

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

MARIA LIA DE CAMPOS MICELLI

**Efeito do óleo mineral sobre a preferência e residual de inseticidas
no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)
em citros**

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

Orientador: Marcelo Pedreira de Miranda

Araraquara
Abril 2011

MARIA LIA DE CAMPOS MICELLI

**Efeito do óleo mineral sobre a preferência e residual de inseticidas
no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)
em citros**

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

Orientador: Marcelo Pedreira de Miranda

Araraquara
Abril 2011

MARIA LIA DE CAMPOS MICELLI

**Efeito do óleo mineral sobre a preferência e residual de inseticidas
no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)
em citros**

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

Araraquara, 28 de abril de 2011

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Pedro Takao Yamamoto
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, SP

Prof. Dr. Fernando Javier Sanhueza Salas)
Instituto Biológico, São Paulo, SP

AGRADECIMENTOS

Ao **Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS**.

Aos funcionários do Departamento Científico **Marcos Rogério Felipe, Rodrigo Eduardo Caldeira, Rafael Brandão Garcia, Wellington F. H. de Souza, Waner Cândido da Silva, José Aparecido Figueira, Rejane Angélica G. Luvizotto, Cláudia Daniele de Souza, Priscilla Messi Barsaglini**, pela dedicação, auxílio e amizade.

Aos **Professores e Pesquisadores do FUNDECITRUS** pelo auxílio, e orientação.

À **Dra. Denise Viola** (UFBA) pelo auxílio.

Aos professores **Dr. Pedro Takao Yamamoto** e **Fernando J. S. Salas** participantes da banca examinadora pelas contribuições sugeridas

Ao Professor **Dr. Marcelo Pedreira de Miranda** pela amizade, dedicação e orientação.

À **Primeira Turma do Mestrado profissional (2009)**, pelos momentos de alegria, companheirismo e ensinamentos.

À minha querida amiga **Lívia W. Marcolini** pela amizade sincera e auxílio prestado.

À toda minha **família e amigos** pelo amor e carinho que sempre me ajudaram.

Efeito do óleo mineral sobre a preferência e residual de inseticidas no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do óleo mineral sobre a preferência alimentar e oviposição de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em plantas cítricas; mortalidade e prolongamento do residual de inseticidas usados no controle deste inseto. Para os estudos de preferência e controle, foram usadas mudas de laranja-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], ‘Valência’, enxertada sobre citrumelero ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] mantidas em vasos de 12 litros. No estudo de preferência para oviposição, utilizaram-se ‘seedlings’ de laranjeira-doce, ‘Caipira’. Os experimentos de preferência constaram de dois tratamentos: plantas pulverizadas com óleo mineral (Argenfrut[®]) a 1% (v/v) e pulverizadas com água (testemunha). No experimento de livre escolha 50 psilídeos adultos foram liberados no centro de um telado (base 2,5 x 5,0 m e 2 m de altura) (n=10) e as avaliações realizadas após 7; 24; 31; 48 e 55 h após a liberação, registrando-se o número de insetos pousados em cada período de tempo. O teste de livre escolha foi realizado com 1, 7, 14 e 21 dias após a pulverização, já para o teste sem chance de escolha foi realizado somente um dia após a pulverização. No experimento para verificar o efeito do óleo mineral sobre a oviposição, utilizou-se potes do tipo “baleiro” para o confinamento dos insetos. Foram liberados 20 psilídeos adultos em cada “baleiro” (n=10) e após três dias da liberação contou-se o número de ovos em cada tratamento. Para avaliar efeito do óleo mineral sobre a mortalidade de *D. citri* e residual de inseticidas, avaliaram-se 8 tratamentos (n=4): i) lambda-cialotrina; ii) imidacloprido; iii) dimetoato; iv) lambda-cialotrina + óleo mineral; v) imidacloprido + óleo mineral; vi) dimetoato + óleo mineral; vii) óleo mineral e viii) controle. Foram confinados 10 psilídeos adultos/repetição em um ramo com folhas expandidas, por meio de sacos de “tule” em 1, 7, 16, 21, 30 e 41 dias após à aplicação (DAA). As avaliações foram feitas com 1, 3 e 7 dias após o confinamento, avaliando-se o número de insetos vivos e mortos. Os resultados obtidos, demonstraram que o óleo mineral apresenta efeito repelente sobre adultos de *D. citri*, além disto, os insetos preferem ovipositar em brotações cítricas não tratadas com óleo mineral. Com relação ao controle, nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, o óleo mineral mostrou-se eficiente quando aplicado isoladamente porém, não prolongou o período residual dos inseticidas avaliados.

Palavras chave: Manejo psilídeo; repelência; Huanglongbing

**Effect of mineral oil on psyllid preference and residue of insecticides for control of
Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus**

Abstract

This study aimed at determining the influence of mineral oil on feeding preference and oviposition of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) on citrus trees, insect mortality and insecticide residues. Feeding preference and efficiency of insecticides trial were conducted in greenhouse using one-year-old nursery trees of ‘Valencia’ sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] grafted on ‘Swingle’ citrumelo [*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] planted in 12-liter pots, whereas oviposition was assessed on seedlings of ‘Caipira’ sweet orange. Feeding preference was assessed on plants sprayed with either 1% mineral oil (Argenfrut®) or with water only (control) using the choice and no-choice tests, which were conducted 1, 7, 14 e 21 days after spray and in the following day after spray, respectively. For the first trial, 50 adult psyllids were released in the center of the screen house (2.5 W x 5.0 L x 2.0 H in meters) (n = 10) and assessed after 7, 24, 31, 48, and 55 h of release by counting the number of insects landed on the leaves for each treatment. For the oviposition trial, laid eggs of 20 insects confined in “baleiro” containers (n = 10) were counted after three days of release. The effect of mineral oil on residual activity of insecticides was assessed by spaying plants with insecticides lambda-cialotrina, imidacloprid, or dimetoato combined or not with mineral oil. Plants sprayed with water were used as control. For each replicate (n = 4), 10 adult psyllids were confined with a “tule” bag to a citrus branch with fully expanded mature leaves, 1, 7, 16, 21, 30, and 41 days after spray. Assessments were conducted 1, 3, and 7 days after confining the insects, by determining the number of live and dead psyllids. The results revealed that mineral oil has repellent effect on adults of *D. citri*, which prefer oil-free leave flush for oviposition. Mineral oil alone was effective for controlling the psyllids, however, it did not protract the residue of the insecticides assessed.

