

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DE *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (HEMIPTERA:
LIVIIDAE) EM PROPRIEDADES CITRÍCOLAS COM MANEJO
INTENSIVO DO HUANGLONGBING**

**Tiago Roberto dos Santos
Engenheiro Agrônomo**

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL
DE *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (HEMIPTERA:
LIVIIDAE) EM PROPRIEDADES CITRÍCOLAS COM MANEJO
INTENSIVO DO HUANGLONGBING**

Tiago Roberto dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes

Coorientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola)**

2013

Santos, Tiago Roberto dos
S237f Flutuação populacional e distribuição espacial de *Diaphorina citri*
Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em propriedades citrícolas com
manejo intensivo do Huanglongbing / Tiago Roberto dos Santos. --
Jaboticabal, 2013
ix, 41 p. : il. ; 28.cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Francisco Jorge Cividanes
Co-orientador: José Carlos Barbosa
Banca examinadora: Pedro Takao Yamamoto, Nilza Maria
Martinelli
Bibliografia

1. Índices de agregação. 2. Manejo integrado de pragas. 3.
Psílídeo. 4. Fatores climáticos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.31:595.75



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: Liviidae) EM PROPRIEDADES CITRÍCOLAS COM MANEJO INTENSIVO DO HUANGLONGBING

AUTOR: TIAGO ROBERTO DOS SANTOS


ORIENTADOR: Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. PEDRO TAKAO YAMAMOTO
Universidade de São Paulo / Piracicaba/SP

Data da realização: 09 de dezembro de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Tiago Roberto dos Santos, nascido em nove de dezembro de 1987, na cidade de Sertãozinho-SP, Brasil. Concluiu o curso de graduação em agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (UNESP/FCAV) no ano de 2010. Atualmente encontra-se em fase de conclusão de Curso de Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola) e ocupa cargo de Engenheiro Agrônomo na Citrosuco S/A Agroindústria, atuando nas áreas de auditoria de processos agrícolas e P&D em citros.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin

DEDICO

Aos meus pais Carlos e Katia (In Memoriam) e ao meu irmão Bruno

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela oportunidade de conhecer e desfrutar das maravilhas da Sua Grande Obra.

Aos meus pais Carlos e Katia (*in memorian*), pelo amor incondicional, carinho e ensinamentos proporcionados.

Ao eu irmão Bruno, pelo companheirismo e incentivo.

Aos meus avós Mizael (*In Memoriam*), Diva, Bento (*In Memoriam*) e Helena (*In Memoriam*), por terem participado de forma direta ou indireta nesta conquista.

À minha madrastra Eliane, pelo amor e carinho.

À minha namorada Heloisa, pelo incentivo e compreensão.

Aos mestres e amigos Fernando Eduardo Amado Tersi e Wilson Pavin, por me proporcionarem a oportunidade de trabalhar com a cultura da laranjeira e sempre me incentivarem a ser um profissional melhor.

Aos meus tios Said e Edna, por sempre me apoiarem e auxiliarem nas tomadas de decisões.

À todos os familiares, amigos e companheiros de trabalho, que me acompanharam ao longo desta etapa e sem os quais não teria conseguido chegar até aqui.

Ao Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes, pela orientação, paciência e por não deixar de acreditar na concretização deste estudo.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela coorientação e incentivo.

Ao amigo Walter Maldonado Junior, pela colaboração e auxílio na construção dos resultados.

E à Citrosuco Agroindústria pela disponibilidade de área, fornecimento de transporte e mão de obra.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura dos citros	3
2.1.1. Centros de origem.....	3
2.1.2. Distribuição geográfica.....	3
2.1.3. A citricultura brasileira	4
2.2. <i>Diaphorina citri</i>	4
2.2.1. Bioecologia.....	4
2.2.2. Ocorrência e flutuação populacional	6
2.2.3. Danos causados.....	7
2.2.4. Amostragem.....	8
2.2.5. Controle.....	8
2.3. Huanglongbing (HLB)	10
2.3.1. Origem	10
2.3.2. <i>Candidatus Liberibacter</i>	10
2.3.3. Sintomas	12
2.3.4. Manejo	12
2.4. Distribuição espacial.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Flutuação populacional.....	16
3.2. Índices de agregação.....	16
3.2.1. Razão variância/média (I)	17
3.2.2. Índice de Morisita (I δ)	17
3.2.3. Coeficiente de Green (Cx).....	18
3.2.4. Expoente <i>k</i> da distribuição binomial negativa	18
3.2.4.1. Estimativa de <i>k</i> pelo método dos momentos	18
3.2.5. Teste qui-quadrado de aderência.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Flutuação populacional.....	21

4.2. Índices de agregação.....	28
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a citricultura brasileira ocupa o primeiro lugar na produção mundial de laranjas, totalizando uma produção de 340 milhões de caixas (40,8 Kg) e uma receita acima de US\$ 1,5 bilhão na safra 2012/13, além de gerar mais de 400.000 empregos diretos e indiretos (AGRIANUAL, 2013). Contudo, a cultura dos citros pode ser comprometida por diversas pragas nativas e exóticas que, quando não manejadas corretamente, comprometem a produtividade (PARRA et al., 2005). O psílídeo dos citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), é nativo do continente asiático e foi registrado no Brasil em 1940, por Ângelo Costa Lima (COSTA LIMA, 1942).

Considerado a principal praga da citricultura mundial, o psílídeo dos citros é encontrado com maior frequência em brotações, local preferido para alimentação e/ou oviposição (BELOTI et al., 2007; COSTA et al., 2010). Ao se alimentar da seiva de brotações, impede o crescimento normal das plantas (GALLO et al., 2002). Entretanto, *D. citri* assume grande importância por ser vetor de “*Candidatus Liberibacter*”, a bactéria associada ao greening ou Huanglongbing (HLB) (LAFLÈCHE; BOVÉ, 1970). Ao se alimentar de uma planta infectada *D. citri* adquire a bactéria e, ao sugar o ramo de uma planta sadia, tem a capacidade de transmiti-la (COELHO; MARQUES, 2002).

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 e redução dos teores de sólidos solúveis (BASSANEZI et al., 2005).

O controle do inseto é feito com a aplicação de inseticidas sistêmicos e de contato, visando a proteção de brotações quando o índice populacional atinge o nível de controle (BOVÉ, 2006). O parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae), introduzido recentemente no país, é o principal inimigo natural utilizado no controle biológico de *D. citri* (GRAVENA, 2005; HALBERT; MANJUNATH, 2004). Com relação ao manejo preventivo, recomenda-se o plantio de

mudas sadias, oriundas de viveiros certificados, inspeções frequentes no pomar e erradicação de plantas sintomáticas (BOVÉ, 2006).

Informações sobre flutuação populacional e padrão comportamental do psilídeo dos citros são fundamentais para a definição e implantação de estratégias de controle (YAMAMOTO et al., 2001). Visando conhecer melhor o inseto e melhorar as estratégias relacionadas com o seu manejo, os objetivos deste estudo foram avaliar a flutuação populacional e a distribuição espacial em grandes propriedades citrícolas com manejo intensivo de Huanglongbing.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura dos citros

2.1.1. Centros de origem

As plantas do gênero *Citrus*, família Rutaceae, são nativas do sudeste do continente asiático, com ramos filogenéticos que se estendem do Centro da China ao Japão, e do Leste da Índia à Nova Guiné, Austrália e África Tropical (SCORA, 1975; SOOST; CAMERON, 1975). A região de Yunnan, no Centro Sul da China, também pode ter sido importante para a origem e dispersão inicial de um grande número de espécies primitivas (LI, 1992).

A provável origem e distribuição de diversas espécies cultivadas têm sido investigadas e reportadas por diversos autores (BARRETT; RHODES, 1976; WEBBER et al., 1967). A laranja doce [*Citrus sinensis* (L) Osbeck] tem origem relacionada à Indochina e Sul da China, com possível extensão até o Sul da Indonésia. A laranja azeda é nativa do Sul da Ásia, possivelmente da China (CHAPOT, 1975).

