

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/273438002>

# Manejo e controle do huanglongbing (HLB) dos cítricos / Management and control of the citrus huanglongbing (HLB)

Article · December 2014

CITATIONS

6

READS

238

3 authors:



Pedro Takao Yamamoto

University of São Paulo

119 PUBLICATIONS 2,003 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Gustavo Rodrigues Alves

Koppert Biological Systems Brazil

31 PUBLICATIONS 213 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Vitor Hugo Beloti

Citrosuco

21 PUBLICATIONS 109 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Asian citrus psyllid: Integrating behaviour, chemical ecology, and management [View project](#)



Integration of pesticides with biological control for arthropod pest management: selectivity of pesticides [View project](#)

# Manejo e controle do huanglongbing (HLB) dos cítricos

Management and control of the citrus huanglongbing (HLB)

Pedro Takao Yamamoto<sup>1\*</sup>, Gustavo Rodrigues Alves<sup>1</sup> e Vitor Hugo Beloti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Entomologia e Acarologia, Esalq/USP, Av. Pádua Dias, 11 CP 09. Piracicaba, SP, Brasil, CEP 13.418-900.

\* Autor para correspondencia (pedro.yamamoto@usp.br)

Recibido: 26/11/2014; Aceptado: 18/12/2014.

## RESUMO

O huanglonbing (HLB), ou greening, é a pior doença dos citros e está associado às bactérias “*Candidatus Liberibacter spp.*”. Nas Américas, a mais comum bactéria é “*Ca. L. asiaticus*”, que é transmitida pelo psilídeo asiático dos citros *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). O manejo da doença envolve: i) plantio de mudas sadias, produzidas em viveiros protegidos e certificados; ii) eliminação do inóculo, que deve ser realizado após minuciosas e eficientes inspeções de plantas sintomáticas, e: iii) controle do vetor *D. citri*, realizado também após levantamentos populacionais. Se essas medidas não forem adotadas, a doença pode causar grandes prejuízos e inviabilizar o plantio de citros na região e/ou no país.

**Palavras-chave:** *Diaphorina citri*, vetor, roguing, controle químico, controle biológico, doença bacteriana.

## ABSTRACT

The huanglonbing (HLB), or greening, is the worst disease of citrus and is associated with the bacteria “*Candidatus Liberibacter spp.*”. In the Americas, the most common bacterium is “*Ca. L. asiaticus*”, which is transmitted by the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Management of the disease involves: i) planting of healthy plants grown under protected and certified nurseries; ii) elimination of inoculum, which should be done after thorough and efficient inspections of symptomatic plants, and: iii) *D. citri* vector control, also performed after population surveys. If these measures are not adopted, the disease can cause great damage and derail the citrus crop in the region and/or country.

**Key words:** *Diaphorina citri*, vector, roguing, chemical control, biological control, bacterial disease.

## INTRODUÇÃO

A partir de 2004, a incidência do huanglongbing (HLB), ou greening, ganhou proporções ainda maiores, pois, a doença passou a ser encontrada nos principais estados produtores de citros destinados ao processamento de suco, São Paulo, Brasil, em 2004 (Coletta-Filho et al. 2004 e Teixeira et al. 2005) e Flórida, USA, em 2005 (Halbert 2005). No Brasil foi o primeiro relato da ocorrência da doença no continente americano (Coletta-Filho et al. 2004, Teixeira et al. 2005, Bové 2006) e do vetor (Costa Lima 1942).

Entretanto, a doença é muito mais antiga, sendo relatada na China em 1919 (Reiking 1919), onde foi chamada de huanglongbing, e em 1937 na África do Sul (Van de Merwe e Anderson 1937), onde foi chamada de greening. Na atualidade, a doença encontra-se disseminada por 4 continentes, sendo somente a Europa considerada área livre.

Os sintomas dessa doença estão associados a três bactérias e um fitoplasma (Teixeira et al. 2010). As bactérias são: “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”,

“*Candidatus Liberibacter americanus*” e “*Candidatus Liberibacter africanus*” e o fitoplasma pertence ao grupo 16 SrDNA-IX (Teixeira et al. 2008). Praticamente, em todos os países produtores de citros das Américas ocorre a espécie “*Ca. L. asiaticus*”.

Em todos os países em que a doença ocorre, é o principal problema fitossanitário (Bové 2006) e pode limitar a produção e continuidade da citricultura se medidas de manejo não forem tomada (Belasque Junior et al. 2010).

Essa revisão tem por objetivo apresentar os possíveis agentes causais e vetores de “*Candidatus Liberibacter spp.*” e discutir as estratégias de manejo.

## BACTÉRIAS ASSOCIADAS AO HLB

As bactérias “*Ca. Liberibacter spp.*” são gram-negativas (Garnier et al. 1984), pertencentes ao grupo das alfa-proteobactérias (Jagoueix et al. 1984) e que recentemente foi cultivada em meio de cultura (Davis et al. 2008; Sechler et al. 2009).

Dentre as três bactérias associadas aos sintomas do HLB ou greening, *Ca. L. asiaticus* é a que está mais amplamente distribuída e pode ser encontrada em diversos países da Ásia, ilhas da Oceania, Oriente Médio e em todo o continente americano (Bové 2006).

Já, “*Ca. L. africanus*” tem sua distribuição limitada ao continente africano e atinge algumas regiões do Oriente Médio (Bové 2006). A diferença entre essas duas bactérias é a tolerância ao calor, sendo a primeira mais tolerante a maiores variações e de temperatura mais alta (Bové et al. 1974).

A mais recente bactéria encontrada no Brasil pertencente a esse grupo foi “*Ca. L. americanus*”, relatada no estado de São Paulo (Teixeira et al. 2005). Apesar de ter sido encontrada antes da espécie asiática, a prevalência da espécie americana, a partir de 2009, é baixa, ocorrendo somente em poucas amostras (Teixeira et al. 2010 revista centro de citricultura).

No início de 2007, também no Brasil, foi detectada a ocorrência do fitoplasma do grupo 16 SrDNA-IX, que causa vassoura de bruxa no feijão Guandu (“Pigeon PE witchs’-broom phytoplasma”), associado ao sintomas do HLB (Teixeira et al. 2008). Um outro fitoplasma, do grupo 16SrDNA-I, foi relatado associado ao HLB em amostras proveniente da China (Chen et al. 2009).

Portanto, vários são os patógenos associados com os sintomas do HLB, mas para as Américas a principal, a de maior disseminação e a prevalente é a bactéria “*Ca. L. asiaticus*”, que se encontra presente em todos os países da América em que está doença já foi relatada.

## VETORES DE *CANDIDATUS LIBERIBACTER ASIATICUS*

### Vetores das bactérias associadas ao HLB em citros

O HLB pode ser transmitido por meio de enxertia com material contaminado, de plantas parasitas do gênero *Cuscuta* e através de insetos vetores (da Graça 1991). Dentre os vetores pode-se destacar *Trioza erytreae* (Del Guercio 1918) (Hemiptera: Triozidae), *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) e *Cacopsylla citrisuga* (Yang e Li 1984) (Hemiptera: Psyllidae), esse último, confirmado como vetor de “*Ca. L. asiaticus*” apenas na China (Cen et al. 2012).

