

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

JONAS TADEU BARBOSA JUNIOR

**Aplicação quinzenal de inseticidas em ruas contínuas e semanal
em ruas alternadas para a prevenção do huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Março 2019**

JONAS TADEU BARBOSA JUNIOR

**Aplicação quinzenal de inseticidas em ruas contínuas e semanal
em ruas alternadas para a prevenção do Huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Março 2019**

JONAS TADEU BARBOSA JUNIOR

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

Araraquara, 01 de março de 2019

BANCA EXAMINADORA

Dr. Renato Beozzo Bassanezi (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP.

Dr. José Belasque Junior
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

Dr. Marcelo Pedreira de Miranda
Fundo de Defesa da Citricultura – FUNDECITRUS, Araraquara/SP.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Mirian Baldo Barbosa pela paciência, dedicação e incentivo para que esse sonho pudesse virar realidade.

Ao meu filho Otavio Baldo Barbosa, que é minha fonte inspiradora e também o motivo de sempre querer ser uma pessoa melhor a quem ele possa se espelhar.

À minha mãe Rita de Fátima Ducatti Barbosa, meu pai Jonas Tadeu Barbosa e meu irmão João Paulo Barbosa.

A meus avós Terezinha Alves Ducatti (*in memoriam*) e Brazil Ducatti (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças e sabedoria para conclusão desse projeto de vida.

A empresa Agromachado por apoiar e investir em minha formação.

Ao Rafael Dib Machado, por ser o grande incentivador para que esse trabalho fosse realizado, além de ser um dos idealizadores.

Ao Professor Doutor Renato Beozzo Bassanezi pela energia desprendida em todo o curso, pela orientação nesse trabalho, por todo o ensinamento e amizade.

A equipe de Epidemiologia do Fundecitrus, em nome do Samuel de Moura Silva, pelo auxílio na condução desse trabalho.

A equipe de Entomologia do Fundecitrus, em nome de Renato de Freitas e Rômulo Igor de Carvalho, pela disponibilização dos insetos utilizados nesse trabalho.

Ao Marcelo Scapin, pelo auxílio na condução dos trabalhos envolvendo tecnologia de aplicação.

Ao Antônio Carlos Loureiro Lino, do Centro de Engenharia e Automação Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas, pelo auxílio nas análises de cobertura.

Aos membros da banca de qualificação, Dr. Haroldo Xavier Linhares Volpe e Dr. Arthur Fernando Tomaseto, pelas importantes contribuições e sugestões para a melhoria do trabalho.

A Amanda Cristina Gonçalves de Oliveira pela ajuda na formatação da dissertação.

A toda equipe da Fazenda Campo Formoso, principalmente ao Marcelo Geraldo, que nos apoiou e auxiliou por todo o tempo de condução do trabalho.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”

Frederick Herzberg

Aplicação quinzenal de inseticidas em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas para a prevenção do huanglongbing

Autor: Jonas Tadeu Barbosa Junior

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Resumo

Uma das estratégias de controle do huanglongbing, ou HLB, em pomares comerciais de citros é a aplicação frequente de inseticidas nos talhões da periferia da propriedade com a finalidade de controlar as infecções primárias da doença. Esse trabalho teve o intuito de comparar a qualidade e a eficiência da aplicação quinzenal de inseticidas em ruas contínuas com a aplicação semanal de inseticidas em ruas alternadas nos talhões de borda da fazenda no controle de *Diaphorina citri* e na prevenção do HLB. O experimento foi delineado na forma de tratamentos pareados com cinco repetições. Cada repetição foi composta por dois talhões vizinhos com laranjeiras adultas de mesma combinação copa/porta-enxerto, idade, espaçamento e direção de plantio. Inicialmente, em três talhões selecionados, os tratamentos de pulverização em ruas contínuas e de pulverização em ruas alternadas foram comparados quanto à cobertura de calda em papeis hidrossensíveis e quanto à deposição de cobre em folhas de mudas de laranja, ambos posicionados acima do terço médio e externo de cada face da copa da planta pulverizada (“Face direta” e “Face oposta”). Em seguida, em um dos talhões, foi avaliada a mortalidade de psilídeos, confinados em *seedlings* de laranja, colocados acima do terço médio e externo da copa em ambas as faces da planta, proporcionada pelo inseticida dimetoato aplicado somente em ruas alternadas no volume de calda de 75 mL/m³ de copa. Por fim, durante 21 meses após o início dos tratamentos de pulverização quinzenal em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas, foram avaliadas a população de psilídeos capturados em cartões adesivos amarelos (12 por parcela) e a incidência de plantas com sintomas de HLB em cada parcela. A pulverização de ruas contínuas proporcionou 98% de cobertura média nos papeis hidrossensíveis na face com aplicação direta da planta e 88% de cobertura na face oposta, enquanto que plantas pulverizadas em ruas alternadas tiveram uma cobertura de 71% na face com aplicação direta e 22% de cobertura na face oposta da planta. A deposição na “Face oposta” da aplicação em ruas contínuas foi 26% maior que a da “Face direta”, enquanto que a deposição na “Face direta” da aplicação em ruas alternadas foi 124% maior que a da “Face oposta” da mesma aplicação e igual a da “Face direta” da aplicação em ruas contínuas. Quanto à mortalidade de *D. citri* nos *seedlings* simulando a aplicação em ruas alternadas, o inseticida dimetoato pulverizado na “Face direta” da planta promoveu uma mortalidade acima de 80% nos confinamentos realizados a 1 dia após a aplicação (DAA) e aos 8 DAA, sendo maior que a mortalidade nos *seedlings* da “Face oposta” e da testemunha sem inseticida. Nos *seedlings* da “Face oposta” a mortalidade de psilídeos foi de 38% e 28% nos confinamentos a 1 DAA e 8 DAA. Apesar das diferenças encontradas entre os tratamentos em relação à cobertura, deposição e mortalidade de psilídeos, não houve diferença entre os programas de pulverização de inseticidas com relação à população de *D. citri* capturada nos cartões adesivos amarelos, incidência de plantas com sintomas de HLB e custo das pulverizações após 21 meses de avaliação. Em nenhum dos tratamentos foram encontrados ninfas e adultos de psilídeos nos brotos das plantas no campo e a incidência média anual de plantas com HLB nos dois programas foi de 0,86%. Conclui-se que ambos os tratamentos foram semelhantes na prevenção do HLB nas condições de pressão de inóculo ao redor da propriedade.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Diaphorina citri*, Greening, Controle químico, Tecnologia de aplicação.

Fortnightly application of insecticides on continuous rows and weekly application on alternate rows for Huanglongbing prevention

Author: Jonas Tadeu Barbosa Junior
Advisor: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Abstract

One of the control strategies of Huanglongbing, or HLB, in commercial citrus orchards is the frequent application of insecticides to the plots at the border of the property, in order to control the primary infections of the disease. This work aimed to compare the quality and efficiency of fortnightly application of insecticides on continuous rows with the weekly application of insecticides on alternate rows on the plots at the edge of the farm in order to control *Diaphorina citri* and prevent HLB. The experiment was outlined in the form of paired treatments with five replicates. Each replicate was composed of two neighboring plots with adult orange trees of the same scion / rootstock combination, age, spacing and planting direction. Initially, in three selected plots, spraying on continuous rows and spraying on alternating rows were compared in relation to the spray cover on hydro sensitive papers and the deposition of copper on leaves of orange nursery trees, both located above the middle third of each face of the canopy of the sprayed tree ("Direct face" and "Opposite face"). Then, in one plots, the psyllid mortality, confined to orange seedlings placed above the middle outer third of the canopy on both sides of the plant, provided by the insecticide dimethoate applied only on alternated rows at spray volume of 75 mL/m³ tree canopy, was evaluated. Finally, for 21 months after the start of fortnightly spraying on continuous rows and weekly spraying on alternate rows, the population of psyllids captured in yellow sticky traps (12 per plot) and the incidence of HLB-symptomatic trees in each plot were evaluated. Continuous rows spraying provided 98% average cover in the hydro sensitive papers in the tree face with direct application and 88% coverage on the "Opposite face", while alternate rows spraying had a coverage of 71% on the "Direct face" and 22 % coverage on the "Opposite face" of the plant. The deposition on the "Opposite face" of the application on continuous rows was 26% higher than that of the "Direct face", while the deposition in the "Direct face" of the application on alternate rows was 124% higher than that of the "Opposite face" in the same treatment and equal to the "Direct face" of continuous rows application. Concerning the mortality of *D. citri* in seedlings simulating the application on alternate rows, the insecticide dimethoate sprayed on the "Direct face" of the plant promoted mortality above 80% in the confinements carried out 1 day after application (DAA) and at 8 DAA, being higher than the mortality in the "Opposite face" seedlings and the control without insecticide. In the "Opposite face" seedlings the mortality of psyllids was 38% and 28% in the confinements at 1 DAA and 8 DAA. Despite the differences found among treatments in relation to spray coverage and deposition and mortality of psyllids, there was no difference between insecticide spraying programs in relation to the population of *D. citri* captured on yellow sticky traps, incidence of plants with HLB symptoms and cost of spraying after 21 months of evaluation. In none of the treatments were nymphs and adults of psyllids found in the shoots of the trees in the field and the average annual incidence of HLB plants in both programs was 0,86%. In conclusion, both treatments were similar on HLB prevention at the conditions of inoculum pressure around the orchard.

Keywords: *Citrus sinensis*, *Diaphorina citri*, Greening, Chemical control, Spray technology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fazenda Campo Formoso e localização dos grupos de talhões utilizados para os experimentos. Talhões com números iguais são formados por plantas da mesma combinação de variedade de copa/porta-enxerto e idade. Talhões com a letra A receberam pulverizações quinzenais de inseticidas em ruas contínuas, enquanto que os talhões com a letra B tiveram aplicações semanais de inseticidas em ruas alternadas. Imagem do Google Earth de 27/05/2017 5
- Figura 2.** Esquema do caminhamento para aplicação dos tratamentos de inseticidas. A) T1-Aplicação quinzenal em ruas contínuas; B) T2-Aplicação semanal em ruas alternadas 6
- Figura 3.** Turbopulverizador tracionado bilateral (Alfa 4000, Natali, Limeira/SP) utilizado na aplicação dos inseticidas no experimento 7
- Figura 4.** Posicionamento dos papéis hidrossensíveis nos terços médio e superior externos da copa da planta (setas brancas) para avaliação da cobertura de calda e posicionamento da muda de laranjeira acima do terço médio externo da copa da planta (retângulo amarelo) para a avaliação da deposição da calda de cobre nas folhas 9
- Figura 5.** Esquema para a avaliação da cobertura em papéis hidrossensíveis e deposição em folhas do produto aplicado seguindo, a aplicação em ruas contínuas (A) e em ruas alternadas (B) 10
- Figura 6.** Confinamento de psílídeos em *seedling* de laranjeira ‘Pêra Rio’ com dois anos para avaliação da mortalidade do inseto após a aplicação do inseticida dimetoato em tratamento de pulverização em ruas alternadas. Notar a ausência de brotos no *seedlings* 12

- Figura 7.** Esquema do experimento em talhões pareados, da mesma combinação copa/porta-enxerto, idade, espaçamento e direção de plantio, localizados na divisa da propriedade, com os tratamentos: T1 - Aplicação quinzenal em ruas contínuas e T2 - Aplicação semanal em ruas alternadas. Os pontos verdes representam as plantas da área útil de cada parcela (17 linhas de plantio com 41 plantas cada), na qual foi realizada a avaliação da incidência de HLB e o monitoramento da população de psilídeos. Imagem do Google Earth Pro® 14
- Figura 8.** Esquema indicando a localização das plantas nas quais foram realizadas as avaliações visuais em ramos e em cartões adesivos amarelos da população de psilídeos (quadrados amarelos) na área útil da parcela (círculos verdes). Imagem do Google Earth Pro® 14
- Figura 9.** Papeis hidrossensíveis representando a cobertura de calda média obtida na parte externa da planta nos terços médio e superior nas faces direta (A e C) e oposta (B e D) após a pulverização em ruas contínuas (A e B) e alternadas (C e D) 17
- Figura 10.** Porcentagem de mortalidade de psilídeos (média \pm erro padrão da média) nos experimentos 1 (A), 2 (B) e 3 (C) após confinamento em *seedlings* de laranjeira doce com folhas maduras e sem brotos, que foram colocados na copa de plantas de laranjeiras adultas pulverizadas com dimetoato em ruas alternadas. FD = face da planta diretamente pulverizada; FO = face oposta da planta não pulverizada diretamente; DAA = dias após a aplicação do inseticida; DAC1 = dias após o primeiro confinamento dos psilídeos ao 1 DAA; DAC2 = dias após o segundo confinamento dos psilídeos aos 8 DAA. Média de 10 *seedlings* por tratamento com 10 psilídeos adultos confinados por *seedling*. Médias com letras diferentes na mesma avaliação diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância 21
- Figura 11.** Box & Whisker Plot da média e erro padrão da média (EP) do número de psilídeos capturados/cartão adesivo amarelo/avaliação nos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas (QRCont) e semanal em ruas alternadas (SRAIt), após 21 meses de avaliação (de 01/02/2017 a 31/10/2018). Média cinco parcelas por tratamento 24

