,5	2,2	Dimetoato	09/07/10	40,0	3,7
Dimetoato	06/05/08	40,0	3,1	Imidacloprido	23/07/10	4,0	3,7
Imidacloprido	16/05/08	4,0	3,1	Etofenproxi	06/08/10	2,5	3,7
Etofenproxi	30/05/08	2,5	3,1	Dimetoato	20/08/10	40,0	3,7
Dimetoato	13/06/08	40,0	3,1	Imidacloprido	03/09/10	4,0	3,7
Imidacloprido	27/06/08	4,0	3,1	Etofenproxi	17/09/10	2,5	3,7
Etofenproxi	10/07/08	2,5	3,1	Dimetoato	01/10/10	40,0	3,7
Dimetoato	24/07/08	40,0	3,1	Imidacloprido	15/10/10	4,0	3,7
Imidacloprido	07/08/08	4,0	3,1	Etofenproxi	29/10/10	2,5	3,7

^x gramas de ingrediente ativo dos inseticidas de contato por 100 litros de calda ou gramas de ingrediente ativo dos inseticidas sistêmicos por planta.

^y litros de calda aplicados por planta.



Figura 4. Turbopulverizador FMC 2000 acoplado ao trator utilizado para efetuar as pulverizações foliares de inseticidas de contato. Foto de Renato B. Bassanezi.



Figura 5. Aplicação de inseticidas granulados de solo com matraca. Foto de Renato B. Bassanezi.



Figura 6. Aplicação de inseticida sistêmico na forma de *drench* em replantas (esquerda) e plantas até três anos de idade (direita). Fotos de Renato B. Bassanezi.

2.3 Avaliação da população de *D. citri* e cigarrinhas da CVC

Para a avaliação da população de psilídeos e cigarrinhas foram marcadas seis plantas no centro de cada parcela (Figura 7). Em cada planta marcada foi contado o número de psilídeos e cigarrinhas adultos capturados em uma armadilha adesiva amarela (BUG-Agentes Biológicos), dupla face, de 15 x 10 cm, disposta no terço superior da planta (Figura 8). Em três ramos novos, tomados ao acaso na periferia da copa de todas as plantas marcadas, foi contado o número de ninfas de *D. citri*.

Todas as avaliações foram realizadas a cada 14 dias, coincidentes com o dia anterior à nova aplicação de inseticida nas parcelas com o programa de controle dos vetores de HLB e CVC.

2.4 Avaliação do estágio fenológico das plantas

Nas mesmas seis plantas previamente marcadas por parcela para a avaliação da população dos vetores, foi realizada, a cada 14 dias, a avaliação do estágio fenológico com o auxílio do Guia de Fases de Desenvolvimento Citros (Stoller do Brasil Ltda.). Os seguintes estádios vegetativos foram considerados: V1 = gema dormente; V2 = início da brotação vegetativa, com as folhas iniciando o distanciamento entre elas, porém com eixo central da brotação pouco definido; V3 = brotação vegetativa com as folhas nitidamente distanciadas uma das outras e com o eixo central da brotação definido e bem caracterizado; V4 = ramo

vegetativo com $\frac{1}{4}$ do tamanho final; V5 = ramo vegetativo com $\frac{1}{2}$ do tamanho final; V6 = ramo vegetativo com $\frac{3}{4}$ do tamanho final; e V7 = ramo vegetativo maduro, com tamanho final definido e coloração escura). A presença de cada um destes estádios fenológicos de vegetação era contabilizada observando-se a planta toda. Adicionalmente, foi feita a contagem do número de brotações novas por ramo em três ramos de cada planta marcada. Foram consideradas como brotações novas, adequadas para a procriação de psilídeos, a vegetação no estágio V2 ao V4.



Figura 7. Foto área da área de estudo ilustrando a localização das plantas (Círculos amarelos) em cada parcela onde foram colocadas as armadilhas adesivas amarelas e feitas observações em ramos para o monitoramento da população de psilídeos e de cigarrinhas. Imagem do Google Earth.



Figura 8. Armadilha adesiva amarela utilizada para o monitoramento da população de adultos de psilídeo e cigarrinhas. Foto de Renato B. Bassanezi.

2.5 Medição da precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica diária, durante todo o período do estudo, foi medida com o auxílio de um pluviômetro tipo cunha, localizado a 50 m da área experimental.

2.6 Análise dos dados

Após cada avaliação da população de adultos e ninfas de psilídeo e de adultos de cigarrinhas foi calculado o número total de indivíduos observados nas parcelas com e sem controle destes insetos, somando-se o número observado nas 12 parcelas correspondentes. Estes números foram correspondentes ao produto aplicado nos 14 dias anteriores à avaliação. Em seguida, calculou-se a redução da população de insetos (R , em %) pelo tratamento de cada produto na conforme a equação abaixo:

$$R = [(I_{sc} - I_{tr}) / (I_{sc})] \times 100, \text{ onde:}$$

I_{sc} = número de insetos presentes nas parcelas sem o programa de controle de insetos vetores;

I_{tr} = número de insetos presentes nas parcelas com aplicação do produto em questão.

O resultado de cada avaliação correspondente a um determinado produto foi considerado como uma repetição do tratamento para este produto. Avaliações nas quais o número de insetos foi igual a zero, tanto nas parcelas sem o programa de controle de insetos vetores, como nas parcelas com o programa de controle de insetos vetores ($I_{sc} = 0$ e $I_{tr} = 0$), não foram consideradas na comparação da redução da população dos insetos vetores pelos diferentes produtos. Quando o número de insetos nas parcelas sem o programa de controle de insetos vetores foi maior ou igual ao número de insetos das parcelas com o tratamento inseticida, o valor de R foi considerado zero (Se $I_{sc} \geq I_{tr}$, $R = 0\%$).

Como os produtos aplicados via pulverização foliar foram utilizados em épocas com uma menor intensidade de insetos vetores em relação aos produtos aplicados no solo ou em *drench*, optou-se por realizar os testes estatísticos de comparação da eficiência dos produtos aplicados via pulverização foliar separadamente dos inseticidas aplicados no solo ou em *drench*.

Os valores médios de R dos produtos aplicados via pulverização foliar foram comparados pelo teste não paramétrico de Análise de Variância por classes de Kruskal-Wallis a 5% de significância. A comparação das médias dos valores de R para os inseticidas aplicados no solo e em *drench* foi feita pelo teste não paramétrico U de Mann-Whitney a 5% de significância.

Posteriormente, foi feita uma análise descritiva procurando entender as causas da redução insatisfatória da população de insetos vetores ($R < 80\%$) de alguns produtos em algumas avaliações. Tentou-se, por fim, estabelecer uma relação entre o insucesso da redução da população do inseto vetor nas parcelas pelo produto aplicado e diferentes variáveis, como: ocorrência de chuva durante os 14 dias após a aplicação, ocorrência de chuva nos primeiros sete dias após a aplicação, ocorrência de brotações nos dias seguintes à aplicação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Flutuação populacional de cigarrinhas da CVC e de *D. citri*

A flutuação populacional de adultos de cigarrinhas da CVC e de adultos e ninfas de *D. citri* nas parcelas sem aplicação de inseticidas, durante o período analisado, podem ser observadas na Figura 9. No primeiro ano após o plantio foi observada a predominância de cigarrinhas vetoras da CVC, enquanto que a população de psilídeos neste período foi muito baixa. A partir do segundo ano após o plantio, a densidade populacional de psilídeos foi quase sempre maior que a de cigarrinhas da CVC.

Os picos populacionais de cigarrinhas geralmente ocorreram entre os meses de setembro e fevereiro, correspondentes às estações da Primavera e Verão com picos nunca superiores a 0,6 cigarrinhas/armadilha/avaliação (Figura 9). Praticamente em todas as avaliações foram capturadas cigarrinhas da CVC, mas sempre em baixa densidade populacional (média menor que 0,2 cigarrinhas/armadilha/avaliação). Estes maiores surtos de cigarrinhas foram relacionados à presença de folhas tenras nas plantas de citros, mas não foram relacionados à presença de brotações (Figura 10). Em condições de campo é rara a presença de ninfas de cigarrinhas desenvolvendo-se em plantas cítricas e a presença de cigarrinhas é de ocorrência acidental em citros, aparecendo apenas em épocas de surtos vegetativos (Yamamoto & Gravena, 2000), o que sugere que as espécies de cigarrinhas se desenvolvem em hospedeiros alternativos e posteriormente migram na fase adulta para as plantas cítricas principalmente para se alimentar (Milanez *et al.*, 2002). Cada espécie de cigarrinha vetora da *X. fastidiosa* tem preferência por determinada parte do ramo cítrico, podendo alimentar-se de haste ou folhas, ramos novos ou mais desenvolvidos (Gravena *et al.*, 1997). As cigarrinhas da espécie *B. xanthophis* preferem alimentar-se em hastes de ramos novos em mudas cítricas, com maior atividade alimentar durante o dia (de Miranda *et al.* 2008). Para *D. costalimai* e *O. facialis*, o local de preferência para a atividade alimentar varia de acordo com o período do dia, no entanto as hastes de ramos cítricos são as preferidas destas espécies (Marucci *et al.*, 2004; Montesino *et al.*, 2006).