*T. erytreae* é responsável pela disseminação da doença no continente africano, sendo *D. citri* o vetor nas demais regiões afetadas pela doença no mundo. Tais insetos são adaptados a condições climáticas distintas, de modo que *D. citri* é adaptado a regiões de clima quente e *T. erytreae* a regiões com temperaturas mais amenas (Halbert et al. 2006).

Segundo Grafton-Cardwell et al. (2013), o psilídeo é nativo do sudeste asiático, e atualmente encontra-se distribuído por toda Ásia tropical e subtropical, alguns países do oriente médio e ilhas Maurício. O primeiro registro de *D. citri* no continente americano ocorreu no Brasil em 1942 (Costa Lima 1942). O registro posterior só ocorreu em 1997 na Argentina, sendo confirmada sua presença a partir daí seguidamente por todo Caribe, encontrado na Flórida em 1998 e Texas em 2001 (Parra et al. 2010).

### Aspectos biológicos de *D. citri*

Entre os vetores das bactérias associadas ao HLB, *D. citri* é considerado o mais importante devido sua ampla distribuição e características biológicas. *Diaphorina citri*, tradicionalmente classificada na família Psyllidae, em razão de estudos recentes foi transferida para a família Liviidae (Burckhardt e Ouvrard 2012).

Os adultos deste inseto medem aproximadamente de 2,8 a 3,2 mm de comprimento, e quando jovens apresentam

coloração marrom claro, tornando-se escuros com o passar do tempo. Os adultos são pouco ativos, o que facilita a sua manipulação em condições de laboratório, porém quando perturbados movimentam-se rapidamente, realizando saltos. De acordo com Gomez-Torres (2009), as formas jovens apresentam cinco estágios ninfais, que são praticamente imóveis, permanecendo aderidas à planta e secretam uma substância semelhante ao “honeydew”, o que permite o desenvolvimento da fumagina.

Ninfas e adultos estão sempre associados a ramos novos (brotas) utilizados para alimentação, porém na falta de brotas, fazem uso de folhas maduras, de modo que, a disponibilidade de brotas é um fator limitante na oviposição (Parra et al. 2010), visto que, fêmeas adultas dessa espécie só colocam ovos em brotas.

A fase ninfal apresenta cinco estágios, sendo que essas possuem coloração amarelada e seu tamanho varia de 0,25 a 1,5 mm do primeiro ao quinto instar, respectivamente (Pande 1971).

Assim como em outros insetos, a duração do ciclo biológico de *D. citri* varia de acordo com a temperatura. Em trabalho realizado por Liu e Tsai (2000), a duração da fase ninfal variou de 10,6 a 39,6 dias e o ciclo biológico de 14,4 a 49,3 dias, de acordo com a temperatura em uma faixa de 28° a 15°C, respectivamente; nas temperaturas de 10 e 33° não houve desenvolvimento do inseto. Os referidos autores concluíram, que temperaturas na faixa de 25° a 28°C são as mais adequadas ao desenvolvimento do psilídeo.

Em estudo realizado por Nava et al. (2007), utilizando limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* – Lima Rangpur) como hospedeiro de *D. citri*, foi observado que a duração da fase de ovo variou de 2,6 a 7,7 dias, enquanto que a fase ninfal variou de 9,4 a 35,8 dias nas faixas de temperatura de 18 a 32°C, respectivamente.

O efeito da temperatura sobre *D. citri* também foi observado por Nakata (2006) sobre *M. paniculata* na faixa de 15° a 32,5°C. O desenvolvimento foi acelerado com o aumento da temperatura até 30°C; para temperaturas acima de 32,5°C foi registrada uma mortalidade elevada dos três últimos estágios, de até 83,3%.

A temperatura também afeta a oviposição, pois de acordo com Liu e Tsai (2000), a média de ovos produzida por

fêmeas aumentou com o acréscimo de temperatura, atingindo um total de 748,3 ovos a 28°C. Os autores ainda observaram uma maior viabilidade dos ovos (96,2%) a 28°C. Nava et al. (2007) registraram um número inferior de ovos (348,4) quando comparado com o observado por Liu e Tsai (2000), em média 626 ovos; nos dois trabalhos foi utilizada *Murraya paniculata* como hospedeiro, a 25°C. Tais variações podem ser atribuídas a vários fatores como o número de brotas disponíveis para postura, diferenças na população de *D. citri* (strains) (León et al. 2011); ou a qualidade nutricional da planta hospedeira (Vendramim e Guzzo 2012).

Além do hospedeiro, a fertilidade é também afetada pela ocorrência de múltiplos acasalamentos; assim, fêmeas que podem copular com mais de um macho produzem um maior número de ovos, embora, esta condição reduza sua longevidade (Wenninger et al. 2009).

Outro aspecto importante relacionado à sobrevivência de *D. citri* é a umidade relativa - UR, sendo observado um melhor desenvolvimento em UR acima de 50% (Gomez-Torres 2009). Em campo, o aumento na população de psilídeos está relacionado à elevação de temperatura e da umidade relativa do ar, coincidente com o período em que se observa um maior fluxo vegetativo nos pomares.

Em testes de laboratório em que se avaliaram diferentes tamanhos de brotas de murta, aquelas com comprimento médio de 1,0 e 2,6 cm foram preferidas para a oviposição de *D. citri* tanto em teste com ou sem chance de escolha. Já para alimentação, os adultos de *D. citri*, apresentam preferência por brotas maiores, com tamanho médio de 4,3 cm (Diniz 2013).

### Danos provocados por *D. citri*

Os danos diretos causados pelo psilídeo são aqueles típicos de insetos sugadores. Assim, a inoculação de substâncias tóxicas durante a alimentação nos tecidos vegetais, leva ao enrolamento das folhas e tornam as brotas retorcidas e engruvinhadas, impedindo o crescimento normal da planta.

Em altas infestações, os ramos podem ser severamente danificados, resultando na seca e queda das folhas do ponteiro ou mesmo na má formação das folhas. As ninfas ao se alimentarem liberam uma substância açucarada (“honeydew”) que facilita o desenvolvimento do fungo causador da fumagina, diminuindo assim, a capacidade fotossintética da planta.

Embora *D. citri* provoque vários danos às plantas, o inseto assume significativa importância devido à transmissão das bactérias associadas ao HLB, e os mecanismos envolvidos na transmissão da bactéria pelo psilídeo ainda estão sendo estudados.

### Hospedeiros de *D. citri*

Existe um grande número de plantas que podem hospedar este inseto, havendo registro de cerca de 23 gêneros da família Rutaceae, que incluem as espécies do gênero *Citrus* (laranjas, limões, limas, e suas variedades), embora nem todos os hospedeiros permitam o completo desenvolvimento do inseto (Aubert 1987). *D. citri* está relacionada quase que exclusivamente com a família Rutaceae, sendo relatada a associação com dois hospedeiros da família Moraceae, sendo elas: *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Jaca o árbol del pan) (Shivankar et al. 2000) e mais recentemente com *Ficus carica* L. (Figo o higo) (Thomas e León 2011).