2.1.2. Distribuição geográfica

No sul asiático, como na península da atual Malásia, houve contatos entre os chineses e indianos antes da era Cristã, por interesses religiosos e comerciais. Essa região é reconhecida como a de origem ou adaptação de algumas espécies cítricas de clima tropical, tais como limões e limas, os quais podem ter sido aí introduzidos, pois, em Burma, na Índia, tais plantas eram consideradas nativas: as laranjas doces podem ter sido originadas por hibridação entre toranja e tangerina. Em outros locais, como a Nova Guiné, as Filipinas e a Indonésia, os citros podem ter sido introduzidos por povos migrantes (CALABRESE, 1990).

2.1.3. A citricultura brasileira

Encontrando no Brasil melhores condições para se desenvolverem do que nas regiões de origem, as plantas cítricas se expandiram por todo o país, sendo plantadas em pequenos pomares caseiros e comerciais (GONDIN, 1938).

Inicialmente, a citricultura desenvolveu-se mais rapidamente nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, devido ao estabelecimento de grandes núcleos populacionais, garantindo o consumo da produção (ANDRADE, 1930).

As frutas produzidas apresentavam grande qualidade e o aumento contínuo da produção proporcionaram condições para iniciar, logo na segunda década do século XX, a exportação de cítricos para a Argentina e, na década seguinte, para a Europa (ANDRADE, 1930).

Atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior produtor e exportador de suco concentrado e congelado, sendo o Estado de São Paulo o principal responsável por essa produção, superando a produção da Flórida (AGRIANUAL, 2013).

Cerca de 98% do suco produzido é exportado, principalmente para os Estados Unidos e União Européia, além do Japão e outros 45 países. A exportação de fruta *in natura* é pequena e, somada à fruta comercializada internamente, representa 30% da produção. Nesse montante, não está computada considerável quantidade de frutas cítricas de pomares domésticos (AMARO; SALVA, 2001).

2.2. *Diaphorina citri*

2.2.1. Bioecologia

O psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) foi descrito pela primeira vez no Brasil por Ângelo Costa Lima, em 1940 no Rio de Janeiro (COSTA LIMA, 1942). Os adultos apresentam três ocelos, antenas filiformes, rostro curto com três segmentos e o terceiro par de pernas do tipo saltatória (GALLO et al., 2002).

Os ovos de *D. citri* são colocados agrupados nas pontas das brotações, apresentam coloração amarela, formato alongado e medem cerca de 0,3 mm de comprimento (TSAI; LIU, 2000). O período de incubação varia de 3 a 10 dias,

dependendo das condições climáticas (NAVA et al., 2007). No Brasil, Nava et al. (2006) determinaram que a fase de ovo teve duração de 8,2 dias a 18°C e de 2,6 dias a 32°C.

O número de posturas das fêmeas varia muito, sendo obtido um número médio de ovos por fêmea de 858, 626, 613 e 572 em *Citrus paradisi* (grapefruit), *Murraya paniculata* (murta), *C. aurantium* (laranja-Azeda) e *C. jambhiri* (limão Rugoso), respectivamente, em sala climatizada a 25°C, 75 - 80% UR e fotofase de 13 h (TSAI; LIU 2000). Por outro lado, Nava et al. (2007), relataram 348,4, 265,1 e 166,2 ovos em *M. paniculata*, *C. limonia* (limão Cravo) e *C. sunki* (tangerina Sunki), respectivamente, em sala climatizada a 24 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h. Esta variação no número de ovos, provavelmente se deve às diferenças entre as populações de psíldeos, plantas hospedeiras, condições ambientais do laboratório que os psíldeos foram condicionados e técnicas desenvolvidas para manter a criação.

Após o período de incubação, as formas jovens passam por 5 ínstaes, que duram 39,3 dias a 18°C e 10,7 dias a 30°C (NAVA et al., 2006). As ninfas são achatadas, de coloração amarela, apresentam olhos compostos vermelhos e pernas curtas. Nava et al. (2007) observaram ninfas medindo em média 0,30 mm de comprimento no primeiro ínstar, 0,45 mm no segundo, 0,74 mm no terceiro, 1,01 mm no quarto, chegando a 1,60 mm no quinto instar, completando o período ninfal em 12,6 dias em *C. paradisi*, 12,8 dias em *M. paniculata*, 13,1 dias em *C. aurantium* e 13,5 dias em *C. jambhiri*.

Os adultos de *D. citri* são alados, apresentando manchas pretas nas asas posteriores e, quando estão se alimentando, ficam inclinados em uma posição característica de 45 graus em relação à superfície foliar. Estas formas são muito ativas, saltando de ramo em ramo ou de planta em planta, em contraste com as formas jovens, que apresentam movimentos limitados (GALLO et al., 2002).

A duração do ciclo de ovo a adulto varia de 15 a 47 dias, dependendo da temperatura, podendo ocorrer cerca de 9 a 10 gerações no ano (LIU; TSAI, 2000). A faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento se encontra entre 25 e 28°C. Em pomares cítricos acima de 1700 metros de altitude e em condições de temperaturas

acima de 33°C (Limite Térmico Superior) ou abaixo de 10°C (Limite Térmico Inferior), *D. citri* não se desenvolve (LIU; TSAI, 2000).

Os hospedeiros de *D. citri* são exclusivamente da família Rutaceae, havendo mais de 50 espécies de plantas, dentre elas estão: *Atalantia missionis*, *Citrus* spp., *C. aurantifolia*, *C. aurantium*, *C. limon*, *C. medica*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *Clausena anisum-olens*, *Fortunella* spp., *M. paniculata*, *M. exótica* e *Poncirus trifoliata* (AUBERT, 1987; HALBERT; MANJUNATH, 2004). Nava et al. (2007), avaliando a biologia da praga em diversos hospedeiros, constataram que *M. paniculata* é o hospedeiro ideal para desenvolvimento de *D. citri*, por produzir frequentemente brotações, quando comparada a árvores cítricas, propiciando um período maior de reprodução para o inseto.

2.2.2. Ocorrência e flutuação populacional

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, 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).

D. citri tem preferência por brotações, para alimentação e oviposição, apresentando aumento populacional nos períodos mais quentes e chuvosos do ano, onde as plantas vegetam mais (COSTA et al. 2010). 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.

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).

Yamamoto et al. (2001) verificaram que o pico populacional de adultos de *D. citri* em alguns pomares cítricos de municípios do norte do estado de São Paulo

ocorreu no final da primavera e início do verão, enquanto que no outono e inverno a população foi reduzida, provavelmente devido ao menor fluxo vegetativo. O mesmo foi constatado por Wang (1996), em Taiwan, que observaram pico populacional de *D. citri* na primavera e verão.

2.2.3. Danos causados

Os psílídeos se alimentam da seiva de brotações e, devido as picadas sucessivas, causam elevado dano à cultura, impedindo o crescimento normal das plantas. Podem também causar danos indiretos, pois devido à presença da câmara-filtro, expelem o excesso de líquido açucarado que se alimentam, o “honeydew”, atraindo formigas e fungos oportunistas e favorecendo o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp., conhecido como “fumagina” (GALLO et al., 2002).

O inseto assume importância por ser vetor da bactéria causadora da doença Greening ou Huanglongbing (HLB), *Candidatus Liberibacter* (LAFLÈCHE; BOVÉ, 1970), que é uma bactéria gram negativa e restrita aos vasos do floema das plantas (GARNIER et al., 1988), sendo que *D. citri* ao sugar uma folha ou ramo de uma planta infectada, adquire a bactéria e a transmite para outras plantas sadias (CAPPOR et al., 1974; COELHO; MARQUES, 2002). Bonani et al. (2009) observaram que o tempo médio necessário para que o inseto atinja o floema, após iniciada a alimentação (penetração dos estiletes na planta), é de 120 minutos.

Até o presente momento, tem-se conhecimento de dois vetores de *Candidatus Liberibacter* spp.: *Diaphorina citri* Kuwayama e *Tryoza erytrae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae). O primeiro está associado à disseminação de HLB da espécie asiática em regiões mais quentes e o segundo é responsável pela disseminação de HLB da espécie africana em regiões de altitude elevada e fria, principalmente na África do Sul (DA GRAÇA, 1991). No Brasil, apenas *D. citri* foi relatado em pomares comerciais.

