

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MANEJOS DE BORDA EM POMARES DE CITROS NA
EPIDEMIOLOGIA DO HUANGLONGBING

Luiz Henrique Montesino
Biólogo

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MANEJOS DE BORDA EM POMARES DE CITROS NA
EPIDEMIOLOGIA DO HUANGLONGBING

Luiz Henrique Montesino

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa
Coorientador: Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Doutor em Agronomia
(Produção Vegetal)

2018

M779m Montesino, Luiz Henrique
Manejos de borda em pomares de citros na epidemiologia do
Huanglongbing / Luiz Henrique Montesino. -- Jaboticabal, 2018
69 p. : tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: José Carlos Barbosa
Coorientador: Renato Beozzo Bassanezi

1. Pragas Controle. 2. Cítricos. 3. Frutas Cítricas Doenças e Pragas.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MANEJOS DE BORDA EM POMARES DE CITROS NA EPIDEMIOLOGIA DO HUANGLONGBING

AUTOR: LUIZ HENRIQUE MONTESINO

ORIENTADOR: JOSÉ CARLOS BARBOSA

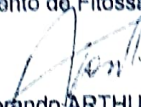
COORDENADOR: RENATO BEOZZO BASSANEZI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Pesquisador Dr. **RENATO BEOZZO BASSANEZI**
Fundo de Defesa da Citricultura / FUNDECITRUS - Araraquara/SP


Prof. Dra. **RITA DE CÁSSIA PANIZZI**
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. **DANIEL JUNIOR DE ANDRADE**
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pós-Doutorando **ARTHUR FERNANDO TOMASETO**
FUNDECITRUS / Araraquara/SP


Pesquisador Dr. **ALÉCIO SOUZA MOREIRA**
FUNDECITRUS / Araraquara/SP

Jaboticabal, 05 de novembro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Luiz Henrique Montesino – nascido em 08 de janeiro de 1980, no município de Araraquara – SP, filho de José Luiz Montesino e Maria das Graças Mochetti Montesino. Iniciou o curso de graduação em Ciências Biológicas, em março de 2000, no Centro Universitário de Araraquara (UNIARA), concluindo-o em dezembro de 2003. Em dezembro de 2002 a março de 2003 foi estagiário no Departamento Científico do Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), atuando em pesquisas de controle químico de pragas dos citros. Bolsista DTI-7H do CNPq, no projeto de pesquisa “Morte súbita dos citros”: Etiologia, epidemiologia e controle (50.0043/02-7), no período de fevereiro de 2005 a janeiro de 2006 no FUNDECITRUS. Atuou como auxiliar de pesquisa no grupo de Epidemiologia de doenças dos citros do FUNDECITRUS, no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2015. Obteve o título de mestre em Fitossanidade pelo mestrado profissional em Controle de Doenças e Pragas do Citros – MASTERCITRUS, em novembro de 2011, com a dissertação “Evolução dos sintomas de Huanglongbing em laranjeiras jovens: relação com época do ano, fenologia das plantas, flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e medidas de controle do vetor”. Em março de 2015, ingressou no curso de doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP – Jaboticabal), sendo bolsista Capes.

E-mail: montesino.luiz@gmail.com

“O desejo profundo da humanidade pelo conhecimento é justificativa suficiente para
nossa busca contínua.”

Stephen Hawking

Dedico

Aos meus pais José Luiz Montesino e Maria das Graças Mochetti Montesino que sempre me apoiaram ao longo da vida para que pudesse estar realizando este sonho.

À minha irmã Elisandra Montesino de Oliveira, meus cunhados e sobrinhos pelo carinho, meus sogros que também sempre torceram pelo meu sucesso.

Ofereço

Principalmente à minha esposa Andréa de Cássia Diez Virgílio Montesino, que sempre esteve ao meu lado nessa jornada, me incentivando e acreditando sempre para que conseguisse alcançar esse objetivo, nunca faltou compreensão, carinho e amor, você é muito importante na minha vida, te amo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria humildemente de agradecer ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela orientação nestes anos de estudos e aprendizados.

Ao Dr. Renato Beozzo Bassanezi, pela coorientação e principal apoiador, que junto ao Fundecitrus, tornou possível a condução e execução desse projeto, não consigo encontrar palavras que traduzam o sentimento de gratidão.

A alguns amigos que foram fundamentais para a conclusão desse projeto, Júlio Cesar Rodrigues, Samuel de Moura Silva e aos “meus meninos”, Paulo César Granito Basso, Carlos Domingos Félix, José Carlos dos Santos, Marcelo Luiz do Nascimento Deodato, José Geraldo Lopes Mendes e Pedro Luiz Trevisan, meus olhos em tempo integral no campo. E ao Jean Michel Martins pela ajuda no laboratório. Sou eternamente grato.

Não menos importante, mas amigos que passaram próximo as dificuldades que é até a chegada desse momento, os doutores Laudecir Lemos Raiol Júnior, Fabricio José Jaciani, Haroldo Xavier Linhares Volpi, Guilherme Fernando Frare, obrigado, pelos conselhos e ensinamentos.

A todos os funcionários da UNESP/FCAV e do Fundecitrus, vocês nem imaginam a ajuda direta ou indireta o quanto faz diferença nessa caminhada, aos amigos que fiz na Universidade, nem vou arriscar por nomes para que não correr o risco de fazer alguma injustiça.

Ao Fundecitrus pelo apoio técnico para o desenvolvimento dessa pesquisa.
À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado para o desenvolvimento desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Importância econômica da citricultura no Brasil.....	5
2.2. Huanglongbing (HLB ou greening).....	6
2.3. Características gerais da <i>Diaphorina citri</i>	8
2.4. Manejo do HLB.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Incidência e gradiente de HLB em função da direção de plantio em relação à divisa da propriedade.....	13
3.1.1. Seleção dos talhões e imagens.....	13
3.1.2. Processamento das imagens e estimativa da incidência de plantas com HLB.....	24
3.1.3. Análise dos dados.....	24
3.2. Efeito da manutenção de laranjeiras doentes na faixa de borda de pomares, associada à aplicação de inseticidas, na população e infectividade de <i>D. citri</i> e na incidência de HLB.....	25
3.2.1. Área experimental e tratamentos.....	25
3.2.2. Avaliação da incidência de HLB.....	27
3.2.3. Avaliação da população de <i>Diaphorina citri</i> e porcentagem de insetos portadores de <i>Candidatus Liberibacter</i> spp.	28
3.2.4. Análise dos dados.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Incidência e gradiente de plantas com HLB em função da direção de	

plântio.....	30
4.2. Efeito da manutenção de plantas com HLB na faixa de borda dos pomares	44
4.2.1. Dinâmica populacional e infectividade de <i>Diaphorina citri</i>	44
4.2.2. Incidência de plantas com HLB.....	5
5. CONCLUSÕES.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
7. REFERÊNCIAS.....	57
8. APÊNDICES.....	65

EFEITO DE DIFERENTES MANEJOS DE BORDA EM POMARES DE *Citrus sinensis* (L.) OSBECK NA EPIDEMIOLOGIA DO HUANGLONGBING E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, DISPERSÃO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE)

RESUMO – Huanglongbing (HLB), doença associada às bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus*, está presente em todas as regiões do parque citrícola paulista, causando grandes prejuízos à produção e a qualidade dos frutos. Sua transmissão ocorre pelo psílídeo *Diaphorina citri* que, frequentemente, migra de um pomar para outro em busca de novas brotações para se alimentar e reproduzir. A faixa de borda na divisa da propriedade é a região de maior concentração do inseto após sua chegada ao pomar, vindo de áreas vizinhas, onde o seu controle não é realizado. Apesar de um controle mais intensivo do inseto nesta região da propriedade, com aplicações frequentes de inseticidas, um maior número de plantas com HLB tem sido mais encontrado e erradicado na faixa de borda que no interior do pomar. Para evitar que a doença penetre cada vez mais para o meio da propriedade e haja um manejo economicamente sustentável da doença, neste trabalho analisou-se o gradiente do HLB em talhões com linhas de plantios paralelo e perpendicular e a incidência média por faixas de 20 a 160 m, os dados apresentaram melhor resultado no sentido paralelo entre os sentidos de plantio e a incidência média foi menor em todas as faixas para o sentido de plantio paralelo com redução média de 25% na incidência e a prática da manutenção de plantas doentes na faixa de borda, associada a um controle intensivo do vetor. Foram selecionados cinco talhões na divisa da propriedade, com citros nas propriedades vizinhas, divididos em quatro parcelas de 150 a 200 m sendo duas localizadas na borda do talhão ao lado da divisa da propriedade (B1 e B2) e duas no centro do talhão. Em todas as parcelas foram realizadas inspeções mensais para a detecção de sintomas de HLB, monitoramento de psílídeos, com 20 cartões adesivos amarelos distribuídos pelo talhão. Quanto ao número de psílídeos capturados, o talhão 4 foi o que teve maior captura (média de 0,0104 psílídeos/cartão/avaliação). Não foram observadas diferenças significativas para a média de psílídeos capturados por cartão por avaliação na comparação entre parcelas. Dos psílídeos capturados, mais de 50% encontravam-se infectados com *C. L. asiaticus*, indicando uma alta taxa de infectividade na região. A estratégia de manter uma faixa de borda sem a erradicação de plantas doentes, associada a um frequente controle do psílídeo é uma alternativa que não aumenta a taxa de progresso do HLB na propriedade e poderia proporcionar ganhos de produção, custeando as aplicações frequentes de inseticidas nesta faixa de borda.

Palavras- chave: Controle, plantio (Cultivo plantas), laranja doce, frutas cítricas doenças e pragas, psílídeo, greening,

EFFECT OF DIFFERENT EDGE MANAGEMENT IN ORCHARD OF *Citrus sinensis* (L.) OSBECK IN THE EPIDEMIOLOGY OF HUANGLONGBING AND SPATIAL DISTRIBUTION, DISPERSION AND POPULATIONAL FLUCTUATION OF *Diaphorina Citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE)

ABSTRACT – Huanglongbing (HLB), a disease associated with the bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* and *Candidatus Liberibacter americanus*, is present in all regions of the São Paulo citrus park, causing great damage to fruit production and quality. Its transmission occurs by the psilid *Diaphorina citri*, which often migrates from one orchard to another in search of new shoots to feed and reproduce. The border strip in the property boundary is the region of highest concentration of the insect after its arrival in the orchard, coming from neighboring areas, where its control is not realized. Despite a more intensive control of the insect in this region of the property, with frequent applications of insecticides, a greater number of plants with HLB has been more found and eradicated in the edge band than in the orchard. To avoid that the disease penetrates more and more to the middle of the property and there is an economically sustainable management of the disease, in this work the HLB gradient was analyzed in fields with parallel and perpendicular planting lines and the average incidence by bands of 20 a 160 m, the data presented a better result in the parallel sense between the planting senses and the mean incidence was lower in all the bands for the parallel planting direction, with an average reduction of 25% in incidence and the practice of maintaining diseased plants in the range associated with an intensive vector control. Five plots were selected in the property boundary, with citrus in neighboring properties, divided into four plots of 150-200 m, two located on the edge of the plot next to the property boundary (B1 and B2) and two in the center of the plot. In all plots monthly inspections were carried out for the detection of HLB symptoms, monitoring of psyllids, with 20 yellow adhesive cards distributed throughout the plot. As for the number of captured psyllids, plot 4 had the highest capture (mean of 0.0104 psyllids / card / evaluation). No significant differences were observed for the average number of captured per - carded per - psyllids in the comparison between plots. Of the captured psyllids, more than 50% were infected with *C. L. asiaticus*, indicating a high infectivity rate in the region. The strategy of maintaining a borderline without the eradication of diseased plants associated with frequent psilid control is an alternative that does not increase the rate of progress of HLB on the property and could provide production gains by funding the frequent applications of insecticides in this border strip.

Keywords: Control, planting (Plant culture), Citrus fruits Diseases and pests DLC, sweet orange tree, psyllid, greening

1. INTRODUÇÃO

O Huanglongbing (do chinês, “doença do dragão amarelo”), também conhecido como HLB ou greening, causado, principalmente, pela bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Bové, 2006), transmitida pelo psíldeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor et al, 1967), é a doença dos citros que mais preocupa os produtores dos países que cultivam citros de forma intensiva e com grande importância comercial, como o Brasil e os Estados Unidos.

O manejo do HLB está embasado no plantio de mudas sadias produzidas em viveiros protegidos contra os insetos vetores, no monitoramento e controle do inseto vetor, na inspeção e erradicação de plantas doentes (Belasque et al., 2010). Entretanto, devido às dificuldades de se evitar totalmente as infecções primárias, causadas por psíldeos infectivos oriundos de fontes de inóculo externas à propriedade (pomares abandonados, orgânicos ou não comerciais, plantas em fundo de quintais ou em áreas urbanas), para que estas medidas tenham sucesso no controle da doença elas devem ser adotadas em toda a região na qual a propriedade se encontra (Bassanezi et al., 2013a, b).

No Brasil, apesar de todas medidas adotadas para o controle do HLB, a incidência e severidade da doença têm aumentado. Estima-se, segundo levantamento realizado pelo Fundecitrus (2018), que a incidência de laranjeiras com sintomas de HLB no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais aumentou de 16,73% em 2017 para 18,15% em 2018, o que corresponde a aproximadamente 35 milhões de plantas afetadas pela doença. Destas plantas com sintomas, 40,6% estavam com mais da metade da copa tomada pelos sintomas da doença (Fundecitrus, 2018a, b). Este aumento da incidência e severidade de HLB tem elevado os custos do manejo dos pomares (Cappello et al., 2018), causando prejuízos na produção e qualidade dos frutos (Bassanezi et al., 2009), provocando a saída de citricultores do negócio, especialmente pequenos e médios (Fundecitrus, 2017), e aumentado o risco do investimento em relação a novos plantios, contribuindo para a redução da área plantada com citros.

Quando o manejo regional do HLB não tem a participação de todos os citricultores ou existem outras plantas de citros como fonte de inóculo nas quais se permite a criação do psíldeo, a área da faixa de borda dos talhões, que é praticamente constante independentemente do tamanho da propriedade, exposta a maior infestação por psíldeos imigrantes e infectivos, principalmente na divisa da propriedade, exerce um papel fundamental no controle do HLB (Bassanezi et al., 2010, 2013 a,b).

Embora a prevenção de novas infecções seja difícil na faixa de borda, mesmo com aplicações frequentes de inseticidas, esta característica 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, maior concentração do psíldeo e de plantas doentes nos primeiros 100 a 200 m da divisa da propriedade, tem sido usado para racionalizar as amostragens de plantas em locais onde a doença ainda não está presente (Bassanezi et al., 2010). Também tem sido usado para determinar os melhores locais para o monitoramento da população migrante do psíldeo 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). Adicionalmente, alguns citricultores têm realizado aplicações mais frequentes de inseticidas nos talhões mais próximos da periferia da propriedade que nos talhões localizados mais no interior. Entretanto, há carência de trabalhos que avaliem a adoção de medidas complementares de controle na faixa de borda da divisa entre propriedades visando minimizar os danos causados pela doença nestas faixas, mantendo a sustentabilidade econômica destas áreas, e evitar uma maior penetração do psíldeo e, conseqüentemente, do patógeno para o interior da propriedade.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar duas diferentes medidas aplicadas na faixa de borda de propriedades comerciais de citros para a contenção da doença nesta área e no interior da propriedade.

A primeira medida avaliada foi a disposição das linhas de plantio de citros em relação à divisa da propriedade. A hipótese, neste caso, é que linhas de plantio de citros paralelas ao sentido da divisa da propriedade criariam uma barreira à penetração do psíldeo imigrante para o interior do talhão e da propriedade à medida

que as plantas fossem crescendo e se tocando nas linhas de plantio (efeito de barreira ou “quebra-vento”) e facilitariam as operações mais frequentes de aplicações de inseticidas nesta área. Caso a hipótese seja verdadeira, a disposição apropriada de plantas nos talhões das divisas da propriedade poderia conter a dispersão da doença, por não permitir que o inseto utilize corredores de voo para adentrar os pomares em menor tempo e em maiores distâncias e facilite seu controle químico.

A segunda medida avaliada foi a manutenção (não erradicação) das plantas doentes na faixa de borda associada a um controle rigoroso do psíldeo nesta área. A hipótese é que quando plantas sintomáticas da área de borda são eliminadas e, em seu lugar, novas plantas (replantas) são colocadas, estas replantas teriam pouca chance de se tornarem produtivas, pois logo seriam infectadas, e representariam, pelo seu porte reduzido, uma menor barreira para a penetração do psíldeo para o interior do talhão do que as plantas mais crescidas que foram eliminadas. Estas plantas doentes na faixa de borda não representariam um fator de aumento da taxa de progresso da doença para o restante da propriedade pela aplicação frequente de inseticidas (a cada 7 ou 14 dias). Com as aplicações frequentes de inseticidas as infecções secundárias, que seriam causadas por psíldeos que adquirissem a bactéria nas plantas doentes da faixa de borda, seriam bastante reduzidas. Isto ocorreria uma vez que dificilmente o psíldeo adulto teria a chance de adquirir a bactéria nestas plantas e sobreviver por mais 7 a 14 dias até que o período latente da bactéria no vetor fosse alcançado e passasse a transmitir a bactéria. Além disso, os ovos de psíldeos, que por ventura fossem colocados nas brotações destas plantas doentes, raramente completariam o seu ciclo até a fase adulta (ciclo de 14 a 45 dias) para que pudessem transmitir a bactéria para outras plantas. Assim, as plantas doentes mantidas na faixa de borda não serviriam como fonte de inóculo da doença e continuariam atuando como uma barreira à penetração do psíldeo imigrante. Adicionalmente, estas plantas doentes também serviriam como fonte adicional de renda ao citricultor por algum tempo, pois plantas sintomáticas se mantem parcialmente produtivas por alguns anos, viabilizando economicamente as aplicações mais frequentes de inseticidas na faixa de borda. Esta faixa de borda atuaria na fazenda como uma faixa tampão, reduzindo a maior parte da população

de psílídeos imigrantes e evitando que eles atinjam o interior da propriedade, onde o manejo do HLB com uso de plantas saudas, eliminação de plantas doentes e controle do inseto vetor seriam mantidos e mais eficientes, garantindo a sanidade das plantas e produção e qualidade das frutas desta parte interna da propriedade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da citricultura no Brasil

A China é o maior produtor mundial de citros, considerando as principais espécies do gênero *Citrus*. Entretanto, o Brasil é o maior produtor mundial de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e é responsável por 64,85% da produção mundial de suco de laranja concentrado (Agrianual, 2018). No Brasil a laranja é cultivada em quase todos os estados, mas a principal região produtora é a Sudeste com 80,17% da produção, com destaque para o estado de São Paulo com 74,5% da produção nacional, seguida pela região Nordeste com 10,2%, sendo o estado da Bahia o maior produtor com 6,4%, pela região Sul com 6,9%, com destaque para o estado do Paraná com 4,4%, seguida pela região Norte com 1,7% e Centro Oeste com 1,1% de um total de 417.114.950 caixas de 40,8 Kg (Agrianual, 2018).

O cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo e Sudoeste mineiro tem a maior concentração de propriedades comerciais de laranja no mundo com 415,2 mil hectares plantados de laranja, distribuídos em pouco menos de 6 mil propriedades comerciais e com estimativa de produção para a safra 2018/2019 de 273,34 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundecitrus, 2018b).

A citricultura tem um impacto bastante forte na qualidade de vida e na economia dos 350 municípios de São Paulo e Triângulo Mineiro, onde a atividade é predominante e também em seus arredores. Os municípios onde a citricultura está presente contam com Faculdades e Universidades renomadas, boa infraestrutura de saúde e educação e altos índices de qualidade de vida. O último levantamento do IBGE sobre o Índice de desenvolvimento humano (IDH), feito em 2010, aponta as cidades citrícolas com alguns dos mais altos índices de IDH dentro do estado de São Paulo e dentro do ranking geral do Brasil (Neves, et al., 2017). A atividade exige uma grande quantidade de mão de obra, especialmente durante a colheita. A citricultura gera cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos e o setor gera um PIB de U\$6,5 bilhões de dólares em todos os elos da sua cadeia produtiva (Neves, et al., 2017).

Apesar de toda sua importância e desenvolvimento, a citricultura tem enfrentado vários problemas, principalmente de caráter fitossanitário, que têm ameaçado a sustentabilidade e competitividade do setor. De 2015 a 2018, o número de propriedades comerciais de laranja reduziu 22,5%, de 7.588 para 5.882 (Fundecitrus, 2018a). Isto ocorreu pela eliminação de plantas doentes e/ou improdutivas e pela baixa entrada de novos plantios.

Dentre os problemas fitossanitários que atingem a citricultura nacional, o Huanglongbing (HLB ou greening) tem impactado significativamente nesta redução do número de propriedades de laranja, pela remoção das plantas doentes e perda de produtividade dos pomares com alta incidência de planta doentes, e no aumento de risco da atividade pela dificuldade de controle desta doença.