Keywords: Psyllid management, repellency, Huanglongbing

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	04
2.1 Obtenção de psilídeos e plantas testes	04
2.2 Efeito do óleo mineral sobre a preferência de <i>Diaphorina citri</i>	04
2.3 Efeito do óleo mineral sobre a oviposição de <i>Diaphorina citri</i>	05
2.4 Efeito do óleo mineral sobre a mortalidade de <i>Diaphorina citri</i> e período residual de inseticidas	05
2.5 Análise estatística.....	06
3. RESULTADOS	07
3.1 Efeito do óleo mineral sobre a preferência de <i>Diaphorina citri</i>	07
3.2 Efeito do óleo mineral sobre a oviposição de <i>Diaphorina citri</i>	07
3.3 Efeito do óleo mineral sobre a mortalidade de <i>Diaphorina citri</i> e residual de inseticidas	08
4. DISCUSSÃO	09
5. CONCLUSÃO	12
REFERÊNCIAS	19

1. Introdução

Atualmente a citricultura brasileira está mais concentrada nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, com uma produção nacional de aproximadamente 290 milhões de caixas em 2010. Esse número representa uma redução de 25% na produção quando comparado ao ano de 1999, ano em que o país produziu 400 milhões de caixas. Esse fato resultou tanto de problemas econômicos quanto fitossanitários (FNP, 2011). A citricultura no Brasil é hoje uma das culturas que mais apresenta problemas fitossanitários. São inúmeras as pragas e doenças que afetam os pomares brasileiros todos os anos. O levantamento amostral realizado pelo Fundecitrus em 2010 indicou que o HLB já havia atingido 38% dos pomares paulistas. Estima-se que cerca de 4 milhões de plantas já foram erradicadas somente no Estado de São Paulo.

Atualmente o HLB é considerada a doença mais destrutiva que já se viu na citricultura. Esta possui grande potencial de progressão, podendo atingir todas as variedades comerciais cultivadas de citros em todos seus estágios de desenvolvimento, desde mudas até pomares formados (Da Graça, 1991). O primeiro relato científico sobre o HLB foi em 1919 na China, como a doença do ramo amarelo (“yellow shoot”) dos citros (Bové, 2006). No Brasil o primeiro relato ocorreu em 2004, em pomares cítricos do Estado de São Paulo, sendo associada à espécie asiática *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Coletta-Filho *et al.*, 2004) e posteriormente relacionado à espécie *Candidatus Liberibacter americanus* (Texeira *et al.*, 2005) também. Embora não se tenha estudos publicados quantificando as perdas econômicas ocasionadas pelo HLB, existem na literatura informações sobre perdas catastróficas no número de plantas cítricas nos países asiáticos onde a doença é endêmica (Da Graça, 1991).

As bactérias causadoras do HLB são transmitidas por duas espécies de insetos, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Psyllidae) e *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (Yamamoto *et al.*, 2006; Capoor *et al.*, 1967) cujos hospedeiros preferenciais são os citros e a murta (*Murraya paniculata*). No Brasil ocorrem *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus*, ambas transmitidas por *D. citri*

A transmissão de *C. Liberibacter* pode também ocorrer pelo uso de borbulhas infectadas durante o processo de formação de mudas, o que pode levar a disseminação da doença à longas distâncias e sua introdução em novas áreas (Belasque Junior *et al.*, 2010).

D. citri é um inseto sugador diminuto que na fase adulta chega a medir até 3 mm de comprimento (Aubert, 1987; Gallo *et al.*, 2002). São facilmente encontrados na face abaxial

das folhas e em repouso permanecem em um ângulo de 45° em relação à superfície da planta. Os adultos possuem coloração marrom e liberam uma secreção serosa (Meade, 2002). Em temperaturas elevadas podem viver em média de 80 a 90 dias (Aubert, 1987) e em temperaturas baixas este período pode se estender para até 270 dias (Yang *et al.*, 2006). São insetos que se reproduzem com muita rapidez, considerados de difícil controle. Cada fêmea pode colocar mais de 800 ovos, de coloração amarela e formato alongado, que depois de eclodidos, passam por cinco estágios ninfais. A oviposição inicia-se em brotações novas após de um dia do acasalamento (Wenninger & Hall, 2007). Para adquirir a bactéria o período mínimo de alimentação do inseto em uma planta doente pode ser de 5 a 7 horas (Xu *et al.*, 1987), embora dados recentes mostram que um período de 15 a 30 minutos é suficiente para a aquisição (Oberholze & Hofmeyr, 1955; Capoor *et al.*, 1974). A eficiência de transmissão é potencializada com o aumento do período de alimentação. Uma vez adquirida e após um período de duas a três semanas de incubação, a transmissão da bactéria pode acontecer por toda a vida do inseto, que vive em torno de três a quatro meses (Halbert & Manjunath, 2004). No estado de São Paulo, o aumento da população ocorre no início da primavera com picos no final desta estação e no início do verão (Yamamoto *et al.*, 2001). Contudo, a fase adulta de *D. citri* pode estar presente durante todo ano graças a interposição de gerações (Belasque Junior *et al.*, 2010).

Os sintomas iniciais da doença são o surgimento de um ou alguns ramos com folhas amareladas, geralmente em poucas plantas do pomar. As folhas pertencentes a esses ramos perdem parte da sua coloração verde apresentando-se parcialmente amarelas e verdes em uma delimitação clara entre essas duas cores. Esse tipo de sintoma é denominado mosqueado. Esse é o sintoma mais característico de todas as plantas que apresentaram HLB, pois foi observado em todos os locais nas quais a doença foi descrita, independente do agente causal, do hospedeiro e das condições climáticas (Bové, 2006). Outros sintomas observados são: folhas com tamanho reduzido, podendo apresentar nervuras mais grossas e escurecidas, frutos deformados e de tamanho reduzido estes quando cortados ao meio observa-se o sistema condutor de seiva amarelado e columela central desviada e torta com consequente queda. Em estádios mais avançados da doença podem ocorrer desfolha e morte dos ponteiros (Bové, 2006). Atualmente o manejo do HLB se resume ao plantio de mudas saudáveis, inspeção e eliminação de plantas doentes e o controle do inseto vetor (Belasque Junior *et al.*, 2010).