O HLB é considerado uma das doenças mais destrutivas dos citros, apresentando alto impacto sócio econômico em países da África e Ásia, onde foram erradicadas cerca de 50 milhões de laranjeiras (AUBERT, 1987; MASSONIE et al. 1976).

2.2.4. Amostragem

O monitoramento de *D. citri* pode ser realizado por meio de armadilhas adesivas amarelas ou por avaliação visual realizada por um profissional capacitado. As armadilhas adesivas devem ser posicionadas na periferia e em locais dentro do pomar, para monitorar o local e o momento de entrada e a migração de *D. citri* para o interior da propriedade, respectivamente. Não existe um número determinado de armadilhas a serem consideradas por área, porém, deve ser salientado que quanto maior o número de armadilhas, maior será o tempo para a troca e avaliação das mesmas. Entretanto, deve-se posicionar as armadilhas nos locais de refúgio dos vetores, tais como próximo a matas, brejo, e plantas cultivadas. O terço superior das plantas é a altura indicada para posicionamento das armadilhas (YAMAMOTO et al., 2001).

A amostragem de *D. citri* deve ser incorporada à rotina dos inspetores de pragas e à ficha de amostragem. O inspetor de pragas deve observar a presença de ovos, ninfas e adultos em 3 a 5 brotações por planta. A tomada de decisão deve levar em consideração o nível de ação preconizado para a praga (YAMAMOTO et al., 2001).

2.2.5. Controle

A proteção das brotações contra o ataque de *D. citri* é de fundamental importância (PARRA et al., 2005). Atualmente, a maioria das aplicações de inseticidas não se baseiam na presença ou ausência de ninfas e/ou adultos de *D. citri*, havendo um calendário de aplicações, acarretando grande contaminação ambiental, aumento dos custos de produção e redução da população de inimigos naturais. Bové (2006) relatou que as recomendações de controle devem se basear na presença de ninfas, porque à medida que o adulto emerge, a doença já está se espalhando. Belasque Junior et al. (2010) verificaram que em plantas adultas o controle químico deve ser realizado quando for detectada a presença do vetor no pomar, durante a amostragem.

Algumas espécies de inimigos naturais são utilizados no controle biológico de *D. citri*, como o parasitóide *Tamarixia radiata*, presente no Brasil e introduzido na Flórida, *Diaphorencyrtus aligarhensis* Shafee (Hymenoptera: Encyrtidae), os predadores *Cycloneda sanguínea* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae), *Chilocorus nigritus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus distinctus* Casey (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) e os fungos *Hirsutella citriformis* (Ascomycota: Cordycipitaceae) e *Capnodium citri* (Dothideales: Capnodiaceae) (AUBERT, 1987; HALBERT; MANJUNATH, 2004), os quais limitam o crescimento das populações do psilídeo (GRAVENA, 2005).

No Brasil, constatou-se ser de 14 e 33% a eficiência de controle de *D. citri* por *T. radiata* (GÓMEZ-TORRES et al., 2006). Na Flórida, o controle biológico de *D. citri* tem sido feito principalmente por este parasitóide, que foi importado de Taiwan e Vietnã (BOVÉ, 2006). Avaliando a patogenicidade de vários fungos entomopatogênicos às ninfas de *D. citri*, Padulla (2007) constatou que *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) e *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) foram patogênicos para as ninfas do psilídeo, com até 72% de mortalidade por *B. bassiana*.

O controle de *D. citri* objetiva reduzir a população de adultos infectivos. Belasque Junior et al. (2010) relataram que nas regiões centro e sul do Estado de São Paulo, onde há maior incidência de HLB, a presença do inseto deve ser considerado o nível de controle. Nas demais regiões pode-se tolerar maiores níveis populacionais da praga, desde que: i) sejam realizadas inspeções frequentes, seguidas de eliminação das plantas sintomáticas encontradas; e ii) inexistam fontes de inóculo da doença (plantas sintomáticas) nas propriedades vizinhas

Apesar de *D. citri* ter sido constatado há mais de meio século nos pomares de citros do Brasil, os trabalhos sobre o controle dessa praga são escassos, devido a pouca importância do inseto antes da descoberta do HLB.

2.3. Huanglongbing (HLB)

2.3.1. Origem

O Huanglongbing (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 (BOVÉ, 2006; DA GRAÇA, 1991).

O HLB é considerado a doença mais destrutiva de citros no mundo devido a severidade dos sintomas, o potencial de progressão e por afetar todas as variedades comerciais, sendo que o efeito de borda ou maior concentração de plantas sintomáticas nas primeiras plantas da periferia das propriedades e talhões, é uma característica marcante da doença (BASSANEZI et al., 2005; GOTTWALD; IREY, 2008).

No Brasil, o HLB foi relatado primeiramente em março de 2004, ocorrendo em pomares da região de Araraquara, São Paulo (TEIXEIRA et al., 2005).

2.3.2. *Candidatus Liberibacter*

A doença está associada a duas espécies de bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* (*Ca. L. americanus* e *Ca. L. asiaticus*) e também por um fitoplasma recentemente identificado, infectando plantas cítricas da região Noroeste do Estado de São Paulo (BASSANEZI et al., 2005). Após a inoculação de *Ca. Liberibacter* spp. pelo vetor, essas bactérias distribuem-se sistemicamente na planta pelos vasos floemáticos, sendo sua movimentação na planta relativamente rápida, não sendo possível eliminar a infecção por meio de poda de ramos sintomáticos. 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 (BASSANEZI et al., 2005).

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).

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 *Candidatus Liberibacter asiaticus*, além de uma nova forma mundialmente desconhecida, que foi denominada de *Candidatus Liberibacter americanus*, ambas transmitidas por *D. citri* (COLLETA-FILHO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2005).

Seis meses após ser relatada em 46 municípios do Estado de São Paulo (BOVÉ, 2006), a doença já estava distribuída em 162 municípios, com 18,57% dos talhões com a presença de plantas sintomáticas (BARBOSA et al., 2008).

Não existem variedades cítricas resistentes ao HLB, contudo as laranjas doces, tangelo e mandarim apresentam ataques severos; grapefruit, limão e laranja azeda apresentam sintomas moderados; e lima, pomelo e laranja trifoliata são tolerantes (MANICOM; VAN VUUREN, 1990).

O tempo mínimo de aquisição da bactéria pelo psíldeo *D. citri* é de 15 a 30 minutos de sucção, permanecendo na forma latente por 1 a 21 dias (LOPES, 2006). A duração do período de latência e a eficiência de transmissão podem estar relacionados à variações no patógeno e/ou no biótipo do vetor, entre outras possibilidades de fatores experimentais. A transmissão de *Ca. Liberibacter spp.* é do tipo persistente, ou seja, uma vez infectivos, os psíldeos são capazes de transmitir a bactéria por toda a vida, sendo que os adultos podem viver 2 a 3 meses. 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). Uma vez infectados, os psíldeos passam a transmitir a bactéria a vida toda (XU et al., 1988). Aubert (1987) relatou que a transmissão ocorre, provavelmente, através de secreções salivares e Capoor et al. (1974) e Xu et al. (1988) constataram que a bactéria se multiplica no corpo do psíldeo, mas não ocorre transmissão via ovo.

O HLB também pode ser transmitido por enxertia (DA GRAÇA, 1991), porém, não existe transmissão via sementes, principalmente pelo fato destas serem abortadas (HALBERT; MANJUNATH, 2004).

2.3.3. Sintomas

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 ferro (BOVÉ, 2006; DA GRAÇA, 1991). Com a evolução da doença, ocorre intensa desfolha dos ramos afetados e redução no crescimento da planta (BASSANEZI et al., 2005).

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).

2.3.4. Manejo

Não existem métodos curativos para o HLB, portanto o controle deve ser preventivo. Segundo Bové (2006), em regiões que não possuem a doença deve-se realizar a quarentena, evitando a comercialização de plantas cítricas. Já nas regiões que a possuem, todas as árvores sintomáticas devem ser erradicadas o mais rapidamente possível. Como há um período de meses para o aparecimento dos sintomas, há necessidade de se fazer inspeções constantes, sendo razoável um período de três meses entre as avaliações (BASSANEZI et al., 2005).