Figura 12. Box & Whisker Plot da média e erro padrão da média (EP) do número de novas plantas com sintomas de HLB nos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas (QRCont) e semanal em ruas alternadas (SRAlt), após 21 meses de avaliação (de 01/02/2017 a 31/10/2018). Média de cinco parcelas por tratamento 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos talhões selecionados para a condução do experimento	6
Tabela 2. Altura média, volume de copa médio e volume de calda inseticida aplicado nos talhões do experimento	7
Tabela 3. Nome comercial, fabricante, ingrediente ativo, grupo químico, dose do produto comercial e dose de ingrediente ativo dos inseticidas aplicados no experimento	8
Tabela 4. Cobertura média* nos papéis hidrossensíveis (%) obtida em cada face da planta após a aplicação dos tratamentos em ruas contínuas e em ruas alternadas	16
Tabela 5. Deposição média* em folhas ($\mu\text{g Cu}^{2+}/\text{cm}^2$ de folha) obtida em cada face da planta após a aplicação dos tratamentos em ruas contínuas e em ruas alternadas	18
Tabela 6. Comparação da média de psilídeos capturados/cartões adesivos amarelos/avaliação em cada parcela dos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas pelo teste-t de Student a 5% para amostras independentes em blocos casualizados. Período de 01/02/2017 a 31/10/2018)	24
Tabela 7. Comparação da média do número de plantas com sintomas de HLB que apareceram após o início dos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas pelo teste-t de Student a 5% para amostras independentes em blocos casualizados. Período de 01/02/2017 a 31/10/2018)	26
Tabela 8. Custo de aplicação de inseticidas semanalmente em ruas alternadas e da aplicação de inseticidas a cada 14 dias em ruas contínuas do talhão	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. Área Experimental	5
2.2. Tratamentos	6
2.2.1. Avaliação da cobertura e deposição de calda proporcionada pela aplicação em todas as ruas e em ruas alternadas	8
2.2.2. Avaliação da mortalidade de psilídeos em <i>seedlings</i> de laranjeira doce proporcionada pela aplicação de inseticidas em ruas alternadas	11
2.2.3. Avaliação da população de psilídeo e incidência de plantas com HLB proporcionada pela aplicação em todas as ruas e em ruas alternadas	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1. Cobertura e deposição da calda proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas	16
3.2. Mortalidade de psilídeos em <i>seedlings</i> de laranjeira doce proporcionada pela aplicação de inseticidas em ruas contínuas e em ruas alternadas	20
3.3. Avaliação da população de psilídeo e incidência de plantas com sintomas de HLB proporcionada pela aplicação em todas as ruas e em ruas alternadas	23
4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXO	33

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a primeira colocação na produção mundial de laranja doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e de suco de laranja. Nesse cenário, o Estado de São Paulo e o sul e sudoeste do Triângulo Mineiro têm grande destaque, totalizando 194,41 milhões de árvores plantadas em cerca de 465 mil hectares (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018). Esse parque citrícola gera cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos e um Produto Interno Bruto de 6,5 bilhões de dólares em todos os elos de sua cadeia produtiva (Neves & Trombin, 2017).

Apesar do destaque no cenário mundial, a citricultura brasileira é vulnerável ao ataque de pragas e doenças pelos seguintes motivos: i) Pouca variabilidade genética das variedades comerciais de laranjeiras e de porta enxertos, sendo que todos são suscetíveis às principais pragas e doenças que atacam essa cultura; ii) Pomares extensivos e contínuos, sem barreiras físicas e ligados por uma malha rodoviária, o que permite uma disseminação rápida de pragas e patógenos; iii) Plantas perenes, com fluxos vegetativos em várias épocas do ano, tornando o pomar suscetível ao ataque de pragas e infecções por patógenos por longos períodos; iv) Coexistência de pomares comerciais adultos e jovens e de pomares não comerciais, que garantem a sobrevivência e reprodução de pragas e patógenos (Bassanezi et al., 2003).

Dentre os diversos problemas fitossanitários que afetam a citricultura, o huanglongbing (HLB), detectado pela primeira vez no Brasil em 2004, em pomares na região de Araraquara-SP (Coletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005), é a mais importante e destrutiva doença dos citros no mundo (Bové, 2006; Gottwald et al., 2007). Essa doença está presente em diversos países, nos quais se tornou endêmica e resultou em grandes perdas de produtividade e qualidade do suco processado pelas indústrias (Bové, 2006; Bassanezi et al., 2009). Não há variedades comerciais resistentes ao HLB e nem métodos curativos economicamente viáveis para serem aplicados em larga escala, restando aos citricultores a adoção de medidas preventivas para o controle da doença. Estas medidas aumentam os custos de produção e nem sempre têm sido exitosas, principalmente em propriedades cercadas de plantas doentes e sem o controle do inseto vetor, o psílídeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor et al., 1967).

Três espécies de bactérias, conhecidas como *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Ca. L. africanus* e *Ca. L. americanus*, têm sido associadas ao HLB no mundo (Bové et al., 2008). A bactéria *Ca. L. asiaticus* é predominantemente associada a infecções de HLB nos países da América do Sul, Central e do Norte. A bactéria *Ca. L. asiaticus* afeta todas espécies do gênero

Citrus e algumas outras rutáceas (Halbert & Manjunath, 2004). Pode ser transmitida por enxertia de tecidos infectados (Lin, 1963) e também por transmissão natural, no campo, por meio do psilídeo *D. citri* (Capoor et al., 1967).

Após ser inoculada na planta, a bactéria coloniza as células do floema e se movimenta para o sistema radicular da planta e outros tecidos em crescimento, como brotos e frutos, sendo assim rapidamente distribuída por toda planta (Lopes et al., 2006). Os sintomas causados pela infecção da bactéria surgem devido ao bloqueio do transporte de fotoassimilados das folhas infectadas para as demais partes da planta e podem começar a aparecer após quatro meses da infecção (Lopes et al., 2009).

Inicialmente, os sintomas são caracterizados pelo amarelecimento de folhas em um ou poucos ramos da planta e, à medida que essas folhas amadurecem, elas apresentam um padrão mosqueado típico da doença, que tem como características manchas de coloração verde claro a amarelo num gradiente difuso, distribuídas de forma assimétrica nas duas metades do limbo foliar (Bové, 2006). Normalmente, as folhas com mosqueado caem prematuramente, causando desfolha do ramo afetado e induzindo novas brotações fora de época com brotos pequenos e folhas eretas. Com a colonização da bactéria em outras partes da planta, os sintomas evoluem e podem tomar toda a copa da planta (Bové, 2006). Também ocorre a redução do sistema radicular das plantas afetadas (Graham et al., 2013). Os frutos dos ramos afetados crescem de maneira desuniforme em relação ao eixo central da columela e também caem prematuramente. Quando os frutos afetados são cortados longitudinalmente, são observados feixes amarelados na região do pedúnculo e nos vasos que saem a partir dessa região e são observadas sementes abortadas (Bové, 2006). Quanto maior a severidade de doença nas plantas, maior a queda de frutos (Bassanezi et al., 2011). Frutos dos ramos com sintomas da doença apresentam menor tamanho, rendimento de suco e sólidos solúveis totais e maior acidez e amargor (Bassanezi et al., 2009).

O psilídeo *D. citri* tem como planta hospedeira todas as espécies de *Citrus*, assim como algumas rutáceas usadas como ornamentais, como é o caso da *Murraya paniculata* (L.) Jack amplamente encontrada nas cidades (Halbert & Manjunath, 2004). Nas brotações destas plantas, as fêmeas do psilídeo colocam os ovos e uma fêmea pode produzir em média 348 ovos (Nava et al., 2007). Esses ovos são amarelados e ficam aderidos às folhas das brotações (Gallo et al., 2002). A fase ninfal do psilídeo tem cinco instares e as ninfas são achatadas, de coloração amarelo alaranjada, alimentam-se em brotos novos e caminham lentamente (Gallo et al., 2002). O psilídeo adulto mede de 2 a 3 mm de comprimento, com asas transparentes e bordas escuras e podem ser encontrados tanto em brotações (preferencialmente) quanto em folhas maduras

(Gallo et al., 2002). O ciclo de vida de ovo a adulto varia entre cerca de 15 dias, no verão, a cerca de 40 dias, no inverno (Nava et al., 2007).

O psilídeo pode adquirir a bactéria tanto na fase de ninfa como na fase adulta (Ammar et al., 2016) e as maiores taxas de transmissão da bactéria são obtidas quando os psilídeos adultos se alimentam de tecido jovens das brotações de citros (Hall et al., 2016). As infecções de novas plantas podem ocorrer por dois processos conhecidos como infecção primária e infecção secundária. As infecções primárias são infecções que ocorrem a partir de psilídeos contaminados que vem de áreas externas à propriedade. As infecções secundárias são causadas por psilídeos que adquiriram a bactéria em plantas doentes de dentro do pomar e transmitiram para as outras plantas ao redor (Bassanezi et al., 2005; Gottwald et al., 2008).

Enquanto as infecções secundárias são mais facilmente controladas pela eliminação de plantas doentes no pomar e aplicação de inseticidas que impeçam que o ciclo de vida do inseto se complete ou que matem os adultos que adquiram a bactéria antes que a possam transmitir (dentro do período de latência da bactéria no inseto), as infecções primárias são mais difíceis de se impedir. Isto ocorre porque os psilídeos estão em constante busca por brotações e, por meio de voos curtos ou carregados por longas distâncias por correntes de ar, se movimentam constantemente de plantas contaminadas e sem controle do inseto para os pomares comerciais (Gottwald et al., 2008). Portanto, para impedir as infecções primárias, os brotos nos pomares comerciais devem estar protegidos com inseticida durante todo o seu desenvolvimento até a maturação das folhas (Hall et al., 2016; Cifuentes-Arenas et al., 2018).

A eficácia das aplicações foliares de inseticidas no controle do psilídeo varia de sete a 45 dias, sendo os inseticidas de amplo espectro dos grupos dos piretroides, organofosforados e neonicotinoides os de maior eficácia (Grafton-Cardwell et al., 2013). Entretanto, no campo, o período residual destes inseticidas para uma mortalidade de adultos de *D. citri* acima de 80% tem variado de sete a 14 dias, dependendo do produto e época de aplicação (Silva Junior et al., 2019). Como os tecidos dos brotos crescem diariamente (Cifuentes-Arenas et al., 2018), a área da folha em expansão coberta pelo resíduo de inseticida diminui, acarretando em baixa persistência biológica do ativo (De Carli et al., 2018).

Bassanezi et al. (2013) observaram que, mesmo com aplicações foliares quinzenais de inseticidas, a incidência de plantas com sintomas de HLB atingiu mais de 50% em apenas 4,5 anos após o plantio do pomar. Desta forma, as infecções primárias somente poderão ser evitadas com aplicações mais frequentes de inseticidas, com intervalo de aplicação menor que 14 dias, principalmente nos períodos de crescimento vegetativo (De Carli et al., 2018).

Em geral, os talhões mais próximos à divisa da fazenda são aqueles mais expostos às infecções primárias, como observado em trabalhos epidemiológicos publicados anteriormente (Bassanezi et al., 2005; Gottwald et al. 2008; Ulian, 2016; Chinelato, 2017), que observaram a maior incidência de plantas infectadas com HLB na periferia ou faixa de borda dos talhões e das propriedades. Isto ocorre porque os psilídeos portadores da bactéria do HLB que chegam ao pomar se concentram nos talhões localizados próximos à divisa da propriedade (Sétamou & Bertels, 2015; Ulian, 2016; Chinelato, 2017). Portanto, o controle do vetor nestes talhões de borda deveria ser mais frequente de modo a evitar a maior parte das infecções primárias.

