

**ANDRÉ LUIZ BUZUID PIRES**

**Eficiência de neonicotinóides aplicados em “drench” sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em laranjeira em produção, em dois tipos de solo e concentração de thiamethoxam nas folhas**

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

Orientador: Dr. Pedro Takao Yamamoto

Co-orientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

**Araraquara**  
**Agosto de 2011**

## ANDRÉ LUIZ BUZUID PIRES

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

Araraquara, 01 de agosto de 2011.

### BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Takao Yamamoto (Orientador)  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba/SP



Prof. Dr. Newton Cavalcante de Noronha Junior  
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP



Pesq. Dr. Paulo Eduardo Branco Paiva  
GCONCI, Ribeirão Preto/SP

## **DEDICATÓRIA**

A minha esposa Roberta e minha mãe Rachel, pelo amor, carinho, apoio e confiança, para que mais uma conquista fosse alcançada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre presente na minha vida.

A Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, pela oportunidade e apoio para realização do mestrado.

Ao Leandro Pessente, pela amizade, confiança e incentivo para realização do curso de mestrado.

Aos gestores Osny Garcia, Ernesto Fantini, Claudio Linhares e Nelson Joanine, pelo apoio e incentivo.

Ao Marcel Fontana, pela amizade, suporte e dedicação nas atividades.

Ao Pedro Yamamoto, pelos ensinamentos e colaboração nas atividades do trabalho.

Aos colegas João Augusto e Ana Paula pelas colaborações.

## **Eficiência de neonicotinóides aplicados em “drench” sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em laranja em produção, em dois tipos de solo e concentração de thiamethoxam nas folhas**

### **Resumo**

Objetivo do experimento foi avaliar a eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados via “drench”, em plantas cítricas em produção, no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), e também mensurar as concentrações do thiamethoxam durante o período. O experimento foi conduzido em duas propriedades com distintos tipos de solo, Fazenda Niagara, localizada no município de Araraquara (solo argiloso) e Fazenda Flórida, localizada no município de Boa Esperança do Sul (solo arenoso), durante o período de novembro de 2009 a abril de 2010. Cada propriedade recebeu duas aplicações, a primeira no início das águas e a segunda no final das águas. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados. Os tratamentos e as respectivas doses em g ou mL/metro de altura de planta foram: (1) thiamethoxam 1,0 g; (2) thiamethoxam 1,25 g; (3) thiamethoxam 1,5 g; (4) thiamethoxam 2,0 g; (5) imidacloprid 3,0 mL (solo arenoso) ou 5,0 mL (solo argiloso); e (6) testemunha. Os psilídeos adultos foram confinados aos 7, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a aplicação, e as avaliações foram realizadas aos 3 e 7 dias após cada confinamento. A eficiência de controle foi calculada pela fórmula de Abbott. Os inseticidas neonicotinóides testados não diferiram significativamente da testemunha na maioria das avaliações, excetuando uma única avaliação realizada na propriedade de solo arenoso aos 15 dias após a primeira aplicação, onde o tratamento 1 diferiu estatisticamente da testemunha, porém, apresentando uma eficiência de 61%, que pode ser considerada baixa tratando-se de um vetor. Observou-se durante o período que as concentrações de thiametoxam não atingiram valores mínimos que causassem a mortalidade de *D. citri*, avaliados pelo teste ELISA e analítico.

## **Efficiency of neonicotinoids applied in “drench” over *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in sweet Orange in production, in two types of soil and thiamethoxam concentration in leaves**

### **Abstract**

The experiment aimed to evaluate the efficiency of systemic insecticides applied in “drench”, in citrus bearing trees, for the control of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), and also measure the concentration of thiamethoxam during the experiment period. The experiment was conducted in two farms with different soil types, Niagara Farm, located in the municipality of Araraquara (clay soil) and Florida Farm, located in Boa Esperança do Sul municipality (sandy soil), from November 2009 to April 2010. In each property were realized two applications of the insecticides, the first at the beginning of the water season and the second at the end of the water season. The experimental design was completely randomized. The treatments and tested doses, in g or ml/m of plant height, were: 1) thiamethoxam 1.0 g; 2) thiamethoxam 1.25 g; 3) thiamethoxam 1.5 g; 4) thiamethoxam 2.0 g; 5) imidacloprid 3.0 ml (sandy soil) or 5.0 ml (clay soil); and 6) control. The psyllids adult were confined at 7, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after application. The dead insects were counted at 3 and 7 days after each confinement. The efficiency of control was calculated using Abbott formula. The neonicotinoid insecticides tested did not differ significantly from the control in most evaluations except for a single evaluation in the experiment in sandy soil at 15 days after the first application, where treatment was significantly different from the control, but showing an efficiency of 61%, very low if we consider a vector of pathogen. It was observed, during the period, that the concentrations of thiamethoxam did not reach the minimum value that causes death of *D. citri*, evaluated by ELISA and analytical analysis.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>03</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>05</b>
<b>3.1. Eficiência de thiamethoxam e imidacloprid no controle de <i>D. citri</i>.....</b>	<b>05</b>
<b>3.2. Concentração de thiamethoxam nas folhas ao longo do tempo.....</b>	<b>15</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os fatores que causam perda de produtividade, aumento dos custos de produção e diminuição da competitividade do setor citrícola, as doenças e as pragas assumem grande importância. Atualmente, o Huanglongbing (HLB), ou Greening, é considerada a pior doença dos citros do mundo (Bové, 2006), pois é de difícil controle, de rápida disseminação e altamente destrutiva aos pomares, causando grandes prejuízos em todos os locais onde está presente. Segundo levantamento amostral, realizado em 2010 pelo Fundecitrus, o número de talhões com incidência da doença aumentou 56% em relação ao ano anterior, com 38,8% dos talhões com presença de pelo menos uma planta sintomática e 1,87% de árvores com sintomas da doença.

