

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

FABIANO PARRA ASATO

**Eficiência da pulverização de inseticida na borda dos talhões no
manejo 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
Janeiro 2018**

FABIANO PARRA ASATO

**Eficiência da pulverização de inseticida na borda dos talhões no
manejo 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
Janeiro 2018**

A798e

Asato, Fabiano Parra

Eficiência da pulverização de inseticida na borda dos talhões no manejo do Huanglongbing / Hermes Teixeira de Oliveira, 2018.

33 f.

Orientador: Renato Beozzo Bassanezi

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2018.

1. *Citrus sinensis*. 2. Psilídeo asiático dos citros 3. Greening 4. Tecnologia de aplicação 5. Controle químico I.
Título

FABIANO PARRA ASATO

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

Araraquara, 15 de janeiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA


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


Dr. Pedro Takao Yamamoto
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

DEDICO,

Primeiramente a *Deus*,

A minha esposa *Marcia* e
aos meus filhos *Ana Beatriz, João Gabriel e João Guilherme*

Aos meus pais *Luciano e Marli* e ao meu irmão *Luciano*.

AGRADECIMENTOS

À Louis Dreyfus Company e aos Srs. Jorge Costa, Claudinei Ferretti e Rogério Vieira pela oportunidade de realizar este trabalho e pelas demais oportunidades.

Ao professor e orientador Dr. Renato Beozzo Bassanezi pelo apoio, paciência, compreensão e a todo ensinamento a mim transmitido.

Ao professor MSc. Marcelo da Silva Scapin e aos funcionários da Fazenda Monte Belo pela ajuda na realização do trabalho de campo.

Ao Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura), a todos os professores/pesquisadores e funcionários que colaboraram em muito no desenvolvimento do projeto.

Aos meus amigos de trabalho e estudo, Pedro Bráz e Leonardo Melo e demais amigos, por tornarem minha caminhada mais fácil e alegre.

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

Eficiência da pulverização de inseticida na borda dos talhões no manejo do Huanglongbing

Autor: Fabiano Parra Asato

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Resumo

No Brasil, o Huanglongbing (HLB) está predominante associado à bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, transmitida pelo psíldeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). HLB é uma das mais importantes doenças da citricultura, por sua rápida disseminação, impacto na produção e qualidade de fruta e elevada dificuldade de controle. O manejo sistemático do vetor é uma das principais medidas adotadas para prevenir novas infecções por psíldeos que chegam de fontes externas de inóculo. Uma característica marcante, resultante do comportamento de dispersão do psíldeo entre pomares, é a maior concentração do inseto nas plantas próximas à periferia dos talhões. Por causa disto, empiricamente, alguns citricultores têm realizado aplicações mais frequentes de inseticidas, a baixo volume, apenas na borda dos talhões como medida complementar às pulverizações de inseticidas em todas as plantas do talhão, realizadas em intervalos maiores. Desta forma, objetivos deste trabalho foram: i) Avaliar a homogeneidade e o gradiente da cobertura do inseticida aplicado na periferia de talhões de citros com plantas de diferentes tamanhos (15 e 33,8 m³ de copa), por dois tipos de pulverizadores (canhão acoplado Jatão 600 e turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA), em dois sentidos de aplicação em relação à direção de plantio (perpendicular e paralelo); ii) Avaliar a sua eficiência no controle do psíldeo asiático dos citros e no aparecimento de novas plantas com HLB em talhões adjacentes à divisa da propriedade. No primeiro experimento, observou-se que coberturas efetivas ($\geq 30\%$) somente foram alcançadas nas plantas da periferia do talhão, independente do pulverizador utilizado e do sentido de aplicação em relação ao sentido de plantio. O sentido da pulverização de borda em relação ao sentido da linha de plantio influenciou significativamente na uniformidade da cobertura da calda aplicada nas faces expostas à aplicação, sendo mais homogênea quando realizada no sentido perpendicular. Estas pulverizações de inseticidas na borda dos talhões, em intervalo de 7 a 14 dias, adicionais à aplicação mensal em área total, não foram eficientes para reduzir a população de psíldeos e o aparecimento de novas plantas com sintomas de HLB, não diferindo do tratamento sem pulverizações de borda após 28 meses do início do experimento. Para ser efetiva em controlar 95% dos psíldeos e cerca de 80% das plantas com sintomas de HLB, estas aplicações de inseticidas nos talhões adjacentes à divisa da propriedade deveriam ser feitas numa faixa de borda com mais de 100 m.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, Psíldeo asiático dos citros, Greening, Tecnologia de aplicação, Controle químico.

Efficiency of insecticide spray at the edge of citrus plots on the management of Huanglongbing

Author: Fabiano Parra Asato

Advisor: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Abstract

In Brazil, Huanglongbing (HLB) is mainly associated with the bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, transmitted by the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). HLB is one of the most important citrus diseases due to its rapid dissemination, impact on the production and quality of fruit and difficulty of control. Systematic vector control is one of the main measures adopted to prevent new infections by psyllids that come from external sources of inoculum. A striking feature, resulting from the dispersion behavior of the psyllid among orchards, is the highest concentration of the insect in the plants near the periphery of the citrus plots. Because of this, empirically, some citrus growers have made more frequent insecticide sprays, at low volume, only in the surroundings of the citrus plots as a complementary measure to the sprays of insecticides in all the plants of the plot, carried out in larger intervals. Therefore, the objectives of this work were: i) To evaluate the coverage homogeneity and gradient of the insecticide applied in the periphery of citrus plots with plants of different sizes (15 and 33.8 m³ canopy), by two types of sprayers (mounted cannon sprayer Jatão 600 and trailed airblast sprayer Guliver 2000 NA), in two spraying directions in relation to the direction of planting (perpendicular and parallel); ii) To evaluate its efficiency in the control of the Asian citrus psyllids and the appearance of new plants with HLB in plots adjacent to the property's border. In the first experiment, it was observed that effective coverages ($\geq 30\%$) were only reached in the plants on the periphery of the plot, regardless of the sprayer used and the direction of application in relation to the direction of planting. The direction of the surroundings spraying in relation to the direction of the planting rows significantly influenced the uniformity of the spray coverage applied on the faces exposed to the application, being more homogeneous when carried out in the perpendicular direction. After 28 months of the beginning of the experiment, these sprays of insecticides surrounding the citrus plots, from seven to 14-days intervals, additional to monthly application in the total plot area, were not efficient to reduce the population of psyllids and the appearance of new plants with HLB symptoms, not differing from the treatment without surroundings sprays. To be effective on controlling 95% of psyllids and approximately 80% of HLB-symptomatic trees, these insecticide applications in the plot adjacent to the property boundary should be made at a border range of more than 100 m.

Keywords: *Citrus sinensis*, Asian citrus psyllid, Greening, Spray technology, Chemical control.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Equipamentos pulverizadores utilizados para a pulverização das plantas da borda do talhão. (A) Canhão acoplado Jatão 600 (Máquinas Agrícolas Jacto) e (B) Turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA (FMCopling) ... 10
- Figura 2.** Comparativo do volume de copa das plantas nos talhões T1 (esquerda) e T2 (direita) do experimento 11
- Figura 3.** Imagem aérea dos talhões T1 e T2 de laranjeira ‘Valência’ enxertada em citrumelo ‘Swingle’, apresentando linhas de plantio paralelas e perpendiculares ao sentido de caminhamento do equipamento de pulverização das plantas de borda (Imagem do Google Earth Pro® de 09/11/2013) 12
- Figura 4.** Esquema do posicionamento dos papéis hidrossensíveis nas plantas de laranja para a avaliação da cobertura das pulverizações de borda de talhão .. 13
- Figura 5.** Localização e distâncias (metros) entre as plantas com papéis hidrossensíveis (retângulos amarelos) em cada um dos talhões (T1 e T2) e sentidos de aplicação dos tratamentos (paralelo e perpendicular) 13
- Figura 6.** Experimento para comparação da eficiência das pulverizações complementares de borda de talhões de divisa da propriedade no controle do psilídeo e do HLB. Retângulos de contorno branco representam as faixas para avaliação da população de psilídeos e de plantas com sintomas de HLB. A faixa esperada de alcance da pulverização de borda é representada pelo retângulo branco. (Imagem do Google Earth Pro®) 15
- Figura 7.** Cobertura média de papeis hidrossensíveis nas faces expostas ‘Frente’ e ‘Verso’ colocados na metade ‘Superior’ e ‘Inferior’ de plantas de laranjeira Valência plantadas em 2006 e 2012, após a pulverização com canhão acoplado Jatão 600 (Máquinas Agrícolas Jacto) no sentido perpendicular (A) e paralelo (B) à linha de plantio. Em cada distância, letras minúsculas comparam a média de cobertura da ‘Face exposta’ na mesma altura de colocação dos papeis e letras maiúsculas comparam a ‘Altura’ de colocação dos papeis dentro da mesma face exposta pelo teste de Tukey a 5% de significância. 19

- Figura 8.** Cobertura média de papeis hidrossensíveis nas faces expostas ‘Frente’ e ‘Verso’ colocados na metade ‘Superior’ e ‘Inferior’ de plantas de laranja Valência plantadas em 2006 e 2012, após a pulverização com turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA (FMCopling) no sentido perpendicular (A) e paralelo (B) à linha de plantio. Em cada distância, letras minúsculas comparam a média de cobertura da ‘Face exposta’ na mesma altura de colocação dos papeis e letras maiúsculas comparam a ‘Altura’ de colocação dos papeis dentro da mesma face exposta pelo teste de Tukey a 5% de significância 20
- Figura 9.** Porcentagem de psílídeos capturados nos cartões adesivos amarelos em relação ao total observado em função da distância da borda dos talhões com e sem aplicação de inseticidas na borda. Média \pm erro padrão da média de cinco faixas e três cartões adesivos por faixa em cada distância 24
- Figura 10.** Porcentagem de novas plantas com sintomas de HLB em relação ao total observado em função da distância da borda dos talhões sem (A) e com (B) aplicação de inseticidas na borda. Média \pm erro padrão da média de cinco repetições (faixas) 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentração de ingrediente ativo (g de i.a./L ou kg) e dose aplicada (L ou kg do produto comercial por 2000 L de água) dos inseticidas utilizados nas pulverizações dos talhões.....	16
Tabela 2. Porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papeis hidrossensíveis (12 papeis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos dos fatores ‘Equipamento’, ‘Tamanho da planta’ e ‘Sentido de pulverização’, em diferentes distâncias da borda do talhão	21
Tabela 3. Desdobramento da interação ‘Equipamento’ x ‘Tamanho da planta’ na distância de 0 m da borda do talhão. Comparação da porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papeis hidrossensíveis (12 papeis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos de ‘Equipamento’ dentro dos tratamentos ‘Tamanho da planta’ e entre os tratamentos ‘Tamanho da planta’ dentro dos tratamentos ‘Equipamento’	22
Tabela 4. Desdobramento da interação ‘Equipamento’ x ‘Sentido da pulverização’ na distância de 0 m da borda do talhão. Comparação da porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papeis hidrossensíveis (12 papeis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos de ‘Equipamento’ dentro dos tratamentos ‘Sentido da pulverização’ e entre os tratamentos ‘Sentido da pulverização’ dentro dos tratamentos ‘Equipamento’	23
Tabela 5. Média (\pm desvio padrão) do número de psilídeos capturados nos cartões adesivos amarelos e do número de novas plantas com sintomas de HLB nos talhões com e sem aplicação de inseticidas na borda. Período de agosto/2015 a dezembro/2017	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. Avaliação da qualidade da aplicação na borda de talhões de citros	9
2.1.1. Tratamentos	9
2.1.2. Equipamentos pulverizadores e condições operacionais	10
2.1.3. Características das plantas nos talhões avaliados	11
2.1.4. Direção de aplicação de borda em relação à direção de plantio	11
2.1.5. Avaliação da qualidade da pulverização de borda nos diferentes tratamentos	12
2.1.6. Análise dos dados de cobertura	14
2.2. Avaliação da população de psílídeos e da incidência de HLB nos tratamentos com e sem aplicação de inseticidas na borda de talhões na divisa da propriedade	15
2.2.1. Área experimental	15
2.2.2. Tratamentos	16
2.2.3. Avaliações	16
2.3. Análise de dados	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1. Qualidade da aplicação na borda do talhão	18
3.2. População de psílídeos e da incidência de HLB nos tratamentos com e sem aplicação de inseticidas na borda de talhões na divisa da propriedade	23
4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A laranjeira [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], uma árvore da família Rutaceae, é uma das plantas frutíferas mais cultivadas em todo o mundo. Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja, sendo responsável por 53,96% da produção mundial de suco, e exporta 77% da sua produção (FNP, Consultoria e Comércio, 2016). O suco produzido no Brasil é exportado para grandes centros consumidores da Europa, Estados Unidos e Ásia na forma de suco concentrado congelado (FCOJ – *frozen concentrate orange juice*) e suco integral, pasteurizado e resfriado (NFC – *not from concentrate*). A principal região produtora de laranja do Brasil, denominada de Cinturão Citrícola, compreende os pomares de citros do estado de São Paulo, do sul do Triângulo Mineiro e do Sudoeste de Minas Gerais, com 175,55 milhões de laranjeiras produtivas, em 403,86 mil hectares (Fundo de Defesa da Citricultura, 2016).