Além da erradicação de plantas sintomáticas, o manejo do HLB baseia-se no plantio de mudas sadias, oriundas de viveiros certificados, eliminação de plantas de murta e controle químico e biológico do vetor (GRAVENA, 2005).

2.4. Distribuição espacial

Muitos trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos abordando medidas de controle e distribuição espacial de insetos vetores de doenças.

A distribuição espacial de outras pragas e doenças dos citros foram estudadas por alguns autores, contribuindo com resultados que permitem um

manejo mais adequado. Farias et al. (2004) verificaram distribuição agregada de três espécies de cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros (CVC), durante três anos consecutivos de amostragem. Okumura (2007) estudou a distribuição espacial do ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*), do ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) relatando que os resultados obtidos contribuíram significativamente para melhorar a utilização de agrotóxicos no controle dos ácaros.

Contudo, não há na literatura trabalhos de distribuição espacial de *Diaphorina citri* em grandes propriedades citrícolas com manejo intensivo de HLB.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas áreas comerciais de plantio de laranjeiras, com 9.004 e 5.495 hectares, respectivamente. A área experimental um (22°52'15" Sul, 45°9'46" Oeste) localiza-se no município de Iaras (sul do Estado de São Paulo), tem altitude de 640 metros e clima temperado úmido e verão temperado (Classificação climática de Köppen-Geiger: Cfb); a área dois (21°59'33" Sul, 48°23'27" Oeste) pertence ao município de Boa Esperança do Sul (centro do Estado de São Paulo), com altitude de 490 metros e clima tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw).

As áreas experimentais englobaram o cultivo de laranja doce (*Citrus sinensis* L.), com idades variando de 1 a 7 anos, para a área um e de 1 a 25 anos, para a área dois. Nessas áreas, os espaçamentos de plantio variaram de 6,5 metros na entrelinha x 2,5 metros entre plantas a 8 metros na entrelinha x 4 metros entre plantas, sendo utilizadas combinações entre porta-enxertos (Limoeiro Cravo, Citrumeleiro Swingle, Tangerineira Sunki, e Cleópatra) e variedades de copas (Hamlin, Rubi, Westin, Pera Rio, Natal, Folha Murcha e Valência).

Para a captura de adultos de *D. citri* foram instaladas armadilhas adesivas de coloração amarela, de dupla face, com 30 cm de altura e 10 cm de largura, a uma altura que atingiu o terço superior das plantas (Figura 1) (YAMAMOTO et al., 2001).

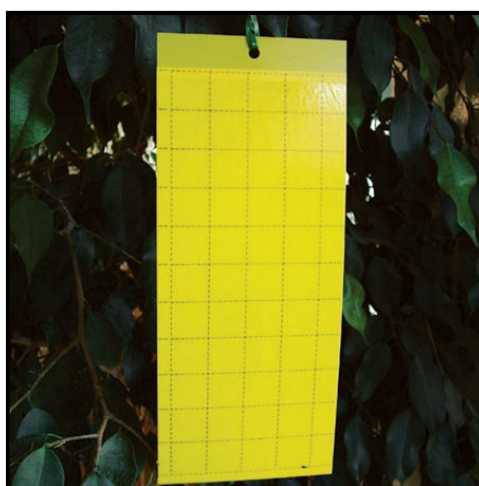


Figura 1. Armadilha adesiva de coloração amarela utilizada no levantamento populacional de *D. citri*.

As áreas experimentais um e dois possuem 470 e 301 lotes, respectivamente, sendo que cada lote apresenta aproximadamente 500 metros de comprimento e 500 metros de largura, totalizando 25 hectares (Figura 2).



Figura 2. Vista aérea das áreas experimentais e delimitações. (A) Área localizada em Iaras, (B) Área localizada em Boa Esperança do Sul.

Em cada lote das áreas foi posicionada uma armadilha na bordadura, a fim de detectar o momento de entrada do inseto. O posicionamento das armadilhas nos lotes perimetrais foi definido estrategicamente em locais com maior número de captura de adultos, como próximo a matas e propriedades vizinhas (PARRA et al., 2005).

A avaliação populacional de *D. citri* foi realizada semanalmente por inspetoras de pragas, efetuando-se a contagem do número de adultos nas armadilhas adesivas, durante o período de 01 de julho de 2010 a 31 de dezembro de 2012. As armadilhas foram substituídas a cada 15 dias ou conforme a necessidade, visando manter a eficiência de captura. Durante a condução das avaliações foram realizadas pulverizações de agrotóxicos, manejo das plantas daninhas, nutrição mineral, poda, irrigação e outros tratamentos culturais.

Os lotes em formação (até 3 anos) da área experimental um receberam 24 pulverizações de inseticidas por ano e 3 aplicações de inseticida sistêmico até o 12º mês; os lotes em formação da área dois receberam 36 pulverizações de inseticidas por ano (24 na época chuvosa e 12 na época seca) e 5 aplicações de inseticida sistêmico até o 12º mês, além de 3 aplicações adicionais de inseticida sistêmico do 13º ao 24º mês. Os lotes em produção (3 a 7 anos) receberam 24 e 36 pulverizações de inseticidas por ano nas áreas experimentais um e dois,

respectivamente. Os lotes com idade acima de 7 anos, presentes somente na área dois, receberam pulverizações mensais de inseticida. As bordaduras dos lotes das áreas experimentais um e dois foram pulverizadas com inseticida semanalmente, totalizando 52 pulverizações no ano.

Foram realizadas pulverizações adicionais à medida que se encontrou ovo, ninfa ou adulto de *D. citri* durante as inspeções. Os ingredientes ativos e doses comerciais utilizados no controle do inseto foram: lambda-cialotrina ($0,4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), imidacloprido ($0,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), carbossulfan ($0,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), dimetoato ($1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), piriproxifem ($0,125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) e deltametrina ($0,1 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$), com volumes de pulverização de aproximadamente $40 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ de copa. Durante o período de avaliações foram realizadas 26.047 e 20.924 pulverizações de inseticidas nas áreas experimentais um e dois, respectivamente. Cada lote das áreas um e dois receberam em média 1,85 e 2,32 pulverizações adicionais de inseticidas ao mês, respectivamente, objetivando também o controle de outras pragas.

Os dados observados foram submetidos à análise estatística para determinação da flutuação populacional e do grau de agregação que melhor descrevem o comportamento do inseto.

3.1. Flutuação populacional

A análise de correlação simples foi utilizada para avaliar a influência das temperaturas mínima, mínima média e máxima média ($^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (mm) e umidade relativa (%). Os dados de parâmetros climáticos foram obtidos junto às Estações Agroclimatológicas das áreas comerciais localizadas nos municípios de Iaras e Boa Esperança do Sul, SP. Para os fatores temperatura mínima e precipitação pluvial considerou-se o menor valor registrado e soma dos valores registrados em cada mês, respectivamente.

3.2. Índices de agregação

Os índices utilizados para análise de agregação e para o estudo da distribuição espacial dos insetos são descritos a seguir.

3.2.1. Razão variância/média (I)

A razão variância/média é utilizada como um índice de agregação e é calculada através da seguinte fórmula:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$

Onde,

s^2 = variância amostral

\hat{m} = média amostral

Valores iguais à unidade indicam distribuição espacial ao acaso; valores inferiores à unidade indicam distribuição uniforme e valores superiores à unidade indicam distribuição agregada (RABINOVICH, 1980).