A partir do segundo ano de plantio até o término do experimento notou-se três grandes surtos populacionais bem definidos de adultos e de ninfas de *D. citri* (Figura 9). Todos os surtos populacionais de adultos e, principalmente, de ninfas de *D. citri* foram relacionados com a presença de fluxos vegetativos (Figura 10). Os aumentos da população de adultos e ninfas de psilídeo apresentaram-se de forma cíclica com surtos populacionais bem expressivos, porém houve uma redução natural na população nos períodos de baixa temperatura e pouca chuva que levou a pouca emissão de brotação. No primeiro ano, as plantas apresentaram fluxos constantes de vegetação, porém com poucas brotações/ramo. Nos anos seguintes, os fluxos vegetativos foram concentrados em períodos mais definidos, mas com mais brotações por ramo, o que pode explicar a presença maior de psilídeos a partir do segundo ano (Figura 10).

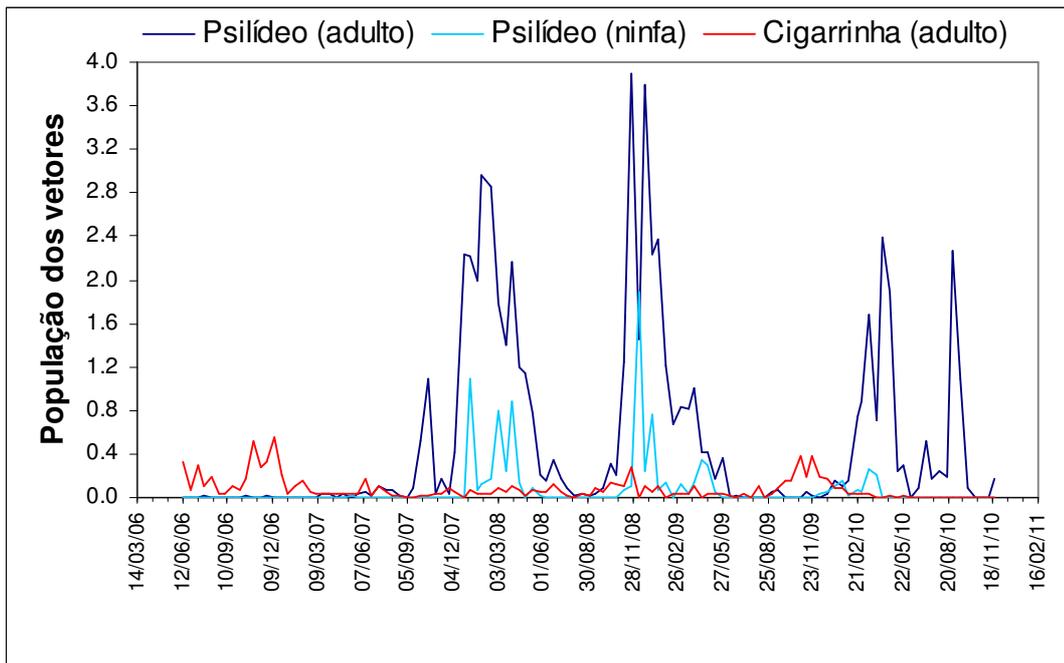


Figura 9. População de adultos/armadilha/avaliação (linha vermelha) de adultos de cigarrinhas da CVC e de adultos/armadilha/avaliação (linha azul escura) e de ninfas/ramo/avaliação (linha azul clara) de *Diaphorina citri* nas parcelas sem aplicação de inseticidas para o seu controle.

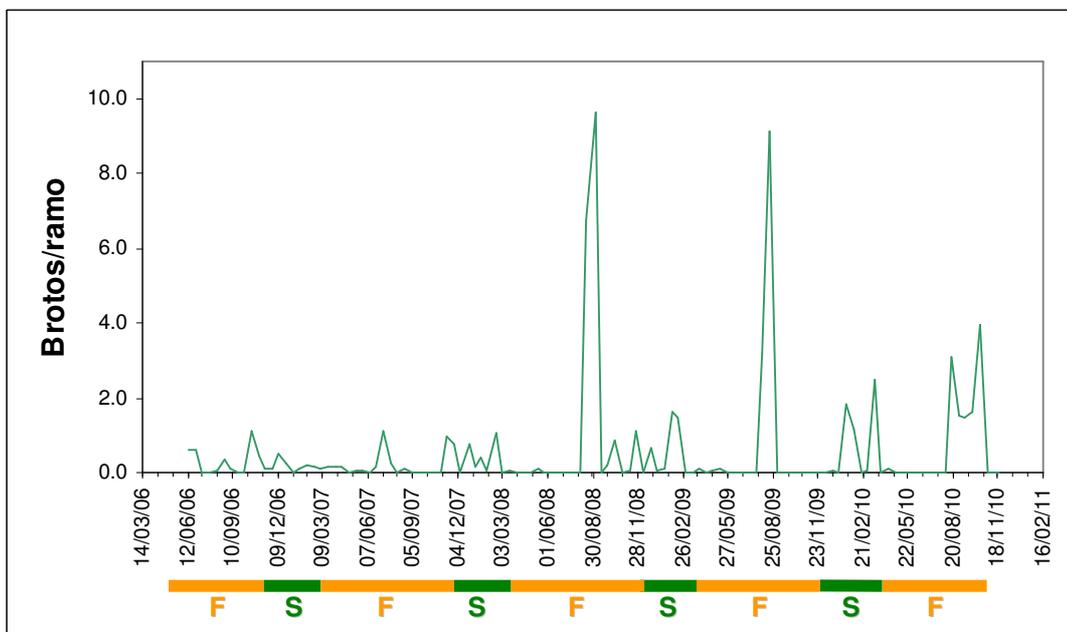


Figura 10. Número médio de brotos novos por ramo. As barras alaranjadas indicam os períodos em que foram feitas as pulverizações foliares (F) e as barras verdes indicam os períodos em que feitas aplicações de inseticidas no solo ou em *drench* (S).

Outra observação interessante foi que os picos das populações de adultos de psilídeos se estenderam por períodos maiores que os de ninfas, isto é, iniciaram antes e terminaram depois. Isto pode ser um indicativo de que o início do aumento populacional dos adultos nas parcelas do experimento provavelmente se deve na sua maior parte pela migração de psilídeos de fontes externas (outros pomares) porque não foram verificadas ninfas nos períodos imediatamente anteriores, e que a população final se deve em grande parte à criação dos mesmos dentro das parcelas sem tratamento com inseticidas, isto é, ninfas gerando novos adultos dentro das parcelas sem controle com inseticidas.

É interessante notar que os momentos de ocorrência dos maiores picos de cigarrinhas não corresponderam aos momentos de maiores picos da população de psilídeos. Existe uma grande relação entre os picos populacionais de *D. citri* e os fluxos de brotações de plantas cítricas porque as fêmeas do psilídeo procuram e colocam os seus ovos nas brotações bem jovens e as ninfas apenas se desenvolvem alimentando-se tecidos vegetativos tenros destas brotações durante o seu crescimento (Paiva, 2009). Por sua vez, densidade populacional das cigarrinhas da CVC não apresenta grande dependência em relação às brotações nos estádios de V2 a V4 nas plantas cítricas, pois as cigarrinhas se alimentam preferencialmente em tecidos vegetativos mais desenvolvidos como hastes jovens e mais maduras e folhas mais expandidas (Gravena *et al.*, 1997; Milanez *et al.* 2001; Marucci *et al.*, 2004; Montesino *et al.*, 2006; de Miranda *et al.* 2008).

Da mesma maneira observada por Yamamoto *et al.* (2001) e Yamamoto & Lopes (2004) foi observada uma variação na frequência de espécies de cigarrinhas da CVC conforme a idade das plantas cítricas (Figura 11). Nos primeiros dois anos do pomar, *B. xanthophis* foi a espécie mais frequente, provavelmente por ser residente na *Brachiaria* e em outras plantas daninhas presentes nas entre-linhas do pomar e ser capturada durante seus vôos pelas armadilhas adesivas amarelas posicionadas nas plantas cítricas jovens numa altura mais próxima desta vegetação espontânea. Nos anos seguintes, *A. citrina* foi a mais frequente, seguida por *D. costalimai* e *O. facialis*. Estas espécies de hábito arbóreo foram capturadas com maior frequência pelas armadilhas posicionadas numa altura mais elevada nas plantas cítricas mais velhas.