Atualmente, o controle químico é a tática mais efetiva e usada no manejo de *D. citri*. Este é iniciado ainda no viveiro, com a aplicação de inseticidas sistêmicos via “drench” nas

mudas antes do plantio. Posteriormente, nos pomares em formação são realizadas aplicações de inseticidas sistêmicos e de contato e em pomares em produção somente inseticidas de contato (Miranda *et al.*, 2011). Existem disponíveis várias opções de inseticidas sistêmicos e de contato, que podem ser usados para o controle populacional deste inseto vetor (Yamamoto *et al.*, 2009).

A utilização de óleos para o controle de insetos na agricultura não é uma prática recente, existem relatos que em 1919 na Índia o uso de um tipo de óleo de peixe já era feito para controlar insetos (Fletcher, 1919). Antigamente alguns óleos minerais chegaram a causar alguns problemas como fitotoxidade, isso talvez pelo fato de serem menos refinados que os óleos atuais, o que gerou um certo esquecimento do uso destes como alternativa para controle de pragas (Rae *et al.*, 1997). A utilização do óleo mineral para controle de pragas dos citros pode ser bastante eficaz, na Austrália este produto é utilizado para controle de ácaros, cochonilhas e larva minadora dos citros (Beattie, 1995; Beattie & Smith, 1993). Nos Estados Unidos é utilizado para controle de ácaros, mosca branca, pulgões, psilídeos e mosca da frutas (Davidson *et al.*, 1991). Estudos conduzidos na China demonstraram que ovos e ninfas de *D. citri* sofreram uma mortalidade significativa quando pulverizados com óleo mineral (Rae *et al.*, 1997).

O uso indiscriminado de inseticidas tem ocasionado sérios efeitos colaterais à citricultura, problemas antes considerados não muito expressivos (pragas secundárias) estão se tornando cada vez mais frequentes. Em parte, isso é explicado pela redução da população dos inimigos naturais presentes em pomares cítricos causada pela ação dos inseticidas (Stansly *et al.*, 2009). Assim, torna-se importante e necessário a busca por medidas alternativas para o manejo do psilídeo. O presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito do óleo mineral sobre a preferência alimentar e oviposição de *D. citri* em plantas cítricas; mortalidade e prolongamento do período residual de inseticidas usados no controle deste inseto vetor.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em telados e no laboratório de Entomologia do Departamento Científico do Fundecitrus, em Araraquara- SP.

2.1 Obtenção de psilídeos e plantas-teste

Os adultos de *Diaphorina citri* utilizados neste trabalho foram obtidos de criação estabelecida no Fundecitrus, em sala climatizada (temperatura de 25 °C ± 2°C e fotofase de 14 horas) e mantidos em plantas de *Murraya paniculata* (L.).

Para os estudos de preferência e controle, utilizaram-se mudas com 1 ano de idade de laranjeira-doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], ‘Valência’, enxertada sobre citrumeleiro ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] mantidas em vasos de 12 L.

No estudo de preferência para oviposição, utilizaram-se ‘seedlings’ de laranjeira-doce, ‘Caipira’ em tubetes. As plantas foram produzidos em viveiros telados com substrato comercial Multiplant Citrus®

2.2 Efeito do óleo mineral sobre a preferência de *D. citri*

Com o objetivo de verificar o efeito do óleo mineral sobre a preferência de *D. citri* por plantas cítricas, realizaram-se testes de livre escolha e sem chance de escolha.

Os experimentos consistiram de dois tratamentos: plantas tratadas com óleo mineral (Argenfrut®) a 1% e plantas apenas com água (controle). Estas foram pulverizadas por meio de um pulverizador manual (Brudden SS5®) com capacidade para 5 litros, com a finalidade de proporcionar uma cobertura homogeneia a muda, até o início do ponto de escorrimento.

Utilizaram-se telados (base 2,5 x 5,0 m e 2 m de altura) com estrutura de ferro e revestida com tela antiafídica. Cada tratamento foi repetido 10 vezes sendo cada repetição constituída por um telado contendo duas mudas cítricas de cada tratamento dispostas uma do lado da outra em cada extremidade do telado. No centro foram liberados 50 psilídeos adultos (machos e fêmeas em proporções semelhantes) com 10-15 dias de idade. A liberação dos insetos ocorreu sempre no mesmo horário (9:00 h) e as avaliações foram realizadas após 7; 24; 31; 48 e 55 h, registrando-se o número de insetos pousados nas plantas de cada tratamento. Na última avaliação os insetos foram coletados e descartados. O experimento foi realizado a 1, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), sendo que durante este período as plantas permaneceram nos telados.

O experimento sem chance de escolha foi executado nas mesmas condições do primeiro, contudo, os tratamentos foram colocados separadamente em cada telado, ou seja, os psilídeos foram liberados nos telados com quatro plantas do mesmo tratamento. Neste caso o experimento foi realizado somente um dia após a pulverização.

2.3 Efeito do óleo mineral sobre a oviposição de *D. citri*

Neste estudo também foram realizados testes de livre escolha e sem chance de escolha, para verificar o efeito do óleo mineral sobre a oviposição de *D. citri*. Os experimentos constaram de dois tratamentos: ‘seedlings’ pulverizados com óleo mineral (Argenfrut®) a 1% e ‘seedlings’ pulverizadas apenas com água (controle), em ambos os casos, os ‘seedlings’ haviam sido previamente podados (15 dias antes) para emissão de brotação adequada para a oviposição de *D. citri*. Para os confinamentos foram usados potes do tipo “baleiro” com capacidade para quatro ‘seedlings’ com duas aberturas revestidas de tecido do tipo “tule”.

Os tratamentos foram repetidos 10 vezes, sendo cada um constituído por um “baleiro”. No experimento com chance de escolha, dois ‘seedlings’ de cada tratamento foram acondicionados em cada “baleiro”, enquanto que no teste sem chance de escolha foram acondicionados quatro ‘seedlings’ do mesmo tratamento por “baleiro”. Em cada “baleiro” foram liberados 20 psilídeos adultos (10 casais) entre 10-15 dias de idade. Após 3 dias da liberação, os insetos foram retirados das gaiolas e no dia seguinte os ‘seedlings’ foram examinados com o auxílio de um microscópio estereoscópio (Olympus®) para realização da contagem dos ovos em cada tratamento.