3.2.2. Índice de Morisita (I_δ)

Este índice independe do tamanho da unidade amostral e apresenta valores iguais à unidade para distribuição espacial ao acaso, valores inferiores à unidade para distribuição uniforme e superiores à unidade para distribuição contagiosa. Segue abaixo a fórmula proposta por Morisita (1962):

$$I_\delta = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x - 1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Onde,

n = número de unidades amostrais

x = número de plantas infestadas

$\sum x$ = somatória dos valores avaliados nas unidades amostrais

O afastamento da aleatoriedade foi testado por:

$$X_{\delta}^2 = I_{\delta}(\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi_{(n-1)}^2 .$$

Se $X_{\delta}^2 \geq \chi_{(n-1)g.l.;0,05}^2$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

3.2.3. Coeficiente de Green (C_x)

Muito utilizado para avaliar distribuições contagiosas, este índice é indicado para comparação de dados dentro de uma mesma área amostral. Este índice pode variar de zero (para distribuições aleatórias) a unidade (para o máximo contágio). Valores negativos indicam distribuição uniforme (GREEN, 1966). Pode ser calculado através da fórmula:

$$C_x = \frac{(s^2 / \hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

Onde,

s^2 = variância amostral

\hat{m} = média amostral

x_i = número de insetos por isca

3.2.4. Expoente k da distribuição binomial negativa

3.2.4.1. Estimativa de k pelo método dos momentos

A estimativa de k pelo método dos momentos é obtida igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais (ANSCOMBE, 1949), resultando na seguinte expressão:

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{s^2 - \hat{m}}$$

Onde,

\hat{m} = média amostral

s^2 = variância amostral

Quando os valores de k são baixos e positivos, indicam uma distribuição altamente agregada. Quando os valores de k variam entre dois e oito, eles indicam uma agregação moderada e, quando superiores a oito, indicam uma disposição ao acaso (ELLIOT, 1979; SOUTHWOOD, 1978).

3.2.5. Teste qui-quadrado de aderência

O teste de aderência foi utilizado para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade, comparando as frequências observadas com as frequências esperadas pela distribuição. O modelo apresenta bom ajuste quando as frequências observadas e esperadas são próximas, dado pela seguinte expressão:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{Nc} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

Onde,

Nc = número de classes da distribuição de frequências

FO_i = frequência observada na i -ésima classe

FE_i = frequência esperada na i -ésima classe

O número de graus de liberdade associado à estatística χ^2 é dado por:

$$GL = Nc - Np - 1$$

Onde,

Nc = número de classes da distribuição de frequências

Np = número de parâmetros estimados na amostra

O critério do teste será de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível α de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2_{(Nc-Np-1GL, \alpha)}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Flutuação populacional

O número de adultos de *D. citri* capturados no período estudado foi maior na área experimental dois, localizada no município de Boa Esperança do Sul. Nesta área foram capturados, durante o período de avaliações, um total de 665 insetos, em comparação aos 163 insetos capturados na área um, município de Iaras. Mesmo recebendo um maior número de aplicações de inseticidas no período, a área experimental dois apresentou maiores picos populacionais da praga, em comparação à área um. Neste local, os picos populacionais do inseto ocorreram nos meses de setembro e outubro de 2012, quando foram capturados 46 e 38 adultos, respectivamente. Os picos populacionais do inseto na área dois ocorreram nos meses de novembro de 2010, agosto, setembro e novembro de 2012, sendo capturados 102, 88, 198 e 110 adultos de *D. citri*, respectivamente (Figuras 1, 2 e 3).

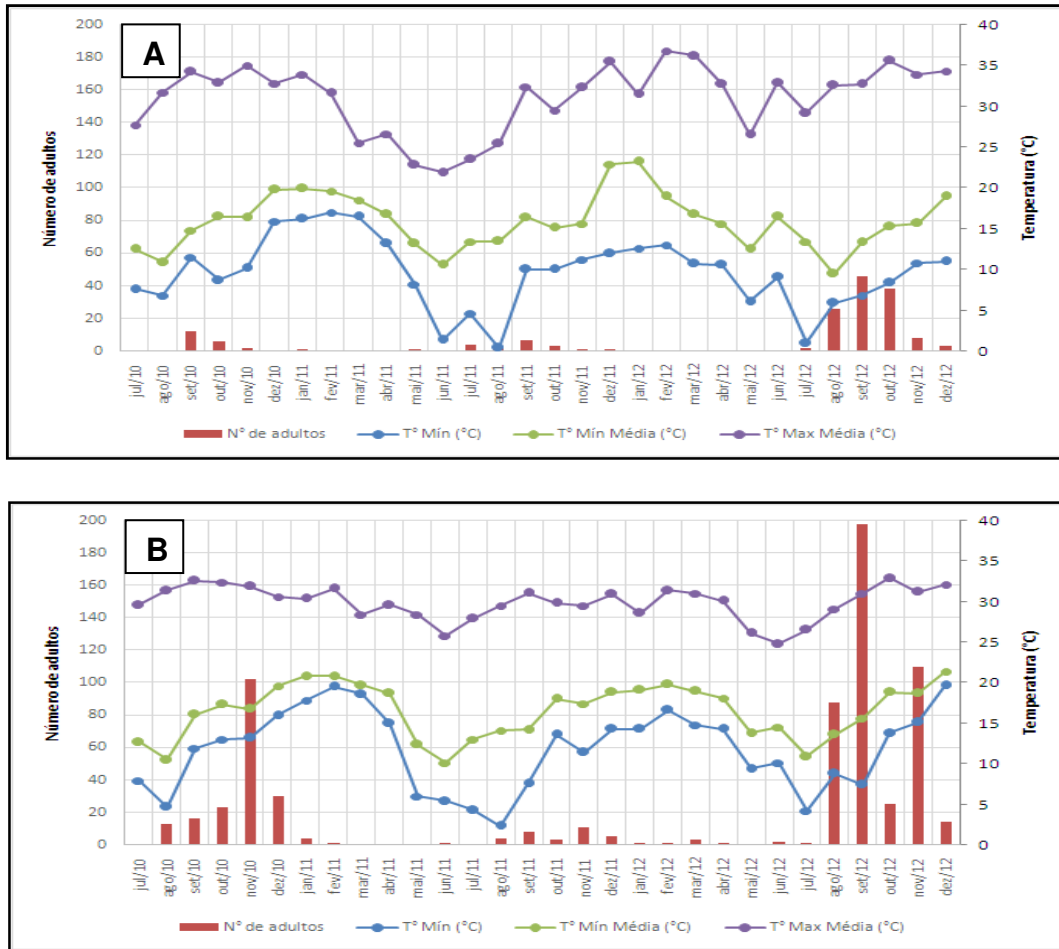


Figura 1. Relação da temperatura com a flutuação populacional de adultos de *Diaphorina citri* nas áreas experimentais localizadas em laras (A) e Boa Esperança do Sul (B), no período de 01 de julho de 2010 a 31 de dezembro de 2012.