Os sintomas do HLB estão associados com as bactérias *Candidatus Liberibacter* spp., que vivem e se desenvolvem limitada ao floema das plantas hospedeiras (Bové, 2006). A constatação do HLB no Brasil se deu em março de 2004, em plantas cítricas localizadas na região de Araraquara. Nos pomares paulistas foi constatada a forma asiática, *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Coletta Filho *et al.*, 2004), e uma nova forma, que foi denominada *Candidatus Liberibacter americanus*, até o momento, somente encontrada no Brasil (Teixeira *et al.*, 2005).

A transmissão das bactérias se dá por meio de borbulhas de plantas doentes que originam mudas contaminadas ou pelo vetor, o psílídeo dos citros *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (Yamamoto *et al.*, 2006), que foi identificada pela primeira vez no Brasil em 1942, por Ângelo da Costa Lima, portanto, este presente na citricultura há mais de 60 anos (Costa Lima, 1942).

Embora relatado a mais de seis décadas no país, o psílídeo dos citros era considerada uma praga secundária até meados de 2004. Os danos diretos por suas picadas sucessivas e sucção de seiva causavam engruvinhamento dos brotos impedindo o crescimento normal das plantas, mas esses danos não demandavam cuidados especiais para seu controle (Gallo *et al.*, 2002). Com a confirmação da presença da bactéria associada ao HLB na região de Araraquara, Estado de São Paulo (Teixeira *et al.*, 2005), e sendo *D. citri* o vetor das bactérias associada a essa doença (Capoor *et al.*, 1967, Yamamoto *et al.*, 2006), a praga ganha importância considerável para citricultura nacional.

O psilídeo *D. citri* se hospeda em todas as variedades cítricas e pode ser encontrado em todas as regiões citrícolas do Estado, não tendo limitações climáticas. Os adultos se alimentam em folhas maduras e brotos novos, entretanto, somente coloca os ovos em brotos novos, local onde as ninfas se desenvolvem (Gallo *et al.*, 2002).

Como métodos curativos não são disponíveis, o controle é preventivo e baseado em três recomendações: 1) Inspeção das plantas e eliminação de inóculo por remoção de plantas sintomáticas; 2) Tratamentos químicos para redução da população do vetor; e 3) Eliminação total de *Murraya paniculata*, o hospedeiro preferido do vetor *D. citri* (Bové, 2006) e também das bactérias *Ca. L. americanus* e *asiaticus* (Lopes *et al.*, 2005, 2006).

Devido à baixa eficiência da transmissão dos patógenos por *D. citri* (Halbert & Manjunah, 2004), o controle químico é uma ferramenta importante para diminuir a disseminação e transmissão dos patógenos.

Entre as estratégias de manejo, o controle químico dos vetores é muito utilizado em pomares de diferentes idades. Entretanto, é uma estratégia que deve ser empregada com prudência, pois pode acarretar efeitos colaterais indesejáveis, como desequilíbrio ambiental e surtos de pragas secundárias (Yamamoto *et al.*, 2001) e redução populacional de inimigos naturais (Stansly *et al.*, 2008). De acordo com Gravena *et al.* (1997), entre as formas de aplicação de inseticidas, aquela de produto puro no tronco da planta ou granulado sistêmico aplicado no solo, principalmente nas de até com 3 anos de idade, são operações preferenciais do manejo integrado de pragas (MIP) em vista da alta seletividade ecológica.

Os inseticidas sistêmicos apresentam grandes vantagens, como seletividade aos inimigos naturais, maior efeito residual no controle de pragas sugadoras, controle da disseminação secundária e também ao sucesso no controle do HLB na África do Sul com a utilização de sistêmicos em plantas em produção (Le Roux, informação pessoal).

Os objetivos do trabalho foram: 1) avaliar a eficiência dos inseticidas sistêmicos thiamethoxam (TMX) e imidacloprid (IMI), ambos do grupo dos neonicotinóides, no controle de *D. citri* em plantas em produção; 2) estudar a velocidade de absorção do TMX nas folhas; 3) determinar efeito do solo e matéria orgânica na absorção do TMX; e 4) determinar o efeito da época de aplicação na eficiência do TMX.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em duas propriedades com distintos tipos de solo, sendo um na Fazenda Niagara, localizada no município de Araraquara e em solo argiloso (385 g.kg<sup>-1</sup> de argila e 2,5% de matéria orgânica) e outro na Fazenda Flórida, localizada no município de Boa Esperança do Sul e em solo arenoso (84 g.kg<sup>-1</sup> de argila e 1,3% de matéria orgânica). Os procedimentos para retiradas das amostras de solo foram: Os pontos foram escolhidos aleatoriamente com caminhamento em ziguezague, coletando-se 20 amostras simples com trado na projeção da copa, que foram misturadas em recipiente limpo e retirada uma amostra composta com 0,4 kg a qual foi encaminhada ao laboratório para serem efetuadas as análises química de matéria orgânica e análises granulométrica. As análises foram realizadas na Ribersolo Laboratórios de Análises do Solo e Foliar em Ribeirão Preto, SP.

A variedade utilizada foi ‘Pera Rio’, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, enxertada sobre limoeiro ‘Cravo’, *Citrus limonia* Osbeck, com aproximadamente 8 anos de idade e plantada no espaçamento 7 x 3,5 m.

Cada propriedade recebeu duas aplicações, sendo a primeira no início das chuvas (12 de novembro de 2009 na propriedade com solo argiloso e 13 de novembro de 2009 na propriedade com solo arenoso) e a segunda no final das chuvas (11 de fevereiro de 2010 na propriedade com solo argiloso e 12 de fevereiro de 2010 na propriedade com solo arenoso). As avaliações foram conduzidas até final de maio de 2010. Nas duas aplicações, havia umidade no solo e as plantas apresentavam emissão de brotações.