2.4 Efeito do óleo mineral sobre a mortalidade de *Diaphorina citri* e período residual de inseticidas

O experimento foi conduzido nos meses de Setembro e Outubro de 2010 em casa de vegetação, a fim de evitar a perda de residual dos produtos pela ação das chuvas. Este foi composto por 8 tratamentos (Quadro 1) com 4 repetições. A pulverização foi realizada de modo semelhante à descrita no item 2.2.

Para avaliar a eficiência dos tratamentos utilizou-se o método de confinamento descrito por Roberto & Yamamoto (1998). Os confinamentos foram realizados por meio de gaiolas confeccionados com tecido tipo “tule”, confinando-se 10 psilídeos adultos/repetição em um ramo com folhas expandidas, a 1, 7, 16, 21, 30, e 41 dias após a aplicação (DAA). As avaliações foram feitas com 1, 3 e 7 dias após o confinamento, observando-se o número de insetos vivos e mortos.

2.5 Análise estatística

Nos experimentos com testes de livre escolha e sem chance de escolha utilizou-se o teste não-paramétrico U de Mann-Whitney para verificar a preferência dos indivíduos entre plantas pulverizadas e não pulverizadas com óleo mineral. Considerou-se como variável, o número de indivíduos e ovos registrados em cada avaliação.

Para o experimento de controle, o número de psíldeos vivos por planta foi transformado em $\sqrt{x+1}$, submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A eficiência dos tratamentos foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

3. Resultados

3.1 Efeito do óleo mineral sobre a preferência de *D. citri*

Analisando os resultados do ensaio de livre escolha observou-se que *D. citri* apresenta uma nítida preferência por plantas não tratadas com óleo mineral. Em todos os horários de avaliação e períodos após a pulverização (1, 7, 14 e 21 dias) houve uma diferença significativa no número de insetos pousados ente os tratamentos ($P < 0,05$) (Figura 1). Durante o experimento, a média de psilídeos pousados em plantas não tratadas com óleo variou de 20,3 ($\pm 2,25$) a 8,0 ($\pm 1,39$) indivíduos. Enquanto que, em plantas pulverizadas com óleo mineral a variação da média foi de 5,4 ($\pm 1,16$) a 1,1 ($\pm 0,34$) indivíduos (Figura 1). Na terceira semana (14 DAA) foram observadas as menores médias (Figura 1 C), isso provavelmente ocorreu devido às chuvas durante este período de avaliação (dados não apresentados). Considerando a média de todas as avaliações, o óleo mineral provocou uma redução de 81% de insetos pousados sobre mudas cítricas.

No experimento sem chance de escolha, observou-se um maior número de psilídeos pousados em plantas não tratadas com óleo mineral. Em todas as avaliações houve uma diferença significativa no número de insetos pousados entre os tratamentos ($P < 0,05$) (Figura 2). Um fato interessante observado foi o grande número de psilídeos dispersos pousados sobre as paredes dos telados, nos tratamentos com plantas pulverizadas com óleo mineral. No decorrer do experimento a média de psilídeos pousados em plantas não tratadas com óleo mineral variou de 13,7 ($\pm 1,21$) a 11,4 ($\pm 1,58$) indivíduos. Enquanto que, em plantas pulverizadas com óleo mineral a variação da média foi de 6,6 ($\pm 1,03$) e 2,6 ($\pm 0,60$) indivíduos (Figura 2). Neste caso, o óleo mineral reduziu em 70% o número de insetos que pousaram sobre as mudas cítricas.

3.2 Efeito do óleo mineral sobre a oviposição de *D. citri*

Por meio de teste de livre escolha, observou-se que *D. citri* prefere ovipositar em plantas não tratadas com óleo mineral, quando comparada a plantas tratadas ($P < 0,02$). Contudo, quando a oviposição foi avaliada sem a possibilidade de escolha, não se constatou diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P > 0,32$) (Figura 3). Embora a mediana do número de ovos em plantas tratadas com óleo mineral seja menor em relação às plantas não tratadas, a não diferença entre os grupos provavelmente se deve ao fato de dois pontos discrepantes observados no grupo de plantas tratadas com óleo mineral (Figura 4).

3.3 Efeito do óleo mineral sobre a mortalidade de *D. citri* e período residual de inseticidas

Nas três primeiras avaliações (1, 7 e 16 DAA) os tratamentos que foram pulverizados com defensivos químicos (inseticidas, óleo mineral ou mistura dos dois) não diferiram estatisticamente entre si, porém, diferiram da testemunha (Tabela 1). Todos os tratamentos até 16 DAA apresentaram uma eficiência de 100% (Tabela 2). Aos 21 DAA, o tratamento dimetoato + óleo mineral foi o único que diferiu dos demais (Tabela 1), sua eficiência foi reduzida para 67% e aos 30 dias para 49%, enquanto que os demais tratamentos continuaram com uma eficiência superior a 80% (Tabela 2).

Aos 41 DAA somente os tratamentos dimetoato e dimetoato + óleo mineral não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 1). Os tratamentos lambda-cialotrina, imidacloprido e lambda-cialotrina + óleo mineral, foram os que apresentaram a eficiência de mortalidade superior a 80% (Tabela 2).

O óleo mineral não prolongou o período residual dos inseticidas avaliados. Para lambda-cialotrina e imidacloprido, a mortalidade ocasionada pela adição de óleo mineral não diferiu estatisticamente da ação isolada destes inseticidas (Tabela 1). No caso do dimetoato, a interação com óleo mineral não deferiu da mortalidade ocasionada por este inseticida quando utilizado isoladamente até 16 DAA. Porém nas avaliações 21 e 30 DAA observou-se uma menor mortalidade de *D. citri* no tratamento dimetoato + óleo mineral, sendo que na última avaliação não foi detectado diferença nos tratamentos contendo dimetoato (Tabela 1).

4. Discussão

Neste estudo, foi verificado o efeito do óleo mineral sobre a seleção da planta hospedeira e na oviposição de *D. citri* em mudas de laranjeira doce.