2.2. Huanglongbing (HLB ou greening)

Huanglongbing (do chinês, “doença do dragão amarelo”), também conhecido por HLB ou greening, é considerada a mais importante e destrutiva doença da citricultura mundial (Da Graça, 1991; Bové, 2006; Gottwald et al., 2007). Esta doença teve sua origem no sudeste do continente asiático, provavelmente na China ou na Índia (Da Graça, 1991; Bové, 2006). Até o século XX, esta doença ocorria exclusivamente nos continentes asiático e africano, sendo reportada pela primeira vez, no início do século XXI, no continente americano, onde se encontram os maiores estados produtores de suco de laranja do mundo. Primeiramente, em março de 2004, foi reportada no Brasil, na região central do estado de São Paulo (Colleta Filho et al., 2004, Teixeira et al., 2005) e posteriormente, no final de 2005, no estado no estado da Flórida, nos Estados Unidos (Halbert, 2005). Rapidamente se espalhou para outros estados norte americanos (Texas, Carolina do Sul, Louisiana, Georgia, California) e países na América do Norte (México), América Central e Caribe (Belize, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Porto Rico, Dominica) e América do Sul (Paraguai, Argentina, Colômbia e Venezuela), causando sérias perdas de produção. Como exemplo, nos Estados Unidos, o HLB foi responsável pela redução da produção de laranja em

cerca de 70%, sendo a safra 2017/2018 de apenas 44,95 milhões de caixas de 40,8 kg (USDA/NASS, 2018).

Em laranjeira, os sintomas iniciais da doença apresentam-se como poucos ramos com folhas perdendo sua coloração verde e tornando-se amareladas, sem delimitação evidente entre as cores. Este sintoma típico do HLB é denominado mosqueado e é observado em todas as regiões onde a doença ocorre, independentemente da bactéria associada ao hospedeiro e da condição ambiental (Bové, 2006). Nestas folhas, a nervura central pode ficar mais saliente, corticosa e amarelada, o que comumente provoca sua queda prematura. Os ramos que apresentam folhas com mosqueado perdem precocemente suas folhas e emitem novas brotações, geralmente folhas menores e verticais, e podem até apresentar seca de ponteiro em casos de severidade mais avançada. Os frutos nos ramos sintomáticos apresentam tamanho reduzido, deformação e maturação irregular. O corte longitudinal do fruto revela a assimetria do mesmo em relação ao eixo central da columela, a presença de sementes abortadas e o escurecimento alaranjado dos feixes vasculares na região do pedúnculo, responsável pela acentuada queda prematura dos frutos afetados (Bové, 2006; Belasque, et al, 2009). Os sintomas que eram inicialmente setorizados na copa da planta, vão tomando outras partes da copa ao longo dos anos. O HLB não provoca a morte das plantas, mas com o passar dos anos, as plantas com alta severidade ficam debilitadas e apresentam inviabilidade econômica. Se não forem adotadas medidas de controle de novas infecções, talhões com plantas adultas podem se tornar improdutivos entre sete a dez anos, enquanto que pomares jovens se tornam improdutivos em até quatro anos (Gottwald et al, 2007). Também são observadas perdas de radículas no sistema radicular, que ocorrem antes mesmo dos sintomas serem observados na copa (Johnson et al., 2014).

Estes sintomas são causados por disfunções fisiológicas e alterações anatômicas-morfológicas nas plantas de citros afetadas. Sabe-se que a colonização e obstrução dos vasos do floema pelo agente causal do HLB causa acúmulo de amido e o colapso dos vasos. Impedindo o fluxo e distribuição das substâncias fotossintetizadas na copa para os pontos da planta em crescimento, como radículas,

brotações e frutos, reduzindo a quantidade de cloroplastos e induzindo a deficiência de macro e micronutrientes nas folhas (Achor et al., 2010).

No Brasil, duas espécies de bactérias gram-negativas, pertencentes à subdivisão α das proteobactérias, família Rhizobiaceae, restritas ao floema das plantas estão associadas ao HLB (Bové, 2006), *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) e *Candidatus Liberibacter americanus* (CLam) (Coletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005), sendo a primeira a mais predominante por tolerar temperaturas mais altas, se multiplicar mais nas plantas de citros e ser melhor adquirida e transmitida pelo inseto vetor (Lopes et al., 2009). Nos demais países do continente americano, CLas é também a principal espécie relatada como agente causal do HLB. Como não é possível o cultivo em meios artificiais, a identificação e classificação taxonômica foi obtida com base em estudos de microscopia eletrônica (Garnier et al., 1984) e através de comparações de sequências da região 16S do DNA ribossomal (Jagoueix et al., 1994).

Estas duas bactérias são transmitidas pelo psílídeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor, et al, 1967; Yamamoto et al., 2006), relatado no Brasil na década de 40 (Costa Lima, 1942).

2.3. Características gerais de *Diaphorina citri*

Até o relato do HLB no Brasil em 2004, *D. citri* era considerada praga secundária dos citros, porque não causava danos ou prejuízos consideráveis e apenas danos diretos após a alimentação em folhas jovens pela injeção de toxinas (encarquilhamento e queda de folhas) e favorecimento ao crescimento de fumagina a partir da excreção das ninfas e adultos (*honeydew*) depositada sobre as folhas e frutos.

O adulto do psílídeo asiático dos citros tem entre 2 e 3 mm de comprimento, coloração marrom claro, manchado de escuro na forma adulta, com asas transparentes, mas com bordas escuras, característica que facilita a visualização nas leituras nas armadilhas adesivas amarelas. Os adultos têm o terceiro par de pernas com função saltatória, que auxilia na deslocação ramo a ramo ou entre plantas, para novos locais de alimentação ou oviposição, preferencialmente nos

brotos e ramos jovens das plantas cítricas (Gallo et al., 2002). Durante a postura em repouso ou na alimentação, os indivíduos adultos mantêm a cabeça próxima à superfície da folha e corpo inclinado a 45° (Hall, 2008). Esses insetos têm aparelho bucal do tipo sugador labial tetraqueta, constituído por 2 estiletes maxilares e 2 mandibulares, quando se alimentam geralmente preferem a região abaxial das folhas (Bonani, 2009). O inseto tem preferência por alimentação e oviposição. A fase jovem possui cinco instares de ninfas. A ninfa apresenta coloração alaranjada, possui corpo achatado, pouco convexo, pernas curtas e movimento restrito, com tecas alares que desenvolve a cada ecdise (Gallo et al., 2002). Os ovos, sempre depositados agrupados entre as folhas novas dos brotos das plantas, apresenta coloração amarela, formato alongado e medem aproximadamente 0,3 mm de comprimento (Gallo et al., 2002). Durante sua vida uma fêmea pode ovipositar de 200 a 400 ovos (Parra et al., 2010).

O ciclo de *D. citri* de ovo a adulto varia de 43,5 dias na temperatura constante de 18°C para 12,1 dias a 32°C, sendo temperaturas maiores que 32° C desfavoráveis ao desenvolvimento do inseto (Nava et al., 2007). A 24°C, com umidade relativa do ar de 70% e fotoperíodo de 14h, a duração do estágio de ovo é próximo a 3,6 dias e de ninfa de 13,5 a 14,0 dias, sendo que do 1° ao 4° são dois dias cada um e o último com cinco dias de duração (Nava et al., 2007). A razão sexual geralmente é de 0,50 (Nava et al., 2007). A longevidade das fêmeas em diferentes espécies de citros foi de 30 a 44 dias maior que a dos machos (Tsai, Lui, 2000; Nava, 2007)

A presença de *D. citri*, pode ocorrer durante todo o ano, mas o aumento populacional de *D. citri* ocorre no final do inverno/início da primavera e se estende durante todo o verão, momento que se têm temperaturas amenas a quentes, umidade relativa alta e, principalmente, fluxos vegetativos intensos. No período seco e frio (outono/inverno) a população é baixa em relação ao período chuvoso (primavera/verão) (Yamamoto et al., 2001, Costa et al., 2006).

Aspectos ecológicos de *D. citri* e a distribuição espacial de plantas com sintomas de HLB nos pomares comerciais sugerem a existência de dois mecanismos de dispersão do psílideo: a curta distância, de 25-50m (Gottwald et al.,

1989; 1991; Bassanezi et al., 2005), a longa distância, até 3,5 km, com a distância mais comum entre 880 e 1610 m (Gottwald et al., 2007).

Uma característica resultante deste comportamento migratório do psíldeo entre pomares é a maior concentração do inseto nas plantas próximas à periferia dos talhões da divisa da propriedade, diminuindo gradativamente à medida que se avança para o meio do talhão (Boina et al., 2009; Sétamou & Bertels, 2015; Chinelato, 2017). Este comportamento inato de *D. citri*, também chamado de “efeito de borda”, explica a maior incidência de plantas infectadas com HLB na faixa de borda dos talhões da periferia das propriedades relatada em trabalhos epidemiológicos publicados anteriormente (Bassanezi et al., 2005; Gottwald et al. 2008; Ulian, 2016; Chinelato, 2017). Normalmente o psíldeo migrante e, conseqüentemente, e o maior número de plantas infectadas se concentram nos primeiros 100 a 200 m da divisa da propriedade.

2.4. Manejo do HLB

O manejo da doença baseia-se no plantio de mudas sadias, produzidas em viveiros protegidos contra os insetos vetores, no monitoramento e controle do psíldeo vetor, e na inspeção e erradicação de plantas doentes (Belasque et al. 2009, Belasque et al. 2010. Entretanto, o contínuo aparecimento de plantas doentes, mesmo em pomares sob regime intensivo de aplicação de inseticidas de contato e/ou sistêmicos, indica que o controle do vetor não evita totalmente as infecções primárias provocadas por psíldeos infectivos provenientes de outros pomares de citros ou de plantas hospedeiras sem o controle do vetor e com plantas doentes (Bassanezi et al. 2013). Assim, a presença de plantas doentes e sem controle efetivo do psíldeo 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 na ausência de um controle regional das fontes de inóculo ao redor das propriedades (Bassanezi et al. 2013).

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 psíldeo (pomares abandonados, pomares não comerciais, de fundo de

quintais ou em áreas urbanas), a área da faixa de borda exposta a maior infestação por psíldeos imigrantes e infectivos, principalmente na divisa da propriedade, exerce um papel fundamental no controle do HLB, pois a largura desta faixa é praticamente constante e independe do tamanho da propriedade. No caso de propriedades pequenas, a relação entre a área da faixa de borda e a área total é elevada, o que as tornam 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, 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. 2013).

Embora a prevenção de novas infecções seja difícil na faixa de borda, mesmo com aplicações frequentes de inseticidas, esta característica 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 as amostragens de plantas em locais onde a doença ainda não está presente e também para determinar os melhores locais para o monitoramento da população migrante do psíldeo e os momentos críticos para as aplicações de inseticidas (Bassanezi et al. 2009).

Adicionalmente, alguns citricultores têm realizado aplicações mais frequentes de inseticidas nos talhões ou na faixa de borda de talhões da periferia da propriedade que nos talhões localizados mais no interior da propriedade. Entretanto, há necessidade de se avaliar a adoção de medidas complementares de controle na faixa de borda da divisa entre propriedades como objetivo de evitar uma maior penetração do psíldeo e, conseqüentemente, da doença para o interior da propriedade e minimizar os danos causados pela doença nestas faixas, mantendo a sustentabilidade econômica destas áreas.

Uma das medidas adotadas pelos citricultores para o manejo do HLB, mesmo que na ausência de comprovação científica, é o plantio dos talhões de borda, ou de uma faixa de 100 a 200 m a partir da periferia do pomar, no sentido paralelo ao perímetro da propriedade (Fundecitrus, 2017b). A hipótese dos citricultores é que o plantio paralelo à divisa do pomar facilita as operações frequentes de aplicação de

inseticidas na faixa de borda e cria uma barreira para a penetração do psíldeo para o interior do talhão com as próprias plantas de citros à medida que crescem e se tocam nas linhas de plantio. Por outro lado, o plantio perpendicular à divisa do pomar permite que o inseto utilize as entrelinhas do pomar como corredores de voo para adentrar no interior do pomar em menor tempo e em maiores distâncias. Além disso, a disposição das linhas de plantio no sentido perpendicular à divisa dificulta a operação de aplicação de inseticidas apenas na faixa de borda por necessitar que o pulverizador percorra toda a extensão do talhão da borda da propriedade.

Outra medida que poderia ser adotada pelos citricultores se baseia em estudos de caso (Ferreira, 2014, Chinelato, 2017), nos quais se observou que pomares comerciais com a presença de plantas com HLB e com controle regular do psíldeo, não se constituíram em importante fonte de inóculo para os pomares vizinhos. Desta observação surgiu a ideia de se avaliar a manutenção (não eliminação) das plantas doentes na faixa de borda associada a um controle rigoroso do psíldeo nesta área, como uma medida econômica e eficaz para evitar a penetração da doença no interior do pomar.

Teoricamente, aplicações frequentes de inseticidas, em intervalos de até 20 dias, interromperiam o ciclo de vida do psíldeo, que varia de 14 a 49 dias (Lanza, 2010), e impediriam que se completasse o período latente da bactéria no inseto adulto, que é no mínimo entre 10 e 13 dias (Pelz-Stelinski et al. 2010). Assim, aplicações frequentes de inseticidas evitariam as infecções secundárias produzidas a partir da aquisição da bactéria pelo psíldeo em plantas doentes de dentro do pomar. Desta forma, as plantas doentes na faixa de borda não representariam um fator para o aumento da taxa de progresso da doença para o restante da propriedade e continuariam atuando como uma barreira à penetração do psíldeo vindo de fora do pomar. Adicionalmente, estas plantas doentes também serviriam como fonte adicional de renda, pois, mesmo sintomáticas, se manteriam parcialmente produtivas por alguns anos (Bassanezi et al. 2013), viabilizando economicamente as aplicações mais frequentes de inseticidas na faixa de borda. Por outro lado, quando plantas sintomáticas da faixa de borda são eliminadas e em seu lugar são colocadas novas plantas (mudas), estas replantas teriam pouca chance de se tornarem produtivas, pois logo poderiam ser infectadas, e

representariam pelo seu porte reduzido uma menor barreira para a penetração do psíldeo para o interior do talhão que as plantas mais crescidas que foram eliminadas. Além disso, a eliminação de plantas doentes e ainda produtivas representaria um prejuízo imediato ao citricultor.

Esta faixa de borda com a manutenção de plantas doentes e constante aplicação de inseticidas atuaria na fazenda como uma faixa tampão, reduzindo a maior parte da população de psíldeos oriundos de fora do pomar e evitando que eles atinjam o interior da propriedade, onde o manejo do HLB com o uso de plantas sadias, a eliminação de plantas doentes e o controle do inseto vetor seria mantido com maior eficiência, garantindo a sanidade das plantas, produção e qualidade das frutas nos talhões internos da propriedade.

Assim, os objetivos deste trabalho foram:

- Avaliar, por meio de imagens geradas por satélites, a influência da disposição das linhas de plantio de citros em relação à divisa da propriedade sobre a incidência e o gradiente de dispersão da doença nos talhões.
- Comparar o manejo da faixa de borda com eliminação de plantas doentes e replantio (tradicional) com o manejo sem a eliminação de plantas doentes (alternativo), ambos associados ao controle do psíldeo, quanto ao progresso da densidade populacional de *D. citri* e incidência de plantas com HLB, infectividade da população do inseto vetor, tanto na faixa de borda como na faixa interna dos talhões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Incidência e gradiente de HLB em função da direção de plantio em relação à divisa da propriedade

3.1.1. Seleção dos talhões e imagens

O estudo foi realizado com base em análises de imagens de satélite de talhões de pomares comerciais de citros do estado de São Paulo obtidas do banco

de imagens disponíveis pelo Google Earth Pro®. Foram utilizadas imagens de talhões localizados na divisa de propriedades comerciais de citros por todo o parque citrícola do estado de São Paulo (Figura 1), dando prioridade para imagens de talhões vizinhos compostos pela mesma combinação variedade e porta enxerto e apresentando mesma idade de plantio, manejo cultural e fitossanitário e vizinhança de outras culturas. A única diferença entre os talhões vizinhos foi a direção do plantio em relação à divisa da propriedade (disposição de plantio de citros paralelo e perpendicular na borda entre as propriedades), sendo (Figura 2). Além disso, as imagens deveriam ter resolução suficiente para a identificação das plantas individualmente, assim como das falhas.

Assim, foram selecionadas oito áreas, sendo duas imagens por área, coletadas em diferentes datas, para as análises e comparações. Em Matão foram selecionadas três áreas, Área 1 com imagens de 05/09/2013 (Figura 2a) e 14/12/2014 (Figura 2b), Área 2 com imagens de 28/07/2013 (Figura 3a) e 19/05/2016 (Figura 3b), Área 3, com imagens de 28/07/2013 (Figura 4a) e 19/05/2016 (Figura 4b). Em Mococa, foi selecionada a Área 4 com imagens de 18/10/2010 (Figura 5a) e 30/06/2016 (Figura 5b). Em Borebi foram selecionadas duas áreas, Área 5 com imagens de 17/11/2010 (Figura 6a) e 19/02/2016 (Figura 6b) e Área 6 com imagens de 09/07/2013 (Figura 7a) e 14/05/2016 (Figura 7b). Em Pirassununga foi selecionada a Área 7 com imagens de 09/07/2013 (Figura 8a) e 14/05/2016 (Figura 8b). Em Cerqueira César foi selecionada a Área 8 com imagens de 09/07/2013 (Figura 9a) e 14/05/2016 (Figura 9b).

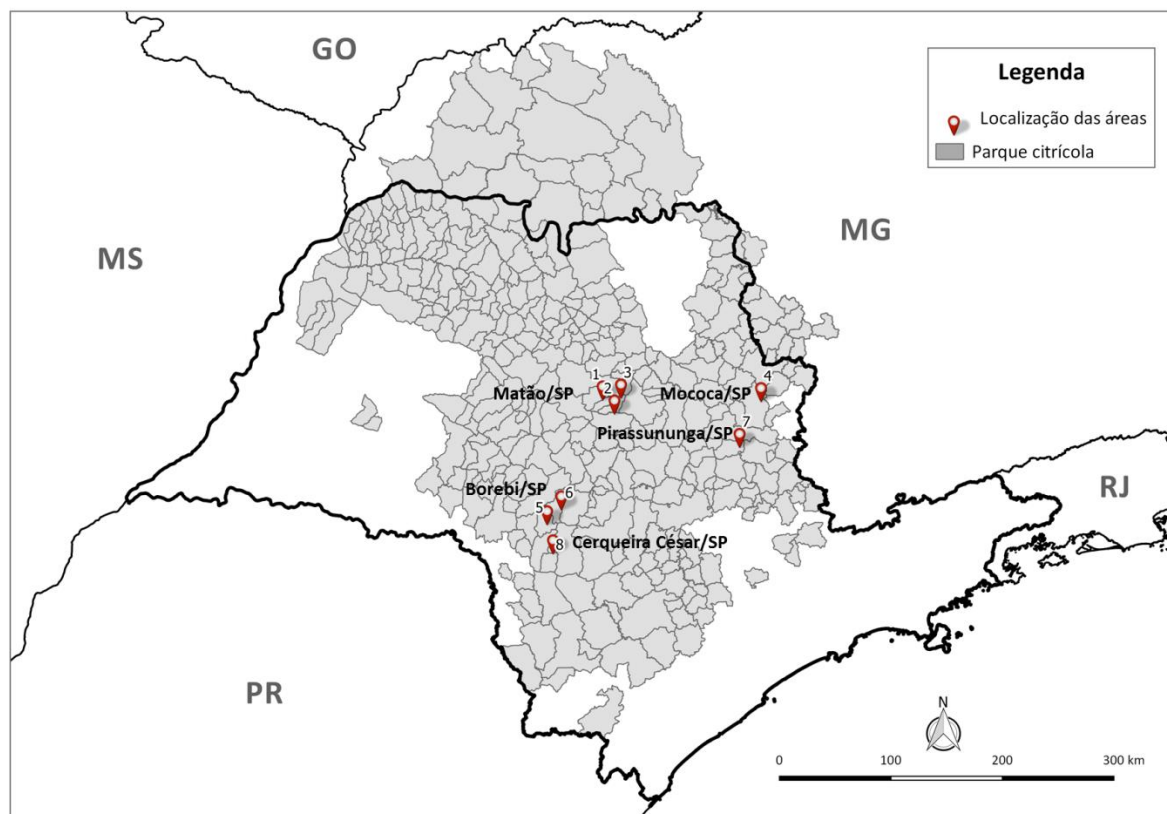


Figura 1. Localização dos municípios nos quais foram obtidas as imagens dos talhões.

