

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

FELIPE ANTONIO BALDINI MICHIGAMI

**Benefícios das medidas de manejo adotadas interna e
externamente a uma propriedade comercial de citros na redução
do progresso do Huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Outubro 2015**

FELIPE ANTONIO BALDINI MICHIGAMI

**Benefícios das medidas de manejo adotadas interna e
externamente a uma propriedade comercial de citros na redução
do progresso do Huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara
Outubro 2015**

FELIPE ANTONIO BALDINI MICHIGAMI

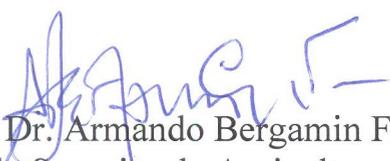
Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 26 de outubro de 2015.

BANCA EXAMINADORA


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


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


Prof. Dr. Armando Bergamin Filho
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ/USP, Piracicaba/SP

DEDICATÓRIA

“O Senhor é o meu pastor, nada me faltará. Deitar-me faz em pastos verdejantes; guia-me mansamente a águas tranqüilas. Refrigera a minha alma; guia-me nas veredas da justiça por amor do seu nome. Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam. Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos; unges com óleo a minha cabeça, o meu cálice transborda. Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor por longos dias.”

(Salmo; 23)

Ao meu pai Joi Rubens Michigami e a minha mãe Joana C. Baldini Michigami pelo amor, pela educação, pela dedicação e ao meu irmão Gabriel e a minha irmã Jéssica pela força, pela amizade e pelo incentivo.

Aos meus avós Tadashi (in memorian) e Lurdes (in memorian), Sebastião (in memorian) e Dinah.

OFEREÇO

À Deus que sempre me deu as ferramentas necessárias para superar todas as dificuldades nas etapas de minha vida

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me iluminou, me deu forças para poder seguir em frente e alcançar meus objetivos.

Ao Fundo de Defesa da Citricultura pela minha formação pessoal e profissional e pelo apoio ao citricultor.

Ao Professor Doutor Renato Beozzo Bassanezi pela orientação deste trabalho, pela grande ajuda, pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência e amizade.

Ao Engenheiros Agrônomos Rodrigo do Vale Ferreira e Ivaldo Sala por ajudarem nos treinamentos das equipes sempre quando solicitado ao Fundecitrus.

Aos Professores e Pesquisadores Marcelo Pedreira de Miranda, Armando Bergamin Filho, Geraldo José da Silva Junior e Viviani Vieira Marques pelas sugestões e contribuições para melhoria deste trabalho.

Ao Professor Bové pelas sugestões e opiniões durante visita na propriedade estudada.

À Faro Capital, ao Sr. Paulo Zucchi Rodas que deram o apoio e incentivo para a condução deste curso de mestrado.

À equipe da Fazenda São Sebastião, ao Administrador Divino Honório pela grande colaboração para os trabalhos de campo, pelo apoio nas incursões feitas nos vizinhos à propriedade; aos funcionários Luiz, Reginaldo, Eurípides, Marcio, Waner, Samuel e Raulny pelo esforço de realizar um trabalho bem feito.

Ao Engenheiro Agrônomo MSc. Luiz Fernando Giroto pela orientação deste trabalho, pelas cobranças, pelo incentivo e amizade.

Ao Engenheiro Agrônomo Rodrigo Lopes pelo apoio e amizade.

Ao Controlador de Informação Igor Marcel pela grande ajuda com os números e informações geradas pelo banco de dados da empresa, pela paciência e pela agilidade nas solicitações.

Aos meus amigos e familiares que torceram e rezaram por mim, embora não mencionados.

Muito Obrigado!

Benefícios das medidas de manejo adotadas interna e externamente a uma propriedade comercial de citros na redução do progresso do Huanglongbing

Autor: Felipe Antonio Baldini Michigami
Orientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Resumo

Huanglongbing (HLB) é uma doença de difícil controle porque as infecções primárias causadas por psilídeos *Diaphorina citri* imigrantes infectivos não são totalmente evitadas, mesmo com rigoroso controle do inseto vetor e remoção de plantas sintomáticas dentro da propriedade. Este estudo de caso foi conduzido em uma fazenda comercial de laranja doce de 418 ha, plantada de 2006 a 2008, no nordeste do estado de São Paulo, circundada por fazendas de produção de café e pastagens. Nesta fazenda, a incidência da doença em 2011, 2012 e nos primeiros três meses de 2013 foram, respectivamente 0,20%, 1,02% e 0,75%, mesmo com seis inspeções para a detecção e remoção de plantas com sintomas de HLB e aplicações quinzenais de inseticidas. Mudanças no manejo interno do HLB no pomar após este período incluiu aumento no treinamento de inspetores para o monitoramento do psilídeo e detecção de plantas sintomáticas; aumento do número de cartões adesivos amarelos e sua realocação nas plantas e nos talhões de borda da propriedade; calibragem e regulagem dos pulverizadores para adequação do volume de calda de inseticidas e aumento da frequência de pulverização de duas para três aplicações mensais entre os meses de março a outubro de 2013. Externamente à fazenda, a busca por fontes de inóculo e ações nas propriedades vizinhas com plantas de citros e *Murraya* spp. foram realizadas. Foram encontrados 32 locais não comerciais com 1.588 plantas de citros e 5 cercas vivas de murta dentro de um raio de 5 km da fazenda. Após negociação e conscientização dos proprietários, incluindo substituição destas plantas de citros por outras plantas frutíferas, fornecimento mensal de laranja ou serviços realizados pelo dono da fazenda, 969 plantas foram eliminadas. Onde a eliminação das plantas não foi permitida, o monitoramento e a aplicação de inseticidas foram realizados com a permissão dos proprietários. O controle biológico, com a liberação de *Tamarixia radiata* durante os fluxos vegetativos nos locais em áreas residenciais a 10 km da fazenda, também foi adotado. O resultado deste programa de manejo foi observado nos anos seguintes, quando a remoção de plantas com sintomas de HLB foi 67% e 53% menor em 2014 e 2015, respectivamente, em relação à incidência de plantas erradicadas em 2013. O pequeno aumento na incidência de plantas com HLB de 2014 para 2015 pode ser atribuído à redução na frequência de aplicação de inseticida de três para duas mensais nos talhões da propriedade, presença de brotações nos talhões irrigados na época de seca prolongada em 2014 e falhas na pulverização de plantas nas áreas vizinhas. Estimou-se que para cada R\$ 1,00 gasto nas ações adicionais de controle a partir de março de 2013, cerca de R\$ 8,00 foram evitados em perdas nos anos de 2014 e 2015. Este estudo demonstra a relevância da presença de plantas de citros e murta sem controle do psilídeo, mesmo que distribuídas esparsamente em áreas não comerciais, na promoção de epidemias de HLB em pomares comerciais mesmo com a adoção do manejo da doença. Além disso, foi possível enfatizar quão eficaz e economicamente viável é a remoção destas plantas ou, pelo menos, o controle do psilídeo nestas plantas, no intuito de prevenir novas infecções nos pomares comerciais de citros.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’, *Diaphorina citri*, manejo integrado, manejo regional, epidemiologia, análise de benefício-custo.

Benefits of management measures accomplished within and outside a commercial citrus orchard on the reduction of Huanglongbing progress

Author: Felipe Antonio Baldini Michigami

Advisor: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

Abstract

Huanglongbing (HLB) is difficult to control because the primary infections by infective immigrant Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (ACP) are not totally prevented even by rigorous vector control and removal of HLB-symptomatic trees only within the grove. This case study was conducted in a 418-ha sweet orange grove planted between 2006 and 2008 in northeastern São Paulo state, Brazil, surrounded by coffee and grass farms. Even with six annual inspections to detect and remove HLB-symptomatic trees and fortnightly insecticides sprays, the disease incidence increased from 0.20% in 2011 to 1.02% in 2012, and 0.75% in the first three months of 2013. Changes in internal HLB management after that time included increased training of personnel for psyllid monitoring and HLB-symptomatic trees detection, increased number of yellow sticky traps and their repositioning on the tree canopy and at the grove edges, calibration and regulation of air blaster equipment to adequate the spray volume, and increased spray frequency from two to three times per month from March to October 2013. External to the grove, inoculum assessment and actions on neighboring properties with citrus and *Murraya* trees were initiated. Thirty-two non-commercial sites with 1,588 citrus trees and 5 orange jasmine hedges were discovered within a 5-km radius from the grove. After negotiation, including replacing the citrus with other fruit trees, monthly supply of orange or other services provided by the grove owner, 969 citrus trees were eradicated. Psyllid monitoring and insecticide sprays were started with the neighbors' permission where tree eradication was not permitted. *Tamarixia radiata* was released during vegetative flushes in sites far from the grove or in residential areas. The result of this inoculum management program was observed in the following years, when removal of HLB-symptomatic trees was 67% and 53% lower in 2014 and 2015, respectively, in comparison with the incidence of eradicated trees in 2013. The slight increase on the incidence from 2014 to 2015 could be associated to reduction of the frequency of insecticide spray in the grove blocks for two sprays per month, presence of irrigated blocks during the extended drought period in 2014, and carelessness in spraying the remained trees in the neighbor farms. For each R\$ 1.00 expended in the additional control measures starting March 2013, approximately R\$ 8.00 in avoided losses in 2014 and 2015 were estimated. This study demonstrated the importance of few sparse citrus and orange jasmine trees distributed in non-commercial groves without psyllid control in promoting HLB epidemics in commercial citrus groves with disease management and how efficacious and economically feasible removal of neighboring trees or at least control the ACP on those trees is for prevention of new primary infections in citrus commercial groves.

Keywords: *Citrus sinensis*, 'Candidatus Liberibacter asiaticus', *Diaphorina citri*, integrated management, area-wide management, epidemiology, benefit-cost analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da fazenda São Sebastião, no município de Pedregulho, no estado de São Paulo, Brasil. (Imagem do Google Earth)	7
Figura 2. Vista aérea da fazenda São Sebastião, localizada no município de Pedregulho-SP, com a divisão dos talhões de laranjeiras doces. (Imagem do Google Earth em 18/03/2014)	8
Figura 3. Cartão adesivo amarelo utilizado para o monitoramento de adultos de <i>Diaphorina citri</i> (A) e seu posicionamento na planta de laranjeira com auxílio de uma haste de bambu (B)	9
Figura 4. Inspeção para detecção de plantas com sintomas de HLB em plataforma para dois inspetores acoplada a um trator	11
Figura 5. Identificação de adulto de <i>Diaphorina citri</i> capturado no cartão adesivo amarelo	12
Figura 6. Treinamento para identificação de plantas com sintomas de HLB (A) e detalhes do material usado na capacitação dos inspetores (B)	12
Figura 7. Posicionamento dos cartões adesivos amarelos na planta para o monitoramento de <i>Diaphorina citri</i> . (A) Posicionamento errado, cartão acima da copa da planta. (B) Posicionamento correto, cartão no terço superior da copa da planta e próximo aos ramos	13
Figura 8. Distribuição dos cartões adesivos amarelos, georreferenciados, na propriedade para o monitoramento de <i>Diaphorina citri</i>	14
Figura 9. Número médio de aplicações de inseticida por talhão por mês para o controle de <i>Diaphorina citri</i> , no período de janeiro de 2013 a agosto de 2015, na Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP	15
Figura 10. Conjunto de difusor e ponta de pulverização Albus AD 4 DC 25	15
Figura 11. Monitoramento de <i>Diaphorina citri</i> com cartões adesivos amarelos em cerca viva de murta (A) e planta de citros (B) em propriedades vizinhas. Aplicação de inseticida em plantas de citros de propriedades vizinhas com pulverizador costal (C)	17
Figura 12. Lote com tubetes contendo exemplares de <i>Tamarixia radiata</i> transportados em caixa de isopor (A). Liberação do parasitoide em áreas urbanas para controle de <i>Diaphorina citri</i> (B e C)	18

- Figura 13.** Locais de liberação de *Tamarixia radiata* (Tam) para controle de *Diaphorina citri*. Pontos amarelos sinalizam locais que tiveram três liberações (9 e 29/10/2013 e 11/04/2014) e pontos em laranja sinalizam os locais apenas com a última liberação (11/04/2014) 18
- Figura 14.** Plantas erradicadas com sintomas de HLB na fazenda São Sebastião e em cada talhão, no período de janeiro de 2011 a março de 2013. Pedregulho-SP 24
- Figura 15.** Número de adultos de *Diaphorina citri* capturados nos cartões adesivos amarelos por mês, no período de janeiro de 2011 a agosto de 2015, na Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP 26
- Figura 16.** Localização das propriedades (N1 a N32) e respectivo número de plantas de citros e de murta (M), num raio de 5 km da Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP. Propriedades sinalizadas em amarelo, laranja e vermelho foram encontradas em 2013, 2014 e 2015, respectivamente 28
- Figura 17.** Localização das áreas com plantas de citros e de murta e respectivas atividades de manejo do HLB realizadas: R = número de plantas de citros eliminadas, P = número de plantas de citros remanescentes com aplicação mensal de inseticidas; M = cerca viva de murta com aplicação mensal de inseticidas; Tam = liberação de *Tamarixia radiata*. Áreas sinalizadas em amarelo, laranja e vermelho tiveram as atividades iniciadas em 2013, 2014 e 2015, respectivamente 31
- Figura 18.** Incidência anual de plantas com sintomas de HLB fazenda São Sebastião e em cada talhão, no período de janeiro de 2011 a agosto de 2015. Pedregulho-SP 34
- Figura 19.** Incidência acumulada (A) e anual (B) de plantas eliminadas por HLB na fazenda São Sebastião, no período de 2011 a 2015. A incidência real corresponde ao observado no período e a incidência estimada corresponde à projeção da incidência de plantas que seriam eliminadas caso não tivesse havido as mudanças de manejo a partir de março de 2013 seguindo a mesma taxa de progresso da doença obtida pelo ajuste do modelo de Gompertz aos dados reais de 2011 a 2013 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos talhões da fazenda São Sebastião, em Pedregulho-SP	8
Tabela 2. Práticas de manejo do Huanglongbing adotadas interna e externamente à fazenda São Sebastião, antes e após março de 2015. Pedregulho-SP	19
Tabela 3. Característica das propriedades vizinhas à Fazenda São Sebastião com relação às espécies e número de plantas encontradas e às ações de manejo do HLB adotadas. Pedregulho-SP	30
Tabela 4. Benefícios e custos das medidas adicionais de manejo do Huanglongbing adotadas interna e externamente à Fazenda São Sebastião a partir de março de 2013. Pedregulho-SP	37

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. Área de estudo	7
2.2. Medidas de manejo do HLB adotadas até março de 2013	9
2.2.1. Monitoramento e controle de <i>Diaphorina citri</i>	9
2.2.2. Inspeção e eliminação de plantas com sintomas de HLB	10
2.3. Medidas de manejo do HLB adotadas após março de 2013	11
2.3.1. Adequações no manejo do HLB adotadas dentro da propriedade	11
2.3.1.1. Treinamentos e reciclagem de inspetores e tratoristas	12
2.3.1.2. Readequação do monitoramento do psílídeo com os cartões adesivos amarelos .	13
2.3.1.3. Alteração na frequência de aplicação de inseticidas para o controle de <i>D. citri</i> ...	14
2.3.1.4. Regulagem e calibração dos turbopulverizadores e readequação do volume de calda na aplicação de inseticidas	15
2.3.1.5. Auditorias internas	16
2.3.2. Manejo do HLB fora da propriedade	16
2.4. Análise benefício-custo das ações internas e externas de manejo do HLB adotadas após março de 2013	20
2.4.1. Estimativa dos benefícios	20
2.4.2. Estimativa dos custos adicionais	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1. Progresso da incidência de plantas com sintomas de HLB até março de 2013.....	23
3.2. Efeito do treinamento e reposicionamento dos cartões adesivos amarelos no monitoramento do psílídeo	25
3.3. Propriedades vizinhas com plantas de citros e murta e ações externas adotadas no controle do HLB	27
3.4. Progresso da incidência de plantas com sintomas de HLB após melhorias das ações de manejo internas e externas	31
3.5. Análise benefício-custo das ações internas e externas de manejo do HLB	35

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de suco de laranja do mundo, sendo responsável por 57% da produção mundial e exporta 79% da sua produção. O cinturão citrícola, região produtora de laranja que compreende o estado de São Paulo, sul do Triângulo Mineiro e sudoeste de Minas Gerais, detém cerca de 75% do total da produção de laranja nacional (FNP, 2015), constituindo o maior parque citrícola do mundo, com 174,1 milhões de laranjeiras produtivas e 23,7 milhões de laranjeiras em formação em 430,6 mil hectares (Fundecitrus, 2015a).