No entanto, aplicações mais frequentes de inseticidas, em intervalos menores que 14 dias, representam maior custo ao citricultor. Desta forma, devem-se buscar alternativas para que as aplicações de inseticidas sejam mais frequentes, porém ao mesmo tempo sejam menos onerosas.

Uma alternativa que tem sido usada por alguns produtores, sem comprovação de eficiência, é realizar aplicações semanais de inseticidas em ruas alternadas, entrando na primeira semana na rua ímpar e na semana seguinte na rua par, ao invés de aplicações quinzenais em ruas contínuas (ou área total) nos talhões de borda da fazenda. A hipótese destes produtores é a de que as aplicações semanais de inseticidas em ruas alternadas seriam mais eficientes no controle das infecções primárias de HLB com custo semelhante às aplicações quinzenais de inseticidas em ruas contínuas, mesmo que as pulverizações em ruas alternadas possam apresentar cobertura e deposição desuniformes do produto aplicado nas duas faces das plantas em relação à pulverização em ruas contínuas, na qual as duas faces das plantas recebem aplicação direta do produto pulverizado. As aplicações semanais em ruas alternadas poderiam ser mais eficientes por conta da maior frequência de pulverizações.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar a pulverização quinzenal em ruas contínuas com a pulverização semanal de inseticidas em ruas alternadas quanto à qualidade da aplicação (cobertura e deposição da calda aplicada) e mortalidade de psilídeos confinados em *seedlings* de laranja colocados na planta pulverizada, na região acima do terço médio externo da copa nas duas faces das plantas pulverizadas e quanto à eficiência na redução da população de psilídeos (em brotos e capturados em cartões adesivos amarelos) e da incidência de plantas com HLB em talhões de borda da propriedade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Campo Formoso, no município de Mococa, região leste do estado de São Paulo, composta por talhões de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]. De acordo com o levantamento amostral de HLB, realizado pelo Fundo de Defesa da Citricultura (2018), a região de Porto Ferreira, onde a fazenda está localizada, tinha uma incidência média de 27,4% das laranjeiras com sintomas de HLB em 2018.

Nesta fazenda foram selecionados cinco grupos de talhões, localizados preferencialmente na periferia da propriedade (Figura 1). Cada grupo (bloco) foi composto por dois talhões localizados lado a lado, de mesma combinação de variedade de copa/porta-enxerto, idade, espaçamento e direção de plantio (Tabela 1).



Figura 1. Fazenda Campo Formoso e localização dos grupos de talhões utilizados para os experimentos. Talhões com números iguais são formados por plantas da mesma combinação de variedade de copa/porta-enxerto e idade. Talhões com a letra A receberam pulverizações quinzenais de inseticidas em ruas contínuas, enquanto que os talhões com a letra B tiveram aplicações semanais de inseticidas em ruas alternadas. Imagem do Google Earth de 27/05/2017.

Tabela 1. Características dos grupos de talhões selecionados para a condução dos experimentos.

Rep.	Talhão	Plantio (ano)	Variedade*	Espaçamento (m)	Densidade (plantas/ha)	Direção de plantio em relação à divisa	Tratamento inseticida (frequência/área)**
1	A	2013	Valência	6,5 x 2,3	669	Paralelo	QRCont
	B	2013	Valência	6,5 x 2,3	669	Paralelo	SRAlt
2	A	2013	Natal	6,5 x 2,5	615	Perpendicular	QRCont
	B	2013	Natal	6,5 x 2,5	615	Perpendicular	SRAlt
3	A	2013	Hamlin	6,0 x 2,0	883	Perpendicular	QRCont
	B	2013	Hamlin	6,0 x 2,0	883	Perpendicular	SRAlt
4	A	2013	Hamlin	6,0 x 2,0	883	Perpendicular	QRCont
	B	2013	Hamlin	6,0 x 2,0	883	Perpendicular	SRAlt
5	A	2012	Hamlin	6,5 x 2,3	669	Perpendicular	QRCont
	B	2012	Hamlin	6,5 x 2,3	669	Perpendicular	SRAlt

* Todas as variedades de copa estavam enxertadas em citromeleiro ‘Swingle’.

** QRCont = pulverização quinzenal em ruas contínuas, SRAlt = pulverização semanal em ruas alternadas.

2.2. Tratamentos

Para avaliar a efetividade do manejo de borda da propriedade na população de *Diaphorina citri* e na incidência de plantas com HLB, dois tratamentos de pulverização de inseticidas foram testados:

T1-Aplicação quinzenal de inseticidas em ruas contínuas do talhão (Figura 2A).

T2-Aplicação semanal de inseticidas em ruas alternadas do talhão, sendo que em uma semana é realizado nas ruas ímpares e na semana seguinte nas ruas pares (Figura 2B).

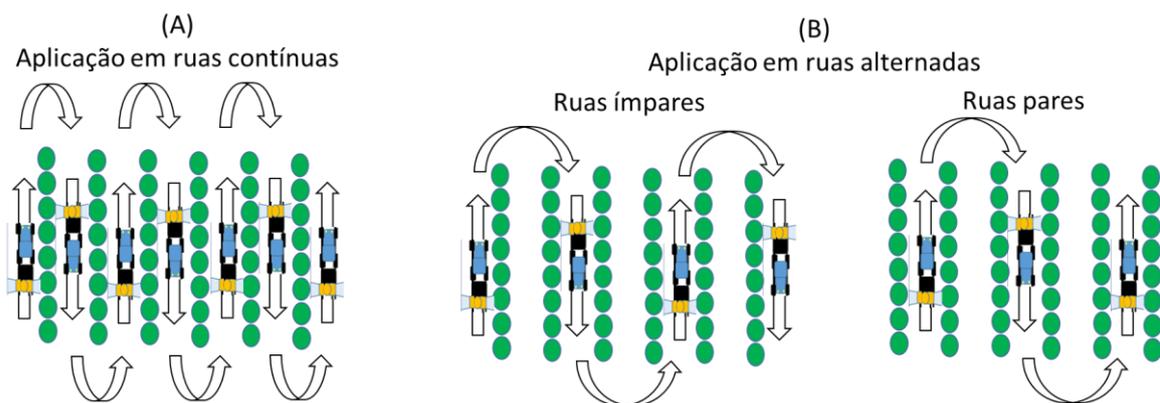


Figura 2. Esquema do caminhamento do turbopulverizador para aplicação dos tratamentos de inseticidas. A) T1-Aplicação quinzenal em ruas contínuas; B) T2-Aplicação semanal em ruas alternadas.

A aplicação dos tratamentos foi iniciada em fevereiro de 2017, quando as plantas estavam com quatro a cinco anos de idade, de 2 a 2,5 m de altura e volume de copa entre 30 e

35 m³. O volume de copa das plantas de cada talhão foi calculado pelo método de cubicagem conforme Scapin et al. (2015), estimando-se a média de três plantas representativas por talhão.

Todas as pulverizações dos inseticidas em todos os talhões foram realizadas com turbopulverizador tracionado bilateral (Alfa 4000, Natali, Limeira-SP) (Figura 3), na velocidade de 6 km/h, com 540 rpm na TDP e pressão de 100 a 110 psi na bomba. Os volumes de calda inseticida aplicados variaram de 69 a 82 mL/m³ de copa (Tabela 2).



Figura 3. Turbopulverizador tracionado bilateral (Alfa 4000, Natali, Limeira/SP) utilizado na aplicação dos inseticidas no experimento.

Tabela 2. Altura média, volume de copa médio e volume de calda inseticida aplicado nos talhões do experimento.

Rep.	Talhão	Altura da planta (m)	Volume de copa (m ³)	Volume de calda (mL/m ³ copa)	Volume de calda (L/ha)	Tratamento inseticida*
1	A	2,07	31	70	1452	QRCont
	B	2,07	31	70	1452	SRAIt
2	A	2,15	35	69	1485	QRCont
	B	2,15	35	69	1485	SRAIt
3	A	2,50	30	82	2172	QRCont
	B	2,50	30	82	2172	SRAIt
4	A	2,50	30	82	2172	QRCont
	B	2,50	30	82	2172	SRAIt
5	A	2,34	35	72	1686	QRCont
	B	2,34	35	72	1686	SRAIt
Média ± erro padrão		2,31±0,06	32,2±0,8	75,0±1,9	1793,4±106,45	

* QRCont = pulverização quinzenal em ruas contínuas, SRAIt = pulverização semanal em ruas alternadas.

Para não haver seleção de populações de psilídeos resistentes a determinado grupo químico de inseticida, sempre que possível foi feita a alternância de aplicação com inseticidas de grupos químicos diferentes, conforme descrito na planilha do Anexo 1. Os inseticidas aplicados e respectivas doses estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Nome comercial, fabricante, ingrediente ativo, grupo químico, dose do produto comercial e dose de ingrediente ativo dos inseticidas aplicados no experimento.

Nome comercial	Fabricante	Ingrediente ativo	Grupo químico	Dose por 2000 L	
				p.c*	i.a**
Agritoato 400 EC	Nufarm	Dimetoato	Organofosforado	1,5 L	600 g
Dimexion 400 EC	FMC Agrícola	Dimetoato	Organofosforado	1,5 L	600 g
Klorpan 480 EC	Nufarm	Clorpirifós	Organofosforado	1,5 L	720 g
Nufos 480 EC	FMC Agrícola	Clorpirifós	Organofosforado	1,5 L	720 g
Cigral 700 WP	FMC Agrícola	Imidacloprido	Neonicotinoide	115 g	80,5 g
Evidence 700 WG	Agro Bayer	Imidacloprido	Neonicotinoide	115 g	80,5 g
Talstar 100 EC	FMC Agrícola	Bifentrina	Piretroide	0,3 L	30 g
Turbo 50 EC	Agro Bayer	Beta-ciflutrina	Piretroide	0,15 L	7,5 g
Mustang 350 EC	FMC Agrícola	Zeta-cipermetrina	Piretroide	0,1 L	35 g
Akito 100 EC	Arysta	Beta-cipermetrina	Piretroide	0,2 L	20 g

* p.c. = produto comercial; ** i.a. = ingrediente ativo.

2.2.1. Avaliação da cobertura e deposição de calda proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas

Para a avaliação da cobertura e deposição de calda proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas, foi utilizado o cobre iônico (Cu^{+2}) como marcador, aplicado na forma de oxiclreto de cobre (Recop 840 WP, Atar) na dose de 100 g de Cu^{+2} /2000 L de calda (Scapin, 2014).

Antes da pulverização da calda de cobre, foram selecionadas, nos talhões 1B, 2B e 4A, 20 plantas em duas ruas internas, sendo 10 plantas em uma rua para aplicação em rua alternada e 10 plantas de outra rua para aplicação em ruas contínuas. As plantas estavam bem enfolhadas e com frutos próximos à maturação.

Para a avaliação da cobertura proporcionada pela aplicação, em cada planta foram colocados, antes da pulverização da calda de cobre, dois papéis hidrossensíveis na parte externa em cada uma das faces pulverizadas da copa das plantas, um no terço superior e outro no terço médio (Figura 4).

Para a avaliação da deposição de calda, antes da aplicação da calda de cobre, foi amarrada uma muda de laranjeira ‘Valência’, sem resíduo de aplicação de cobre, acima do terço médio e na parte externa de cada uma das faces da copa pulverizada das plantas (Figura 4). Este

procedimento foi necessário para que o resíduo das pulverizações de cobre para o controle de outras doenças nos talhões não interferisse nos resultados da deposição. Estas mudas foram colocadas nas cinco plantas centrais entre as mesmas 10 plantas escolhidas para a avaliação da cobertura de calda nos talhões.



Figura 4. Posicionamento dos papeis hidrossensíveis nos terços médio e superior externos da copa da planta (setas brancas) para avaliação da cobertura de calda e posicionamento da muda de laranjeira acima do terço médio externo da copa da planta (retângulo amarelo) para a avaliação da deposição da calda de cobre nas folhas.