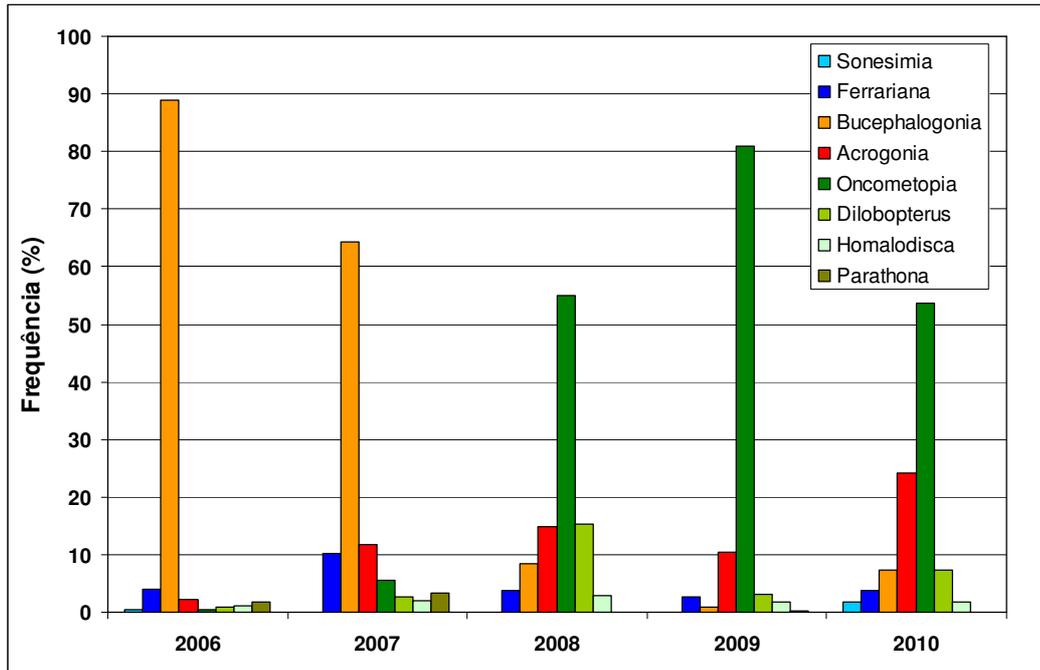


Figura 11. Frequência das espécies de cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa* capturadas nas armadilhas adesivas amarelas presentes nas parcelas da área experimental em função dos anos após o plantio.

3.2 Redução da população das cigarrinhas da CVC na área experimental pelos diferentes tratamentos com inseticidas

Geralmente, a população de adultos de cigarrinhas da CVC capturadas nas armadilhas adesivas amarelas pode ser considerada baixa durante todo o experimento. Entretanto, quando se comparou a população de adultos de cigarrinhas da CVC capturadas nas armadilhas adesivas amarelas nas parcelas com aplicação de inseticidas com a das parcelas sem aplicação de inseticidas, verificou-se que as aplicações dos produtos utilizados nas plantas cítricas não apresentaram eficiência satisfatória na redução da população das cigarrinhas da CVC nas parcelas tratadas. Independente do inseticida utilizado e da época de aplicação, a flutuação populacional de adultos de cigarrinhas foi praticamente idêntica nas parcelas com e sem aplicação de inseticidas (Figura 12). O total de cigarrinhas capturadas nas armadilhas adesivas amarelas no período avaliado (117 avaliações) foi 586 nas parcelas tratadas e 645 nas parcelas sem tratamento, redução de apenas 10% nas áreas tratadas quando comparadas as não tratadas.

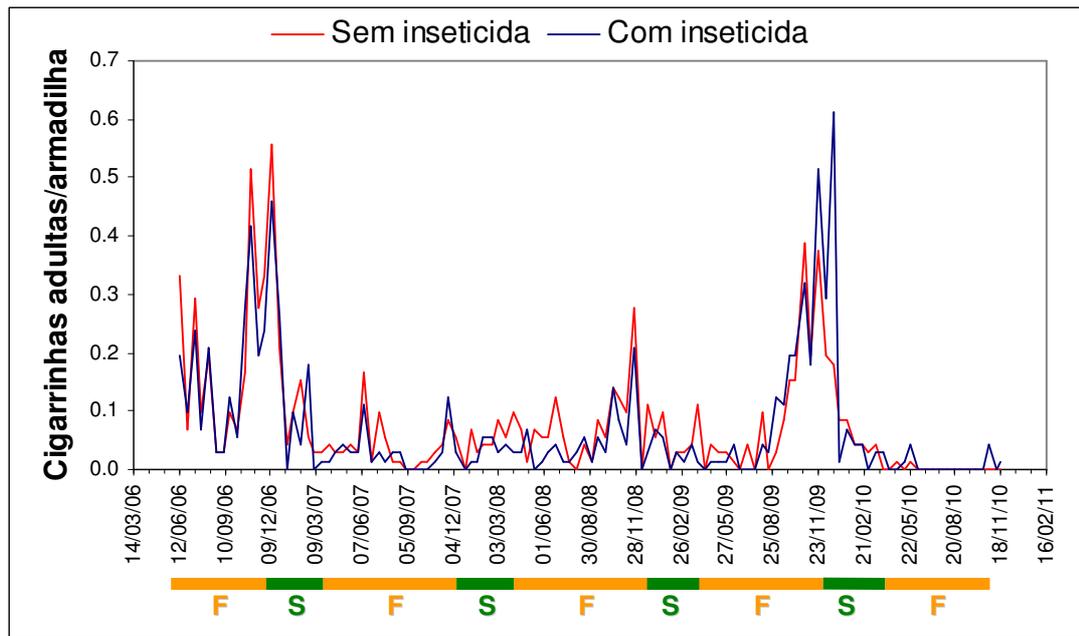


Figura 12. População de adultos de cigarrinhas vetoras de CVC nas parcelas com (azul) e sem (vermelho) aplicação de inseticidas para o seu controle. As barras alaranjadas indicam os períodos em que foram feitas as pulverizações foliares (F) e as barras verdes indicam os períodos em que feitas aplicações de inseticidas no solo ou em *drench* (S).

Todos os inseticidas aplicados por pulverização foliar não diferiram entre si quanto à redução da população de cigarrinhas (R) nas parcelas tratadas ($P > 0,05$) e apresentaram na média $R < 80\%$ considerando todas as avaliações válidas (Tabela 4). O mesmo foi observado para os inseticidas aplicados no solo e em *drench* (Tabela 4).

A princípio este resultado pareceu estranho, uma vez que todos os inseticidas utilizados, com exceção do Tiametoxam, apresentaram em trabalhos anteriores uma eficiência de controle de cigarrinhas acima de 80% quando aplicados sobre plantas cítricas. De acordo com Silva *et al.* (2011), o Imidacloprido e o Dimetoato aplicados sobre as plantas cítricas apresentaram uma eficiência de controle de cigarrinhas acima de 80% até 15 dias após a aplicação nas mesmas doses deste estudo de caso, enquanto que o Etofenproxi numa dose 1,7 vezes menor que a utilizada neste estudo conferiu eficiência de controle acima de 80% no controle de cigarrinhas até 7 dias após a aplicação. Com relação ao inseticida Aldicarbe, Roberto & Yamamoto (1998) obtiveram controle efetivo da cigarrinha *O. facialis* em mudas cítricas com período residual de 50 e 80 dias respectivamente nas doses de 0,3 e 0,75 g i.a./muda, enquanto que Yamamoto *et al.* (2002) obtiveram uma eficiência de controle acima de 80% para esse mesmo inseticida aplicado na dose de 1,5 g i.a./planta em plantas de três

anos de idade por mais de 20 dias. Já o Tiametoxam aplicado em plantas de três anos não teve eficiência de controle de *O. facialis* acima de 80% até 35 dias após a aplicação em *drench* no tronco na dose de 0,5 g i.a./planta (Yamamoto *et al.*, 2002).

Tabela 4. Redução (\pm erro padrão da média) da população de adultos de cigarrinhas vetoras de CVC, entre os intervalos de aplicações de 14 dias, pelos inseticidas aplicados plantas cítricas via pulverização foliar ou via solo e *drench*, durante o período de 19/03/2007 a 11/11/2010.

Cigarrinhas adultas	Redução (%)		Repetições válidas ^a /Aplicações totais ^b	P
Inseticidas via foliar				
Imidacloprido	35,4 \pm 8,6	n.s.	19/28	0,067 ^d
Dimetoato	43,7 \pm 9,9	n.s.	15/28	
Etofenproxi	16,3 \pm 5,5	n.s.	18/26	
Inseticidas via solo e <i>drench</i>				
Aldicarb	36,5 \pm 12,2	n.s.	10 ^c /3	0,899 ^e
Tiametoxam	39,2 \pm 8,3	n.s.	20 ^c /5	

^a Repetições válidas = avaliações nas quais o número de insetos foi diferente de zero, tanto nas parcelas sem o programa de controle de insetos vetores, como nas parcelas com o programa de controle de insetos vetores.

^b Número de aplicações realizadas para cada inseticida durante todo o experimento.

^c No caso dos inseticidas aplicados no solo e em *drench* cujo intervalo de aplicação foi de 56 dias, considerou-se cada intervalo de 14 dias neste período, como uma repetição.

^d Significância pelo teste não paramétrico de Análise de Variância por classes de Kruskal-Wallis.

^e Significância pelo teste não paramétrico U de Mann-Whitney.

Entretanto, a alta eficiência dos inseticidas aplicados sobre as plantas cítricas no controle das cigarrinhas somente resultaria numa alta redução da população de cigarrinhas no pomar se as cigarrinhas fossem quase que exclusivamente dependentes das plantas cítricas para se alimentar e reproduzir e/ou que a população de cigarrinhas migrantes de outras plantas hospedeiras para as plantas cítricas fosse muito baixa, o que não é o caso, como demonstrado neste estudo.

