

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

ANDRÉ LEONARDO

**Otimização da leitura de cartão adesivo amarelo para o
monitoramento de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama
(Hemiptera: Liviidae)**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

**Araraquara
Novembro - 2014**

ANDRÉ LEONARDO

**Otimização da leitura de cartão adesivo amarelo para o
monitoramento de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama
(Hemiptera: Liviidae)**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

**Araraquara
Novembro - 2014**

ANDRÉ LEONARDO

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

Araraquara, 04 de Novembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Prof. Dr. João Roberto Spotti Lopes
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP, Piracicaba/SP

Dedico

A minha esposa Daniana Silva Macedo Leonardo e as minhas filhas Sarah Macedo Leonardo e Rebeca Macedo Leonardo, pela compreensão, amor e apoio durante a elaboração deste trabalho;

Aos meus pais Antônio Sérgio Leonardo e Nazima Fram Leonardo que não mediram esforços para minha formação de Engenheiro Agrônomo.

Agradecimentos

Ao Senhor Jesus Cristo pela vida e salvação;

À empresa Citrosuco, ao diretor Francisco Groba Porto Netto, e ao gerente do departamento técnico Helton Carlos Leão pela aplicação dos resultados obtidos;

Agradeço ao meu orientador Dr. Franklin Behlau e ao coorientador Dr. Marcelo Pedreira de Miranda pelo apoio, sugestões e dedicação na elaboração deste trabalho;

Aos colegas de trabalho Anderson Marcos Arede, André Leon Ferrari da Silva, Daniel Gomes da Silva, Felix Sebastião Christiano, Jean Guimarães, Julio Cesar Rodrigues, Marcos Antonio de Oliveira, Marco Aurélio Ramos Tonhão, Sérgio Leandro de Moraes, Tiago Roberto dos Santos e Wagner Sciarra e pelas sugestões e apoio na condução dos experimentos; Wilson Pavin Junior; Rodrigo Rodas Lemo.

A todos os funcionários do FUNDECITRUS e também a Amanda Cristina Gonçalves de Oliveira, Haroldo Xavier Linhares Volpe e Fábio Luis Santos.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, ou seja, não há sucesso no que não se gerencia(adaptado de W. Edwards Deming).”

Otimização da leitura de cartão adesivo amarelo para o monitoramento de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)

Autor: André Leonardo

Orientador: Dr. Franklin Behlau

Coorientador: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

Resumo

O aumento da acurácia do monitoramento de *Diaphorina citri* é de fundamental importância para um controle mais eficiente e racional deste inseto. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da reciclagem dos inspetores para a identificação de *D. citri* em cartões adesivos amarelos (CAA) e comparar a eficácia de avaliação de CAA no campo versus escritório considerando os aspectos técnicos e econômicos. O efeito da reciclagem foi determinada pela comparação da acurácia de nove inspetores que haviam sido treinados há um ano e logo após receberem novo treinamento. Os inspetores foram avaliados pela acurácia na contagem de *D. citri* em 20 CAA que ficaram expostos no campo por sete dias. Na comparação entre campo e escritório foram utilizados 90 CAA expostos sete dias no campo. Oito inspetores fizeram a contagem de *D. citri* em cartões no campo e posteriormente no escritório. Neste segundo estudo, o desempenho dos inspetores foram analisados de forma conjunta considerando um único grupo e separados em grupos de maior e menor desempenho no ensaio de campo. Em ambos os estudos, um adulto de *D. citri* foi previamente colocado em posição conhecida em alguns CAA. A reciclagem dos inspetores melhorou em 47,4% a acurácia de detecção de *D. citri* em CAA. Em geral a avaliação no escritório aumentou a acurácia em 16,5% em relação ao campo. Quando levado em consideração o nível de desempenho, a acurácia na detecção de psílídeos no escritório aumentou 23,8 e 10,2% para inspetores com menor e maior desempenho no campo, respectivamente. Além disso, a leitura em escritório diminuiu a diferença de acurácia entre inspetores de menor e maior desempenho de 12,5 para 3,8 pontos percentuais. A avaliação dos CAA em escritório possibilitou um decréscimo dos custos de inspeção em 60,0%, devido à redução com custos de mão-de-obra.

Palavras chave: HLB, inspetor, psílídeo.

**Improvement of the use of yellow stick card for monitoring adults of
Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)**

Author: André Leonardo

Advisor: Dr. Franklin Behlau

Co-Advisor: Dr. Marcelo Pedreira de Miranda

Abstract

Increasing the effectiveness of *D. citri* monitoring is of great importance to improve the control of this insect. Thus, this study aimed to evaluate the effect of retraining inspectors for identifying *D. citri* on yellow sticky cards (YSC) and to compare the accuracy and costs of reading the YSC in field versus in the office. The effect of retraining was determined by comparing the performance of nine inspectors who had been trained a year before and immediately after a new training session. Each inspector assessed 20 YSC that had been exposed in the field for seven days. For comparing trap reading accuracy in the field and in the office, eight inspectors assessed the presence of *D. citri* on 90 YSC. In both experiments one psyllid was placed on some YSC at a marked position. The assessment was first conducted in the field and a week later in the office using the same YSC. For this study, the eight inspectors were analyzed as a single group and as two groups of four inspectors based on the highest and lowest performances in the field. Retraining the inspectors improved the accuracy of *D. citri* detection on YSC by 47,4%. Overall, reading the YSC in the office increased the detection of psyllids by 16,5% compared to reading in the field. The efficiency in detecting the insect on YSC in office increased by 23,8 and 10.2% for inspectors with lowest and highest performances in the field, respectively. Furthermore, the assessment in the office reduced the difference of accuracy in detecting *D. citri* between the worst and best inspectors from 12.5 to 3.8 percentage points. The assessment of YSC in the office reduced the inspection costs by 60%, mostly due to the reduction of workers needed to accomplish the task.

Keywords: HLB, inspector, psyllid.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. Huanglongbing (HLB)	10
2.2. <i>Diaphorina citri</i>	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Influência de treinamento periódico de inspetores para identificação de <i>Diaphorina citri</i> em cartão adesivo amarelo	14
3.2. Comparação da eficiência e impacto econômico da leitura de cartões adesivos amarelos no pomar e no escritório	17
3.3. Análises dos dados	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Influência do treinamento periódico para identificação de <i>Diaphorina citri</i> em cartões adesivos amarelos	20
4.2. Comparação da eficiência e impacto econômico da leitura de cartões adesivos amarelos no pomar e no escritório	21
5. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

A citricultura tem grande importância na economia brasileira, sendo que nos últimos 50 anos a cadeia produtiva trouxe aproximadamente 60 bilhões de dólares ao país. O Brasil detém 50% da produção mundial de suco de laranja e exporta 98%. Além da geração de divisas para a nação, outra característica de destaque da cultura é a alta capacidade de gerar empregos por área cultivada. Considerando a premissa de que ao longo da cadeia de produção de suco de laranja cada emprego direto gera dois indiretos, estima-se que no ano de 2010 esta atividade empregou 230 mil trabalhadores (Neves et al., 2010). Mas, nem tudo é positivo quando se trata do assunto fitossanidade na cultura dos citros. De 2000 a 2010, a ocorrência de pragas e doenças ocasionou a erradicação de 39 milhões de plantas, impactando em uma perda anual média de 78 milhões de caixas (Neves et al., 2010).