Apesar da sua eficiência e capacidade de produção, o Cinturão Citrícola apresenta características que o torna vulnerável à ocorrência de epidemias de doenças e surtos de pragas, como: i) Homogeneidade genética dos pomares destinados à produção de frutas para a indústria de suco, com poucas variedades comerciais de laranjeiras, todas suscetíveis às principais pragas e doenças, enxertadas em poucos porta-enxertos; ii) Áreas extensas e contínuas de pomares, sem barreiras físicas e ligadas por extensas malhas rodoviárias, que conferem uma continuidade espacial entre os pomares, permitindo a rápida e contínua disseminação das pragas e patógenos entre diferentes locais; iii) Perenidade da cultura e coexistência de pomares comerciais adultos e jovens, com vários fluxos vegetativos ao longo do ano, conferindo uma continuidade da presença de órgãos suscetíveis ao ataque de pragas e infecções por patógenos por toda vida produtiva do pomar; iv) Presença de plantas de citros em áreas não comerciais e fundos de quintais de áreas urbanas, garantindo a sobrevivência e reprodução de pragas e patógenos ao longo dos anos e (Bassanezi et al., 2003).

Dentre os vários problemas fitossanitários que afetam as laranjeiras do Cinturão Citrícola, destacam-se, pela frequência de ocorrência, pelos danos à produção e à qualidade de fruta e pela dificuldade e custo de controle, a leprose dos citros, causada pelo *Citrus leprosis virus* tipo citoplasmático, a pinta preta dos citros, causada pelo fungo *Phyllosticta citricarpa*, a podridão floral dos citros, causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum*, o cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, a clorose variegada dos citros, causada pela

bactéria *Xylella fastidiosa*, e o huanglongbing (HLB), causado pelas bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Ca. L. americanus* (Bassanezi et al., 2016).

Dentre estas doenças, o HLB é considerado mundialmente a mais severa devido a sua velocidade de disseminação, dificuldade de controle, tanto preventivo como curativo, e elevados danos à produção e qualidade da fruta (Bové, 2006; Gottwald et al., 2007). Presente já há várias décadas nos continentes asiático e africano, essa doença foi detectada no continente americano nos dois maiores estados produtores de suco de laranja do mundo, São Paulo (Brasil) e Flórida (Estados Unidos), nos anos 2004 e 2005, respectivamente (Colleta-Filho et al., 2004; Halbert, 2005; Teixeira et al., 2005). Em 2005, o HLB também foi detectado no estado de Minas Gerais e, em 2006, no estado do Paraná. Em 2017, a doença estava presente em todas as regiões do Cinturão Citrícola e cerca de 16,73% das laranjeiras em pomares comerciais estavam com sintomas da doença (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017). De acordo com os dados dos relatórios semestrais de Greening divulgados pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo – CDA, aproximadamente 48 milhões de plantas de citros foram erradicadas de 2005 a 2016 no estado de São Paulo em cumprimento às Instruções Normativas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para esta doença (Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo, 2017).

Todas as espécies do gênero *Citrus* (laranja, tangerinas, limões, limas ácidas, limas doces, pomelos, etc.) e algumas espécies relacionadas, como *Murraya paniculata*, *M. exotica*, *Swinglea glutinosa* e *Limonia acidíssima* são suscetíveis à infecção pelas bactérias do HLB (Halbert & Manjunath, 2004). A bactéria coloniza a planta sistemicamente pelos vasos do floema e impede o transporte de fotoassimilados das folhas para as demais partes da planta, induzindo o aparecimento dos sintomas associados à doença seis a 18 meses após a infecção. Inicialmente, as plantas doentes apresentam poucos ramos amarelados e as folhas maduras destes ramos apresentam mosqueado assimétrico em relação à nervura central da folha, onde manchas amareladas de um lado do limbo foliar se contrastam com o verde normal do outro lado. Posteriormente, estes ramos amarelos e com folhas mosqueadas podem aparecer por toda a copa. Nos ramos afetados também ocorre a queda prematura das folhas, onde novas brotações podem surgir, porém com folhas menores, voltadas para cima, com os internódios curtos e muitas vezes também exibindo sintomas de deficiência de zinco. Os frutos dos ramos afetados se desenvolvem de forma assimétrica em relação do eixo central da columela. Cortando-os longitudinalmente, observam-se feixes alaranjados nos vasos que saem do pedúnculo e a presença de sementes mal desenvolvidas e necrosadas (Bové, 2006). Os ramos

afetados também apresentam altos índices de queda prematura de frutos proporcionalmente à severidade dos sintomas na copa das plantas doentes (Bassanezi et al., 2011) e os que permanecem para colheita apresentam características de baixa qualidade, como redução do peso e tamanho, e suco com menor brix, ratio, teor de sólidos solúveis e aumento da acidez (Bassanezi et al., 2009). À medida que os sintomas tomam conta de toda a copa da planta doente, ocorre o seu definhamento gradual e redução drástica da sua produção.

A transmissão natural da bactéria no campo ocorre pelo psilídeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor et al., 1967; Yamamoto et al., 2006). Quando a aquisição ocorre na fase de ninfa, o adulto originado desta ninfa pode transmitir a bactéria prontamente para outras plantas e com uma eficiência maior do que quando a aquisição ocorre na fase adulta, cuja bactéria necessita de um período latente no inseto de 10 a 13 dias para poder ser transmitida (Pelz-Stelinski et al., 2010; Canale et al., 2017). O psilídeo apresenta grande variedade de hospedeiros pertencentes às rutáceas do gênero *Citrus* e espécies próximas ou não aos citros, como *Murraya* spp., de importância ornamental (Halbert & Manjunath, 2004; Lopes et al., 2006).

O psilídeo adulto mede de 2 a 3 mm de comprimento e possui asas transparentes, sendo que as anteriores apresentam manchas escuras (Gallo et al., 2002). Alimenta-se preferencialmente na face inferior das folhas, sobretudo das mais novas, mas pode ser encontrado em folhas velhas, caso não haja brotações, sempre se alimentando inclinado a 45°. A oviposição só ocorre em brotações e as fêmeas têm capacidade de colocar até 800 ovos (Nava et al., 2007), que apresentam forma alongada e afilada em uma das extremidades e coloração amarela-alaranjada (Gallo et al., 2002). As ninfas, achatadas e com pernas curtas, vivem exclusivamente nos brotos novos, nascem amarelas e vão escurecendo até ficarem amarronzadas (Gallo et al., 2002). Durante a alimentação, as ninfas eliminam substâncias açucaradas em grandes quantidades, semelhantes a fios brancos. O período ninfal tem duração de 13,5 a 14,0 dias, sendo do 1º ao 4º instares dois dias de duração cada um e para o 5º instar cinco dias (Nava et al., 2007).

O psilídeo adulto pode saltar ou voar pequenas distâncias, entretanto, a capacidade de dispersão do psilídeo à longa distância por meio de vários voos curtos sequenciais ou carregado por correntes de ar (Aubert & Xia, 1990; Arakawa & Mivamolo, 2007; Martini et al. 2014) e sua frequente dispersão entre pomares (Boina et al., 2009; Hall & Hentz, 2011) torna extremamente difícil impedir que a introdução da doença em novas áreas, mesmo que isoladas por alguns quilômetros de outros pomares de citros ou de plantas hospedeiras. A dispersão de *D. citri* e sua movimentação entre pomares vizinhos ocorrem devido à diferença

de idade e quantidade de brotações nas duas áreas. Uma área com manejo diferenciado, com adubação, poda ou irrigação, que induzam mais brotações, tende a ser mais atrativa ao inseto que busca as brotações novas para sua reprodução e alimentação. Na ausência de brotações no pomar, a velocidade e a distância de dispersão de *D. citri* são maiores que na presença de brotações (Tomaseto et al., 2012).

Embora seja factível, o manejo do Huanglongbing demanda muito esforço por parte dos citricultores e tem onerado os custos de produção nos países onde a doença ocorre de forma endêmica (Da Graça, 1991; Aubert, 1992; Bové, 2006). O manejo recomendado está embasado na prevenção da ocorrência de novas infecções com o plantio de mudas sadias, monitoramento e controle do psilídeo, inspeção e erradicação de plantas doentes (Belasque Junior et al., 2010).

O uso de mudas cítricas sadias, produzidas com material vegetativo certificado ou fiscalizado em viveiros protegidos por telas anti-afídicas, que também são anti-psilídeo, é uma prática obrigatória em todo o estado de São Paulo desde 2003 (São Paulo, 2003), o que confere a sanidade dos pomares recém-plantados neste estado. Entretanto, a condição de sanidade destas mudas pode mudar rapidamente, pois, uma vez no campo, estas plantas estarão expostas aos psilídeos portadores da bactéria do HLB, podendo ser infectadas ao longo do tempo.

Embora a eliminação de plantas com sintomas de HLB seja obrigatória pela Instrução Normativa n.53 de 16 de outubro de 2008 do MAPA, esta medida tem sido questionada e não adotada por vários citricultores, principalmente aqueles que não estão sendo capazes de evitar o aumento da incidência da doença em seus pomares ou cujos pomares já estão com alto número de plantas doentes. Além disso, a eficiência desta medida, assim como o controle do psilídeo, quando adotada isoladamente pelo produtor localizado numa região com alta incidência da doença e/ou numa propriedade relativamente pequena, tem muito pouco ou nenhum efeito na redução da velocidade de progresso da doença (Bassanezi et al., 2013a).

Diversos trabalhos relatam a eficiência de diferentes grupos químicos de inseticidas sistêmicos em aplicações via tronco ou drench e de inseticidas de contato em aplicações foliares para o controle de *D. citri* (Sanches et al., 2009; Yamamoto et al., 2009; Grafton-Cardwell et al., 2013; De Carli, 2015). Entretanto, o aparecimento contínuo de plantas doentes, mesmo que em menor número em relação a pomares não tratados, em pomares sob regime intensivo de aplicação de inseticidas de contato e/ou sistêmicos é um indicativo de que o controle do inseto vetor não evita totalmente as infecções primárias. Estas são provocadas por adultos portadores da bactéria, provenientes de outros pomares de citros ou de plantas

hospedeiras doentes sem o adequado controle do psilídeo (Bassanezi et al., 2013b; Gottwald et al., 2008a). Assim, a presença de plantas doentes e sem controle efetivo do psilídeo ao redor dos pomares tratados e a constante dispersão dos insetos entre diferentes áreas faz com que as reinfestações de áreas tratadas sejam constantes e o manejo da doença seja dificultado.

Estudos sobre a distribuição espacial de plantas com sintomas de HLB em diversos países, incluindo o Brasil, sugerem a existência de dois mecanismos de dispersão do psilídeo: a curta distância, geralmente de uma planta para a mais próxima, entre plantas distantes de 25 a 50 metros entre si (Gottwald et al., 1989; 2007; Bassanezi et al., 2005), bem como à longa distância, por mais de dois quilômetros (Gottwald et al., 2007, Bassanezi et al., 2013b). O primeiro mecanismo é responsável pela infecção secundária entre plantas de dentro do próprio talhão e o segundo pela infecção primária resultante de psilídeos portadores da bactéria, que periodicamente emigram de fontes de HLB externas aos talhões. Desta forma, propriedades distantes de plantas e pomares infestados podem obter melhores resultados de controle do HLB que propriedades próximas a pomares com alta incidência da doença (Belasque Junior et al. 2010; Monteiro, 2013; Ferreira, 2014), assim como a ação adicional de eliminação de plantas doentes e o controle do psilídeo em plantas de pomares comerciais e não comerciais na borda da propriedade resultam na redução significativa das perdas de plantas por HLB (Michigami, 2015).