As plantas, na primeira aplicação, apresentavam alturas de 3,00 m na propriedade com solo argiloso e de 3,75 m na propriedade com solo arenoso, e na segunda aplicação apresentavam 3,10 e 3,83 m, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições em todos os experimentos, sendo cada parcela constituída por 3 plantas em linha e a central foi utilizada para o confinamento de *D. citri*.

Em ambas as propriedades, testaram-se os seguintes tratamentos e doses (g ou mL do produto comercial), aplicados via “drench”: Actara 250 WG (Granulado Dispersível) nas doses de 1,00 g/m de altura de planta, 1,25 g/m, 1,50 g/m e 2,00 g/m e Provado 200 SC (Suspensão Concentrada) nas doses de 3,00 mL/m de altura de planta na propriedade com

solo arenoso e 5,00 mL/m de altura de planta na propriedade com solo argiloso, e foi mantida uma testemunha sem aplicação de inseticida. Antes da aplicação foi realizada cuidadosamente a remoção da terra ao redor do tronco das plantas para que a calda aplicada permanecesse alojada em contato com o colo das mesmas. A aplicação via “drench” foi direcionada ao colo da planta, utilizando volume de calda de 1,0 L/planta. Para aplicação, utilizou-se um pulverizador costal manual Jacto, modelo PJH, com capacidade de 20 litros.

Para determinação da eficiência dos inseticidas, foi utilizado o método de confinamento de psilídeos em ramos das plantas tratadas, metodologia similar a utilizada por Roberto & Yamamoto (1998). Para confinamento, foram utilizadas gaiolas confeccionadas com tecido tipo Tunil, as quais proporcionam boa ventilação evitando a morte e escape dos psilídeos, que cobriam somente um único ramo da planta, com folhas novas já expandidas. Em cada parcela foram confinados 10 psilídeos adultos criados em laboratório, não contaminados pela bactéria e proveniente de local sem aplicação de inseticidas e coletados em murta (*Murraya paniculata*).

Os confinamentos foram realizados aos 7, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a aplicação. E as avaliações foram realizadas com 3 e 7 dias após cada confinamento, anotando-se o número de insetos vivos e mortos, mas para análise considerou-se somente a avaliação realizada a 7 dias. As médias de insetos vivos foram transformadas em raiz quadrada de  $x + 1$  e submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Com os dados reais, foi calculada a porcentagem de eficiência dos inseticidas empregando-se a fórmula de Abbott (1925). Devido à baixa mortalidade, o segundo experimento foi conduzido somente até aos 30 dias após a aplicação.

Nas mesmas datas dos confinamentos foram retiradas amostras de folhas novas do último fluxo vegetativo, já expandidas, da seguinte maneira:

- 15 folhas por parcela que, posteriormente, foram encaminhadas ao laboratório do Fundecitrus para determinação da concentração de thiamethoxam utilizando-se o Teste Elisa–Enzyme Linked Immunosorbent Assay (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda). No laboratório as folhas foram picadas e retirada uma amostra de 1g de tecido foliar para realização do teste.

- 70 folhas por parcelas que foram congeladas e encaminhadas ao setor de Toxicologia de Inseticidas da Universidade Federal de Lavras, MG, para determinação da concentração de thiamethoxam. As amostras foram analisadas seguindo-se metodologia analítica desenvolvida pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, sendo o composto quantificado em sistema de

cromatografia líquida de alta eficiência com detector de ultravioleta (Novartis Crop Protection. Determination of CGA 293343 and CGA 322704 by HPLC: Residue method 179.03. Basel, 1998. 46p.).

Não foi realizada ELISA para imidacloprid devido à indisponibilidade do teste para esse produto, e não foi realizado o teste analítico devido a falta de recursos.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Eficiência de thiamethoxam e imidacloprid no controle de *D. citri***

Os tratamentos testados neste experimento não diferiram estatisticamente da testemunha na maioria das datas avaliadas (Tabelas 1, 3, 5 e 7), excetuando uma única avaliação realizada na Fazenda Flórida, aos 15 dias após a primeira aplicação, onde o tratamento Actara 250 WG (1,00 g de produto comercial (P.C.)/m de altura de planta) diferiu estatisticamente da testemunha (Tabelas 3). Porém, mesmo diferindo apresentou 61% de eficiência, um valor baixo por tratar-se de um vetor (Tabela 4). Em termos de eficiência, nenhum tratamento se destacou, não ocorrendo em nenhuma avaliação eficiência superior a 80% (Tabelas 2, 4, 6 e 8).

Observou-se nesse trabalho que não ocorreu um aumento na eficiência e no período de controle de *D. citri* com o aumento das doses dos inseticidas sistêmicos testados, ao contrário do que Yamamoto *et al.* (2009) verificaram em plantas da variedade ‘Valência’ com 2,5 anos de idade. Com o aumento da dose de Actara 250 WG de 1,6 g P.C. para 2,0 g P.C./planta e de Confidor GrDA (Granulos Dispersíveis em Água) de 2,0 g P.C. para 3,0 g P.C./planta, os autores verificaram que ocorreu um aumento do período de controle de ninfas de *D. citri* de 48 para 60 dias. Também constataram que, no mesmo ensaio, o período para estes inseticidas aplicados via “drench” atingirem 80% de eficiência foi de 20 a 25 dias, tempo necessário para absorção e translocação do ingrediente ativo. O período de controle, com eficiência superior a 80% foi de 50 a 60 dias.