Entre as diversas doenças que causam danos aos citros, foi constatado no ano de 2004, na região central do estado de São Paulo, o Huanglongbing (HLB), ou Greening (Coletta-Filho et al., 2004). O sintoma inicial da doença surge em um ramo, que se destaca pela presença de mosqueados ou amarelecimento nas folhas (Bové, 2006). Os frutos tornam-se assimétricos e menores, as sementes são abortadas e a qualidade do suco é comprometida, devido ao aumento da acidez, redução dos teores de sólidos solúveis e menor rendimento (Bassanezi et al., 2005).

No Brasil, o HLB está associado a duas bactérias: *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus*, que são transmitidos pelo psílídeo asiático dos citros *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (Capoor et al. 1974; Yamamoto et al. 2006). O inseto adquire a bactéria ao se alimentar de uma planta infectada e após um período de latência, tem a capacidade de transmiti-la ao sugar as vegetações de uma planta sadia (Coelho, 2002).

O manejo do HLB é realizado por meio do plantio de mudas saudáveis, inspeções para identificação e eliminação das plantas sintomáticas e o controle químico de *D. citri* (Bové, 2006). O controle químico do inseto vetor é realizado por meio da aplicação de inseticidas sistêmicos e de contato, visando à proteção de brotações quando ocorre a presença de *D. citri* no pomar. A tomada de decisão para a pulverização é realizada por meio do monitoramento, que pode ser realizado com cartões adesivos amarelos (CAA) ou por avaliação visual realizada por um profissional capacitado.

O aumento do número de plantas com HLB e a não detecção *D. citri* na leitura de CAA podem estar relacionados a quantidade insuficiente de armadilhas por área monitorada,

local inadequado de instalação no pomar e na planta, e leitura ineficiente pelo inspetor. A não realização de treinamentos específicos para identificação do psíldeo, condições climáticas adversas como chuvas, fortes ventos e altas temperaturas, dificultam a concentração no campo e ocasionam maior desgaste físico do inspetor, podendo interferir negativamente em sua acurácia.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da reciclagem dos inspetores para a identificação de *D. citri* em CAA e comparar a acurácia de leituras de CAA no campo e em escritório sobre a eficiência de detecção do inseto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Huanglongbing (HLB)

O HLB é considerado a doença mais destrutiva de citros no mundo devido à severidade dos sintomas, ao potencial de progressão e por afetar todas as variedades comerciais (Bassanezi et al., 2006a).

No Brasil a doença está associada a duas espécies de bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* (*Ca. L. americanus* e *Ca. L. asiaticus*) (Coletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005). A bactéria *Ca. Liberibacter* spp. obstrui os vasos do floema, impedindo o fluxo de seiva e, conseqüentemente, as plantas diminuem gradativamente a produção, tornando-se improdutivas em 2 a 5 anos após serem infectadas (Bassanezi et al., 2006b). A classificação desta bactéria como *Candidatus*, deve-se ao fato de ser um organismo não cultivável em meio de cultura. Assim, o termo *Candidatus* é usado em itálico e os gêneros e espécies não, de acordo com o International Code of Nomenclature of Bactéria (Halbert & Manjunath, 2004).

O HLB foi relatado primeiramente em 1919, no sul da China. O nome significa “doença do ramo amarelo” e greening refere-se ao nome dado à doença pelos africanos, significando “esverdeamento de frutos”. É considerada uma das doenças mais severas da citricultura, podendo causar reduções de 30 a 70% na produtividade (Da Graça, 1991; Bové, 2006). No Brasil, a doença foi descoberta em março de 2004, em pomares da região de Araraquara, São Paulo, sendo diagnosticada a forma asiática da doença, causada pela bactéria *Ca. Liberibacter asiaticus*, além de uma nova forma mundialmente desconhecida, que foi denominada de *Ca. Liberibacter americanus*, ambas transmitidas por *D. citri* (Coletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005).

O sintoma inicial aparece em um ramo, que se destaca pela presença da coloração amarela, em contraste com a coloração verde dos ramos sadios. Posteriormente, surgem folhas pequenas e cloróticas, similar à deficiência de zinco e manganês (Bové, 2006). Com a evolução da doença, ocorre intensa desfolha dos ramos afetados e redução no crescimento da planta (Bassanezi et al., 2005). A maior concentração de plantas sintomáticas nas primeiras plantas da periferia das propriedades e talhões é uma característica marcante da doença.

Os frutos tornam-se menores, assimétricos, ocorre queda prematura e as sementes são abortadas (Da Graça, 1991). O teor de acidez dos frutos aumenta e diminuem os sólidos solúveis, reduzindo a qualidade do suco. O sistema radicular também é afetado, apresentando pouco desenvolvimento (Bové, 2006).

A transmissão das bactérias associadas ao HLB é realizada por duas espécies de insetos, *Trypza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae) e *D. citri* (Yamamoto et al., 2006; Hall et al., 2012). O primeiro é responsável pela disseminação de HLB da espécie africana em regiões de altitude elevada e fria, principalmente na África do Sul e o segundo está associado à disseminação de HLB da espécie asiática em regiões mais quentes (Da Graça, 1991). No Brasil, apenas *D. citri* foi relatado.

2.2. *Diaphorina citri*

O psilídeo dos citros, *D. citri*, é um pequeno inseto sugador que mede de 2 a 3 mm de comprimento, de cor cinza e manchas escuras nas asas. Os ovos são colocados agrupados entre as folhas novas das plantas, possuem coloração amarela, formato alongado e medem 0,3 mm de comprimento (Gallo et al., 2002). Cada fêmea pode colocar até 800 ovos ao longo de sua vida. O ciclo do inseto está relacionado à temperatura. A fase de ovo pode variar de 8,2 dias a 18°C até 2,6 dias a 32°C, sendo que a viabilidade é reduzida a 32°C. A fase de ninfa pode variar de 39,3 dias a 18°C para 10,7 dias a 32°C (Nava et al., 2007) e o adulto pode viver de 2 a 3 meses.