Devido às características de dispersão do psilídeo e à dificuldade de se evitar totalmente as infecções primárias, causadas por insetos portadores da bactéria provenientes de outras áreas infectadas e sem controle do inseto vetor, o método mais eficiente para o manejo da doença tem sido por meio de ações conjuntas e coordenadas por todos os citricultores de uma determinada região, conhecido como manejo regional (Bassanezi et al., 2013a,b). Esta metodologia de manejo preconiza a eliminação de fontes de inóculo e o controle do psilídeo realizados simultaneamente em áreas extensas por todos citricultores da região, tanto em seus próprios pomares como ao redor de sua propriedade (pomares comerciais e não comerciais sem adequado manejo da doença, chácaras, quintais, condomínios e plantas de áreas urbanas).

Uma característica marcante, resultante do comportamento de dispersão do psilídeo entre pomares ou talhões, é a maior concentração do inseto nas plantas próximas à periferia dos talhões, diminuindo gradativamente à medida que se avança para o meio do talhão. Segundo Boina et al. (2009), do total de insetos migrantes capturados, 60 a 66% foram capturados nas plantas localizadas na primeira linha de plantio da borda dos talhões vizinhos, 19 a 24% nas plantas localizadas a 40 m da borda e 10 a 21% a 90 m da borda. Dados semelhantes foram obtidos por Baccarin (*dados não publicados*), que analisou, por três anos,

em diferentes propriedades de diferentes regiões do estado de São Paulo, a distribuição espacial dos psilídeos observados em inspeções visuais de brotos em diversos talhões de citros com mais de 250 m de largura e comprimento. Em média, 95% dos psilídeos encontrados nos talhões estavam localizados nos primeiros 150 m a partir da periferia do talhão, sendo 82% até 100 m, 69% até 75 m, 51% até 50 m e 24% até 25 m. Estes gradientes na população de psilídeo e na infestação de brotos também foram observados por Sétamou & Bartels (2015), que encontraram maiores níveis de infestação de brotos e densidades populacionais de psilídeo nas plantas da periferia dos talhões seguidas pelas plantas adjacentes a cerca de 7 m de distância, e, com menos da metade da quantidade observada nas plantas da periferia, pelas plantas no interior do talhão, a cerca de 40 m da periferia. Estes autores observaram que acima de 60% da variação total da densidade de psilídeos adultos encontrados nas plantas do interior do talhão era explicada pela densidade nas plantas adjacentes e da periferia. Além disso, observaram que, em talhões pulverizados com inseticidas e depois deixados sem pulverizar, a detecção de adultos de *D. citri* nos cartões adesivos ocorreu primeiramente na periferia dos talhões e somente após um mês nas armadilhas localizadas nas plantas adjacentes e do interior do talhão. Também observaram que as densidades de psilídeo permaneceram maiores na periferia que no interior do talhão ao longo de sucessivas avaliações, sugerindo que durante a imigração os adultos chegam e se concentram primeiro nas plantas da periferia. Da mesma forma, os adultos emigrantes primeiramente se concentram nas plantas da periferia antes de voarem para outros pomares ou novos habitats.

Beloti et al. (2010), analisando a distribuição de psilídeos capturados em um talhão localizado na divisa de uma propriedade com a presença de cerca viva, observaram que a maior população do inseto ocorreu nas plantas próximas à cerca viva, localizada na divisa da propriedade, e que a captura de adultos em cartões adesivos amarelos foi diminuindo gradativamente no interior do talhão, com novo aumento observado nas proximidades do carreador no lado oposto à cerca viva e de frente a outro talhão de citros. Desta forma, a localização do talhão também afeta significativamente a distribuição da infestação e a densidade de *D. citri* nas plantas. De acordo com Sétamou & Bartels (2015) e Ulian (2016), talhões localizados mais próximos à divisa da propriedade tiveram mais psilídeos e maior número de brotos infestados que talhões rodeados por outros talhões no interior da propriedade.

Este comportamento inato de *D. citri* de concentrar-se nas plantas mais próximas à periferia dos talhões e nos talhões da periferia da propriedade, também chamado de “efeito de

borda”, explica a maior incidência de plantas infectadas com HLB na periferia ou faixa de borda dos talhões e das propriedades, fato relatado em trabalhos epidemiológicos publicados anteriormente (Bassanezi et al., 2005; Gottwald et al. 2008b). Normalmente, o maior número de plantas infectadas se concentra nos primeiros 100 a 200 m da divisa da propriedade (Gottwald et al., 2008b).

Quando o manejo regional do HLB não tem a participação de todos os citricultores ou existem outras plantas como fonte de inóculo nas quais se permite a criação do psílídeo, como em pomares abandonados, pomares não comerciais, pomares de fundo de quintais ou em áreas urbanas, a área da faixa de borda exposta a maior infestação por psílídeos portadores da bactéria oriundos de fora do pomar, principalmente na divisa da propriedade, exerce um papel fundamental no sucesso do controle do HLB. Como a profundidade desta faixa de borda é praticamente constante, independentemente do tamanho da propriedade, no caso de propriedades pequenas, a relação entre a área da faixa de borda e a área total do pomar é elevada, tornando-as muito mais expostas e influenciadas pela incidência de HLB dos pomares vizinhos. No caso de áreas de plantio extensas, onde o manejo do HLB ocorre quase que simultaneamente na área toda, a relação entre área da faixa de borda e área total da propriedade é menor e apenas serão afetadas as áreas mais externas próximas à divisa da propriedade, enquanto que as áreas centrais terão uma maior eficiência de controle da doença (Bassanezi et al., 2013a,b).

Embora a prevenção de novas infecções seja difícil na faixa de borda, mesmo com aplicações frequentes de inseticidas, esta característica espacial da disseminação da doença pode ser usada para melhorar o seu controle ou amenizar o seu impacto na fazenda como um todo. O “efeito de borda” do HLB tem sido usado para racionalizar e direcionar as amostragens de plantas em locais onde a doença ainda não está presente (Bassanezi et al., 2010; Laranjeira et al., 2015). Também tem sido usado para determinar os melhores locais para o monitoramento da população imigrante do psílídeo nas plantas da periferia da propriedade e talhões e determinar os momentos críticos para as aplicações de inseticidas, visando prevenir novas infecções durante o processo de dispersão do inseto vetor (Bassanezi et al., 2010; Luo et al., 2013). Adicionalmente, alguns citricultores têm realizado aplicações mais frequentes de inseticidas nos talhões mais próximos da periferia que nos talhões localizados mais no interior da propriedade (Lanza et al., 2010).

Outra estratégia, utilizada empiricamente pelos produtores e complementar às pulverizações em área total dos talhões próximos à periferia da propriedade, tem sido a pulverização em frequência ainda maior, das plantas da borda de cada talhão. Acredita-se que

estas pulverizações complementares das plantas da borda dos talhões reduzam a maior parte da população dos psilídeos que se dispersam de outras plantas de fora para dentro do pomar, que se concentrariam nestas plantas, e, conseqüentemente, a incidência de novas plantas doentes. Esta aplicação de borda geralmente é realizada contornando a periferia do talhão tendo os bicos de pulverização do equipamento pulverizador voltados para as plantas da borda sem adentrar no talhão. Entretanto, não se têm informações quantificadas sobre a eficiência desta pulverização de borda de talhão quanto à qualidade da aplicação de inseticida, isto é, cobertura e distância de alcance em relação à borda, assim como da sua eficiência em reduzir a população do psilídeo e a incidência de novas plantas com HLB.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como primeiro objetivo a avaliação da homogeneidade e do gradiente da cobertura do inseticida aplicado na periferia de talhões de citros com plantas de diferentes tamanhos, por dois tipos de pulverizadores, em dois sentidos de aplicação em relação à direção de plantio. O sentido de plantio em relação à direção da pulverização de borda do talhão foi avaliado para testar a hipótese de que aplicações no sentido paralelo à direção das linhas de plantio teriam menor penetração no talhão que aplicações no sentido perpendicular, nas quais as aplicações poderiam seguir um “corredor aberto” nas entrelinhas. Com relação aos talhões com plantas de diferentes tamanhos, a proposta foi testar a hipótese de que a pulverização de borda do talhão atingiria menores distâncias em talhões com plantas maiores. Por fim a escolha da máquina foi para avaliar qual seria o melhor equipamento para aplicação de inseticida na borda do talhão, já que o turbopulverizador de arraste tem mais bicos laterais, enquanto o canhão acoplado aplicaria mais por cima das plantas.

O segundo objetivo foi avaliar a eficiência da aplicação de inseticidas na borda de talhões ao lado da divisa da propriedade na redução da população do psilídeo asiático dos citros capturados em cartões adesivos amarelos e no aparecimento de novas plantas com HLB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Avaliação da qualidade da aplicação na borda de talhões de citros

O experimento foi conduzido em março de 2016 em um pomar comercial, no Município de Ribeirão Bonito, SP (latitude 22°04'00" S, longitude 48°10'34" O e altitude 590 m). Os talhões selecionados foram compostos por plantas de laranjeira ‘Valência’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertadas em citrumeleiro ‘Swingle’ [*Citrus paradisi* Macfad. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.].

2.1.1. Tratamentos

O experimento foi constituído de oito tratamentos obtidos pela combinação de três fatores: ‘Equipamento’ pulverizador (canhão acoplado Jatão 600 ou turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA) (Figura 1), ‘Tamanho das plantas’ (planta adultas com 10 anos ou plantas jovens com 4 anos) (Figura 2) e ‘Sentido de pulverização’ em relação às linhas de plantio (paralelo ou perpendicular) (Figura 3):

T1 - Jatão 600, plantas jovens, paralelo.

T2- Jatão 600, plantas jovens, perpendicular.

T3 - Jatão 600, plantas adultas, paralelo.

T4 - Jatão 600, plantas adultas, perpendicular.

T5 - Guliver 2000 NA, plantas jovens, paralelo.

T6 - Guliver 2000 NA, plantas jovens, perpendicular.

T7 - Guliver 2000 NA, plantas adultas, paralelo.

T8 - Guliver 2000 NA, plantas adultas, perpendicular.

Foi aplicado um tratamento por vez, na seguinte ordem: T2, T1, T3, T4, T6, T5, T7 e T8. Primeiramente, foram distribuídos e colocados os papeis hidrossensíveis nas plantas. Na sequência, foi feita a aplicação e, em seguida, os papeis foram retirados das plantas antes da colocação do papeis e da aplicação do próximo tratamento. A aplicação de cada tratamento levou aproximadamente 45 minutos. Do início ao final das pulverizações, a temperatura teve uma variação de 29,3°C a 35,2°C, a umidade relativa de 66% a 41% UR e o vento de 1,5 km/h a 4,0 km/h com sentido predominante de NE para SO (Figura 3).

2.1.2. Equipamentos pulverizadores e condições operacionais

Foram avaliados dois tipos de equipamento pulverizador, acoplados a um trator John Deere 5403, para a pulverização das plantas de borda dos talhões:

- a) Canhão acoplado Jatão 600 (Máquinas Agrícolas Jacto) com um tanque de 600 litros (Figura 1A). A aplicação foi realizada com nove pontas, sendo seis pontas API 1,5 (bico leque - verde) no duto principal e três pontas JA-2 (bico cone vazio - preto) no duto secundário. A ponta mais alta se localizava a 2,8 m do solo e a velocidade de aplicação foi de 6,4 km/h.

- b) Turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA (FMCopling), com tanque de 2.000 litros, bomba KPL com vazão de 160 L/min a 540 rpm e turbina de fibra de vidro com velocidade de ar de 170 km/h (Figura 1B). Para a aplicação foram utilizadas 28 pontas de pulverização Mag 3 (bico cone vazio - cor laranja) do fabricante Magno, estando a ponta mais alta do ramal de pulverização localizada a 3,0 m do solo. A aplicação foi realizada na pressão de 230 lbs, vazão de 1,6 litros/bico/minuto e na velocidade de 6,0 km/h.

O volume de calda nas pulverizações foi ajustado de acordo com o volume de copa das plantas, sendo o mesmo para cada equipamento, ou seja, de 40 mL/m³ de copa da planta.