A eficiência de thiamethoxam também foi comprovada por Benvenga *et al.* (2006), que avaliaram o efeito do inseticida aplicado via “drench” (0,5 g I.A./planta) em pomar de 2 anos, com pulverizações foliares complementar aos 35 dias após com lambda-cyhalothrin (1 g I.A./100 L de água), abamectin (0,27 g i.a./100 L) e thiamethoxam (2,5 g I.A./100 L) todos

com adição de óleo mineral a 0,25% e como padrão se empregou o tratamento malathion (150 g I.A./100 L). No período de 99 dias após aplicação de thiamethoxam via “drench”, a redução populacional de psilídeos foi de no mínimo 94% para os tratamentos testados.

Imidacloprid também não foi eficiente no controle de *D. citri*, tanto nas doses de 3,0 ml P.C./metro de planta em solo arenoso, como na de 5,0 ml P.C./m de planta em solo argiloso. Entretanto, De Salvo *et al.* (2006) verificaram que a aplicação de imidacloprid via “drench”, nas doses de 0,7 a 1,0 g de I.A./metro de altura de planta, foi altamente eficiente no controle de *D. citri* até 127 dias após a aplicação, em ensaio conduzido em pomar de um ano de idade.

Assim como observado para thiamethoxam, em plantas da variedade ‘Valência’ com 2,5 anos, houve um incremento da eficiência de imidacloprid com o aumento da dose do inseticida (Yamamoto *et al.*, 2009).

Em ensaio realizado em plantas da variedade ‘Valência’, enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’, Yamamoto *et al.* (2010) constataram que, com o aumento da dose de imidacloprid e thiamethoxam houve aumento da eficiência dos inseticidas no controle de *D. citri*. Para thiamethoxam, o período de controle, com mortalidade superior a 80% foi entre 48 a 62 dias para a dose de 1,25 g P.C./m de altura de plantas e entre 62 a 76 dias para a dose de 2,50 g P.C./m de altura. Para imidacloprid, constatou-se que, para a dose de 3 mL P.C./m de altura de planta a eficiência em nenhum momento atingiu 80%, entretanto, para a dose de 6 mL P.C./m de altura, o período de controle foi entre 62 a 76 dias.

Em plantas de ‘Valência’ com 8 anos de idade, com altura superior a 3 metros, os resultados de controle foram baixos tanto para thiamethoxam como para imidacloprid. Entretanto, em pomar de 4 anos de idade, também da variedade ‘Valência’, na Flórida, EUA, Qureshi *et al.* (2009) constataram que imidacloprid e thiamethoxam suprimiu a população de ninfas e adultos por 3 meses após a aplicação. Observaram também que thiamethoxam tende a agir mais rapidamente comparado com imidacloprid e maiores doses dos dois inseticidas sistêmicos foram mais eficientes.

A baixa eficiência dos neonicotinóides pode estar relacionada à falta de absorção dos inseticidas sistêmicos, não atingindo na folhas, doses que cause mortalidade à *D. citri*. Provavelmente, não está relacionado a resistência, pois os psilídeos utilizados nos experimentos foram provenientes de criação em laboratório, cujos adultos foram coletados em murta e de local sem aplicação de inseticidas.

Tabela 1. Número médio de adultos de *D. citri* vivos, na variedade ‘Pera Rio’, enxertada em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em solo argiloso e na Fazenda Niagara, na aplicação realizada em novembro de 2009.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Número médio de psilídeos adultos vivos						
		Dias após a aplicação						
		7	15	30	45	60	75	90
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	8,0	8,5	9,8	9,5	9,8	9,8	9,5
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	7,5	9,0	10,0	9,0	9,8	9,0	10,0
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	6,8	9,5	10,0	9,8	9,8	9,8	9,5
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	4,7	9,3	9,3	9,5	9,8	9,8	9,0
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	5,00	6,5	10,0	9,8	8,8	9,8	10,0	9,5
6. Testemunha	---	7,8	9,8	10,0	10,0	10,0	10,0	9,5
F para tratamento		2,00 <sup>ns1/</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
CV		12,54	4,62	2,18	5,03	2,31	4,43	2,13

<sup>1/</sup> ns= não significativo pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Eficiência de inseticidas sistêmicos no controle de *Diaphorina citri* em plantas em produção de laranjeira ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e plantadas em solo argiloso, na aplicação realizada em novembro de 2009.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Mortalidade de psilídeos (%) <sup>1, 2</sup>						
		Dias após a aplicação						
		7	15	30	45	60	75	90
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	0	13	3	5	3	3	0
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	4	8	0	10	3	10	0
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	13	3	0	3	3	3	0
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	40	5	8	5	3	3	5
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	5,00	17	0	3	13	3	0	0

<sup>1</sup> Mortalidade calculada pela formula de Abbott (1925).

<sup>2</sup> Mortalidade avaliada aos 7 dias após confinamento.

Tabela 3. Número médio de adultos de *D. citri* vivos, na variedade ‘Pera Rio’, enxertada em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em solo arenoso e na Fazenda Flórida, na aplicação realizada em novembro de 2009.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Número médio de psilídeos adultos vivos						
		Dias após a aplicação						
		7	15	30	45	60	75	90
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	5,0	3,5b <sup>1/</sup>	9,8	9,3	9,5	9,3	9,3
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	6,5	6,5ab	9,0	8,0	9,0	9,5	8,5
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	5,3	6,8ab	10,0	9,5	9,8	10,0	7,8
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	5,0	4,0ab	9,8	9,3	9,3	9,5	7,3
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	3,00	4,5	7,5ab	10,0	7,8	9,8	10,0	8,8
6. Testemunha		7,5	9,0a	9,3	9,3	10,0	9,5	9,3
F para tratamento		0,74 <sup>ns2/</sup>	3,44*	1,46 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
CV		19,38	17,68	3,32	9,5	4,64	4,02	10,09

<sup>1/</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

<sup>2/</sup>ns= não significativo pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Eficiência de inseticidas sistêmicos no controle de *Diaphorina citri* em plantas em produção de laranjeira ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e plantadas em solo arenoso, na aplicação realizada em novembro de 2009.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Mortalidade de psilídeos (%) <sup>1, 2</sup>						
		Dias após a aplicação						
		7	15	30	45	60	75	90
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	33	61	0	0	5	3	0
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	13	28	3	14	10	0	8
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	29	24	0	0	3	0	16
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	37	48	0	0	8	0	22
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	3,00	40	17	0	16	3	0	5

<sup>1</sup> Mortalidade calculada pela formula de Abbott (1925).