Originário da Ásia, *D. citri* possui grande distribuição geográfica nos continentes asiático (Bové, 2006) e americano (Halbert & Núñez, 2004). Segundo Da Graça (1991), *D. citri* está distribuído por diversas regiões do sudeste da Ásia como China, Hong Kong, Índia, Indonésia, Tailândia, Nepal, Arábia Saudita, Ilhas Maurício e Ilhas Reunião. Foi relatado pela primeira vez no Brasil em meados da década de 1940 (Costa Lima, 1942), não recebendo grande importância na época, por não causar grandes prejuízos à cultura. Décadas mais tarde,

espalhou-se pelas Américas e Caribe, sendo encontrado na Argentina em 1997 e no sul da Flórida em 1998 (Bové, 2006).

O inseto assume importância por ser vetor de *Candidatus Liberibacter*, que é uma bactéria gram negativa e restrita aos vasos do floema das plantas (Garnier et al., 1984). Após a descoberta do HLB no Brasil em 2004, *D. citri* se tornou o vetor mais importante da citricultura. A ocorrência do psilídeo é maior na presença de vegetações novas. Catling (1970) já havia relatado que a flutuação populacional de *D. citri* está intimamente relacionada com o ritmo de brotações das plantas cítricas, porque os ovos são colocados exclusivamente em brotações e as ninfas se desenvolvem em folhas imaturas. Yamamoto et al. (2001) verificaram que o picos populacionais de *D. citri* em pomares cítricos de municípios do norte do estado de São Paulo ocorrem no final da primavera e início do verão, enquanto que no outono e inverno a população é reduzida, provavelmente devido a menor ocorrência de fluxos vegetativos. Estas informações também foram constatadas por Wang (1996), em Taiwan, que observou pico populacional de *D. citri* na primavera e verão. Estes padrões podem ser explicados pelo fato das brotações serem importantes para alimentação e oviposição de *D. citri*, que apresenta aumento populacional nos períodos mais quentes e chuvosos do ano, onde as plantas vegetam mais. Na ausência de hospedeiros ou sob condições climáticas desfavoráveis, *D. citri* pode se deslocar facilmente, devido sua capacidade de voo e a gama de hospedeiros (Halbert & Manjunath, 2004).

Os psilídeos se alimentam da seiva de brotações e, ao sugar as vegetações de uma planta infectada, adquire a bactéria e a transmite para outras plantas sadias (Cappor et al., 1974; Hall et al., 2012). Segundo Roger et al. (2012) o adulto *D. citri* precisa de 30 minutos de sucção em uma planta contaminada para aquisição da bactéria, e 20 dias de latência para estar apto para transmiti-la. A duração do período de latência e a eficiência de transmissão podem estar relacionadas a variações no patógeno e/ou no biótipo do vetor, entre outros fatores. A transmissão de *Ca. Liberibacter* spp. é do tipo persistente, ou seja, uma vez infectivos, os psilídeos são capazes de transmitirem a bactéria por toda a vida. O quarto e o quinto estádios ninfais podem adquirir a bactéria, contudo somente o adulto pode transmiti-la para outras plantas (Capoor et al., 1974).

A proteção das brotações contra o ataque de *D. citri* é de fundamental importância como estratégia de controle do HLB, podendo ser realizado com a aplicação de inseticidas sistêmicos e de contato. Os inseticidas sistêmicos são utilizados em plantas com até dois anos de idade, e em condições de umidade do solo para absorção e translocação do produto pela planta, que geralmente ocorre no período de primavera e verão. No entanto, quando esta

prática é realizada sem critério técnico, pode provocar o desequilíbrio de pragas secundárias (Yamamoto et al., 2001) e redução da população de inimigos naturais (Stansly et al., 2008). Os inseticidas de contato podem ser aplicados em qualquer época do ano e idade do pomar. Esta estratégia confere proteção contra *D. citri* por um período de 7 a 30 dias, dependendo do princípio ativo utilizado, da presença de vegetações novas e das condições meteorológicas (Belasque Junior et al., 2010). A aplicação de inseticidas para o controle de *D. citri* objetiva reduzir a população de adultos infectivos. Belasque Junior et al. (2010) verificaram que o controle químico deve ser realizado quando for detectada a presença do vetor no pomar, durante o monitoramento.

O controle químico deve ser associado ao monitoramento do vetor, sendo que o nível de ação é a presença do inseto (Belasque Junior et al., 2010). O monitoramento *D. citri* é uma medida importante para o controle do HLB e deve ser incorporado à rotina dos inspetores de pragas. Segundo Miranda et al. (2011) pode ser realizado por meio de (i) inspeção visual de 3 a 5 brotações novas em 1% das plantas cítricas do talhão, procurando identificar a presença de ovos, ninfas e adultos, (ii) amostragem por batidas no ramo, procedimento no qual o inspetor utiliza uma prancheta com papel branco quadriculado, que é posicionada abaixo do ramo, o qual é golpeado três vezes, contando-se posteriormente o número de psílídeos adultos sobre o papel branco para identificação do adulto e (iii) por CAA dispostos na parte superior da copa das plantas periféricas dos talhões. Segundo Santos et al. (2012), o método de monitoramento com armadilhas adesivas é o mais preciso para a detecção de *D. citri* no pomar, por propiciar a captura de maior quantidade de insetos quando comparado com a inspeção visual e o método da batida. A maior parte dos psílídeos capturados pelo CAA ocorre durante o dia. A captura diurna é 3,4 vezes maior quando comparado ao período noturno (Sétamou et al., 2011). Segundo Miranda et al. (2011) o monitoramento por CAA indica a atividade de *D. citri* dentro da propriedade, demonstrando quais são os locais de maior ocorrência e época de migração de psílídeos provenientes de áreas circunvizinhas, pois conforme demonstrado por Boina et al. (2009) existe uma dispersão de psílídeos entre pomares com e sem controle químico.

Os cartões adesivos amarelos devem ser instalados no perímetro da propriedade e na periferia do pomar e posicionados no terço superior da planta (Miranda et al., 2011). Não existe um número determinado de cartões a serem instalados por área, porém, quanto maior o número de cartões, maior será a probabilidade de captura do inseto. A frequência de leitura do CAA é semanal, e sua substituição quinzenal, retirando-se os adultos do inseto quando

encontrados. Este procedimento demanda mão-de-obra qualificada para a identificação de *D. citri* e substituição dos CAA.