Dada a importância econômica da citricultura para o Brasil, as pragas e doenças exóticas introduzidas durante as últimas décadas têm causado severas perdas aos produtores (Nava et al., 2007). Dentre os vários problemas fitossanitários que afetam a citricultura, Huanglongbing (HLB ou Greening) é considerada uma das doenças mais importantes dos citros por atacar todas as variedades cítricas (não há variedades comerciais resistentes), ser rapidamente disseminada, não ter métodos curativos economicamente viáveis, ser de difícil controle preventivo e rapidamente causar elevados danos à produção e qualidade da fruta, comprometendo a longevidade produtiva e econômica dos pomares afetados (Bové, 2006).

O primeiro relato de ocorrência de HLB no Brasil ocorreu em 2004, em pomares da região central do estado de São Paulo (Coletta Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005). Desde então, a doença se disseminou rapidamente por todo o parque citrícola paulista, evoluindo de 3,4% dos talhões de laranjeira afetados no ano de 2004 para 64,1% em 2012 (Bassanezi et al., 2014). Dados compilados dos relatórios semestrais de inspeção de cancro cítrico e greening, enviados pelos citricultores à Coordenadoria de Defesa Agropecuária da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (CDA), apontam que de 2005 a 2014, cerca de 38,8 milhões de laranjeiras com sintomas de HLB foram eliminadas oficialmente (CDA, 2015).

Os agentes causais associados ao HLB no Brasil são as bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Ca. L. americanus* (Coletta Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005), sendo *Ca. L. asiaticus* a espécie detectada com maior frequência nas plantas doentes desde 2007 no cinturão citrícola paulista (Teixeira et al., 2010). Uma vez que estas bactérias são inoculadas no floema da planta, colonizam as células e se movimentam sistemicamente, atingindo rapidamente o sistema radicular e, posteriormente, outros ramos, folhas e frutos da planta infectada, não é possível eliminar a infecção por meio de podas de ramos com sintomas (Lopes et al., 2006).

Os sintomas da doença são decorrentes do bloqueio do transporte de fotoassimilados das folhas infectadas para as demais partes da planta e aparecem cerca de seis meses a dois anos após a infecção. Inicialmente os sintomas surgem setorizados em um ou poucos ramos da planta, que se destacam por apresentar folhas de cor amarela, em contraste com o verde de ramos não afetados. À medida que estas folhas amadurecem elas apresentam um mosqueado típico da doença, caracterizado por manchas, de coloração verde clara a amarelo num gradiente difuso, distribuídas de maneira assimétrica nas duas metades do limbo foliar separadas pela nervura central. Posteriormente, estes sintomas foliares podem evoluir e tomar toda a copa da planta. Nestes ramos sintomáticos também ocorre a queda prematura das folhas, com o surgimento de novas brotações, geralmente voltadas para posição vertical, porém menores, com os internódios curtos, e algumas vezes também exibindo sintomas de deficiência de zinco. Os frutos dos ramos afetados se desenvolvem de forma assimétrica em relação ao eixo central, ficam pequenos, com a casca manchada e, geralmente, caem prematuramente. Quando cortados longitudinalmente, são observados feixes amarelados na região de inserção do pedúnculo e nos vasos que saem a partir do pedúnculo. Além disso, é observada a presença de sementes abortadas (Bové, 2006). A taxa de queda dos frutos afetados é proporcional à severidade dos sintomas na copa das plantas doentes (Bassanezi et al., 2011) e os frutos produzidos nos ramos afetados apresentam menor peso e tamanho, maturação irregular e baixa qualidade de suco, com redução do brix, ratio, teor de sólidos solúveis e aumento da acidez (Bassanezi et al., 2009).

A transmissão natural de *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus* no campo acontece por meio do psílídeo asiático dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor et al., 1967; Yamamoto et al., 2006). O psílídeo adquire a bactéria a partir do terceiro instar da fase de ninfa e como adulto, sendo a aquisição mais eficiente na fase de ninfa (Inoue et al., 2009; Pelz-Stelinski et al., 2010). Quando a aquisição ocorre na fase de ninfa, o adulto originado desta ninfa pode transmitir a bactéria prontamente para outras plantas e com uma eficiência maior, quando comparado com a aquisição ocorrida na fase adulta (Xu et al., 1988).

O psílídeo tem como plantas hospedeiras um grande número de espécies de rutáceas pertencentes ao gênero *Citrus* e próximas ou não aos citros, como *Murraya paniculata* (L.) Jack (ou *M. exotica* L.), *Limonia acidissima* L., *Severinia buxifolia* (Poir.) Ten. e *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr., de importância ornamental (Halbert & Manjunath; 2004; Lopes et al., 2006). Estas plantas podem servir como constante criadouro do psílídeo.

O manejo desta doença está embasado em três medidas que visam principalmente a prevenção de novas infecções: produção de mudas saudáveis em viveiros protegidos contra os insetos vetores, monitoramento e controle do psílídeo, e inspeção e a erradicação de plantas

doentes (Da Graça, 1991; Aubert, 1992; Bové, 2006, Belasque Junior et al., 2010). Pelas características da doença [ausência de métodos efetivos de cura (Bové, 2006), período de incubação longo - acima de 4 meses (Coletta-Filho et al., 2014)- e curto período de latência – de 10 a 21 dias (Lee et al., 2015)] e do inseto vetor [vários hospedeiros (Halbert & Manjunath; 2004), alta capacidade reprodutiva, eficiência de aquisição de até 90% e inoculação da bactéria de até 67% quando ocorre por adultos que emergiram de ninfas criadas em plantas doentes (Inoue et al., 2009), e comportamento migratório com elevada capacidade de dispersão à curta e longa distância (Aubert & Xia, 1990; Arakawa & Mivamolo, 2007; Martini et al. 2014)], o manejo do HLB demanda muito esforço por parte dos citricultores e nem sempre gera bons resultados, principalmente para os pequenos produtores, que têm seus custos de produção onerados, comprometendo a sustentabilidade e longevidade produtiva de seus pomares.

Entre os fatores para o sucesso do manejo do HLB estão: a adoção imediata e com frequência de todas as medidas de controle no momento em que a doença aparece no pomar, a baixa incidência da doença na região, a maior distância do pomar em relação a outros pomares com baixo rigor de controle da doença, o maior tamanho da propriedade e a maior idade das plantas (Belasque Junior, et al., 2010). Entretanto, na maioria das vezes a propriedade já está estabelecida numa região com a presença da doença, com pomares sem a eliminação de plantas doentes e do psílídeo, e não há como mudar sua localização e o seu tamanho ou, mesmo a idade das plantas, restando ao citricultor apenas as medidas de controle do psílídeo e eliminação de plantas doentes.

A capacidade de dispersão do psílídeo a longa distância, por vários voos curtos em sequência ou carregado por correntes de ar, atingido alguns quilômetros (Aubert & Xia, 1990; Arakawa & Mivamolo, 2007; Martini et al. 2014), e a constância na sua migração entre pomares (Boina et al., 2009; Hall & Hentz, 2011) torna extremamente difícil impedir que a doença seja introduzida em novas áreas mesmo que isoladas por alguns quilômetros de outros pomares de citros. Boina et al. (2009) observaram a movimentação do psílídeo entre dois talhões de citros distantes de 60 a 110 m nas duas direções, mas, principalmente, do talhão sem aplicação de inseticida para o talhão com aplicação de inseticida. Esse resultado indicou que *D. citri* pode utilizar as áreas sem manejo como refúgio para depois reinfestar a área com manejo e que pomares sem manejo do vetor podem contribuir para a rápida reinfestação e infecção de pomares com manejo. Hall & Hentz (2011) observaram que a atividade de voo, tanto de machos como de fêmeas de *D. citri*, ocorre em qualquer época do ano com constante atividade de dispersão durante a primavera e que pomares de citros são continuamente sujeitos à infestação por adultos imigrantes. A dispersão de *D. citri* e sua movimentação entre pomares vizinhos

ocorre devido à diferença entre a idade e a quantidade de brotações nas duas áreas. Uma área com manejo diferenciado, com adubação, poda ou irrigação, que induza mais brotações tende a ser mais atrativa ao inseto que busca as brotações novas para sua reprodução e alimentação. A presença ou ausência de ramos novos no pomar afetam a velocidade e distância de dispersão de *D. citri* como observado por Tomaseto et al. (2015) em estudos com liberação controlada de adultos do psilídeo. Apenas seis horas da liberação dos insetos marcados foram suficientes para que cerca de 1% da população recapturada atingisse uma distância máxima de 140 m do ponto de liberação na ausência de brotações nas plantas de citros, enquanto que na presença de brotações a mesma proporção de insetos foi recapturada na distância máxima de 45 m. Após 24 horas da liberação, a distância máxima observada foi de 60 m na presença de brotações e de 198 m na sua ausência, isto é, os insetos apresentaram capacidade de dispersão três vezes maior quando se depararam com condição de ausência de brotações.

Diversos trabalhos relatam a eficiência de diferentes grupos químicos de inseticidas para o controle de *D. citri* (Boina & Bloomquist, 2014; Qureshi et al., 2014). Entretanto, o aparecimento contínuo de plantas doentes, mesmo que em menor número, em pomares com regime intensivo de aplicação de inseticidas de contato e/ou sistêmicos é um indicativo de que o controle do inseto vetor não evita totalmente as infecções primárias, isto é, aquelas oriundas da transmissão da bactéria por psilídeos infectivos que vieram de fontes externas ao pomar (outros pomares de citros ou de plantas hospedeiras sem o controle do psilídeo e eliminação de plantas doentes) (Bassanezi et al., 2013a). Da mesma forma, a frequência da eliminação de plantas sintomáticas na propriedade, principalmente nas pequenas, não tem efeito na taxa de progresso da incidência da doença quando associada a um controle frequente do inseto vetor (Bassanezi et al., 2013a, 2013b). Neste caso a eliminação das plantas sintomáticas dentro da propriedade, associada com o controle do inseto vetor, atua diretamente na redução das fontes internas de inóculo responsáveis pelas infecções secundárias (infecções provenientes de psilídeos que adquiriram a bactéria nas plantas doentes do pomar e a transmitiram para outras plantas do mesmo pomar), mas tem efeito inócuo nas infecções primárias e no progresso da incidência da doença.

Observações experimentais e estudos de caso evidenciam que o sucesso do controle do HLB em propriedades comerciais depende não somente do manejo adotado na propriedade, mas também do manejo adotado nos pomares vizinhos (Bassanezi et al., 2013a, b; Monteiro, 2013; Ferreira, 2014). Portanto, em função do que foi descrito anteriormente e das observações realizadas, pode-se assumir que a velocidade de progresso do HLB em um pomar, mesmo com rigoroso controle interno do inseto vetor e eliminação frequente de plantas sintomáticas de

dentro do pomar, é mais dependente da quantidade de infecções primárias que das secundárias. As infecções primárias, por sua vez, dependem da densidade populacional de insetos vetores infectivos criados em plantas doentes e sem controle efetivo do psilídeo na vizinhança ou na região onde está localizado o pomar. Tanto no trabalho de Bassanezi et al. (2013b) quanto no de Ferreira (2014), foi observado que o progresso da doença foi significativamente maior nos talhões de citros com manejo da doença, localizados até 2 km de distância de pomares comerciais ou não comerciais sem o manejo da doença, quando comparado aos talhões com manejo da doença, localizados na vizinhança imediata de pomares com pelo menos o controle frequente do psilídeo. Estes trabalhos concluíram que, para obter sucesso no controle desta doença, é essencial que o manejo do HLB seja aplicado por todos os citricultores da região.

Este manejo, que envolve o controle do psilídeo e a eliminação de plantas doentes em áreas extensas ou em toda a região, realizado por todos os citricultores presentes, é conhecido como Manejo Regional do HLB (Bassanezi et al., 2013b). A prática do manejo regional do HLB, principalmente o controle coordenado e coletivo do psilídeo na região, tem se difundido pelas regiões citrícolas produtoras de todo mundo. Nos estados da Florida e Texas, nos Estados Unidos da América, os produtores têm se juntado e organizado nas *Citrus Healthy Management Areas* - CHMAs (Áreas de Manejo Saudável dos Citros), no México nas *Areas Regionales de Control* – ARCOs (Áreas Regionais de Controle) e em São Paulo, Brasil, nos Grupos de Manejo Regional do HLB (Bassanezi et al., 2013b; Luo et al., 2015). Resultados positivos na redução da densidade populacional de psilídeos em pomares comerciais dentro das regiões de manejo têm sido observados quando há participação da maioria dos citricultores nas aplicações coordenadas de inseticidas (Luo et al., 2015). Entretanto, ainda são escassos os trabalhos que mostram a redução do progresso da incidência de HLB nestas áreas de manejo regional.

Entretanto, as aplicações coletivas de inseticidas realizadas pelos citricultores em seus pomares não atingem os psilídeos em plantas de citros e murta com HLB presentes em pomares não comerciais de sítios, chácaras, em quintais ou em áreas residenciais, o que poderia acarretar em reinfestações precoces dos pomares tratados e ter algum impacto negativo na eficiência do controle da doença nos pomares comerciais. Assim, medidas adicionais de controle da doença deveriam ser tomadas pelo citricultor não somente dentro da propriedade, mas, também, fora dela, como a redução das fontes de inóculo da bactéria por meio da eliminação destas plantas doentes ou o controle do inseto vetor por meio da aplicação de inseticidas ou liberação de inimigos naturais, como o parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae).

Embora seja recomendado e indicado como fundamental, ainda não foi demonstrado que o manejo do HLB externamente a uma propriedade comercial de citros reduz o progresso da epidemia da doença. Desta forma, o presente estudo de caso teve como objetivos:

- i) Demonstrar a importância de plantas de citros e murta dispersas e em baixa quantidade em áreas não comerciais como fontes de inóculo da doença e do inseto vetor e a sua interferência no controle do HLB em um pomar comercial de laranjeira;
- ii) Avaliar o efeito do conjunto de medidas de manejo do HLB adotadas interna e externamente a uma propriedade comercial no progresso da doença;
- iii) Avaliar o benefício econômico das medidas adicionais internas e externas adotadas no manejo da doença.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo de caso foi conduzido, de março de 2013 a agosto de 2015, na fazenda São Sebastião, localizada no município de Pedregulho, região Nordeste do estado de São Paulo, latitude 20°19'6.99" S e longitude 47°28'53.31" W (Figura 1).

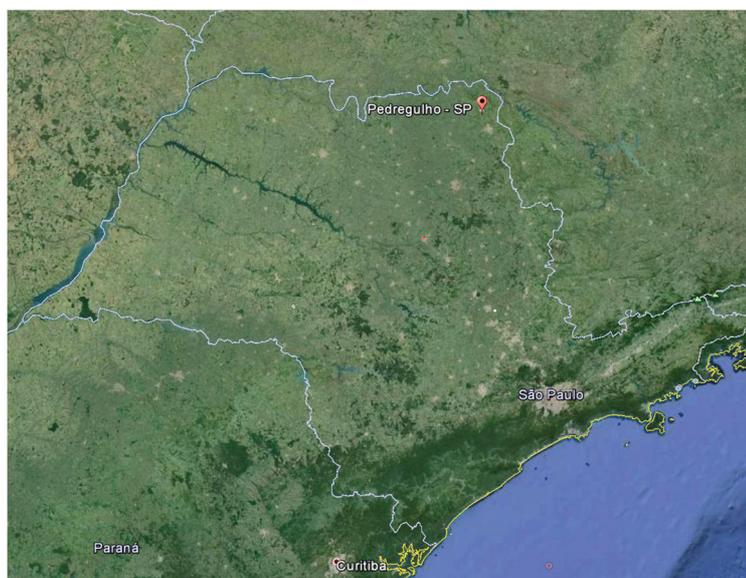


Figura 1. Localização da fazenda São Sebastião, no município de Pedregulho, no estado de São Paulo, Brasil. (Imagem do Google Earth).