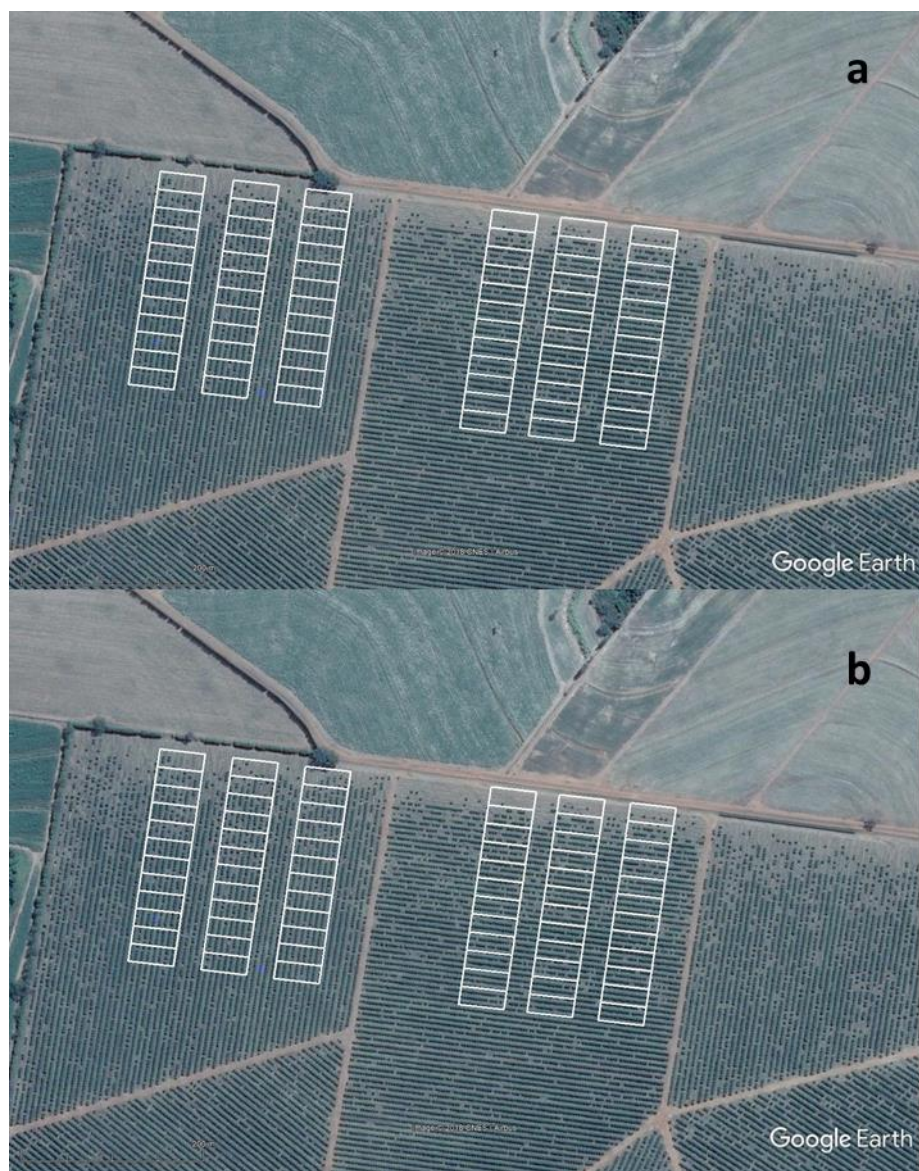


Figura 2. Imagem da Área 1, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Matão-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (direita) e perpendicular (esquerda) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 05/09/2013 (a) e do dia 14/12/2014 (b). Fonte: Google Earth Pro.



Figura 3. Imagem da Área 2, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Matão-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (direita) e perpendicular (esquerda) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 28/07/2013 (a) e do dia 19/05/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.

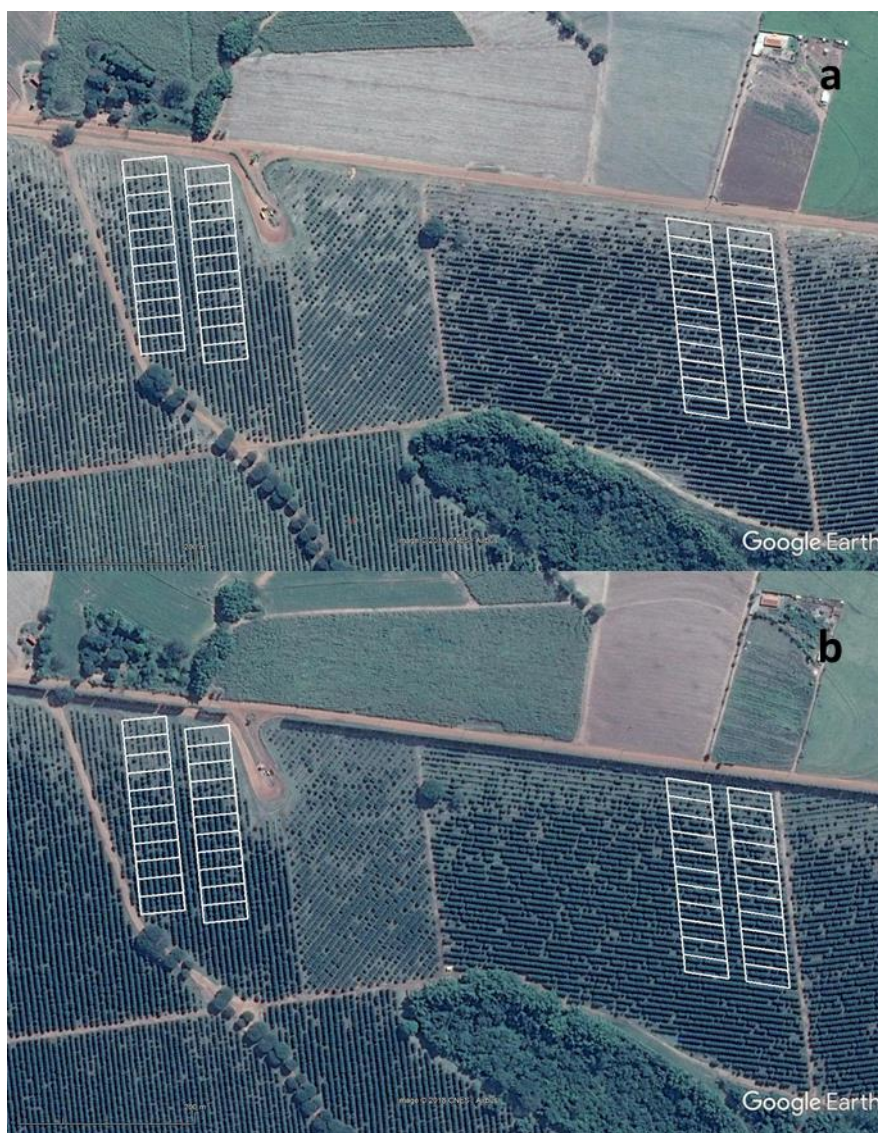


Figura 4. Imagem da Área 3, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Matão-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (direita) e perpendicular (esquerda) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 28/07/2013 (a) e do dia 19/05/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.



Figura 5. Imagem da Área 4, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Mococa-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (esquerda) e perpendicular (direita) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 18/10/2010 (a) e do dia 30/06/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.



Figura 6. Imagem da Área 5, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Borebi-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (direita) e perpendicular (esquerda) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 17/11/2010 (a) e do dia 19/02/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.

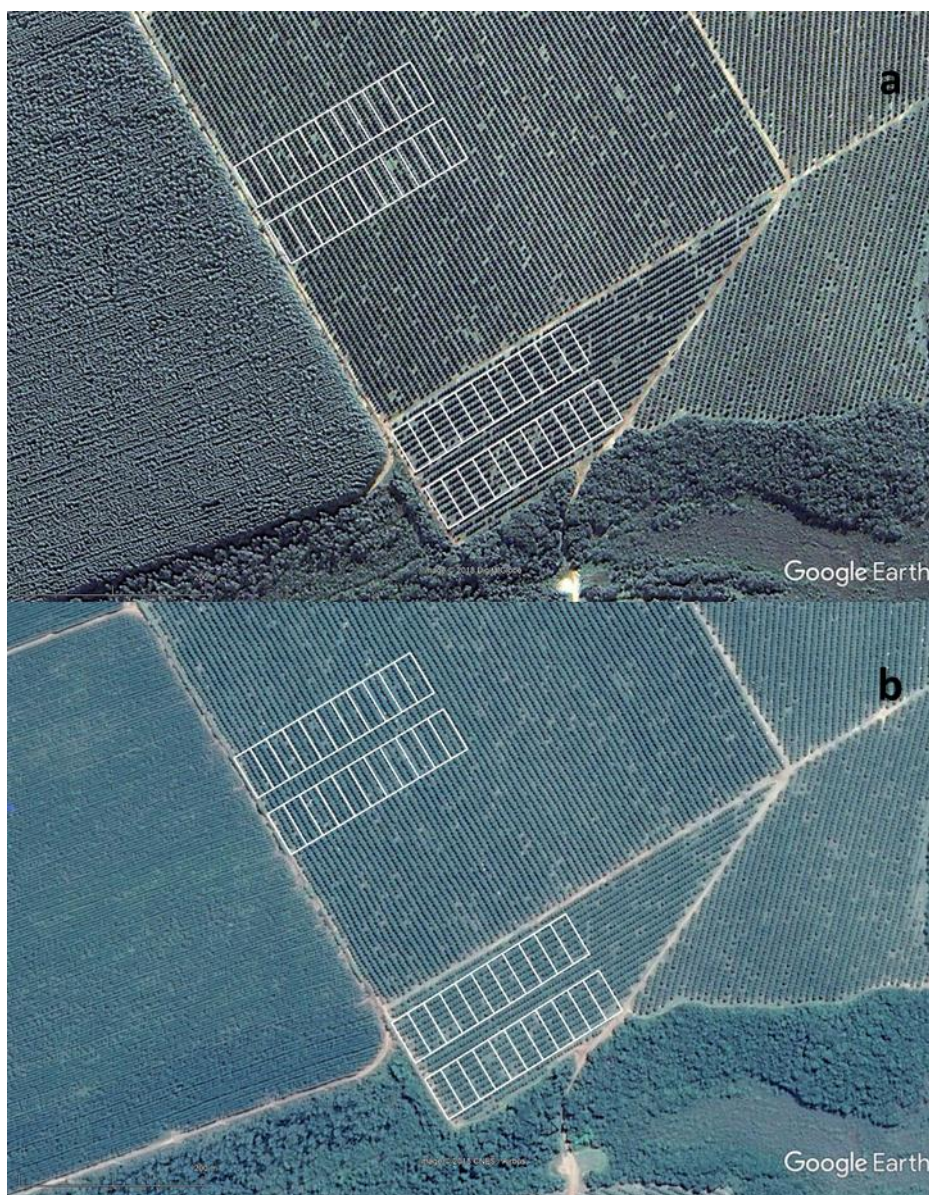


Figura 7. Imagem da Área 6, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Borebi-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (esquerda) e perpendicular (direita) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.

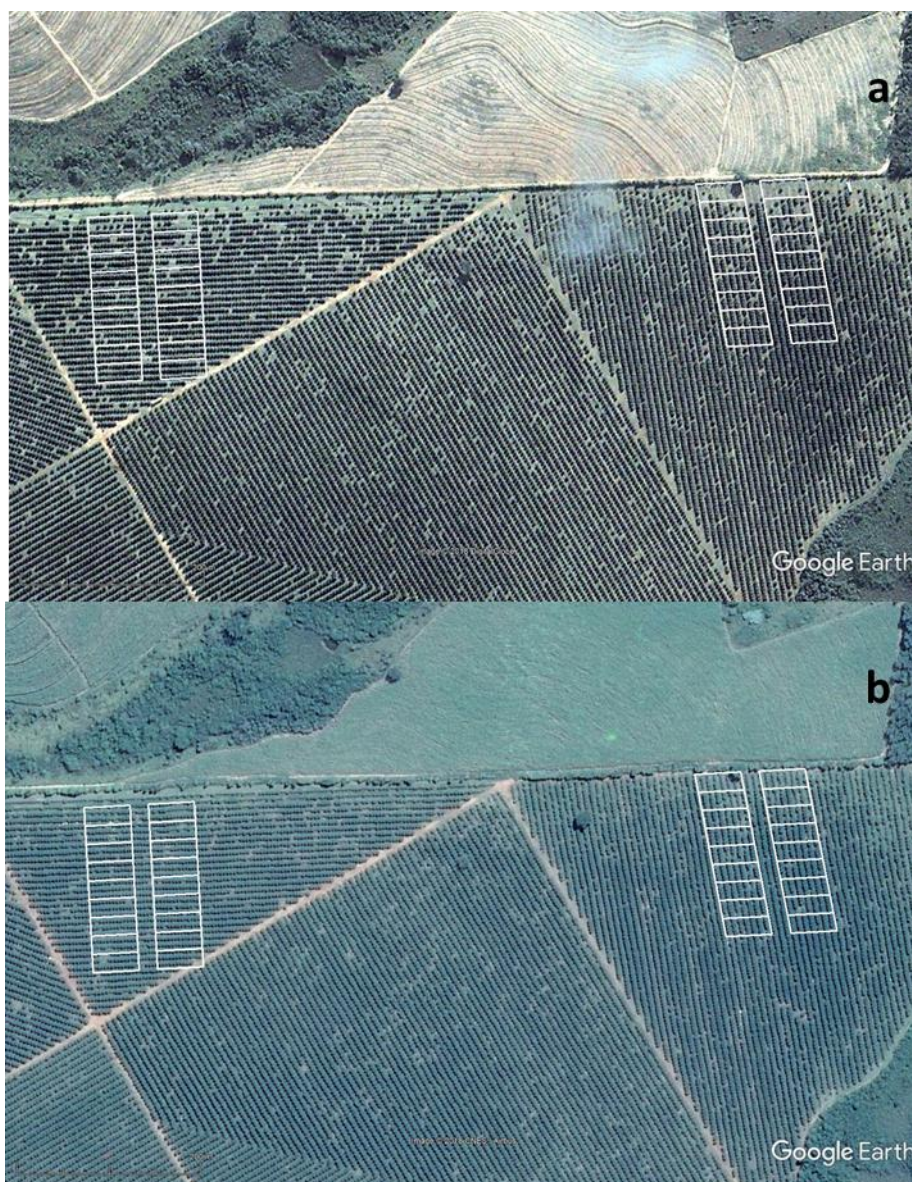


Figura 8. Imagem da Área 7, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Pirassununga-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (esquerda) e perpendicular (direita) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.

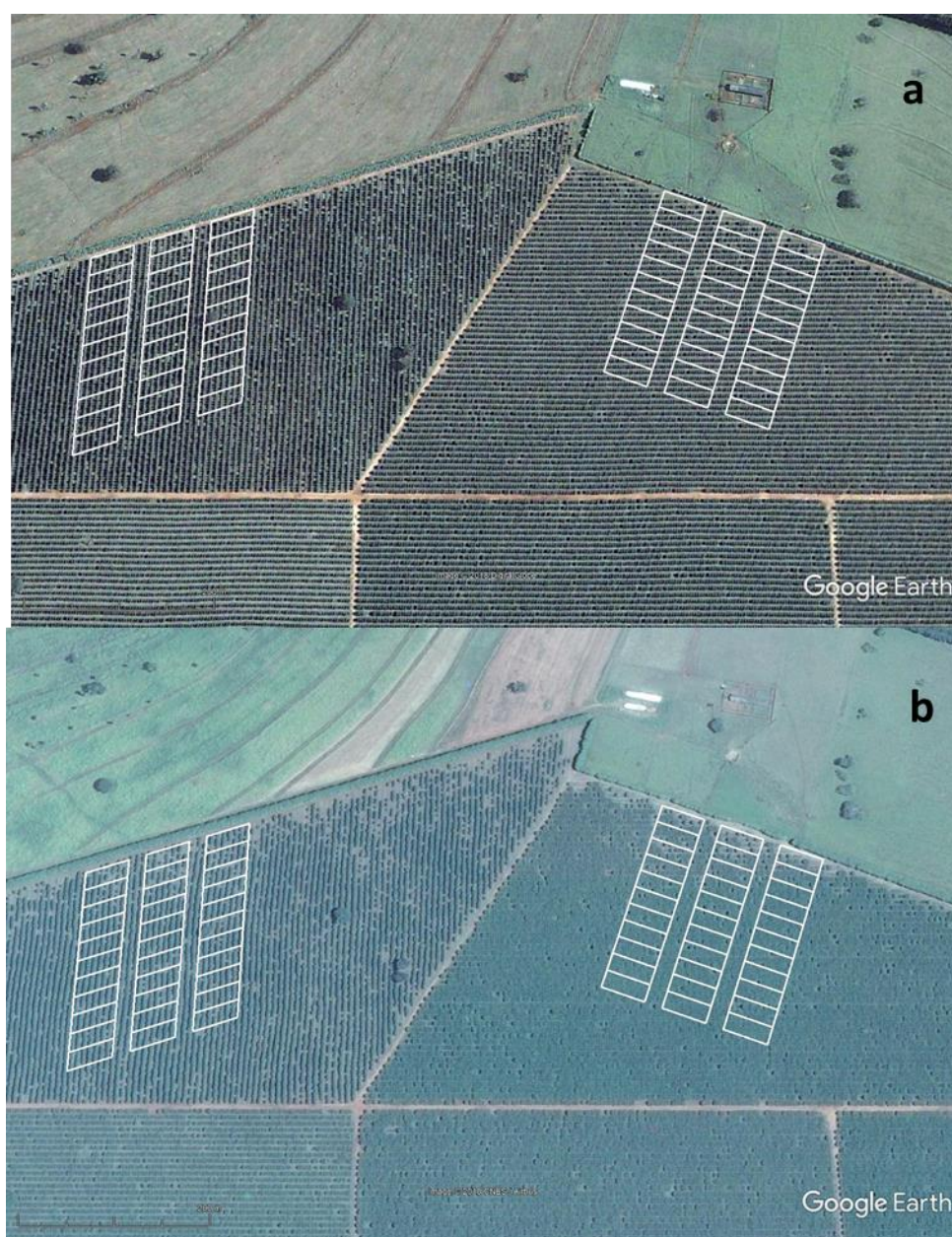


Figura 9. Imagem da Área 8, localizada na divisa de uma propriedade de citros na cidade de Cerqueira César-SP, com talhões vizinhos plantados nos sentidos paralelo (direita) e perpendicular (esquerda) à divisa da propriedade e com as marcações das faixas onde foi avaliada a incidência de HLB. Imagem do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Fonte: Google Earth Pro.

3.1.2. Processamento das imagens e estimativa da incidência de plantas com HLB

As imagens foram georreferenciadas e, com o uso do programa AutoCAD®, cada planta e falha do talhão foi georreferenciada individualmente. Em seguida, em cada talhão foram marcadas de duas a três faixas de 50 m de largura por 200 m de comprimento a partir da borda, dependendo do tamanho do talhão, para a contagem das plantas originais, falhas e replantas (Figuras 2 a 9). As faixas foram marcadas na parte mais interna do talhão para minimizar a influência do efeito de borda a partir dos carregadores laterais do talhão. Posteriormente, cada faixa foi dividida em sub-faixas paralelas à divisa com 20 m de largura a partir da borda. Em cada sub-faixa foram contados o número de plantas originais, o número de plantas eliminadas (falhas) e o número de replantas. As plantas originais foram consideradas como plantas saudáveis e as falhas e replantas como plantas com HLB. Com estes dados foi estimada a incidência de plantas doentes em cada faixa como a proporção de plantas doentes em relação ao total de plantas na sub-faixa. Para a análise de gradiente foi usado o valor médio da incidência das três sub-faixas para cada distância.

3.1.3. Análise dos dados

Para a análise do gradiente de doença, a incidência da doença calculada para cada sub-faixa (y) foi plotada em função da distância média da sub-faixa em relação à divisa da propriedade (x) e os dados foram ajustados ao modelo exponencial negativo [$y(x) = a \cdot \exp(-bx)$], onde, b determina a inclinação do gradiente e a é a intensidade de doença na fonte [$y(0) = a$]. Em seguida, os valores médios estimados de b para cada tratamento de direção de plantio em relação à divisa (Plantio paralelo vs Plantio perpendicular) foram comparados pelo teste t para amostras dependentes a 5% de significância.

Em seguida, as incidências médias acumuladas de plantas doentes a cada faixa de 20 m da divisa até a distância de 160 m dos dois sentidos de plantio foram comparadas pelo teste t para mostras dependentes a 5% de significância.

3.2. Efeito da manutenção de laranjeiras doentes na faixa de borda de pomares, associada à aplicação de inseticidas, na população e infectividade de *D. citri* e na incidência de HLB

3.2.1. Área experimental e tratamentos

Este estudo foi realizado de janeiro de 2016 a janeiro de 2018, em uma propriedade de citros no município de São Pedro do Turvo, região oeste no estado de São Paulo. O clima na região é classificado segundo Köppen como Cfa, com verões quentes e geadas esporádicas, úmido sem estação seca definida, mas com concentração de chuvas no verão e estiagens no período de final de outono e inverno (Clima-Data.Org, 2018). Este município pertence à região de Duartina, que segundo os levantamentos da incidência de HLB, realizado pelo Fundecitrus, nos anos de 2016, 2017 e 2018, tinha, respectivamente, 17,5%, 22,7% e 32,8% de laranjeiras de pomares comerciais com sintomas da doença (Fundecitrus, 2016; 2017; 2018).