Dentre estes hospedeiros está *Murraya paniculata* (L.) Jack (Murta o mirto) que é tida como hospedeiro preferencial da praga, uma vez que proporciona um melhor desenvolvimento quando comparada com outras espécies (Halbert e Manjunath 2004). *M. paniculata*, é uma planta ornamental muito difundida no Brasil e no mundo, sendo, muito utilizada como cerca viva em áreas urbanas, cemitérios e até mesmo próximo a pomares.

Devido à grande distribuição de *M. paniculata*, houve a necessidade de se conhecer sua importância como hospedeiro da bactéria e seus efeitos na transmissão. Até mesmo a erradicação de plantas de murta foi sugerida como uma medida extra de controle da doença (Belasque Junior et al. 2009a).

Segundo Damsteegt et al. (2010) *M. paniculata* pode servir com um reservatório de “*Ca. Liberibacter* spp.”, e atuar como “ponte” para as espécies cítricas, uma vez que, essa espécie pode hospedar uma grande quantidade de *D. citri*.

Os diferentes hospedeiros podem exercer influência em aspectos comportamentais e de desenvolvimento de *D. citri*. Dentre os aspectos que afetam o inseto, um dos primeiros é o processo de busca e aceitação para alimentação e oviposição, no qual a praga procura a planta mais adequada baseando-se em sinais químicos e visuais presentes nos possíveis hospedeiros (Vet e Dicke 1992, Moraes et al. 2000, Ballhorn et al. 2008).

O comportamento de escolha hospedeira em psilídeos é complexo e envolve vários mecanismos sensoriais além do estágio fisiológico em que os insetos se encontram (Patt e Sétamou 2007). Durante o processo de busca de planta hospedeira, os psilídeos podem se guiar por voláteis liberados por potenciais plantas hospedeiras ou mesmo pela presença desses voláteis associados a seus coespecíficos (Horton e Londolt 2007, Patt e Sétamou 2010, Ballhorn et al. 2008, Wenninger et al. 2009).

Segundo Teck et al. (2011), a preferência por sítios (locais) ótimos de alimentação e oviposição é um fator importante para insetos sugadores como psilídeos, devido à baixa mobilidade das ninhas.

Em trabalho realizado por Wenninger et al. (2009), sobre a resposta de *D. citri* a compostos voláteis de quatro hospedeiros distintos, laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], laranja azeda (*Citrus aurantium* L.), toranja da variedade Duncan (*Citrus paradisi* Macfayden) e murta (*M. paniculata*), foi observado que adultos de *D. citri* respondem a odores de todas as plantas testadas, havendo uma maior atratividade dos insetos a esses voláteis quando pistas visuais (a planta) estavam disponíveis.

De mesma forma, Patt e Setámou (2010) observaram que *D. citri* apresentou atratividade diferenciada a voláteis emitidos por brotações de três espécies hospedeiras, e que a composição dos voláteis de cada uma das espécies apresentou perfis distintos, embora com predominância de terpenoides.

Diferenças na oviposição em diferentes hospedeiros foram relatados por Teck et al. (2011) em testes de livre escolha hospedeira. Os resultados mostraram que fêmeas de *D. citri* ovipositararam mais em murta (*M. paniculata*) (77,4 ovos por planta) quando comparada a [*Citrus reticulata* (L.) Blanco] e curry [*Murraya koenigii* (L.)] com médias de 48,8 e 26,4 ovos por planta, respectivamente.

Assim como para atratividade, os hospedeiros ou variedades podem influenciar o desenvolvimento de *D. citri*.

Um desenvolvimento diferenciado foi obtido por Tsai e Liu (2000) quando *D. citri* foram criados em quatro hospedeiros. Os autores obtiveram uma maior viabilidade do desenvolvimento total do inseto sobre toranja (*C. paradisi*) (84,5%) enquanto uma menor viabilidade foi

obtida em laranja ‘Azeda’ (*C. aurantium*), com média de 68,5%.

Nava et al. (2007), utilizando três hospedeiros, murta-de-cheiro (*M. paniculata*), limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) e tangerineira ‘Sunki’ [*Citrus sunki* (Hayata)] observaram que a duração do ciclo ovo-adulto e a razão sexual não foram afetados pelos diferentes hospedeiros utilizados, porém, a viabilidade foi inferior quando utilizou-se tangerineira ‘Sunki’ como hospedeiro de *D. citri*, apresentando uma viabilidade ninfal de apenas 44,6%.

Teck et al. (2011) observaram diferenças na duração ovo-adulto em função de três hospedeiros testados, murta (*M. paniculata*), *M. koenigii* (curry) e tangerina (*C. reticulata*). O menor período de desenvolvimento ovo-adulto foi obtido em murta (18,5 dias) seguido da tangerina (19 dias), sendo o maior período obtido em *M. koenigii* (23 dias).

Comparando três espécies de citros, Nehru et al. (2004) observou que as espécies *Citrus jambhiri* Lushington cv. Jatti Khatti e *Citrus aurantifolia* Swingle cv. Kagzi lime, se comportaram como hospedeiros inadequados ao desenvolvimento de *D. citri* quando comparadas com laranja doce *C. sinensis*.

Em estudo comparando *M. paniculata* (murta) e *M. koeniggi* (“curry”) não foram verificadas diferenças nas viabilidades de ovo, da fase ninfal e na viabilidade total do psilídeo criado nas duas espécies de *Murraya*. No entanto, foram observadas diferenças no tempo de desenvolvimento na fase ninfal e do ciclo total, foram mais longos em *M. paniculata* (Diniz 2013).

Vários estudos têm mostrado a influência do hospedeiro tanto em parâmetros comportamentais (escolha hospedeira) como os de desenvolvimento de *D. citri* (Tsai e Liu 2000, Nehru et al. 2004, Nava et al. 2007, Tsagkarakis e Rogers 2010, Westbrook et al. 2011). No entanto, estudos comparando tais parâmetros de *D. citri* em função de variedades de uma mesma espécie são escassos (Alves et al. 2014).

Em estudo recente em que se avaliou o desenvolvimento de *D. citri* em diferentes variedades comerciais de citros; os hospedeiros que proporcionaram o melhor desenvolvimento (ovo-adulto) aos psilídeos foi a variedade Valência (65,9%). Em contrapartida, na variedade Hamlin observou-se a menor viabilidade total

(32,6%), pode ser considerada, a variedade menos favorável ao desenvolvimento do psilídeo (Alves et al. 2014). Estes resultados fornecem informações importantes para a instalação de novos pomares de citros, especialmente na escolha das variedades a serem plantadas, com vistas no manejo do HLB.

Recentemente, as pesquisas relacionadas à interação *D. citri* – hospedeiro se concentraram na identificação de genótipos de citros e espécies relacionadas que apresentem algum grau de resistência à colonização ou desenvolvimento desses insetos (Grafton-Cardwell et al. 2013).