Figura 1. Equipamentos pulverizadores utilizados para a pulverização das plantas da borda do talhão. (A) Canhão acoplado Jatão 600 (Máquinas Agrícolas Jacto) e (B) Turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA (FMCopling).

2.1.3. Características das plantas nos talhões avaliados

Foram selecionados dois talhões vizinhos, plantados com alinhamento esquadrejado (sem acompanhar as curvas de nível), tendo dois diferentes tamanhos de plantas (Figura 2). Para a estimativa do volume médio de copa, foram amostradas 20 plantas por talhão, medindo-se a altura (A), largura (L) e profundidade (P) de cada planta (Figura 2). O volume de copa (V) de cada planta foi calculado pela seguinte equação: $V=A \times L \times P$.

- Talhão T1:** plantado em 2006, no espaçamento de 7,0 m x 3,0 m, com plantas adultas com volume médio de copa de 33,75 m³ (altura média de 2,5 m, largura média de 3,0 m e profundidade média de 4,5 m).
- Talhão T2:** plantado em 2012, no espaçamento de 6,5 m x 2,5 m, com plantas jovens com volume médio de copa de 15 m³ (altura média de 2,0 m, largura média de 2,5 m e profundidade média de 3,0 m).

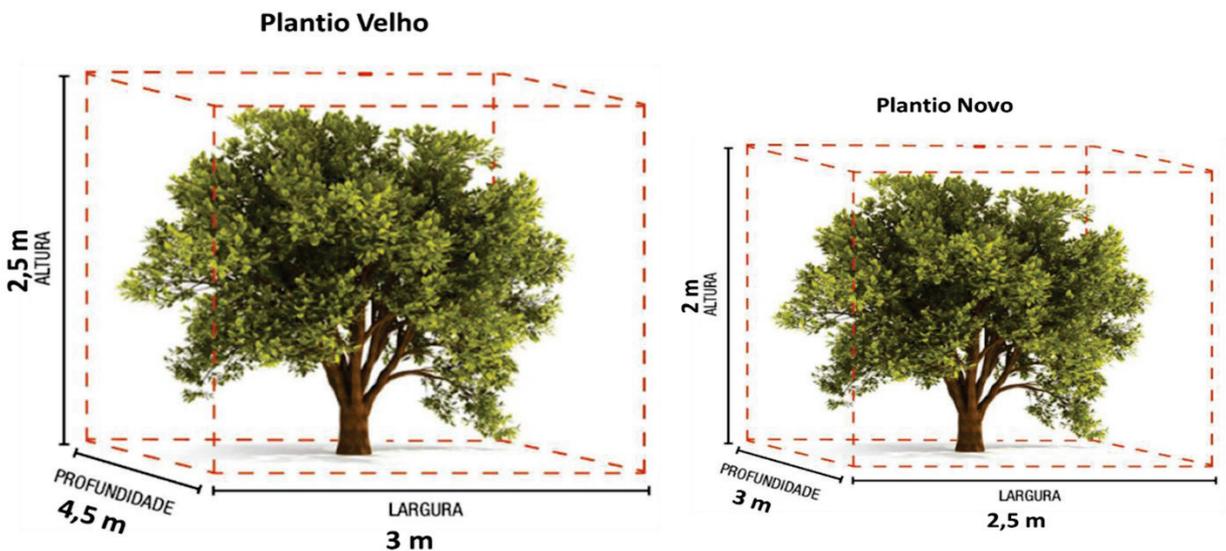


Figura 2. Comparativo do volume de copa das plantas nos talhões T1 (esquerda) e T2 (direita) do experimento.

2.1.4. Direção de aplicação de borda em relação à direção de plantio

Em cada talhão, as pulverizações de borda, com cada equipamento, foram realizadas nos dois sentidos em relação às linhas de plantio (paralelo e perpendicular) para posterior comparação (Figura 3).

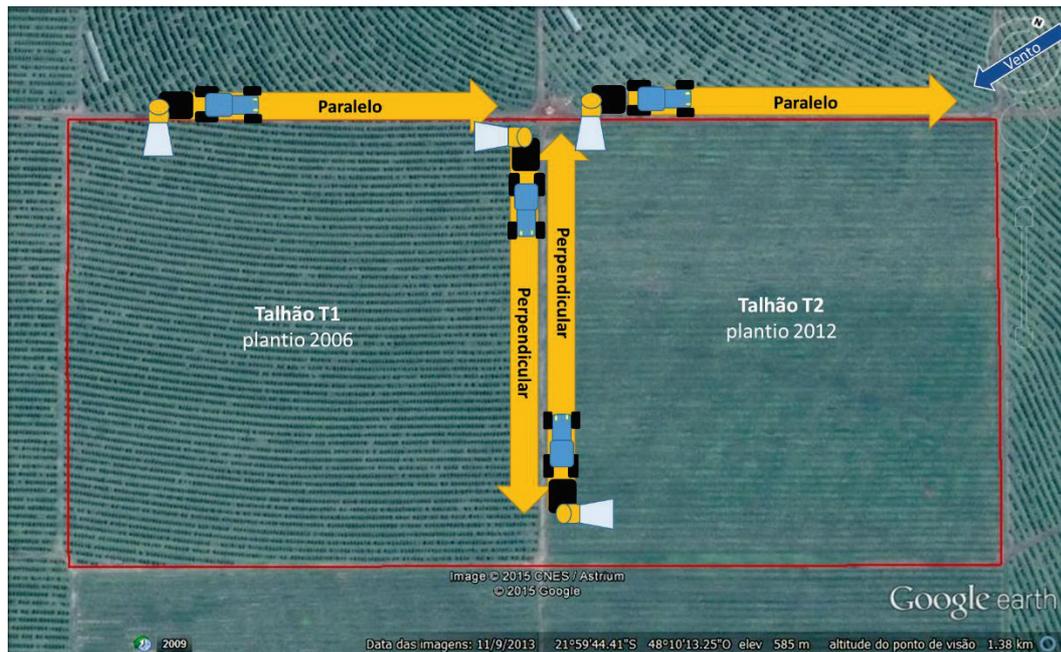


Figura 3. Imagem aérea dos talhões T1 e T2 de laranjeira ‘Valência’ enxertada em citrumelo ‘Swingle’, apresentando linhas de plantio paralelas e perpendiculares ao sentido de caminhamento do equipamento de pulverização das plantas de borda (Imagem do Google Earth Pro® de 09/11/2013).

2.1.5. Avaliação da qualidade da pulverização de borda nos diferentes tratamentos

A qualidade da pulverização foi avaliada por meio da cobertura proporcionada pela pulverização de borda em diferentes posições da copa de plantas em diferentes distâncias a partir da periferia do talhão. Para isso, foram colocados, na parte externa da copa, em cada uma das duas faces mais expostas da planta (‘Frente’ e ‘Contraria’ na pulverização no sentido paralelo e ‘Entrada’ e ‘Saída’ na pulverização no sentido perpendicular), seis papéis hidrossensíveis por planta, três na face superior e três na face inferior. Em cada altura, os papéis foram posicionados na entrada, no meio e na saída da pulverização (Figura 4).

Para a pulverização realizada no sentido paralelo à linha de plantio, a cobertura foi avaliada em três plantas das sete primeiras linhas de plantio, representando 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 m da borda para o centro do T1, e 0, 6,5, 13, 19,5, 26, 32,5 e 39 m da borda para o centro do T2 (Figura 5). Para a pulverização realizada no sentido perpendicular à linha de plantio, a cobertura foi avaliada em sete plantas de três linhas de plantio, representando 0, 6, 12, 18, 24, 30 e 36 m da borda para o centro do T1, e 0, 7,5, 15, 22,5, 30, 37,5 e 45 m da borda para o centro do T2 (Figura 5).

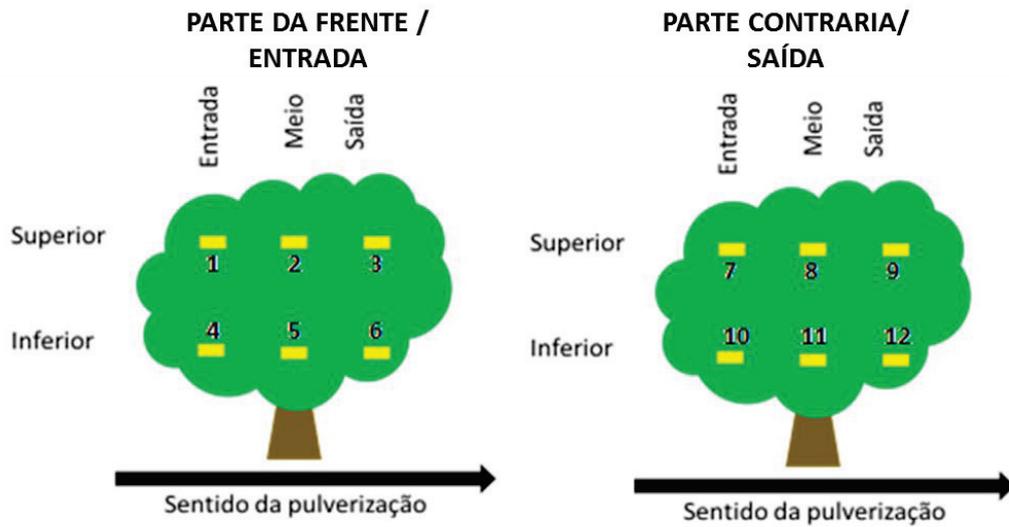


Figura 4. Esquema do posicionamento dos papéis hidrossensíveis nas plantas de laranja para a avaliação da cobertura das pulverizações de borda de talhão.

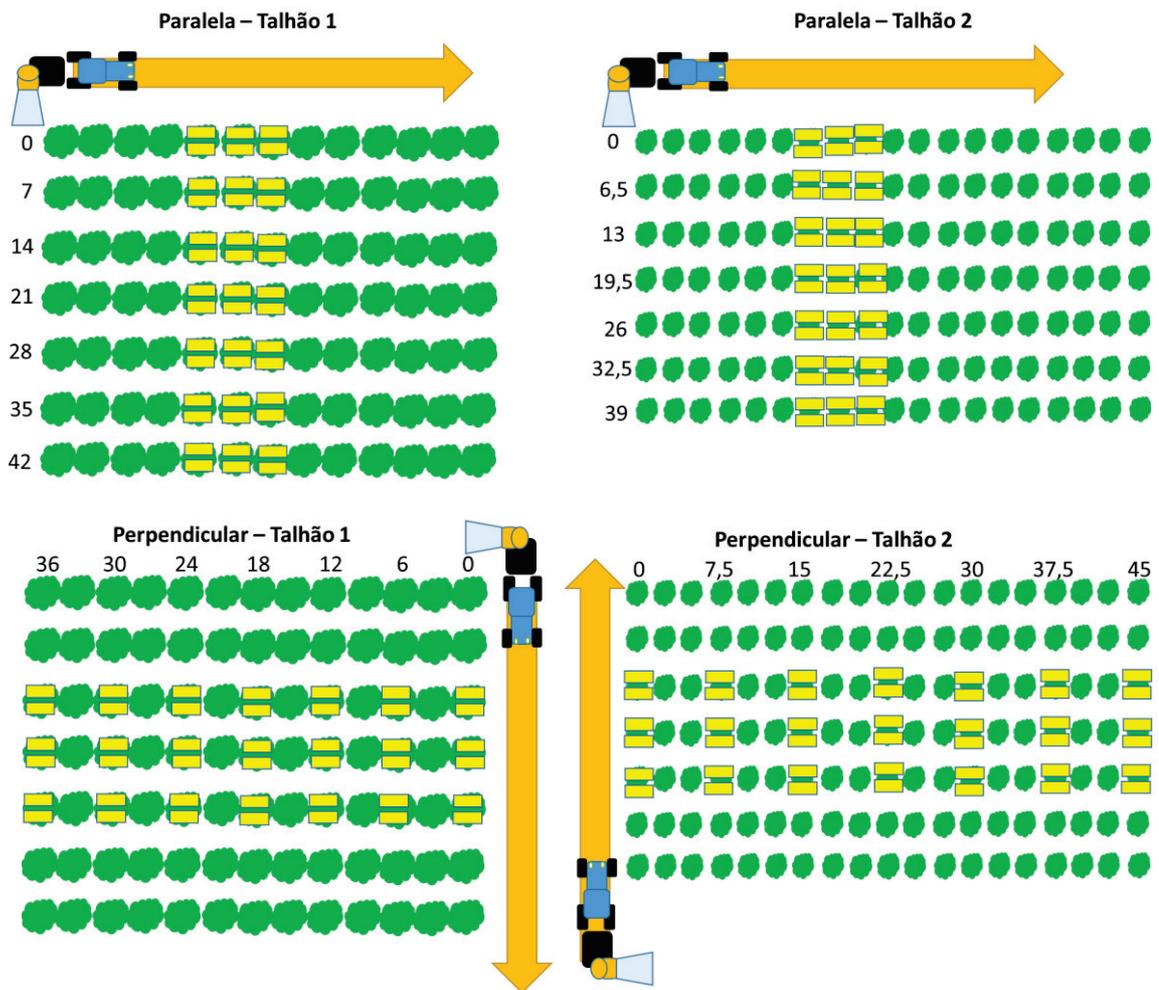


Figura 5. Localização e distâncias (metros) entre as plantas com papéis hidrossensíveis (retângulos amarelos) em cada um dos talhões (T1 e T2) e sentidos de aplicação dos tratamentos (paralelo e perpendicular).