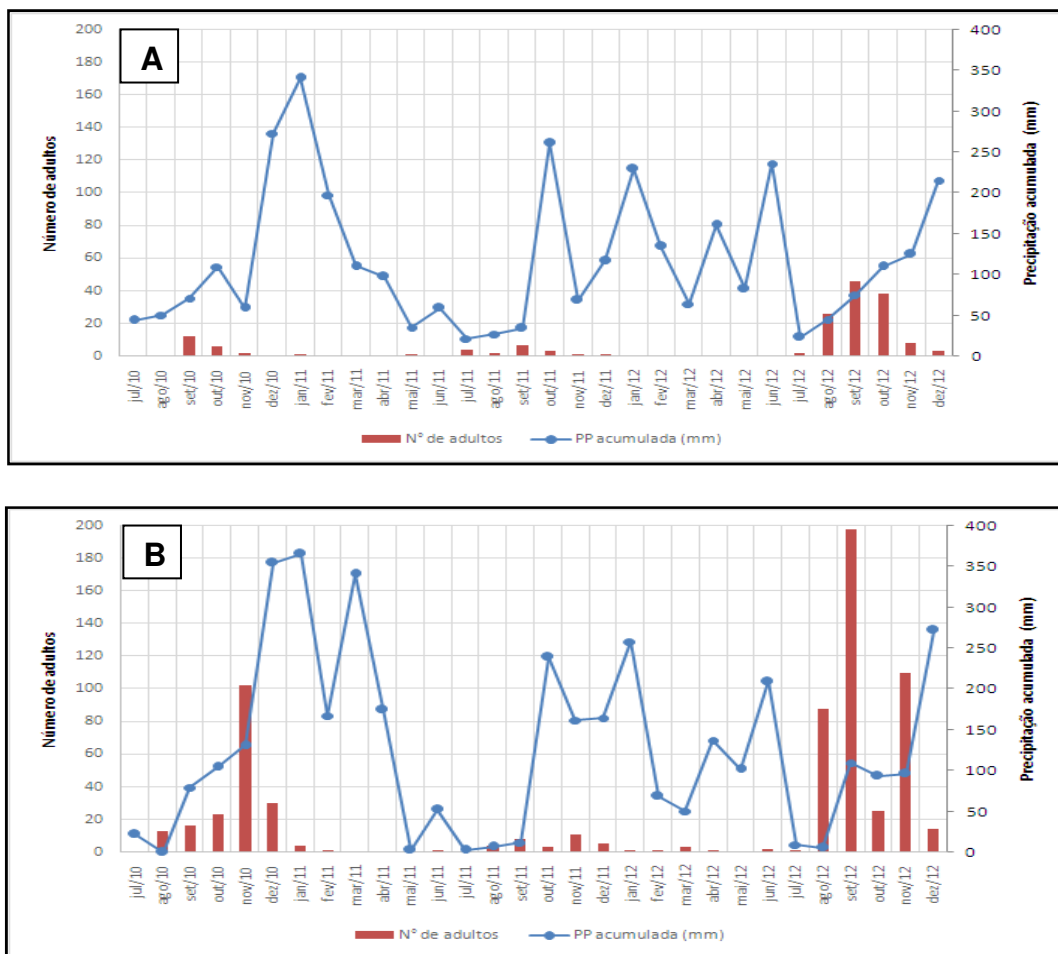


Figura 2. Relação da precipitação com a flutuação populacional de adultos de *Diaphorina citri* nas áreas experimentais localizadas em laras (A) e Boa Esperança do Sul (B), no período de 01 de julho de 2010 a 31 de dezembro de 2012.

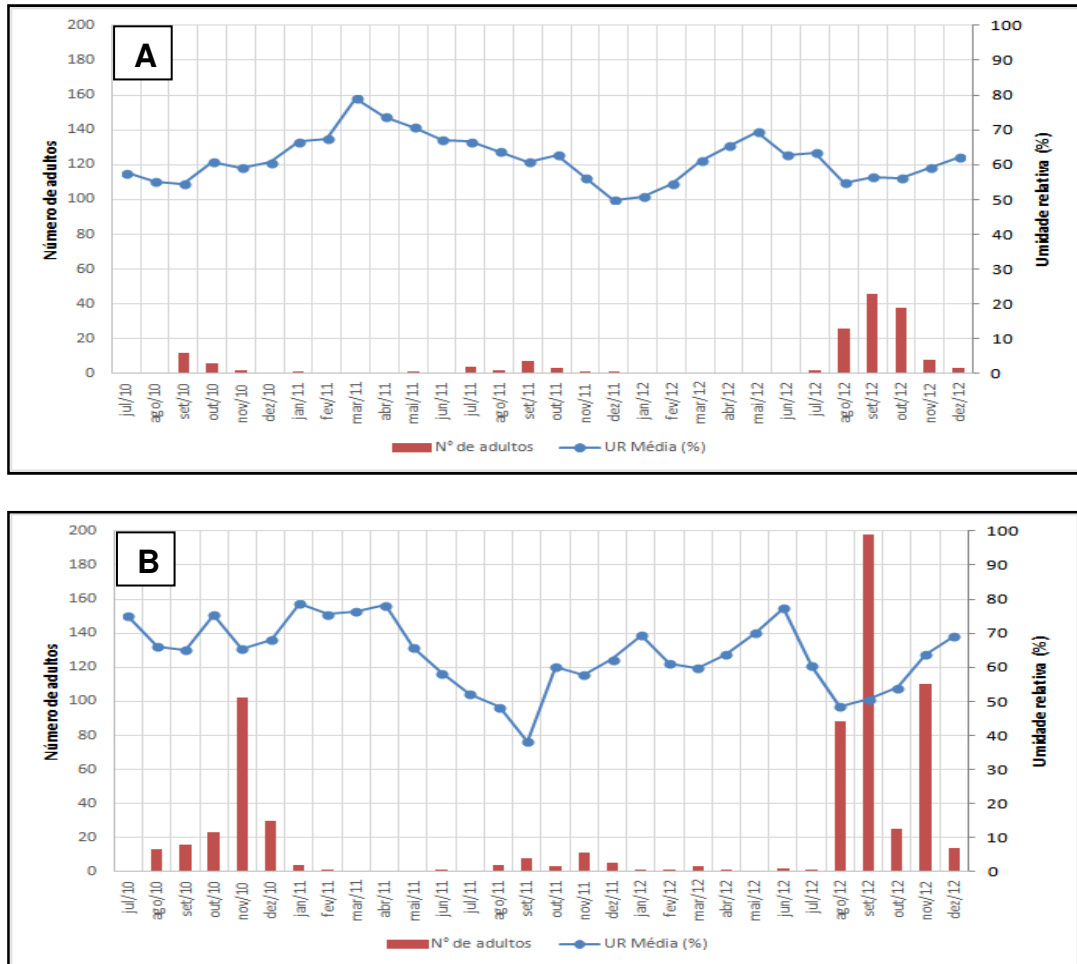


Figura 3. Relação da umidade relativa com a flutuação populacional de adultos de *Diaphorina citri* nas áreas experimentais localizadas em laras (A) e Boa Esperança do Sul (B), no período de 01 de julho de 2010 a 31 de dezembro de 2012.

Os picos populacionais da praga ocorreram na primavera e verão, período que ocorre maior fluxo vegetativo das plantas. Os resultados obtidos estão de acordo com Beloti et al. (2007) que, avaliando pomares cítricos na região de Matão, SP, constataram maior incidência de adultos de *D. citri* nos meses de novembro e dezembro de 2006 e janeiro de 2007. Costa et al. (2010) verificaram que *D. citri* apresentou picos populacionais em fevereiro, março e abril de 2006 e novembro de 2007 para a variedade de copa Valência plantada sobre o porta-enxerto Limoeiro Cravo, em pomar localizado no município de Matão, SP.

Yamamoto et al. (2001) observaram que os picos populacionais de adultos do psíldeo dos citros ocorreram no final da primavera e início do verão de 1993/1994 e 1994/1995, em pomares cítricos localizados nos municípios de Catanduva e Monte Alto, SP, sendo que a população da praga manteve-se baixa somente nas propriedades dos municípios de Bebedouro e Monte Azul Paulista. Uehara- Carmo et al. (2006) verificaram que o pico populacional de *D. citri* ocorreu no verão de 2004/2005 e na primavera de 2005, em pomares da região de Taquaritinga, SP.

Entretanto, Leal (2009) verificou baixa incidência da praga em pomar localizado no município de Matão, durante os meses de dezembro a março de 2006/2007, diferentemente das informações relatadas na literatura e dos resultados obtidos no presente estudo. Tais resultados podem ser justificados pela intensa precipitação pluvial ocorrida na primavera e verão de 2006 e 2007. Regmi e Lama (1988) constataram que durante as épocas chuvosas a população de adultos de *D. citri* é suprimida, visto que as chuvas eliminam ovos e ninfas, diferentemente de adultos, que podem esconder-se na face abaxial das folhas. Períodos de elevada precipitação favorecem o aparecimento de fungos entomopatogênicos, contribuindo para a diminuição populacional do inseto (AUBERT, 1987).

Whiteside et al. (1993) constataram que a população de *D. citri* decresce em condições de alta precipitação e umidade relativa. Regmi e Lama (1988) relataram que a espécie prefere condições de clima quente e seco. Yamamoto et al. (2001) observaram que o período de estiagem mais prolongado e o atraso no início das chuvas do verão de 1994 favoreceram o aumento populacional da praga. Contudo, os autores constataram que em municípios com maior déficit hídrico, como Bebedouro e Monte Azul Paulista, SP, observou-se menor captura de adultos do

psílídeo dos citros em comparação à Catanduva, indicando que existem outros fatores que favorecem ocorrer elevada população da praga.

Belasque Junior et al. (2010) relataram que as populações de *D. citri* geralmente aumentam nos períodos em que as plantas apresentam maior fluxo vegetativo, com picos populacionais na primavera e verão. Contudo, a fase adulta do inseto pode estar presente o ano todo, tornando imprescindível seu monitoramento contínuo em toda a propriedade.