A fazenda tem 418,8 ha, com 227.396 laranjeiras doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], em 14 talhões divididos em subtalhões (Figura 2), plantados entre janeiro de 2006 e janeiro de 2008, com densidade de plantio de 476 a 615 plantas por hectare (média de 558,8 plantas/ha) e irrigação em 26,7% da área. Entre as variedades plantadas, 35% são das variedades de maturação precoce Hamlin, Rubi e Valência Americana, 11% da variedade de meia estação Pera Rio e 54% das variedades de maturação tardia Valência, Natal e Folha Murcha (Tabela 1). 94,8% das laranjeiras são enxertadas em limão ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck) e o restante 5,2% em citrumelo ‘Swingle’ [*Poncirus trifoliolata* (L.) Ralf. x *C.sinensis* (L.) Osbeck].

A propriedade era cercada por lavouras de café e pastagens, sem a presença de pomares comerciais de citros na sua vizinhança. Mesmo assim, a região de Altinópolis, na qual a propriedade está localizada, apresentou no levantamento amostral do Fundecitrus em 2015, uma incidência de 4,46% de plantas de laranja com sintomas de HLB em pomares comerciais (Fundecitrus, 2015b).

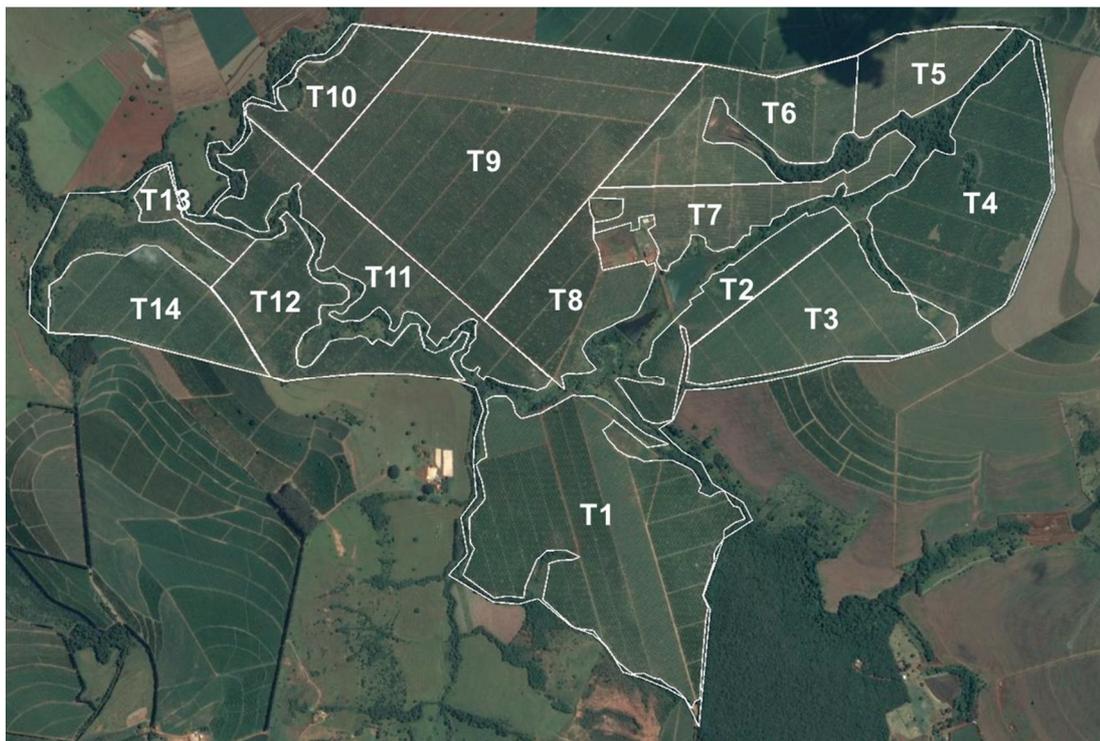


Figura 2. Vista aérea da fazenda São Sebastião, localizada no município de Pedregulho-SP, com a divisão dos talhões de laranjeiras doces. (Imagem do Google Earth em 18/03/2014).

Tabela 1. Características dos talhões da fazenda São Sebastião, em Pedregulho-SP.

Talhão	Variedade	Porta-enxerto	Plantio	Irrigação (%) ^x	Espaçamento	Plantas ^y
1	Folha Murcha	L. Cravo	2007	0	6,5 m x 2,5 m	44.053
2	Val. Americana	L. Cravo	2007	0	7,0 m x 2,5 m	8.604
3	Rubi	L. Cravo	2007	100	7,0 m x 2,5 m	17.125
4	Pera Rio	L. Cravo	2008	0	6,5 m x 2,5 m	24.461
5	Valência	L. Cravo	2007	0	7,5 m x 2,8 m	6.805
6	Natal	L. Cravo	2007	52	7,5 m x 2,5 m	13.309
7	Val. Americana	L. Cravo	2007	0	7,5 m x 2,5 m	13.113
8	Valência	L. Cravo	2007	0	7,5 m x 2,8 m	6.726
9	Natal	L. Cravo	2007	30	7,5 m x 2,8 m	42.383
10	Hamlin	L. Cravo	2006	0	7,0 m x 2,5 m	9.733
11	Rubi	C. Swingle	2007	100	7,0 m x 2,5 m	16.240
12	Valência	L. Cravo	2007	23	7,5 m x 2,8 m	10.942
13	Valência	C. Swingle	2007	100	7,5 m x 2,8 m	2.227
14	Val. Americana	L. Cravo	2007	0	7,0 m x 2,5 m	11.675
Total				25		227.396

^x Porcentagem das plantas com irrigação localizada.

^y Número de plantas no início do estudo em janeiro de 2011.

2.2. Medidas de manejo do HLB adotadas até março de 2013

Até março de 2013, o manejo do HLB era adotado apenas internamente na propriedade. Este manejo consistia na adoção das três medidas recomendadas, incluindo o plantio e replantio de mudas sadias produzidas em viveiros telados, monitoramento e controle do psilídeo e inspeção e eliminação de plantas com sintomas de HLB. O rigor e a frequência da adoção destas medidas de manejo na propriedade podem ser considerados bons conforme os padrões das propriedades que melhor manejam a doença no estado de São Paulo (Belasque et al., 2010).

2.2.1. Monitoramento e controle de *Diaphorina citri*

O monitoramento para observação de ovos, ninfas e adultos do psilídeo era realizado por meio da inspeção visual de brotos novos, em 1% das plantas do talhão, a cada 15 dias, juntamente com a inspeção de outras pragas. Também era realizado o monitoramento de adultos de *D. citri* com o uso de 60 cartões adesivos amarelos, quadriculados, de 14 cm x 20 cm, com cola *hot melt* nas duas faces (ISCA®), dispostos em diferentes talhões da propriedade. Os cartões adesivos amarelos eram colocados nas plantas da periferia do talhão, fixados em uma vara de bambu (Figura 3). Os cartões adesivos eram avaliados semanalmente no campo e trocados a cada 15 dias ou, antes deste intervalo, dependendo de suas condições de atratividade e capacidade de reter insetos.

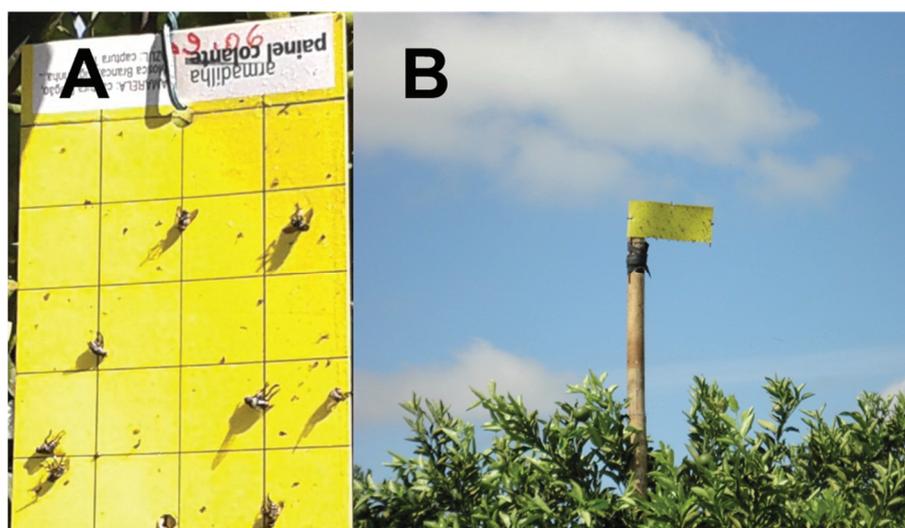


Figura 3. Cartão adesivo amarelo utilizado para o monitoramento de adultos de *Diaphorina citri* (A) e seu posicionamento na planta de laranjeira com auxílio de uma haste de bambu (B).

O controle do psilídeo era feito por meio da aplicação foliar de inseticidas, alternando os seguintes princípios ativos: dimetoato (2,0 L de produto comercial/2.000 L de calda), bifentrina (0,4 L de p.c./2.000 L de calda), imidacloprido (0,4 L de p.c./2.000 L de calda) e fenpropatrina (0,5 L de p.c./2.000 L de calda).

Antes de iniciar a aplicação em todas as plantas do talhão, fazia-se uma aplicação na periferia do mesmo, isto é, eram pulverizadas apenas as primeiras plantas do entorno do talhão. As aplicações de inseticidas eram feitas em todos os talhões da propriedade seguindo um esquema de calendário, de duas aplicações por mês, em intervalos de 14 a 15 dias. Caso fosse detectada a presença do psilídeo em um determinado talhão, tanto nas inspeções visuais da planta como nos cartões adesivos, uma aplicação extra, entre as aplicações do calendário, era realizada no talhão, tendo o prazo de 72 horas para execução da operação.

Para as pulverizações, era utilizado o turbopulverizador Arbus 4000 da Jacto, acoplado a um trator MF 4275, com rotação de trabalho de 1.900 rpm. A velocidade de trabalho para pulverização do inseticida era de 5,5 a 7,0 km/h, usando a terceira marcha reduzida alta. A faixa de pressão utilizada no turbopulverizador era de 120 a 150 lbf, aplicando, em média, um volume de calda de 1.540 L/ha (de 1.034 a 1.947 L/ha) ou 2,9 L/planta (de 1,8 a 3,2 L/planta). O conjunto de difusor e ponta de aplicação era do tipo KGF DCCP 5.

2.2.2. Inspeção e eliminação de plantas com sintomas de HLB

As inspeções para a detecção de plantas com sintomas de HLB eram realizadas com equipe de inspetores em plataforma para duas pessoas, acoplada ao trator (Figura 4). Para segurança e conforto dos inspetores, a plataforma possuía piso antiderrapante, cinto de segurança tipo paraquedista, banco acolchoado e proteção almofadada nas laterais.

Eram realizadas seis inspeções anuais para detecção de plantas com sintomas de HLB, sendo que a Instrução Normativa n.53 de 18 de outubro de 2008, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, estabelece um mínimo de quatro inspeções anuais, sendo duas por semestre.

As plantas com sintomas característicos de HLB eram eliminadas dentro de um prazo de sete dias. As plantas suspeitas tinham amostras de folhas com sintomas semelhantes aos de HLB encaminhadas para o Centro de Diagnóstico de Pragas e Doenças de Citros, do Fundecitrus, em Araraquara, para análise laboratorial por PCR em tempo real para detecção das bactérias associadas ao HLB. Após a confirmação das amostras como positivas para presença de *Ca. L. asiaticus* ou *Ca. L. americanus*, estas plantas também eram eliminadas. Imediatamente

após o corte da planta doente rente ao solo era feita a aplicação de herbicida + óleo diesel, na proporção 1:10, para evitar o brotamento das raízes remanescentes.



Figura 4. Inspeção para detecção de plantas com sintomas de HLB em plataforma para dois inspetores acoplada a um trator.

2.3. Medidas de manejo do HLB adotadas após março de 2013

Devido ao crescente aumento na incidência de plantas erradicadas com sintomas de HLB, após março de 2013, o manejo da doença dentro da propriedade passou por mudanças e adequações. Adicionalmente, medidas de manejo da doença em propriedades externas, num raio de até 10 km ao redor da propriedade, foram iniciadas e adotadas como rotina.

2.3.1. Adequações no manejo do HLB adotadas dentro da propriedade

Todas as medidas de manejo do HLB adotadas anteriormente dentro da propriedade foram mantidas, porém algumas medidas foram ajustadas ou adicionadas, visando aumentar a eficiência do manejo interno do HLB. Entre as adequações no manejo do HLB estão a readequação do monitoramento do psilídeo com os cartões adesivos amarelos, treinamento de inspetores e tratoristas para leitura dos cartões adesivos amarelos e detecção de plantas com sintomas de HLB no campo, regulagem e calibração dos turbopulverizadores, aumento da frequência de pulverizações de inseticidas e implementação de auditorias internas.

2.3.1.1. Treinamentos e reciclagem de inspetores e tratoristas

Inspetores de pragas, inspetores de HLB e tratoristas receberam treinamentos realizados pela equipe de engenheiros agrônomos do Fundecitrus para transferência de tecnologia.

No dia 30 de abril de 2013, os inspetores de pragas receberam treinamento para avaliação e leitura dos cartões adesivos amarelos com foco na detecção de adultos do psíldeo (Figura 5). Também, no mesmo dia, foram realizados treinamentos e reciclagem dos inspetores de HLB para a detecção de plantas com sintomas da doença (Figura 6).

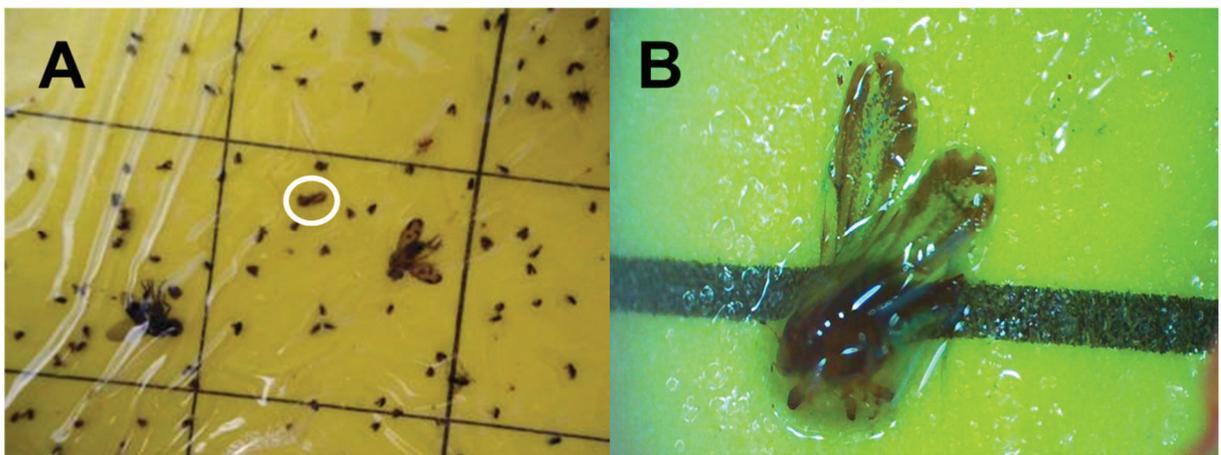


Figura 5. Identificação de adulto de *Diaphorina citri* capturado no cartão adesivo amarelo (A) e detalhes do inseto capturado, identificando características típicas de suas asas anteriores, transparentes com a borda escura (B).



Figura 6. Treinamento para identificação de plantas com sintomas de HLB (A) e detalhes do material usado na capacitação dos inspetores (B).

A equipe de tratoristas, responsáveis pela aplicação de inseticidas na propriedade, recebeu treinamentos, em outubro de 2013, março e outubro de 2014, com a finalidade de aumentar o desempenho e qualidade da operação, já que grande parte das pulverizações tem como alvo biológico a *D. citri*.