Para o experimento foram selecionados cinco talhões, todos na divisa da propriedade e tendo outros pomares de citros nas propriedades vizinhas. Os talhões 1, 2 e 3 eram de laranjeira doce ‘Valência’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada em limoeiro ‘Cravo’ [*Citrus limonia* (L.) Osbeck], plantados em novembro e dezembro de 2011 no sentido paralelo à divisa da propriedade, no espaçamento 6,8 m x 2,5 m, para os talhões 1 e 2, e 6,5 m x 2,5 m, para o talhão 3. Os talhões 4 e 5 foram plantados em dezembro de 2011 no sentido perpendicular à divisa da propriedade, sendo o talhão 4 de laranjeira ‘Valência’ em limoeiro ‘Cravo’ no espaçamento 6,8 m x 2,5 m e o talhão 5, de laranjeira ‘Pera Rio’ em limoeiro ‘Cravo’ no espaçamento 6,5 m x 2,5 m.

Cada talhão foi dividido em quatro parcelas de 150 a 200 m de largura por 150 a 200 m de comprimento, sendo duas parcelas localizadas na borda do talhão ao lado da divisa da propriedade (B1 e B2) e duas no centro do talhão, imediatamente após às duas parcelas de borda (C1 e C2) (Figura 10). Nos talhões 1, 2 e 3 cada parcela tinha 1.425 plantas na área útil. No talhão 4, a área útil das

parcelas B1 e B2 tinha 1.344 plantas, da parcela C1, 1.255 plantas e da C2, 1.259 plantas. No talhão 5, a área útil das parcelas B1, C1 e C2 tinha 1.536 plantas e da parcela B2, 1.042 planta (Figura 11).

As plantas doentes encontradas foram marcadas com uma fita plástica amarela em cada lado e eliminadas ao final de cada inspeção nas parcelas B2, C1 e C2, enquanto que na parcela B1, as plantas doentes encontradas não foram removidas.

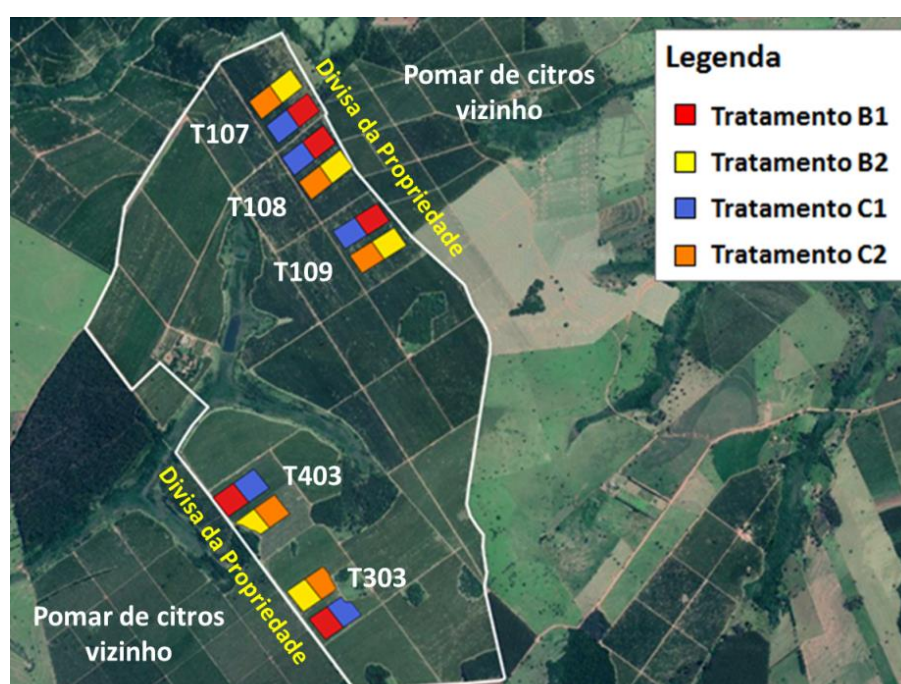


Figura 10. Mapa geral da propriedade em São Pedro do Turvo-SP, com a localização da divisa da propriedade, dos talhões avaliados e dos tratamentos em cada talhão. Fonte: Google Earth.

Todos os talhões seguiram o programa de aplicação de inseticidas para o controle do psíldeo realizado na propriedade. Este programa compreendia a aplicação de inseticidas de contato com turbopulverizador em todas as plantas do talhão, em média, a cada 20 dias e a pulverização apenas nas plantas do perímetro do talhão (aplicação de bordadura) a cada 10 dias. A cada aplicação foi feita a rotação do grupo químico do inseticida, utilizando-se piretróides (bifentrina, beta-

ciflutrina e beta-cipermetrina), organofosforados (dimetoato e clorpirifós), neonicotinóides (imidacloprido e thiamethoxam), éter piridiloxipropílico (piriproxifen), benzoiluréia (diflubenzuron) e tiadiazinona (buprofezin).

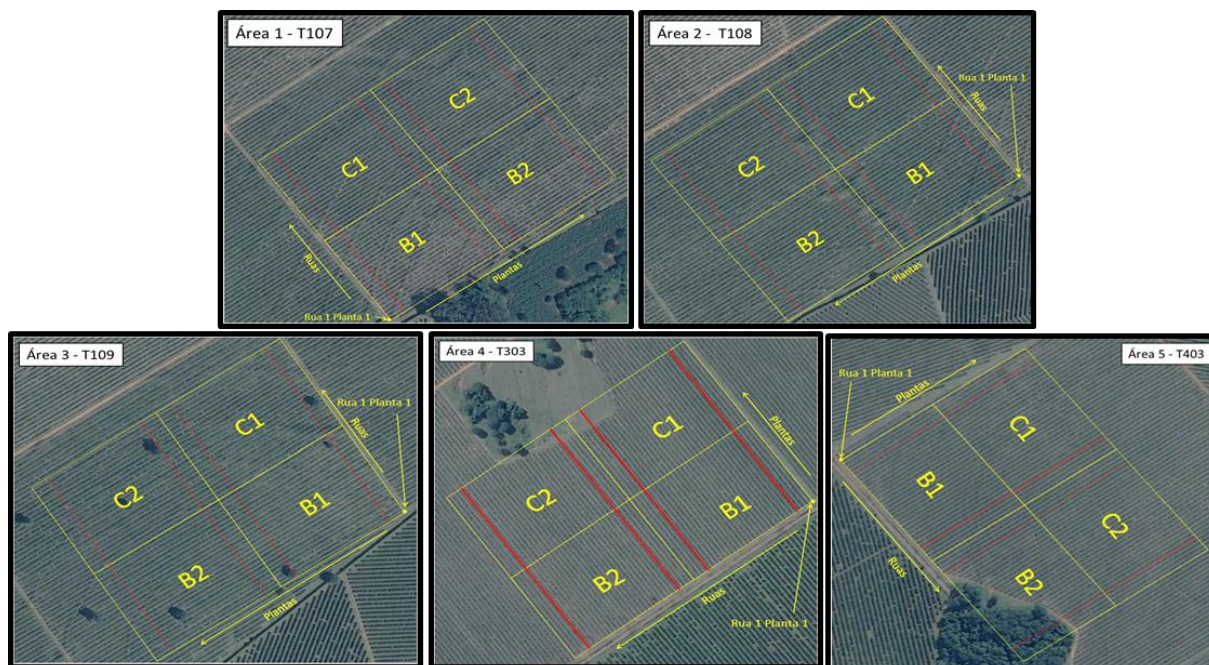


Figura 11. Imagens dos talhões do experimento com a indicação da divisão das parcelas (áreas com contorno amarelo), áreas úteis (áreas em contorno vermelho) e distribuição dos tratamentos. As parcelas B2, C1 e C2 receberam o manejo de HLB com aplicação de inseticidas, eliminação das plantas doentes de citros e replantio das plantas eliminadas. A parcela B1 recebeu aplicação de inseticida, mas não teve a eliminação das plantas doentes.

3.2.2. Avaliação da incidência de HLB

Em todas as parcelas foram realizadas inspeções mensais de todas as plantas para a detecção de plantas com sintomas de HLB. As inspeções foram feitas visualmente com dois inspetores por rua de plantio (um de cada lado). Em cada parcela foram contadas na área útil as plantas com sintomas típicos do HLB (ramos

com folhas amareladas, folhas com mosqueado, frutos deformados e com sementes abortadas e queda precoce de fruta) e anotada em planilha a localização das plantas (parcela, rua e número da planta na rua).

3.2.3. Avaliação da população de *Diaphorina citri* e porcentagem de insetos portadores de *Candidatus Liberibacter* spp.

Para o monitoramento e captura de psílídeos, na área útil de cada parcela, foram distribuídos 20 cartões adesivos amarelos, de maneira equidistante, em cinco ruas de plantio com quatro cartões cada (Figura 12). Os cartões adesivos amarelos (ISCA®) tinham 30 cm x 10 cm e dupla face com cola, e foram trocados e avaliados quinzenalmente, contando-se o número de adultos de *D. citri* capturados.

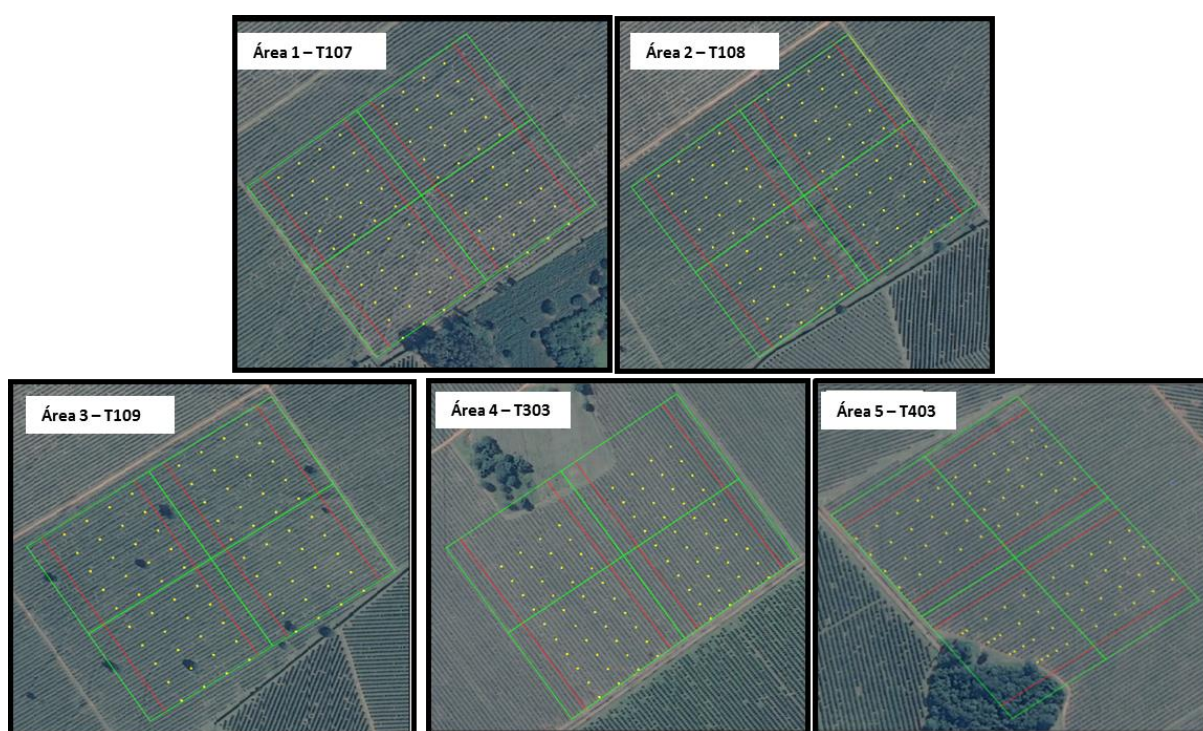


Figura 13. Imagens das áreas indicando a divisão das parcelas (áreas com contorno amarelo), áreas úteis (áreas em contorno vermelho) e a localização dos cartões adesivos amarelos (pontos amarelos).

Os insetos encontrados foram colocados em microtubo Eppendorf contendo álcool 70% e armazenados em geladeira para serem avaliados individualmente quanto à presença CLas e CLam por PCR quantitativo em tempo real (qPCR), no Laboratório do Centro de Diagnóstico de Doenças e Pragas dos Ctrós, do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento do Fundecitrus, em Araraquara-SP.

A extração de DNA a partir dos psilídeos coletados foi feita utilizando-se o método do CTAB (Murray & Thompson, 1980). As amostras de insetos foram maceradas, com auxílio de um pistilo, diretamente em tubos de 1,5 ml com 400 µl de tampão CTAB (CTAB – 2,0%, NaCl – 8,2%, PVP 10000 – 2,0%, Tris 0,01 M pH 8,0 e EDTA 0,05 M pH 8,0) contendo 0,2% de β-mercaptoetanol e em seguida, submetidas à incubação a 65°C durante 30 min e centrifugação a 960 g por 5 min. Foram recuperados 350 µl do sobrenadante e adicionados 350 µl da solução de clorofórmio: álcool isoamílico (24:1). Após homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 15300 rpm por 10 min e 300 µl do sobrenadante transferido para novos tubos. Em cada amostra acrescentou-se 0,6 volumes de isopropanol (180 µl) para precipitação do DNA por meio de incubação a -20°C por 30 min. Após esse período, as amostras foram centrifugadas a 15.300 rpm por 20 min, o sobrenadante descartado e o sedimento lavado duas vezes com 700 µL de etanol 70%. Após a última centrifugação (15.300 rpm por 10 min, duas vezes) do processo de lavagem, as amostras foram secas por 6 min em Speed Vac (Eppendorf) e o pellet de DNA ressuspenso em 30 µl de Água deionizada autoclavada.

A detecção de CLas e CLam nas amostras de DNA obtidas dos psilídeos foi realizada por meio da técnica de qPCR duplex desenvolvida no Fundecitrus (*dados não publicados*) que permite a análise simultânea da presença das duas bactérias na mesma amostra. Todas as amostras, inclusive os controles positivo e negativo, foram avaliadas em duplicata em termociclador StepOnePlus (Applied Biosystem).

3.2.4. Análise dos dados

Os dados do número de psilídeos capturados por armadilha por avaliação, a porcentagem de psilídeos infectivos e de incidência de plantas com HLB inicial e

após dois anos foram comparados entre as parcelas B1 (borda sem eliminação) e B2 (borda com eliminação) e entre as parcelas C1 (centro após borda sem eliminação) e C2 (centro após borda com eliminação), B1 e C1, e B2 e C2, utilizando o teste t para variáveis dependentes a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Incidência e gradiente de plantas com HLB em função da direção de plantio

Conforme descrito em trabalhos anteriores (Gottwald et al. 2008b), foi observado um gradiente decrescente da incidência de plantas com HLB da borda dos talhões para o seu interior em quase todas as áreas estudadas, tanto nos talhões com plantio perpendicular à divisa, como nos talhões com plantio paralelo à divisa da propriedade (Figuras 14 a 21). A exceção ocorreu para as áreas 2.2, 4.1, 5.1, 6.1 e 6.2 nos talhões com plantio paralelo e 6.1 no talhão com plantio perpendicular, onde as incidências nas diferentes faixas de distância não indicaram um padrão de gradiente significativo (parâmetro b estimado pelo modelo exponencial negativo não foi significativo e o coeficiente de determinação do ajuste do modelo foi menor que 0,50) (Tabela 1). Nestes cinco casos, a incidência de plantas doentes no talhão era baixa, igual ou menor que 5%.

Na comparação dos parâmetros a e b estimados pelo ajuste do modelo exponencial negativo aos dados de incidência da doença por faixas de distância da borda dos talhões, houve diferença significativa para o parâmetro a mas não houve diferença significativa para o parâmetro b entre os talhões com plantio paralelo (Tabela 2), indicando que embora a média estimada da incidência da doença na borda do talhão seja menor nos talhões com plantio paralelo, as curvas de gradiente de doença apresentam a mesma inclinação independentemente da direção do plantio.

Este resultado confirmou a hipótese inicial de que o plantio paralelo à divisa da propriedade reduz a incidência de HLB. Entretanto, não confirmou a hipótese

inicial, na qual se esperava que a curva de gradiente de plantas com HLB fosse mais inclinada nos talhões com o plantio paralelo que nos talhões com plantio perpendicular em relação à divisa.

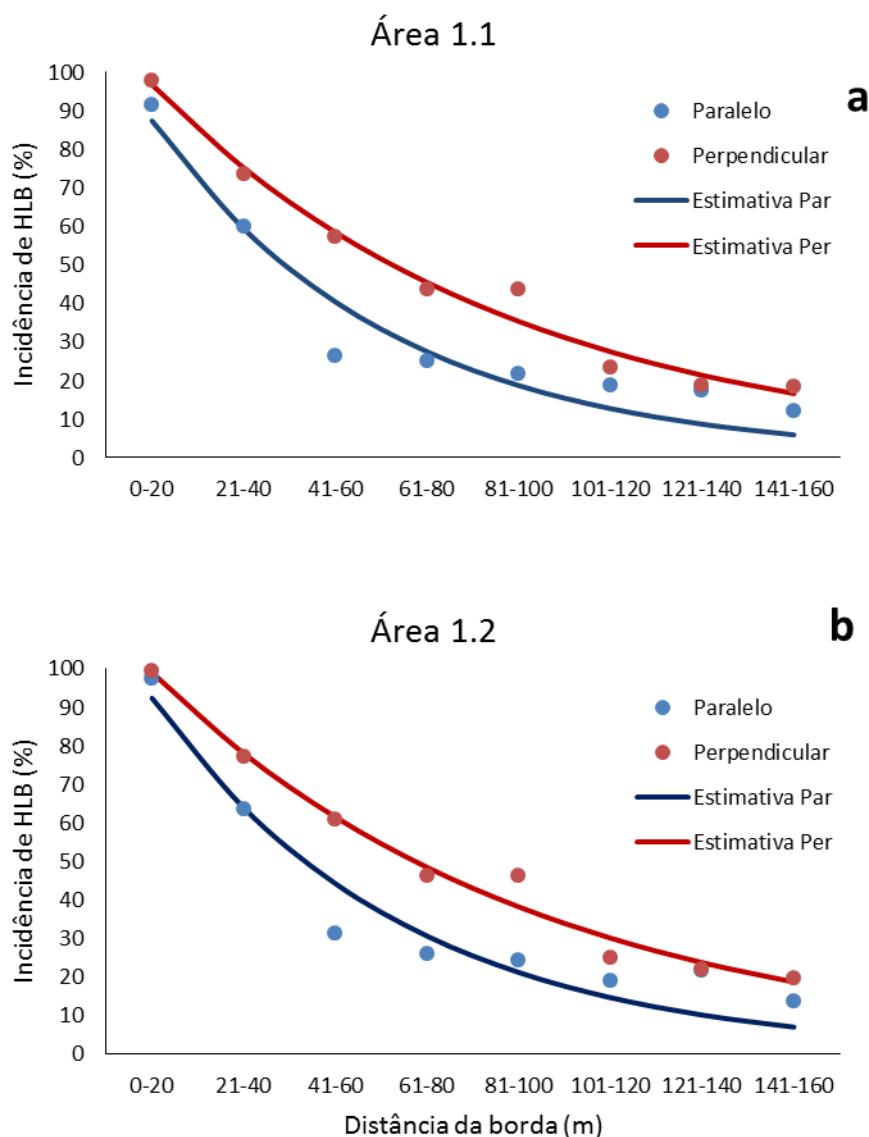


Figura 14. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 1 do dia 05/09/2013 (a) e do dia 14/12/2014 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

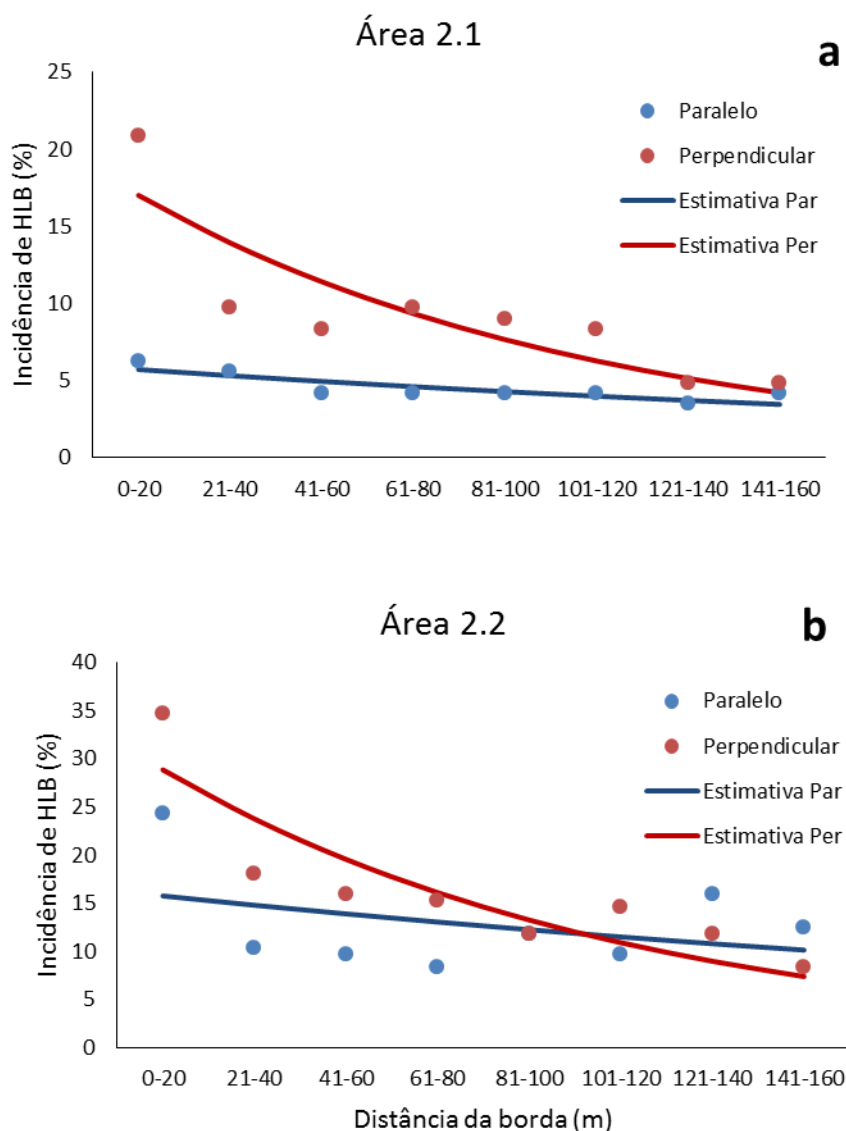


Figura 15. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 2 do dia 28/07/2013 (a) e do dia 19/05/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