De acordo com Westbrook et al. (2011), dentre 87 materiais vegetais, relacionados diretamente a citros, testados para o desenvolvimento de *D. citri*, apenas um (*Casimiroa edulis*) foi totalmente inadequado; ainda, um menor desenvolvimento do psilídeo foi verificada em duas variedades de *Poncirus trifoliata*. Dessa forma, tais materiais podem servir para futuras pesquisas de melhoramento de citros visando a resistência parcial a *D. citri*.

#### Transmissão de “*Candidatus Liberibacter*” spp. por *Diaphorina citri*

O HLB pode ser transmitido por diversas maneiras: por meio de enxertia com material contaminado, por plantas parasitas do gênero *Cuscuta* e por ação de dois insetos vetores, *Trioza erytreae* (Del Guercio 1918) (Hemiptera: Triozidae) e *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) (Da Graça 1991). O psilídeo *Cacopsylla (Psylla) citrisuga* Yang & Li (Hemiptera: Psyllidae) foi confirmado como hospedeiro de “*Ca. Liberibacter asiaticus*”, embora ainda não tenha sido verificada sua capacidade de transmiti-la (Cen et al. 2012). *T. erytreae* é responsável pela transmissão da bactéria no continente africano e *D. citri* nas demais regiões afetadas pela doença. Porém, os mecanismos envolvidos na transmissão da bactéria pelo psilídeo *D. citri* ainda precisam ser melhores esclarecidos (Halbert e Manjunath 2004).

De acordo com Ammar et al. (2011) a bactéria pode ser encontrada em vários órgãos internos de *D. citri* e em diferentes concentrações, sendo que, nas glândulas salivares a concentração bacteriana varia de 47 a 70%, enquanto que no canal alimentar o título da bactéria alcança os 80%. Dessa forma, esse estudo evidenciou a circulação do patógeno no vetor, bem como a presença de

uma barreira para a bactéria na glândula salivar. A transmissão transovariana foi relatada por Pelz-Stelinski et al. (2010), porém, com uma taxa de transmissão muito baixa (2 a 6%). Em estudo realizado por Mann et al. (2011), constatou-se a transferência de “*Ca. L. asiaticus*” por machos infectados de *D. citri* para fêmeas sadias durante a cópula (transmissão horizontal), porém também com uma baixa taxa de transmissão (4%).

A transmissão de “*Ca. Liberibacter spp.*” por *D. citri* é um processo composto pelo Período de Acesso a Aquisição (PAA), que se dá quando as ninfas ou adultos ao se alimentarem adquirem a bactéria, um período de latência necessário para a bactéria se multiplicar no corpo do inseto (Inoue et al. 2009), e o Período de Acesso a Inoculação (PAI), quando o inseto introduz a bactéria em uma planta (Grafton-Cardwell et al. 2013).

Sabe-se que um inseto adulto sadio alimentando-se em plantas infectadas pode adquirir o patógeno em 30 minutos, permanecendo em um período de latência de 21 dias (Rogers e Stansly 2012), antes da transmissão.

Ninfas a partir do 2º ínstar podem adquirir “*Ca. Liberibacter*”; no entanto, apenas ninfas de 4º e 5º ínstares e adultos podem transmiti-la. Um período de 15 minutos de alimentação é suficiente para que o psilídeo possa transmitir a bactéria para uma planta sadia, embora com baixo grau de infectividade. Alimentando-se por mais de uma hora, a taxa de infecção é de 100% (Cappor et al. 1974, Mead e Fasulo 2011).

Em trabalho realizado por Inoue et al. (2009), foi observado um aumento da concentração da bactéria no corpo do inseto em função do PAA. Verificaram ainda que a concentração não aumentava de forma significativa quando o inseto adquiria a bactéria na fase adulta; por outro lado, quando a aquisição ocorreu em ninfas de 5º ínstar, observou-se um aumento na concentração de até 360 vezes; posteriormente, estas se tornaram adultos altamente infectivos, capazes de transmitir a bactéria para 67% das plantas de citros testadas. Segundo Pelz-Stelinski et al. (2010), de acordo com testes de laboratório, ninfas de *D. citri* são mais eficientes em adquirir a bactéria do que os adultos. A aquisição da bactéria pelos imaturos variou de 60 a 100%, sendo que para os adultos a aquisição não superou os 40%.

Segundo Cen et al. (2012), o tempo utilizado para alimentação efetiva no floema se reduz à medida que aumenta a severidade dos sintomas de HLB na planta

testada. A progressão da doença causa alterações no floema tornando-o menos adequado para os insetos e de acordo com os autores, o menor tempo gasto em uma planta altamente infectada pode contribuir para a disseminação da doença. Foi observada uma preferência de machos e fêmeas do psilídeo (64 e 79% respectivamente, quando comparado com planta sadia) por plantas de citros infectadas com HLB. Tal fato se deve à presença de compostos voláteis emitidos pela planta doente, uma vez que os testes foram conduzidos em olfatômetro, no qual, os insetos não tiveram contato visual com as plantas (Noronha Junior 2010).

A transmissão via sementes não foi verificada. Hartung et al. (2010) avaliando mudas advindas de sementes provenientes de frutos sintomáticos e confirmados para HLB por três anos não observaram o desenvolvimento de sintomas em nenhuma amostra. Além disso, todas as amostras foram negativas em testes para confirmação da presença da bactéria.

A importância da infecção via enxertia foi evidenciada pelo trabalho de Lopes et al. (2008), no qual os pesquisadores testaram a eficiência de transmissão das bactérias que ocorrem no Brasil. Eles verificaram que a taxa de infecção para “*Ca. Liberibacter asiaticus*” variou de 54,7% até 88%, e para “*Ca. Liberibacter americanus*” foi de 10% até 45,2%.

#### Dispersão e flutuação populacional de *Diaphorina citri*

O psilídeo *D. citri* está distribuído em diversas regiões do sudeste da Ásia, como China, Hong Kong, Índia, Indonésia, Tailândia, Nepal, Arábia Saudita, ilhas Maurício e ilhas Reunião (Da Graça 1991, Halbert e Manjunath 2004). Foi relatado pela primeira vez no Brasil por Costa Lima (1942), mas como não causava grandes danos, não recebeu muita importância. Décadas mais tarde se espalhou pelas Américas e Caribe, sendo encontrado na Argentina em 1997, no sul da Flórida em 1998, e em duas ilhas das Bahamas e na Venezuela em 1999. E nos três anos seguintes, foi descoberto nas Ilhas Caimã, República Dominicana, Texas, Cuba, Porto Rico, México e Jamaica (Cermeli et al. 2000, French et al. 2001, Halbert e Núñez 2004).

*D. citri* é encontrado preferencialmente em brotações novas, apresentando, portanto, uma maior ocorrência de ovos e ninfas quando há abundância de brotações nas plantas, o que acontece quando há altas temperaturas e precipitação. Mas, na ausência destes brotos, eles acabam

se alimentando de folhas ou ramos maduros (Aubert 1987). Catling (1970) relatou que a flutuação populacional de *D. citri* está intimamente ligada com o ritmo de brotações das plantas cítricas, porque os ovos são colocados exclusivamente em brotos novos e ninhas se desenvolvem em folhas imaturas.