<sup>2</sup> Mortalidade avaliada aos 7 dias após confinamento.

Tabela 5. Número médio de adultos de *D. citri* vivos, na variedade ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em solo argiloso e na Fazenda Niagara, na aplicação realizada em fevereiro de 2010.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Número médio de psilídeos adultos vivos		
		Dias após a aplicação		
		7	15	30
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	9	8,50	8,00
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	9,8	8,50	8,50
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	8,5	8,80	8,00
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	9,5	9,25	5,50
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	5,00	9,8	8,00	5,80
6. Testemunha		9,8	9,00	10,00
F para tratamento		1,26 <sup>ns1/</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>
CV		4,71	7,31	22,59

<sup>1/</sup> ns= não significativo pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Eficiência de inseticidas sistêmicos no controle de *Diaphorina citri* em plantas em produção de laranjeira ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e plantadas em solo argiloso, na aplicação realizada em fevereiro de 2010.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Mortalidade de psilídeos (%) <sup>1, 2</sup>		
		Dias após a aplicação		
		7	15	30
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	8	6	20
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	3	6	15
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	13	2	15
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	5	0	45
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	5,00	0	11	42

<sup>1</sup> Mortalidade calculada pela formula de Abbott (1925).

<sup>2</sup> Mortalidade avaliada aos 7 dias após confinamento.

Tabela 7. Número médio de adultos de *D. citri* vivos, na variedade ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e plantadas em solo arenoso, na Fazenda Flórida, na aplicação realizada em fevereiro de 2010.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Número médio de psilídeos adultos vivos		
		Dias após a aplicação		
		7	15	30
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	9,3	7,8	8,8
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	10,0	9,3	9,8
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	9,0	8,0	9,5
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	9,0	8,0	7,8
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	3,00	9,3	7,8	8,0
6. Testemunha		9,8	7,0	9,0
F para tratamento		0,65 <sup>ns1/</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>
CV		5,08	8,03	5,90

<sup>1/</sup> ns= não significativo pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Eficiência de inseticidas sistêmicos no controle de *Diaphorina citri* em plantas em produção de laranjeira ‘Pera Rio’, enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ e plantadas em solo arenoso, na aplicação realizada em fevereiro de 2010.

Tratamentos	Dose (g ou mL PC/m altura)	Mortalidade de psilídeos (%) <sup>1, 2</sup>		
		Dias após a aplicação		
		7	15	30
1. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,00	5	0	2
2. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,25	0	0	0
3. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	1,50	8	0	0
4. Thiamethoxam (Actara 250 WG)	2,00	1	0	13
5. Imidacloprid (Provado 200 SC)	3,00	5	0	11

<sup>1</sup> Mortalidade calculada pela formula de Abbott (1925).

<sup>2</sup> Mortalidade avaliada aos 7 dias após confinamento.

### 3.2. Concentração de thiamethoxam nas folhas ao longo do tempo

Apenas a dose comercial de thiamethoxam (Actara 250 WG), 1,25 g/metro de altura de planta, foi monitorada nos testes Elisa e Analítico, as demais doses de thiamethoxam e imidacloprid (Provado 200 SC) não foram determinadas devido à falta de recursos para os testes.

Durante o período analisado, os teores de thiamethoxam foram mais elevados em plantas em solo arenoso em relação ao solo argiloso, corroborando as informações teóricas do comportamento de ingredientes ativos na solução do solo, pois, aplicando-se a mesma dose nos dois tipos de solos, teoricamente o ativo deveria ser mais adsorvido na solução do solo e translocado menos nas plantas do experimento da propriedade com solo argiloso (Figura 1).

Entretanto, na segunda aplicação, cujo experimento foi conduzido somente até aos 30 dias após a aplicação devido à baixa eficiência dos inseticidas, observou-se que a concentração de thiamethoxam em plantas em solo argiloso foi maior que em solo arenoso (Figura 2).

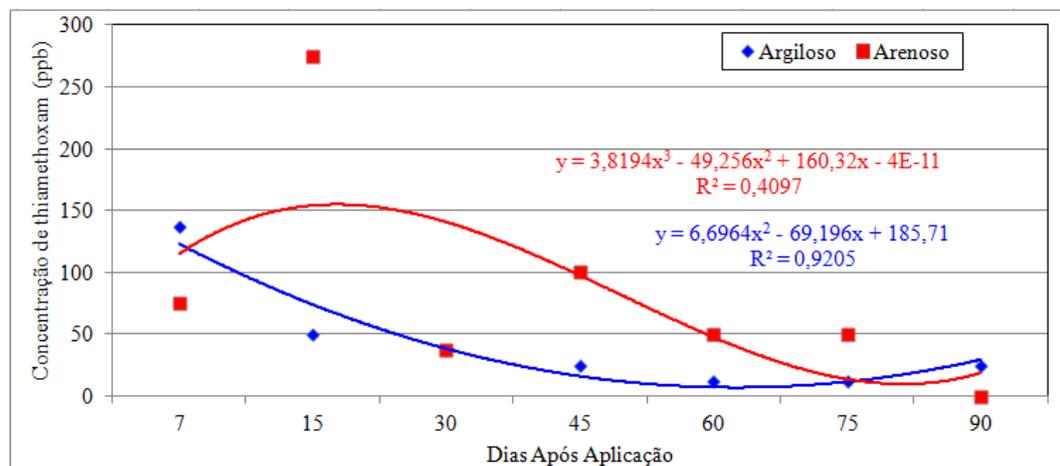


Figura 1. Concentração de thiamethoxam em laranjeira variedade 'Pera Rio' enxertada sobre limoeiro 'Cravo', aplicado na dose 1,25 g/metro de altura de planta, detectada pelo teste ELISA, nos dois tipos de solo e na aplicação realizada novembro de 2009.