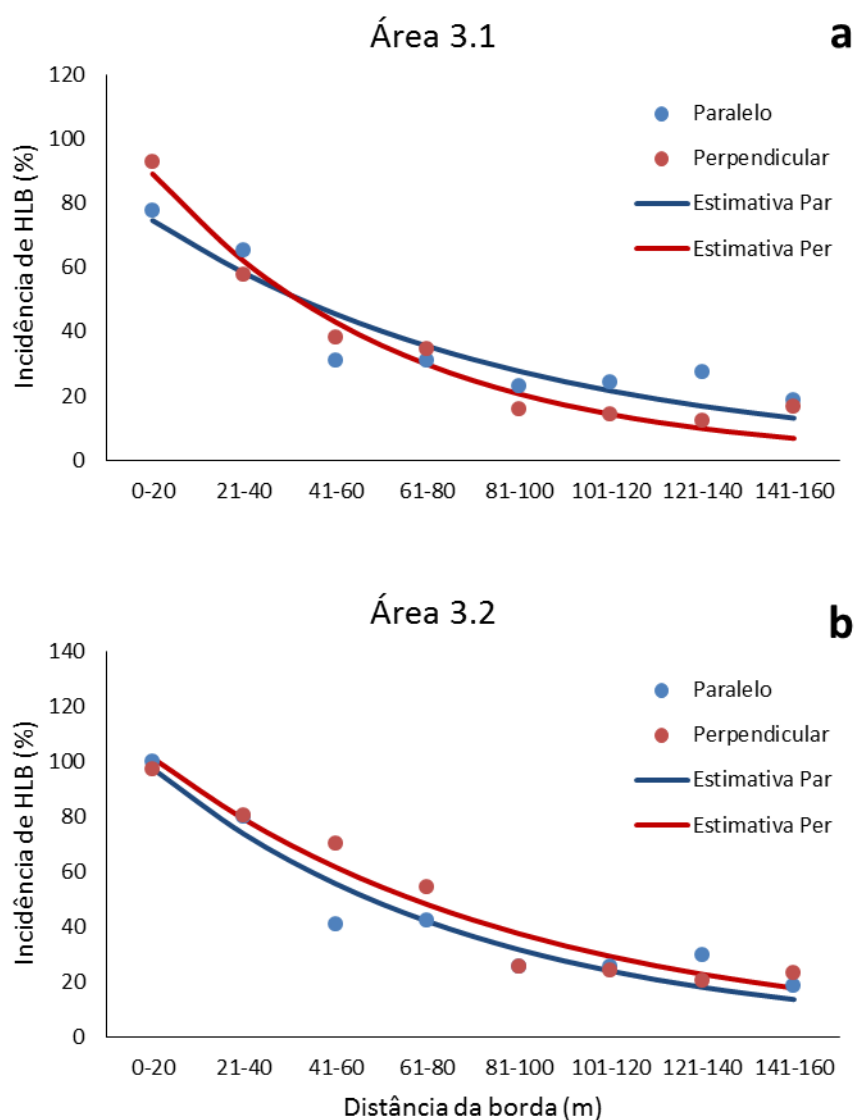


Figura 16. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 3 do dia 28/07/2013 (a) e do dia 19/05/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

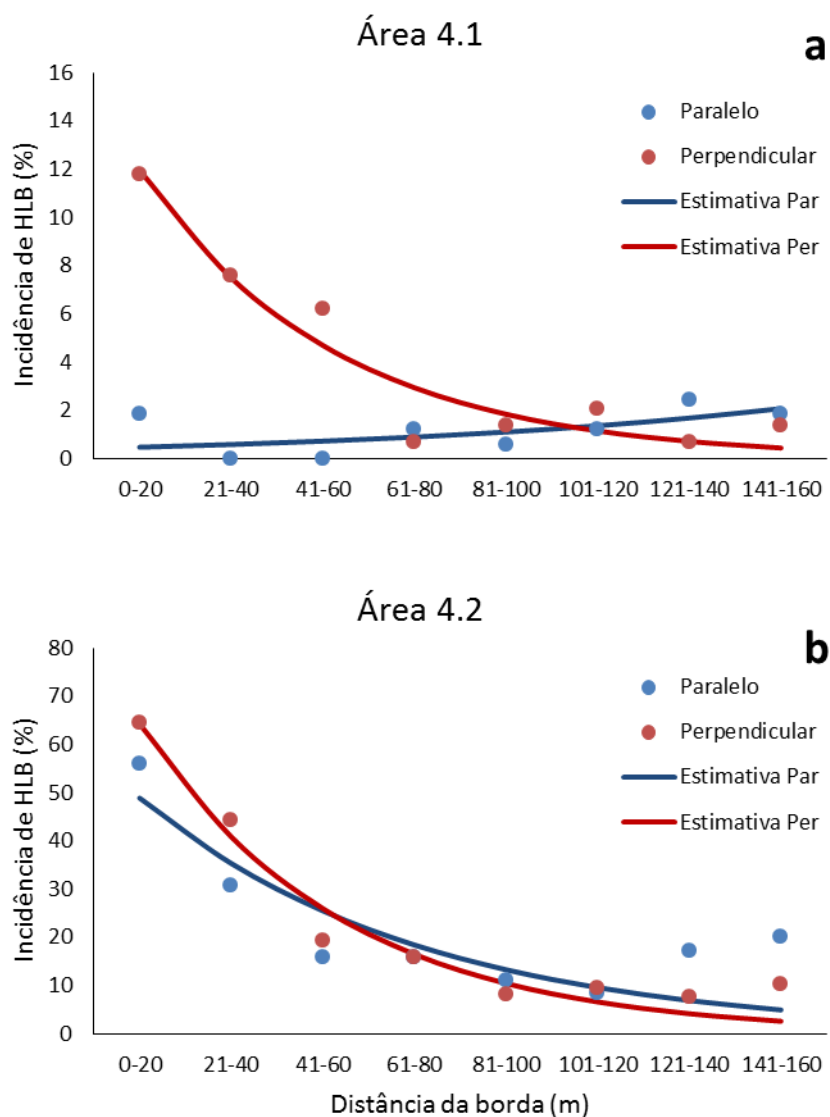


Figura 17. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 4 do dia 18/10/2010 (a) e do dia 30/06/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

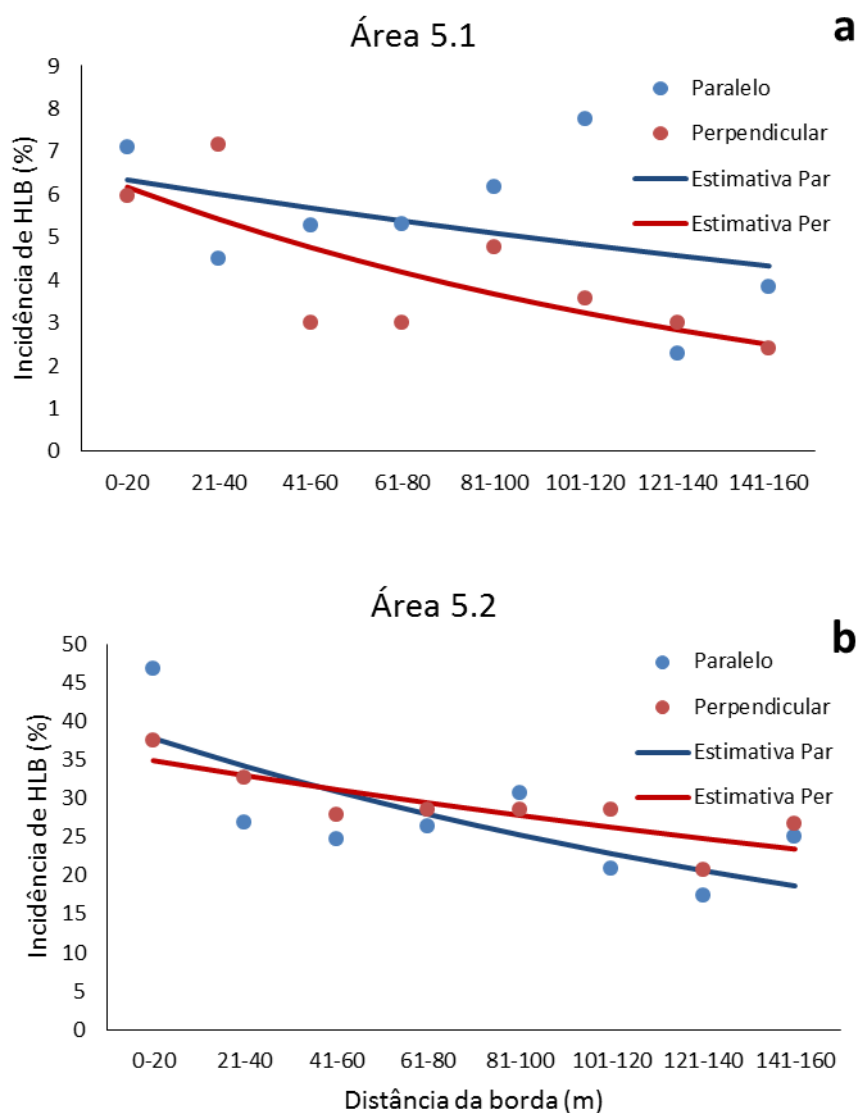


Figura 18. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 5 do dia 17/11/2010 (a) e do dia 19/02/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

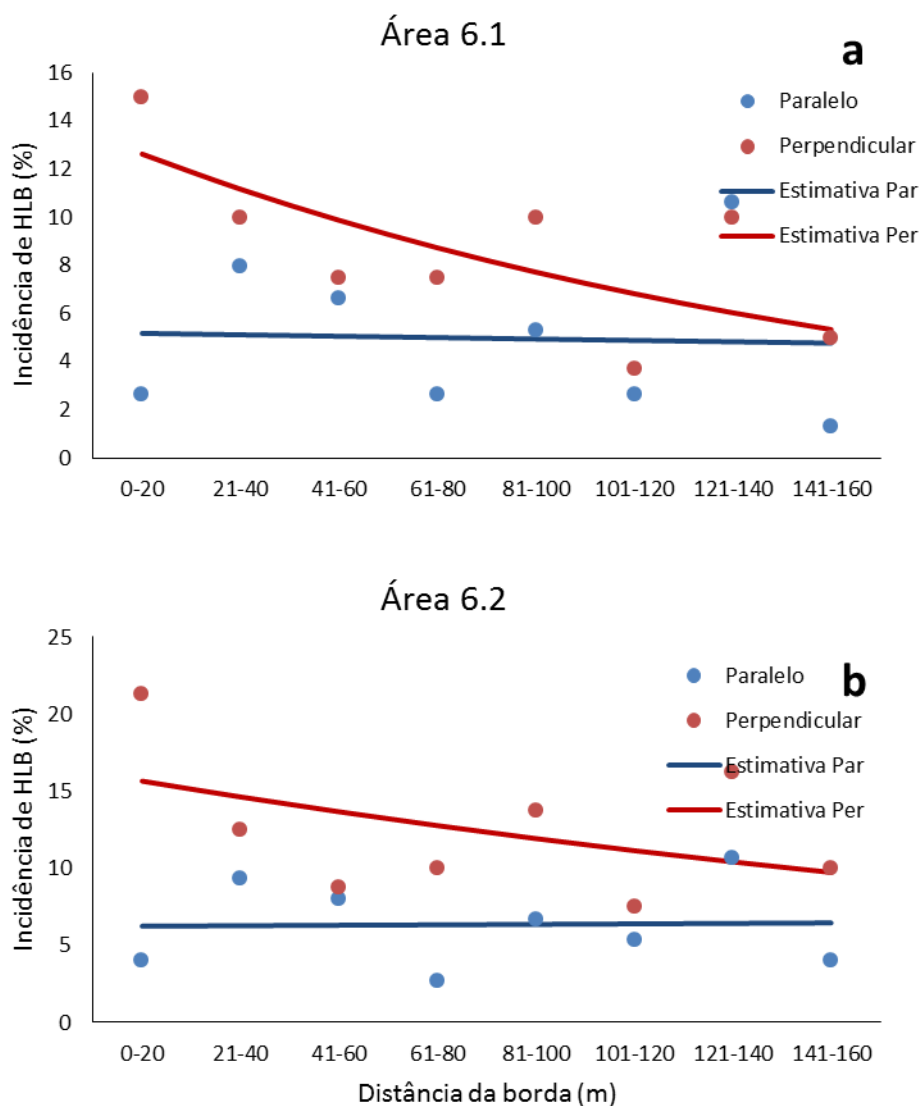


Figura 19. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 6 do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

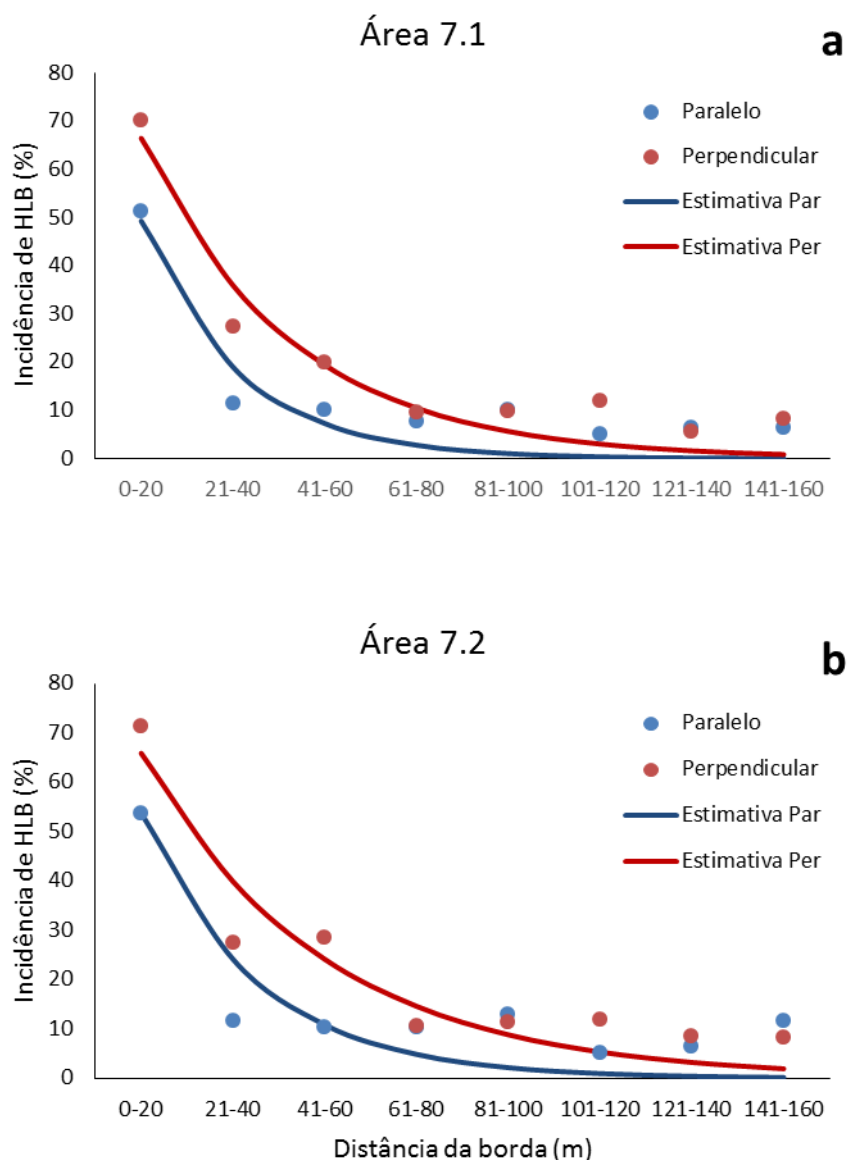


Figura 20. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 7 do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

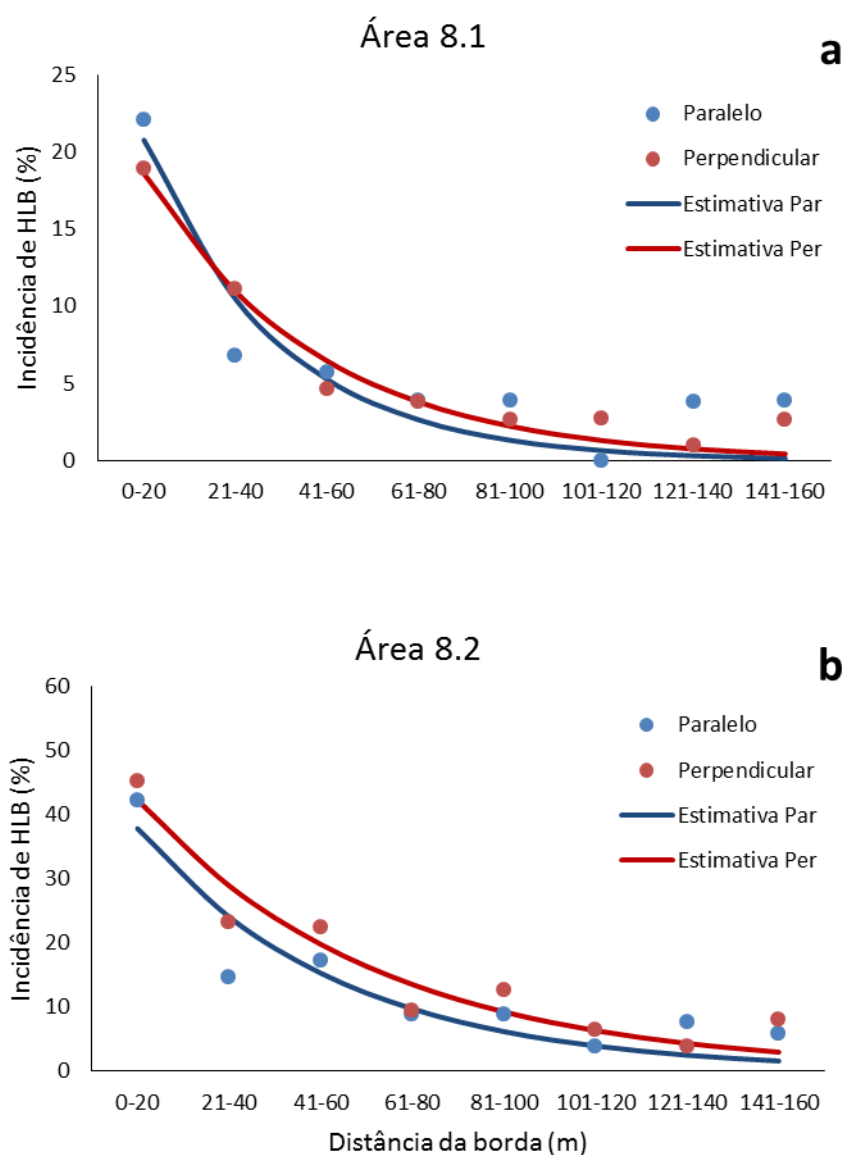


Figura 21. Gradiente de incidência de plantas de citros com HLB por faixa de distância em relação à divisa da propriedade nos talhões plantados no sentido paralelo e perpendicular, obtido pela análise da imagem da Área 8 do dia 09/07/2013 (a) e do dia 14/05/2016 (b). Pontos representam os dados originais e linhas a curva ajustada pelo modelo exponencial negativo.

Tabela 1. Parâmetros a e b estimados pelo ajuste do modelo exponencial negativo $[y(x)=a \cdot \exp(-bx)]$ aos dados de incidência de HLB nas faixas de distância da borda de talhões com plantio no sentido paralelo e perpendicular.