A busca pelo aumento da acurácia no processo de leitura de CAA é de fundamental importância para o manejo do HLB. O uso inadequado desta medida pode levar à subestimativa da população do inseto vetor e conseqüentemente à medidas de controle inadequadas ou insuficientes. Para que o monitoramento do psílídeo por meio de CAA seja eficiente, é necessário respeitar a frequência de leitura, instalação correta e qualificação dos inspetores, por meio de treinamento teórico e prático. Além disso, a avaliação e aprimoramento dos aspectos ergonômicos dos postos de trabalho são importantes para o oferecimento de condições favoráveis ao bem-estar físico dos trabalhadores e, conseqüentemente, ao aumento da produtividade. Quando estas condições são atendidas, cria-se um ambiente organizacional propício ao incremento da capacidade produtiva dos colaboradores (Silva, 2009). A otimização da logística do processo, da ergonomia e do ambiente de trabalho, podem melhorar o rendimento operacional, a acurácia do inspetor e reduzir custos inerentes ao monitoramento *D. citri*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Influência de treinamento periódico de inspetores para identificação de *Diaphorina citri* em cartão adesivo amarelo

O experimento foi realizado em um pomar comercial (Latitude 20°30'04" Sul, Longitude 49°10'24" Oeste e altitude de 537 m), localizado no município de Altair, noroeste do estado de São Paulo. A área de citros da fazenda é composta por talhões de laranja doce (*Citrus sinensis*), com idades variando de 9 a 11 anos e espaçamentos médios de plantio de 7,2 metros na entrelinha x 3,8 metros entre plantas. Os pomares são formados por diferentes combinações de porta-enxertos (limão Volkameriano, citrumelo Swingle, tangerinas Sunki, e Cleópatra) e variedades de copas (Hamlin, Rubi, Westin, Pera Rio, Natal e Valência).

O efeito do treinamento periódico foi avaliado pela comparação da acurácia de inspetores antes e após treinamento. Para a avaliação pré-treinamento foram utilizados nove inspetores que haviam sido treinados há um ano, e para as avaliações após treinamento, os mesmos inspetores foram avaliados imediatamente pós-treinamento. Os inspetores foram testados pela acurácia na leitura da presença de *D. citri* em CAA. Para isso foram utilizados CAA, de dupla face, com 30 cm de altura e 10 cm de largura (Isca, Ijuí, RS). Os cartões adesivos foram instalados em suporte de bambu, no terço superior das plantas (Figura 1).



Figura 1. Disposição do cartão adesivo amarelo (seta) em haste de bambu para o monitoramento de *Diaphorina citri* em campo.

Nos cartões com presença de psíldeo, foi colocado um adulto de *D. citri* por CAA em local definido (registrando a linha e o quadrante que inseto foi colocado no cartão) para evitar duplicidade na leitura em função da captura natural do inseto. Após sete dias de exposição no campo, os CAA foram inspecionados no campo (Figura 2). Os adultos de *D. citri* utilizados no estudo foram obtidos junto ao Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS).

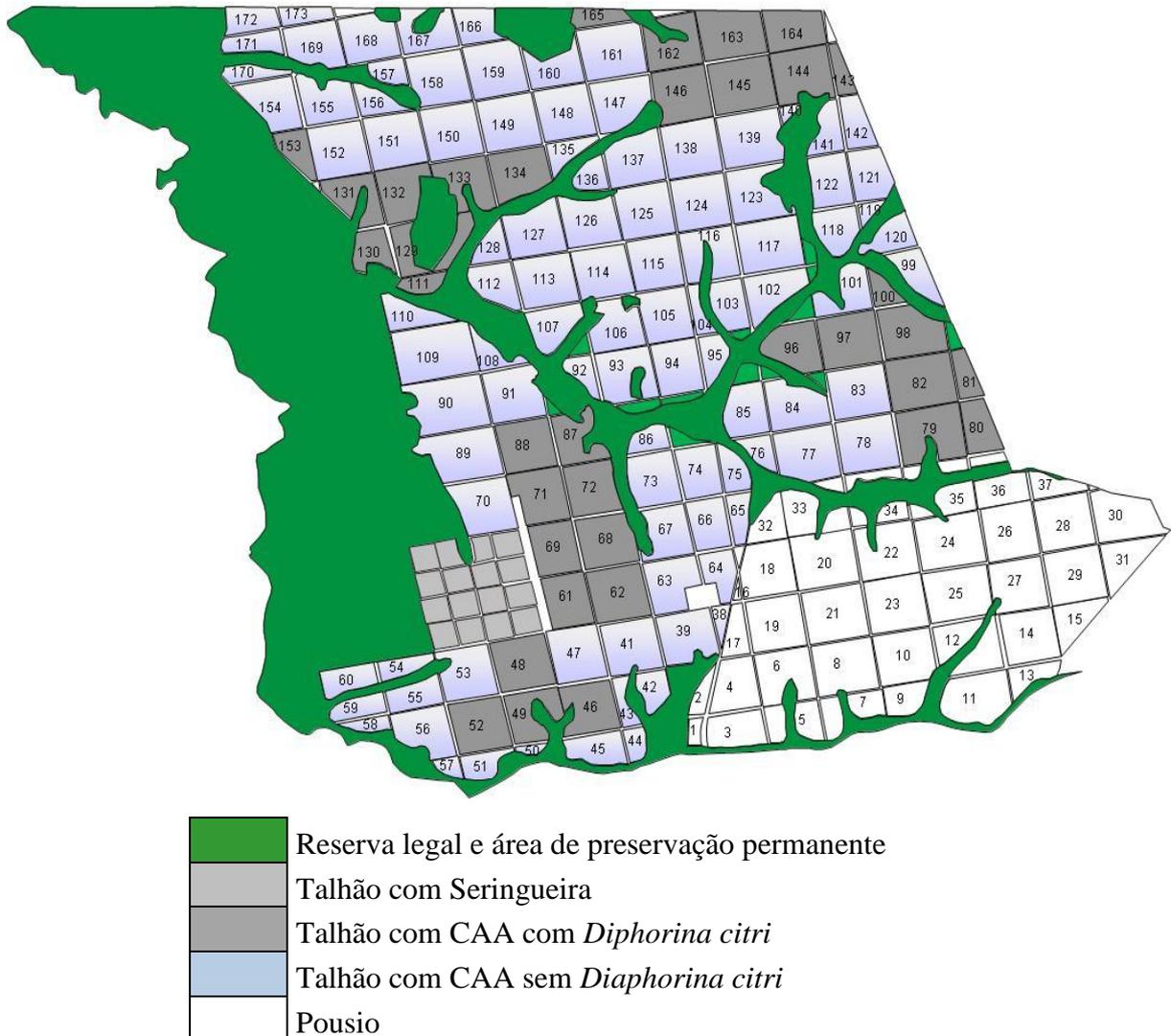


Figura 2. Mapa do pomar comercial (Altair, SP), mostrando a localização dos cartões adesivos amarelos (CAA) com presença e ausência de *Diaphorina citri* em 36 e 100 talhões, respectivamente.