As pulverizações foram realizadas da mesma maneira e nas mesmas condições operacionais das aplicações de inseticidas descritas no item 2.2. No tratamento com pulverização em ruas contínuas, a face da planta pulverizada primeiro foi chamada de “Face direta”, e a pulverizada em segundo, de “Face oposta” (Figura 5A). No tratamento com pulverização em ruas alternadas, a face pulverizada diretamente foi chamada de “Face direta” e a face não pulverizada diretamente, de “Face oposta” (Figura 5B).

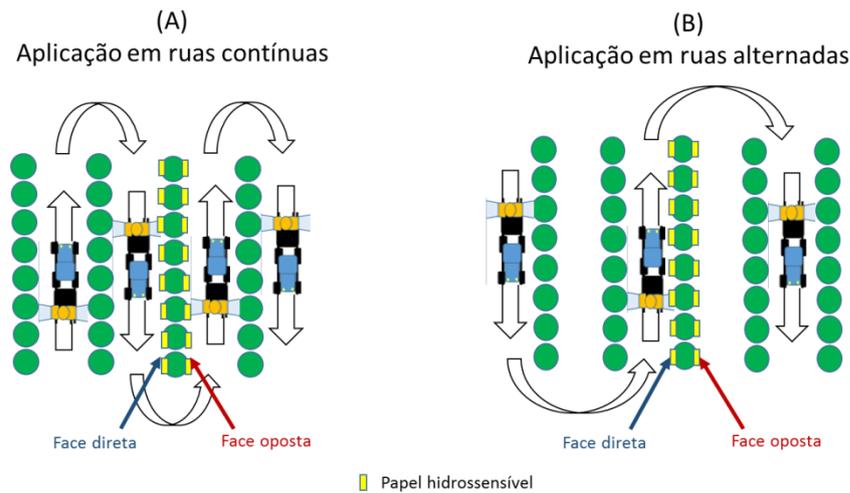


Figura 5. Esquema para a avaliação da cobertura em papéis hidrossensíveis e deposição em folhas do produto aplicado, seguindo a aplicação em ruas contínuas (A) e em ruas alternadas (B).

Após a pulverização em cada talhão, os papéis hidrossensíveis secos foram cuidadosamente retirados das plantas, identificados, acondicionados em sacos de papel e mantidos ao abrigo da umidade para avaliação da cobertura conforme protocolo descrito por Scapin (2014). Em seguida foram digitalizados em scanner convencional com 600 dpi de resolução e 24 milhões de cores, e as imagens salvas em formato bitmap. A quantificação da porcentagem de área coberta pela pulverização foi calculada em função do contraste de cores das imagens obtidas, analisadas pelo software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA). Para a comparação dos tratamentos, foi calculada a cobertura média em cada face de aplicação de cada planta (média da cobertura obtida dos dois papéis, um colocado no terço superior e outro no terço médio da copa).

Também após a aplicação da calda e sua completa secagem nas folhas, foram retiradas três folhas maduras de cada muda para análise de deposição. A coleta foi realizada pelo pecíolo, tomando-se o cuidado de não tocar a superfície das folhas. As folhas coletadas foram embaladas em sacos plásticos, identificadas, acondicionadas em recipientes e direcionadas ao laboratório do Fundecitrus para análise. No laboratório seguiu-se o protocolo descrito por Scapin (2014) para análise de deposição de calda. Em cada amostra, composta por três folhas, foram adicionados 50 mL de HCl 0,2 M seguido de agitação por 50 segundos. Em seguida, a solução foi filtrada, acondicionada em frascos plásticos de 10 mL devidamente identificados e encaminhadas para análise da concentração de cobre iônico (Cu^{+2}) por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo, Jundiaí, SP. Em paralelo, as folhas das respectivas amostras foram digitalizadas por scanner convencional a uma resolução de 600 dpi,

com 24 milhões de cores, e as imagens salvas em formato bitmap. A área foliar das folhas (em cm^2) contidas nas imagens foi calculada utilizando o software ImageJ. A quantidade média de calda retida por unidade de área foi determinada pela relação entre a quantidade de Cu^{+2} existente nas amostras e a área foliar de cada amostra correspondente.

Primeiramente, foi calculada a cobertura e deposição média (média entre a cobertura no terço superior e mediano da planta) para cada face pulverizada de cada planta. Em seguida, foi calculada a média das variáveis cobertura e deposição de cada face para cada um dos dois tratamentos. Estas médias foram comparadas pela análise de variância e pelo teste de Tukey a 5% de significância seguindo o esquema fatorial 2×2 , sendo dois níveis do fator tratamento (ruas contínuas e ruas alternadas) e 2 níveis de face pulverizada (face pulverizada diretamente e face não pulverizada diretamente), no delineamento em blocos ao acaso (cada talhão como um bloco) com 10 e 5 repetições por bloco, respectivamente para cobertura e deposição. Os dados de cobertura foram transformados em arco seno da raiz quadrada de $x/100$. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa AgroEstat1.0 (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

2.2.2. Avaliação da mortalidade de psilídeos em *seedlings* de laranjeira doce proporcionada pela aplicação de inseticidas em ruas alternadas

Para a avaliação da mortalidade de psilídeos proporcionada pela aplicação de inseticidas em ruas alternadas foram realizados três experimentos, todos no talhão 4A (Figura 1, Tabela 1). Como modelo, foi utilizado o inseticida dimetoato na dose de 600 g de ingrediente ativo/2000 L (Agritoato 400 EC, Nufarm, na dose de 1,5 L do produto comercial/2000 L). As pulverizações em ruas alternadas foram realizadas com os mesmos equipamentos e na mesma regulagem e calibragem utilizada nos experimentos anteriores (item 2.2).

Antes da aplicação do inseticida, *seedlings* de laranjeira doce ‘Pêra Rio’, com dois anos de idade, sem resíduo de inseticidas, foram dispostos no terço superior externo da copa, simulando um ramo da planta, nas duas faces (lados) de 10 plantas em uma rua interna do talhão.

Após a pulverização, os *seedlings* foram retirados das plantas, identificados quanto à face da planta que estavam (“Face direta” e “Face oposta”) e levados para o Fundecitrus, onde permaneceram em uma sala aclimatada (temperatura de $26^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar média de $70\% \pm 10\%$) e com luminosidade de 5 mil a 6 mil lux em fotoperíodo de 14h luz por 10 h de escuro.

Antes de cada confinamento dos psilídeos foram retirados todos os brotos novos presentes nos *seedlings*. Um dia após a aplicação do inseticida (1 DAA), em cada *seedling* foram confinados 10 psilídeos adultos sem distinção de sexo, com 10 a 15 dias de emergência, no interior de sacos confeccionados com tecido tipo tule (Figura 6). Os psilídeos utilizados foram criados em mudas de murta [*Murraya paniculata* (L.)] na Sala de Criação de Psilídeos do Fundecitrus (temperatura de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar média de $70\% \pm 10\%$) e com luminosidade de 5 mil a 6 mil lux em fotoperíodo de 14h luz por 10 h de escuro.



Figura 6. Confinamento de psilídeos em *seedling* de laranja 'Pêra Rio' com dois anos para avaliação da mortalidade do inseto após a aplicação do inseticida dimetoato em tratamento de pulverização em ruas alternadas. Notar a ausência de brotos no *seedlings*.

Aos 1 e 7 dias após o primeiro confinamento dos insetos (1 DAC1 e 7 DAC1), que correspondeu, respectivamente, a 2 DAA e 8 DAA, foi feita a avaliação da mortalidade dos mesmos, contando-se o número de insetos mortos e vivos. Foram considerados mortos os insetos que caíram e permaneceram imóveis no fundo do saco após três batidas com a mão no *seedling*.

Aos 8 DAA, todos insetos vivos e mortos foram retirados do saco de tule e foi feito um segundo confinamento com mais 10 psilídeos adultos sem distinção de sexo, com 10 a 15 dias

de emergência, e foi realizada nova contagem de insetos mortos e vivos aos 7 dias após o segundo confinamento (7 DAC2) que correspondeu aos 15 DAA.

Os confinamentos de psilídeos e avaliações também foram feitos em um lote de 10 *seedlings* com aplicação apenas de água (sem a aplicação de inseticida), que foi usado como tratamento testemunha.

Para cada experimento, as médias de mortalidade de psilídeo para cada tratamento (Dimetoato “Face direta”, Dimetoato “Face oposta” e Testemunha), para cada avaliação, foram transformadas em arco seno da raiz de $x/100$ e comparadas pela análise de variância e pelo teste de Tukey a 5% de significância, considerando um delineamento inteiramente casualizado. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa AgroEstat1.0 (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

2.2.3. Avaliação da população de psilídeo e incidência de plantas com sintomas de HLB proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas

Em cada um dos 10 talhões selecionados (Figura 1 e Tabela 1) foi demarcada uma área com 697 plantas, a partir da borda, composta por 17 linhas de plantio com 41 plantas cada (Figura 7). Nesta área foram realizadas as avaliações da população de psilídeo e de plantas com sintomas de HLB.

A população de psilídeo foi avaliada por meio de inspeção visual e captura em cartões adesivos amarelos. Em cada talhão foram distribuídos de maneira uniforme 12 cartões adesivos amarelos de 10 cm x 30 cm (ISCA[®], Ijuí-RS): três nas primeiras plantas da periferia, três nas plantas distantes a 20 m, 40 m e 60 m da periferia (Figura 8). Os três cartões localizados na mesma distância a partir da borda do talhão ficaram distantes entre si de 20 a 30 m (Figura 8). Os cartões foram colocados no terço superior das plantas e preferencialmente voltados para a divisa da propriedade. O número dos psilídeos adultos capturados em cada cartão foi avaliado quinzenalmente, quando foi realizada a troca dos cartões.

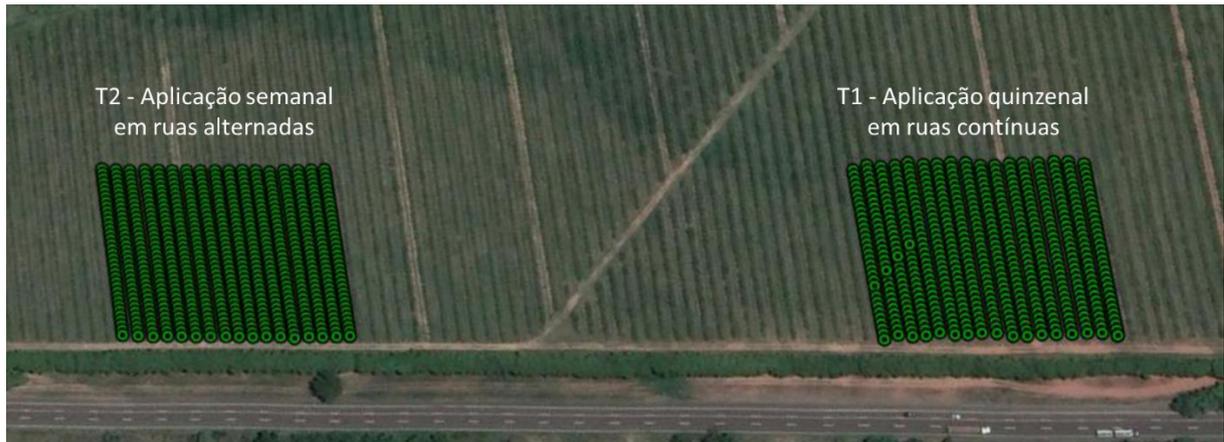


Figura 7. Esquema do experimento em talhões pareados, da mesma combinação copa/porta-enxerto, idade, espaçamento e direção de plantio, localizados na divisa da propriedade, com os tratamentos: T1 - Aplicação quinzenal em ruas contínuas e T2 - Aplicação semanal em ruas alternadas. Os pontos verdes representam as plantas da área útil de cada parcela (17 linhas de plantio com 41 plantas cada), na qual foi realizada a avaliação da incidência de HLB e o monitoramento da população de psilídeos. Imagem do Google Earth Pro®.



Figura 8. Esquema indicando a localização das plantas nas quais foram realizadas as avaliações visuais em ramos e em cartões adesivos amarelos da população de psilídeos (quadrados amarelos) na área útil da parcela (círculos verdes). Imagem do Google Earth Pro®.

Nas mesmas plantas onde foram dispostos os cartões adesivos amarelos foi feita a inspeção visual de três ramos com brotos para observação e contagem de ninfas e adultos de psilídeos quinzenalmente.