Área	Direção do plantio	a	Erro padrão	P	b	Erro padrão	P	R^2
1.1	Paralelo	105,94	10,57	0,0001	0,019	0,000	0,0004	0,93
	Perpendicular	109,69	4,60	0,0000	0,013	0,001	0,0000	0,98
1.2	Paralelo	111,06	10,91	0,0001	0,018	0,003	0,0004	0,93
	Perpendicular	111,54	4,46	0,0000	0,012	0,001	0,0000	0,98
2.1	Paralelo	5,92	0,44	0,0000	0,004	0,001	0,0091	0,70
	Perpendicular	18,79	2,88	0,0006	0,010	0,003	0,0099	0,72
2.2	Paralelo	16,30	4,24	0,0085	0,003	0,003	0,3689	0,11
	Perpendicular	31,82	4,19	0,0003	0,010	0,002	0,0053	0,77
3.1	Paralelo	84,62	9,60	0,0001	0,012	0,002	0,0015	0,86
	Perpendicular	107,12	7,50	0,0000	0,018	0,002	0,0001	0,96
3.2	Paralelo	112,29	10,09	0,0000	0,014	0,002	0,0004	0,92
	Perpendicular	114,87	8,14	0,0000	0,012	0,001	0,0001	0,95
4.1	Paralelo	0,44	0,34	0,2390	-0,010	0,006	0,1468	0,33
	Perpendicular	15,12	1,86	0,0002	0,023	0,004	0,0011	0,92
4.2	Paralelo	57,66	11,31	0,0022	0,016	0,005	0,0138	0,69
	Perpendicular	80,72	7,04	0,0000	0,023	0,003	0,0002	0,95
5.1	Paralelo	6,50	1,38	0,0033	0,003	0,003	0,3314	0,17
	Perpendicular	6,57	1,11	0,0010	0,006	0,002	0,0386	0,55
5.2	Paralelo	39,85	5,68	0,0004	0,005	0,002	0,0003	0,52
	Perpendicular	36,00	2,30	0,0000	0,003	0,001	0,0111	0,68
6.1	Paralelo	5,23	2,55	0,0859	0,001	0,005	0,9186	0,00
	Perpendicular	13,45	2,43	0,0015	0,006	0,003	0,0562	0,48
6.2	Paralelo	6,21	2,15	0,0278	0,000	0,004	0,9505	0,00
	Perpendicular	16,18	3,60	0,0041	0,003	0,003	0,2695	0,18
7.1	Paralelo	79,47	18,10	0,0046	0,048	0,014	0,0145	0,83
	Perpendicular	90,50	11,69	0,0002	0,031	0,005	0,0013	0,92
7.2	Paralelo	80,26	21,95	0,0106	0,045	0,016	0,0311	0,74
	Perpendicular	84,74	11,68	0,0003	0,025	0,005	0,0020	0,89
8.1	Paralelo	29,30	5,65	0,0020	0,034	0,009	0,0086	0,84
	Perpendicular	24,25	2,16	0,0000	0,026	0,003	0,0002	0,96
8.2	Paralelo	47,45	7,67	0,0008	0,023	0,005	0,0046	0,84
	Perpendicular	51,12	5,41	0,0001	0,019	0,003	0,0006	0,92

P = significância do parâmetro estimado. Valores em negrito não são significativos a 5% ($P > 0,05$).

R^2 = coeficiente de determinação. Valores em negrito são menores que 0,50.

Tabela 2. Comparação, pelo teste t para amostras dependentes, das médias dos parâmetros a e b estimados pelo ajuste do modelo exponencial negativo [$y(x)=a \cdot \exp(-bx)$] aos dados de incidência de HLB nas faixas de distância da borda de talhões com plantio no sentido paralelo e perpendicular.

Parâmetro	Sentido de plantio	Média	Desvio padrão	N	Diferença	Desvio padrão da	t	gl	P
						diferença			
a	Paralelo		49,28						
	Perpendicular		57,03	16	-7,749	8,496	-3,648	15	0,0024
b	Paralelo		0,0146						
	Perpendicular		0,0150	16	0,000	0,012	-0,138	15	0,8924

Supunha-se que com o crescimento da copa das plantas, nos talhões plantados no sentido paralelo, as plantas se tocassem na linha de plantio e formassem uma barreira natural à penetração do psíldeo portador da bactéria vindo de fora do pomar. Consequentemente, haveria uma concentração maior de plantas doentes mais próximas à borda do talhão no sentido paralelo, pois os psíldeos ficariam limitados às plantas mais próximas da borda. Isto não ocorreria no plantio perpendicular, porque as entrelinhas serviriam como corredores para a livre penetração do psíldeo e, portanto, o gradiente da doença seria menos abrupto com uma penetração maior dos psíldeos no interior dos talhões.

Uma possível explicação para a ausência de diferença da inclinação do gradiente da doença entre os sentidos de plantio paralelo e perpendicular poderia ser a eliminação das plantas doentes ao longo do tempo à medida que fossem detectadas nas inspeções e a sua substituição por mudas saudáveis. Isto criaria espaços, reduzindo efeito barreira nas linhas com plantio paralelo e distribuindo melhor os psíldeos no interior do talhão.

Outro ponto importante a ser lembrado, é que não se sabe quão rigoroso era o controle do psíldeo nas diferentes áreas estudadas e também com que idade (tamanho) estavam as plantas no momento do início da epidemia de HLB. Um controle menos rigoroso do psíldeo permitiria uma maior movimentação do psíldeo para dentro do talhão em ambos os sentidos de plantio dos talhões. Por sua vez, em

epidemias iniciadas em talhões com plantas mais jovens, o efeito barreira do plantio paralelo à divisa seria menor em relação ao efeito do plantio perpendicular quando comparado com epidemias iniciadas em pomares com plantas adultas.

Apesar de não se ter observado diferenças no gradiente de doença entre os sentidos de plantio, foi observada diferença significativa ($P<0,05$) com relação à incidência acumulada de plantas com HLB em todas as distâncias em relação à borda dos talhões (Tabela 3). A incidência foi em média 25,1% maior nos talhões com plantio perpendicular em relação à divisa da propriedade que nos talhões de sentido paralelo. A distância que compreende os primeiros 20 m em relação à borda apresentou no sentido paralelo incidência média acumulada de 5,3% e no sentido perpendicular, 6,2%, uma redução de 17,2%, sendo a menor redução em relação às distâncias seguintes, seguida pela faixa até 40 m, com redução de 21,4%. Até 60 m da borda a incidência acumulada de HLB nos talhões com plantio paralelo foi 28,3% menor que nos talhões com plantio perpendicular. Até 80 m, 100 m, 120 m, 140 m e 160 m as diferenças médias na incidência acumulada foram, respectivamente, 29,6%, 28,8%, 28,4%, 28, 8% e 22,8%.

A menor diferença observada entre as incidências acumuladas entre o plantio paralelo e perpendicular nas primeiras faixas até 20 m e até 40 m, pode estar relacionada à maior pressão dos insetos vetores que apresentam em seu comportamento de dispersão, preferência por essa região do talhão. Por estarem mais concentrados, a probabilidade de sucesso em conseguir transmitir o patógeno para as plantas de citros que se encontram nessas faixas é maior, reduzindo o efeito da direção do plantio. Quanto maior a distância em relação à borda do talhão, maior o efeito da direção do plantio e maior a diferença de incidência entre os tratamentos. Setamou & Bertels (2015) constataram que a população de psílídeos observada no interior dos talhões era diretamente proporcional à população de psílídeos observada nas plantas próximas à borda dos talhões.

Tabela 3. Comparação, pelo teste t para amostras dependentes, das incidências acumuladas de plantas com sintomas de HLB (em proporção) nas diferentes faixas de distâncias em relação à borda dos talhões plantados no sentido paralelo e no sentido perpendicular em relação à divisa da propriedade.

Faixa de distância da borda	Sentido de plantio	Incidência média	Desvio padrão	N	Diferença	Desvio padrão da diferença	t	gl	P
0 a 20 m	Paralelo	0,0529	0,0439						
	Perpendicular	0,0620	0,0443	16	-0,0091	0,01306	-2,7855	15	0,0139
0 a 40 m	Paralelo	0,0849	0,0751						
	Perpendicular	0,1030	0,0754	16	-0,0181	0,01699	-4,2677	15	0,0007
0 a 60 m	Paralelo	0,1044	0,0893						
	Perpendicular	0,1340	0,1008	16	-0,0296	0,02317	-5,1045	15	0,0001
0 a 80 m	Paralelo	0,1218	0,1041						
	Perpendicular	0,1578	0,1207	16	-0,0360	0,02863	-5,0349	15	0,0001
0 a 100 m	Paralelo	0,1380	0,1143						
	Perpendicular	0,1778	0,1346	16	-0,03978	0,03572	-4,4549	15	0,0005
0 a 120 m	Paralelo	0,1507	0,1241						
	Perpendicular	0,1934	0,1438	16	-0,04274	0,03862	-4,4270	15	0,0005
0 a 140 m	Paralelo	0,1664	0,1340						
	Perpendicular	0,2064	0,1510	16	-0,0399	0,04124	-3,8738	15	0,0015
0 a 160 m	Paralelo	0,1793	0,1414						
	Perpendicular	0,2202	0,1594	16	-0,04087	0,04419	-3,6990	15	0,0021

4.2. Efeito da manutenção de plantas com HLB na faixa de borda dos pomares

4.2.1. Dinâmica populacional e infectividade de *Diaphorina citri*

A dinâmica populacional de *D. citri* durante todo o experimento foi observada com base na captura de insetos adultos nos cartões adesivos amarelos distribuídos em todos os talhões. A presença do psíldeo foi observada em todas as estações do ano, porém o maior número de psíldeos capturados ocorreu nos meses de inverno de 2016 e primavera de 2017 (Figura 22). Esses picos populacionais podem estar associados a maior emissão de brotações vegetativas, que são preferidas pelo inseto para alimentação e oviposição (Gallo et al. 2002).

Esses resultados são concordantes com outros trabalhos referentes à dinâmica populacional de *D. citri* em distintas localidades. Yamamoto et al. (2001) constataram que o pico populacional de *D. citri* ocorreu em 1993/1994, no início do verão e, em 1994/1995, no final da primavera, em pomares localizados nas regiões de Catanduva, Barretos e Monte Azul Paulista, em São Paulo. Uehara-Carmo et al. (2006) verificaram que o pico populacional de *D. citri* ocorreu no verão de 2004 e na primavera de 2005, em pomares da região de Taquaritinga, São Paulo. Belasque et al. (2010) observaram que as populações de *D. citri* geralmente aumentam nos períodos em que as plantas apresentam maior fluxo vegetativo, com picos populacionais na primavera e no verão.

Devi & Sharma (2013) apontam a temperatura (máxima e mínima), a luminosidade e a precipitação como essenciais para a abundância de adultos de *D. citri* na Índia. Além desses fatores, Chong (2010) também descreveu a importância da velocidade do vento e a umidade relativa na flutuação populacional de *D. citri*, especificamente nos Estados Unidos. No entanto, Raychaudhuri et al. (1972) relatam que a incidência de *D. citri* diminui com o início da estação chuvosa, mas o inseto reaparece em pequenas quantidades durante o outono, quando a quantidade de chuva diminui.

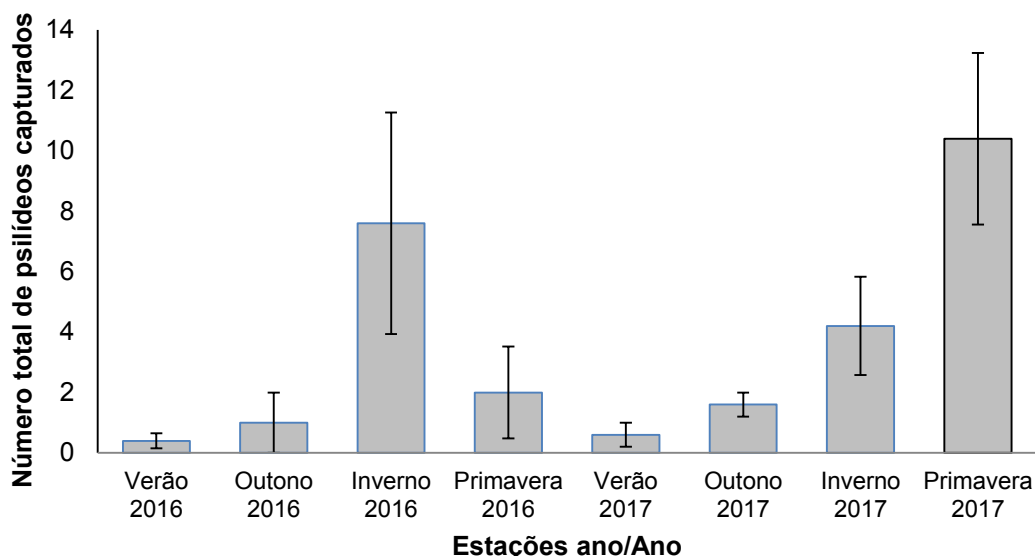


Figura 22. Média do número total de *Diaphorina citri* capturados nos cartões adesivos colocados nos talhões do experimento, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de cinco talhões e 80 cartões por talhão, trocados a cada 14 dias. Barras representam o erro padrão da média.

Quanto ao número de psílídeos capturados nos cartões adesivos amarelos, área 4 (talhão 303) foi o que teve maior captura durante os dois anos do experimento (média de 0,0104 psílídeos/cartão/avaliação), seguido pelas áreas 1(talhão 107) (0,0093 psílídeos/cartão/avaliação), 5 (talhão 403) (0,0074 psílídeos/cartão/avaliação), 3 (talhão 109) (0,0028 psílídeos/cartão/avaliação) e 2 (talhão 108) (0,0025 psílídeos/cartão/avaliação).

Não foram observadas diferenças significativas para a média de psílídeos capturados por cartão por avaliação na comparação entre as parcelas B1 e B2, C1 e C2, B1 e C1 e B2 e C2 (Figura 23 e Tabela 4), indicando que a manutenção ou erradicação de plantas doentes na faixa de borda não interferiu sobre a população e nem com gradiente de distribuição de psílídeos nos talhões durante o período estudado.

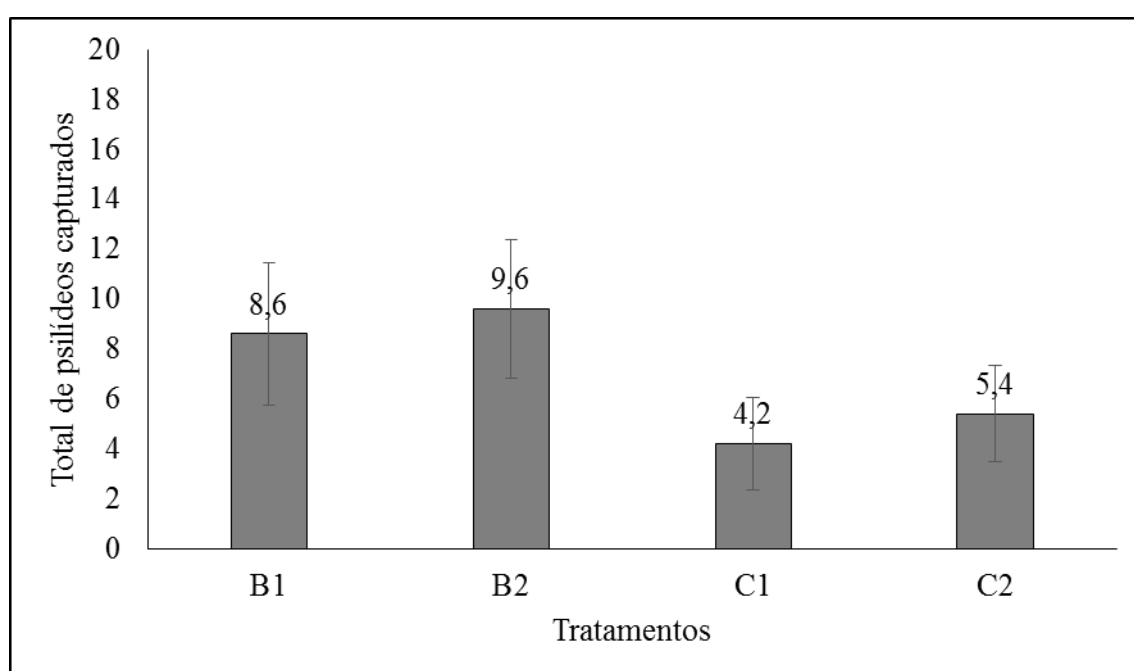


Figura 23. Média do total de adultos de *Diaphorina citri* capturados em cartões adesivos amarelos nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2). As barras representam o erro padrão da média. Média de cinco repetições, 20 cartões por parcela e 54 avaliações.

Tabela 4. Comparação pelo teste t para amostras dependentes da média do número de adultos de *Diaphorina citri* capturados por cartão adesivo amarelo por avaliação nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2), durante dois anos do início do experimento (20 cartões adesivos amarelos por parcela e 54 avaliações entre 04/01/2016 e 19/01/2018).

Trat.	Desvio		N	Desvio padrão				
	Psilídeos ^x	padrão		Diferença	da diferença	t	gl	p
B1	0,00796	0,00588						
B2	0,00889	0,00573	5	-0,0009	0,00404	-0,51299	4	0,63499
C1	0,00389	0,00384						
C2	0,00500	0,00396	5	-0,0011	0,00288	-0,86155	4	0,43752
B1	0,00796	0,00588						
C1	0,00389	0,00384	5	0,00407	0,00588	1,54983	4	0,19611
B2	0,00889	0,00573						
C2	0,00500	0,00396	5	0,00389	0,00639	1,35980	4	0,24549

^x Média do número de psilídeos capturados por cartão adesivo amarelo por avaliação.

A ausência de diferença de psilídeos entre as parcelas B1 (com eliminação de plantas doentes) e B2 (sem eliminação de plantas doentes) já era esperada, considerando que com o controle regular dos psilídeos, todos insetos capturados seriam originados de uma mesma fonte de criação do vetor externa à propriedade. A ausência de diferença significativa entre as parcelas da faixa de borda (B) e as parcelas centrais (C) foi diferente do que é relatado na literatura (Beloti et al. 2010; Setamou & Bertels, 2015; Chinelato, 2017), onde se esperaria uma maior população de insetos capturados na faixa de borda que na parte central dos talhões.

Provavelmente, isto tenha ocorrido pelo pouco tempo de avaliação, pela baixa taxa de captura de psilídeos em todos talhões ou mesmo pela variabilidade entre talhões. Somente a análise conjunta das parcelas da faixa de borda (B1 + B2) versus a faixa central dos talhões (C1 + C2) resultou em uma diferença significativa a 10% ($P = 0,058$), tendo em média 89% a mais de psilídeos capturados nos cartões adesivos localizados na faixa de borda que na faixa central dos talhões.

Por fim, a ausência de diferença da população de psílídeos entre as faixas centrais contíguas à faixa de borda com e sem eliminação de plantas doentes, ao contrário da hipótese inicial de trabalho, pode ter sido em função da baixa população de psílídeos capturados, mas também da ainda baixa incidência de plantas erradicadas na parcela B2 e não eliminadas na parcela B1. Espera-se que nos anos seguintes, com o aumento da incidência de plantas nas faixas de borda, os espaços deixados pela eliminação de plantas doentes nas parcelas B2, contribuam para o aumento da população de psílídeos capturados nas parcelas C2 e que esta seja maior que nas parcelas C1.

Do total de psílídeos capturados, mais de 50% encontravam-se infectados com CLas e nenhum com CLam, indicando uma alta taxa de infectividade dos psílídeos na região e a predominância absoluta de CLas como bactéria associada ao HLB (Figura 24). Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas entre as porcentagens de psílídeos portadores da bactéria na comparação entre as parcelas B1 e B2, C1 e C2, B1 e C1 e B2 e C2 (Tabela 5).

Este resultado indica que as plantas doentes na faixa de borda B1 não contribuíram significativamente para o aumento da porcentagem de psílídeos portadores da bactéria associada ao HLB, como era esperado pela hipótese inicial deste trabalho: plantas com sintomas de HLB tratadas com inseticidas numa frequência inferior a 20 dias não permitiriam que novas gerações do psílídeo fossem criadas nestas plantas doentes e que mesmo que a bactéria adquirida por insetos adultos nas plantas doentes mantidas no campo, este inseto seria morto antes que pudesse transmitir a bactéria para outra planta de dentro do talhão.