As cigarrinhas da CVC são espécies polífagas, alimentando-se, reproduzindo-se e desenvolvendo-se em diversas árvores e arbustos silvestres e plantas daninhas presentes em áreas de mata e brejo adjacentes a pomares de laranja, assim como na vegetação espontânea dentro dos pomares (Marucci *et al.*, 1999; Lopes & Giustolin, 2000), sendo também observadas, ocasionalmente, em certas culturas agrícolas, tais como algodoeiro, girassol e quiabeiro (Gravena *et al.*, 1997), cafeeiro (Lopes *et al.*, 1998), e ameixeira (Hickel *et al.*, 2001). Essa gama de hospedeiros alternativos para as cigarrinhas e a aplicação dos inseticidas apenas nas plantas cítricas explica a baixa redução da população de cigarrinhas nas parcelas

tratadas pelos inseticidas observada neste estudo. Como as espécies de cigarrinhas se desenvolvem principalmente em hospedeiros alternativos e apenas migram na fase adulta para as plantas cítricas para se alimentar (Yamamoto & Gravena, 2000; Milanez *et al.*, 2002), a aplicação de inseticidas apenas nas plantas cítricas é pouco eficiente para reduzir a sua população local, havendo seguidas reinfestações ou migrações de adultos de cigarrinhas das plantas hospedeiras alternativas para as plantas cítricas do pomar.

Como não foi avaliada a presença das cigarrinhas nas vegetações das plantas cítricas de cada parcela ou feito o confinamento das mesmas nas plantas tratadas e não tratadas, fica impossível concluir sobre a não eficiência dos produtos usados no controle das cigarrinhas e na transmissão da *Xylella fastidiosa* durante os intervalos de 14 dias de aplicação. Como as avaliações foram efetuadas através de captura de adultos em armadilhas adesivas amarelas, a população capturada nas armadilhas representa a população de cigarrinhas presente nas parcelas, mas não nas plantas cítricas, sendo apenas o reflexo da migração e movimentação dos adultos de cigarrinhas dos hospedeiros alternativos para as plantas de citros.

Este estudo de caso demonstra que mesmo com aplicações frequentes de inseticidas as cigarrinhas da CVC ocorrem sempre em pomares jovens, mais como resultado da criação destes insetos em hospedeiros alternativos e migração destas cigarrinhas de plantas hospedeiras, que não foram alvos das aplicações de inseticidas, para as plantas cítricas do que pela baixa eficiência dos produtos em matar estes insetos vetores nas plantas cítricas.

3.3 Redução da população de *D. citri* na área experimental e nas plantas cítricas pelos diferentes tratamentos com inseticidas

Em março de 2007, com um ano de pulverizações e avaliações quinzenais, foram encontrados os primeiros psílídeos na área experimental, e o primeiro surto populacional ocorreu durante a Primavera e o Verão desse mesmo ano, certamente devido à migração de psílídeos provenientes de outros pomares ao redor da área experimental, pois não foram encontradas ninfas nas inspeções anteriores. Nos anos seguintes também houve a ocorrência dos picos populacionais de psílídeos a partir do início da Primavera até o final do Verão, justificando a adoção do programa de controle de vetores executada nesta área, que utilizou produtos sistêmicos aplicados no solo e em *drench* durante a Primavera e Verão (maior população de insetos e maior período de chuvas) e produtos aplicados sobre as folhas durante o Outono e Inverno (menor população de insetos e menor período de chuvas). Se os inseticidas pulverizados sobre as plantas fossem aplicados no período das chuvas, certamente eles não atingiriam um período residual nas plantas de 14 dias.

Ao contrário do observado no controle das cigarrinhas vetoras de CVC, na maioria das avaliações, a aplicação de inseticidas nas plantas cítricas foi suficiente para reduzir significativamente a população de adultos (Figura 13A) e de ninfas (Figura 13B) de *D. citri*. O total de psilídeos adultos capturados nas armadilhas adesivas amarelas no período avaliado (117 avaliações) foi 739 nas parcelas tratadas com inseticidas e 4.340 nas parcelas sem tratamento, redução de 83% nas áreas tratadas quando comparadas as não tratadas. Por sua vez, a redução na população de ninfas de psilídeo foi de 97% nas áreas tratadas quando comparadas com as não tratadas (61 ninfas observadas nas brotações nas parcelas tratadas com inseticidas e 1.913 nas parcelas sem tratamento).

A maior redução da população de psilídeos pelos produtos usados foi mais evidente nos momentos em que a população de *D. citri* foi maior, correspondente em grande parte aos momentos de aplicação dos inseticidas sistêmicos no solo e em *drench* (Figura 12). Os inseticidas sistêmicos, aplicados no solo e em *drench* a intervalos de 56 dias, foram muito eficientes no controle de ninfas de *D. citri* (Tabela 5) com $R > 97\%$ e os dois produtos não diferiram entre si. No caso da redução da população de adultos de psilídeo nas parcelas, o Tiametoxam foi muito eficiente ($R > 92\%$), enquanto o Aldicarbe apresentou R média significativamente menor ($R = 72,5\%$) (Tabela 5).

Em dezembro de 2006, 2007 e 2008 foram realizadas as primeiras aplicações do ano de Aldicarbe via solo, deixando-se de realizar as aplicações quinzenais de inseticidas via foliar. Entretanto, quando foram realizadas estas aplicações em 2007 e 2008, a população de psilídeos adultos e de ninfas já havia iniciado um novo surto, principalmente em 2007, e como as plantas da área tratada ficaram desprotegidas de inseticida, até que o Aldicarbe fosse absorvido e translocado houve um pico populacional expressivo também nas parcelas com tratamento inseticida (Figura 13). Nestes anos, as R para adultos da aplicação de Aldicarbe avaliada após os primeiros 14 dias da aplicação foram respectivamente, 40 e 96%. Em 2007, não houve chuva nos 14 dias após a aplicação do Aldicarbe e em 2008, houve 34 e 87 mm de chuva respectivamente nos 7 e 14 dias após a aplicação. Em dezembro de 2009, também foi realizada a primeira aplicação do ano de inseticida desta vez Tiametoxam via *drench* e a R para adultos desta aplicação avaliada após os primeiros 14 dias da aplicação foi 67%. Porém, neste ano, quando esta aplicação foi realizada, houve 47 mm de chuva nos 7 dias após a aplicação e a população de *D. citri* estava bem baixa e a ausência de uma aplicação de inseticida via foliar no momento desta aplicação não resultou num pico de população de psilídeos nas parcelas tratadas como nos anos anteriores, sendo a eficiência do controle bem melhor (Figura 13). O inseticida Aldicarbe aplicado no solo tem melhor efeito quando

aplicado com o solo úmido e em períodos de chuva, enquanto que o Tiametoxam via *drench* teve melhor eficiência quando aplicado em solo não muito encharcado e sem chuva.