A incidência de plantas com sintomas de HLB antes do início da aplicação dos tratamentos foi avaliada em todas as plantas da área útil de cada talhão (Figura 7) por meio da inspeção visual, baseando-se nos sintomas típicos da doença (presença de ramos com folhas

amareladas, folhas mosqueadas, frutos deformados e queda prematura de frutos). A incidência de novas plantas com sintomas de HLB após o início dos tratamentos foi avaliada visualmente a cada dois meses. Todas as avaliações foram realizadas por inspetores treinados no reconhecimento dos sintomas da doença.

Ao final do período de avaliação do experimento, as médias do número de psilídeos observados em ramos, número de psilídeos capturados nos cartões adesivos amarelos e número de plantas com HLB para cada tratamento foram comparadas pelo teste-t de Student a 5% para amostras dependentes em blocos casualizados. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa AgroEstat1.0 (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Cobertura e deposição da calda proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas

Os resultados da cobertura da calda proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas estão apresentados na Tabela 4. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de pulverização e entre as faces da planta pulverizadas quanto à cobertura média da calda aplicada.

Tabela 4. Cobertura média* nos papéis hidrossensíveis (%) obtida em cada face da planta após a aplicação dos tratamentos em ruas contínuas e em ruas alternadas.

Tratamento de pulverização	Face pulverizada da planta**		Valor de <i>P</i>
	Direta	Oposta	
Ruas contínuas	87,8 ± 3,2 Ba	97,6 ± 1,5 Aa	0,0498
Ruas alternadas	70,5 ± 4,3 Ab	22,2 ± 4,1 Bb	<0,0001
Valor de <i>P</i>	0,0006	<0,0001	

Médias com diferentes letras maiúsculas diferem entre si na linha e médias com diferentes letras minúsculas diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

* Média de três blocos com 10 plantas por bloco por combinação tratamento/face. A cobertura de cada planta foi composta pela média da cobertura obtida em um papel posicionado no terço superior e em um papel no terço médio da parte externa da copa da planta.

** No tratamento de pulverização de ruas contínuas, a “Face direta” corresponde à face que primeiro foi pulverizada na passagem do pulverizador e a “Face oposta”, à face do outro lado da planta pulverizada em seguida. No tratamento de ruas alternadas, a “Face direta” corresponde à face pulverizada diretamente na passagem do pulverizador e a “Face oposta” à face do outro lado da planta que não recebeu pulverização direta.

Na pulverização em ruas contínuas a cobertura média da calda na “Face oposta” foi 1,11 vezes maior que na “Face direta”, porém a cobertura média foi superior a 87% em ambas as faces da planta (Tabela 4). Na pulverização em ruas alternadas a cobertura média na “Face direta” foi 3,2 vezes maior que na “Face oposta”, sendo a cobertura média de 71% na “Face direta” e 22% na “Face oposta” (Tabela 4).

A cobertura média da calda nos papéis hidrossensíveis foi significativamente maior no tratamento em ruas contínuas em relação ao tratamento em ruas alternadas em ambas as faces da planta, sendo 1,3 e 4,4 vezes maior, respectivamente, na “Face direta” e na “Face oposta” (Tabela 4).

Na Figura 9 estão ilustrados os padrões de cobertura médios, obtidos na parte externa da planta, nos terços médio e superior, nas faces direta (A e C) e oposta (B e D) após a pulverização em ruas contínuas (A e B) e alternadas (C e D).

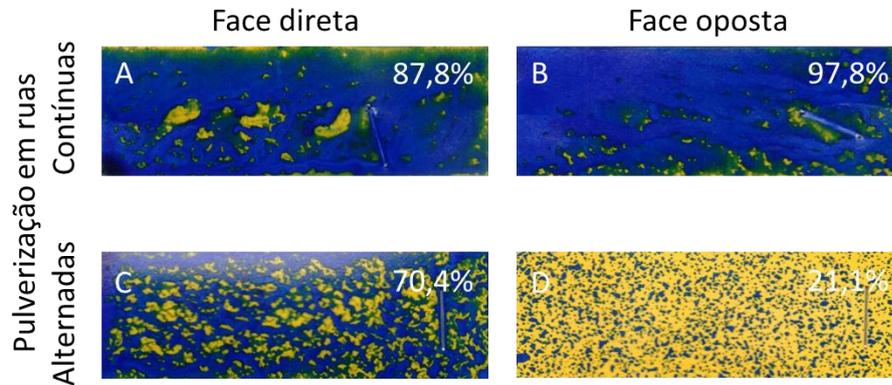


Figura 9. Papeis hidrossensíveis representando a cobertura de calda média obtida na parte externa da planta nos terços médio e superior nas faces direta (A e C) e oposta (B e D) após a pulverização em ruas contínuas (A e B) e alternadas (C e D).

Quanto à deposição da calda de cobre nas folhas proporcionada pela aplicação em ruas contínuas e em ruas alternadas, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de pulverização e entre as faces da planta pulverizadas de modo semelhante ao observado para a cobertura da calda (Tabela 5).

Na pulverização em ruas contínuas, a deposição média na “Face oposta” foi 1,26 vezes maior que na “Face Direta”, enquanto que na pulverização em ruas alternadas a deposição média na “Face direta” foi 2,2 vezes maior que na “Face oposta” (Tabela 5).

Comparando os dois tratamentos de pulverização, a deposição média foi significativamente igual na “Face direta”. Entretanto, a deposição média na “Face oposta” proporcionada pela pulverização em ruas contínuas foi 3,2 vezes maior que na pulverização em ruas alternadas (Tabela 5).

Tabela 5. Deposição média* em folhas ($\mu\text{g Cu}^{2+}/\text{cm}^2$ de folha) obtida em cada face da planta após a aplicação dos tratamentos em ruas contínuas e em ruas alternadas.

Tratamento de pulverização	Face pulverizada da planta**		Valor de <i>P</i>
	Direta	Oposta	
Ruas contínuas	2,97 ± 0,32 Ba	3,73 ± 0,51 Aa	0,0260
Ruas alternadas	2,64 ± 0,21 Aa	1,18 ± 0,20 Bb	<0,0001
Valor de <i>P</i>	0,3276	<0,0001	

Médias com diferentes letras maiúsculas diferem entre si na linha e médias com diferentes letras minúsculas diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

* Média de três blocos com cinco plantas por bloco por combinação tratamento/face. A deposição de cada planta foi composta pela média da deposição obtida em três folhas coletadas de muda de laranjeira amarrada acima do terço médio da parte externa da copa da planta.

** No tratamento de pulverização de ruas contínuas, a “Face direta” corresponde à face que primeiro foi pulverizada na passagem do pulverizador e a “Face oposta”, à face do outro lado da planta pulverizada em seguida. No tratamento de ruas alternadas, a “Face direta” corresponde à face pulverizada diretamente na passagem do pulverizador e a “Face oposta” à face do outro lado da planta que não recebeu pulverização direta.

A maior cobertura e deposição de calda no tratamento de pulverização em ruas contínuas em relação à pulverização em ruas alternadas é explicado pelo fato de que ambas as faces da copa da planta são pulverizadas duas vezes na aplicação em ruas contínuas, direta e indiretamente, enquanto que, na aplicação em ruas alternadas, uma face (“Face direta”) é pulverizada apenas uma vez diretamente e a outra face (“Face oposta”) apenas uma vez indiretamente. No caso da pulverização em ruas contínuas, ocorre um acúmulo da cobertura e deposição da calda aplicada. Somando-se a cobertura média obtida nas duas faces da planta na pulverização em ruas alternadas observa-se uma cobertura resultante de 92,7%, que se assemelha à cobertura média das faces da planta na pulverização em ruas contínuas (Tabela 4). O mesmo ocorreu em relação à deposição, sendo a soma da deposição das duas faces da planta pulverizada em ruas alternadas ($3,82 \mu\text{g Cu}^{2+}/\text{cm}^2$ de folha) semelhante à deposição média obtida na pulverização em ruas contínuas (Tabela 5).

No tratamento em ruas contínuas, eram esperadas coberturas e deposições semelhantes nas duas faces da planta, haja visto que neste tratamento se aplica a calda direta e indiretamente em ambas as faces da copa da planta na mesma operação de pulverização com o mesmo equipamento, regulagem, calibragem e velocidade de deslocamento e, praticamente, nas mesmas condições climáticas, uma vez que a diferença de tempo entre a pulverização de um lado e do outro lado da planta é de apenas alguns minutos. Entretanto, ao contrário do esperado, tanto a cobertura como a deposição na “Face direta” foram menores que na “Face oposta”.

Possíveis fatores que poderiam contribuir com esse resultado poderiam ser a direção de vento no momento da aplicação, declive do terreno ou diferença de enfolhamento ou frutificação entre as duas faces da planta que favorecesse a pulverização da “Face oposta” em relação à pulverização da “Face direta”. Entretanto, o sentido de plantio em relação ao eixo Norte-Sul dos talhões onde foram realizados este experimento foram diferentes, sendo o talhão 1B no sentido paralelo, o talhão 2B em diagonal e o 4A perpendicular. No talhão 1B existe um declive acentuado de Oeste para Leste, mas os talhões 2B e 4A são praticamente planos. Portanto, maior investigação seria necessária para explicar esta diferença pequena, mas significativa, de 11% de cobertura e 26% de deposição entre as duas faces das plantas na pulverização em ruas contínuas.

Na pulverização em ruas alternadas, a cobertura e a deposição da “Face oposta” foram, respectivamente, 218% e 124% menores que da “Face direta”. Estes resultados corroboram com os obtidos por Asato (2018), quando avaliou a pulverização de borda de talhões no sentido paralelo ao da linha de plantio em laranjeiras adultas com 2 a 2,5 m de altura. Ele observou uma diferença de cerca de 300% na cobertura da “Face direta” em relação a da “Face oposta”.

Na pulverização em ruas alternadas, as gotas que conseguem atingir as folhas e os papéis hidrossensíveis localizados externamente na “Face oposta” são aquelas que, transportadas pelo vento produzido pela turbina do turbopulverizador, conseguem atravessar toda a copa da planta e ao perder energia se depositam sobre as folhas, ramos e frutos do outro lado da copa. As folhas, ramos e frutos da copa funcionam como uma barreira que reduz a velocidade do ar à medida que este vai mais para o interior da copa. À medida que o ar flui através e ao redor da árvore, a pressão acumula-se na frente das folhas, galhos e frutos, resultando em uma camada limite de pressão. Como resultado, gotas menores com menos energia são desviadas das folhas e frutos e penetram mais na copa da planta, enquanto que gotas maiores, com mais energia, são menos facilmente desviadas da sua trajetória original. Assim, a maior parte das gotas maiores fica retida logo na parte externa da “Face direta”, penetrando na copa e atravessando-a as gotas menores, que por terem menor tamanho e volume proporcionam menor cobertura e deposição do produto aplicado na parte externa oposta da planta (Stover et al., 2002).

Baseado nos trabalhos de Scardelato (2013), Lanza (2016) e Sperandio (2016), considera-se que, para a obtenção de um bom controle residual do psilídeo (mortalidade acima de 80%), deve-se buscar atingir uma cobertura de pulverização de inseticida no exterior da copa, aplicado na concentração recomendada pelo fabricante, igual ou acima de 30% (Scapin & Ramos, 2017). Para coberturas menores, a dose do inseticida deve ser corrigida e mais concentrada para obter a mesma eficiência de controle (Lanza, 2016).

Neste trabalho, na pulverização em ruas contínuas, a cobertura média do terço médio e superior da copa, considerando as duas faces da planta, foi de 92,7% e foi igual ou maior que 30% em 98% dos papéis hidrossensíveis, indicando que, em ambas as faces da planta, seria esperado obter um bom controle residual do psilídeo.

Na pulverização em ruas alternadas a cobertura média foi de 70,5% na “Face direta”, sendo superior a 30% em 92% dos papéis hidrossensíveis. Entretanto, na “Face oposta” da aplicação em ruas alternadas, a cobertura média foi de apenas 22,2%, com 73% dos papéis hidrossensíveis com cobertura menor que 30%. Este é um indicativo de que nas plantas pulverizadas no esquema de ruas alternadas, seria esperado um bom controle residual do psilídeo apenas na “Face direta” e que na “Face oposta” o controle do psilídeo seria deficiente e com baixo residual.