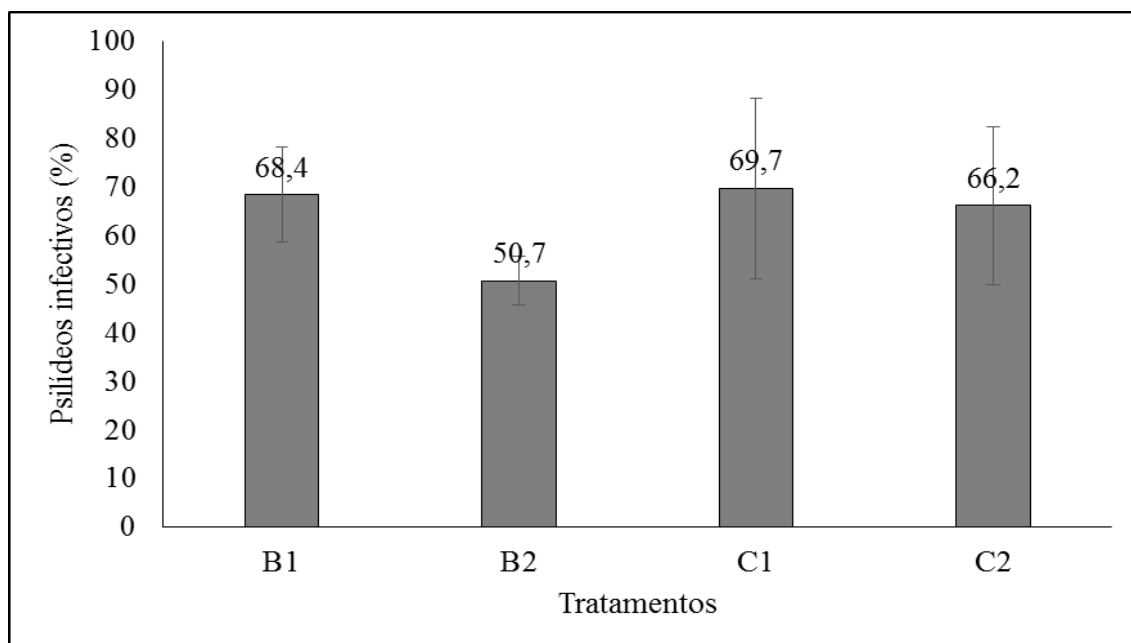


Figura 24. Porcentagem média de adultos de *Diaphorina citri* portadores de *Candidatus Liberibacter asiaticus* capturados nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2). As barras representam o erro padrão da média. Média de cinco repetições.

Tabela 5. Comparação pelo teste t para amostras dependentes da média da porcentagem de psilídeos infectivos capturados nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2) entre 04/01/2016 e 19/01/2018.

Trat.	Psilídeos infectivos (%)	Desvio padrão	N	Diferença	Desvio padrão da diferença	t	gl	p
B1	68,4	21,9						
B2	50,7	11,1	5	17,6	24,7	1,5964	4	0,18562
C1	69,7	41,4						
C2	66,2	36,2	5	3,5	62,1	0,1263	4	0,90558
B1	68,4	21,9						
C1	69,7	41,4	5	-1,3	59,7	-0,0493	4	0,96302
B2	50,7	11,1						
C2	66,2	36,2	5	-15,4	42,2	-0,8193	4	0,45861

4.2.2. Incidência de plantas com HLB

Mesmo com o controle frequente do psilídeo, novas plantas com sintomas da doença foram sendo encontradas ao longo do tempo. Durante cerca de um ano e meio do início do experimento a taxa de crescimento da doença foi baixa e praticamente linear. Entretanto, a partir do outono de 2017 o aumento foi exponencial e teve um grande salto no inverno de 2017 (Figura 25). Isto pode ter acontecido pela presença de pomares vizinhos sem o manejo adequado das plantas doentes e da população de psilídeo, que gerou uma população de psilídeos portadores de bactéria bastante considerável. De acordo com os dados do Alerta Fitossanitário do Fundecitrus, em 2017 a população de psilídeos no estado de São Paulo foi a mais alta registrada desde 2009 quando o monitoramento regional do psilídeo foi iniciado (Fundecitrus, 2018c)

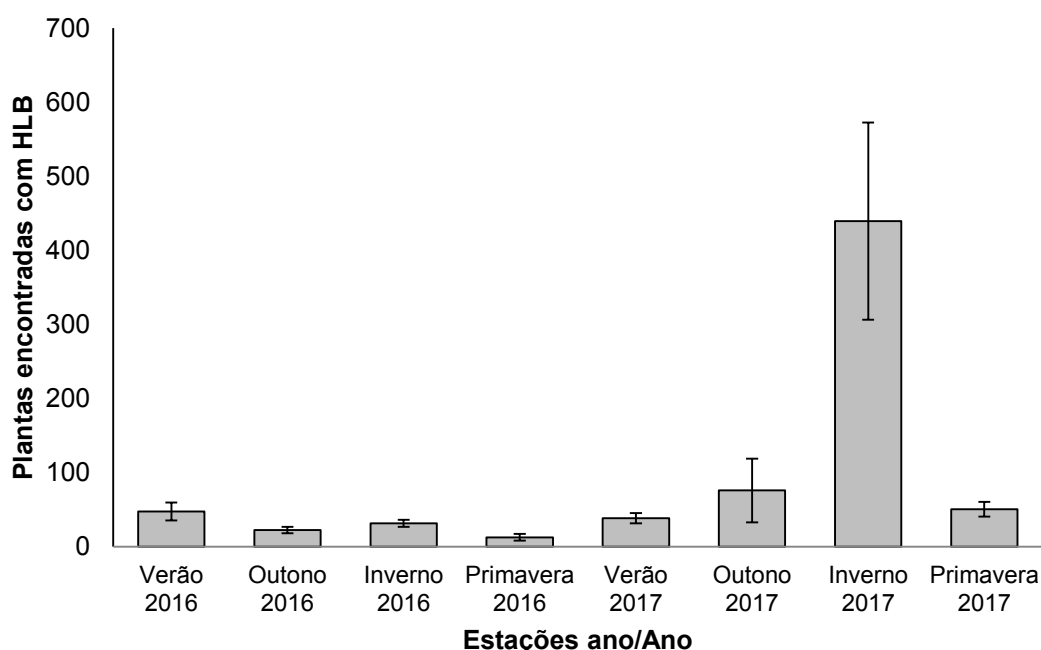


Figura 25. Média do número total de plantas encontradas com sintomas de HLB em cada estação do ano considerando todas as áreas experimentais. Média de cinco repetições. Barras representam o erro padrão da média.

No início do experimento, a incidência média de plantas com HLB nas áreas 1, 2, 3, 4, e 5 era, respectivamente, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0% e 0%, não havendo diferenças significativas em relação às médias das parcelas (Tabela 6 e Figura 26), garantindo que as parcelas inicialmente eram homogêneas em relação à incidência do HLB.

Após dois anos de avaliações, a incidência média de HLB nos talhões 1, 2, 3, 4 e 5 passou para 6,0%, 8,0%, 5,2%, 25,6% e 6,8%, respectivamente (Figura 26). A maior população de psílídeos capturada no talhão 4 pode explicar a maior incidência de plantas doentes neste talhão.

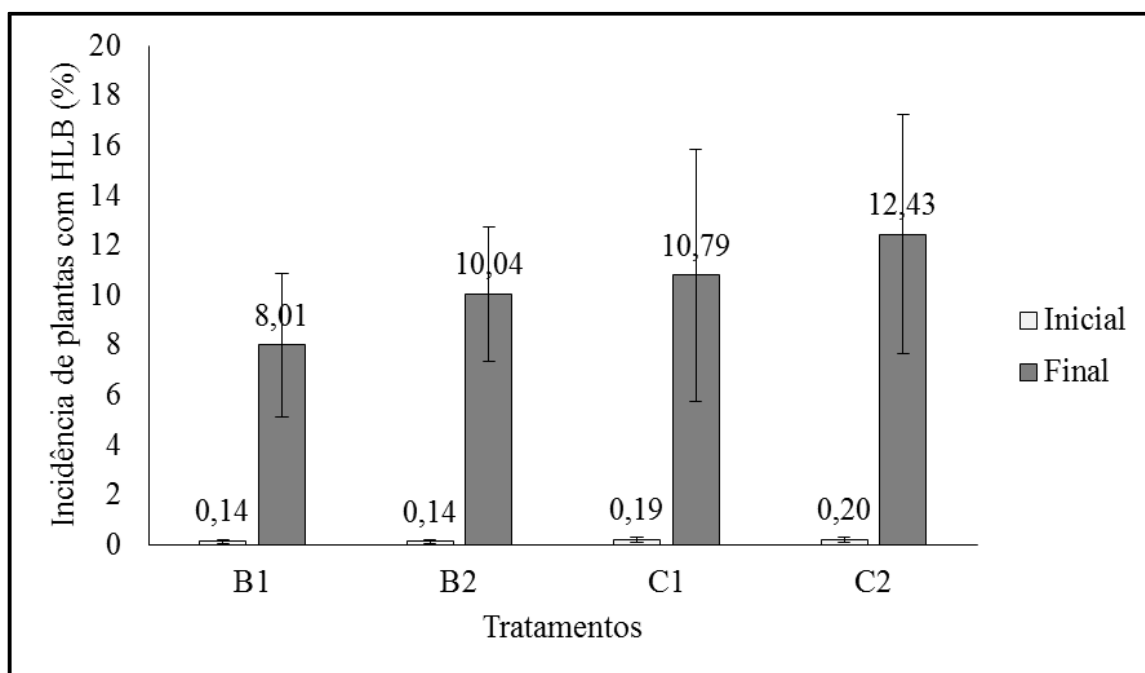


Figura 26. Média da incidência inicial e final de plantas com HLB nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2). As barras representam o erro padrão da média. Média de cinco repetições.

Tabela 6. Comparação pelo teste t para amostras dependentes das incidências iniciais de plantas com sintomas de HLB nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2). Avaliação de 04/01/2016.

Trat.	Incidência inicial (%)	Desvio padrão	N	Diferença	Desvio padrão da diferença	t	gl	p
B1	0,14	0,17						
B2	0,14	0,16	5	0,0059	0,1885	0,0696	4	0,9479
C1	0,19	0,24						
C2	0,20	0,19	5	-0,0010	0,1003	-0,0212	4	0,9841
B1	0,14	0,17						
C1	0,19	0,24	5	-0,0532	0,0938	-1,2672	4	0,2738
B2	0,14	0,16						
C2	0,20	0,19	5	-0,0600	0,1714	-0,7825	4	0,4777

Foram observadas diferenças significativas para a média da incidência final de HLB na comparação entre as parcelas B1 e B2 e na comparação entre as parcelas C1 e C2, mas não nas comparações entre B1 e C1 e entre B2 e C2 (Tabela 7 e Figura 26). As parcelas de borda que não tiveram eliminação de plantas com HLB (B1) tiveram uma incidência, em média, 20% menor que as parcelas de borda com erradicação de plantas doentes (B2). As parcelas centrais contíguas às parcelas de borda sem eliminação de HLB (C1) tiveram, em média, uma incidência de plantas doentes 13,2% menor que as parcelas centrais contíguas às parcelas de borda com eliminação de plantas doentes (C2).

Este resultado indicou que a manutenção das plantas doentes na faixa de borda do talhão, associado ao controle do psilídeo praticado, não representou uma fonte de inóculo significativa que aumentasse a incidência de plantas doentes no interior do talhão. Pelo contrário, a manutenção das plantas doentes proporcionou a redução da incidência de plantas doentes, tanto na faixa de borda como no interior do talhão.

Tabela 7. Comparação pelo teste t para amostras dependentes das incidências finais de plantas com sintomas de HLB nas parcelas de borda sem (B1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2), após dois anos do início do experimento. Avaliação de 03/01/2018.

Trat.	Incidência final (%)	Desvio padrão	N	Diferença	Desvio padrão da diferença	t	gl	p
B1	8,01	6,45						
B2	10,04	6,06	5	-2,03012	0,891609	-5,09133	4	0,007025
C1	10,79	11,30						
C2	12,43	10,70	5	-1,63853	0,818605	-4,47575	4	0,011026
B1	8,01	6,45						
C1	10,79	11,30	5	-2,78605	4,884154	-1,27551	4	0,271169
B2	10,04	6,06						
C2	12,43	10,70	5	-2,39446	4,766346	-1,12333	4	0,324157

Estes resultados corroboram com a hipótese inicial de trabalho baseada nas observações de Ferreira (2014) e Chinelato (2017), nos quais pomares comerciais com a presença de plantas com HLB, mas com um bom controle do psíldeo, não se constituíram em importante fonte de inóculo para o aumento da epidemia de HLB nos pomares vizinhos com manejo da doença.

Embora os resultados apresentados sejam de apenas dois anos, eles indicam que a estratégia de manter uma faixa de borda sem a eliminação de plantas doentes e associada a um frequente controle do psíldeo é uma alternativa que não aumenta a taxa de progresso do HLB na propriedade e poderia proporcionar ganhos de produção em relação ao arranquio de plantas doentes por determinado período de tempo, custeando as aplicações frequentes de inseticidas nesta faixa de borda.

5. CONCLUSÕES

O plantio de talhões de borda no sentido paralelo à divisa da propriedade proporcionou menor incidência de plantas com HLB que o plantio no sentido perpendicular, embora se tenha observado a mesma inclinação da curva de gradiente de incidência da doença nos dois sentidos de plantio.

A manutenção de plantas com sintomas de HLB na faixa de 200 m a partir da borda dos talhões, associada a um controle frequente dos psílídeos, não proporcionou o aumento da população de psílídeos e psílídeos portadores da bactéria do HLB para a área central do talhão, pelo contrário, proporcionou a redução da incidência de plantas com HLB, tanto na faixa de borda como no interior do talhão, indicando que esta estratégia é uma alternativa que não aumenta a taxa de progresso do HLB na propriedade e poderia proporcionar ganhos de produção em relação ao arranquio de plantas doentes por determinado período de tempo, custeando as aplicações frequentes de inseticidas nesta faixa de borda.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo a respeito do gradiente e incidência de HLB em função da direção de plantio dos talhões de borda mostrou algum efeito positivo na redução da incidência da doença quando o plantio foi realizado no sentido paralelo à divisa da propriedade. Além de reduzir a incidência de HLB, este tipo de plantio facilita as operações de pulverizações mais frequentes necessárias para conter as infecções primárias desta faixa mais exposta da propriedade. Entretanto, por não haver o conhecimento sobre a idade das plantas no momento de início da epidemia e do programa de aplicação de inseticidas nas propriedades estudadas a magnitude do efeito do plantio paralelo em relação ao plantio perpendicular não pode ser adequadamente medido. Assim, novos estudos controlados e montados especificamente para este fim devem ser realizados.

Da mesma forma, pelo pouco tempo de condução dos experimentos a respeito da estratégia de não eliminação das plantas doentes na faixa de borda, estes estudos devem ser continuados e repetidos em outras áreas com a coleta adicional de informações econômicas (receita com a produção e qualidade de fruta e gastos com a eliminação de plantas doentes e replantio) para confirmar a viabilidade do uso mais extensivo dessa alternativa de manejo.

A associação entre estas duas técnicas estudadas (plantio paralelo à divisa e não eliminação das plantas doentes na faixa de borda) podem contribuir ainda mais com o manejo econômico e sustentável do HLB em áreas com altas pressão de inóculo. Portanto, novos estudos nesta linha de pesquisa devem ser conduzidos.

7. REFERÊNCIAS

Achor, D. S., Etxeberria, E., Wang, N., Folimonova, S. Y., Chung, K. R., Albrigo, L. G. (2010) Sequence of anatomical symptom observations in citrus affected with Huanglongbing disease. **Plant Pathol.** J. 9:56-64. 2010.

Agrianual (2018), **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2018. 440p.

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. In: INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS (IOCV), XVI, 2005, Riverside. Proceedings...Riverside: IOCV, 2005. P. 341-355

Bassanezi, R.B.; Montesino, L.H.; Amorim, L.; Gasparoto, M.C.G.; Bergamin Filho, A. (2009) Yield reduction caused by Huanglongbing in different sweet Orange cultivars in São Paulo, Brazil. In INTERNATIONAL RESEARCH CONFERENCE ON HUANGLONGBING, 2008, Orlando. **Proceedings**...Orlando: Plant Management Network, p. 270-273.

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**, v. 31, p. 11-23.

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**, v. 52, p. 72-77.

Bassanezi, R.B.; Montesino, L.H.; Gimenes-Fernandes, N.; Yamamoto, P.T.; Gottwald, T.R.; Amorim, L.; Bergamin Filho (2013b) A. Efficacy of area-wide

inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease**, v. 97, p. 789-796.

Belasque Junior, J.; Bergamin Filho, A.; Bassanezi, R. B.; Barbosa, J. C.; Gimenes-Fernandes, N.; Yamamoto, P. T.; Lopes, S. A.; Machado, M. A.; Leite Junior, R. P.; Ayres, A. J.; Massari, C. A. (2009) Base científica para erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 137-145, 2009.

Belasque JR, J.; Yamamoto, P. T.; Miranda, M. P.; Bassanezi, R. B.; Ayres, A. J.; Bové, J. M. (2010) Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, Brazil. **Citrus Research & Technology**, v. 1, p. 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. **XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia. Natal**. Disponível em <[http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiiicbe/verartigo.asp?cod=P1032&titulo=DISTRIBUI%C7%C3O%20DE%20%3CI%3EDIAPHORINA%20CITRI%3C/I%3E%20KUWAYAMA%20\(HEMIPTERA:%20PSYLLIDAE\)%20EM%20POMAR%20C%CDTRICO%20EM%20FORMA%C7%C3O](http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiiicbe/verartigo.asp?cod=P1032&titulo=DISTRIBUI%C7%C3O%20DE%20%3CI%3EDIAPHORINA%20CITRI%3C/I%3E%20KUWAYAMA%20(HEMIPTERA:%20PSYLLIDAE)%20EM%20POMAR%20C%CDTRICO%20EM%20FORMA%C7%C3O)> Acesso em: 10 jun. 2018.

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**, College Park 4:1250-1258.

Bonani, J. P. **Caracterização do aparelho bucal e comportamento alimentar de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck**. 2009. 83p. Tese (Doutorado em Entomologia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009

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

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**, v. 37, p. 572-576.

Cappello, F.P., Boteon, M., Ribeiro, R.G. 2018. HLB (Greening) muda de vez a gestão dos pomares citrícolas. **Hortifruti Brasil**, n.178, p.10-17, maio de 2018.

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

Chong, J. H.;Roda, A. L. ;Mannion, C. M. Density and Natural Enemies of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), in the Residential Landscape of Southern Florida. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, mt. Pleasant, v.27, n.1, p.33-49, 2010.

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**, v. 88, 1382, 2004.

Costa Lima, A. M. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1942, 101p. (série didática, 3: Homoptera).

Costa, M.G., Yamamoto, P.T., Barbosa, J.C. (2006) Distribuição de Ninfas de *Diaphorina citri* em Arvores Cítricas. **Proceedings of the Huanglongbing Greening Workshop International**. Ribeirão Preto. p. 99.

Da Graça, J. V. (1991). Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology**, v. 29, p. 109-136, 1991.

Devi, H. S.; Sharma, D. R.(2013) COMPARATIVE BIOLOGY OF CITRUS PSYLLA, DIAPHORINA CITRI KUWAYAMA ON THREE HOST PLANTS DURING SPRING SEASON, **Journal of Insect Science** V. 26 p 121-125, 2013.

Ferreira, R.V. **Influência do tipo de controle de Huanglongbing em áreas citrícolas na dispersão de Diaphorina citri e na disseminação da doença para pomares próximos.** (2014). 58 p. Dissertação (Mestrado): Fundecitrus, Araraquara.

Fundecitrus. (2016). Inventário de árvores e estimativa de safra de laranja 2016/17 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro. Disponível.<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. Acesso em 16 nov. 2016.

Fundecitrus (2017) Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2017. Araraquara, SP : Fundecitrus, 95 p.

Fundecitrus (2017b). Preparado para o combate. **Citricultor** 40: 8-11, 2017b.

Fundecitrus. Fundo de defesa da citricultura. 2018a. Disponível em <<http://www.fundecitrus.com.br/levantamentos/greening>> acesso em: 04 out.

Fundecitrus. **Fundo de defesa da citricultura.** 2018b. Disponível em <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0918_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf> acesso em: 03 out.

Fundecitrus (2018c). Preparado para o combate. **Citricultor** 44: 18-20, 2018c.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D. 2002. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Ceres. 920 p.

Garnier M, Danel N & Bové JM (1984) The greening organism is a gram negative bacterium. In: Conference of the International Organization of Citrus Virologists. **Proceedings** of 9th Conference IOCV, Riverside: University of California. p.115-124. 1984.

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**, v. 79, p. 687-693, 1989.

Gottwald, T.R. Aubert,B.; Long,H.K. (1991) Spatial pattern of Citrus Greening in Shantou, China. In: INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS (IOCV), XI, 1991, Riverside. Proceedings...Riverside: IOCV, 1991. P. 421-427.

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

Gottwald, T.R.; Irey, M.(2008) The plantation edge effect of Huanglongbing – a geostatistical analysis. In. INTERNATIONAL RESEARCH CONFERENCE ON HUANGLONGBING, 2008, Olando: **Plant Management Network**, 2008.p.305-308.

Halbert, S. E. (2005). The discovery of huanglongbing in Florida. In *2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Workshop*, St. Paul, MN USA: Plant Management Network, p.50.

Hall, D. G. Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE HUANGLONGBING DE LOS CÍTRICOS (*CANDIDATUS LIBERIBACTER SPP*)Y EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS (*DIAPHORINA CITRI*),1., 2008, Hemosillo, Proceedings...Hemosilo, p.11, 2008.

Jagoueix, S.; Bové, J. M.; Garnier, M.(1996) PCR detection of the two ‘Candidatus’ liberibacter species associated with greening disease of citrus. **Molecular and Cellular Probes**, London, v.10, n. 1, p.43-50, 1996.