2.3.1.2. Readequação do monitoramento do psílídeo com os cartões adesivos amarelos

No mês de abril de 2013, foi realizada a readequação no número de cartões adesivos amarelos e na posição em que estes se encontravam nas plantas e nos talhões. O número de cartões adesivos amarelos passou de 60 para 80 unidades. Maior atenção foi dada ao posicionamento dos cartões nas plantas, deixando-os no terço superior da copa e sempre próximos aos ramos das plantas, evitando que fossem posicionados no espaço entre plantas ou muito acima ou distantes da copa das plantas (Figura 7). Os pontos de monitoramento também foram readequados, dando ênfase aos locais com maiores incidências da doença, como plantas localizadas na periferia da propriedade e próximas a matas no interior da propriedade (Figura 8).

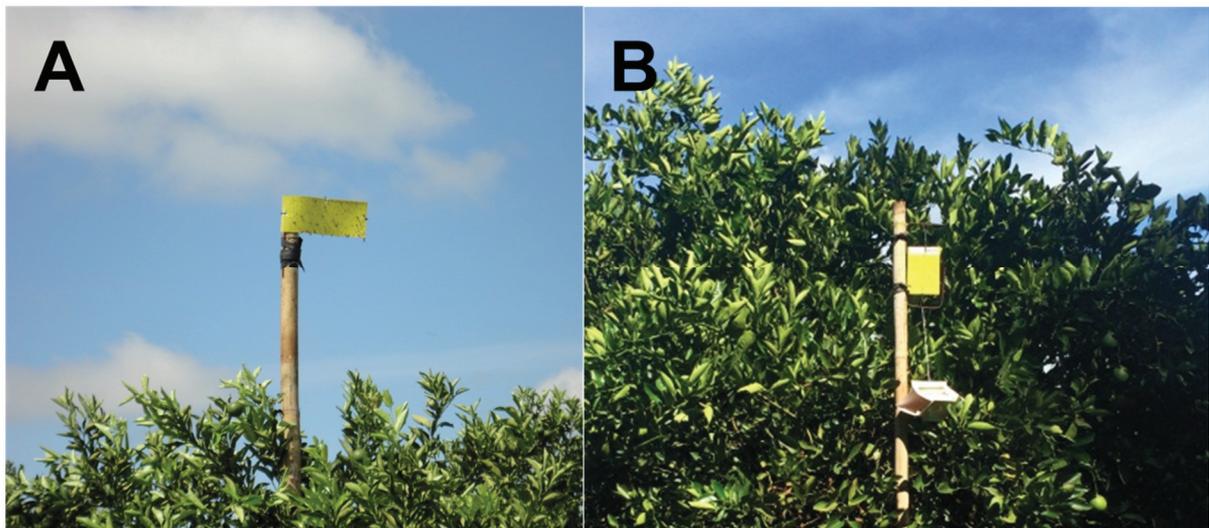


Figura 7. Posicionamento dos cartões adesivos amarelos na planta para o monitoramento de *Diaphorina citri*. (A) Posionamento errado, cartão acima da copa da planta. (B) Posionamento correto, cartão no terço superior da copa da planta e próximo aos ramos.



Figura 8. Distribuição dos cartões adesivos amarelos, georreferenciados, na propriedade para o monitoramento de *Diaphorina citri*.

Devido ao tamanho reduzido do adulto de *D. citri*, as avaliações dos cartões adesivos amarelos passaram a ser realizadas com o auxílio de lupa de 10 aumentos para melhorar a detecção dos insetos capturados. A frequência de leitura e de troca dos cartões adesivos amarelos não foi alterada, assim como o monitoramento visual do psíldeo junto com o monitoramento de outras pragas.

2.3.1.3. Alteração na frequência de aplicação de inseticidas para o controle de *D. citri*

A partir de março de 2013, alterou-se a frequência de aplicação de inseticidas de duas mensais, em intervalos de 15 dias, para três aplicações mensais, em intervalos de 10 dias. Os mesmos inseticidas e dosagens, descritos no item 2.2.1, foram utilizados, com a inclusão da beta ciflutrina (p.c. 0,25 L/2.000 L) no rodízio de produtos.

A frequência de três aplicações mensais foi mantida, por 8 meses, até outubro de 2013. A partir de novembro de 2013 voltou-se a adotar o calendário de duas aplicações mensais, porém em alguns meses, como junho, julho e outubro de 2014, foram realizadas menos pulverizações em relação ao programado devido à estiagem prolongada neste período (Figura 9). A pulverização das plantas do entorno de cada talhão, antes da pulverização de todas as

plantas do talhão, e as pulverizações extras, ao se detectar *D. citri* no monitoramento, foram continuadas.

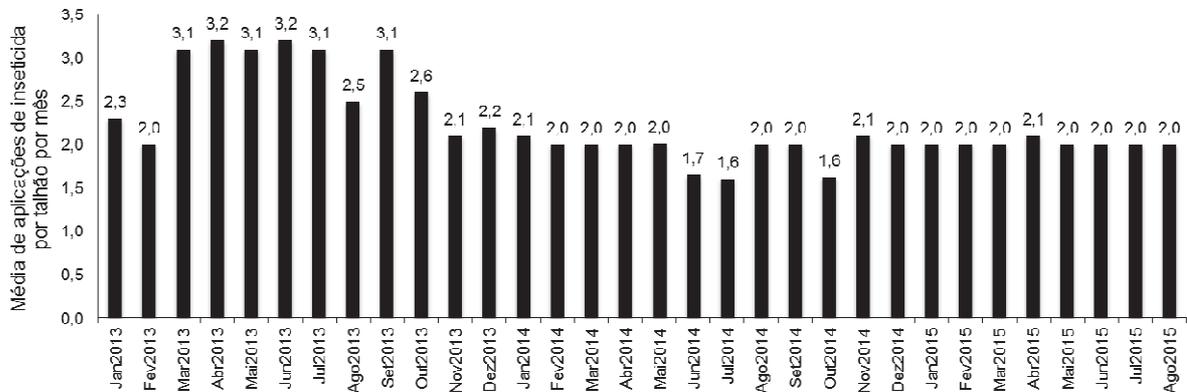


Figura 9. Número médio de aplicações de inseticida por talhão por mês para o controle de *Diaphorina citri*, no período de janeiro de 2013 a agosto de 2015, na Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP.

2.3.1.4. Regulagem e calibração dos turbopulverizadores e readequação do volume de calda na aplicação de inseticidas

No mês de setembro de 2013 foram realizados trabalhos para melhoria na regulagem e calibração dos turbopulverizadores para a readequação do volume de calda aplicado para cerca de 1.000 L/ha ou 1,9 L/planta e obtenção de uma melhor cobertura e deposição de inseticidas nas plantas. A velocidade e a pressão de trabalho do turbopulverizador descritas no item 2.2.1 não foram alteradas, sendo apenas mudado o conjunto difusor e ponta de pulverização para Albus AD 4 DC 25 (Figura 10).



Figura 10. Conjunto de difusor e ponta de pulverização Albus AD 4 DC 25.

2.3.1.5. Auditorias internas

As auditorias internas, realizadas pelo supervisor de processos agrícolas, tiveram início no mês de maio de 2014, tendo como principais atividades avaliadas as pulverizações de inseticidas e inspeções de pragas e HLB.

As aplicações de inseticidas foram acompanhadas por meio de avaliações dos produtos, dosagens e volumes aplicados, intervalo entre aplicações, qualidade das aplicações (cobertura em papel hidrossensível), conservação e manutenção dos pulverizadores. As auditorias ocorreram nos meses junho, agosto, outubro, dezembro, fevereiro e abril de 2014 e junho de 2015.

Quanto às inspeções de praga e HLB, foi acompanhado o posicionamento e conservação dos cartões adesivos amarelos, conhecimento dos inspetores na identificação do psilídeo e dos sintomas de HLB, prazo de erradicação de plantas sintomáticas, marcação de plantas suspeitas, confirmação de plantas sintomáticas marcadas para erradicação, controle de rebrotas em raiz e tronco no local onde foram eliminadas plantas devido ao HLB. As auditorias ocorreram nos meses setembro, novembro, janeiro, fevereiro, março e abril de 2014.

2.3.2. Manejo do HLB fora da propriedade

Medidas de manejo da doença em propriedades vizinhas ou próximas da fazenda passaram a ser adotadas como rotina a partir de maio de 2013. Inicialmente, para o planejamento deste manejo externo do HLB, foi realizado o mapeamento e caracterização de propriedades com plantas de citros ou de murta ao redor da fazenda, em um raio de 5 km. Este mapeamento foi iniciado em maio de 2013 e encerrado em maio de 2015.

Em seguida, cada proprietário das plantas encontradas foi visitado para que fosse conscientizado a respeito do potencial das plantas de citros e de murta como criadouro de psilídeos e fonte de inóculo da bactéria do HLB para contaminação de pomares comerciais de citros. Também foram informados sobre a dificuldade de controle da doença quando o psilídeo portador da bactéria migra para os pomares comerciais e sobre o impacto do HLB na produção e longevidade das laranjeiras. Este trabalho teve como objetivo o convencimento dos mesmos para que fosse autorizada a adoção das medidas de manejo do HLB nas suas propriedades.

Primeiramente, buscou-se a erradicação das plantas com sintomas de HLB ou de todas as plantas de citros ou murta do local. Nas plantas remanescentes (sadias ou para as quais não se autorizou a erradicação) realizou-se o monitoramento quinzenal do psilídeo com cartões adesivos amarelos e a aplicação de inseticidas a cada 30 dias. Estas plantas foram pulverizadas com pulverizador costal motorizado Stihl modelo SR420, com tanque de 14 litros, na regulagem

três para permitir uma vazão que contribuísse para uma melhor cobertura de aplicação nas plantas pulverizadas (Figura 11). Nestas pulverizações, foi utilizado o inseticida de contato dimetoato, na dosagem de 100 mL do p.c./14 L de água, associado com o inseticida fisiológico pyriproxyfen, na dosagem de 30 mL do p.c./14 L de água.

Em algumas propriedades vizinhas, o manejo do HLB foi permitido sem envolver permuta. Entretanto, em outras, foi necessário negociar com o proprietário a prestação de serviços, troca de plantas de citros por outras árvores frutíferas, ou fornecimento mensal de frutas de laranja, para que as ações externas de manejo do HLB fossem autorizadas.

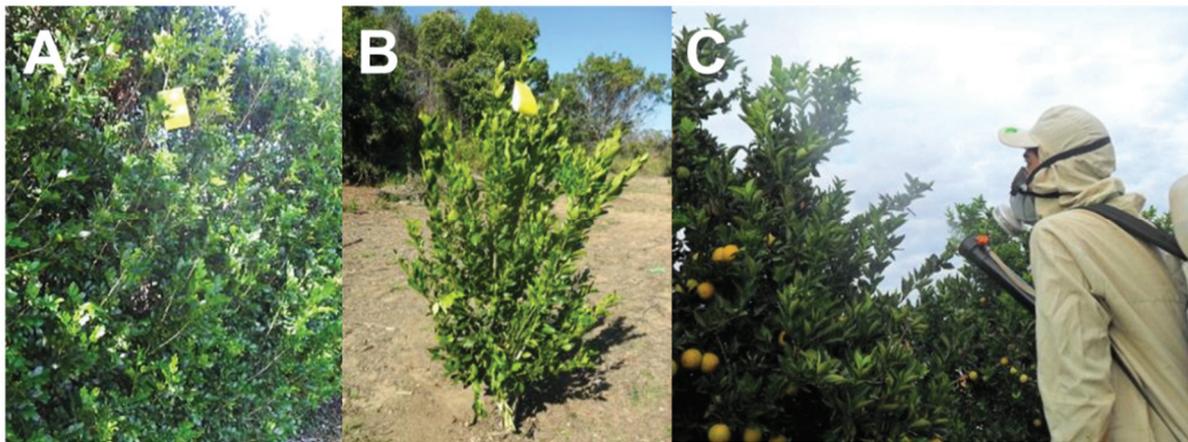


Figura 11. Monitoramento de *Diaphorina citri* com cartões adesivos amarelos em cerca viva de murta (A) e planta de citros (B) em propriedades vizinhas. Aplicação de inseticida em plantas de citros de propriedades vizinhas com pulverizador costal (C).

Nos locais mais distantes, de mais de 5 até 10 km, ou nos quais não foi permitida a aplicação de inseticidas e havia a presença de ninfas do psíldeo, como hortos e áreas urbanas dos municípios de Pedregulho, Cristais Paulista e Jeriquara, foi feita a liberação do parasitoide *T. radiata* (Figura 12). Os lotes de *T. radiata* foram adquiridos no laboratório de Entomologia da ESALQ/USP, em Piracicaba, por intermédio do Fundecitrus. Os insetos vieram condicionados em tubetes com 150 exemplares cada e foram transportados dentro de uma caixa de isopor. Foram observadas as condições climáticas para que a liberação fosse bem-sucedida, sendo realizada sempre no período da manhã. Foram realizadas três liberações: a primeira com 1.500 insetos no dia 9 de outubro de 2013, a segunda com 1.500 insetos no dia 29 de outubro de 2013 e a terceira com 3.000 insetos no dia 11 de abril de 2014. As duas primeiras liberações foram realizadas em 5 locais e a última em 13 locais, incluindo os das primeiras duas liberações (Figura 13).

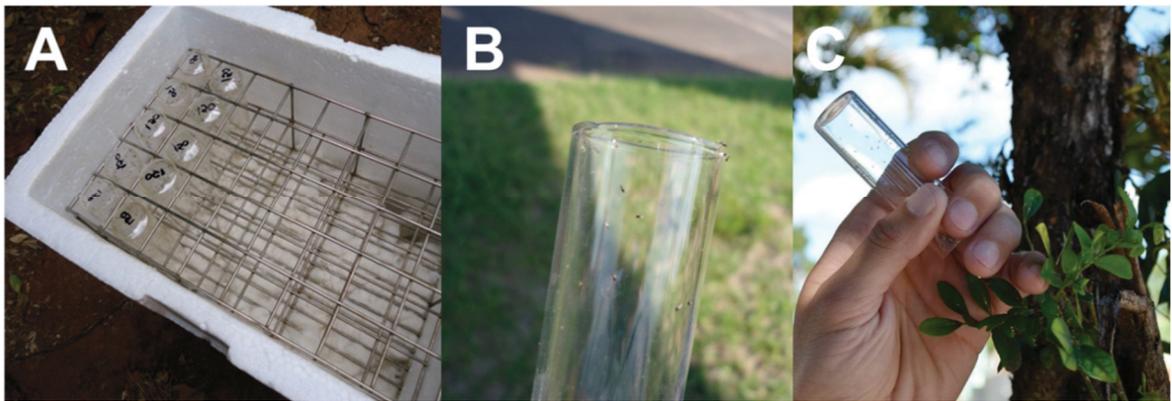


Figura 12. Lote com tubetes contendo exemplares de *Tamarixia radiata* transportados em caixa de isopor (A). Liberação do parasitoide em áreas urbanas para controle de *Diaphorina citri* (B e C).