Neste trabalho, provavelmente por ter sido utilizado um volume de calda maior na pulverização, entre 69 e 82 mL/m³ de copa, as coberturas médias obtidas, tanto na “Face direta” como na “Face oposta”, pela aplicação em ruas alternadas foram maiores que no trabalho de Asato (2018), que utilizou 40 mL/m³ de copa na pulverização de borda de talhão. Com a pulverização paralela ao sentido da linha de plantio, Asato (2018) obteve uma cobertura média na “Face direta” entre 40 e 45%, enquanto que na “Face oposta” foi inferior a 10%.

3.2. Mortalidade de psilídeos em *seedlings* de laranjeira doce proporcionada pela aplicação de inseticidas em ruas alternadas

Nos três experimentos realizados com pulverização em ruas alternadas, a mortalidade de psilídeo nos *seedlings* colocados na face da planta com aplicação direta do dimetoato (“Face direta”) foi significativamente maior que a da “Face oposta” e a da testemunha sem inseticida em todas as avaliações (Figura 10).

O inseticida dimetoato, aplicado na concentração 600 g de dimetoato/2000 L de calda (equivalente a 1,5 L de Agritoato 400 EC/2000 L) proporcionou, aos 2 DAA 1 DAC1, a mortalidade dos psilídeos confinados nos *seedlings* colocados na “Face direta” entre 10% e 64%. Tanto aos 8 DAA 7 DAC1, como aos 15DAA 7 DAC2, a mortalidade nos *seedlings* colocados na “Face direta” foi maior que 80% nos três experimentos (mortalidade média de 94% aos 8 DAA 7 DAC1 e de 89% aos 15 DAA 7 DAC2) (Figura 10).

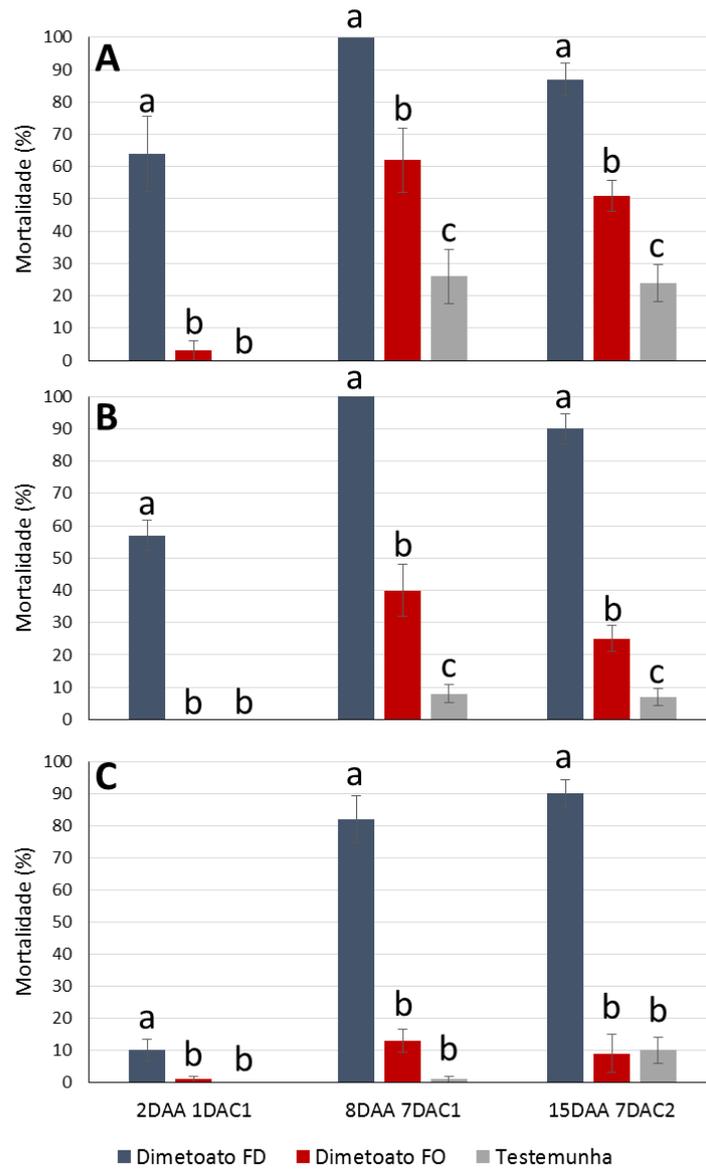


Figura 10. Porcentagem de mortalidade de psilídeos (média ± erro padrão da média) nos experimentos 1 (A), 2 (B) e 3 (C) após confinamento em *seedlings* de laranjeira doce com folhas maduras e sem brotos, que foram colocados na copa de plantas de laranjeiras adultas pulverizadas com dimetoato em ruas alternadas. FD = face da planta diretamente pulverizada; FO = face oposta da planta não pulverizada diretamente; DAA = dias após a aplicação do inseticida; DAC1 = dias após o primeiro confinamento dos psilídeos ao 1 DAA; DAC2 = dias após o segundo confinamento dos psilídeos aos 8 DAA. Média de 10 *seedlings* por tratamento com 10 psilídeos adultos confinados por *seedling*. Médias com letras diferentes na mesma avaliação diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A eficiência de controle do psilídeo acima de 80% aos 8 DAA 7 DAC1 pelo inseticida dimetoato, aplicado em doses semelhantes a utilizada neste trabalho, em condições de campo, avaliada na face da planta com aplicação direta do produto, foi relatada em diversos trabalhos (Scardelato, 2013; Lemo, 2015; Sperandio, 2016; De Carli et al., 2018). Entretanto, em todos os trabalhos citados, a mortalidade dos psilídeos, que tiveram contato com o *seedling* pulverizado aos 8 DAA (segundo confinamento), apresentou uma drástica redução aos 15 DAA 7 DAC2, seja por causa da perda do inseticida pela ocorrência de chuva após a aplicação (Scardelato, 2013; Lemo, 2015; Sperandio, 2016) ou pela ausência de produto nos tecidos novos dos brotos que se desenvolveram após a aplicação (De Carli et al., 2018). Neste trabalho, como os *seedlings* foram levados para o laboratório (sem chuva) e seus brotos retirados antes do confinamento dos psilídeos (sem desenvolvimento de novos tecidos), a eficiência de controle se manteve alta também quando os psilídeos tiveram contato com o *seedling* aos 8 DAA (mortalidade média de 89% aos 15 DAA 7 DAC2). Este resultado corroborou com o obtido por De Carli et al. (2018) quando o confinamento dos psilídeos no campo foi realizado em ramos com folhas maduras.

Considerando os três experimentos, a mortalidade média dos psilídeos confinados nos *seedlings* colocados na “Face oposta” da pulverização em ruas alternadas, variou entre 0% e 3% aos 2 DAA 1 DAC1, 13% e 62% aos 8 DAA 7 DAC1 e entre 9% e 51% aos 15 DAA 7 DAC2 (Figura 8). Em todos experimentos, a mortalidade aos 2 DAA 1 DAC1 na “Face oposta” não diferiu da testemunha, indicando baixo efeito de choque do produto nesta face da planta. Nos experimentos 1 e 2 (Figuras 10A e 10B), a mortalidade de psilídeo aos 8 DAA 7 DAC1 e aos 15 DAA 7 DAC2 foi significativamente maior que a da testemunha, mas não diferiu da testemunha no experimento 3 (Figura 10C).

A menor mortalidade observada nos *seedlings* colocados na “Face oposta” em relação aos colocados na “Face direta” foi proporcional às menores cobertura (< 30%) e deposição de calda observadas nesta face após a pulverização em ruas alternadas, como constatado no item 3.1. Na “Face oposta”, a cobertura e a deposição foram, respectivamente, 68% e 55% menores que às observadas na “Face direta”, o que conferiu uma mortalidade de psilídeos 59% menor aos 8 DAA 7 DAC1 e 68% menor aos 15 DAA 7 DAC2 nos *seedlings* colocados na “Face oposta” em relação a dos *seedlings* colocados na “Face direta”.

Embora a mortalidade de psilídeos tenha sido menor nos *seedlings* colocados na “Face oposta” da planta pulverizada em ruas alternadas, na média dos três experimentos, ela foi 2,3 vezes maior (mortalidade média de 38,3%) que a mortalidade da testemunha sem inseticida (mortalidade média de 11,7%) para os insetos que tiveram o primeiro contato com o *seedling* a

1 DAA (primeiro confinamento). Para os psilídeos que tiveram o contato com o *seedling* aos 8 DAA (segundo confinamento), a diferença foi menor entre a mortalidade nos *seedlings* da “Face oposta” (mortalidade média de 28,3%) e a mortalidade nos *seedlings* da testemunha (13,7%), mas foi em média 1,1 vez maior na “Face oposta”. Isto indica que, embora não seja maior de 80%, existe algum controle proporcionado pela aplicação do inseticida na “Face oposta” da aplicação semanal em ruas alternadas. Como na segunda semana após a aplicação, a face que foi indiretamente pulverizada passa a ser a face pulverizada diretamente e vice e versa, esta pequena, mas significativa, eficiência de controle do psilídeo observada na “Face oposta” poderia ter uma pequena contribuição a mais para a redução das infecções primárias de HLB, do que na pulverização quinzenal em ruas contínuas, principalmente durante os períodos vegetativos de crescimento dos brotos.

3.3. Avaliação da população de psilídeo e incidência de plantas com sintomas de HLB proporcionada pela aplicação em todas as ruas e em ruas alternadas.

Nos 21 meses (de 01/02/2017 a 31/10/2018) de avaliação da população de psilídeos, tanto nas parcelas tratadas quinzenalmente com inseticidas em ruas contínuas, como nas tratadas semanalmente em ruas alternadas, não foram encontrados ninfas e adultos de psilídeos nas brotações dos ramos avaliados. Isto indica uma alta eficiência das pulverizações de ambos os tratamentos em relação ao controle da reprodução do psilídeo. Segundo Nava et al. (2007), a duração mínima do ciclo do psilídeo de ovo a adulto é de 12,1 dias, e, portanto, aplicações quinzenais ou semanais de inseticidas praticamente impedem que o psilídeo complete seu ciclo de ovo a adulto. Adicionalmente, as frequências de aplicações de inseticidas avaliadas praticamente evitam que o período de latência da bactéria no inseto adulto após sua aquisição, que na média é de 18 dias (Canale et al., 2017), seja atingido. Portanto, pode-se concluir que ambos os tratamentos apresentaram um bom controle da infecção secundária do HLB nas parcelas tratadas, isto é, evitou as infecções cuja fonte de inóculo era oriunda de plantas doentes de dentro das parcelas.

Neste mesmo período, a média de psilídeos capturados nos cartões adesivos amarelos foi estatisticamente igual ($p = 0,2606$) no tratamento com pulverizações quinzenais em ruas contínuas e no de pulverizações semanais em ruas alternadas, sendo respectivamente 0,0089 e 0,0044 psilídeos/cartão/avaliação, ou média de 4,8 e 2,4 psilídeos capturados por parcela no período avaliado (Tabela 6 e Figura 11).

Tabela 6. Comparação da média de psilídeos capturados/cartões adesivos amarelos/avaliação em cada parcela dos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas pelo teste-t de Student a 5% para amostras independentes em blocos casualizados. Período de 01/02/2017 a 31/10/2018).

Tratamento de pulverização	Média	Desvio Padrão	N	p
Ruas contínuas quinzenal	0,0089	0,0099	5	-
Ruas alternadas semanal	0,0044	0,0034	5	0,2606
LSD (5%)	0,0094			

N = número de repetições.

p = probabilidade de significância.