Johnson, E. G. Wu, J., Bright, D. B., and Grahan, J. H. (2014) Association of “*Candidatus* Liberibacter asiaticus” root infection, but not phloem plugging with root loss on huanglongbing-affected trees prior to appearance of foliar symptoms. *Plant Pathol.* 63:290-298 Available at: [https:// apps. Webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=47&SID=4DUzf1CVeECK3Vv4CiB&page=1&doc=8&cacheurlFromRightClick=no\nhttp://doi.wiley.com/10.1111/ppa.12109\nhttps://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&se](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=47&SID=4DUzf1CVeECK3Vv4CiB&page=1&doc=8&cacheurlFromRightClick=no\nhttp://doi.wiley.com/10.1111/ppa.12109\nhttps://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&se).

Lanza, R.M.(2010) **Estudo da viabilidade da aplicação de inseticidas em bordas de talhão de citros, para controle do psílídeo** (*Diaphorina citri* Kuwayama). 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade de São Paulo. Piracicaba.

Lopes, S. A.; Frare, G. F.; Bertolini, E.; Cambra, M. Fernandes, N. G.; Ayres, A. J.; Marin, D. R. (2009) Liberibacters associated with Citrus Huanglongbing in Brazil: ‘*Candidatus* Liberibacter asiaticus’ is heat tolerant, ‘*Candidatus* Liberibacter americanus’ is heat sensitive. **Plant Disease**, Saint Paul, v.93, n.3, p.257-262. 2009.

Murray, M.G., Thompson, W.F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Res* 239:487–91, 1980.

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. 2007.

Neves, M. F.; Trombin,V. G.; Milan, P.; Lopes, F. F.; Cressoni, F.; Kalaki, R. B. (2010) **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 137 p.

Neves, M. F.; Trombin, V. G.(2017) **Anuário da citricultura**. São Paulo: CITRUSBR 2017.57 p.

Parra, J.R.P., Lopes, J.R.S., Torres, M.L.G, Nava, D.E., Paiva, P.E.B. 2010. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** 31(1):37-51.

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 Economical Entomology* 103: 1531–1541, 2010.

Raychaudhuri, S. P.; Nariani, T. K.; Lele, V.C.; Singh, G. R.(1972) Greening and citrus decline in India. In: CONFERENCE OF THE NATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 5., Swaziland. **Proceedings...** p.35-37. 1972.

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.

Tsai, J.H., Liu Y.H. (2000). Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Four Host Plants. **Journal of Economic Entomology**, Lanham 93(6):1721-1725

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**, v. 19, 173-179, 2005

Uehara-Carmo, A.; Rugno, G.R.; Felipe, M.R.; Coelho, J.H.; Ximenes, N.L.; Garbin, L.F.; Yamamoto, P.T.(2006) Espécies e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e psilídeo (Hemiptera: Psyllidae) em pomar cítrico no

município de Taquaritinga/SP. In: Huanglongbing – Greening International Workshop, 2006, Ribeirão Preto. Proceedings... 2006, p.101.

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.

USDA/NASS.. Citrus July Forecast. Disponível em 2018 <https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Florida/Publications/Citrus/Citrus_Forecast/2017-18/cit0718.pdf> acesso em: 03 out 2018.

Yamamoto, P.T., Paiva, P.E.B., Gravena, S. (2001). Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina 30(1):165-170. .

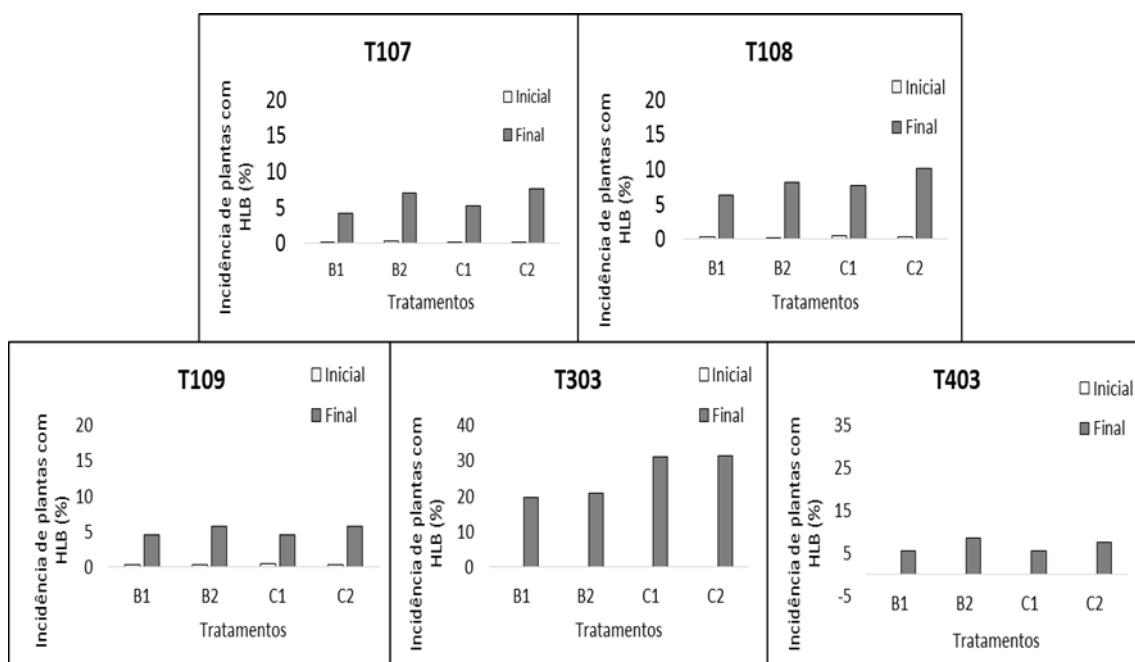
Yamamoto, P. T.; Teixeira, D. C.; Martins, E. C. (2006). Detecção de *Candidatus Liberibacter americanus* e *asiaticus* em *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). In: Huanglongbing – Greening Internation Workshop, 1, 2006, Ribeirão Preto. **Poster**...[P10] Araraquara: Fundecitrus, Departamento Científico.

Raychaudhuri, S. P.; Nariani, T. K.; Lele, V. C. Citrus die-back problem in India. Proc. 1st Int. Citrus Symp, v. 3, p. 1433-1437, 1969.

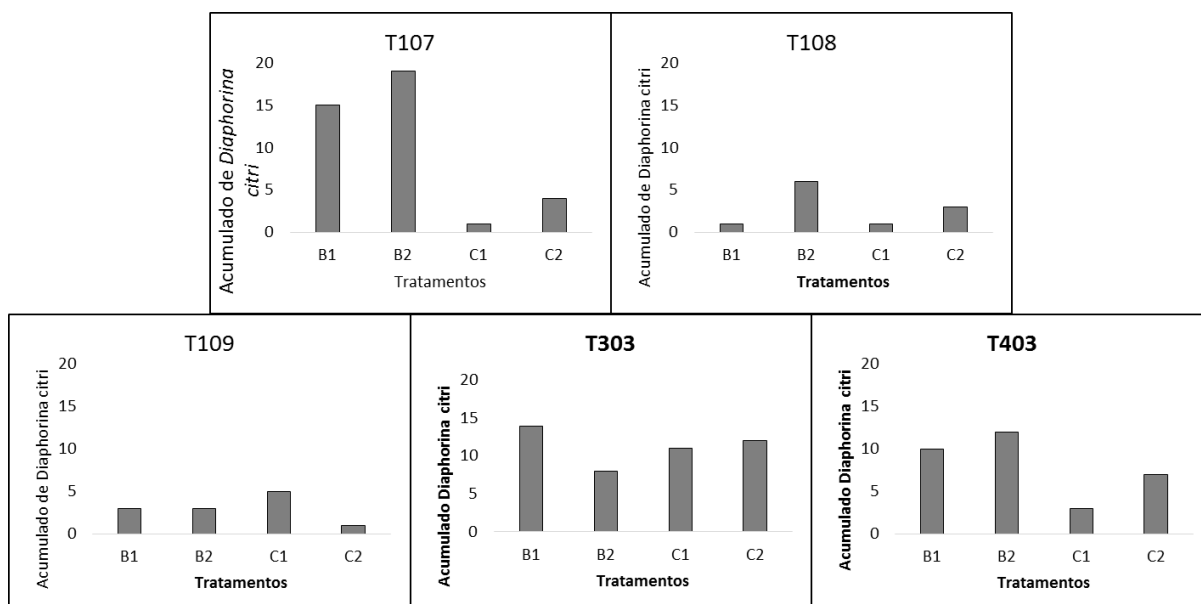
LI, W.; HARTUNG, J.S.; LEVY, L. Quantitative real-time PCR detection and quantification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing. J. Microbiol. Meth. 66:104-115. 2006.

MANJUNATH, K.L.; HALBERT, S.E.; RAMADUGU, C.; WEBB, S.; LEE, R.F. Detection of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus huanglongbing in Florida. Phytopathology 98: 387-396, 2008.

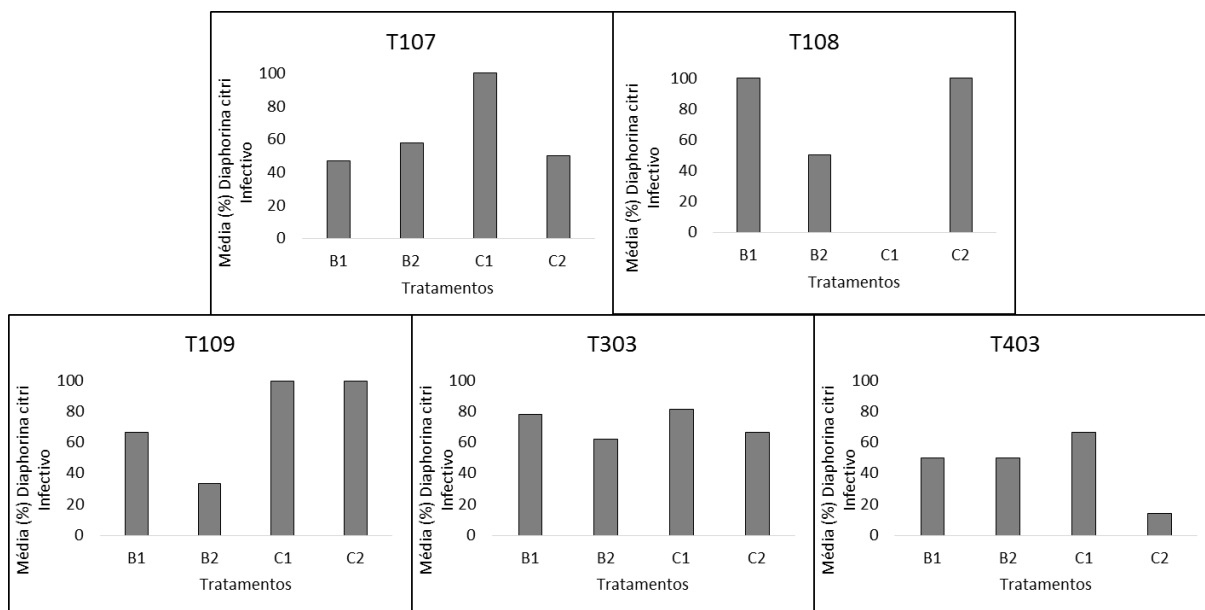
8. APÊNDICES



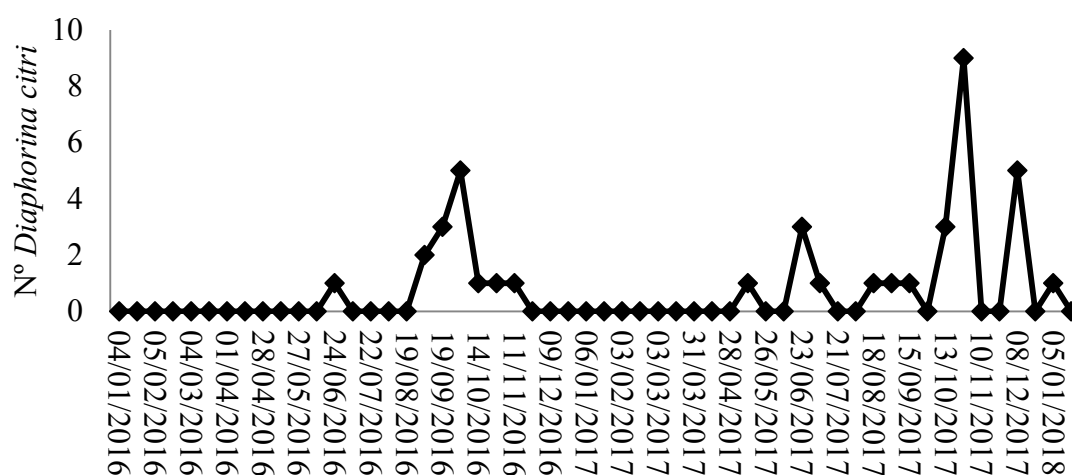
Média da incidência inicial e final das plantas com HLB na parcela de borda sem (b1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2) do Talhões107, 108,109, 303 e 403.



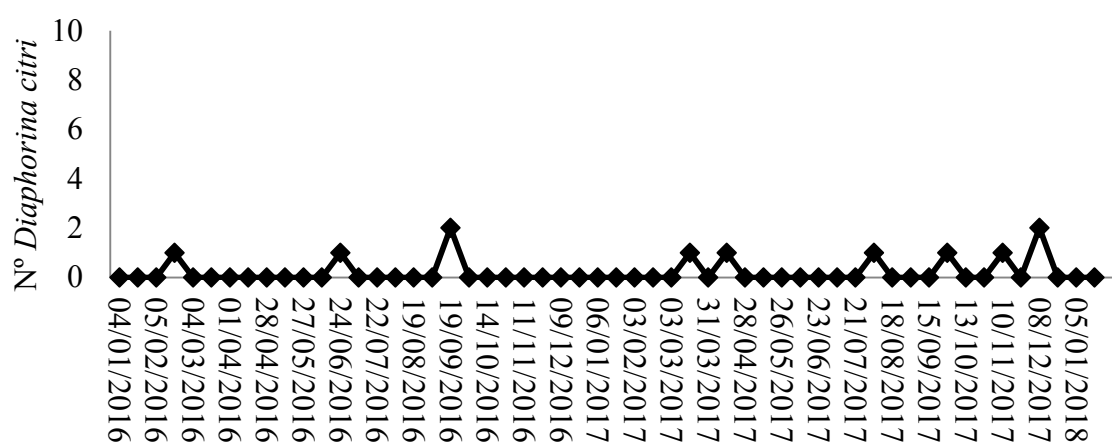
Média do acumulado de *Diaphorina citri* na parcela de borda sem (b1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2) do Talhões107, 108,109, 303 e 403.



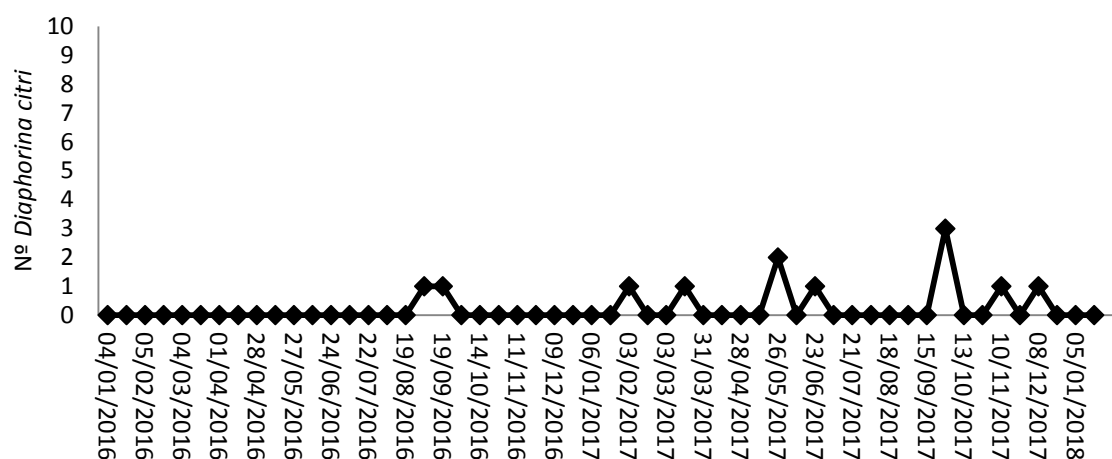
Média (%) do acumulado de *Diaphorina citri* infectivo na parcela de borda sem (b1) e com (B2) eliminação de plantas doentes e de centro com eliminação de plantas doentes (C1 e C2) do Talhões107, 108,109, 303 e 403.



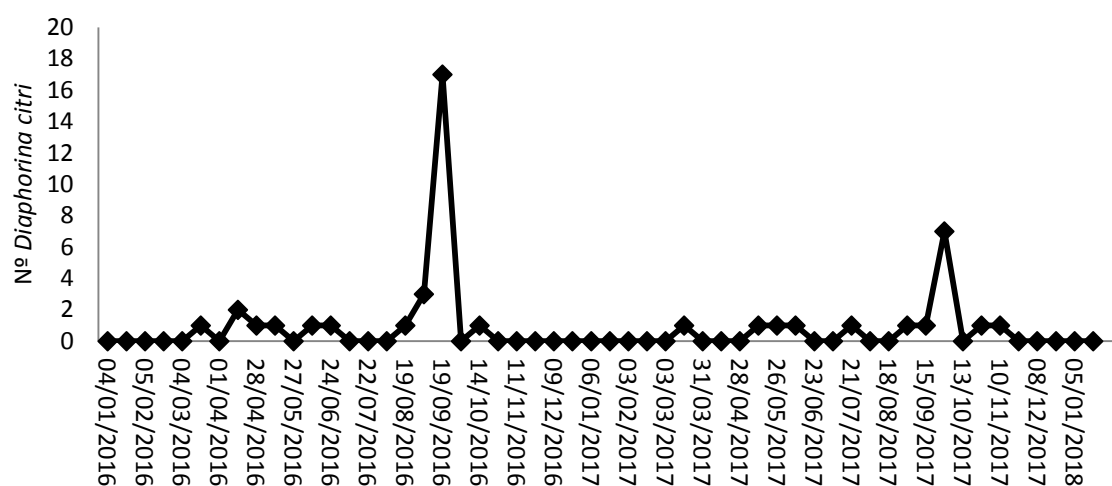
Média do número total de psílídeos capturados nos cartões adesivos colocados no talhão 107, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de 80 cartões, trocados a cada 14 dias.



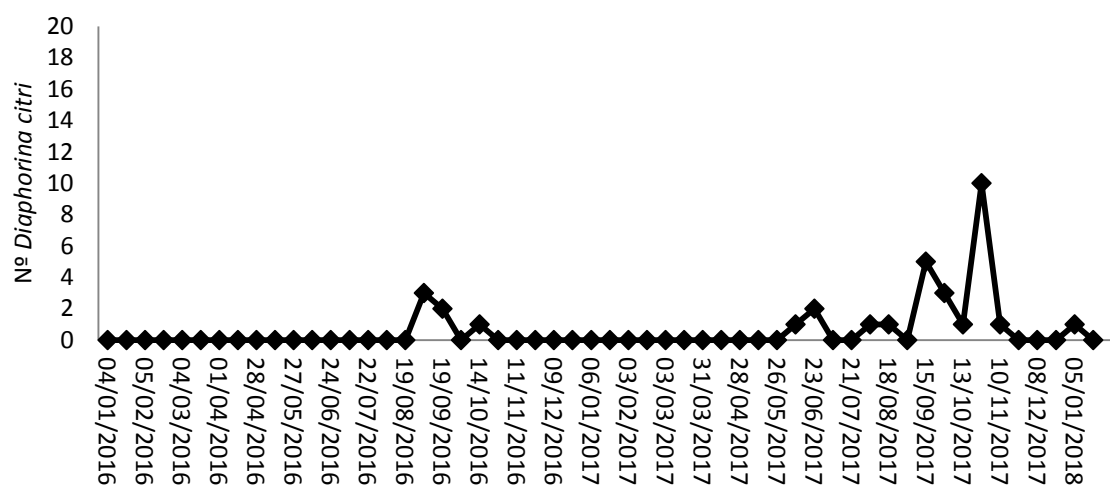
Média do número total de psílídeos capturados nos cartões adesivos colocados no talhão 108, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de 80 cartões, trocados a cada 14 dias.



Média do número total de psíldeos capturados nos cartões adesivos colocados no talhão 109, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de 80 cartões, trocados a cada 14 dias.



Média do número total de psíldeos capturados nos cartões adesivos colocados no talhão 303, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de 80 cartões, trocados a cada 14 dias.



Média do número total de psilídeos capturados nos cartões adesivos colocados no talhão 403, no período de 04/01/2016 a 19/01/2018. Média de 80 cartões, trocados a cada 14 dias.

M779m Montesino, Luiz Henrique
Manejos de borda em pomares de citros na epidemiologia do
Huanglongbing / Luiz Henrique Montesino. -- Jaboticabal, 2018
69 p. : tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: José Carlos Barbosa
Coorientador: Renato Beozzo Bassanezi

1. Pragas Controle. 2. Cítricos. 3. Frutas Cítricas Doenças e Pragas.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.