Após a pulverização, os papéis hidrossensíveis secos foram cuidadosamente retirados das plantas, identificados, acondicionados em sacos de papel e mantidos ao abrigo da umidade. Os papéis foram digitalizados em scanner convencional com 300 dpi 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 programa ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA) de acordo com Scapin (2014).

2.1.7. Análise dos dados de cobertura

Inicialmente, dentro de cada tratamento ‘Equipamento’/’Sentido de pulverização’, comparou-se a média dos dados de cobertura dos papéis hidrossensíveis, em cada distância da borda, considerando um fatorial 2x2. O fator 1 foi a ‘Face exposta da planta’, tendo dois níveis: ‘Frente’ (face que recebeu diretamente a aplicação no caso da pulverização paralela) ou ‘Entrada’ (face que primeiro recebeu a aplicação no caso da pulverização perpendicular) e ‘Contrária’ (face oposta da planta à face ‘Frente’) ou ‘Saída’ (face que recebeu a aplicação por último no caso da pulverização perpendicular). O fator 2 foi a altura da planta na qual estavam localizados os papéis hidrossensíveis, tendo dois níveis: ‘Superior’ (papeis localizados na metade superior da planta) e ‘Inferior’ (papeis localizados na metade inferior da planta). Nesta comparação foram agrupados os dados dos dois talhões e cada papel foi considerado como uma repetição, havendo um total de 18 repetições (três plantas x três papeis por posição x dois tamanhos de planta). Após o teste de normalidade e heterocedasticidade dos dados, empregou-se a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de significância para a comparação das médias.

Em seguida, a cobertura média dos 12 papeis hidrossensíveis colocados em cada planta foi usada para comparar a cobertura nas distâncias de 0, 6 a 7,5 e 12 a 15 m dos tratamentos ‘Equipamento’/’Tamanho de planta’/’Sentido de pulverização’ na análise de variância fatorial 2x2x2 e comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de significância. Não foram analisados os dados de distâncias maiores, pois além dos 14 m as coberturas foram sempre menores que 10%, isto é, sem boa eficiência para o controle do psilídeo segundo Lanza (2016).

2.2. Avaliação da população de psilídeos e da incidência de HLB nos tratamentos com e sem aplicação de inseticidas na borda de talhões na divisa da propriedade

2.2.1. Área experimental

O experimento foi conduzido na mesma propriedade comercial do experimento anterior, durante o período de agosto de 2015 a janeiro de 2018. Nesta propriedade, foram selecionados dois talhões de laranjeira ‘Valência’ enxertada em citromeleiro ‘Swingle’, plantados em 2012, no espaçamento de 6,5 m x 2,5 m. Estes talhões eram vizinhos e estavam localizados na divisa da propriedade (Figura 6). Os talhões apresentavam as linhas de plantio paralelas à divisa da propriedade. A propriedade vizinha ao local onde foi feito o experimento possuía cultura de cana-de-açúcar e pastagem. Entre a área do experimento e a propriedade vizinha havia uma cerca viva de sansão do campo (Figura 6).

Em cada talhão foram marcadas cinco faixas (parcelas) a partir da borda do talhão voltada para a divisa da propriedade. Cada faixa continha 31 ruas (195 m) com 21 plantas cada (50 m), totalizando 651 plantas por faixa (0,975 ha). Para evitar a interferência entre os tratamentos foram deixadas 35 plantas como bordadura entre os dois talhões (20 plantas no talhão sem aplicação de borda e 15 plantas no talhão com aplicação de borda) (Figura 6).



Figura 6. Experimento para comparação da eficiência das pulverizações complementares de borda de talhões de divisa da propriedade no controle do psilídeo e do HLB. Retângulos de contorno branco representam as faixas para avaliação da população de psilídeos e de plantas com sintomas de HLB. A faixa esperada de alcance da pulverização de borda é representada pelo retângulo branco. (Imagem do Google Earth Pro®).

2.2.2. Tratamentos

O experimento foi constituído de dois tratamentos, com e sem aplicação de inseticidas na borda do talhão apenas do lado da divisa da propriedade. Pela praticidade da aplicação dos tratamentos, um talhão recebeu o tratamento de pulverizações de borda e o outro talhão não recebeu as pulverizações de borda (Figura 6).

Em ambos os talhões foram realizadas aplicações mensais de inseticidas em área total. Os inseticidas aplicados em área total foram imidacloprido, tiametoxam, dimetoato, cipermetrina, beta-cipermetrina, beta ciflutrina e bifentrina (Tabela 1).

A pulverização das plantas de borda foi feita com o canhão acoplado Jatão 600, nas mesmas condições do experimento anterior, em intervalos que variaram entre 7 e 20 dias (média de 12,6 dias), intercalando com a aplicação de inseticida em área total. Nas aplicações na borda do talhão foram alternados os inseticidas imidacloprido, tiametoxam, dimetoato, clorpirifós, cipermetrina, beta-cipermetrina, beta ciflutrina e bifentrina, todos nas doses recomendadas pelo fabricante para o controle de *D. citri* (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração de ingrediente ativo (g de i.a./L ou kg) e dose aplicada (L ou kg do produto comercial por 2000 L de água) dos inseticidas utilizados nas pulverizações dos talhões.

Inseticidas	Concetração de ingrediente ativo (g de i.a./L ou kg)	Dose aplicada (L ou kg do p.c./2000 L)
Imidacloprido	200	0,4
Tiametoxam	250	0,2
Dimetoato	400	2,0
Clorpirifós	480	0,2
Cipermetrina	250	0,5
Beta-cipermetrina	100	0,3
Beta-ciflutrina	50	0,25
Bifentrina	100	0,4

2.2.3. Avaliações

Avaliação da população de psilídeos: As avaliações da população de psilídeo em cada faixa foram realizadas por meio da observação de insetos capturados em cartões adesivos amarelos de 10 x 30 cm (ISCA[®], Ijuí-RS), no período de 15 de setembro de 2015 a 01 de dezembro de

2017. Em cada faixa foram colocados 15 cartões adesivos amarelos, posicionados nas plantas 5, 11 e 17 das linhas de plantio 1, 5, 10, 15 e 20. Em cada planta o cartão foi colocado no terço superior da copa, na face voltada para a divisa da propriedade. A cada 14 dias os cartões eram trocados e a leitura realizada no laboratório do Fundecitrus em Araraquara/SP, contando-se o total de psilídeos capturados em cada cartão.

Avaliação da incidência de HLB: As avaliações da incidência de plantas com sintomas de HLB foram realizadas a cada 2 meses no período de agosto de 2015 a dezembro de 2017. Em cada faixa foram avaliadas visualmente todas as plantas e contadas aquelas com sintomas de HLB (ramos com folhas amarelas e mosqueadas, frutos deformados e caídos). Em caso de dúvida, amostras de folhas foram encaminhadas ao laboratório do Fundecitrus para confirmação do diagnóstico por meio de PCR em tempo real.

2.2.4. Análise dos dados

Para a comparação da população de psilídeos capturados e do número de novas plantas com HLB em cada um dos tratamentos, foi aplicado o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância, considerando o total de psilídeos capturados e o total de novas plantas com HLB encontradas em cada faixa (5 repetições por tratamento), descontando-se o número inicial de plantas doentes existentes na primeira avaliação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Qualidade da aplicação na borda do talhão

Todas as pulverizações realizadas, independente do tratamento ‘Equipamento’/‘Sentido de pulverização’, conseguiram atingir os papeis colocados nas distâncias máximas avaliadas (42 m no sentido paralelo e 45 m no sentido perpendicular) (Figuras 7 e 8). Entretanto, em todos os casos, observou-se um gradiente decrescente de cobertura dos papeis hidrossensíveis, da borda do talhão para o seu interior, reduzindo a porcentagem da área coberta pela pulverização à medida que a distância do papel em relação à borda do talhão aumentou (Figuras 7 e 8).

Segundo Lanza (2016), coberturas médias, na parte externa da copa das plantas, iguais ou acima de 30% proporcionam uma mortalidade de psilídeo acima de 80% na concentração de inseticida por 2000 L recomendada pelo fabricante. Quando a cobertura foi entre 10 e 20%, a dose do produto aplicado teve que ser corrigida (mais concentrada) para obter a mesma eficiência de controle.

Neste trabalho, coberturas médias iguais ou maiores que 30% foram obtidas apenas na primeira planta da borda do talhão (distância 0 m) e em algumas partes da planta, dependendo do equipamento de pulverização e do sentido de aplicação. Na aplicação com o canhão acoplado Jatão no sentido perpendicular coberturas médias iguais ou maiores que 30% foram obtidas apenas na parte superior da copa na face ‘Entrada’ (Figura 7A). Com este mesmo equipamento, na aplicação paralela, coberturas iguais ou maiores que 30% foram obtidas apenas na face exposta ‘Frente’, tanto na parte superior como inferior da copa (Figura 7B). Na aplicação com o turbopulverizador de arrasto Guliver, coberturas médias iguais ou maiores que 30% foram obtidas tanto na parte superior como na inferior da copa na face ‘Entrada’ na aplicação perpendicular (Figura 8A) e na face ‘Frente’ da aplicação paralela (Figura 8B).

Coberturas acima de 10%, nas duas faces expostas (‘Frente’ e ‘Contrária’ ou ‘Entrada’ e ‘Saída’) e alturas de colocação dos papeis (‘Superior’ e ‘Inferior’) foram obtidas apenas na primeira planta da borda do talhão, com exceção do tratamento ‘Turbopulverizador de arrasto Guliver/Perpendicular’ que teve cobertura igual ou acima de 10% também nas plantas a 7 m da borda (Figuras 7 e 8).