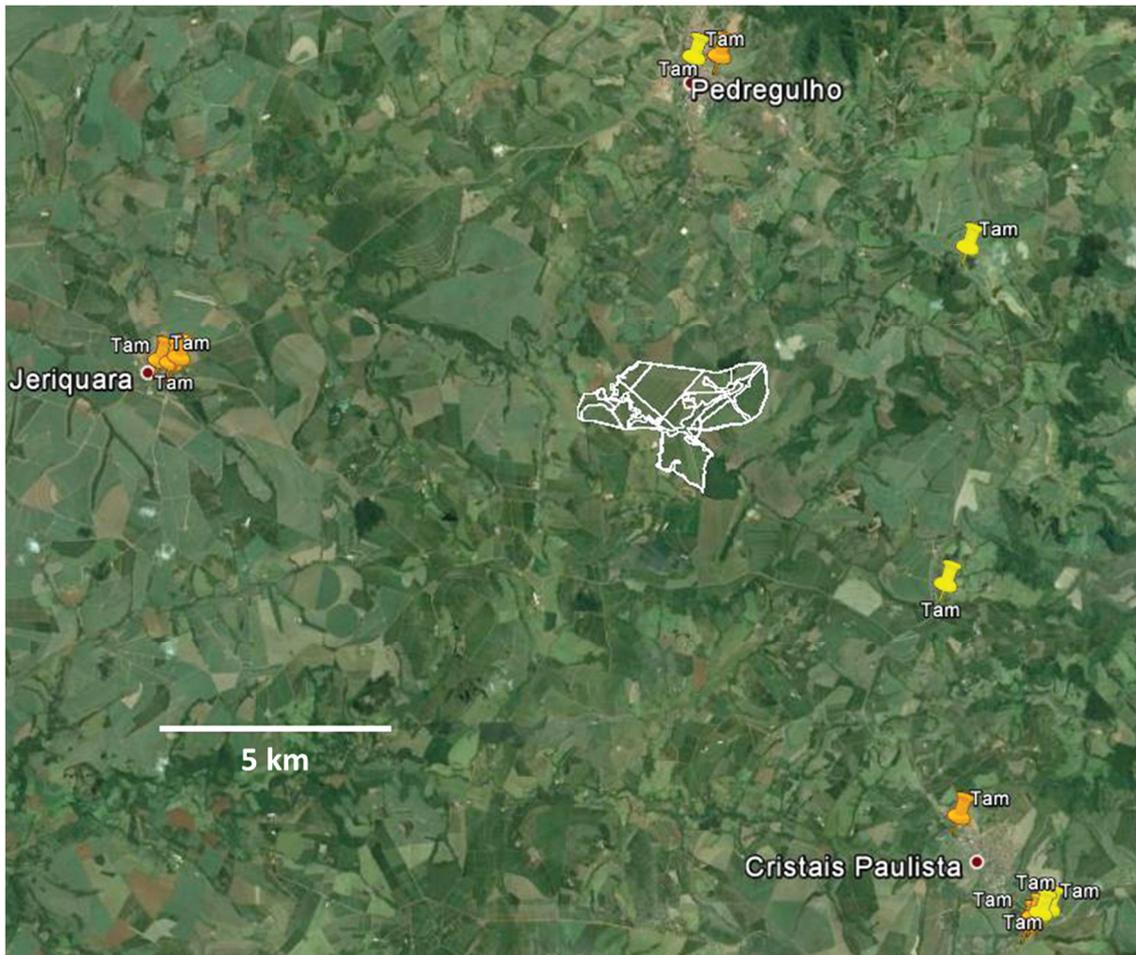


Figura 13. Locais de liberação de *Tamarixia radiata* (Tam) para controle de *Diaphorina citri*. Pontos amarelos sinalizam locais que tiveram três liberações (9 e 29/10/2013 e 11/04/2014) e pontos em laranja sinalizam os locais apenas com a última liberação (11/04/2014).

Na tabela 2 são apresentadas as principais práticas de manejo do HLB adotadas interna e externamente à propriedade antes e após março de 2013.

Tabela 2. Práticas de manejo do Huanglongbing adotadas interna e externamente à fazenda São Sebastião, antes e após março de 2015. Pedregulho-SP.

Práticas de Manejo	Antes de março de 2013	Após março de 2013
Internas		
Monitoramento de psilídeo		
Visual em brotos	-Quinzenal em 1% das plantas	-Quinzenal em 1% das plantas
Cartões adesivos amarelos	-Semanal em 60 cartões -Localizados nos espaços entre plantas, acima ou escondidos no meio da copa das plantas -Na periferia dos talhões	-Semanal em 80 cartões -Localizado no terço superior da copa e próximo aos ramos -Na periferia dos talhões nas faces com a divisa da propriedade e matas internas -Treinamento para leitura de cartões -Uso de lupa de 10x para leitura
Controle do psilídeo	-Pulverização do entorno do talhão antes de pulveriza todo o talhão -Pulverização foliar de inseticidas a cada 15 dias -Aplicação adicional quando detectado psilídeo nas inspeções -Alternância de dimetoato, bifentrina, fenpropratrina e imidacloprido -1.540 L/ha ou 2,9 L/planta	-Pulverização do entorno do talhão antes de pulveriza todo o talhão -Pulverização foliar de inseticidas a cada 10 dias de março a outubro e a cada 15 dias a partir de novembro Aplicação adicional quando detectado psilídeo nas inspeções Alternância de dimetoato, bifentrina, fenpropratrina, imidacloprido e beta ciflutrina -1.000 L/ha ou 1,9 L/planta -Treinamento para pulverização
Inspeção de plantas com HLB	-Plataforma de duas pessoas -6 por ano -Eliminação até 7 dias após -Aplicação de glifosato + óleo diesel 1:1 no tronco após o corte	-Plataforma de duas pessoas 6 por ano Eliminação até 7 dias após Aplicação de glifosato + óleo diesel 1:1 no tronco após o corte Treinamento para detecção de plantas
Auditorias internas de operações		-Auditoria da pulverização, da inspeção de pragas e HLB
Externas		
Identificação de plantas de citros e murta na vizinhança		-Mapeamento de propriedades no raio de 5 km e localização de plantas em áreas urbanas a 10 km
Eliminação de plantas nos vizinhos		-Eliminação por convencimento ou troca por outras frutíferas, serviços ou fornecimento mensal de laranja
Monitoramento de psilídeo nos vizinhos		-Semanal em 72 cartões adesivos amarelos nos vizinhos no raio de 5 km
Controle de psilídeo nos vizinhos e áreas residenciais		-Pulverização foliar de inseticidas mensal (dimetoato+pyriproxifen) nos vizinhos no raio de 5 km -Liberação de 6.000 <i>T. radiata</i> em áreas residenciais até 10 km de raio

2.4. Análise benefício-custo das ações internas e externas de manejo do HLB adotadas após março de 2013

A relação benefício-custo das ações internas e externas de manejo do HLB adotadas após março de 2013 foi estimada pela razão entre o valor do benefício gerado pela adoção das ações e o valor do custo adicional resultante da adoção destas ações.

2.4.1. Estimativa dos benefícios

O benefício das ações realizadas foi estimado pela soma da receita adicional proveniente da produção das plantas que deixaram de ser erradicadas, da economia na operação de erradicação das plantas eliminadas e da economia pela não necessidade replantio das plantas não erradicadas.

Para o cálculo da incidência de plantas com HLB que seriam eliminadas, caso não fossem adotadas novas medidas de manejo a partir de 2013, os dados de incidência acumulada de plantas com HLB para os anos de 2011, 2012 e 2013 foram ajustados ao modelo de Gompertz, por ser este um dos modelos que melhor representa o progresso anual da incidência acumulada de plantas com HLB (Bassanezi & Bassanezi, 2008). Para tanto, as incidências acumuladas de plantas com HLB nos anos de 2011 a 2013, em proporção, foram transformadas em gompito de y {gompito de $y = -\ln[-\ln(y)]$ }. Em seguida, foi estimada a taxa anual de progresso da incidência de plantas com HLB (r_G) como sendo o coeficiente angular obtido por meio da regressão linear entre o gompito de y e tempo (em anos). Assumindo, que a taxa de progresso da doença permaneceria constante se não fossem adotadas as medidas adicionais de controle, estimou-se, então, as incidências acumuladas para os anos de 2014 e 2015, e consequentemente o número de plantas que seriam erradicadas neste período. A diferença entre as incidências de plantas doentes estimadas e as incidências observadas nos anos de 2014 e 2015, corresponde ao número de plantas que deixaram de ser erradicadas no período em função das medidas adotadas.

Para obter o valor da receita adicional proveniente da produção das plantas que deixaram de ser erradicadas, o número estimado de plantas não erradicadas em 2014 foi multiplicado pela sua produção de frutas e valor recebido pela caixa de laranja nos anos de 2014 e 2015, e o número de plantas não erradicadas em 2015 foi multiplicado pela sua produção de frutas e valor recebido pela caixa de laranja no ano de 2015. Neste caso, a produtividade média das plantas na fazenda em 2014 e 2015 foi de 2,5 e 2,7 caixas por planta, respectivamente. O preço médio recebido por caixa, considerado no estudo, foi o valor médio da laranja posta na indústria paulista (sem contrato) para os anos de 2014 e 2015, divulgado pelo Centro de Estudos

Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP (CEPEA, 2015). Estes valores foram R\$ 9,75 e R\$ 10,29 para 2014 e 2015, respectivamente. Em seguida, o número estimado de plantas não erradicadas também foi multiplicado pelo valor do custo de erradicação de uma planta, obtendo-se o valor da economia na operação de erradicação das plantas eliminadas. O custo para a erradicação de plantas com HLB foi estimado em R\$ 0,90 por planta, considerando-se o custo da diária do operador de motosserra de R\$ 65,93 por dia, o rendimento operacional de 100 plantas cortadas por dia, o valor do óleo diesel de R\$ 2,43 por litro e o consumo de óleo diesel para o corte de 0,1 litro por planta. Ao final, o número estimado de plantas não erradicadas também foi multiplicado pelo valor do replantio de uma muda de laranja (R\$ 14,39), incluindo os custos de aquisição da muda de laranja e as operações de abertura e adubação da cova de plantio, plantio e rega da muda e capina de mato na cova (Tozatti, 2014), para obter o valor da economia pela não necessidade replantio das plantas não erradicadas.

2.4.2. Estimativa dos custos adicionais

O custo adicional das medidas adotadas a partir de março de 2013 foi estimado pelo custo de uma pulverização de inseticida adicional na fazenda no período de março a outubro de 2013, pelo custo do monitoramento adicional de psílídeos em 20 novos cartões adesivos amarelos e pelo custo das medidas adotadas externamente a fazenda.

Para o cálculo do custo adicional das medidas adotadas internamente, o valor do custo de uma aplicação de inseticida por hectare foi de R\$ 29,03, sendo composto pelo custo do inseticida (R\$ 15,14/ha), custo do óleo diesel (R\$ 6,55/ha) e custo da mão-de-obra do tratorista (R\$ 7,37/ha), e o custo do monitoramento com cartão adesivo amarelo foi de R\$ 1,10 por cartão adesivo amarelo por quinzena).

Para o cálculo do custo adicional das medidas adotadas externamente, considerou-se o valor gasto com mão-de-obra e deslocamento para mapeamento e convencimento dos proprietários de R\$ 5.150,00 (15 dias e 555 km com veículo a gasolina); de diária da mão-de-obra envolvida nas atividades externas a R\$ 65,73/dia multiplicado por quatro dias por mês; do deslocamento mensal até os vizinhos de R\$ 130,00 (185 km por mês com veículo a óleo diesel), do monitoramento de 72 cartões adesivos amarelos por quinzena de R\$ 1,10/cartão; da operação de eliminação das 969 plantas ao custo de R\$ 0,90 por planta, da aquisição de 100 mudas de frutíferas para substituição das plantas eliminadas a R\$ 15,00/muda, da prestação de serviço para construção de represa de R\$ 3.000,00, do suprimento de 26 caixas de laranja por mês a R\$ 10,00/caixa, da operação de pulverização mensal de 619 plantas de citros e 5 cercas vivas de murta com inseticida a R\$ 98,49 (300 litros de calda por mês e gasolina do pulverizador costal),

e aquisição de 6.000 parasitoides e três operações de liberação, incluindo o transporte do laboratório, em Piracicaba, até os locais de liberação, a R\$ 1.650,00.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Progresso da incidência de plantas com sintomas de HLB até março de 2013

De janeiro de 2011 a março de 2013, mesmo com a adoção de todas as práticas recomendadas para o manejo do HLB dentro da fazenda, o número de plantas erradicadas com sintomas da doença aumentou ano a ano em todos os talhões (Figura 14). Somente nos três primeiros meses de 2013, o número de plantas erradicadas pela doença em toda a propriedade já era maior que 73% do número de plantas erradicadas em todo ano de 2012, indicando que as medidas de controle adotadas na propriedade, até então, não estavam sendo suficientes para reduzir o progresso da doença.

A maioria dos talhões da fazenda possui uma ou mais faces na divisa da propriedade (Figura 2). Nestes talhões de borda, com exceção do talhão 13, o número de plantas erradicadas nos três primeiros meses de 2013 foi superior a 50% do número total erradicado em 2012 (56% no talhão 1, 76% no talhão 3, 60% no talhão 4, 69% no talhão 5, 115% no talhão 6, 95% no talhão 9, 109% no talhão 10, 169% no talhão 11, 70% no talhão 12, 28% no talhão 13 e 80% no talhão 14). Nos talhões localizados mais internamente à propriedade, sem faces para a divisa da propriedade e totalmente cercados por outros talhões ou mata interna, o número de plantas erradicadas até março de 2013 representava menos de 50% do total eliminado em 2012 (40% no talhão 2, 47% no talhão 7 e 24% no talhão 8). Este resultado indicou que nos talhões internos, a taxa anual de infecção era menor que nos talhões com plantas diretamente expostas à infestação por psilídeos infectivos emigrantes de outras plantas de citros doentes e sem o controle do inseto vetor, localizadas na vizinhança da propriedade.

A maior concentração de plantas doentes nas áreas próximas à divisa da propriedade foi relatada em alguns trabalhos (Bassanezi et al., 2005; Gottwald et al. 2008) e é atribuída ao comportamento do psilídeo adulto de migrar frequentemente entre pomares, a curtas e longas distâncias, na busca por brotações para sua reprodução e alimentação (Hall & Hentz, 2011; Tomaseto et al., 2015). Nesta migração, os insetos se concentram nos primeiros metros a partir do entorno dos talhões (Boina et al., 2009). Na propriedade, isto se reflete na maior quantidade de psilídeos e de brotos infestados nos talhões localizados mais próximos à divisa da propriedade em relação aos talhões rodeados por outros talhões no interior da propriedade (Sétamou & Bartels, 2015).

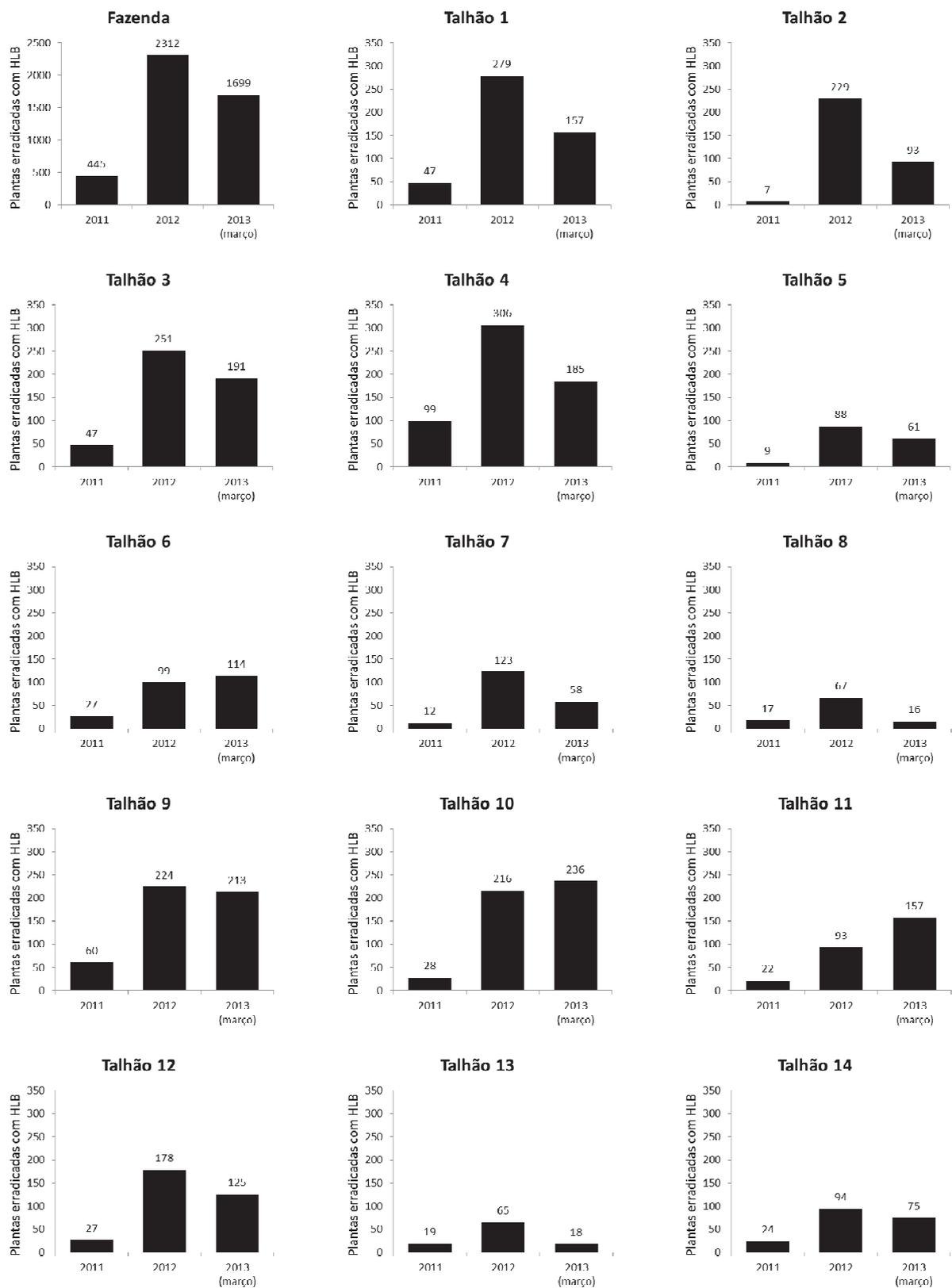


Figura 14. Plantas erradicadas com sintomas de HLB na fazenda São Sebastião e em cada talhão, no período de janeiro de 2011 a março de 2013. Pedregulho-SP.