A análise de correlação da incidência do inseto com as temperaturas mínima, mínima média, máxima média, umidade relativa média e precipitação pluvial foi não significativa nas duas áreas experimentais (Tabela 1). Provavelmente, isto ocorreu devido ao baixo número de insetos amostrados no período, em decorrência do excessivo número de aplicações de agrotóxicos realizadas. Costa (2009) verificaram que as temperaturas máxima, média e mínima não influenciaram a população do psílídeo em áreas citrícolas de Matão. Contudo, observou que o número de adultos capturados por armadilha acompanhou a curva ascendente de precipitação, sendo positiva e significativa em uma das áreas experimentais, evidenciando que conforme aumenta a intensidade de precipitação ocorre acréscimo do número de adultos capturados.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson de *Diaphorina citri* com a temperatura mínima (°C), temperatura mínima média (°C), temperatura máxima média (°C), umidade relativa média (%) e precipitação acumulada (mm) para as áreas experimentais localizadas em Iaras (1) e Boa Esperança do Sul (2).

Área Experimental	Temperatura mínima (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Temperatura máxima média (°C)	Umidade relativa média (%)	Precipitação acumulada (mm)
1	-0,1967NS	-0,2872NS	0,25370NS	-0,3268NS	-0,1807NS
2	-0,0572NS	0,00615NS	0,28064NS	-0,2895NS	-0,0791NS

NS = Não Significativo.

4.2. Índices de agregação

A razão variância/média (I) foi maior que a unidade em todas as avaliações do período, apresentando variação de 1,2458 a 2,5680 na área um e de 1,1491 a 10,0002 na área dois (Tabelas 2 e 3), indicando distribuição agregada do inseto.

O índice de Morisita (I_{δ}) também foi maior do que a unidade em todas as avaliações (Tabelas 2 e 3), corroborando com a hipótese de distribuição agregada. O teste de qui-quadrado para o índice de Morisita ($X^2 I_{\delta}$) foi significativo em todas as avaliações, sendo significativo a 1% de probabilidade em 83% e 92% das avaliações realizadas nas áreas experimentais um e dois, respectivamente. Costa (2009), avaliando o comportamento de adultos de *D. citri* em duas áreas experimentais no município de Matão, observou valores de razão variância/média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) superiores à unidade, indicando que a população do psíldeo dos citros apresenta distribuição agregada.

A hipótese de distribuição agregada do inseto também é corroborada pelo Coeficiente de Green (C_x), pois foram obtidos valores superiores à zero em todas as avaliações (Tabelas 2 e 3).

Com relação ao parâmetro k da distribuição binomial negativa, estimado pelo método dos momentos, observou-se que em todas as avaliações foram constatados valores positivos e inferiores a dois (Tabelas 2 e 3), indicando uma distribuição altamente agregada da praga. Os resultados obtidos estão de acordo com Costa et al. (2010), que verificaram comportamento agregado de adultos de *D. citri* em pomar cítrico do município de Matão.

Leal (2009) relatou comportamento agregado de adultos e ninfas do psíldeo dos citros em pomares cítricos da região de Araraquara. Ainda neste estudo, Leal (2009) observou que em março de 2006 houve aumento expressivo do número de adultos do psíldeo capturados e, após aproximadamente doze meses, ocorreu também o aumento do número de plantas doentes e, conseqüentemente, o tamanho do alcance espacial do greening na área.

A concordância constatada nos índices de agregação estimados é premissa básica para conclusões sobre o padrão de distribuição de um inseto, considerando que todos possuem limitações em suas determinações (RABINOVICH, 1980).

A partir dos índices estimados, observou-se que a aplicação de inseticidas não alterou o padrão de distribuição de *D. citri*.

Tabela 2: Médias, variâncias e índices de agregação para número de adultos de *Diaphorina citri* por mês de avaliações, na área localizada em Iaras, São Paulo.

Índices	2010		2011				2012		
	Setembro	Setembro	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Setembro	Outubro	Novembro
m	0,0833	0,0486	0,1806	0,3194	0,2639	0,0556			
s²	0,1608	0,0606	0,3868	0,8203	0,6292	0,1088			
I = s²/m	1,9301	1,2458	2,1420	2,5680	2,3842	1,9580			
I_δ	13,0909	6,8571	7,5323	5,9826	6,3499	20,5714			
X² I_δ	276,00**	178,14*	306,31**	367,22**	340,95**	280,00**			
C_x	0,0846	0,0410	0,0457	0,0348	0,0374	0,1369			
k_{mom}	0,0896	0,1978	0,1581	0,2037	0,1906	0,0580			

m = média; s² = variância; I = razão variância/média; I_δ = índice de Morisita; X² I_δ = teste de qui-quadrado para I_δ; C_x = coeficiente de Green; k_{mom.} = estimativa de k pelo método dos momentos; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3: Médias, variâncias e índices de agregação para número de adultos de *Diaphorina citri* por mês de avaliações, na área localizada em Boa Esperança do Sul, São Paulo.

Índices	2010					2011			2012				
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Set.	Nov.	Dez.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
m	0,0432	0,0532	0,0764	0,3389	0,0997	0,0266	0,0365	0,0166	0,2924	0,6578	0,0831	0,3654	0,0465
s²	0,2015	0,2572	0,4175	2,7048	0,9967	0,0326	0,0420	0,0231	2,0742	2,5525	0,1431	0,9527	0,0978
I = s²/m	4,6646	4,8379	5,4635	7,9818	10,0002	1,2275	1,1491	1,3880	7,0948	3,8803	1,7227	2,6068	2,1033
I_δ	92,6154	77,7583	61,8656	21,7379	94,1057	10,7500	5,4727	30,1000	22,0167	5,3863	10,0333	5,4225	26,4615
X² I_δ	1399,38**	1451,38**	1639,04**	2394,53**	3000,07**	368,25**	344,73*	416,40**	2128,45**	1164,10**	516,80**	782,05**	631,00**
C_x	0,3054	0,2559	0,2029	0,0691	0,3104	0,0325	0,0149	0,0970	0,0701	0,0146	0,0301	0,0147	0,0849
k_{mom}	0,0118	0,0139	0,0171	0,0485	0,0111	0,1168	0,2451	0,0428	0,0480	0,2284	0,1149	0,2274	0,0422

m = média; s² = variância; I = razão variância/média; I_δ = índice de Morisita; X² I_δ = teste de qui-quadrado para I_δ; C_x = coeficiente de Green; k_{mom.} = estimativa de k pelo método dos momentos; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

- Foi capturado maior número de adultos de *D. citri* na plantação de laranjeiras em Boa Esperança do Sul em comparação à plantação em laras.
- Os picos populacionais do inseto ocorrem na primavera e verão, período de maior fluxo vegetativo das plantas.
- As aplicações de inseticidas não alteram o padrão de distribuição de *D. citri*.
- Os adultos de *D. citri* distribuem-se de maneira agregada em plantações de laranjeiras nas regiões sul e central do Estado de São Paulo.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2013: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2013. 480 p.

AMARO, A. A.; SALVA, R. A. Production of citrus nursery trees in São Paulo State: an economic vision. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS. Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto, v.6, p.55-66, 2001.

ANDRADE, E. N. **Campanha citrícola**. São Paulo: Rothschild, 1930. 191 p.

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, v. 5, p. 165-173, 1949.

AUBERT, B. *Trioza erytrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of Citrus Greening Disease: Biological aspects and possible control strategies. **Fruits**, v. 42, n. 3, p. 149-162, 1987.

BARBOSA, J. C.; MASSARI, C. A.; AYRES, A. J. **Incidência e distribuição do greening (HLB) no estado de São Paulo**. Disponível em: <www.ccsm.br/30_semana_citricultura.html>. Acesso em: 25 ago. 2008.

BARRETT, H. C.; RHODES, A. M. A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated *Citrus* and its close relatives. **Systematic Botany**, v.1, p. 105-136, 1976.