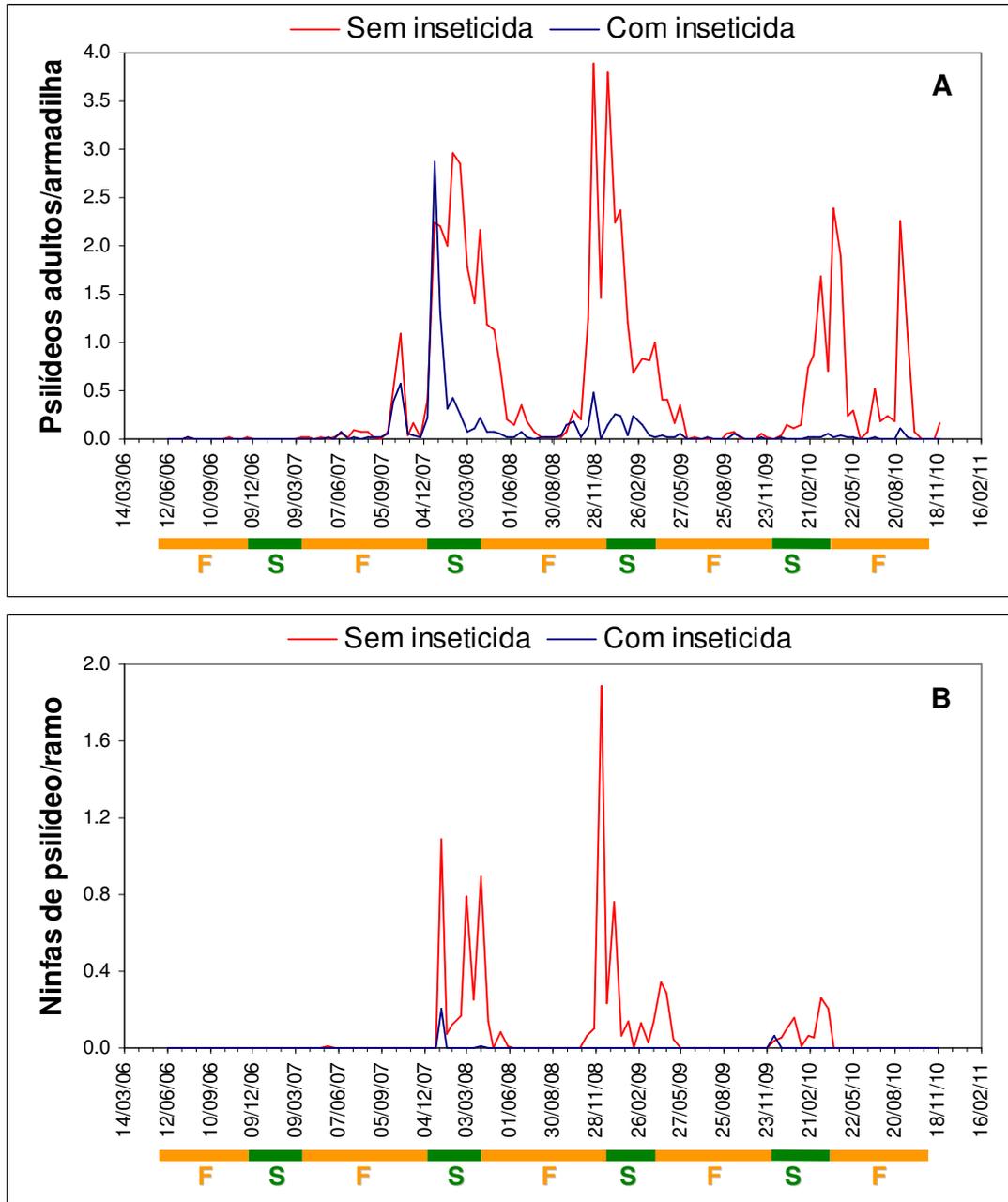


Figura 12. População de adultos (A) e de ninfas (B) de *Diaphorina citri* nas parcelas com (azul) e sem (vermelho) aplicação de inseticidas para o seu controle. As barras alaranjadas indicam os períodos em que foram feitas as pulverizações foliares (F) e as barras verdes indicam os períodos em que feitas aplicações de inseticidas no solo ou em *drench* (S).

Tabela 5. Redução (\pm erro padrão da média) da população de adultos e ninfas de *Diaphorina citri*, entre os intervalos de aplicações de 14 dias, pelos inseticidas aplicados nas plantas cítricas via pulverização foliar ou via solo e *drench*, durante o período de 19/03/2007 a 11/11/2010.

Psilídeos adultos	Eficiência (%)		Repetições válidas^a /Aplicações totais^b	P
Inseticidas via foliar				
Imidacloprido	76,3 \pm 7,9	n.s.	18/28	
Dimetoato	64,8 \pm 9,3	n.s.	19/28	0,899 ^d
Etofenproxi	68,1 \pm 9,0	n.s.	20/26	
Inseticidas via solo e <i>drench</i>				
Aldicarb	72,5 \pm 12,1	A	8 ^c /3	0,020 ^e
Tiametoxam	92,2 \pm 2,5	B	18 ^c /5	
Ninfas de psilídeos				
Inseticidas via foliar				
Imidacloprido	100,0 \pm 0,0	n.s.	4/28	
Dimetoato	100,0 \pm 0,0	n.s.	3/28	0,135 ^d
Etofenproxi	99,2 \pm 0,8	n.s.	3/26	
Inseticidas via solo e <i>drench</i>				
Aldicarb	97,3 \pm 2,7	n.s.	7 ^c /3	0,751 ^e
Tiametoxam	99,9 \pm 0,1	n.s.	15 ^c /5	

^a Repetições válidas = avaliações nas quais o número de insetos foi diferente de zero, tanto nas parcelas sem o programa de controle de insetos vetores, como nas parcelas com o programa de controle de insetos vetores.

^b Número de aplicações realizadas para cada inseticida durante todo o experimento.

^c No caso dos inseticidas aplicados no solo e em *drench* cujo intervalo de aplicação foi de 56 dias, considerou-se cada intervalo de 14 dias neste período, como uma repetição.

^d Significância pelo teste não paramétrico de Análise de Variância por classes de Kruskal-Wallis.

^e Significância pelo teste não paramétrico U de Mann-Whitney.

Yamamoto *et al.* (2009) relatam que ambos os inseticidas sistêmicos aplicados neste estudo via solo ou *drench* necessitam de 20 a 25 dias após a aplicação para atingirem 80% de eficiência de controle de psilídeos e que esta eficiência de controle permanece até os 50 a 60 dias após a aplicação dos inseticidas tanto para adultos como para ninfas. Resultados de 99 dias de controle de adultos de *D. citri* em plantas de dois anos após a aplicação de Tiametoxam aplicado via *drench* são reportados por Benvenga *et al.* (2006).

Este resultado vem validar as recomendações atuais de uso de inseticidas sistêmicos via solo ou *drench* que preconizam a aplicação de inseticidas via foliar no momento de aplicação do inseticida sistêmico no solo ou em *drench* para permitir uma proteção nas

plantas até que o inseticida aplicado no solo ou em *drench* seja absorvido pelas raízes e pela casca do tronco, translocado para as vegetações novas e se torne efetivo, não havendo intervalos nos quais as plantas fiquem desprotegidas. Também mostra que as aplicações de inseticidas sistêmicos no solo ou em *drench* devem ser feitas antes de se perceber o aumento populacional de psilídeos adultos ou ninfas, logo após as primeiras chuvas do início da Primavera. No caso dos inseticidas aplicados no solo ou em *drench*, ficou claro por este estudo que a menor redução da população de psilídeos das primeiras aplicações nas plantas jovens estava diretamente relacionada ao atraso na sua aplicação em relação ao aumento populacional do psilídeo e não somente à falta de água no solo, influenciando na eficiência do produto no período entre aplicação e início da absorção e translocação do mesmo.

Quanto aos inseticidas aplicados sobre as folhas das plantas cítricas, assim como observado na redução da população de adultos de cigarrinhas nas parcelas, todos os inseticidas testados nos intervalos de 14 dias apresentaram *R* média menor que 80% para adultos de psilídeo durante todo o período analisado e não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5). Já para a população de ninfas avaliadas nas plantas cítricas a redução foi superior a 99% para todos os inseticidas aplicados via foliar que também não diferiram entre si (Tabela 5). Segundo Silva *et al.* (2011) e Yamamoto *et al.* (2009; 2011), o Imidacloprido, o Etofenproxi e o Dimetoato, aplicados em doses semelhantes às deste estudo, apresentam, respectivamente, um período de eficiência de controle acima de 80% para adultos e ninfas de *D. citri* de 6 a 30 dias, 30 dias e de 13 a 30 dias.

Como realizado para as cigarrinhas da CVC, as avaliações da *R* de adultos de psilídeos foi feita com base no número de psilídeos adultos capturados em armadilhas adesivas amarelas. Esta metodologia de avaliação, como já comentada anteriormente, avalia somente a população de insetos adultos presentes nas parcelas e que são atraídos e capturados durante seu vôo de migração entre as plantas do pomar, não indicando necessariamente a eficiência dos inseticidas em controlar a população do inseto na planta cítrica. Ao contrário das cigarrinhas que não necessitam das plantas cítricas exclusivamente para sua reprodução, *D. citri* possui uma gama de hospedeiros mais restrita para sua reprodução e alimentação (Halbert & Manjunath, 2004), sendo nas condições de um pomar cítrico, as plantas cítricas as suas únicas hospedeiras. Isto explica os melhores resultados de redução da população de adultos de psilídeo nas parcelas tratadas em relação aos resultados para adultos de cigarrinhas para todos os inseticidas utilizados (Tabela 3 e 4). Enquanto que a redução média da população de adultos de cigarrinhas obtidas respectivamente para os inseticidas aplicados via foliar e via solo ou *drench* foram 31,8% e 37,8%, a redução média da população de adultos de

psílídeo respectivamente para os inseticidas aplicados via foliar e via solo ou *drench* foram 69,7% e 82,3%.

Mesmo assim, a *R* média na população de adultos de psílídeo obtida pelos inseticidas aplicados não foi maior que 80% para todos inseticidas utilizados no programa de controle de *D. citri*, com exceção do Tiametoxam. Este resultado deve estar mais ligado à capacidade de movimentação e dispersão dos adultos de psílídeos a curtas e longas distâncias entre plantas e pomares onde não se maneja o psílídeo levando a constantes reinsfestações dos pomares tratados, do que a não eficiência dos inseticidas no controle deste inseto. Utilizando uma metodologia de marcação de psílídeos Boina *et al.* (2009) observaram uma grande movimentação do psílídeo entre talhões com e sem a aplicação de inseticidas em apenas três dias após a marcação, principalmente do talhão sem aplicação de inseticida para o talhão com aplicação de inseticida. Pela análise espacial das plantas com HLB nos pomares de citros foi sugerido que esta movimentação do psílídeo vetor ocorre tanto de uma planta para outra dentro da sua vizinhança imediata, como para plantas distantes num raio de 25 a 50 m (Gottwald *et al.*, 1989; Gottwald *et al.*, 1991; Bassanezi *et al.*, 2005; Irey *et al.*, 2006). Adicionalmente, existem fortes indícios de uma disseminação regional a distâncias maiores que alguns quilômetros do psílídeo do HLB (Gottwald *et al.*, 2007; Gottwald *et al.*, 2010).