Temperaturas muito elevadas no verão (acima de 32-34°C) e muito baixas no inverno (abaixo de 2,5°C) impedem o desenvolvimento do inseto, bem como umidade relativa superior a 87-90%. Meses com precipitação superior a 150 mm geralmente estão associados com queda na população de *D. citri*, pois ovos e ninhas de primeiro instar podem ser “lavados” da superfície da planta (Aubert 1987). Regmi e Lama (1988), Yamamoto et al. (2001) e Whiteside et al. (1993) também observaram que durante as estações chuvosas a população de adultos decresce.

Na ausência de hospedeiros adequados ou na procura de condições climáticas favoráveis, *D. citri* pode se deslocar facilmente devido sua capacidade de voo e uma gama de hospedeiros, sendo que Tolley (1990) estimou que o psilídeo tem capacidade de se deslocar por até 1,5 km, embora Sakamaki (2005) acredite que esta distância possa ser muito maior.

Yamamoto et al. (2001) verificaram que o pico populacional de adultos de *D. citri* em alguns pomares cítricos de cidades do norte do estado de São Paulo, Brasil 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 et al. (1996) em Taiwan, quando observaram pico populacional de *D. citri* na primavera e verão. Resultados semelhantes também foram observado por Beloti et al. (2013), que estudando a flutuação populacional do psilídeo em diferentes variedades de citros, observaram um pico populacional na primavera e verão, ou seja, após as chuvas, devido a emissão de fluxo vegetativo.

Kobori et al. (2011) verificaram que *D. citri* começa a se dispersar para outras árvores em quatro a cinco dias após sua emergência e que a presença de ramos novos estimula sua dispersão. Além disso, acreditam que o psilídeo não seleciona hospedeiros a longas distâncias e que este tipo de movimento ocorreria ao acaso.

A capacidade de dispersão do psilídeo é tida como baixa. Em condições experimentais, foi verificado que a

liberação de 10.000 indivíduos promove migração a uma distância media de 5 a 6 metros do ponto de origem. Quando liberados apenas 1.000 indivíduos, esta distância foi de 5 a 12 metros em 20 dias de avaliação (Kobori et al. 2010). Os autores concluíram que *D. citri* se move muito pouco a partir do hospedeiro que está colonizando e que sua dispersão seria devido, na maior parte, à ação do vento.

De acordo com Tomaseto (2012), na presença de brotações, adultos de *D. citri* dispersaram menos em busca de novos hospedeiros, acumulando-se nas primeiras plantas cítricas. Após 6 horas da liberação dos adultos, a capacidade de dispersão máxima do psilídeo foi três vezes maior na condição de ausência de brotações. Portanto, o autor conclui que o psilídeo realiza movimentos dependendo das condições fenológicas de seus hospedeiros.

Avaliando a dispersão entre pomares ao longo de 12 meses, Hall e Hentz (2011) verificaram que *D. citri* se movimenta em todas as épocas do ano, havendo, no entanto, uma maior atividade durante a primavera. O maior número de insetos foi capturado a dois metros de sua origem e a um metro acima da copa das árvores.

A influência da luz sobre a atividade de migração também foi avaliada, por meio do uso de armadilhas adesivas, Sétamou et al. (2012) verificaram que a captura de insetos durante o dia é cerca de 3 a 4 vezes maior que a noite, e que isto também varia ao longo do dia, sendo o pico registrado entre 12:00 e 15:00 horas, ou seja, o período de maior radiação luminosa.

Outra forma de movimentação de *D. citri* é por meio das atividades humanas. Halbert et al. (2010) avaliando caminhões carregados, conduzindo frutas do campo para indústria de processamento, verificaram a presença do psilídeo, ainda que, em pequena quantidade, em todas as amostras tomadas. Tal fato se torna possível em função da capacidade de sobrevivência do psilídeo em frutos e folhas destacadas que foi de até 13 dias quando mantidos a 25°C (Hall e McCollum 2011).

## MANEJO DO HUANGLONGBING

Pela luz do conhecimento atual, não há medidas de controle curativas para o HLB que possam ser utilizados em pomares comerciais. Tentativas de controle da bactéria utilizando antibióticos foram estudadas, mas se mostraram insatisfatórias, pois, uma vez interrompido o

tratamento, os sintomas reaparecem, além do risco ambiental (Bové 2006). A poda de ramos sintomáticos ou decapitação da planta sintomática poucos centímetros acima da linha de enxertia também foram estudadas e também se mostraram ineficazes (Lopes et al. 2007). Além disso, não são conhecidas fontes de resistência ao HLB e ao inseto vetor *D. citri* e todas as espécies cítricas plantadas comercialmente no país são suscetíveis a “*Ca. Liberibacter spp.*” (Belasque Junior et al. 2010). Dessa forma, prevenir a infecção das plantas é fundamental no controle da doença.

Para o manejo do HLB, as medidas são: a) plantio de mudas sadias, produzidas em viveiros protegidos; b) redução do inoculo pela eliminação das plantas sintomáticas; e c) controle do vetor (Bové 2006). O manejo do HLB baseia-se na redução do inoculo presentes em plantas e no inseto vetor e tem como fundamento a prevenção de novas infecções em plantas ainda sadias (Belasque Junior et al. 2010).

Outra medida recomendada é a eliminação das plantas de murta, murta-de-cheiro ou falsa-murta (*M. paniculata*), independente de estarem infectadas ou de sua localização (Belasque Junior et al. 2010), pois, estas são hospedeiros da bactéria (Lopes et al. 2005, 2006) e do vetor (Halbert e Majunah 2004, Grafton-Cardwell et al. 2013).

As formas reconhecidas de introdução do HLB e início das epidemias são: a) a transmissão local e regional de “*Ca. Liberibacter spp.*” por *D. citri*; b) o transporte de psilídeo infectivos em materiais vegetais, incluindo citros e outras espécies hospedeiras do vetor; c) o transporte de mudas cítricas infectadas; e d) o transporte de plantas parentais de citros infectadas e usadas como ornamentais (Bassanezi et al. 2010). Uma das principais medidas para o manejo do HLB é a eliminação da fonte de inoculo, realizada pela eliminação das plantas sintomáticas (Bové 2006, Belasque Junior et al. 2010).

Para que a eliminação seja eficiente, há necessidade de se realizar uma amostragem rotineira de plantas sintomáticas, com alto rigor e eliminação imediata de todas as plantas com sintomas. Segundo Belasque Junior et al. (2010), em São Paulo, Brasil, as inspeções são feita por: i) inspetores caminhando a pé ao lado da planta; ii) dois ou quatro inspetores montados em plataformas acopladas em trator; ou iii) inspetores montados em animais. Independentemente da metodologia a ser utilizada, a freqüência de inspeção é muito importante, pois, quando uma dada inspeção visual revela  $n$  plantas sintomáticas,

pode se assumir que na realidade existem aproximadamente  $2n$  de plantas infectadas e mais uma população adicional de plantas infectadas que permanecem não detectáveis pelo método de PCR em tempo real (Bassanezi et al. 2010).