Para a avaliação da eficiência individual, cada inspetor realizou a leitura de 20 cartões no campo, sendo quatro com a presença do psíldeo colocado previamente e 16 cartões sem o inseto, distribuídos aleatoriamente. Cada inspetor avaliou um conjunto diferente de cartões. Os cartões adesivos foram distribuídos em campo da mesma forma utilizada no procedimento padrão da fazenda: talhões internos, um CAA para cada 25 ha, talhões externos, um cartão adesivo amarelo a cada 300 metros no perímetro.

Uma semana após o final da avaliação pré-treinamento, os inspetores receberam treinamento de capacitação de reconhecimento de *D. citri* em CAA. O treinamento foi realizado por técnico do Fundecitrus com foco na identificação do psíldeo nos CAA, com

foco nas diversas variações e possibilidades de ocorrência do psilídeo no CAA. Cerca de uma semana após o treinamento, foram realizadas novas avaliações de acurácia de leitura em CAA, conforme descrito anteriormente.

3.2. Comparação da eficiência e impacto econômico da leitura de cartões adesivos amarelos no pomar e no escritório

Este experimento foi realizado no mesmo pomar comercial do ensaio anterior. Para este ensaio foram utilizados 90 CAA com sete dias de exposição no campo, sendo 26 com a presença de um adulto de *D. citri* previamente colocado em posição marcada no CAA (Figura 3A). Em campo, os cartões foram dispostos linearmente a cada 21 metros em quatro talhões ao longo dos dois lados de um carreador (Figura 4). Após sete dias, oito inspetores fizeram a leitura dos cartões no campo (Figura 5A) e, após a leitura no campo, os cartões foram numerados e embalados em sacos transparentes (Figura 3B).

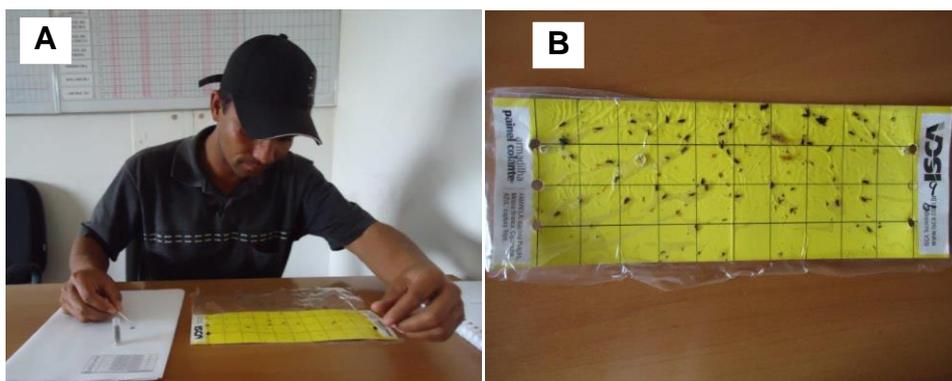


Figura 3. Preparo dos cartões adesivos amarelos com adultos de *Diaphorina citri*. Colocação dos insetos nos cartões (A) e cartões adesivos embalados em saco plástico (B).

Após o período de 13 dias, os 90 cartões foram submetidos a uma nova leitura pelos mesmos inspetores, contudo esta segunda leitura foi realizada em escritório (Figura 5B). Para isso, foi utilizada uma sala específica, sem interferência de ruídos externos e com iluminação adequada para a leitura dos cartões. Neste segundo experimento, foi utilizado o ensaio de campo para analisar o desempenho dos oito inspetores de forma conjunta considerando um único grupo e separados em grupos de maior desempenho para os quatro inspetores com maior eficiência na detecção do psilídeo na leitura do CAA e os demais com menor desempenho. O tempo máximo para leitura de CAA no campo e escritório foi fixado em 3 minutos.

T1 (23) 15	T2 (22) 0
----- Carreador -----	
T3 (22) 11	T4 (23) 0

Figura 4. Esquema de disposição dos cartões adesivos amarelos nos talhões T1 a T4. Linha pontilhada indica a localização dos cartões adesivos. Números entre parêntesis e fora em cada talhão indicam a quantidade total de cartões utilizados e a quantidade de cartões com a presença marcada de *Diaphorina citri*, respectivamente.

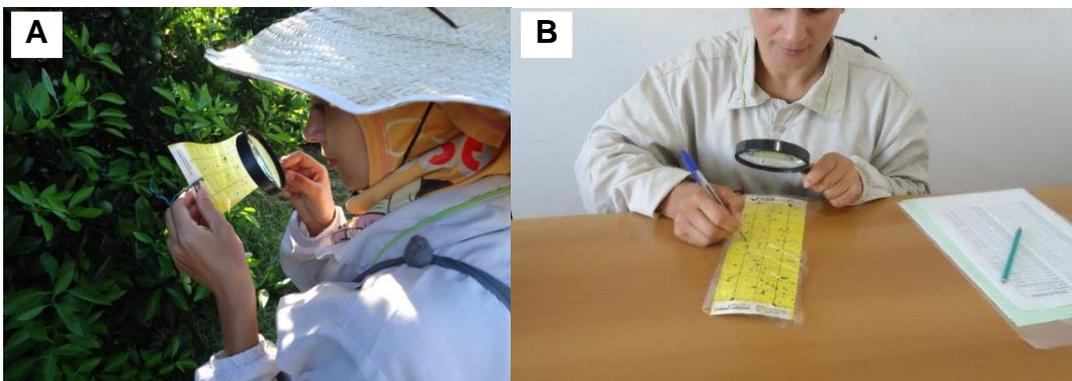


Figura 5. Leitura de cartão adesivo amarelo em campo (A) e em escritório (B).

Além da eficiência, também foi feita a comparação dos custos inerentes à realização da leitura dos CAA em campo e em escritório para área de 2000 ha com citros. Para cada método foram considerados os seguintes recursos necessários por /mês:

- Campo: (i) 10 inspetores para leitura semanal e substituição quinzenal dos cartões durante 8 dias no mês. A estimativa total de horas utilizadas para inspeção por mês corresponde ao número de inspetores x número de dias do mês x quantidade de horas do dia ($10 \times 8 \times 8,8 = 704\text{h/mês}$); (ii) 380 cartões adesivos (substituição quinzenal) distribuídos em 117 talhões da área, totalizando 140 km percorridos pelos inspetores (Figura 6A).