No experimento com chance escolha, observou-se que *D. citri* apresenta uma nítida preferência por plantas não pulverizadas com óleo mineral. Este efeito também foi observado para outras pragas. Liu *et al.*, (2002) verificaram que tomates maduros (*Solanum lycopersicum*) que haviam sido tratados em emulsão aquosa de óleo mineral foram menos infestados por moscas das frutas *Bactrocera tryoni* Froggatt do que tomates tratados apenas em água. O óleo mineral também mostrou-se eficiente quanto a repelência em moscas das frutas *B. tryoni* e “mosca branca” *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em plantas cítricas (Larew & Locke, 1990; Liu & Stansly, 1995). Existem relatos de que o óleo mineral pode alterar a respiração e a transpiração de plantas de citros (Wedding *et al.*, 1952; Riehl *et al.*, 1958; Baker, 1970), reduzindo a quantidade e variedade de compostos voláteis emitidos pelas plantas. Segundo Noronha (2010), a distinção de voláteis de plantas é uma das táticas utilizadas por *D. citri* para seleção de seus hospedeiros. Por meio da técnica de “Electrical penetration Graphs” (EPG), Miranda *et al.*, (2011) verificaram que óleo mineral interfere negativamente na penetração estiletar de *D. citri* quando pulverizado sobre mudas cítricas. Deste modo, a provável redução na emissão de voláteis e interferência no comportamento alimentar provocados pelo óleo mineral, poderiam explicar em parte, a redução na atratividade de plantas cítricas tratadas com óleo mineral observada neste trabalho.

No experimento sem chance de escolha, em todas as avaliações, verificou-se um baixo número de psíldeos pousados sobre plantas tratadas com óleo mineral, sendo que, grande parte dos insetos que foram liberados estavam sobre o telado (dados não apresentados). Portanto é plausível afirmar que óleo mineral apresenta um efeito de repelência sobre *D. citri*.

O efeito óleo mineral sobre a oviposição, no teste de livre escolha verificou-se uma forte redução no número de ovos colocados em plantas tratadas com óleo mineral, em relação às não tratadas. No experimento sem chance de escolha, embora não se tenha detectado diferença estatística entre os tratamentos, a média de ovos observados no tratamento com óleo mineral, foi quatro vezes menor do que plantas não pulverizadas. Isso mostra que de modo geral o óleo mineral pode interferir negativamente no comportamento de oviposição da fêmea. O óleo mineral também pode interferir no comportamento de oviposição de outras pragas dos citros. Com a larva minadora do citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, a aplicação de óleo mineral nos brotos das plantas cítricas provocou uma diminuição no número de ovos (Beattie

et al., 1995; Rae *et al.*, 1996). O efeito repelente no comportamento de oviposição de moscas das frutas foi constatado por Liu *et al.*, (2002).

Pela análise dos dados observou-se que todos os tratamentos tiveram uma eficiência de 100% na mortalidade para *D. citri*, nas três primeiras avaliações (até 16 DAA). Constatou que os tratamentos com lambda-cialotrina e imidacloprido foram os mais eficientes apresentando maiores períodos residuais. Em estudos realizados em campo, estes dois inseticidas foram eficientes, mantendo a população de *D. citri* inferior a testemunha por um período de 4-5 semanas após aplicação (De Salvo *et al.*; 2006, Gravena *et al.*; 2006, Yamamoto *et al.*, 2009).

O dimetoato apresentou uma resposta inferior aos demais inseticidas avaliados, mantendo uma eficiência acima de 80% até 30 DAA. Yamamoto & Miranda (2009), por meio de estudo realizado em condições de campo, determinaram que dimetoato teve uma eficiência até 21 DAA sobre a população de *D. citri* em citros.

Com relação à interação do óleo mineral com lambda-cialotrina, imidacloprido e dimetoato, não se observou efeito do óleo mineral sobre o período residual e eficiência dos inseticidas avaliados, com exceção do dimetoato, que teve sua eficiência reduzida em duas avaliações (21 e 30 DAA). Um dos fatores que pode ter contribuído para o não prolongamento do residual observado neste trabalho, é o fato deste ter sido realizado em condições controladas (ausência de chuvas).

Um fato interessante observado neste trabalho foi a alta eficiência do óleo mineral sobre a mortalidade de psilídeos adultos. A eficiência de óleo mineral já havia sido relatada para ninfas e ovos de *D. citri* (Rae *et al.*, 1997), sendo este o primeiro trabalho a determinar a mortalidade de insetos adultos. Certamente, a metodologia da avaliação utilizada neste trabalho, onde os insetos ficaram confinados no ramo tratado, contribuiu para obtenção destes resultados pois, como foi demonstrado, o óleo mineral apresenta um efeito repelente sobre *D. citri*, além disso, interfere negativamente na penetração estiletar deste inseto (Miranda *et al.*, 2011).

Pelos resultados obtidos, verificou-se que o óleo mineral apresenta um efeito repelente sobre adultos de *D. citri*, além disso, estes preferem ovipositar em brotações cítricas não tratadas com óleo mineral. Com relação ao controle, nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, o óleo mineral mostrou-se bastante eficiente quando aplicado isoladamente, porém, não prolongou o período do efeito residual dos inseticidas avaliados. Assim, seria importante a realização de experimentos em pomares cítricos, para determinar a efetividade do óleo mineral como uma tática de controle a *D. citri*. Espera-se que com o avanço destes estudos, o óleo mineral possa ser utilizado como uma alternativa ou conjuntamente com

outras estratégias de controle de *D. citri*, proporcionando um manejo mais racional deste psíldeo em citros.

5. Conclusão

- O óleo mineral apresenta efeito de repelência sobre *D. citri*.
- O óleo mineral interfere negativamente na oviposição de *D. citri*.
- Em condições controladas, o óleo mineral apresenta alta eficiência no controle de adultos de *D. citri*.
- Em condições controladas, o óleo mineral não prolonga o período residual dos inseticidas avaliados.

Quadro 1- Lista de tratamentos avaliados no controle de *Diaphorina citri* em mudas de *Citrus sinensis*

Nome Comercial	Nome Comum	Dose (g ou mL / 100L)
1. karate Zeon 50 CS	Lambda-cialotrina	15
2. Provado 200 SC	Imidacloprido	20
3. Perfekthion	Dimetoato	80
4. Karate zeon 50 CS + Argenfrut	Lambda-cialotrina + Óleo mineral	15 + 1%
5. Provado 200 SC + Arenfrut	Imidacloprido + Óleo mineral	20 + 1%
6. Perfekthion + Argenfrut	Dimetoado + Óleo mineral	80 + 1%
7. Argenfrut	Óleo mineral	1%
8. Controle	Água	---

TABELA 1- Efeito de inseticidas de contato no controle de *Diaphorina citri* em mudas de *Citrus sinensis*.