A não observação de ovos, ninfas e adultos de psilídeo nas inspeções visuais de brotações no pomar, sugere que o controle do psilídeo por meio das aplicações quinzenais de inseticidas era suficiente para impedir o estabelecimento do psilídeo e sua alimentação nas plantas do pomar por tempo suficiente para adquirir a bactéria e poder transmiti-la. Por este motivo e, também, pelas plantas com sintomas serem eliminadas a cada dois meses no máximo, acredita-se que as infecções secundárias, oriundas de fontes de inóculo na própria fazenda, praticamente não estavam ocorrendo e que a maior parte das infecções na propriedade era resultante de infecções primárias, oriundas de fontes externas de inóculo.

Considerando os primeiros 200 m a partir da periferia da fazenda como a área mais exposta às infecções primárias, de difícil controle, dos 418 ha da fazenda São Sebastião, uma porção considerável da área (pouco mais de 30% da área ou 130 ha) estaria sobre influência direta de fontes de inóculo externas à fazenda. Assim, como observado em outros trabalhos (Bassanezi et al., 2013b; Monteiro, 2013; Ferreira, 2014), o sucesso do controle da epidemia de HLB nesta propriedade, não depende somente do rigor do manejo adotado dentro dela, mas também do manejo adotado nos pomares vizinhos.

Em vista do aumento progressivo da incidência da doença na propriedade, as ações internas de manejo da doença foram ajustadas e melhoradas e ações externas à propriedade foram iniciadas.

3.2. Efeito do treinamento e reposicionamento dos cartões adesivos amarelos no monitoramento do psilídeo

Como resultado do treinamento para leitura dos cartões adesivos amarelos, do aumento do número de cartões de 60 para 80 unidades e do reposicionamento dos mesmos nas plantas e na propriedade, houve uma sensível melhora na detecção do psilídeo nos cartões adesivos amarelos. Antes destas ações, no período de janeiro de 2011 a março de 2013, a presença do psilídeo foi detectada nos cartões adesivos amarelos apenas uma única vez, em fevereiro de 2013. Entretanto, a incidência de plantas doentes era crescente, indicando que novas plantas eram infectadas por psilídeos que chegavam e entravam em contato com as plantas na área, mas que não eram capturados de maneira eficiente pelos cartões adesivos ou que, quando capturados, não eram observados pela equipe de inspeção na leitura dos mesmos. Após as ações houve oito detecções entre abril de 2013 a agosto de 2015 (Figura 15), que resultaram em aplicações extras de inseticidas em setembro de 2013 e janeiro de 2014. Este resultado demonstrou que realmente havia um problema na detecção do psilídeo anteriormente, ou por um número insuficiente de cartões adesivos amarelos, ou pelo mau posicionamento dos mesmos

nas plantas, ou má distribuição dos mesmos na propriedade, ou por um problema de avaliação e reconhecimento do inseto nos cartões, ou ainda por mais de um dos motivos citados.

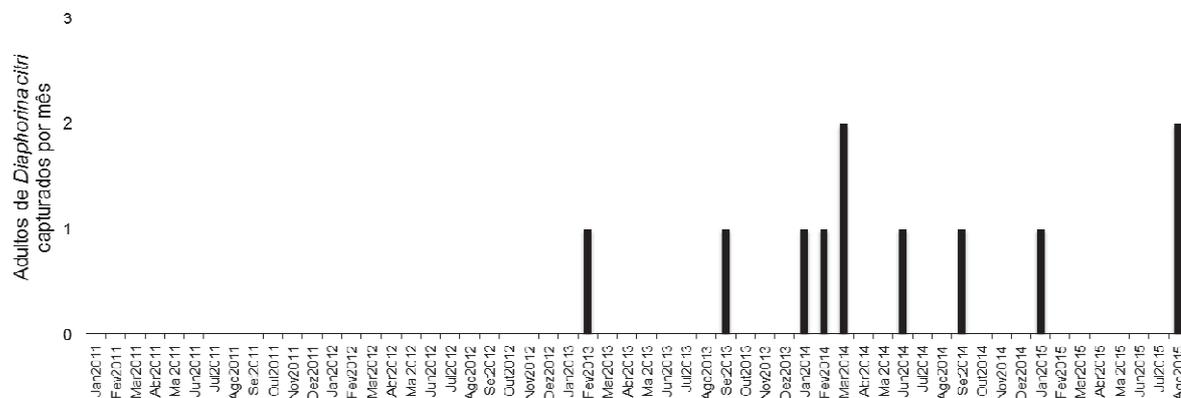


Figura 15. Número de adultos de *Diaphorina citri* capturados nos cartões adesivos amarelos por mês, no período de janeiro de 2011 a agosto de 2015, na Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP.

O treinamento dos inspetores no reconhecimento do psilídeo adulto e na leitura dos cartões adesivos amarelos é um fator que interfere significativamente na eficiência e acurácia do monitoramento de *D. citri*. Leonardo (2014) observou que, após o treinamento e reciclagem dos inspetores para a identificação do adulto de *D. citri* e leitura de cartões adesivos amarelos, a acurácia dos inspetores na detecção dos insetos nos cartões aumentou em média 47,4%. Observou também que quando a leitura dos cartões é realizada no escritório ao invés de no campo, a acurácia dos inspetores aumentou em média 16,5% e fez que o desempenho dos piores inspetores no campo se aproximasse dos melhores inspetores.

Ainda não existe um número determinado de cartões a serem instalados por área, porém, há um consenso de que quanto maior for o número de cartões, maior será a probabilidade de captura do inseto, principalmente quando a população de psilídeos é baixa, como observado neste estudo. Segundo Hall & Hentz (2010), 20 cartões adesivos amarelos, distribuídos uniformemente em uma área de quatro hectares, podem proporcionar um nível de precisão de 25% quando as médias de captura estão acima de dois psilídeos/cartão/semana. Sales (2015) considera necessário aumentar o número de cartões adesivos amarelos para mais de 10 cartões/ha em épocas de baixa população do inseto para manter o nível de precisão de 25% quando médias de menos de três psilídeos/cartão/semana forem obtidas.

A colocação correta dos cartões adesivos amarelos na planta também é fundamental para uma maior eficiência na captura dos insetos. A recomendação é que os cartões estejam

localizados no terço superior das plantas e próximas aos ramos com brotações (Miranda et al., 2011). Em recente trabalho, observou-se que, em plantas adultas, 48% dos adultos de psilídeo foram capturados nos cartões a 3,2 m de altura, 30% a 2,4 m e 22% a 1,6 m, enquanto que em plantas jovens, 55% foram capturados nos cartões a 2,4 m de altura e 45% a 1,6 m (Sales, 2015).

Quanto à posição dos cartões adesivos no talhão ou na propriedade, está claro que maiores serão as chances de captura dos insetos se os cartões forem posicionados nas plantas do entorno do talhão e nos talhões de entorno da propriedade, sempre voltados para o lado de fora do talhão devido ao hábito migratório do psilídeo e de se concentrar nas plantas próximas à periferia do talhão. Sétamou & Bartels (2015) observaram que, em talhões pulverizados com inseticidas e posteriormente deixados sem pulverização, a detecção de adultos de *D. citri* nos cartões adesivos ocorreu primeiramente na periferia dos talhões e somente depois de um mês nas armadilhas localizadas nas plantas adjacentes e do interior do talhão. Além disso, observaram que as densidades de psilídeo, ao longo de sucessivas avaliações, permaneceram maiores na periferia que no interior do talhão, sugerindo que durante a imigração os insetos adultos chegam e se concentram primeiro nas plantas da periferia. Assim, pensando na prevenção da ocorrência de infecções primárias, a colocação de cartões nas plantas da periferia dos talhões localizados na divisa da propriedade é melhor para a tomada de decisão de uma aplicação adicional de inseticida, quando comparado a cartões localizados em plantas no interior de talhões localizados no interior da fazenda, pois teria uma detecção mais precoce.

3.3. Propriedades vizinhas com plantas de citros e murta e ações externas adotadas no controle do HLB

Verificou-se que, apesar das propriedades vizinhas terem como principal atividade econômica a cultura do café ou pastagem, em suas sedes e colônias, foram encontradas plantas de citros, como laranjas doces, limão Cravo, tangerinas (*C. reticulata* Blanco) e cidras (*C. medica* L.), e de murta. Destas, muitas plantas apresentavam sintomas característicos de HLB e não se realizava o controle do psilídeo, uma vez que podiam ser encontradas todas as suas fases de desenvolvimento, desde ovos até adultos. Em um raio de 5 km no entorno da Fazenda São Sebastião, foram encontradas 32 propriedades com 10 a 150 plantas de citros e cinco propriedades que utilizavam a murta como planta ornamental em cercas vivas no entorno das construções (Figura 16).

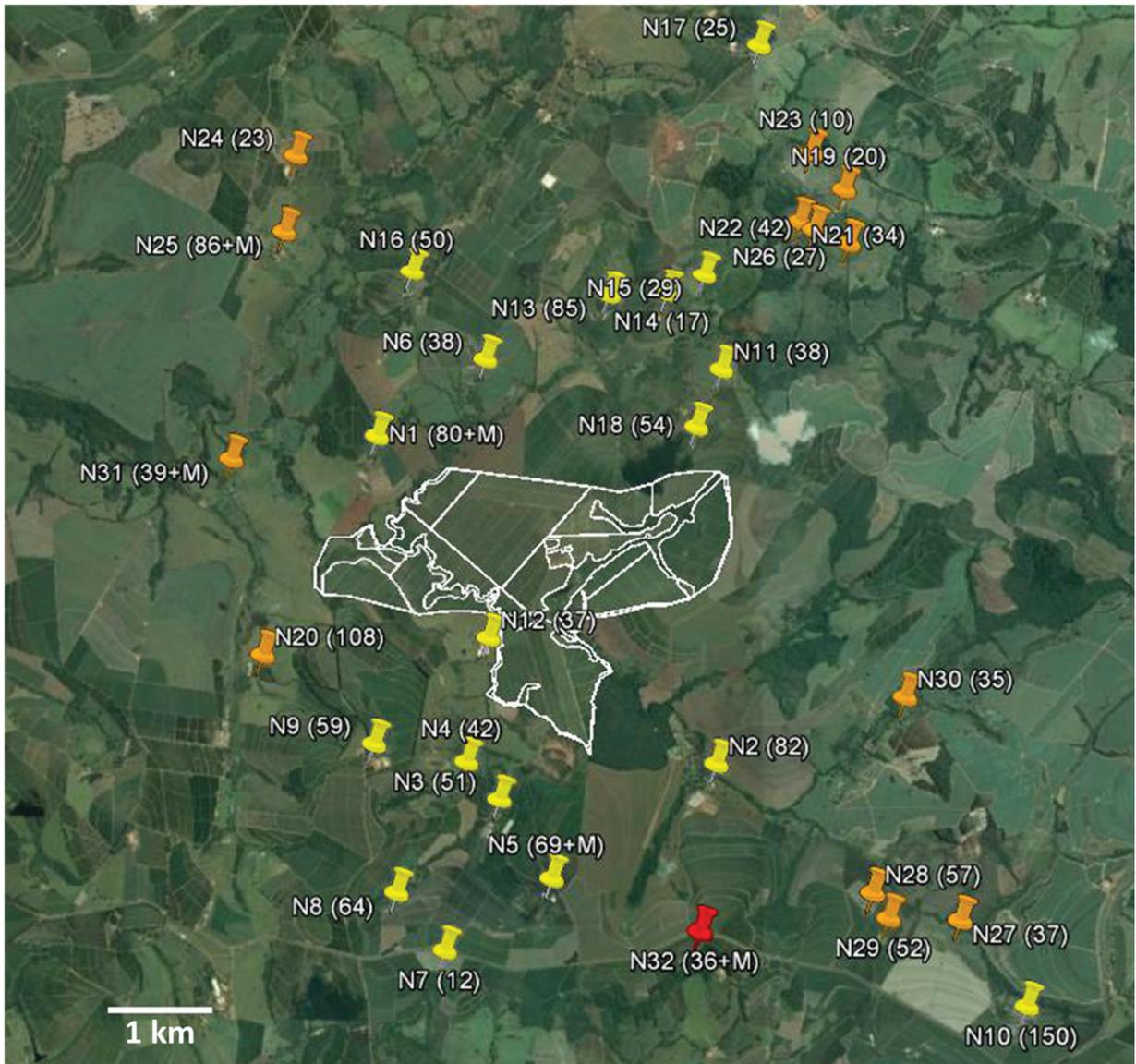


Figura 16. Localização das propriedades (N1 a N32) e respectivo número de plantas de citros e de murta (M), num raio de 5 km da Fazenda São Sebastião, Pedregulho-SP. Propriedades sinalizadas em amarelo, laranja e vermelho foram encontradas em 2013, 2014 e 2015, respectivamente.

Embora, o número total de plantas de citros (1.588 plantas) e murta encontrado ao redor da propriedade fosse apenas 0,7% do número total de plantas da propriedade, estas poucas plantas localizadas em áreas não comerciais foram suficientes para incrementar o progresso da incidência de plantas com HLB na propriedade mesmo sob um bom programa de manejo interno, até março de 2013. Este resultado, mostrou, pela primeira vez, que não somente pomares comerciais de citros, com mais de centenas de plantas sem a eliminação das plantas doentes e sem o controle do vetor, podem servir como criadouro de psilídeo e fonte de inóculo

da bactéria e, conseqüentemente, afetar o controle da doença em pomares com manejo, como demonstrado por Bassanezi et al. (2013b), Monteiro (2013) e Ferreira (2014). Poucas plantas de citros e murta, distribuídas esparsamente (de 10 a 150 plantas por propriedade) num raio de 5 km do entorno da propriedade, podem comprometer o manejo da doença em pomares comerciais.

Na literatura é reportado que uma única planta de citros ou murta sem a aplicação de inseticida pode suportar uma população alta de psilídeo. Ahmad (1961) reportou a coleta média de 41.561 adultos de *D. citri* por planta de citros no Paquistão, enquanto que Aubert (1987) reportou a captura de 200 adultos/m² de cerca viva de *M. paniculata* nas Ilhas Reunião. Estas centenas, ou milhares, de psilídeos criados nestas poucas plantas, na ausência de brotos migram a procura de outras plantas hospedeiras com novas brotações que permitam sua alimentação e reprodução. Se estas plantas estiverem infectadas com a bactéria associada ao HLB, os psilídeos terão grande chance de adquirir a bactéria. Quanto maior o tempo que o psilídeo se alimenta no floema de uma planta doente, maior é a taxa de aquisição da bactéria. Ninfas de *D. citri* criadas em plantas doentes resultam em mais insetos adultos com a bactéria quando comparadas a adultos alimentados nas plantas doentes. Os adultos, provenientes de ninfas criadas em plantas doentes, transmitem a bactéria para outras plantas com maior eficiência do que psilídeos que adquiriram a bactéria já na fase adulta (Inoue et al., 2009; Pelz-Stelinski et al., 2010). Assim, mesmo que haja poucas plantas com a bactéria nas propriedades próximas aos pomares comerciais, estas representam uma importante fonte de inóculo e de multiplicação de psilídeos.