- Escritório: (i) 1 inspetor para coleta, substituição e leitura semanal dos cartões durante 12 dias no mês. A estimativa total de horas utilizadas para inspeção por mês corresponde ao número de inspetores x número de dias do mês x quantidade de horas do dia ($1 \times 12 \times 8,8 = 105,6\text{h/mês}$); (ii) 760 cartões adesivos (substituição semanal) distribuídos em 117 lotes da área, totalizando 140 km percorridos por veículo motorizado (Figura 6B); (iii) aquisição e manutenção de motocicleta 125 cv para coletar os CAA em um percurso de 140 km; (iv) 760 sacos plásticos para embalar os cartões.



Figura 6. Coleta de cartões adesivos amarelos para inspeções em campo (A) e em escritório (B).

3.3. Análises dos dados

A acurácia da leitura de CAA foi expressa em porcentagem (número de CAA com detecção de *D. citri*/número total CAA com presença *D. citri*). Devido a não normalidade dos dados, estes foram transformados por arco seno de raiz ($x/100$) e agrupados em desempenho anterior x posterior a treinamento técnico; desempenho em campo x escritório; maior x menor desempenho em campo; maior x menor desempenho em escritório; maior desempenho em campo x maior desempenho em escritório; menor desempenho em campo x menor desempenho em escritório para serem comparados pelo teste-t para amostras independentes ($P \leq 0,05$) (StatSoft Inc, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Influência da reciclagem para identificação de *Diaphorina citri* em cartões adesivos amarelos.

O treinamento periódico para identificação de *D. citri* aumentou significativamente ($p=0,0259$) a acurácia da leitura dos CAA pelos inspetores. Os inspetores que receberam treinamento apresentaram aumento de cerca de 47,4% na detecção do psíldeo nos cartões (Figura 7).

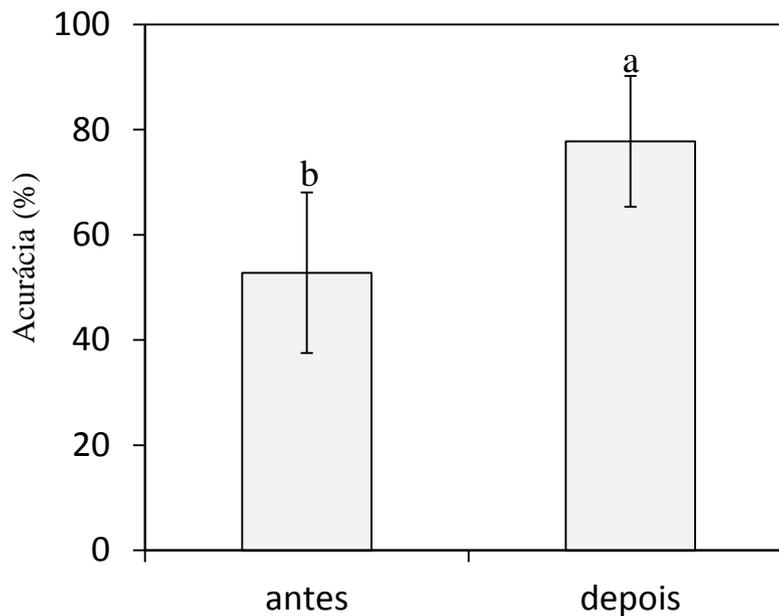


Figura 7. Acurácia (% de insetos detectados) de identificação de *Diaphorina citri* em cartões adesivos amarelos expostos por sete dias no campo, antes e após a realização do treinamento de inspetores para identificação dos insetos. Colunas seguidas de letras iguais não apresentam diferença estatística ($p<0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Baseado nestes resultados fica evidente que o treinamento periódico é necessário. Isto provavelmente está relacionado ao fato de que *D. citri* é um inseto pequeno, difícil de ser detectado e que pode apresentar-se deformado quando inspecionado no CAA. No entanto, o seu reconhecimento pode ser dado por meio de características taxonômicas específicas, como asas anteriores transparentes e machas pretas nas bordas (Gallo et al., 2002). Esta característica pode ser utilizada mesmo quando o corpo do inseto está deteriorado e somente as suas asas estão presentes no CAA. Sendo assim, o conhecimento para identificação do inseto e a reciclagem periódica dos inspetores sobre estes aspectos aumentam a acurácia na leitura do CAA,

permitindo o conhecimento mais preciso de infestação do inseto no pomar. Além disso, os baixos níveis populacionais de *D. citri* em algumas regiões ou épocas do ano pode fazer com que inspetores já treinados e aptos na identificação do inseto percam acurácia e comprometam avaliações futuras. Outro fator que dificulta a identificação de *D. citri* nos CAA é a presença de outras espécies de insetos (ex. moscas) que também são atraídos para estas armadilhas (Hall et al., 2007), reforçando a necessidade de inspetores bem qualificados. Na cultura de citros a importância do treinamento também foi observada em trabalho de desenvolvimento de escala diagramática para avaliação de severidade de cancro cítrico em folhas (Belasque Junior et al., 2005). Neste trabalho o treinamento dos avaliadores aumentou o coeficiente de determinação entre valores de severidade reais e lidos a partir da escala de 0.71 para 0.84. Além disso, o treinamento foi importante para uniformizar o desempenho dos avaliadores.

4.2. Comparação da acurácia e impacto econômico da leitura de cartões adesivos amarelos no pomar e no escritório

A leitura de CAA em escritório aumentou significativamente ($p=0,0064$) a acurácia dos inspetores em identificar *D. citri* em relação à leitura em campo. De modo geral, a leitura dos CAA no escritório possibilitou que os inspetores detectassem 16,5% mais psilídeos em relação às inspeções de CAA em campo (Figura 8A). Quanto ao nível de desempenho, a acurácia na detecção dos insetos nos CAA no escritório em relação ao campo aumentou 23,8 ($p=0,0185$) e 10,2% ($p=0,0963$) para inspetores com menor e maior performance em campo, respectivamente. Além disso, a leitura em escritório diminuiu a diferença de acurácia entre inspetores de menor e maior desempenho de 12,5 ($p=0,0203$) para 3,8 ($p=0,3638$) pontos percentuais (Figura 8B). Mesmo com melhora significativa da acurácia no escritório, não houve a detecção de 100% dos insetos que estavam no CAA, demonstrando a existência de falhas no processo.

A maior acurácia da leitura dos cartões em escritório está provavelmente relacionada a um melhor ambiente para a inspeção, com temperatura e iluminação adequadas. Isto favorece a concentração, gera menor desgaste físico do inspetor e facilita esclarecimentos de dúvidas junto ao supervisor. Além disso, permite melhor gestão do tempo dedicado à atividade e realização de auditorias, que possibilitam a seleção de inspetores com melhor qualificação. Estes resultados corroboram com conceitos afins previamente definidos, segundo os quais o trabalho e o local onde este será realizado devem se adequar ao homem e não o contrário

(Martins & Laugeni, 2006). Assim, é de fundamental importância o bom planejamento do posto de trabalho e seus aspectos ergonômicos.