Tratamentos		Dose	Número médio de insetos vivos ¹					
Nome comercial	Nome comum	g ou mL/100L	DAA (Dia apos aplicação) / DAC (Dia apos confinamentos)					
			1/7	7/7	16/7	21/7	30/7	41/7
1. karate Zeon 50 CS	Lambda-cialotrina	15	0	0	0	0 C	0 C	0,3 C
2. Provado 200 SC	Imidacloprido	20	0	0	0	0 C	0 C	0,8 C
3. Perfekthion	Dimetoato	80	0	0	0	0 C	1,5C	6 AB
4. Karate zeon 50 CS + Argenfrut	Lambda-cialotrina + óleo mineral	15 + 1%	0	0	0	0 C	0 C	0 C
5. Provado 200 SC + Arenfrut	Imidacloprido + óleo mineral	20 + 1%	0	0	0	0 C	1,3C	2,3 BC
6. Perfekthion + Argenfrut	Dimetoato + óleo mineral	80 + 1%	0	0	0	3,3 B	5,0 B	5,8 AB
7. Argenfrut	Óleo mineral	1%	0	0	0	0,5C	1,5C	2,8 BC
8. Controle	Água	-	10	10	10	9,8 A	9,8 A	9,8 A
F						28.87**	20.20**	9.94**
CV (%)						21.32	22.22	26.96

¹Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 2- Eficiência de inseticidas de contato no controle de *Diaphorina citri* em mudas de *Citrus sinensis*.

Tratamentos		Dose	Porcentagem de Eficiência ¹					
Nome comercial	Nome comum	g ou mL/100L	DAA (Dia apos aplicação) / DAC (Dia apos confinamentos)					
			1/7	7/7	16/7	21/7	30/7	41/7
1. karate Zeon 50 CS	Lambda-cialotrina	15	100	100	100	100	100	97
2. Provado 200 SC	Imidacloprido	20	100	100	100	100	100	92
3. Perfekthion	Dimetoato	80	100	100	100	100	85	39
4. Karate zeon 50 CS + Argenfrut	Lambda-cialotrina + óleo mineral	15 + 1%	100	100	100	100	100	100
5. Provado 200 SC + Argenfrut	Imidacloprido + óleo mineral	20 + 1%	100	100	100	100	87	77
6. Perfekthion + Argenfrut	Dimetoato + óleo mineral	80 + 1%	100	100	100	67	49	41
7. Argenfrut	Óleo mineral	1%	100	100	100	95	85	72

¹Eficiência calculada pela fórmula de Abbott (1925).

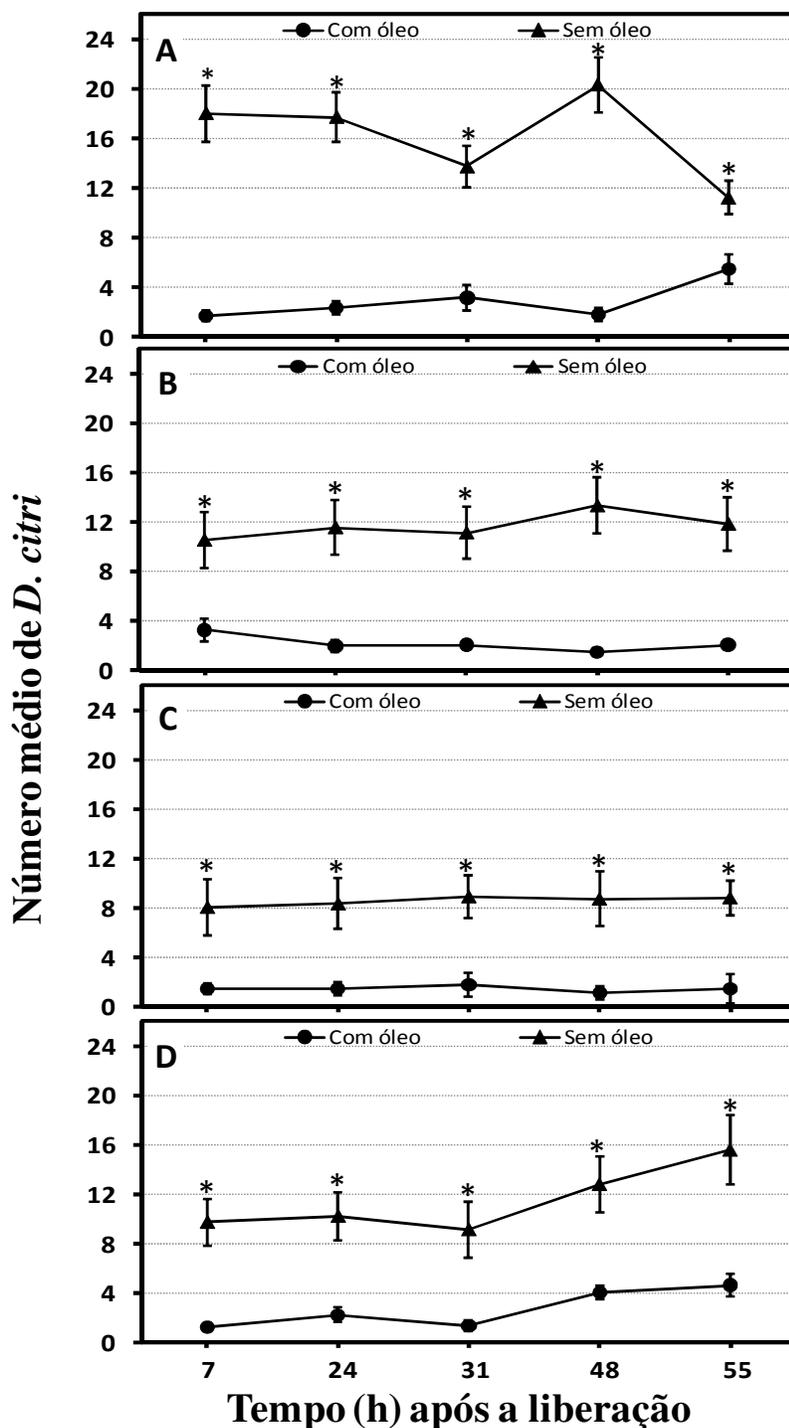


Figura 1. Número médio de adultos de *Diaphorina citri* por tratamento, em períodos sucessivos de tempo após a liberação, em teste de livre escolha entre mudas de *Citrus sinensis* pulverizadas e não pulverizadas com óleo mineral (Argenfrut®) a 1%. A) 1 DAA; B) 7 DAA; C) 14 DAA; D) 21 DAA. Barras sobre os pontos representam o erro padrão da média. Asterisco indica que houve diferença estatística pelo teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$).