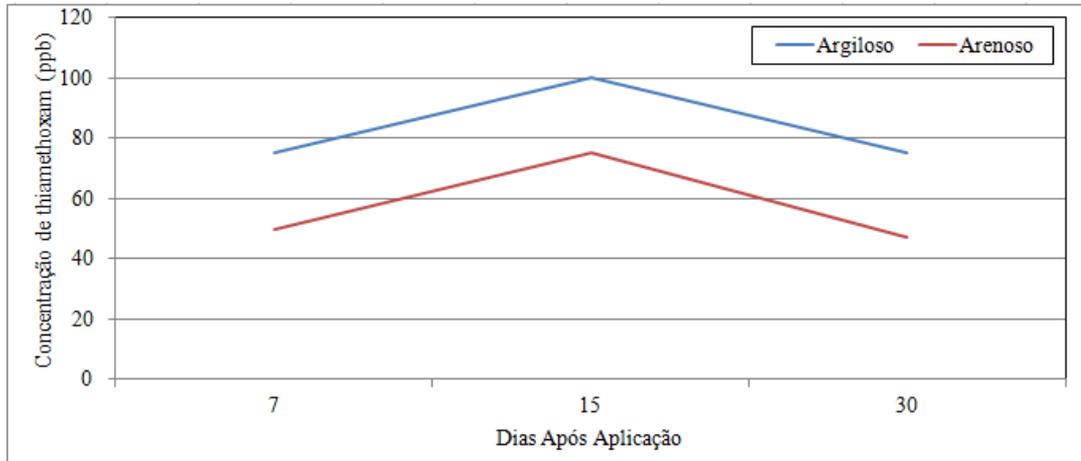


Figura 2. Concentração de thiamethoxam em laranjeira variedade ‘Pera Rio’ enxertada sobre limoeiro ‘Cravo’, aplicado na dose 1,25 g/ metro de altura de planta, detectada pelo teste ELISA, nos dois tipos de solo e na aplicação realizada fevereiro de 2010.

Castle *et al.* (2005) constataram que o pico de thiamethoxam ocorre 2 semanas após a aplicação e que a concentração declinou rapidamente após o pico. Nesse experimento observou-se que o pico ocorre entre a segunda e terceira semana e posteriormente declinou (Figura 1 e 2). Entretanto, para a aplicação realizada em novembro em solo argiloso, a concentração foi diminuindo ao longo do experimento (Figura 1).

Analisando-se as Figuras 1 e 2, pode-se observar que as concentrações de thiamethoxam não atingiram os valores mínimos para causar a mortalidade da *D. citri* 200 parte por bilhão (ppb) durante o período de 90 dias na primeira aplicação e durante aos 30 dias na segunda aplicação.

Em aplicações de inseticidas sistêmicos (thiamethoxam e imidacloprid) via “drench”, em plantas da variedade ‘Valencia’, enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’, de sete anos de idade, Yamamoto *et al.* (2010) observaram que o aumento das doses de ambos os inseticidas, proporcionaram um aumento do período de controle de *D. citri*, e os resultados evidenciaram que os sistêmicos controlam o psilídeo, atingindo eficiência igual ou superior a 80% dos 15 aos 62 DAA, sendo absorvidos e translocados para a região onde o vetor se alimenta e reproduz. A concentração do thiamethoxam, determinada com o uso do teste Elisa, atingiu 1000 ppb aos 45 DAA, e permaneceu acima de 200 ppb entre 10 a 70 dias da aplicação.

Entretanto, no presente trabalho, os resultados não se repetiram, não houve controle de *D. citri* e também, nas folhas analisadas, thiamethoxam não atingiu concentração que causasse mortalidade ao psíldeo. A dose de thiamethoxam que provoca mortalidade a *D. citri*, determinada pelo teste ELISA, está no intervalo de 200 a 400 ppb (Yamamoto *et al.*, 2010).

A explicação para a diferença de resultados pode estar relacionado ao momento de aplicação. Yamamoto *et al.* (2010) realizaram o ensaio com thiamethoxam e imidacloprid também em 2009, entretanto, fizeram a aplicação no mês de setembro, e nesse trabalho foi realizado em novembro. Um dos fatores que pode ter interferido na absorção e translocação de thiamethoxam pode estar relacionado ao excesso de umidade do solo, que foi influenciada pelas chuvas (Figura 3), e/ou menor brotação das plantas cítricas, apesar de não ter sido avaliado. Outro fator que pode estar relacionado à diferença de resultados é o porta-enxerto utilizado, o presente trabalho foi realizado em limoeiro ‘Cravo’, enquanto que no trabalho de Yamamoto *et al.* (2010) foi realizado em citrumeleiro ‘Swingle’. Childers & Rogers (2005) comentam que aplicação antes do ciclo de brotação da planta otimizaria a eficiência de inseticidas sistêmicos e quanto menor a planta, mais rápida a absorção desses produtos.