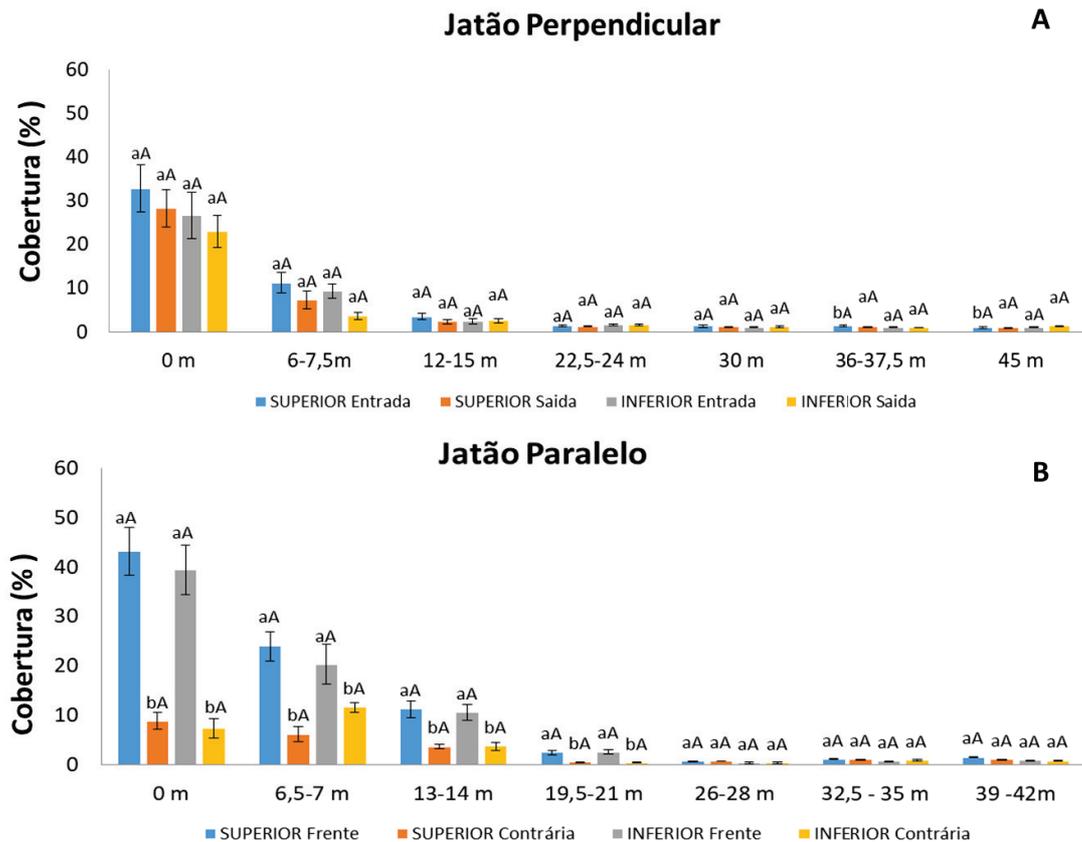


Figura 7. Cobertura média de papeis hidrossensíveis nas faces expostas ‘Frente’ e ‘Verso’ colocados na metade ‘Superior’ e ‘Inferior’ de plantas de laranjeira Valência plantadas em 2006 e 2012, após a pulverização com canhão acoplado Jatão 600 (Máquinas Agrícolas Jacto) no sentido perpendicular (A) e paralelo (B) à linha de plantio. Em cada distância, letras minúsculas comparam a média de cobertura da ‘Face exposta’ na mesma altura de colocação dos papeis e letras maiúsculas comparam a ‘Altura’ de colocação dos papeis dentro da mesma face exposta pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na pulverização com Jatão no sentido perpendicular às linhas de plantio, não foram observadas diferenças significativas de cobertura tanto entre faces expostas como entre alturas de colocação do papel hidrossensível, exceto a partir de 35 m, quando a cobertura da parte ‘Superior/Entrada’ foi menor que a da parte ‘Superior/Saída’ (Figura 7A). Na pulverização com este mesmo equipamento no sentido paralelo às linhas de plantio, desde a primeira distância até 21 m da borda foram observadas diferenças significativas da cobertura da face ‘Frente’ em relação à cobertura da face ‘Contrária’, sendo sempre maior na face ‘Frente’, independente da altura do papel na planta. Na planta a 0 m, a cobertura média na face ‘Frente’ foi maior que 40%, enquanto que na face ‘Contrária’ foi menor que 10%. Estas diferenças foram diminuindo até se tornarem iguais a partir de 28 m da borda (Figura 7B).

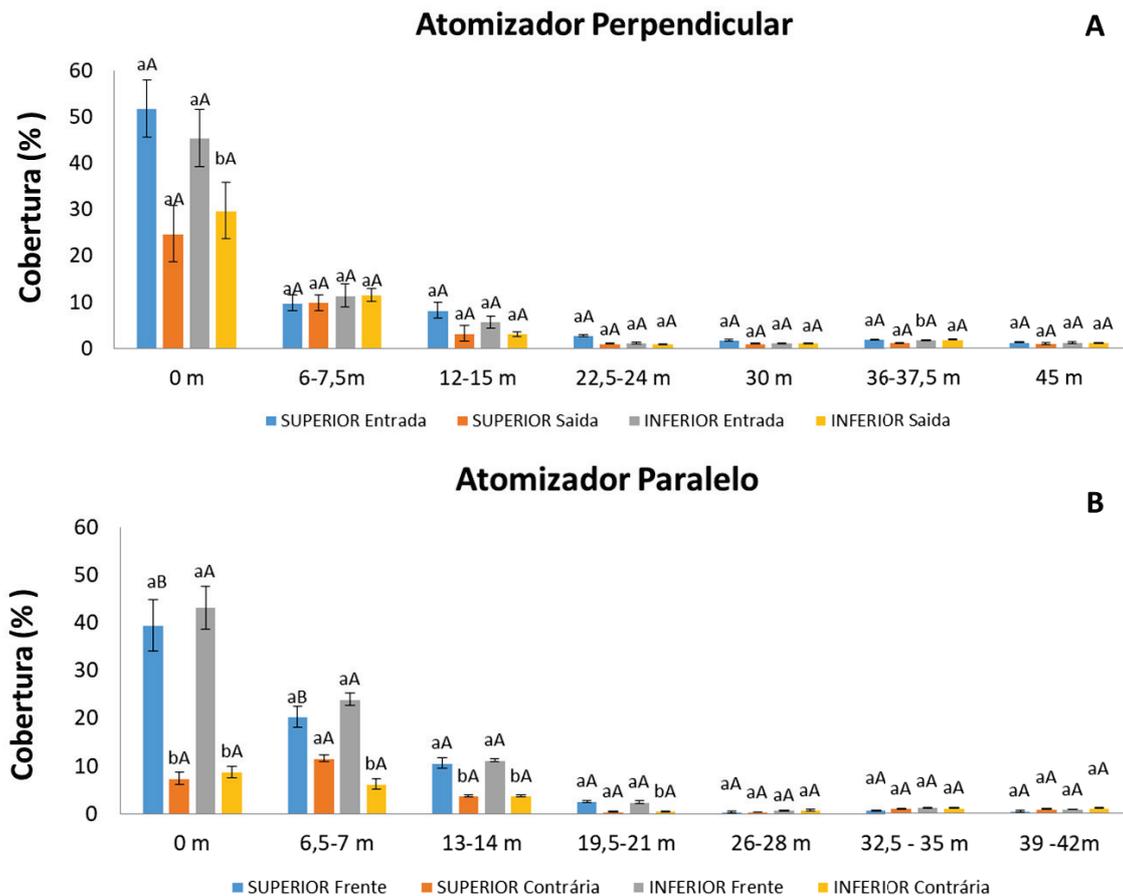


Figura 8. Cobertura média de papéis hidrossensíveis nas faces expostas ‘Frente’ e ‘Verso’ colocados na metade ‘Superior’ e ‘Inferior’ de plantas de laranjeira Valência plantadas em 2006 e 2012, após a pulverização com turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA (FMCopling) no sentido perpendicular (A) e paralelo (B) à linha de plantio. Em cada distância, letras minúsculas comparam a média de cobertura da ‘Face exposta’ na mesma altura de colocação dos papéis e letras maiúsculas comparam a ‘Altura’ de colocação dos papéis dentro da mesma face exposta pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na pulverização com turbopulverizador de arrasto Guliver no sentido perpendicular às linhas de plantio, também não foram observadas diferenças significativas de cobertura, tanto entre faces expostas como entre alturas de colocação do papel hidrossensível, exceto na distância de 0 m, na qual a cobertura da parte ‘Inferior’ na face ‘Entrada’ foi maior que na face ‘Saída’, e a 36 m, na qual a cobertura da parte ‘Inferior’ na face ‘Entrada’ foi menor que na face ‘Saída’ (Figura 8A). Na pulverização com este mesmo equipamento no sentido paralelo às linhas de plantio, desde a primeira distância até 14 m da borda foram observadas diferenças significativas da cobertura da face ‘Frente’ em relação à cobertura da face ‘Contrária’, sendo sempre maior na face ‘Frente’, independente da altura do papel na planta.

Da mesma maneira observada para o canhão acoplado Jatão, na planta a 0 m, a cobertura média na face ‘Frente’ foi igual ou maior que 40%, enquanto que na face ‘Contrária’ foi menor que 10%. Estas diferenças foram diminuindo até se tornarem iguais a partir de 28 m da borda (Figura 8B).

A ausência de diferença entre a cobertura das faces ‘Entrada’ e ‘Saída’ na aplicação perpendicular pode ser explicada pelo fato de que, na realidade, nesta aplicação as faces não se sombreiam, sendo a face ‘Entrada’ a que primeiro é atingida pela pulverização, e a face ‘Saída’ a que é atingida ao final da passagem do pulverizador. Já na pulverização paralela à linha de plantio, a face ‘Frente’ recebe diretamente (frontalmente) a calda aplicada, enquanto que para atingir a face ‘Contrária’ da planta, a pulverização deve atravessar toda a copa da planta. Ao passar pela copa da planta, grande parte da calda acaba sendo retida nas primeiras folhas, frutos e ramos antes que atinja os papéis hidrossensíveis das folhas externas do outro lado da planta (face ‘Contrária’).

Na análise fatorial ‘Equipamento’(2) x ‘Tamanho de planta’(2) x ‘Sentido de pulverização’(2) para a distância de 0 m da borda, observou-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) da cobertura entre plantas menores (do pomar novo) e maiores (do pomar mais velho) e também entre aplicação no sentido paralelo ou perpendicular à direção da linha de plantio. Entretanto, a cobertura média proporcionada pelo turbopulverizador de arrasto Guliver foi significativamente maior que a do canhão acoplado Jatão (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papéis hidrossensíveis (12 papéis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos dos fatores ‘Equipamento’, ‘Tamanho da planta’ e ‘Sentido de pulverização’, em diferentes distâncias da borda do talhão.

Fator	Tratamento	Distância da borda		
		0 m	6,5-7 m	12-15 m
Equipamento ^x	Jatão	26,2 \pm 2,2b*	10,9 \pm 1,5a	4,4 \pm 0,9a
	Guliver	36,1 \pm 3,9a	8,9 \pm 1,1a	3,1 \pm 0,6a
Tamanho da planta ^y	Adulto	32,5 \pm 3,4a	8,3 \pm 1,2 a	2,0 \pm 0,3b
	Jovem	29,8 \pm 3,0a	11,5 \pm 1,4 a	5,4 \pm 1,0a
Sentido de aplicação	Paralelo	29,5 \pm 3,8a	11,3 \pm 1,3a	4,7 \pm 0,9a
	Perpendicular	32,8 \pm 2,5a	8,5 \pm 1,2a	2,8 \pm 0,6a

*Valores com letras diferentes dentro do mesmo fator e distância diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

^x Canhão acoplado Jatão 600 e turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA.

^y Talhão com plantas adultas com 33,75 m³ de copa e plantas jovens com 15 m³ de copa.

A interação ‘Equipamento’ x ‘Tamanho de planta’ foi significativa apenas para a distância 0 m (Tabela 3). Nesta distância, tanto para o canhão acoplado Jatão como para o turbopulverizador de arrasto Guliver, não houve diferença de cobertura entre o talhão com plantas maiores e o talhão com plantas menores. Entretanto, no pomar com plantas maiores, a cobertura proporcionada pelo turbopulverizador de arrasto Guliver foi maior que a proporcionada pelo canhão acoplado Jatão.

Tabela 3. Desdobramento da interação ‘Equipamento’ x ‘Tamanho da planta’ na distância de 0 m da borda do talhão. Comparação da porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papeis hidrossensíveis (12 papeis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos de ‘Equipamento’ dentro dos tratamentos ‘Tamanho da planta’ e entre os tratamentos ‘Tamanho da planta’ dentro dos tratamentos ‘Equipamento’.

Distância da borda	Equipamento ^x	Tamanho da planta ^y	
		Adulto	Jovem
0 m	Jatão	23,7 \pm 1,7 aB	28,6 \pm 2,5aA
	Guliver	41,2 \pm 4,2 aA	31,0 \pm 3,5aA

Letras minúsculas comparam na mesma distância os tratamentos de ‘Tamanho de planta’ dentro do mesmo tratamento de ‘Equipamento’. Letras maiúsculas comparam na mesma distância os tratamentos de ‘Equipamento’ dentro do mesmo tratamento de ‘Tamanho de planta’. Valores com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^x Canhão acoplado Jatão 600 e turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA.

^y Talhão com plantas adultas com 33,75 m³ de copa e plantas jovens com 15 m³ de copa.