A variabilidade de desempenho de inspetores e/ou avaliadores de doenças em pragas em campo é bastante ampla. Fernandes et al. (2000) observaram que para a detecção de todas as plantas com cancro cítrico em determinado talhão foram necessárias 25 equipes diferentes de inspetores. Grande variabilidade entre avaliadores também foi observada na quantificação da severidade de cancro cítrico em folhas (Belasque Junior et al., 2005). Esta variação da acurácia reflete a diversidade natural de percepção da presença de pragas e doenças por inspetores. Desta forma, além de buscar um perfil adequado do funcionário para atividade, conhecimento da praga e capacidade de concentração, é preciso otimizar o processo através do desenvolvimento de procedimentos que promovam a produtividade e acurácia da atividade. Existem exemplos práticos que demonstram a importância da implantação de ferramentas para o aumento da acurácia na detecção de pragas e/ou doenças por inspetores: utilização de CAA como metodologia para o monitoramento de psilídeo (Santos et al., 2012), desenvolvimento de escalas diagramáticas para treinamento de avaliadores na detecção de sintomas de cancro cítrico em folhas (Belasque Junior, 2005) e a utilização de plataformas para inspeção de greening (Belasque Junior, 2010). Assim, a leitura de CAA em escritório vem ao encontro desta necessidade constante de melhoria do processo de monitoramento de psilídeo tanto sob o aspecto técnico como o econômico.

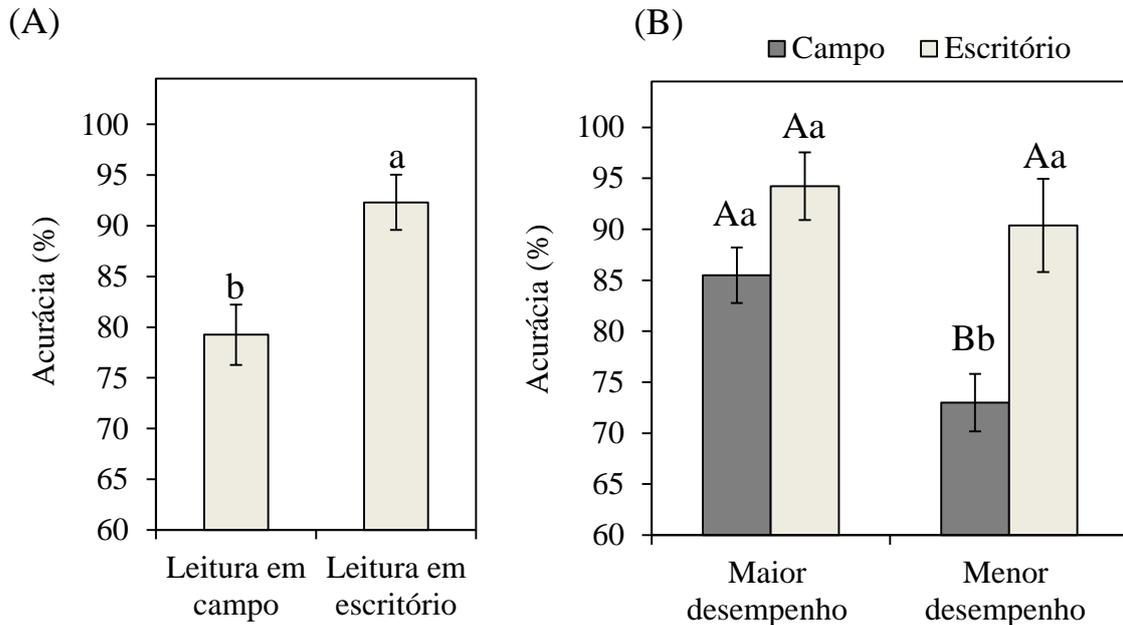


Figura 8. Acurácia de leitura de cartões adesivos amarelos para identificação de *Diaphorina citri* (% de insetos detectados) em campo e em escritório para todos os inspetores (A) e separadamente de acordo com o desempenho relativo dos inspetores em campo (B). Colunas de mesma cor seguidas de letras minúsculas iguais e colunas de cores diferentes seguidas de letras maiúsculas iguais no mesmo nível de desempenho não apresentam diferença estatística ($p < 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Além do aumento da acurácia na leitura de CAA, a leitura em escritório possibilita uma redução drástica nos custos relacionados a esta atividade. A inspeção no escritório apresentou custo 60% menor em relação à inspeção realizada no campo (Tabela 1). A análise do custo operacional mensal revelou que a leitura dos CAA em campo e em escritório foi de R\$2,56 e R\$1,02/ha/mês, respectivamente. O maior impacto no custo de leitura em escritório está relacionado à menor necessidade de mão de obra. Enquanto que no campo o custo de mão de obra estimado foi de R\$2,34/ha/mês, a inspeção no escritório foi de R\$0,35/ha/mês, gerando um custo de 6,68 vezes menor.

Apesar da inspeção no escritório resultar em custo maior com CAA em função da necessidade de substituição semanal dos mesmos, este aumento de 0,22 para 0,44 R\$/ha/mês é inexpressivo, quando comparado à redução de custos de mão de obra. Estima-se que o custo da inspeção de CAA em escritório seja de 0,23 R\$/ha/mês, considerando a aquisição de uma motocicleta para uso durante três anos, combustível, sua manutenção e sacos plásticos para o armazenamento dos cartões.

Tabela 1. Custos mensais estimados para inspeção de cartões adesivos amarelos realizados em campo e escritório para área de 2.000 ha.

Recurso	Quantidade		R\$/un.	R\$/mês	R\$/ha/mês	R\$/ano
<i>Inspeção em escritório</i>						
Horas inspetor	105,60 ^c	H	6,66 ^a	703,29	0,35	8.439,55
N° CAA	760,00	un.	1,18	896,80	0,44	10.761,60
Combustível moto 125 cv	33,00	L	2,99	98,67	0,05	1.184,04
Investimento moto 125 cv	1,00	un.	8.000,00	222,22 ^b	0,11	2.666,67
Manutenção moto 125 cv	1,00	un.	100,00	100,00	0,05	1.200,00
Saco plástico 25 x 35 cm	760,00	un.	0,05	38,00	0,02	456,00
<i>Total</i>				2.058,98	1,02	24.707,86
<i>Inspeção em campo</i>						
Horas inspetor	704,00 ^d	H	6,66	4.688,64	2,34	56.263,68
N° CAA	380,00	un.	1,18	448,40	0,22	5.380,80
<i>Total</i>				5.137,04	2,56	61.644,48