A eficiência de controle dos inseticidas utilizados neste programa de controle de insetos vetores pode ser obtida pelas avaliações da *R* de ninfas de psílídeos que foi feita com base no número de ninfas presentes em brotações das plantas cítricas que receberam a aplicação dos inseticidas. Para a população de ninfas avaliadas nas plantas cítricas a redução foi superior a 99% para todos os inseticidas aplicados, tanto via foliar como via solo ou *drench* (Tabela 5), corroborando com os resultados já reportados na literatura que atestaram a alta eficiência de controle de ninfas com estes inseticidas por um período similar ou superior ao intervalo entre aplicações deste programa de controle de insetos vetores (Silva *et al.*, 2011; Yamamoto *et al.*, 2009, 2011).

Das 18, 19 e 20 avaliações válidas em todo período, respectivamente, para os inseticidas Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi, 33% (6), 47% (9) e 35% (7) tiveram redução da população de adultos de psílídeo menor que 80%. As principais causas para a ineficiência de controle destes inseticidas aplicados nas folhas foram a chuva nos primeiros sete dias após a aplicação (2, 4 e 1 casos para Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi, respectivamente), a presença de brotação nova no momento da aplicação (2, 2 e 2 casos para Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi, respectivamente) e a migração de psílídeos adultos de outros pomares (1, 3 e 3 casos para Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi,

respectivamente). Em um caso de insucesso de controle com Imidacloprido e Etofenproxi, respectivamente, a população de psíldeo capturado era tão baixa (1 adulto capturado em todas 72 armadilhas adesivas amarelas em cada tratamento), que a baixa redução da população de psíldeos foi atribuída a um erro experimental.

Entre os 22 casos de insucesso da redução da população de adultos de psíldeos pelos inseticidas aplicados via foliar, 54% (12), 32% (7), 12% (3) e 0% (0) ocorreram respectivamente em 2007, 2008, 2009 e 2010, indicando claramente que a *R* dos adultos de *D. citri* pelos inseticidas aplicados sobre as folhas das plantas cítricas foi melhorando conforme as plantas foram envelhecendo (Figura 14).

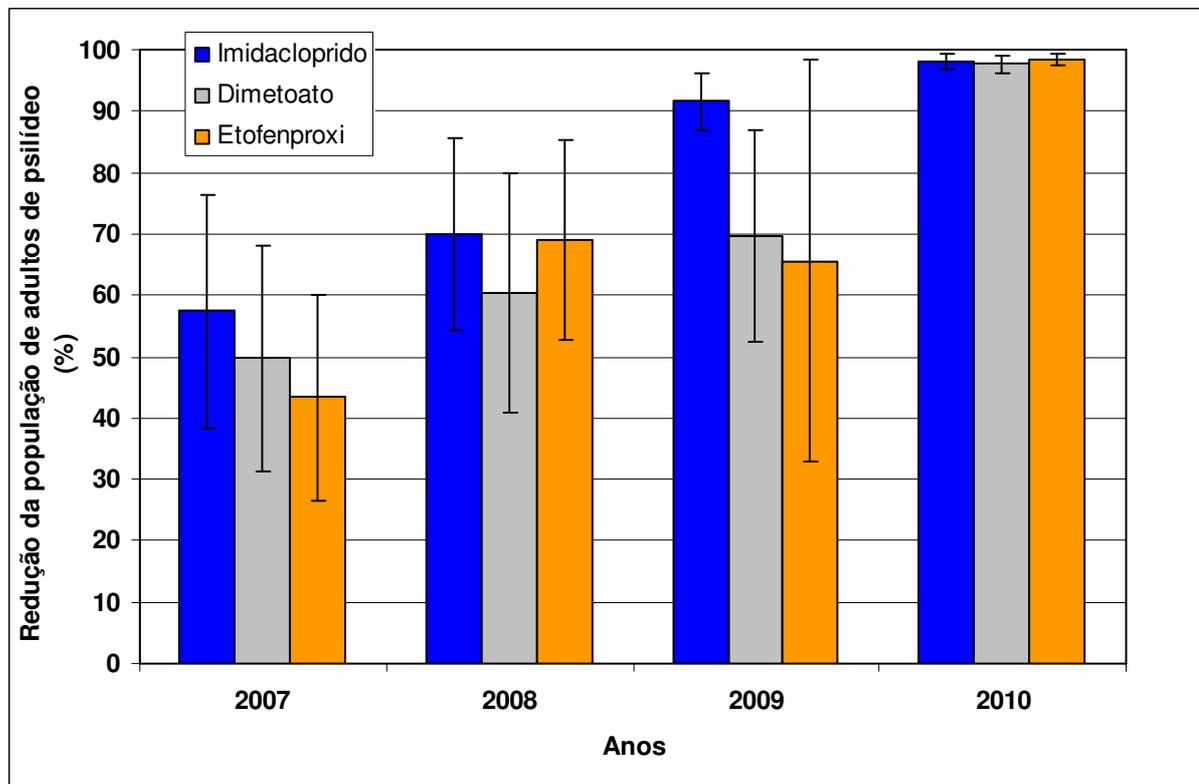


Figura 14. Redução média da população de adultos de *Diaphorina citri* (%) e erro padrão da média para os inseticidas Imidacloprido, Dimetoato e Etofenproxi aplicados sobre as folhas das plantas cítricas a cada ano.

Uma possível explicação para o aumento da redução de população de adultos de *D. citri* pelos inseticidas aplicados via foliar é que as plantas à medida que se tornam mais velhas apresentaram fluxos vegetativos mais definidos e concentrados (Figura 10). Como comentado

acima, a presença de brotos jovens em crescimento no momento da aplicação foliar dos inseticidas pode resultar na perda da sua eficiência de controle, pois durante o intervalo entre as aplicações (14 dias) as brotações crescem com a expansão das folhas havendo uma menor área que permanece coberta pelo inseticida. No caso de inseticidas de contato, como o Etofenproxi, a sua redistribuição na superfície foliar é limitada e a medida que a folha cresce menor a cobertura da folha pelo produto. No caso de inseticidas chamados sistêmicos, como o Imidacloprido e Dimetoato, esta sistemicidade somente ocorre quando aplicados via *drench* mas não quando aplicados diretamente sobre as folhas. Neste último caso, a sistemicidade é observada apenas na folha em que foi aplicado, mas não ocorre a redistribuição do produto para as novas folhas formadas no mesmo broto. Assim, as folhas que surgem dias após a aplicação do inseticida sobre as folhas anteriores não recebem o produto. Portanto, quanto menos forem os fluxos vegetativos no ano e mais concentrados, maior o número de aplicações de inseticidas nas folhas que terão alta eficiência no controle de *D. citri*.

CONCLUSÃO

- Todos os inseticidas testados, aplicados nas plantas cítricas, não resultaram em uma boa redução ($R > 80\%$) da população local de adultos de cigarrinhas da CVC, baseando-se no número de insetos capturados em armadilhas adesivas amarelas, devido à presença de outras plantas hospedeiras das cigarrinhas no pomar e sua movimentação entre plantas e pomares.
- Todos os inseticidas testados, aplicados nas plantas cítricas, exceto o Tiametoxam em *drench*, não resultaram em uma boa redução ($R > 80\%$) da população local de adultos de *D. citri* devido à capacidade de movimentação do psílídeo entre plantas e pomares.
- A redução da população local de adultos de *D. citri* foi maior que a redução da população local de adultos de cigarrinhas da CVC devido à maior dependência do psílídeo em relação às plantas cítricas que as cigarrinhas para sua reprodução e alimentação;
- Baseando-se no número de ninfas observadas em brotações, todos os inseticidas testados, aplicados nos intervalos deste estudo, apresentaram excelente eficiência no controle de ninfas de *D. citri*;
- A avaliação de adultos capturados em armadilhas adesivas amarelas é uma boa metodologia para avaliar o efeito dos inseticidas na redução da população local de insetos adultos, mas não é boa para avaliar a eficiência de inseticidas no controle dos vetores da CVC e HLB nas plantas cítricas devido à intensa movimentação destes vetores entre pomares e outras plantas hospedeiras;
- A avaliação de ninfas de *D. citri* em brotações das plantas tratadas é uma boa metodologia para avaliar a eficiência de inseticidas no controle deste inseto;
- Conforme as plantas cítricas envelhecem os fluxos vegetativos são mais definidos e concentrados, melhorando assim a eficiência dos inseticidas aplicados na redução da população local de *D. citri*;
- Entre os fatores que comprometeram a eficiência da redução da população dos insetos vetores da CVC e do HLB pelos inseticidas testados destacam-se a presença de hospedeiros alternativos dos vetores, a alta taxa de migração destes dois vetores, as chuvas ou presença de brotações novas logo após as aplicações dos produtos nas folhas, o atraso na aplicação dos inseticidas sistêmicos via solo ou *drench* em relação ao aumento da população dos insetos vetores e a falta de umidade no solo no momento da aplicação dos inseticidas sistêmicos (Aldicarbe).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrofit Sistema de Agrotóxico Fitossanitários – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em: outubro 2011.

Almeida, P.P. & Lopes, J.S. 1999. Desenvolvimento de imaturos de *Dilobopterus costalimai* Young, *Oncometopia facialis* (Signoret) e *Homalodisca ignorata* Melichar (Hemiptera: Cicadellidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28:179-182.