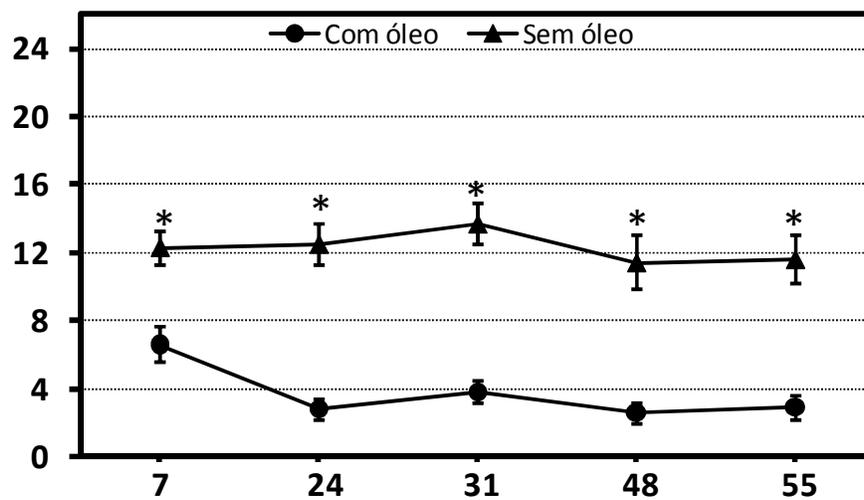


Figura 2. Número médio de adultos de *Diaphorina citri* por tratamento, em períodos sucessivos de tempo após a liberação, em teste sem chance de escolha entre mudas de *Citrus sinensis* pulverizadas e não pulverizadas com óleo mineral (Argenfrut®) 1%, um dia após aplicação. Barras sobre os pontos representam o erro padrão da média. Asterisco indica que houve diferença estatística pelo teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$).

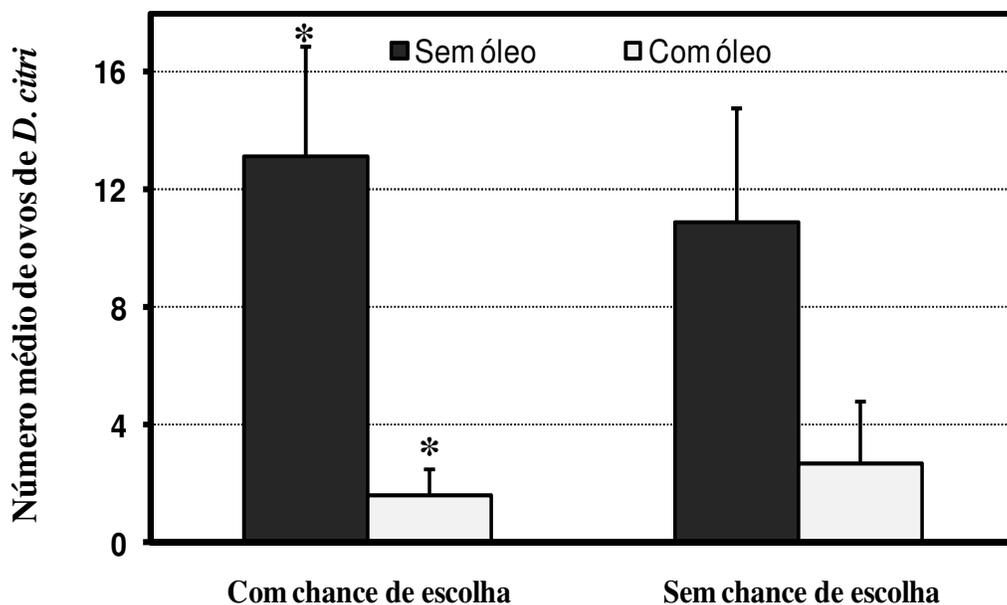


Figura 3. Número médio de ovos de *Diaphorina citri* com chance e sem chance de escolha em “seedlings” de *Citrus sinensis*, pulverizadas e não pulverizadas com óleo mineral (Argenfrut®) a 1%. Barras sobre os pontos representam o erro padrão da média. Asterisco indica que houve diferença estatística pelo teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$).

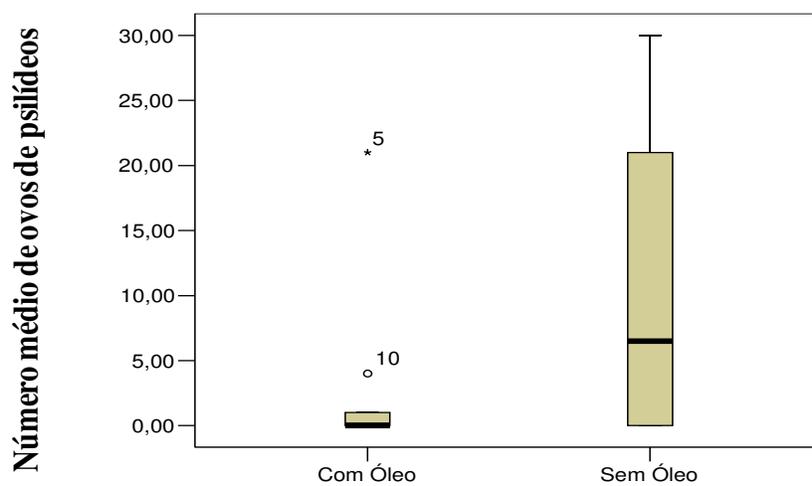


Figura 4. Boxplot do número de ovos de *Diaphorina citri* em teste sem chance de escolha entre mudas de *Citrus sinensis* pulverizadas e não pulverizadas com óleo mineral (Argenfrut®) a 1%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AUBERT, B. *Trioza crytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama

(Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: biological control and possible control strategies. **Fruits**, v. 42, p.149-162, 1987.

BAKER, J. M. The effects of oils on plants. **Environmental Pollution**, v. 1, p.27-44, 1970.

BEATTIE, G. A. C.; SMITH, D. **Citrus leafminer**. NSW Agriculture. 2nd edition, p. 6, 1993.