A interação entre ‘Equipamento’ x ‘Sentido de pulverização’ não foi significativa na distância 0 m ($P > 0,05$), não havendo diferença significativa da cobertura dos papeis entre os equipamentos de pulverização e nem entre os sentidos de aplicação. Para as distâncias de 6,5-7 m e 12-15 m, a interação ‘Equipamento’ x ‘Sentido de pulverização’ foi significativa ($P < 0,05$) (Tabela 4). Na distância de 6,5-7 m, não houve diferença de cobertura entre os equipamentos dentro do mesmo sentido de aplicação. Entretanto, a cobertura proporcionada pelo canhão acoplado Jatão na aplicação paralela ao sentido das linhas de plantio foi maior que na aplicação perpendicular, e a cobertura proporcionada pelo turbopulverizador de arrasto Guliver na aplicação perpendicular foi maior que a da aplicação paralela. Na distância de 12-15 m, a cobertura foi maior para a pulverização com o canhão acoplado Jatão que para a com turbopulverizador de arrasto Guliver quando a aplicação foi paralela, mas não houve diferença entre os equipamentos na aplicação perpendicular. Nesta mesma distância, a aplicação com o

canhão acoplado Jatão proporcionou maior cobertura na aplicação paralela que na aplicação perpendicular às linhas de plantio com o mesmo equipamento. As coberturas proporcionadas pelo turbopulverizador de arrasto Guliver, nesta distância, nos dois sentidos de aplicação não diferiram estatisticamente ($P>0,05$).

Tabela 4. Desdobramento da interação ‘Equipamento’ x ‘Sentido da pulverização’ na distância de 0 m da borda do talhão. Comparação da porcentagem de cobertura (média \pm erro padrão da média) de papeis hidrossensíveis (12 papeis por planta e três plantas por distância) entre os tratamentos de ‘Equipamento’ dentro dos tratamentos ‘Sentido da pulverização’ e entre os tratamentos ‘Sentido da pulverização’ dentro dos tratamentos ‘Equipamento’.

Distância da borda	Equipamento ^x	Sentido de aplicação ^y	
		Paralelo	Perpendicular
6,5-7 m	Jatão	14,6 \pm 1,6 aA	7,8 \pm 1,2 aB
	Guliver	8,7 \pm 0,9 aB	9,1 \pm 1,3 aA
12-15 m	Jatão	6,9 \pm 1,1aA	1,8 \pm 0,3 aB
	Guliver	2,4 \pm 0,5 bA	3,7 \pm 0,8 aA

Letras minúsculas comparam na mesma distância os tratamentos de ‘Sentido de pulverização’ dentro do mesmo tratamento de ‘Equipamento’. Letras maiúsculas comparam na mesma distância tratamentos de ‘Equipamento’ dentro do mesmo tratamento de ‘Sentido de pulverização’. Valores com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

^x Canhão acoplado Jatão 600 e turbopulverizador de arrasto Guliver 2000 NA.

^y Aplicação no sentido paralelo ou perpendicular em relação às linhas de plantio.

De maneira geral, as pulverizações de borda realizadas no sentido perpendicular às linhas de plantio seriam eficientes apenas até os primeiros 7 m a partir da borda, enquanto que as aplicações no sentido paralelo, com menor uniformidade de cobertura entre as faces expostas, seriam eficientes apenas na primeira planta da borda (distância 0 m).

3.2. População de psilídeos e da incidência de HLB nos tratamentos com e sem aplicação de inseticidas na borda de talhões na divisa da propriedade

Após 41 avaliações, foram observados 345 psilídeos, sendo 140 nas faixas sem aplicação de borda (média de 0,046 psilídeos/cartão/avaliação/faixa) e 205 nas faixas com aplicação de borda (média de 0,067 psilídeos/cartão/avaliação/faixa).

A captura de psilídeos adultos nos cartões adesivos amarelos apresentou um gradiente decrescente da borda (divisa) para o interior dos talhões, tanto no tratamento com aplicações de inseticidas na borda, como no tratamento sem aplicações de inseticidas na borda (Figura 9). Em ambos os talhões, mais de 60% dos psilídeos foram capturados nas plantas da primeira linha (0 m da borda), caindo entre 11 e 15% nas plantas da quinta linha (32,5 m da borda) e entre 4 e 12% em cada uma das demais distâncias avaliadas (65, 97,5 e 130 m da borda).

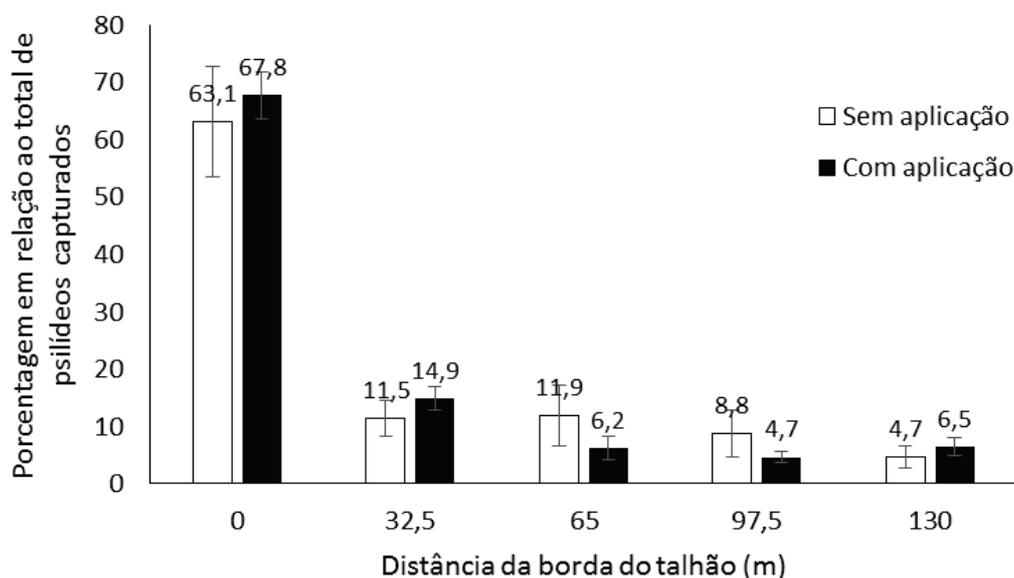


Figura 9. Porcentagem de psilídeos capturados nos cartões adesivos amarelos em relação ao total observado em função da distância da borda dos talhões com e sem aplicação de inseticidas na borda. Média \pm erro padrão da média de cinco faixas e três cartões adesivos por faixa em cada distância.

Gradientes semelhantes de psilídeos capturados em cartões adesivos amarelos ou observados em inspeção de brotos foram observados por Boina et al. (2009) que capturaram 60 a 66% do total de insetos migrantes na primeira linha de plantio da borda dos talhões vizinhos, e o restante foi capturado além de 40 m da borda. Do mesmo modo, Sétamou & Bertels (2015) observaram que menos da metade da quantidade de psilídeos observada nas plantas da periferia dos talhões estava nas plantas a cerca de 40 m da periferia. Por outro lado, Baccarin (*dados não publicados*), constatou que do total de psilídeos observados em inspeções visuais de brotos apenas 24% foi observado até 25 m e 51% até 50 m da borda dos talhões. Todos estes resultados indicam que, embora a maioria dos psilídeos que chegam ao

talhão são capturados ou observados nas primeiras plantas da divisa, uma parte significativa (> 30%) é capturada ou observada mais internamente.

Pelos resultados observados na distribuição da calda aplicada nas pulverizações de borda de talhão, para que esta pulverização de inseticidas na borda de talhões fosse eficiente no controle do HLB, a quase totalidade dos psilídeos ($\geq 95\%$) que chegassem de fora da propriedade ao talhão de borda deveriam aterrissar primeiro nas plantas cuja aplicação da borda proporcionasse mais de 30% de cobertura, isto é, apenas na primeira planta da periferia. Entretanto, para controlar 95% ou mais dos psilídeos que foram capturados na área do experimento, as pulverizações deveriam atingir com cobertura suficiente e uniforme ($\geq 30\%$) pelo menos 97,5 m de distância da borda do talhão.

Após 28 meses do início do experimento, não foram observadas diferenças significativas no número de psilídeos capturados ($P=0,0952$) e no número de novas plantas com sintomas de HLB ($P=0,5476$) nos talhões com e sem aplicação de inseticidas na borda (Tabela 5).

Tabela 5. Média (\pm erro padrão da média) do número de psilídeos capturados nos cartões adesivos amarelos e do número de novas plantas com sintomas de HLB nos talhões com e sem aplicação de inseticidas na borda. Período de agosto/2015 a dezembro/2017.

Tratamento	Psilídeos^x	Plantas com HLB^y
Com aplicação de borda ^z	41,0 \pm 5,4 ^{ns}	13,6 \pm 2,7 ^{ns}
Sem aplicação de borda	28,0 \pm 3,4	17,0 \pm 3,5

^{ns} Valores da média não diferem pelo teste U de Mann-Whitney ($P > 0,05$).

^x Média do número de insetos capturados em 15 cartões adesivos amarelos por faixa e trocados a cada 14 dias. Média de cinco repetições (faixas).

^y Média do número de novas plantas com sintomas de HLB após a primeira avaliação em cada faixa. Média de cinco repetições (faixas).

^z Aplicações de inseticidas na borda do talhão a cada 7 a 20 dias (média de 12,6 dias) com canhão acoplado Jatão 600.

Embora mais de 60% dos psilídeos tenham sido capturados nas plantas da primeira linha de cada talhão do lado da divisa da propriedade, as aplicações de inseticidas na borda não foram suficientes, nestes 28 meses, para reduzir significativamente o aparecimento de novas plantas com sintomas de HLB em relação ao talhão sem as aplicações de borda. Das 153 novas plantas com sintomas de HLB encontradas nas inspeções, 85 foram encontradas nas faixas sem pulverização de borda e 69 nas faixas com pulverização de borda. Isto indica

que boa parte dos psilídeos que chegam no talhão, vindo de fora da fazenda, ou não morrem quando chegam na primeira planta da borda por alguma deficiência da pulverização de borda (baixo período residual ou alto intervalo entre aplicações) ou não chegam necessariamente na primeira planta da borda, isto é, já chegam nas plantas localizadas após a primeira planta e podem infectá-las caso consigam se alimentar em seus brotos, uma vez que a cobertura do inseticida aplicado na borda é deficiente nas plantas localizadas mais internamente no talhão.

As aplicações quinzenais na borda do talhão e as aplicações mensais em área total não evitaram o aparecimento de novas plantas doentes, inclusive na primeira linha de plantio (plantas da periferia do talhão). Dependendo do inseticida aplicado sobre as brotações novas, o seu período residual de controle atinge no máximo 7 a 14 dias após a aplicação (De Carli, 2015). Como o intervalo entre aplicações de inseticida em área total era de 30 dias, houve períodos longos em que as brotações novas das plantas localizadas após os 7 m da borda ficaram desprotegidas e expostas às infecções por psilídeos que chegaram diretamente após as primeiras plantas da borda. No caso, das plantas da periferia do talhão, a heterogeneidade da cobertura do inseticida, aplicado no sentido paralelo às linhas de plantio, nas faces das plantas da periferia (maior cobertura na face 'Frente' e menor na face 'Contrária'), pode ter sido a causa do insucesso em proteger também estas plantas, pois somente a face 'Frente' ficou adequadamente protegida.

Das 89 novas plantas com sintomas de HLB observadas nas faixas do talhão sem aplicação de inseticida na borda, apenas 22,5% foram encontradas na primeira linha de plantio a partir da borda (Figura 10A). Das 69 novas plantas doentes observadas nas faixas do talhão com pulverização de borda, apenas 14,2% estavam na primeira linha de plantio (Figura 10B). Isto indica que a maioria ($\geq 80\%$) das novas infecções ocorreram em plantas além da primeira planta da periferia, alcançada de maneira satisfatória (com cobertura igual ou acima de 30%) pelas pulverizações de borda de talhão, que possibilitasse uma proteção do broto por até sete dias no caso não de chover. Neste experimento, 80% das novas infecções (plantas com sintomas de HLB) ocorreram em plantas a até 104 m de distância da borda voltada para a divisa da propriedade do talhão sem pulverização de borda e a até 117 m de distância da borda do talhão com pulverização de borda.

Pelos resultados observados neste experimento, as pulverizações de borda de talhões não devem ser recomendadas para o controle do HLB e devem ser substituídas por pulverizações feitas numa faixa de borda acima de 100 m da periferia do talhão para que cerca de 95% dos psilídeos capturados (provavelmente oriundo de fora da propriedade) fossem

mortos pelas aplicações de inseticidas e evitassem cerca de 80% das novas infecções de plantas pela bactéria do HLB.