^a Custo hora homem do inspetor de R\$ 6,66 (R\$ 1.466,00 de salário nominal e encargos com base em 220 horas por mês);

^b Valor referente ao investimento da moto de 125 cv diluído em 36 meses;

^c Quantidade de horas necessárias no mês para o inspetor realizar a coleta e substituição semanal do CAA no campo utilizando moto de 125 cv e fazer a leitura semanal no escritório;

^d Quantidade de horas necessárias no mês para os inspetores realizarem a leitura semanal do CAA em campo por caminhamento e fazer a substituição quinzenal;

O monitoramento é um importante componente do manejo integrado de pragas, pois indica o momento correto para a tomada de decisão, evitando aplicações desnecessárias de inseticidas e conseqüentemente o desequilíbrio biológico (Kogan 1998; Yamamoto & Parra 2005). Desta forma, medidas que visem aumentar a acurácia no monitoramento de *D. citri*, são de fundamental importância para um controle mais eficiente e racional deste inseto. Nos últimos anos, a citricultura paulista vem enfrentando aumento drástico nos custos de produção, redução da remuneração, escassez de mão-de-obra e dificuldades no controle do HLB. Assim, os resultados obtidos neste trabalho são de extrema importância não somente para um manejo mais eficiente do HLB, mas também menos oneroso, contribuindo desta forma para a sustentabilidade da citricultura.

5. CONCLUSÃO

- A reciclagem de inspetores melhora a acurácia de detecção de *D. citri* em CAA;
- A leitura de CAA em escritório aumenta a acurácia de detecção de *D. citri* e reduz significativamente os custos operacionais referentes à atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bassanezi, R.B., Busato, L.A., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gottwlad, T.R. 2005. Preliminary spatial pattern analysis of Huanglongbing in São Paulo, Brasil. In: Hilf, M.E., Dura-Vila, N., Rocha-Pena, M.A. (Ed). **Proceedings 16th Conference Internacional Citrus Virologists**. p. 341-355.
- Bassanezi, R.B., Belasque Junior, J., Spósito, M.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J. 2006a. A muda de citros como agente disseminador de pragas e doenças. In: Barbosa, T.C, Taniguchi, G.C., Penteado, D.C.S., Silva, D.J.H. (Org.). **Ambiente protegido: olericultura, citricultura e floricultura**. Viçosa: UFV, Empresa Júnior de Agronomia. p. 91-112.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Bussato, L.A., Stuchi, E.S. 2006b. Danos causados pelo Huanglongbing na produção e qualidade de frutos de laranja em São Paulo. **Proceedings of the Huanglongbing Greening Workshop International**. p. 40.
- Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Spósito, M.B., Ribeiro, L.M., Jesus Junior, W.C., Amorim, L. 2005. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira** 30(4):87.
- Belasque Junior, J., Yamamoto, P.T., Miranda, M.P., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Bové, J.M. 2010. Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology** 31(1):53-64.
- 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. 1974. Greening disease of citrus in the deccan trap country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: **Conference of the international organization of citrus virologists**. 6:43-49.
- Catling, H.D. 1970. Distribution of the psyllid vectors of citrus greening disease, with note on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. **Fao Plant Protection Bulletin** 18(1):8-15.
- Coelho, M.V.S. 2002. **Citrus greening**: uma bactéria quarentenária que representa ameaça à citricultura nacional. Brasília, DF: Embrapa. (Comunicado técnico n° 58).
- 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.
- Costa Lima, A.M. 1942. **Insetos do Brasil**: homopteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. p. 327. Tomo 3.
- Da Graça, J. 1991. Citrus Greening disease. **Annual Review Phytopathology** 29:109-136.

- Fernandes, N.G., Ayres, A.J., Massari C.A. 2000. Plantas doentes não detectadas nas inspeções dificultam a erradicação do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 26(3):320-325.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramin, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p.
- Garnier, M., Daniel, N., Bové, J.M. 1984. The greening organism is a gram negative bacterium. **Proceedings 9th Conference International Organization of Citrus Virologists**. p. 115-124.
- Halbert, S.E., Manjunah, K.L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist** 87:330-353.
- Halbert, S.E., Núñez, C.A. 2004. Distribution of the Asian citrus psyllid, *D. citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin. **Florida Entomologist** 87:401-402.
- Hall, D.G., Hentz, M.G., Ciomperlik, M.A. 2007. A comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. **Florida Entomologist** 90:327–334.
- Hall, D.G., Richardson, M.L., Ammar, E., Halbert, S.E. 2012. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 146:207-223.
- Kogan, M. 1998. Integrated Pest Management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology** 43:243-270.
- Martins, P.G., Laugeni, F.P. 2006. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 562 p.
- 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.
- 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.
- Neves, M.F., Trobin,V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., and Kalaki, R. 2010. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat. 137 p.
- Roger, M.E., Stansly, P.A., Stelinski, L.L. 2012. Florida citrus pest management guide: Asian citrus psyllid and citrus leafminer. **IFAS Extension Publication ENY-734**. University of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Santos, F.L., Miranda, M.P., Marques, R.N. 2012. Eficiência de métodos de monitoramento de *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) em pomares no estado de São Paulo. Resumos. **Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba. 2012.

Sétamou, M., Sanchez, A., Patt, J.M., Nelson, S.D., Jifon J., Louzada E.F. 2011 Diurnal patterns of flight activity and effects of light on host finding behavior on the Asian citrus psyllid. **Journal of Insect Behavior** 25:264–276.

Silva, C.R., Silva, M.A.C., Silva, S.R., Souza, J.C.C., Santos, S.D. 2009. Ergonomia: um estudo sobre sua influência na produtividade. **Revista de Gestão** 16(4):61-75.

Stansly, P.A., Qureshi, J.A., Arevalo, H.A. 2008. Integrated pest management of the Asian citrus psyllid (ACP) in Florida. **International Research Conference on HLB**. 326-328.

StatSoft, Inc. 2006. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.1. Disponível em: <www.statsoft.com>.

Teixeira, D.C., Danet, J.L., Eveillard, S., Martins, E.C., Jesus Junior, W.C., Yamamoto, P.T., Lopes, S.A., Bassanezzi, 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.

Wang, L.Y., Hung, S.C., Hung, T.H., SU, H.J. 1996. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. **Plant Protection Bulletin** 38:355-365.

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

Yamamoto, P.T., Parra, J.R.P. 2005. Manejo integrado de pragas dos citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Centro APTA Citros Sylvio Moreira. cap. 24. p. 730-768.

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* (Kuwayama) (Hemiptera: psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus* *Liberibacter americanus*. **Proceedings of Huanglongbing Greening International Workshop**. p. 96.