O manejo do HLB nas 32 propriedades vizinhas foi realizado gradualmente à medida que as plantas de citros e murta eram encontradas e as negociações com os proprietários avançavam. Em 2013, foram iniciados os trabalhos em 18 propriedades (N1 a N18), em 2014, em 13 propriedades (N19 a N31) e, em 2015, em uma propriedade (N32) (Figura 16, Tabela 3). Do total de plantas de citros encontradas na região, com o trabalho de conscientização e troca, foi possível a erradicação de 969 plantas em 23 propriedades (61% das plantas de citros encontradas), sendo que em algumas somente foi possível a eliminação de plantas com sintomas ou muito depauperadas. Em quatro propriedades, as plantas de citros eliminadas foram trocadas por mudas de outras frutíferas, como pitanga, jabuticaba, amora, manga, lichia, abacate e coco. Em uma propriedade a erradicação das plantas foi trocada pelo auxílio na construção de uma represa e em 26 propriedades foram fornecidas uma caixa de laranja de 40,8 Kg por mês durante a safra em troca da eliminação das plantas de citros. Em 20 propriedades com plantas de citros e murta não erradicadas foram instalados 72 cartões adesivos amarelos para o monitoramento do psilídeo e, em 27 propriedades, as 619 plantas de citros remanescentes (39% do total

encontrado) e cerca vivas de murta foram pulverizadas com inseticida mensalmente (Figura 17, Tabela 3).

Tabela 3. Característica das propriedades vizinhas à Fazenda São Sebastião com relação às espécies e número de plantas encontradas e às ações de manejo do HLB adotadas. Pedregulho-SP.

Vizinho	Plantas encontradas		Ano de início	Ações de manejo do HLB					
	<i>Citrus</i>	<i>Murraya</i>		Plantas removidas	Plantas pulverizadas	Cartões adesivos	Troca por frutíferas	Serviços	Fornecimento de laranja***
N1	80	Cerca	2013	79	1	5	Diversas*		1 caixa/mês
N2	82	-	2013	76	6	3			1 caixa/mês
N3	51	-	2013	37	14	-			1 caixa/mês
N4	42	-	2013	20	22	5	Lichia		1 caixa/mês
N5	69	Cerca	2013	47	22	4			1 caixa/mês
N6	38	-	2013	23	15	4			1 caixa/mês
N7	12	-	2013	12	-	-			1 caixa/mês
N8	64	-	2013	42	22	-			1 caixa/mês
N9	59	-	2013	55	4	-			1 caixa/mês
N10	150	-	2013	150	-	-	Abacate		1 caixa/mês
N11	38	-	2013	12	26	3			1 caixa/mês
N12	37	-	2013	37	-	2			1 caixa/mês
N13	85	-	2013	85	-	-		Represa**	1 caixa/mês
N14	17	-	2013	0	17	2			
N15	29	-	2013	9	20	1			1 caixa/mês
N16	50	-	2013	50	-	5			1 caixa/mês
N17	25	-	2013	0	25	2			1 caixa/mês
N18	54	-	2013	50	4	-	Coco		1 caixa/mês
N19	20	-	2014	16	4	2			1 caixa/mês
N20	108	-	2014	78	30	8			1 caixa/mês
N21	34	-	2014	27	7	1	Diversas*		1 caixa/mês
N22	42	-	2014	0	42	5			1 caixa/mês
N23	10	-	2014	1	9	1			1 caixa/mês
N24	23	-	2014	2	21	4			1 caixa/mês
N25	86	Cerca	2014	43	43	8			1 caixa/mês
N26	27	-	2014	0	27	3			1 caixa/mês
N27	37	-	2014	0	37	-			
N28	57	-	2014	0	57	-			
N29	52	-	2014	18	34	-			
N30	35	-	2014	0	35	-			
N31	39	Cerca	2014	0	39	-			
N32	36	Cerca	2015	0	36	4			1 caixa/mês
Total	1588	5 cercas		969	619	72			26 caixas/mês

* Pitanga, jaboticaba, amora e manga.

** Serviço de escavação de uma represa.

*** Caixa de 40,8 Kg

Além do raio de 5 km, também foram encontradas plantas de citros e de murta nas residências e ruas das cidades de Pedregulho, Cristais Paulista e Jeriquara, próximas à fazenda. Nestas cidades foi feita a liberação de *T. radiata* (Figura 17).

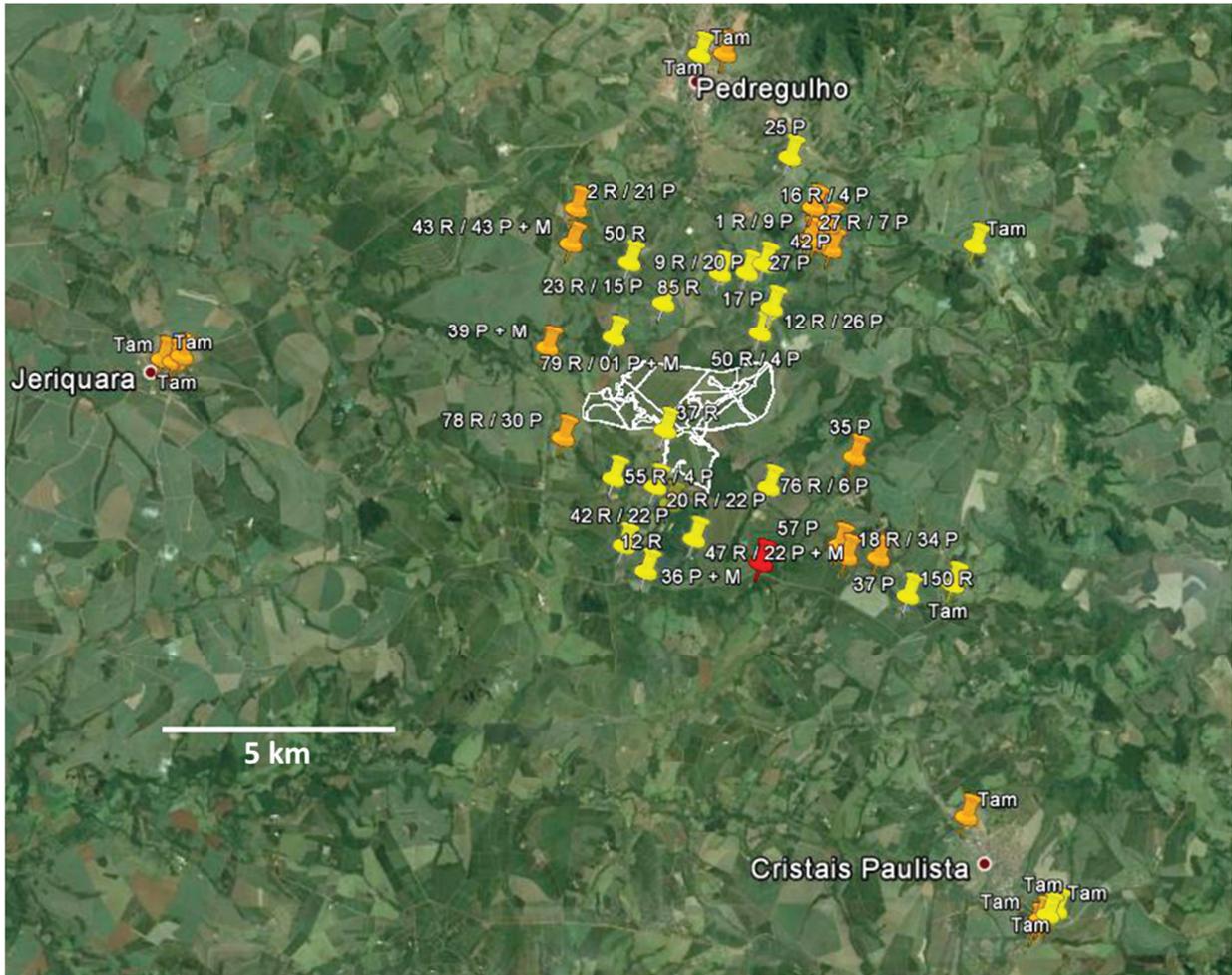


Figura 17. Localização das áreas com plantas de citros e de murta e respectivas atividades de manejo do HLB realizadas: R = número de plantas de citros eliminadas, P = número de plantas de citros remanescentes com aplicação mensal de inseticidas; M = cerca viva de murta com aplicação mensal de inseticidas; Tam = liberação de *Tamarixia radiata*. Áreas sinalizadas em amarelo, laranja e vermelho tiveram as atividades iniciadas em 2013, 2014 e 2015, respectivamente.

3.4. Progresso da incidência de plantas com sintomas de HLB após melhorias das ações de manejo internas e externas

De 2011 a 2013, a incidência anual de plantas com HLB na fazenda foi crescente. Entretanto, após as melhorias das ações de manejo internas e externas em 2013, uma significativa redução de 67% na incidência de plantas eliminadas por HLB foi observada em

2014 (de 1,54% em 2013 para 0,51% em 2014). Esta significativa redução na incidência de plantas eliminadas por HLB foi observada em 2014 em relação a 2013 em todos os talhões da fazenda, com exceção do talhão 13 (Figura 18). Como o período de incubação da doença, isto é, período entre a infecção e o aparecimento dos sintomas, pode variar de 6 a 18 meses (Bové, 2006), deve-se considerar que a incidência de plantas infectadas com HLB num ano, geralmente é resultante das ações tomadas no ano anterior. Portanto, essa significativa redução da incidência pode ser atribuída tanto às medidas adotadas internamente na propriedade a partir de março de 2013 (treinamento dos inspetores, aumento da frequência de aplicações de inseticidas e regulação e calibração dos pulverizadores), como às ações externas de manejo de HLB, adotadas a partir de maio de 2013 (eliminação das plantas de citros e aplicação de inseticida nas plantas restantes nas propriedades vizinhas, mais liberação de *T. radiata*). A presença de 39 plantas de citros e cerca de murta na propriedade N31, a pouco menos de 2 km de distância do talhão 13, cujas atividades de manejo foram iniciadas somente a partir de 2014, pode ter sido a provável causa da não redução da incidência de HLB no talhão 13 já em 2014.

No ano de 2015, no período de janeiro a agosto, um pequeno aumento da incidência de plantas com HLB foi observado em relação ao ano todo de 2014, exceto nos talhões 5, 8, 10 e 14, cuja incidência em 2015 ainda foi menor que a de 2014 (Figura 18). Mesmo assim, a incidência da doença nos talhões da fazenda em 2015 permaneceu igual ou menor que a incidência de 2013, com exceção dos talhões 4 e 13. A incidência de plantas com sintomas de HLB na fazenda em 2015 foi 53% menor que a incidência em 2013 (Figura 18).

Dentre as medidas internas e externas de manejo adotadas, não foi possível determinar qual ou quais foram as mais importantes para a redução da incidência da doença, uma vez que todas foram adotadas quase que simultaneamente em 2013.

Uma diferença marcante entre o manejo da doença adotado em 2013 para o adotado em 2014, que pode estar associado a esse ligeiro aumento da incidência da doença em 2015, foi o aumento do intervalo de aplicação de inseticidas na fazenda, que era a cada 10 dias no período de março até setembro de 2013, e passou para 15 dias, como era realizado antes de março de 2013. Nos meses de junho, julho e outubro de 2014, a frequência de pulverizações foi ainda menor, atingindo em média menos de duas aplicações por mês (Figura 9), devido ao fato da maioria das plantas não apresentarem brotações novas em razão da estiagem prolongada neste período de 2014. Entretanto, é importante ressaltar que seis talhões da fazenda (talhões 3, 6, 9, 11, 12 e 13) foram total ou parcialmente irrigados neste período, o que pode ter induzido brotações nas plantas destes talhões em um período em que não haviam plantas de citros brotando e que passaram despercebidas, tornando-as ainda mais atrativas aos psilídeos

presentes na região, que por ventura não tenham sido controlados pelas aplicações de inseticidas nas 619 plantas de citros e 5 cercas vivas de murta das propriedades vizinhas, devido a alguma falha de aplicação (ausência de pulverização em alguma época, intervalo mais longo entre pulverizações, baixa cobertura e efeito residual da aplicação), ou que estavam em outras plantas hospedeiras ainda não encontradas no levantamento dos 5 km de raio ao redor da propriedade ou mais distantes. Plantas de citros foram encontradas a cada ano no raio de entorno da propriedade (982 em 2013, 570 em 2014 e 36 até agosto de 2015), indicando a importância da contínua busca por fontes de inóculo da bactéria do HLB e de criadouros de psilídeos.

Como anteriormente a março de 2013 também se aplicavam inseticidas na propriedade na mesma frequência de duas pulverizações por mês, a manutenção da incidência da doença em 2015 em níveis mais baixos que em 2013, demonstra que a redução do intervalo de aplicação não foi o único fator responsável para o sucesso do controle do HLB observado. Assim, a adoção das ações externas de manejo do HLB, com a eliminação de plantas hospedeiras, aplicação de inseticidas ou liberação de *T. radiata* nas plantas hospedeiras remanescentes da região, também foram muito importantes no controle da doença.

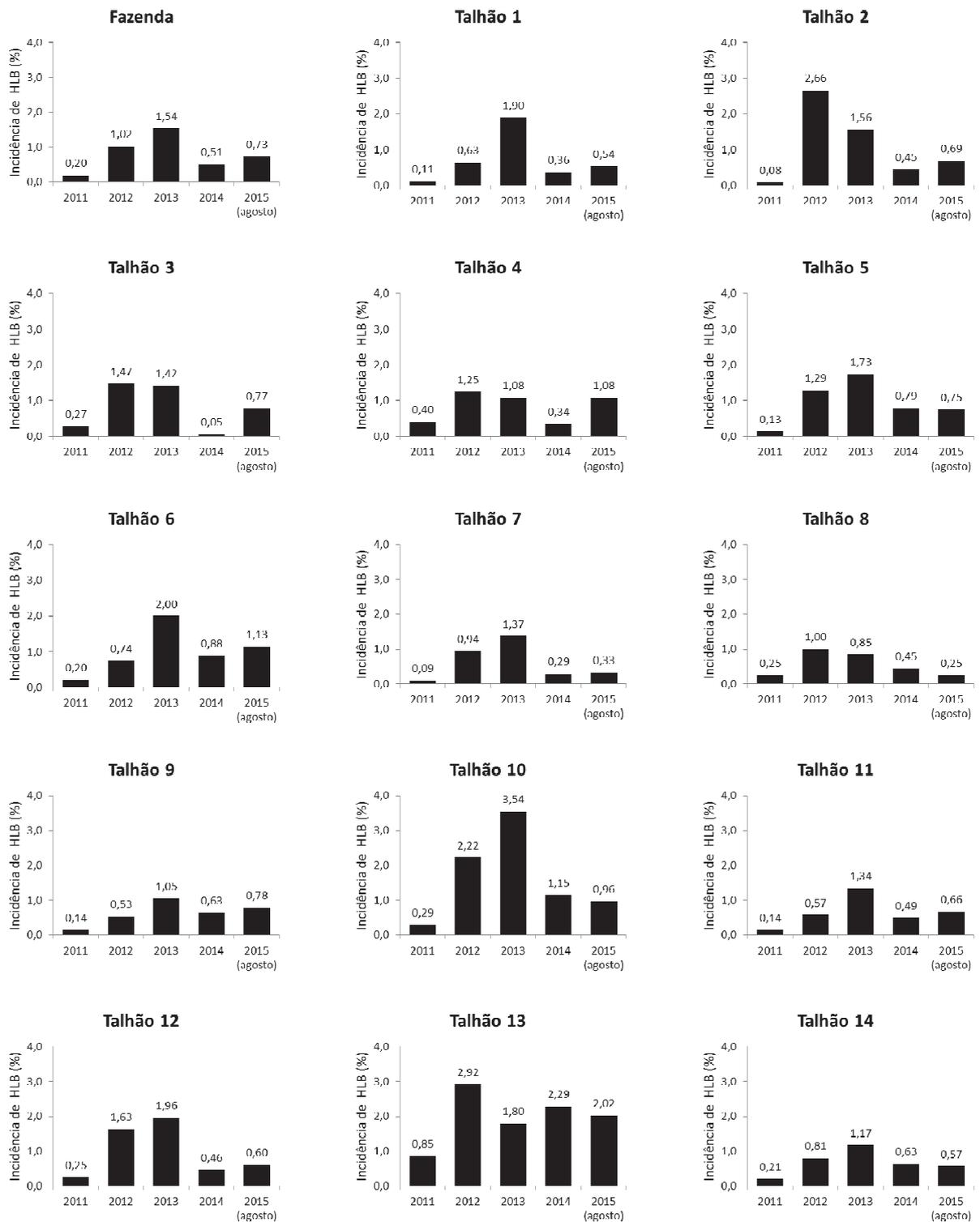


Figura 18. Incidência anual de plantas com sintomas de HLB fazenda São Sebastião e em cada talhão, no período de janeiro de 2011 a agosto de 2015. Pedregulho-SP.