Dados experimentais da comparação de equipes de inspetores a pé revelaram que uma equipe de inspeção detecta, em média, 47,6% do total de plantas sintomáticas presentes num pomar cítrico (Belasque Junior et al. 2010). Ou seja, uma inspeção desse tipo permite a identificação de apenas parte das plantas sintomáticas. A eficácia na detecção de plantas depende de vários fatores: acuidade visual dos inspetores, conhecimento e prática dos mesmos na detecção de plantas sintomáticas, genótipo e altura das plantas, severidade e localização dos sintomas na copa das árvores, presença de outros sintomas nas folhas e frutos, época do ano, presença de frutos nas árvores, incidência de raios solares nas plantas e no rosto do inspetor, entre outros. A comparação entre equipes de inspeção muito comumente revela uma grande variabilidade na eficácia de detecção de plantas sintomáticas, variação essa não somente entre elas, mas também entre inspeções realizadas por uma mesma equipe.

Por outro lado, comprovou-se experimentalmente que, em plantas adultas com mais de 2,5 metros de altura, os inspetores em plataformas, comumente, detectam mais plantas sintomáticas, comparativamente a inspetores a pé, tendo sido observadas também maiores eficáncias para plataformas com quatro inspetores, em comparação com plataformas com dois inspetores (Belasque Junior et al. 2010).

As inspeções devem ser feitas em todas as plantas cítricas presentes na propriedade, e também em outras plantas eventualmente presentes em áreas não comerciais, as quais, uma vez infectadas, são fonte de inóculo. O número de inspeções a ser realizada por safra ou ano depende de vários fatores, mas as mesmas devem ser feitas pelo menos a cada dois ou quatro meses (Belasque Junior et al. 2009b, 2010). Como já abordado, nas inspeções, geralmente, não são detectadas todas as plantas com sintomas. Além disso, em razão do período de incubação (período de tempo entre a infecção das plantas e o aparecimento dos sintomas), variável de seis a dezoito meses para o HLB (Bové 2006), áreas infestadas com a doença apresentam também plantas infectadas, mas ainda assintomáticas. Dessa forma, têm-se três tipos de plantas doentes: i) as sintomáticas detectadas nas inspeções; ii) as

sintomáticas, porém, não detectadas (escapes); e iii) as assintomáticas infectadas, isto é, plantas doentes que ainda não cumpriram o período de incubação e, portanto, ainda não apresentaram os sintomas da doença. Assim, para um efetivo controle da doença, há necessidade de inspeções frequentes para que, além da erradicação das plantas detectadas, as plantas escapes e as infectadas assintomáticas sejam posteriormente detectadas e erradicadas, não permanecendo na área por longos períodos de tempo servindo como fonte de inóculo para a infecção de outras plantas (Belasque Junior et al. 2010).

Outra tática para o manejo do HLB é o controle do vetor *D. citri* (Bové 2006, Belasque Junior et al. 2010). Um dos pontos importantes para o manejo de *D. citri* é o seu monitoramento populacional, que é a forma de determinar se o vetor está presente em diferentes locais da propriedade. O monitoramento geralmente é realizado por inspetores de pragas quando observam as brotações das plantas cítricas, procurando localizar ovos, ninhas ou adultos do inseto (Yamamoto et al. 2001), ou pela procura de adultos em armadilhas adesivas amarelas (Belasque Junior et al. 2010). Esse monitoramento poder ser realizado concomitantemente com o monitoramento das pragas dos citros, com amostragens a cada quinze dias, mas o ideal é que as amostragens do psilídeo ocorram semanalmente (Paiva 2009). Dessa forma, as amostragens podem ser alternadas, monitorando-se as pragas da cultura numa semana, incluindo *D. citri*, e na semana seguinte o monitoramento somente desse último.

O controle do vetor deve ser realizado desde o plantio da muda e continuar durante toda a condução do pomar. A formação de novos pomares (novos plantios) deve ser feita, preferencialmente, com mudas cítricas tratadas com inseticidas sistêmicos e aplicados sete a dez dias antes da retirada dessas mudas do viveiro. Os inseticidas thiamethoxam e imidacloprid podem ser empregados para o controle do psilídeo em mudas, aplicados no pré-plantio, com período de controle de aproximadamente 90 dias, como demonstrado por Sanches et al. (2009).

Após o período de controle proporcionado pela aplicação pré-plantio, o manejo do vetor deve ser continuado. Até aproximadamente o terceiro ano de idade as mudas vegetam constantemente, sendo muito atrativas para o vetor em qualquer estação do ano, inclusive no período frio e seco. Nessa fase, o citricultor deve monitorar e controlar o vetor frequentemente. Os inseticidas com ação de contato são usados para o controle de ninhas e insetos adultos. A maioria dos inseticidas de contato é eficiente

no controle de *D. citri*, contudo, possuem período residual que pode variar de 7 a 30 dias, dependendo da dose empregada, podendo ser menor dependendo das condições meteorológicas e quando aplicados sobre brotações novas (Yamamoto e Miranda 2009).

Nos pomares em formação empregam-se inseticidas sistêmicos, os quais devem ser aplicados nos períodos de primavera e verão, quando há suficiente umidade no solo para a absorção e translocação do defensivo. Evita-se a aplicação desses inseticidas nos meses secos do ano, mesmo em áreas irrigadas, quando o controle deve ser realizado com inseticidas de contato aplicados em pulverização. Os inseticidas sistêmicos thiamethoxam e imidacloprid podem ser aplicados via solo (granulados), esguicho ou drench e no tronco das plantas, proporcionando períodos de controle de até 70 dias (Yamamoto et al. 2009). A ação desses inseticidas não é imediata, sendo necessário um período de tempo para seu início. Geralmente são necessários de 15 a 20 dias após a aplicação para se alcançar 80% de mortalidade de *D. citri*. Por isso, recomenda-se uma aplicação de inseticida de contato, antes da aplicação de sistêmicos, reduzindo-se assim o risco de surtos populacionais do psilídeo na área tratada.

Outras alternativas para o controle do vetor, além do químico, são os métodos biológicos (parasitoides, predadores e patógenos) e comportamentais. Dentre os parasitoides da espécie têm-se o ectoparasitóide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Encyrtidae) e o endoparasitóide *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam & Agarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae) (Parra et al. 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos países em que ao HLB foi introduzida, houve grandes mudanças na citricultura, causando, principalmente aumento no número de aplicações de inseticidas e na mão-de-obra, que leva ao aumento de custo de produção e diminuição da rentabilidade dos produtores. Outra grande mudança é a adoção de tecnologia, que é necessária para aumentar a produtividade e, consequentemente, a rentabilidade do citricultor. A doença é uma grande ameaça para os produtores que não tem tecnologia e não empregam as estratégias preconizadas para o manejo do HLB.