Associação Nacional dos Exportados de Sucos Cítricos - CitrusBR – Disponível em: <http://www.citrusbr.com.br> Acesso em: Maio de 2011.

Bassanezi, R.B.; Gimenes-Fernandes, N. & Yamamoto, P.T. 2003. Morte súbita dos citros. **Boletim Citrícola** 24.

Bassanezi RB, Busato LA, Bergamin Filho A, Amorim L & Gottwald TR (2005) Preliminary spatial pattern analysis of Huanglongbing in São Paulo, Brazil. In Hilf ME, Duran-Vila N & Rocha-Peña MA (eds.) **Proceedings of the 16th Conference International of the Organization of Citrus Virologists**, Univ. California, Riverside. p. 341-355.

Benvenga, S.R.; Gravena, A.R.; Araújo Junior, N.; Silva, J.L.; Gravena,S.; Gravena, R. Bastitela, M.J. & Amorim, L.C.S. 2006. Inseticidas da linha Syngenta para o manejo do psilídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (hemíptera: Psyllidae), em citros, *Citrus sinenses* Osbeck. **In: Proceedings of the Huanglongbing – greening International Whorkshop**, Ribeirão Preto: Fundecitrus, p.114.

Boina, D.R.; Meyer, W.L.; Onagbola, E.O. & Stelinski, L.L. 2009. Quantifying Dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) by Immunomarking and Potential Impact of Unmanaged Groves on Commercial Citrus Management. **Environmental Entomology** 38:1250-1258.

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

Carvalho, S.A. & Laranjeira, F.F. 1994. Protótipo de viveiros de mudas certificadas e borbulheiras sob telados à prova de afídeos do Centro de Citricultura-IAC. **Laranja**, 15:213-220.

Chang, C.J.; Garnier, M.; Zreik, L.; Rosseti, V. & Bové, J.M. Culture and serological detection of the xylem-limited bacterium causing citrus variegated chlorosis and its identification as a strain of *Xylella fastidiosa*. 1993. **Current Microbiology** 27:137-142.

Chavan, V.M. & Summanwar, A.S. 1993. Population dynamics and aspects of the biology of citrus psylla, *Diphorina citri* Kuw., in Maharashtra. In: Navarro, L., J.V da Graça & L. W. Timmer (Eds), Proceedings Conference of the International Organization of Citrus Virologists, 12., **Riverside University of California** p. 286-290.

Coletta-Filho, H.D.; Targon, M.L.P.N.; Takita, M.A.; De Negri, J.D.; Pompeu JR, J. & Machado, M.A. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) in Brazil. **Plant Disease** 88:382.

De Miranda, M.P.; Felipe, M.R.; Garcia, R.B.; Yamamoto, P.T. & Lopes, J.R.S. 2011. Effect of insecticides and mineral oil on probing behavior of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. **Proceedings of the 2nd International Research Conference on Huanglongbing**, Orlando, Abstract 3.8.

De Miranda, M.P. de.; Viola, D.N.; Marques, R.N.; Bonani, J.P. & Lopes, J.R.S. 2008. Locais e períodos de alimentação da cigarrinha vetora de *Xylella fastidiosa*, *Bucephalagonia xanthophis* (BERG) (Hemiptera: Cicadellidae), em mudas cítricas. **Revista Brasileira de Fruticultura** 30:913-918.

De Salvo, S.; Suzuki, M. & Fiorelli, J. 2006. Controle químico de *Diaphorina citri*, vetor de Huanglongbing com diferentes inseticidas aplicados por diferentes métodos de aplicação. In: **Proceedings of the Huanglongbing – greening International Workshop**, 1., Ribeirão Preto: Fundecitrus, p.111.

Feichtenberger, E.; Bassanezi, R.B.; Spósito, M.B. & Belasque JR. J. 2005. Doenças dos Citros. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p. 239-269.

FUNDECITRUS. **Fiscalização do greening – 2009**. Araraquara, 2010. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/pagina/cancrocitrico,271>>. Acesso em: não mais disponível.

FUNDECITRUS. 2005. Nova cigarrinha é identificada. **Revista do Fundecitrus** 21:12.

Gallo, D. O.; Nakano, S.; Silveira Neto, R.P.L.; Carvalho, G.C. de Baptista, E. Berti Filho, Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S. & Omoto, C. 2002. **Entomologia Agrícola**. 1. Ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, v.1, 920 p.

Garcia Jr., A.; Maggione, C.S.; Teófilo Sobrinho, J.; Pompeu Jr., J.; De Negri, J.D.; Quaggio, J.A.; Beretta, M.J.G.; Gravena, S. & Rodas, V.Z. 1995. Como conviver com a CVC em São Paulo, **Laranja** 16:145-154.

Giustolin, T.A.; Lopes, J.R.S.; Mendes, M.A.; Moraes, R.C.B. & Rodrigues, R.R. 2002. Levantamento de hospedeiros alternativos das cigarrinhas vetoras da *Xylellas fastidiosa*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 19., Manaus. Resumo. Manaus: SEB, 2002.p.215.

Gottwald, T.R.; Aubert, B. & Huang, K.L. 1991. Spatial pattern analysis of citrus greening in Shantou, China. p. 421-427. In Brlansky RH, Lee RF & Timmer LW (eds.) **Proceedings of the 11th Conference of the International Organization of Citrus Virologist**, Univ. California, Riverside.

Gottwald, T.R.; Aubert, B. & Zhao, X.-Y. 1989. Preliminary analysis of citrus greening (Huanglungbin) epidemics in the People's Republic of China and French Reunion Island. **Phytopathology** 79:687-693.

Gottwald, T.R.; da Graça, J.V. & Bassanezi, R.B. 2007. Citrus huanglongbing: The pathogen, its epidemiology, and impact. **Plant Healthy Progress** doi:10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.

Gottwald, T.R., Irey, M., Gast, T., Parnell, S., Taylor, E., Hilf, M. 2010. Spatio-temporal analysis of an HLB epidemic in Florida and implications for future spread. In: **Proc.17th Conference of the International Organization of Citrus Virologists**, Riverside, CA. 84-97 (<http://www.ivia.es/iocv/>).

Graça, J. V. 1991. Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology**. 29:109-136.

Gravena, S. 2005. **Manual prático de manejo ecológico dos citros**. Jaboticabal: Gravena-Manejo Ecológico de Pragas. 372p.

Gravena, S.; Lopes, J.R.S.; Paiva, P.E.B.; Yamamoto, P.T., & Roberto, S.R. 1997. Os vetores de *Xylella fastidiosa*. In: DONADIO, L.C.; MOREIRA, C.S. (Eds.). **Clorose variegada dos citros. Bebedouro: EECB/Fundecitrus**, p.37-53.

Gravena, S.; De Negri, J.D.; Quaggio, J.A.; Gonzáles, M.A.; Pinto, W.B.S. & Basile, G. de B. 1998. Sharpshooters and CVC management in citrus orchard In: Donadio, L.C.; Moreira, C.S. (Coord.). **Citrus Variegated Chlorosis**. Bebedouro: EECB/Fundecitrus/FAPESP, p. 91-119.

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

Hickel, E.R.; Ducroquet, J-P.H.J.; Leite-Junior, R.P. & Leite, R.M.V.B.C. 2001. Fauna de Homoptera: Auchenorrhyncha em pomares de ameixeira em Santa Catarina. **Neotropical Entomology** 30:725-729.

Irey M.S.; Gast, T. & Gottwald, T.R. 2006. Comparison of visual assessment and polymerase chain reaction assay testing to estimate the incidence of the Huanglongbing pathogen in commercial Florida citrus. **Proceedings of Florida State Horticultural Society** 119:89-93.

Laranjeira, F.F.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Aguilar-Vildoso, C.I. & Coletta Filho, H.D. 2005.; Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pio, R. M.; Pompeu Junior, J (Eds.). **Citros**. Campinas, São Paulo: Instituto Agronômico e FUNDAG, p.536.

Laranjeira, F.F.; Pompeu Jr., J.; Harakava, R.; Figueiredo, J.O.; Carvalho, S.A. & Coletta Filho, H.D. 1998. Cultivares e espécies cítricas hospedeiras de *Xylella fastidiosa* em condição de campo. **Fitopatologia Brasileira** 23:147-154.

Lee, R.F.; Berreta, M.J.G.; Hartung, J.H.; Hooker, M.E. & Derrick, K.S. 1993. Citrus variegated chlorosis: confirmation of a *Xylella fastidiosa* as the causal agent. **Summa Phytopathologica**. 19:123-125.

Leite Jr, R.P. & Leite, R.M.V.B.C. 1991. Associação de *Xylella fastidiosa* com a clorose variegada dos citrus. **Summa Phytopathologica** 17:1.

Liu, Y.H. & Tsai, J.H. 2000. Effects of temperature on biology an life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homópteras: Psyllidae). **Annals of Applied Biology** 137:201-216.

Lopes, J. R.S. 2010. **Biologia da transmissão de Candidatus Liberibacter por Diaphorina citri**. Cordeirópolis. Publicado em <<http://www.iac.sp.gov.br>>; não mais disponível. Acesso em: 21 de maio de 2010.