BASSANEZI, R. B.; BUSATO, L. A.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GOTTLAD, T. R. Preliminary spatial pattern analysis of Huanglongbing in São Paulo, Brazil. In: HILF, M. E.; DURAN-VILA, N.; ROCHA-PEÑA, M. A. Proceedings 16th Conference International. **Organization Citrus Virologists**, Univ. California, Riverside. p. 341-355, 2005.

BELASQUE JUNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T.; DE MIRANDA, M. P.; BASSANEZI, R. B.; AYRES, A. J.; BOVE, J. M.; Controle do *huanglongbing* no Estado de São Paulo, Brasil. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 1, p. 53-64, 2010.

BELOTI, V. H.; RUGNO, G. R.; FELIPPE, M. R.; YAMAMOTO, P. T. Incidência de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros em produção e em pomar em formação. In : REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLOGICO, 20, 2007. **Resumos...** São Paulo: Biológico, v.69, n.2, p.164, 2007.

BONANI, J. P. **Caracterização do aparelho bucal e comportamento alimentar de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.** 2009. 86 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

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

CALABRESE, F. **La favolosa storia degli agrumi.** Stratto da Agricoltura, Università di Palermo, n. 208, p. 82-128, 1990.

CAPOOR, S. P.; RAO, D. G.; VISWANATH, S. M. **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. Richmond, n. 6, p. 43-49, 1974.

CATLING, H. D. Distribution of the psyllid vectors of citrus greening disease, with note on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. **Fao Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 18, n. 1, p. 8-15, 1970.

CHAPOT, H. The *Citrus* plant. In: HAFLIGER, E. (Ed.). **Citrus.** Switzerland: Ciba-Geigy Agrochemicals, 1975. p. 6-13.

COELHO, M. V. S.; MARQUES, A. S. DOS A. "Citrus greening" uma bacteriose quarentenária que representa ameaça potencial à citricultura brasileira. **Recursos Genéticos e Biotecnologia**, v. 58, n. 10, 2002.

COLLETA-FILHO, H. D; TAGON, M. L. P. N; TAKITA, M. A; DE NEGRI, J. D.; POMPEU JÚNIOR, J.; CARVALHO, A. S.; MACHADO, M. A. First report of the causal agent of huanglongbing ("*Candidatus Liberibacter asiaticus*") in Brazil. **Plant Disease**, v. 88, p. 1382, 2004.

COSTA LIMA, A. Ordem Homoptera. In: **Insetos do Brasil.** 3º tomo. Rio de Janeiro, ENA, n. 4, p. 7-35, 327p, 1942.

COSTA, M. G. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de ninfas e adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) na cultura de citros.** 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Uiversidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

COSTA, M. G.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T.; LEAL, R. M. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 5, 2010.

DA GRAÇA, J. V. Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology**, v. 29, p. 109-136, 1991.

ELLIOT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates.** 2. ed. Westmoreland: The Ferry House, 1979. 157 p.

FARIAS, P. R. S.; ROBERTO, S. R.; LOPES, J. R. S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xyllela fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p. 13-20, 2004.

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. **Entomologia agrícola**, Piracicaba: Ceres, 2002. 649 p.

GARNIER, M.; DANIEL, N.; BOVE, J. M. The greening organism is a gram negative bacterium. 9th CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS. p. 115-124, 1988.

GÓMEZ-TORRES, M. L.; NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Porcentagem de parasitismo sobre *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) e detecção de *Wolbachia* em populações de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife. **Resumos...** 2006. p.82.

GONDIN, V. L. Contribuição ao histórico da citricultura. **Nordeste agrícola** 3 (1, 2, 3), 1938.

GOTTWALD, T. R.; IREY, M.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R. B.; GILLIGAN, C. A stochastic spatiotemporal analysis of the contribution of primary versus secondary spread of HLB. **Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing**, Orlando, 2008. p. 285-290.

GRAVENA, S. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal: Gravena Ltda, 2005. 372 p.

GREEN, R. H. Measurement of non – randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**. v. 8, p. 1-7, 1966.

HALBERT, S. E.; MANJUNATH, K. L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist**, Winter Haven, v. 87, p. 330-353, 2004.

LAFLECHE, D.; BOVE, J. M. Mycoplasme dans les agrumes atteints de “greening”, de “stubborn” ou de maladies similaires. **Fruits**, v. 25 p. 455-465, 1970.

LEAL, R. M. **Distribuição espacial de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e sua relação com a expansão do Greening em laranja Valência, utilizando geoestatística**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

LI, W. B. Origin and development of mandarins in China before the song dynasty (A.D. 960-1279). **Proceedings International Society of Citriculture**, v.1, p. 61-66, 1992.

LIU, Y. H.; TSAI, J. H. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). **Annals of Applied Biology**, v. 137, p. 201-216, 2000.

LOPES, J. R. S. Vetor da transmissão de Candidatus Liberibacter spp. **Proceedings of the Huanglongbing – Greening International Workshop**, 1., Ribeirão Preto: FUNDECITRUS, 2006. p. 34.

MANICON, B. Q.; VAN VUUREN, S. P. Symptoms of greening disease with special emphasis on African greening. In: INTERNATIONAL ASIA-PACIFIC CONFERENCE OF CITRUS REHABILITY, 4., 1990. **Proceedings...** Singapore, 1990, p.127-131.

MORISITA, M. I_0 -index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, v. 4, p. 1-7, 1962.

NAVA, D. E. et al. Biology and temperature requirements of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) reared on different hosts. **Proceedings of the Huanglongbing – Greening International Workshop**, 1., Ribeirão Preto: FUNDECITRUS, 2006. p. 102.

NAVA, D. E.; TORRES, M. L. G.; RODRIGUES, M. D. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and a different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Berlim, v. 131, n. 9-10, p. 709-715, 2007.

OKUMURA, M. H. **Uso da geoestatística para aprimorar o controle de pragas na citricultura**. Piracicaba, 2007. 67 p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PADULLA, L. F. L. **Estudo de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas do psílideo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; YAMAMOTO, P. T.; BENTO, J. M. S. Bioecologia e estabelecimento de estratégias de controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), vetor da bactéria causadora do “Greening” nos citros. 2005.

RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. Continental, Mexico, 1980. 313 p.

REGMI, C; LAMA, T. K. Greening incidence and Greening vector population dynamics in Pokhara. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS. 10., 1988, Valencia. **Proceedings...** Riverside: University of California, 1988, p. 238-242.

SCORA, R. W. On the history and origin of *Citrus*. **Bull. Torrey Bot. Club**, v. 102. p. 369-375, 1975.

SOOST, R. K.; CAMERON, J. W. Citrus. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Ed.). **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 507-540.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 2. ed., John Wiley e Sons, New York, 1978.

TEIXEIRA, D. DO 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. Citrus hunglongbing in São Paulo state, Brazil: PCR detection of the *Candidatus* Liberibacter species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probes**, Londres, v. 19, p. 173-179, 2005.

TSAI, J. H.; LIU, Y. H. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. **Horticultural Entomology**, Lanham, v. 93, n. 6, p. 1721-1725, 2000.

UEHARA-CARMO, A.; RUGNO, G. R.; FELIPPE, M. R.; COELHO, J. H.; XIMENES, N. L.; GARBIN, L. F.; YAMAMOTO, P. T. Espécies e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e psilídeo (Hemiptera: Psyllidae) em pomar cítrico no município de Taquaritinga/SP. In: Huanglongbing – Greening International Workshop, 2006, Ribeirão Preto. **Proceedings...** 2006, p. 101.

WANG, L. Y.; HUNG, S. C.; HUNG, T. H.; SU, H. J. Population fluctuation of *Diphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. **Plant Protection Bulletin**, v. 38, p. 355-365, 1996.

WEBBER, H. J.; REUTHER, W.; LAWTON, H. W. History and development of the citrus industry. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1967.

WHITESIDE, J. O.; GARNSEY, S. M.; TIMMER, L. W. Compendium of citrus disease. **Phytopathology Society**, 2. ed., 80p. 1993.

XU, C. F.; XIA, Y. H.; LI, K. B., KE, C. Further study of the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 10., 1988, Riverside. p. 243-248.

YAMAMOTO, P. T.; PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 165- 170, 2001.