LSD = diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

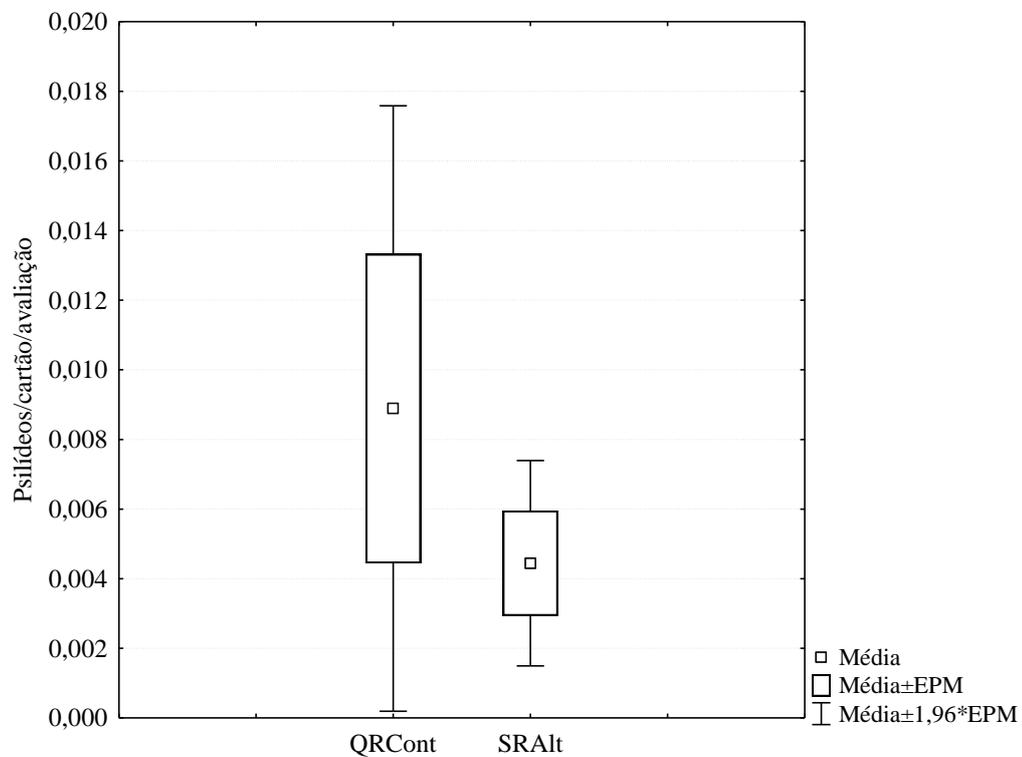


Figura 11. Box & Whisker Plot da média e erro padrão da média (EP) do número de psilídeos capturados/cartão adesivo amarelo/avaliação nos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas (QRCont) e semanal em ruas alternadas (SRAlt), após 21 meses de avaliação (de 01/02/2017 a 31/10/2018). Média cinco parcelas por tratamento.

No mesmo período, a população média de psilídeos observada no Sistema de Alerta do Fundecitrus (<http://alerta.fundecitrus.com.br/fundecitrus/wphome.aspx>) para a região do grupo de manejo regional de Casa Branca, na qual a propriedade deste estudo está inserida, foi de 0,273 psilídeos/cartão/avaliação, considerando todos os cartões da região, de 0,561 psilídeos/cartão/avaliação, considerando apenas os cartões colocados em propriedades não comerciais em um raio de 4 km ao redor da propriedade do estudo, e de 0,039 psilídeos/cartão/avaliação, considerando apenas os cartões colocados nas propriedades comerciais da região. Estas populações foram, respectivamente, 24,8, 51 e 3,5 vezes maiores que a população média de psilídeos capturados neste trabalho, considerando apenas os cartões das plantas da periferia dos talhões (0,007 psilídeos/cartão/avaliação), assim como é feito o monitoramento no sistema de Alerta Fitossanitário. Isto indicou uma baixa captura de psilídeos na área experimental, embora houvesse uma alta pressão de psilídeos ao redor da propriedade.

Também não foi observada diferença estatística entre as pulverizações quinzenais em ruas contínuas e as pulverizações semanais em ruas alternadas quanto ao número médio de plantas com sintomas de HLB que apareceram após o início dos tratamentos, sendo respectivamente 10,6 e 10,4 plantas com HLB por parcela (Tabela 7 e Figura 12). Estes números representam uma incidência média de plantas com HLB nas parcelas de cerca de 1,5% no período de 21 meses (média anual de 0,86%).

Considerando os mesmos talhões utilizados na área experimental, as incidências médias de plantas com HLB nos anos anteriores ao experimento foram de 0,24% em 2014, 0,14% em 2015 e 0,44% em 2016. Estas incidências foram menores que as observadas nos dois anos do experimento (2017 e 2018), porém as avaliações de incidência no experimento foram feitas em uma parte dos talhões localizadas na faixa de borda, local de maior concentração de plantas doentes, enquanto que para a dos anos anteriores considerou-se todo o talhão. Incidências anuais de plantas com HLB abaixo de 1% ao ano têm sido consideradas aceitáveis pelos citricultores nas regiões com moderada pressão de inóculo. Assim, pode-se considerar que ambos tratamentos apresentaram boa eficiência de controle do HLB durante o período avaliado. Entretanto, o curto período de condução e avaliação do experimento, comparado ao período de incubação da doença no campo [6 a 12 meses, segundo Bové (2006)], associado à baixa população de insetos capturados nas parcelas, não permite afirmar que os tratamentos se manterão eficientes e iguais no controle do HLB por um maior período de tempo. Portanto, sugere-se um maior período de condução deste experimento (pelo menos mais 24 meses) para que se possa recomendar quais dos dois tratamentos seria o mais adequado para os pomares de borda com plantas adultas.

Tabela 7. Comparação da média do número de plantas com sintomas de HLB que apareceram após o início dos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas e semanal em ruas alternadas pelo teste-t de Student a 5% para amostras independentes em blocos casualizados. Período de 01/02/2017 a 31/10/2018).

Tratamento de pulverização	Média	Desvio Padrão	N	p
Ruas contínuas quinzenal	10,6	7,2	5	-
Ruas alternadas semanal	10,4	8,1	5	0,19097
LSD (5%)	4,5958			

N = número de repetições.

p = probabilidade de significância.

LSD = diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

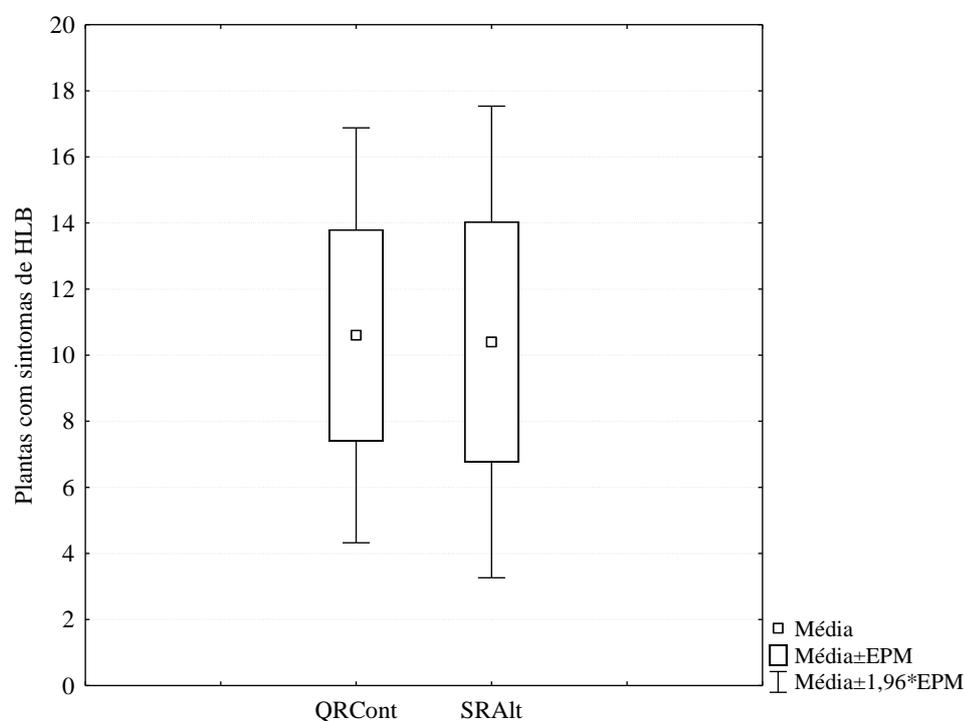


Figura 12. Box & Whisker Plot da média e erro padrão da média (EP) do número de novas plantas com sintomas de HLB nos tratamentos de pulverização de inseticidas quinzenal em ruas contínuas (QRCont) e semanal em ruas alternadas (SRAIt), após 21 meses de avaliação (de 01/02/2017 a 31/10/2018). Média de cinco parcelas por tratamento.

Quando se analisou os custos da pulverização quinzenal em ruas contínuas e os custos da pulverização semanal em ruas alternadas, os valores por hectare foram os mesmos (Tabela 8), porque, embora se faça o dobro de aplicações por ano na pulverização semanal em ruas alternadas, se pulveriza o dobro de área no mesmo período de tempo por aplicação.

Tabela 8. Custo de aplicação de inseticidas semanalmente em ruas alternadas e da aplicação de inseticidas a cada 14 dias em ruas contínuas do talhão.

Tratamento de pulverização	Aplicações/ano	Custo de inseticida (R\$/ha)	Custo hora-máquina (R\$/ha)	Custo da mão-de-obra (R\$/ha)	Tempo de aplicação (h/ha)	Total (R\$/ha/ano)
Ruas alternadas semanal	48	3,75	16,25	2,43	0,125	888,46
Ruas contínuas quinzenal	24	3,75	16,25	2,43	0,25	888,46

Como o número de plantas com HLB não diferiu também entre os tratamentos, podemos concluir que os tratamentos foram equivalentes em termos financeiros (igual relação benefício-custo), podendo ser adotado qualquer um dos dois modelos de pulverização. A decisão pela escolha de um ou outro tratamento dependerá de outros fatores como facilidade operacional e potencial efeito no controle de outras pragas e doenças no pomar. Operacionalmente, a pulverização semanal em ruas alternadas exige maior atenção dos supervisores e operadores para que realmente ocorra a alternância das ruas pulverizadas a cada semana, evitando-se a entrada por semanas seguidas na mesma rua, o que deixaria a “Face oposta” das plantas sempre com uma cobertura e deposição de inseticidas insuficiente para um bom controle do psílídeo por um período maior.

Cabe ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho se referem às aplicações de inseticidas realizadas em laranjeiras adultas em produção. Resultados diferentes a respeito da aplicação semanal em ruas alternadas em relação à aplicação quinzenal em ruas contínuas talvez pudessem ser obtidos em pomares com plantas mais jovens, nos quais o tamanho e densidade foliar da copa das plantas afetasse menos a passagem da calda pulverizada através da copa da planta e permitisse uma melhor e mais uniforme cobertura e deposição do produto nas duas faces da planta.

No caso de pomares adultos, como os avaliados neste trabalho, na busca por tratamentos mais eficientes no controle do HLB, experimentos comparando a eficiência da aplicação de inseticida semanal em ruas alternadas com a aplicação semanal ou a cada 10 dias em ruas contínuas nos talhões de borda são necessários.

4. CONCLUSÕES

De acordo com as condições com que os experimentos foram realizados e com os resultados obtidos, concluiu-se que:

- A pulverização em ruas alternadas promove uma cobertura e deposição de calda desuniforme nas duas faces da planta adulta, sendo sempre maiores na face da planta pulverizada diretamente que na face oposta, enquanto que a pulverização em ruas contínuas promove uma cobertura e deposição mais uniforme em ambas as faces pulverizadas.

- A pulverização em ruas alternadas confere maior eficiência de controle de psilídeos na “Face direta” em relação à “Face oposta”.

- Apesar disso, pulverizações semanais de inseticidas em ruas alternadas conferem controle de psilídeo e de HLB similar às pulverizações quinzenais de inseticidas em ruas contínuas.

- Ambos os tratamentos não permitiram a reprodução do psilídeo dentro dos talhões.

- Por apresentarem semelhante eficiência de controle do HLB e o mesmo custo operacional, a decisão do citricultor entre as pulverizações quinzenais em ruas contínuas e as pulverizações semanais em ruas alternadas dependerá de outros fatores como facilidade operacional e de diferenças na eficiência de controle de outras pragas e doenças.