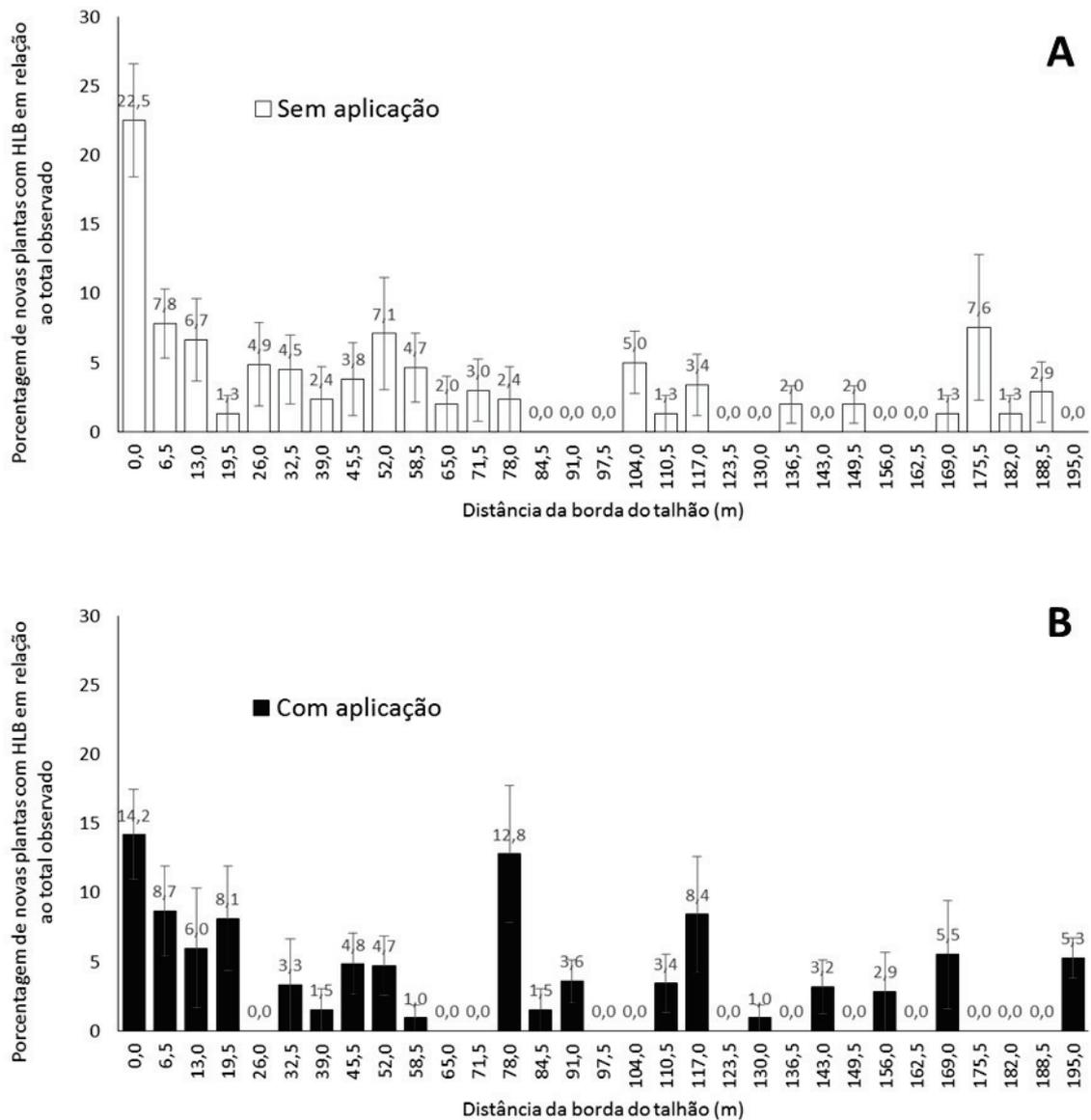


Figura 10. Porcentagem de novas plantas com sintomas de HLB em relação ao total observado em função da distância da borda dos talhões sem (A) e com (B) aplicação de inseticidas na borda. Média \pm erro padrão da média de cinco repetições (faixas).

4. CONCLUSÕES

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

- As pulverizações de inseticidas na borda dos talhões, independente do equipamento de pulverização e do sentido de aplicação em relação ao sentido de plantio, têm muito baixa capacidade de penetração para proteger plantas com volume de copa acima de 15 m³. Apenas na primeira planta da periferia do talhão consegue-se cobertura de calda adequada para o controle do psílídeo;
- O sentido da pulverização de borda em relação à linha de plantio influencia significativamente na uniformidade da cobertura da calda aplicada sobre as plantas, sendo mais homogênea no sentido perpendicular;
- As pulverizações de inseticidas na borda dos talhões voltada para a divisa da propriedade, em intervalo médio de 13 dias, não são eficientes para reduzir a população de psílídeos e o aparecimento de novas plantas com sintomas de HLB no talhão todo;
- Para que 95% dos psílídeos capturados sejam atingidos e 80% das novas infecções por HLB sejam evitadas, as aplicações de inseticidas nos talhões adjacentes à divisa da propriedade devem ser feitas numa faixa de borda com mais de 100 m e em intervalos menores que 13 dias, e não apenas nas plantas da periferia do talhão.

REFERÊNCIAS

- Arakawa, K., Mivamoto, K. 2007. Flight ability of Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera; Psyllidae), measured by a flight mill. **Research Bulletin of the Plant Protection Service of Japan** 43:23–26. (Japanese with English summary)
- Aubert, B. 1992. Citrus greening disease, a serious limiting factor for citriculture in Asia and Africa. **Proceedings International Society of Citriculture** 2:817-820.
- Aubert, B., Xia, Y.H. 1990. Monitoring flight activity of *Diaphorina citri* on citrus and *Murraya* canopies. **Rehabilitation of Citrus Industry in the Asia Pacific Region**. Rome, Italy, FAO-UNDP. 1990. p. 181–187.
- 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 Conf. Intern. Organization Citrus Virologists**. Riverside, University of California. 2005. p. 341-355.
- Bassanezi, R.B., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T. 2003. Morte súbita dos citros. **Boletim Citrícola**. 54 p. n. 24.
- Bassanezi, R.B., Lopes, S.A., Belasque Junior, J., Spósito, M.B., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Teixeira, D.C., Wulff, N.A. 2010. Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. **Citrus Research & Technology** 31:11-23.
- 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., Belasque Junior, J. 2013a. Frequency of symptomatic trees removal in small citrus blocks on citrus huanglongbing epidemics. **Crop Protection** 52:72-77.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2013b. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97:789-796.
- Bassanezi, R.B., Silva Junior, G.S., Feichtenberger, E., Belasque Junior, J., Behlau, F., Wulff, N.A. 2016. Doenças dos Citros. In: Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres. p. 271-306.

Belasque Junior, J., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Bové, J.M. Controle do *huanglongbing* no estado de São Paulo, Brasil. 2010. **Citrus Research & Technology** 31:53-64.

Beloti, V.H., Felipe, M.R., Rugno, G.R., Yamamoto, P.T. 2010. Distribuição de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomar cítrico em formação anais. Resumo. **XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia**. Natal. 2010. Disponível em: <<http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiiicbe/>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

Boina, D.R., Meyer, W.L., Onagbola, E.O., Stelinski, L.L. 2009. Quantifying dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) by immunomarking and potential impact of unmanaged groves on commercial citrus management. **Environmental Entomology** 38:1250-1258.

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

Canale, M.C., Tomaseto, A.F., Haddad, M.L., Coletta-Filho, H.D., Lopes, J.R.S. 2017. 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* Kuwayama, a vector of the greening disease of citrus in India. **Indian Journal of Agriculture and Science** 37:572-576.

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.

Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. 2017. **Dados da Citricultura do Estado de São Paulo**. Disponível em:<<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

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

De Carli, L.F. 2015. Eficácia de inseticidas para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em diferentes estádios vegetativos em citros. 26 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Ferreira, R.V. 2014. Influência do tipo de controle de Huanglongbing em áreas citrícolas na dispersão de *Diaphorina citri* e na disseminação da doença para pomares próximos. 58 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2016. **Inventário de árvores e estimativa de safra de laranja 2016/17 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2016_30_05_Inventário_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2016-2017.pdf>. Acesso em 16 nov. 2016.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2017. **Pesquisa e Desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/levantamentos/greening>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

FNP, Consultoria e Comércio. 2016. **Agriannual 2016**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo. 456 p.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvaljo, R.P.L., Batista, G.C.de., 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, 2002.920p.

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

Gottwald, T.R., Da Graça, J.V., Bassanezi, R.B. 2007. Citrus Huanglongbing: the pathogen and its impact. **Plant Health Progress**. Online (doi: 10.1094/PHP 2007-0906-01 RV).

Gottwald, T.R., Irey, M., Bergamin Filho, A., Bassanezi, R.B., Gilligan, C. 2008a. A stochastic spatiotemporal analysis of the contribution of primary versus secondary spread of HLB. **International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2008a. p. 285-290.

Gottwald, T.R., Irey, M., Gast, T. 2008b. The plantation edge effect of HLB – A geostatistical analysis. **International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2008b. p. 305-308.

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. 2005. The discovery of huanglongbing in Florida. **2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Workshop**. Orlando. 2005. p. 50.

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

Hall, D.G., Hentz, M.G. 2011. Seasonal flight activity by the Asian citrus psyllid in east central Florida. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 139: 75-85.

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.

Lanza, R.M., Yamamoto, P.T., Tersi, F.E.A. 2010. Estudo da viabilidade da aplicação de inseticidas em bordas de talhão de citros, para controle do psilídeo (*Diaphorina citri* Kuwayama). **Trabalho de Conclusão de Curso**. Piracicaba: Universidade de São Paulo.

Laranjeira, F.F., Bassanezi, R.B., Gottwald, T.R., Silva, S.X.B., Van Den Bosch, F., Parnell, S. 2015. Optimizing intra- and inter-orchard sampling for early detection of citrus

- Huanglongbing. **4th International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2015. Abstract 1.27 (<http://irchlb.org/files/.pdf>)
- Lopes, S.A., Martins, E.C., Frare, G.F. 2006. Detecção de *Candidatus Liberibacter asiaticus* em *Murraya paniculata*. **Fitopatologia Brasileira** 31:S303.
- Luo, W., Anco, D.J., Gottwald, T.R., Irey, M.S. 2013. Edge effects and *Huanglongbing*. **3rd International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2013. Abstract 3.7.
- Martini, X., Hoyte, A., Stelinski, L.L. 2014. Abdominal color of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) is associated with flight capabilities. **Annals of the Entomological Society of America** 107(4):842-847
- Michigami, F.A.B. 2015. Benefícios das medidas de manejo adotadas interna e externamente a uma propriedade comercial de citros na redução do progresso do Huanglongbing. 42 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Monteiro, A.B. 2013. Efeito de um pomar sem manejo de Huanglongbing sobre a ocorrência de *Diaphorina citri* e incidência de plantas doentes em uma área vizinha com manejo da doença. 37 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Nava, D.E., Torres, M.L.G., Rodrigues, M.D.L., Bento, J.M.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.
- Pelz-stelinski, K.S., Briansky, R.H., Ebert, T.A., Rogers, M.E. 2010. Transmission parameters for *Candidatus Liberibacter asiaticus* by Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology** 103:1531–1541.
- São Paulo. 2003. Estabelece medidas de defesa sanitária vegetal, no Estado de São Paulo, para mudas cítricas. Portaria ADAESP Nº 01, de 10 de Fevereiro de 2003. **Diário Oficial do estado de São Paulo**.
- Sanches, A.L., Felipe, M.R., Carmo, A.U., Rugno, G.R., Yamamoto, P.T. 2009. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **Sociedade Entomológica do Brasil** 4:1-7.
- 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.
- 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.
- 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.

Tomaseto, A.F. 2012. Capacidade de dispersão de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). 78 f. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo.

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.

Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Garbim, L.F., Coelho, J.H.C., Ximenes, N.L., Martins, E.C., Leite, A.P.R., Sousa, M.C., Abrahão, D.P., Braz, J.D. 2006. *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter americanus*. **Proc. Huanglongbing Greening Int. Workshop**. Ribeirão Preto. 2006.

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