Lopes, J.R.S. 1996. Mecanismo de transmissão de *Xylella fastidiosa* por cigarrinhas. **Laranja** 17:79-92.

Lopes, J.R.S.; Berreta, M.J.G.; Harakava, R.; Almeida, R.P.P.; Krügener, R. & Garcia Jr., A. 1996. Confirmação da transmissão por cigarrinhas do agente causal da Clorose Variegada dos Citrus, *Xylella fastidiosa*. **Fitopatologia Brasileira** 21:343. Suplemento.

Lopes, S.A. & Frare, G.F. 2008. Graft transmission and cultivar reaction of citrus to ‘Candidatus Liberibacter americanus’. **Plant Disease** 92:21-24.

Lopes, J.R.S. & Giustolin, T.A. 2000. Outros hospedeiros das cigarrinhas. **Revista do Fundecitrus**, 14:14.

Lopes, J.R.S.; Giustolin, T.A.; Marucci, R.C.; Takimoto, J.K. & Mendes, M.A. 1998. Composição de espécies de cigarrinhas (Hemiptera, Auchenorrhyncha) em café e citros na região de Bebedouro, SP. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 28.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7.**, Rio de Janeiro, 1998. Resumos. Rio de Janeiro, p.615.

Lopes, S.A.; Martins, E.C. & Frare, G.F. 2005. Detecção de *Candidatus Liberibacter asiaticus* em *Murraya paniculata*. **Summa Phytopathologica**. 31:48-49.

Lopes, S.A.; Martins, E.C. & Frare, G.F. 2006. Detecção de *Candidatus Liberibacter americanus* em *Murraya paniculata*. **Summa Phytopathologica**. 31: 303.

Lopes, S.A.; Frare, G.F.; Yamamoto, P.T.; Ayres, A.J. & Barbosa, J.C. 2007. Ineffectiveness of pruning to control citrus huanglongbing caused by *Candidatus Liberibacter americanus*. **European Journal of Plant Pathology** 119:463-468.

Mattos Junior, D.; de Negri, J. D.; Pio, R. M. & Pompeu Junior, J. 2005. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 929 p.

Marucci, R. C.; Lopes, J.R.S.; Vendramim, J.D. & Corrente, J.E. 2004. Feeding site preference of *Dilobopterus costalimai* Young and *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemíptera: Cicadellidae) on citrus plants. **Neotropical Entomology** 33:759-768.

Marucci, R. C.; R. R. Cavichioli & R. A. Zucchi . 1999. Chave para as espécies de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) vetoras da clorose variegada dos citros (CVC). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28: 439-446.

Milanez, J.M.; Parra, J.R.P.; Custódio, I.A.; Magri, D.C.; Cera, C. & Lopes, J.R.S. 2003. Feeding and survival of citrus sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae) on host plants. **Florida Entomologist** 86:154-157.

Milanez, J.M.; Parra, J.R.P.; Custódio, I.A.; Magri, D.C. & Cera, C. 2002. Biologia e exigências térmicas de três espécies de cigarrinhas vetoras da bactéria *Xylella fastidiosa*. **Laranja** 23:127-140.

Milanez, J.M.; Parra, J.R.P. & Magri, D.C. 2001. Alternation of host plants as a survival mechanism of leafhoppers *Dilobopterus costalimai* and *Oncometopia facialis* (Hemiptera: Cicadellidae), vectors of the citrus variegated chlorosis (CVC). **Scientia Agricola** 58:699-402.

Montesino, L.H.; Coelho, J.H.C.; Felipe, M.R. & Yamamoto, P.T. 2006. Ingestão de seiva do xilema de laranjeiras “pêra” e “valência” (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) sadias e infectadas por *Xylella fastidiosa*, pelas cigarrinhas vetoras *Oncometopia facialis* e *Dilobopterus costalimai* (Hemíptera: Cicadellidae) **Revista Brasileira de Fruticultura** 28:199-204.

Nava, D.E.; Torre, M.L.G.; Haddad, M.L. & Parra, J.R.P. 2006. Biology and temperature requirements of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidea) reared on different hosts. In: **Proceedings of the Huanglongbing –Greening International Workshop**, Ribeirão Preto, p.102.

Neves, M.F.; Lopes, F.F.; Trombin, V.G.; Amaro, A.A.; Neves, E.M.; Jank, M.S. 2007. **Caminhos para a Citricultura, Uma Agenda para Manter a Liderança Mundial**. São Paulo: Atlas, 104 p.

Paiva, P.E.B. 2009. Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo. **Tese de Doutorado, ESALQ/USP**, Piracicaba, 65p.

Paiva, P.E.B.; Benvenga, S.R. & Gravena, S. 2001. Aspectos biológicos das cigarrinhas *Acrogonia gracilis* (Osborn), *Dilobopterus costalimai* Young e *Oncometopia facilis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em *Citrus sinensis* L. Osbeck. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 30:25-28.

Paiva, P.E.B.; Silva, J.L.; Gravena, S. & Yamamoto, P.T. 1996. Cigarrinhas de xilema em pomares de laranja no Estado de São Paulo. **Laranja** 17:41-54, 1996.

Parra, J.R.P.; de Oliveira, H.N. & Pinto, A.S. 2003. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: A. S. Pinto, 140 p.

Roberto, S.R.; Coutinho, A.; Miranda, V.S. & Lima, J.E.O. 1996. Associação entre a Clorose Variegada e as cigarrinhas-do-xilema predominantes em citros. **Fitopatologia Brasileira** 21:54-67.

Roberto, S.R. & Yamamoto, P.T. 1998. Flutuação populacional e controle químico de cigarrinhas em citros. **Laranja** 19:269-284.

Rosseti, V.; Garnier, M.; Bové, J. M.; Beretta, M.J.G.; Teixeira, A.R.; Quaggio, J.A. & De Negri, J.D. 1990. Présence de bactéries dans le xylème d'orangers atteints de chlorose variégée, une nouvelle maladie des agrumes au Brésil. **Comptus Rendus de Academie Sciences Paris** 310:345-349.

Sanches, A.L.; Felipe, M.R; Carmo, A.U.; Rugno, G.R. & Yamamoto, P.T. 2009. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, em pré-plantio, no controle de *Diaphorina citri* (Kuwayama) Hemiptera: Psyllidae. **BioAssay**, 4:6. Disponível em: <http://bioassay.org.br/ojs/index.php/bioassay/article/view/21/54> Acesso em: maio de 2011

Serikawa, R.H.; Okuma, D.M.; Backus, E.A. & Rogers, M.E. 2011. Effects of soil-applied and foliar-applied insecticides on Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*) feeding behavior and their possible implication for HLB transmission. **Proceedings of the 2nd International Research Conference on Huanglongbing**, Orlando, Abstract 3.7

Silva, J.L.; Gravena, S.; Benvenga, S.; Gravena, R.; Gravena, A.R.; Amorim, L.C.S. & Araújo Jr. N. 2011. **Manejo do Psilídeo e do Greening em Citros**, Palestra ministra por José Luiz Silva, em Pirassununga, maio de 2011.

Teixeira, D.C.; Saillard, C.; Eveillard, S.; Danet, J.L.; Costa, P. I. da; Ayres, A.J.; Bové, J. 2005. "*Candidatus Liberibacter americanus*" associated with citrus huanglongbing (greening disease) São Paulo State, Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55:1857-1862.

Yamamoto, P.T.; De Miranda, M.P.; Felipe, M.R. & Dos Santos, F.L. 2011. Período de Controle de Inseticidas de Contato no Controle do Psilídeo *Diaphorina citri*. **Rev. Citricultura Atual** 83:18-19.

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 (Hemíptera: Psyllidae) em Citros. **BioAssay**, **4:4**. Disponível em: <http://bioassay.org.br/ojs/index.php/bioassay/article/view/21/54>. Acesso em: maio de 2011

Yamamoto, P.T.; Lopes, J.R.S. 2004. Cigarrinhas na proliferação da clorose variegada dos citros. **Visão Agrícola** 2:60-63.

Yamamoto, P.T.; Roberto, S.R.; Dalla Pria Junior, W.; Felipe, M.R.; Freitas, E.P. de & Almeida, E.J. de. 2002. Controle químico da cigarrinha em citros. **Laranja** 23:141-154.

Yamamoto, P.T.; Pria Júnior, W.D.; Roberto, S.R.; Felipe, M.R. & De Freitas, E.P. 2001. Flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico em formação. **Neotropical Entomology** 30:175-177.

Yamamoto, P.T. & Gravena, S. 2000. Espécies e abundância de cigarrinhas e psilídeos (Homoptera) em pomares cítricos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29:169-176.

Yamamoto, P.T.; Roberto, S.R.; Dalla Pria Junior, W.; Felipe, M.R.; Miranda, V.S.; Teixeira, D.C. & Lopes, J.R.S. 2000. Transmissão de *Xylella fastidiosa* pelas cigarrinhas *Homalodisca ignorata*, *Acrogonia virescences* e *Molomea cincta* (Hemíptera: Cicadellidae) em plantas cítricas. **Summa Phytopathologica** 26:128.

Zaghi, A.F. 2008. **Diagnóstico de doenças de citros utilizando espectroscopia de fluorescência**. Dissertação de mestrado, IQSC-USP, São Carlos.