REFERÊNCIAS

- Ammar, E.D., Ramos, J.E., Hall, D.G., Dawson, W.O., Shatters Junior., R.G. 2016. Acquisition, replication and inoculation of *Candidatus Liberibacter asiaticus* following various acquisition periods on huanglongbing-infected citrus by nymphs and adults of the Asian citrus psyllid. **PLoS ONE** 11(7): e0159594. doi:10.1371/journal.pone.0159594.
- Asato, F.P. 2018. Eficiência da pulverização de inseticida na borda dos talhões no manejo do huanglongbing. 33 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Barbosa, J.C., Maldonado Júnior, W. 2015. **Experimentação agrônômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV-UNESP. CD-ROM.
- Bassanezi, R.B., Busato, L.A., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gottwald, T.R., 2005. Preliminary spatial pattern analysis of huanglongbing in São Paulo, Brazil. **16th Conference of the International Organization of Citrus Virologists**. Riverside, IOCV. 2005. p. 341-355.
- Bassanezi, R.B., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T. 2003. **Morte súbita dos citros**. Boletim Citrícola, n. 24. 54 p.
- Bassanezi, R.B., Montesino L.H., Stuchi, E.S. 2009. Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565–572.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G., Bergamin Filho, A., Amorim, L. 2011. Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 130:577-586.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97:789-796.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88:7-37.
- Bové, J.M., Teixeira, D.C., Wulff, N.A., Eveillard, S., Saillard, C., Bassanezi, R.B., Lopes, S.A., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J. 2008. Several *Liberibacter* and *Phytoplasma* species are individually associated with HLB. **Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. p. 152-155.
- Canale, M.C., Tomaseto, A.F., Haddad, M.L., Coletta-Filho, H.D., Lopes, J.R.S. Latency and persistence of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in its psyllid vector, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Phytopathology** 107:264:272.
- 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.

Chinelato, G.A. 2017. Dinâmica temporal e distribuição especial de Huanglongbong (HLB, Greening) e seu inseto vetor (*Diaphorina citri*) Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 67 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

Cifuentes-Arenas, J.C., Goes, A., Miranda, M.P., Beattie G.A.C., Lopes, S.A. 2018. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **PLOS One** 13(1):e0190563.

Coletta-Filho, H.D., Targon, M.L.P.N., Takita, M.A., De Negri, J.D., Pompeu Junior, J., Machado, M.A. 2004. First report of the causal agent of Huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. **Plant Disease** 88:1382.

De Carli, L.F., Miranda, M.P., Volpe, H.X.L., Zanardi, O.Z., Vizoni, M.C., Martini, F.M., Lopes, J.A.P. 2018. Leaf age affects the efficacy of insecticides to control Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Journal of Applied Entomology** 1-7. <https://doi.org/10.1111/jen.12517>.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2018. **Estimativa da safra de laranja 2018/19 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 111 p.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Bertifilho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p.

Graham, J.H., Johnson, E.G., Gottwald, T.R., Irej, M.S. 2013. Presymptomatic fibrous root decline in citrus trees caused by Huanglongbing and potential interaction with *Phytophthora* spp. **Plant Disease** 97: 1195-1199.

Gottwald, T.R., Da Graça, J.V., Bassanezi, R.B. 2007. Citrus huanglongbing: the pathogen and its impact. **Plant Health Progress** doi:10.1094/PHP-2007-0906-01-RV. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/2007/huanglongbing/>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

Gottwald, T.R., Irej, M., Bergamin Filho, A., Bassanezi, R.B., Gilligan, C. 2008. A stochastic spatiotemporal analysis of the contribution of primary versus secondary spread of HLB. **International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2008. p. 285-290. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/proceedings/irchlb/2008/>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

Grafton-Cardwell, E.E., Stelinski, L.L., Stansly, P.A. 2013. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. **Annual Review of Entomology** 58:413-432.

Halbert, S.E., Manjunath, K. 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.

Hall, D.G., Albrecht, U., Bowman, K.D. 2016. Transmission rates of ‘*Ca. Liberibacter asiaticus*’ by Asian citrus psyllid are enhanced by the presence and developmental stage of citrus flush. **Journal of Economic Entomology** 109(2):558-563.

- Lanza, R.M. 2016. Eficácia da pulverização eletrostática no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de citros. 22 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Lemo, R.R. 2015. Efeito de inseticidas a campo no controle de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 30 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Lin, C.K. 1963. Notes on citrus yellow shoot disease. **Acta Phytophylactica Sinica** 2:243-251.
- Lopes, S.A., Bertolini, E., Frare, G.F., Martins, E.C., Wulff, N. A., Teixeira, D.C., Fernandes, N.G., Cambra, M. 2009. Graft transmission efficiencies and multiplication of 'Candidatus Liberibacter americanus' and 'Ca. Liberibacter asiaticus' in citrus plants. **Phytopathology** 99(3):301-306.
- Lopes, S.A., Frare, G.F., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J. 2006. Ineficácia da poda no controle do Huanglongbing dos citros no Brasil. **Proceedings of the Huanglongbing Greening International Workshop**. Ribeirão Preto. 2006. p. 50.
- Nava, D.E., Torres, M.L.G., Rodrigues, M.D.L., Bento, M.J.S., Parra, J.R.P. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. **Journal of Applied Entomology** 131:709-715.
- Neves, M.F., Trombin, V.G. 2017. **Anuário da Citricultura 2017**. São Paulo: Citrus BR. 57 p.
- Scapin, M.S. 2014. Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico. 32 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Scapin, M.S., Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Fernandes, R.S., Silva Jr, G.J., Ramos, H.H. ree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection** 77:119-126.
- Scapin, M.S., Ramos, H.H. 2017. **Manual de tecnologia de aplicação em citros**. Araraquara, SP: Fundecitrus. 28p.
- Scardelato, D.A. 2013. Adequação do volume de calda no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de laranja, no município de Colômbia, SP. 29 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Sétamou, M., Bartels, D.W. 2015. Living on the edges: spatial niche occupation of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), in citrus groves. **PLOS ONE** 10(7):e0131917. doi:10.1371/journal.pone.0131917.
- Silva Junior, G., Behlau, F., Miranda, M.P., Bassanezi, R.B. 2019. **Guia de controle químico**. Araraquara, SP: Fundecitrus. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/guia-de-controle-quimico/73>. Acesso em: 05 jan. 2019.

Sperandio, P.H. 2016. Pulverização em ultra baixo volume para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 24 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Stover, E., Scotto, D., Wilson, C., Salyani, M. 2002. **Spray applications to citrus**: overview of factors influencing spraying efficacy and off-target deposition. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service/IFAS, UF. 11 p.

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

Ulian, L.F. 2016. *Diaphorina citri* e Huanglongbing: dinâmica, relações epidemiológicas e monitoramento do vetor em pomar de laranja com manejo da doença. 40 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

ANEXO

Anexo1. Data de aplicação e inseticidas utilizados em cada um dos talhões do experimento.

Data/Talhão	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B
	Quinzenal	Semanal	Quinzenal	Semanal	Quinzenal	Semanal	Quinzenal	Semanal	Quinzenal	Semanal
30/01/17 a 05/02/17	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
06/02/17 a 12/02/17		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar
13/02/17 a 19/02/17	Talstar	Talstar	Dimexion	Mustang	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion
20/02/17 a 26/02/17		Cigalal		Cigalal		Cigalal		Cigalal		Mustang
27/02/17 a 05/03/17	Mustang	Talstar	Mustang	Talstar	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang
06/03/17 a 12/03/17		Nufos		Dimexion		Dimexion		Dimexion		Dimexion
13/03/17 a 19/03/17	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
20/03/17 a 26/03/17		Talstar		Cigalal		Cigalal		Cigalal		Cigalal
27/03/17 a 02/04/17	Dimexion	Nufos	Mustang	Mustang	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Mustang	Dimexion
03/04/17 a 09/04/17		Mustang		Mustang		Mustang		Mustang		Mustang
10/04/17 a 16/04/17	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
17/04/17 a 23/04/17		Mustang		Mustang		Mustang		Mustang		Cigalal
24/04/17 a 30/04/17	Nufos	Nufos	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion	Dimexion
01/05/17 a 07/05/17		Cigalal		Cigalal		Mustang		Mustang		Mustang
08/05/17 a 14/05/17	Cigalal	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Cigalal	Cigalal
15/05/17 a 21/05/17		Nufos		Mustang		Mustang		Mustang		Mustang
22/05/17 a 28/05/17	Cigalal	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Dimexion	Cigalal	Cigalal	Cigalal
29/05/17 a 04/06/17		Mustang		Mustang		Klorpan		Klorpan		Klorpan
05/06/17 a 11/06/17	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
12/06/17 a 18/06/17		Klorpan		Klorpan		Klorpan		Klorpan		Klorpan
19/06/17 a 25/06/17	Mustang	Mustang	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
26/06/17 a 02/07/17		Cigalal		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar
03/07/17 a 09/07/17	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Klorpan	Talstar	Talstar
10/07/17 a 16/07/17		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar

Anexo1. Continuação...

Data/Talhão	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B
	Quinzenal	Semanal								
22/01/18 a 28/01/18		Nufos		Mustang		Cigalal		Cigalal		Cigalal
29/01/18 a 04/02/18	Nufos	Nufos	Nufos	Talstar	Talstar	Talstar	Talstar	Talstar	Talstar	Talstar
05/02/18 a 11/02/18		Mustang								
12/02/18 a 18/02/18	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos
19/02/18 a 25/02/18		Nufos		Nufos		Cigalal		Cigalal		Cigalal
26/02/18 a 04/03/18	Mustang	Mustang	Mustang	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal
05/03/18 a 11/03/18		Cigalal		Nufos		Cigalal		Cigalal		Cigalal
12/03/18 a 18/03/18	Nufos	Nufos	Cigalal	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos
19/03/18 a 25/03/18		Talstar		Mustang		Nufos		Nufos		Nufos
26/03/18 a 01/04/18	Cigalal	Cigalal	Nufos	Nufos	Nufos	Cigalal	Nufos	Cigalal	Cigalal	Talstar
02/04/18 a 08/04/18		Nufos		Talstar		Talstar		Talstar		Talstar
09/04/18 a 15/04/18	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Cigalal	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence
16/04/18 a 22/04/18		Cigalal		Talstar		Mustang		Mustang		Mustang
23/04/18 a 29/04/18	Cigalal	Cigalal	Dimexion	Nufos	Dimexion	Evidence	Dimexion	Evidence	Talstar	Talstar
30/04/18 a 06/05/18		Nufos		Nufos		Mustang		Mustang		Mustang
07/05/18 a 13/05/18	Cigalal	Cigalal	Evidence	Cigalal	Nufos	Talstar	Nufos	Talstar	Talstar	Talstar
14/05/18 a 20/05/18		Nufos								
21/05/18 a 27/05/18	Cigalal	Cigalal	Evidence	Cigalal	Nufos	Mustang	Nufos	Mustang	Mustang	Mustang
28/05/18 a 03/06/18		Talstar		Mustang		Mustang		Mustang		Nufos
04/06/18 a 10/06/18	Talstar	Talstar	Talstar	Talstar	Evidence	Talstar	Evidence	Talstar	Talstar	Talstar
11/06/18 a 17/06/18		Cigalal		Cigalal		Mustang		Mustang		Evidence
18/06/18 a 24/06/18	Nufos	Nufos	Evidence	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos	Nufos
25/06/18 a 01/07/18		Cigalal		Cigalal		Nufos		Nufos		Evidence
02/07/18 a 08/07/18	Akito	Akito								
09/07/18 a 15/07/18		Cigalal		Cigalal		Evidence		Evidence		Evidence
16/07/18 a 22/07/18	Akito	Akito								
23/07/18 a 29/07/18		Klorpan								

Anexo1. Continuação...

Data/Talhão	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B
	Quinzenal	Semanal								
30/07/18 a 05/08/18	Cigalal	Cigalal	Akito	Cigalal	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence	Evidence
06/08/18 a 12/08/18		Nufos		Agritoato		Evidence		Evidence		Evidence
13/08/18 a 19/08/18	Akito	Akito	Akito	Akito	Agritoato	Akito	Agritoato	Akito	Akito	Akito
20/08/18 a 26/08/18		Agritoato		Klorpan		Agritoato		Agritoato		Agritoato
27/08/18 a 02/09/18	Akito	Cigalal	Talstar	Cigalal	Evidence	Klorpan	Evidence	Klorpan	Evidence	Klorpan
03/09/18 a 09/09/18		Agritoato								
10/09/18 a 16/09/18	Cigalal	Cigalal	Evidence	Cigalal	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang	Mustang
17/09/18 a 23/09/18		Akito		Cigalal		Akito		Akito		Akito
24/09/18 a 30/09/18	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo		Akito		Akito	Akito	Akito
01/10/18 a 07/10/18		Evidence								
08/10/18 a 14/10/18	Agritoato	Agritoato								
15/10/18 a 21/10/18		Turbo								
22/10/18 a 28/10/18	Mustang	Mustang								
29/10/18 a 04/11/18		Turbo								