Os grandes problemas relacionados à doença são: i) rápida disseminação nos pomares e em nível regional; ii)

longo período de incubação, que pode variar de 6 a 18 meses; iii) disseminação associado a um inseto vetor, o psílido asiático dos citros *D. citri*; iv) vetor eficiente na transmissão de “*Ca. L. asiaticus*”; v) vetor que pode adquirir a bactéria em plantas assintomáticas; vi) vetor que se dispersa eficientemente e a longas distâncias; vii) ocorrência de hospedeiros alternativos do vetor e da bactéria e de plantas cítricas sintomáticas em propriedades não cítricas, fundo de quintal e área urbana; viii) necessidade de trabalho coletivo utilizando a filosofia de manejo em grande áreas ou manejo regional da doença para que seja efetivo.

O manejo de HLB envolve a eliminação de plantas sintomáticas, realizada após minuciosa e eficiente inspeção de plantas sintomáticas (não há possibilidade de detectar as plantas doentes, mas ainda assintomáticas). Outra medida é o controle do vetor, que é realizado basicamente com utilização de inseticidas sintéticos, que visa eliminar os indivíduos infectivos e consequentemente a transmissão da bactéria. Além dos inseticidas químicos, uma alternativa é o emprego do controle biológico, com o uso do ectoparasitoide *T. radiata* e fungos entomopatogênicos, sendo o primeiro utilizado em vários países em que a doença ocorre.

Em novos pomares e/ou em pomares em formação, recomenda-se o plantio de mudas sadias, cuja produção em todas as suas fases ocorre em ambiente protegido. Salienta-se que, em áreas em que ocorre a doença, mas não se maneja o HLB, é inviável novos plantios e recuperação da citricultura.

Portanto, há necessidade de manejar o HLB e adotar todas as táticas em conjunto e de forma harmoniosa e se possível em uma filosofia de manejo regional, realizado por todos os produtores de uma região. Somente com esse trabalho conjunto é possível manejar de forma eficiente o HLB sem sofrer as consequências do não manejo da doença.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, GR; Diniz, AJF; Parra, JRP. 2014. Biology of the Huanglongbing Vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) on different host plants. *Journal of Economic Entomology* 107 (2): 691-696.
- Ammar, ED; Shatters Junior, RG; Hall, DG. 2011. Localization of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, associated with citrus Huanglongbing disease, in its psyllid vector using fluorescence in situ hybridization. *Journal of Phytopathology* 159: 726-734.
- Aubert, B. 1987. *Trioza erytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. *Fruits* 42: 149-162.
- Ballhorn, DJ; Kautz, S; Lion, U; Heil, M. 2008. Trade-offs between direct and indirect defences of lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Journal of Ecology* 96: 971-980.
- Bassanezi, RB; Lopes, SA; Belasque Junior, J; Spósito, MB, Yamamoto, PT; Miranda, MP de; Teixeira, DC; Wulff, NA. 2010. Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. *Citrus Research and Technology* 31(1): 11-23.
- Belasque Junior, J; Bassanezi, RB; Yamamoto, PT; Ayres, AJ; Tachibana, A; Violante, AR; Tank Junior, A; Di Giorgi, F; Tersi, FEA; Menezes, GM; Dragone, J; Jank Junior, RH; Bové, JM. 2010. Lesson from huanglongbing management in São Paulo State, Brazil. *Journal of Plant Pathology* 32: 285-302.
- Belasque Junior, J; Bergamin Filho, A; Bassanezi, RB; Barbosa, JC; Gimenes-Fernandes, N; Yamamoto, PT; Lopes, AS; Machado, MA; Leite Junior, RP; Ayres, AJ; Massari, CA. 2009a. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de huanglongbing (HLB, greening) visando o controle efetivo da doença. *Tropical Plant Pathology* 34: 137-145.
- Belasque Junior, J; Yamamoto, PT; Miranda, MP; Bassanezi, RB; Ayres, AJ; Bové, JM. 2009b. Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. *Citrus Research and Technology* 31(1): 53-64.
- Belotti, VH; Rugno, GR; Felippe, MR; Carmo-Uehara, A; Garbim, LF; Godoy, WAC; Yamamoto, PT. 2013. Population Dynamics of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in Orchards of ‘Valencia’ Orange, ‘Ponkan’ Mandarin and ‘Murcott’ Tangor Trees. *Florida Entomologist* 96: 173-179.
- Bové, JM. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88 (1): 7-37.
- Bové, JM; Calavan, SP; Kapoor, SP; Cortez, RE; Schwarz RE. 1974. Influence of temperature on symptoms of

- California stubborn, South Africa greening, India citrus decline, and Philippines leaf mottling diseases. In Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Proceedings of 6th Conference IOCV, Riverside: University of California. p. 12-15.
- Burckhardt, D; Ouvrard, A. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). Zootaxa 3509: 1-34.
- Capoor, SP; Rao, DG; Viswanath, SM. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan Trap Country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. In Conference of the International Citrus Virology. Riverside, CA, University of California. Proceedings.
- Catling, HD. 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.
- Cen, Y; Zhang, L; Xia, Y; Guo, J; Deng, X; Zhou, W; Sequeira, R; Gao, J; Wang, Z; Yue, J; Gao, Y. 2012. Detection of "Candidatus Liberibacter Asiaticus" in *Cacopsylla (Psylla) citrisuga* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist 95(2): 304-311.
- Cermeli, M; Morales, P; Godoy, F. 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana 15: 235-243.
- Chen, J; Pu, X; Deng, X; Liu, S; Li, H; Civerolo, E. 2009. A phytoplasma related to "Candidatus phytoplasma asteri" detected in citrus showing Huanglongbing (Yellow Shoot Disease) symptoms in Guangdong, P. R. China. Phytopathology 99(3):236-242.
- Coletta-Filho, HD; Targon, MLPN; Takita, MA; De Negri, JD; Pompeu Junior, J; Machado MA. 2004. First report of the causal agent of Huanglongbing ("Candidatus Liberibacter asiaticus") in Brazil. Plant Disease 88:1382.
- Costa Lima, AM. 1942. Insetos do Brasil, Rio de Janeiro, BR, Escola Nacional de Agronomia. 101 p.
- Da Graça, JV. 1991. Citrus greening disease. Annual Review of Phytopathology 29: 109-139.
- Damsteegt, VD; Postnikova, EN; Stone, AL; Kuhlmann, M; Wilson, C; Sechler, A; Schaad, NW; Brlansky, RH; Scheneider, WL. 2010. *Murraya paniculata* and related species as potential hosts and inoculum reservoirs of "Candidatus Liberibacter asiaticus" causal agent of Huanglongbing. Plant Disease 94(5): 528-533.
- Davis, MJ; Mondal, SN; Chen, H; Rogers, ME; Brlansky, RH. 2008. Co-cultivation of "Candidatus Liberibacter asiaticus" with actinobacteria from citrus with huanglongbing. Plant Disease 92:1547-1550.
- Diniz, AJF. 2013. Otimização da criação de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) e de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), visando a produção em larga escala do parasitoide e avaliação do seu estabelecimento em campo. Tese (Doutorado em Entomologia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 128 p.
- French, JV; Kahlke, CJ; Da Graça, JV. 2001. First record of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* kuwayama (Homóptera: Psyllidae), in Texas. Subtropical Plant Science 53: 14-15.
- Garnier, M; Danel, N; Bové, JM. 1984. The greening organism is a gram negative bacterium. In Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Proceedings of 9th Conference IOCV, Riverside: University of California. p. 115-124.
- Gomez-Torres, ML. 2009. Estudos bioecológicos de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1907 (Hemiptera: Psyllidae). Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 138 p.
- Grafton-Cardwell, EE; Stelinski, LL; Stansly, PA. 2013. Biology and management of asian citrus psyllid, vector of the Huanglongbing pathogens. Annu Rev Entomol 58: 413-32.
- Halbert, SE. 2005. The discovery of huanglongbing in Florida. 2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop, Orlando FL. p. 50. H-3.
- Halbert, SE; Manjunath, KL. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist 87(3): 330-353.