3.5. Análise benefício-custo das ações internas e externas de manejo do HLB adotadas após março de 2013

Considerando-se a incidência acumulada de plantas erradicadas nos três primeiros anos (de 2011 a 2013) e ajustando-se os dados ao modelo de Gompertz para obtenção da taxa de progresso anual da incidência da doença, estimou-se que, na ausência de mudanças no manejo de HLB, isto é, mantendo a mesma taxa de progresso da doença, as incidências anuais de plantas com sintomas de HLB seriam de 3,97% e 6,27%, respectivamente em 2014 e 2015, correspondendo a 23.289 plantas que seriam erradicadas no acumulado dos dois anos (Figura 19). Entretanto, com as medidas tomadas a partir de março de 2013, as incidências anuais reais em 2014 e 2015 foram 0,51% e 0,73%, respectivamente, representando 2.824 plantas erradicadas no acumulado dos dois anos (Figura 19). Desta forma, as ações tomadas a partir de março de 2013 permitiram que 20.465 plantas não fossem eliminadas no período.

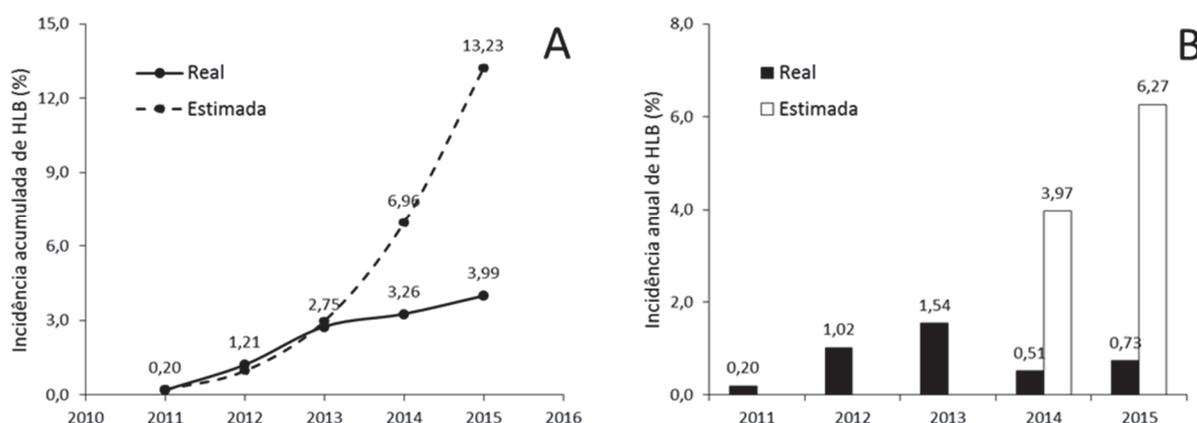


Figura 19. Incidência acumulada (A) e anual (B) de plantas eliminadas por HLB na fazenda São Sebastião, no período de 2011 a 2015. A incidência real corresponde ao observado no período e a incidência estimada corresponde à projeção da incidência de plantas que seriam eliminadas caso não tivesse havido as mudanças de manejo a partir de março de 2013 seguindo a mesma taxa de progresso da doença obtida pelo ajuste do modelo de Gompertz aos dados reais de 2011 a 2013.

A não eliminação das 20.465 plantas nestes dois anos representou uma receita adicional proveniente da produção das plantas que deixaram de ser erradicadas de R\$ 760.447,34. Adicionalmente, representou uma economia na operação de erradicação das plantas eliminadas de R\$ 18.418,50 e uma economia pela não necessidade replantio das plantas

não erradicadas de R\$ 294.491,35. Assim, o benefício total estimado das ações realizadas a partir de março de 2013 foi de R\$ 1.073.357,19 (Tabela 4).

O custo adicional das medidas realizadas internamente no período foi estimado em R\$ 98.414,11, com as oito aplicações adicionais na propriedade (R\$ 97.262,11) e o monitoramento adicional de psilídeo (R\$ 1.152,00). O custo adicional das medidas adotadas externamente no período foi estimado em R\$ 34.324,34. Somando-se os custos adicionais das medidas internas e externas adotadas a partir de março de 2013, o custo total das ações realizadas foi de R\$ 132.738,45 (Tabela 4).

Portanto, para cada R\$ 1,00 gasto a mais no manejo interno e externo do HLB a partir de março de 2013 houve um benefício, ou retorno em perdas evitadas, de R\$ 8,09. Mesmo desconsiderando a economia obtida pela não necessidade de replantio das plantas não erradicadas, pois depois de uma certa idade nem sempre as plantas eliminadas são replantadas, houve um retorno positivo das ações realizadas de R\$ 5,87 para cada R\$ 1,00 investido no manejo adicional. Este resultado positivo indica que as ações adotadas representaram um bom investimento (Tabela 4).

Considerando o custo total do manejo de HLB na propriedade nos dois anos após a adoção das medidas adicionais interna e externamente de R\$ 807.440,44, o custo das medidas adicionais internas e externas representaram, respectivamente, 12,19% e 4,25% do custo total do manejo de HLB pela propriedade.

No manejo interno, as medidas adicionais que mais oneraram o custo foram as pulverizações adicionais nos primeiros oito meses (99% do custo do manejo interno adicional). No manejo externo, as medidas de maior custo foram o suprimento mensal de caixas de laranja e a mão-de-obra, tanto para o mapeamento e convencimento dos proprietários, como para a execução das atividades de manejo, que representaram 52% do custo total do manejo externo.

Certamente, deve-se considerar que o custo das ações de manejo externo pode aumentar com o aumento do raio de atuação ao redor da propriedade e do número de plantas a serem erradicadas ou tratadas com inseticidas ou com *T. radiata*, o que poderá reduzir a razão benefício/custo, caso o benefício alcançado na ação externa não for na mesma proporção do aumento do custo.

Tabela 4. Benefícios e custos das medidas adicionais de manejo do Huanglongbing adotadas interna e externamente à Fazenda São Sebastião a partir de março de 2013. Pedregulho-SP.

Item	Valor (R\$)
Benefícios	
Produção plantas não erradicadas	760.447,34
Economia na erradicação	18.418,50
Economia no replantio	294.491,35
Benefício Total	1.073.357,19
Custos Adicionais	
Internos	
Pulverizações (8 extras)	97.262,11
Monitoramento psilídeo (20 cartões a mais)	1.152,00
Sub-total	98.414,11
Externos	
Mapeamento e convencimento dos vizinhos	5.150,00
Mão-de-obra para manejo	6.310,08
Deslocamento para manejo	3.120,00
Monitoramento do psilídeo (72 cartões adesivos)	4.118,40
Eliminação de 969 plantas	872,10
Troca por mudas de frutíferas	1.500,00
Serviço de construção de represa	3.000,00
Suprimento de laranja (26 caixas/mês)	6.240,00
Aplicação de inseticidas em 619 plantas + 5 cercas vivas	2.363,76
Liberação de <i>Tamarixia radiata</i> (6000 para 3 liberações)	1.650,00
Sub-total	34.324,34
Custo Adicional Total	132.738,45
Razão Benefício/Custo	8,09

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados e evidências apresentados podemos inferir que:

- Plantas de citros e murta em pequena quantidade, esparsas em propriedades vizinhas não comerciais, contribuem para o progresso da incidência de plantas com HLB em propriedades comerciais de citros mesmo com manejo da doença internamente, sendo necessária a atuação nestas áreas externas;
- Ações de manejo da doença realizadas externamente à propriedade comercial de citros, associadas a um bom manejo interno da doença, reduzem o progresso da incidência de HLB;
- O benefício proporcionado com a adoção das práticas de manejo interna e externamente à propriedade comercial de citros é maior que o custo da sua adoção, o que torna sua adoção um investimento recomendável.

REFERÊNCIAS

Ahmad, R. 1961. Citrus psylla: its damage, population and efficacy of some insecticides against it. **Pakistan Journal of Science** 13:195-200.

Arakawa, K., Mivamoto, K. 2007. Flight ability of Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera; Psyllidae), measured by a flight mill. **Research Bulletin of the Plant Protection Service of Japan** 43:23–26. (Japanese with English summary).

Aubert, B. 1987. *Trioza erythrae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. **Fruits** 42:149-162.

Aubert, B. 1992. Citrus greening disease, a serious limiting factor for citriculture in Asia and Africa. **Proceedings of the International Society of Citriculture** 2:817-820.

Aubert, B., Xia, Y.H. 1990. Monitoring flight activity of *Diaphorina citri* on citrus and *Murraya* canopies. In: Aubert, B., Tontyaporn, S. and Buangsuwon, D. (Org.) **Rehabilitation of Citrus Industry in the Asia Pacific Region**. Rome, Italy: FAO-UNDP. p. 181–187.

Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Massari, C.A., Belasque Junior, J., Barbosa, J.C. 2014. Progressão e distribuição espacial das principais pragas dos citros. In: Andrade, D.J., Ferreira, M.C., Martinelli, N.M. (Ed.). **Aspectos da Fitossanidade em Citros**. Jaboticabal, SP: Cultura Acadêmica. p. 31-50.

Bassanezi, R.B., Bassanezi, R.C. 2008. An approach to model the impact of huanglongbing on citrus yield. **Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. p. 301-304.

Bassanezi, R.B., Bergamim-Filho, A., Amorim, L., Gottwald, T. R. 2006. Epidemiologia do Huanglongbing em São Paulo. **Proceedings of the Huanglongbing Greening Workshop International**. Ribeirão Preto. 2006. p. 38.

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. **Proceedings of the 16th Conference of International Organization of Citrus Virologists**. Riverside, University of California. 2005. p. 341-355.

Bassanezi, R.B., Lopes, S.A., Belasque Junior, J., Spósito, M.B., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Teixeira, D.C., Wulff, N.A. 2010. Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. **Citrus Research & Technology** 31:11-23.

Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G., Bergamin Filho, A., Amorim, L. 2011. Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 130:577-586.

Bassanezi, R.B., Montesino L.H., Stuchi, E.S. 2009. Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 125:565–572.

Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Belasque Junior, J. 2013a. Frequency of symptomatic trees removal in small citrus blocks on citrus huanglongbing epidemics. **Crop Protection** 52: 72-77.

Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho. 2013b.A. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97: 789-796.

Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Tachibana, A., Violante, A.R., Tank Júnior, A., Di Giorgi, F., Tersi, F.E.A., Menezes, G.M., Dragone, J., Jank Júnior, R.H., Bové, J.M. 2010. Lessons from Huanglongbing management in São Paulo State, Brazil. **Journal of Plant Pathology** 92:285-302.

Boina, D.R., Bloomquist, J.R. 2015. Chemical control of the Asian citrus psyllid and huanglongbing disease in citrus. **Pest Management Science** 71(6):808-823.

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

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

Capoor, S.P., Rao, D.G., Viswanath, S.M. 1967. *Diaphorina citri* Kuwayama, a vector of the greening disease of citrus in India. **Indian Journal of Agriculture and Science** 37:572-576.

CDA. 2015. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.cda.sp.gov.br/www/noticias>>. Acesso em: 6 set. 2015.

CEPEA. 2015. **Séries mensais**: Laranja posta na indústria paulista (sem contrato). Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/citros/?page=707>>. Acesso em: 15 out. 2015.

Coletta-Filho, H.D., Daugherty, M.P., Ferreira, C., Lopes, J.R.S. 2014. Temporal progression of ‘Candidatus Liberibacter asiaticus’ infection in citrus and acquisition efficiency by *Diaphorina citri*. **Phytopathology** 104(4):416–421.

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

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

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

FNP. Citros. 2015. In:_____. **Agriannual 2015**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 241-276.

Fundecitrus. 2015a. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2015**. Araraquara: Fundecitrus. 52 p.

Fundecitrus. 2015b. CVC diminui 82%, HLB aumenta 159%. **Citricultor** (31):8-11.

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

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

Hall, D.G., Hentz, M.G. 2010. Sticky trap and stem-tap sampling protocols for the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology** 103:541-549.

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

Inoue, H., Ohnishi, J., Ito, T., Tomimura, K., Miyata, S., Iwanami, T., Ashihara, W. 2009. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. **Annals of Applied Biology** 155:29–36.

Lee, J.A., Halbert, S.E., Dawson, W.O., Robertson, C.J., Keesling, J.E., Singer, B.H. 2015. Asymptomatic spread of huanglongbing and implications for disease control. **PNAS** 112(24): 7605-7610.

Leonardo, A. Otimização da leitura de cartão adesivo amarelo para o monitoramento de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 28 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Lopes, S.A., Frare, G.F., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J. 2006. Ineficácia da poda no controle do Huanglongbing dos citros no Brasil. **Proceedings of the Huanglongbing Greening Workshop International**. Ribeirão Preto. 2006. p. 50.

Luo, W., Riley, T., Gottwald, T.R. 2015. Assessment of citrus healthy management areas and their performance in Florida. **Proceedings of the Third International Research Conference on Huanglongbing**. Orlando. 2015. p. 154.

Martini, X., Hoyte, A., Stelinski, L.L. 2014. Abdominal color of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) is associated with flight capabilities. **Annals of Entomological Society of America** 107(4):842-847.

Miranda, M.P., Yamamoto, P.T., Noronha Junior, N.C. 2011. Utilização de cartões adesivos para monitoramento de *Diaphorina citri*. **Citricultura Atual** 81:8-9.

Monteiro, A.B. 2013. Efeito de um pomar sem manejo de Huanglongbing sobre a ocorrência de *Diaphorina citri* e incidência de plantas doentes em uma área vizinha com manejo da doença. 37 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Nava, D.E., Torres, M.L.G., Rodrigues, M.D.L., Bento, J.M.S., Parra, J.R.P. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. **Journal of Applied Entomology** 131:709-715.

Pelz-Stelinski, K.S., Briansky, R.H., Ebert, T.A., Rogers, M.E. 2010. Transmission parameters for *Candidatus Liberibacter asiaticus* by Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology** 103:1531–1541.

Qureshi, J.A., Kostyk, B.C., Stansly, P.A. 2014. Insecticidal suppression of Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) vector of Huanglongbing pathogens. **PLoS ONE** 9(12): e112331.

Sales, T.M. 2015. Dinâmica populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomares cítricos do Estado de São Paulo. 142 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

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.

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

Teixeira, D.C., Wulff, N.A., Lopes, S.A., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Spósito, M.B., Belasque Júnior, J., Bassanezi, R.B. 2010. Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** 31:115-128.

Tomaseto, A.F. Krugner, R., Lopes, J.R.S. 2015. Effect of plant barriers and citrus leaf age on dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Journal of Applied Entomology** Early View. doi: 10.1111/jen.12249. p.1-12.

Tozatti, G. 2014. Viabilidade econômica da cultura de laranja no Estado de São Paulo sob o impacto da doença Huanglongbing (HLB ou Greening). 85 f. **Monografia de Especialização**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Xu, C.F., Xia, Y.H., Li, K.B., Ke, C. 1988. Further study of the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: Timmer, L.W., Garnsey, S.M., Navarro, L. (Eds.). **Proceedings of the 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists**. University of California, Riverside. p. 243-248

Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Garbim, L.F., Coelho, J.H.C., Ximenes, N.L., Martins, E.C., Leite, A.P.R., Sousa, M.C., Abrahão, D.P., Braz, J.D. 2006. *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter americanus*. **Proc. Huanglongbing Greening International Workshop**. Ribeirão Preto. 2006. p. 96.