BEATTIE, G. A. C. *et al.* Evaluation of petroleum spray oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 34, p.349-353, 1995.

BELASQUE JR., J. *et al.* Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 31, n. 01, p.53-64, 2010.

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

CAPOOR, S. P.; RAO, D. G.; VISWANATH, S. M. *Diaphorina citri* Kuwayama, a vector of greening disease of citrus in India. **Indian J. Agric. Sciences**. v. 37, p. 572-576, 1967.

CAPOOR, S. P., *et al.* Greening disease of citrus in the Deccan Trap Country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGIST, v. 6, 1974, Richmond. **Proceedings...** Richmond, 1974. p. 43-49.

COLETTA-FILHO, H.D. *et al.* First report of the causal agent of Huanglongbing (“Candidatus Liberibacter Asiaticus”) in Brazil. **Plant Disease**, Davis, v. 88, p.1382, 2004.

Da GRAÇA, J. V. Citrus greening disease. **Annu. Rev. Phytopathology**, v. 29, p.109-36, 1991.

DAVIDSON, N. A. *et al.* **Managing Insects and Mites with Spray Oils**. Publication No. 3347 University of California. p. 47, 1991.

DE SALVO, S. *et al.* Controle químico de *Diaphorina citri*, vetor de Huanglongbing com diferentes inseticidas aplicados por diferentes métodos de aplicação. In: **Proceeding of the Huanglongbing – greening International Workshop**, 1., Ribeirão Preto. Fundecitrus, 2006. p. 111.

FLETCHER, T. B. Annotated list of Indian crop pests. In: FLETCHER, T. B. (ed.) **Proceedings of the third entomological meeting**. Pusa, Calcutta: Government Printer, 1919. p. 33 ± 313.

FNP. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2011.

GALLO. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

GRAVENA, S. *et al.* Inseticidas da linha Syngenta para o manejo do psilídeo, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), em citros, *Citrus sinensis* Osbeck. In: **Proceeding of Huanglongbing - Greening International Workshop**, 1., Ribeirão Preto: Fundecitrus, 2006. p.114.

HALBERT, S. E., and MANJUNATH, K. L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist** v.87, p. 330-53, 2004.

LAREW, H. G.; LOCKE, J. C. Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. **Hortscience**, v. 25, p. 1406 –1407, 1990.

LIU, Z. M.; BEATTIE, G. A. C.; JOHNSON, D. **Influence of deposits of a horticultural mineral oil and selected fractions of paraffinic and naphthenic petroleum-derived oils on oviposition**. In: BEATTIE, G. A. C. *et al.* Queensland fruit fly on tomato fruit: Spray Oils Beyond. University of Western Sydney: NSW, 2002. p. 142–146.

LIU, T. X.; STANSLY, P. A. Toxicity and repellency of some biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* on tomato plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 74, p. 137–143, 1995.

MEAD, F.W.2002. Feature names. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/citrus/acpsyllid.htm>. Acessado em 10 de Abril de 2011.

MIRANDA, M. P. *et al.* **Effect of Insecticides and Mineral Oil on Probing Behavior of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in Citrus**. In: INTERNATIONAL RESEARCH CONFERENCE ON HUANGLONGBING, 2011, Orlando, Florida **Proceedings**, 2011b, CD-ROM.

MIRANDA, M. P. *et al.* Alternativas para o manejo do vetor do greening no Brasil. In: MIRANDA, M. P. *et al.* **Avanços em fitossanidade**. Araraquara: UNESP / FEPAF, 2011. p. 143-163.

NORONHA, N. C. **Efeito dos coespecíficos e voláteis das plantas *Murraya paniculata* (L.) Jack, *Psidium guajava* L. e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck sobre o comportamento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)**. 2010. 65p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2010.

OBERHOLZER, P. C. J.; HOFMEYR, J. D. J. The nature and control of clonal senility in commercial varieties of citrus in South Africa. **Bulletin**, p. 46, 1955.

RAE, D. J. *et al.* Effects of petroleum spray oils without and with fungicides on the control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Journal of the Australian Entomological Society** v. 35, p. 247–251, 1996.

RAE, D. J. *et al.* Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China. **International Journal of Pest Management**, v. 43, n. 01, p.71-75, 1997.

RIEHL, L. A.; WEDDING, R. T.; LADUE, J. P.; RORIGUEZ J. L. Effect of California spray oil on transpiration of citrus. **Journal of Economic Entomology** v. 51, p.317–320, 1958.

ROBERTO.S.R.: YAMAMOTO.P.T. Flutuação populacional e controle químico de cigarrinhas em citros. **Laranja**. Cordeirópolis, v.19, n.2, p.269-284. 1998.

STANSLY, P. *et al.* Why, when and how to monitor and manage asian citrus psyllid. **Citrus Industry**, March, p.1, 2009.

TEIXEIRA, D.C. *et al.* *Candidatus* Liberibacter americanus, associated with citrus huanglongbing (greening) disease in São Paulo State, Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, London, v. 55, p.1857-1862, 2005

WEDDING, R. T.; RIEHL, L. A.; RHOADES, W. A. Effect of petroleum oil spray on photosynthesis and respiration in citrus leaves. **Plant Physiology**, v. 27, p. 269–278, 1952.

WENNINGER, E.J.; HALL, D.G. Daily timing of mating and age at reproductive maturity in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Florida Entomologist**, Florida, v.90, n. 4, p. 715-722, 2007

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

YAMAMOTO, P. T. *et al.* *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus* Liberibacter americanus. In: Proc. Huanglongbing – Greening International Workshop, Ribeirão Preto, 2006. p. 96.

YAMAMOTO, P. T. *et al.* Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: psyllidae) em citros. **BioAssay**, v. 4, n. 4, p. 01 - 09, 2009.

YAMAMOTO P. T.; MIRANDA M. P. Controle do psílídeo *Diaphorina citri*. **Ciência e Prática** v.1, p.10-12, 2009.

YANG, Y. *et al.* Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, major pest of citrus: A status report for China. **International Journal of Pest Management**, v. 52, n.4, p.343-352, 2006.

XU, C. F. *et al.* Further study on the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid *diaphorina citri* Kuwayama. In: Conference Of The International Organization Of Citrus Virologist, 10., 1987, Riverside, **Proceedings...**Riverside, 1987. p.24-32.