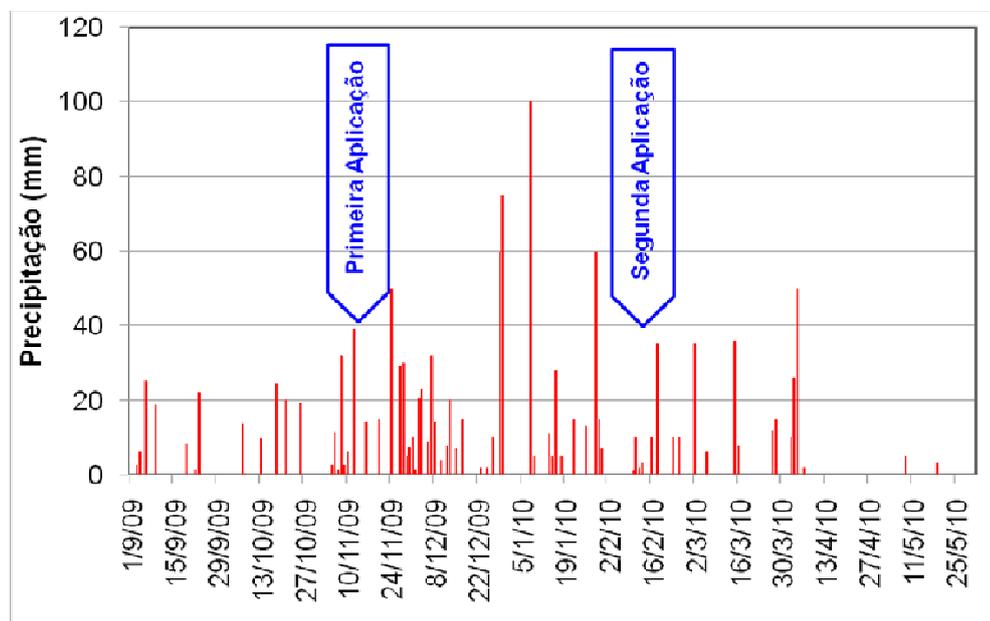


Figura 3. Precipitação diária (mm) obtida na estação meteorológica de Araraquara (CIIAGRO/IAC), no período de 1 de setembro de 2009 a 30 de maio de 2010.

Diez-Rodrigues *et al.* (2006) verificaram que, em cafeeiro Mundo Novo com 8 anos de idade que receberam aplicações de thiamethoxam granulado, a translocação foi uniforme nos três terços da planta. Foram encontrados resíduos nas folhas até aos 240 dias após a aplicação que causava a mortalidade do bicho mineiro *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville), comprovando a translocação de thiamethoxam desde as raízes até a parte aérea. Também no mesmo ensaio foi determinado que a concentração do produto de 0,02 mg.kg<sup>-1</sup> na folha foi suficiente para controle da praga.

Comparando-se os resultados de concentração de thiamethoxam, tanto pelo teste ELISA como pelo método analítico, observou-se que os dois métodos apresentam resultados semelhantes, indicando que o teste ELISA pode ser utilizado para determinação da concentração de thiamethoxam (Figuras 4 e 5).

Com o aumento da incidência de HLB anualmente, indicando que a quantidade de inóculo é cada vez maior, o controle do vetor se torna cada vez mais relevante. Os inseticidas sistêmicos devem ser utilizados para controle da *D. citri*, sendo uma opção mais seletiva aos inimigos naturais e por apresentar efeito residual mais prolongado quando comparado com aplicações foliares (Buitendag & Naude, 1992, Stansly *et al.*, 2008). Porém, mais estudos devem ser desenvolvidos para determinar os melhores métodos e época para aplicação dos princípios ativos nas plantas, que proporcione absorção e translocação adequada dos compostos até as regiões em que *D. citri* se alimenta e reproduz.

As vantagens dos inseticidas sistêmicos, tais como: a seletividade aos inimigos naturais, o maior período de controle, os resultados consistentes em plantas em formação (até 2,5 anos) e o sucesso dos sistêmicos no controle do psilídeo em plantas de todas as idades na África do Sul, justificam novos esforços em pesquisas para determinar a viabilidade e eficiência dos mesmos em plantas em produção, avaliando simultaneamente vários métodos de aplicação dos produtos nas plantas.

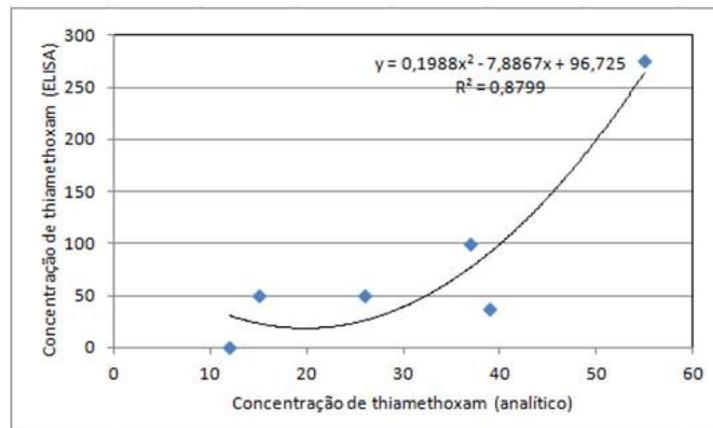


Figura 4. Comparação do teor de thiamethoxam no teste ELISA com o teste Analítico, em ppb (parte por bilhão), em laranjeira ‘Pera Rio’ enxertada em limoeiro ‘Cravo’, plantada em solo arenoso e na aplicação realizada em novembro de 2009.

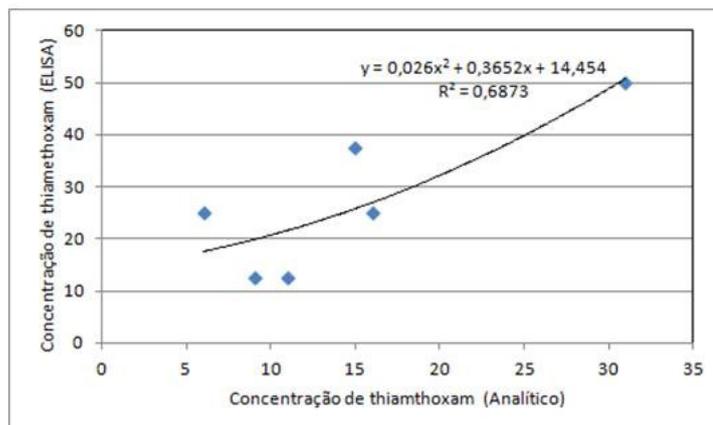


Figura 5. Comparação do teor de thiamethoxam no teste ELISA com o teste Analítico, em ppb (parte por bilhão) em laranjeira ‘Pera Rio’ enxertada em limoeiro ‘Cravo’, plantada em solo argiloso e na aplicação realizada em novembro de 2009.

#### 4. CONCLUSÃO

Pela metodologia utilizada no experimento, os inseticidas testados não são eficientes no controle *Diaphorina citri* e o thiamethoxam não atinge concentração nas folhas que cause mortalidade aos adultos de *D. citri*. Métodos e épocas de aplicação do produto em plantas em produção devem ser estudados para que proporcionem melhor translocação do inseticida sistêmicos suficiente para controle do psílídeo e melhor aproveitando os benefícios dos sistêmicos no controle do vetor já confirmados em plantas em formação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology** 18:265-267.
- Benvenega, S.R., Gravena, A.R., Araújo, N., Silva, J.L., Gravena, S., Gravena, R., Batistela, M.J. & Amorim, L.C.S. 2006. Inseticidas da linha Syngenta para o manejo do psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), em citros, *Citrus sinensis* Osbeck. In: **Proceedings of the Huanglongbing – Greening International Workshop**, Ribeirão Preto: Fundecitrus, 1:114.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **J. Plant Pathol.** 88:7–37.
- Buitendag, C.H. & Naude, W. 1992. Insecticide stem treatments for the control of citrus pests. **Citrus Journal** 2:36-39.
- Capoor, S.P., Rao, D.G. & Viswanath, S.M. 1967. *Diaphorina citri* Kuway., a vector of the greening disease of citrus in India. **Indian Journal of Agricultural Science** 37:572-576.
- Castle, S.J., Byrne, F.J., Bi, J.L. & Toscano, N.C. 2005. Spacial and temporal distribution of imidacloprid and thiamethoxam in citrus and impact on *Homalodisca coagulata* populations. **Pest Manag. Sci.** 61:75-84.
- Childers, C.C. & Rogers, M. 2005. Chemical control and management approaches of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Florida Citrus. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 118:49-53.
- 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** 88:1382.
- Costa Lima A.M. da. 1942. Homopteros. Insetos do Brasil. Escola Nacional de Agronomia 3:1-327 (Série Didática no. 4).
- De Salvo, S., Susuki 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**, Ribeirão Preto: 2006. p.111.
- Diez-Rodriguez, G.I., Baptista, G.C., Trevizan, L.R.P., Haddad, M.C. & Nava, E.D. 2006. Resíduos de thiametoxam, aldicarb e seus metabólitos em folhas de cafeeiro e efeito no

controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidóptera:- Lyonetiidae). **Neotropical Entomology** 35:257-263.

Fundecitrus (Araraquara). **Fundo de Defesa da Citricultura**: Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br>>. Acesso em: 02 jun. 2010.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zuchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. & Omoto, C. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p.

Gravena, S., De Negri, J.D., Gonzales, M.A., Quaggio, J.A., Pinto, W.B.S. & Basile, J.B. 1997. Manejo de cigarrinhas e CVC no pomar. In: Donadio, L.C. & Moreira, C.S. (Eds). **Clorose variegada dos citros**. Bebedouro: Estação Experimental de Citricultura. p.93-112.

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

Lopes, S.A., Martins, E.C. & Frade, 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*. **Fitopatologia Brasileira** 31:303.

Qureshi, J.A., Kostyk, B. & Stansly, P.A. 2009. Control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: psyllidae) with foliar and soil-applied insecticides. **Proc. Fla. State Hort. Sci.** 122:189-193.

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

Stansly, P.A., Qureshi, J.A. & Arevalo, H.A. Integrated pest management of the Asian citrus psyllid (ACP) in Florida. **Inter. Res. Conf. on HLB**, December 1-5, 2008, Orlando, Florida, USA.

Teixeira, D.C., Danet, J.L., Eveillard, S., Martins, E.C., De Jesus JR, W.C., Yamamoto, P.T., Lopes, S.A., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Saillard, C. & Bové, J. M. 2005. Citrus huanglongbing in São Paulo, Brazil: PCR detection of the '*Candidatus*' *Liberibacter* species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probe** 19:173-179.

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

Yamamoto, P.T., Miranda, M.P. & Felipe, M.R. 2010. Uso de inseticidas sistêmicos para controle do psíldeo *Diaphorina citri*. **Revista Citricultura** 78:14-16.

Yamamoto, P.T., Teixeira, D.C., Martins, E.C., Santos, M.A., Felipe, M.R., Garbim, L.F., Carmo, A.U., Abrahão, D.P., Sousa, M.C. & Bové, J.M. 2006. Detecção de *Candidatus Liberibacter americanus* e *asiaticus* em *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). **Proceedings of the Huanglongbing – Greening Workshop International**. p.87. Ribeirão Preto.

Yamamoto, P.T., Paiva, P.E.B. & Gravena, S. 2001. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região Norte do estado de São Paulo. **Neotrop. Entomol.** 30:165-170.