- Halbert, SE; Manjunath, KL; Ramadugu, C; Brodie, MW; Webb, SE; Lee, RF. 2010. Trailers transporting oranges to processing plants move asian citrus psyllids. *Florida Entomologist* 93(1): 33-38.
- Halbert, SE; Núñez, CA. 2004. Distribution of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist* 87: 401-402.
- Hall, DG; Hentz, MG. 2011. Seasonal flight activity by the asian citrus psyllid in east central Florida. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 139(1): 75-85.
- Hall, DG; McCollum, G. 2011. Survival of adult asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) on harvested citrus fruit and leave. *Florida Entomologist* 94(4): 1094-1096.
- Hartung, JS; Halbert, SE; Pelz-Stelinski, K; Brlansky, RH; Chen, C; Gmitter, FG. 2010. Lack of evidence for transmission of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' through citrus seed taken from affected fruit. *Plant Disease* 94(10): 1200-1205.
- Horton, RD; Landolt, JP. 2007. Attraction of male pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, to female-infested pear shoots. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 123: 177-183.
- Inoue, H; Ihonishi, J; Ito, T; Tomimura, K; Myata, S; Iwanami, T; Ashihara, W. 2009. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. *Annals of Applied Biology* 155: 29-36.
- Jagoueix, S; Bové, JM; Garnier M. 1984. The phloem-limited bacterium of greening disease of citrus is a member of the  $\alpha$  subdivision of the proteobacteria. *International Journal of Systematic Bacteriology* 44 (3):379-386.
- Kobori, Y; Nakata, T; Ohto, Y. 2011. Estimation of dispersal pattern of adult asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 55(3): 177-181.
- Kobori, Y; Nakata, T; Ohto, Y; Takasu, F. 2010. Dispersal of adult asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the vector of citrus greening disease, in artificial release experiments. *Applied Entomology and Zoology* 46(1): 27-30.
- León, JH; Sétamou, M; Gastaminza, GA; Buenahora, J; Cáceres, S; Yamamoto, PT; Bouvet, JP; Logarzo, GA. 2011. Two separate introductions of asian citrus psyllid populations found in the American continents. *Ann Entomol* 104(6): 1392-1398.
- Liu, YH; Tsai, JH. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology* 137: 201-206.
- Lopes, SA; Martins, EC; Frare, GF. 2005. Detecção de *Candidatus Liberibacter americanus* em *Murraya paniculata*. *Summa Phytopathologyca* 31:48-49.
- Lopes, AS; Martins, EC; Frare, GF. 2006. Detecção de *Candidatus Liberibacter asiaticus* em *Murraya paniculata*. *Fitopatologia Brasileira* (Suplemento) 31:303.
- Lopes, SA; Frare, GF; Yamamoto, PT; Ayres, AJ; Barbosa, JC. 2007. Ineffectiveness of pruning to control citrus huanglongbing caused by *Candidatus Liberibacter americanus*. *European Journal of Plant Pathology* 119:463-468.
- Lopes, SA; Bertolini, E; Frare, GF; Martins, EC; Wulff, NA; Teixeira, DC; Fernandes, NG; Cambra, M. 2008. Graft transmission efficiencies and multiplication of 'Candidatus Liberibacter americanus' and 'Ca. Liberibacter asiaticus' in citrus plants. *Phytopatology* 99(3): 301-306.
- Mann, RS; Pelz-Stelinski, K; Hermann, SL; Tiwari, S; Stelinski, LL. 2011. Sexual transmission of a plant pathogenic bacterium, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, between, conspecific insect vectors during mating. *Plos One* 6(12): e29197.
- Mead, FW; Fasulo, TR. 2011. Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). Gainesville, University of Florida (IFAS Extension, 33). 8 p.
- Moraes, CM; Lewis, WJ; Tumlinson, JH. 2000. Examining plant-parasitoid interactions in thritrophic systems. *Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia* 29(2): 189-203.

- Nakata, T. 2006. Temperature-dependent development of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), and the predicted limit of this spread based on overwintering in the nymphal stage in temperature regions of Japan. *Applied Entomology and Zoology* 41(3): 383-387.
- Nava, DE; Torres, MLG; Rodrigues, MDL; Bento, JMS; Parra, JRP. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and different temperatures. *Journal of Applied Entomology* 131: 9-10.
- Nehru, RK; Bhagat, KC; Koul, VK. 2004. Influence of citrus species on the development of *Diaphorina citri*. *Plant Protein Sci* 12: 436-438.
- Noronha Junior, NC. 2010. Efeito dos coespecíficos e voláteis das plantas *Murraya paniculata* (L.) Jack, *Psidium guajava* L. e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck sobre o comportamento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 67 p.
- Paiva, PEB. 2009. Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 65 p.
- Pande, YU. 1971. Biology of Citrus Psylla *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae). *Israel Journal of Entomology* 6: 307-311.
- Parra, JRP; Lopes, JRS; Gomez-Torres, ML; Nava, DE; Paiva, PEB. 2010. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao Huanglongbing. *Citrus Research and Technology* 31(1): 37-51.
- Patt, JM; Sétamou, M. 2007. Olfactory and visual stimuli affecting host plant detection *Homalodisca coagulata* (Hemiptera: Cicadellidae). *Environ Entomol* 36:142-150.
- Patt, JM; Sétamou, M. 2010. Responses of the asian citrus psyllid to volatiles emitted by flushing shoots of its rutaceous host plants. *Environmental Entomology* 39: 618-624.
- Pelz-Stelinsky, KS; Brlansky, RH; Ebert, TA; Rogers, ME. 2010. Transmission parameters for *Candidatus Liberibacter asiaticus* by asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* 103(5): 1531-1541.
- Reinking, OA. 1919. Diseases of economic plants in South China. *Philippine Agriculturist* 8:109-135.
- Regmi, C; Lama, TK. 1988. Greening incidence and Greening vector population dynamics in Pokhara. In Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Valencia, ES, Riverside - University of California. Proceedings. p. 238-242.
- Rogers, ME; Stansly, PA. 2012. Biology and management of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida Citrus. Gainesville, University of Florida, (IFAS Extension, ENY-739). 6 p.
- Sakamaki, Y. 2005. Occasional papers of the Kagoshima University Research Center, Lake Alfred, Florida. 42: 121-125.
- Sanches, AL; Felippe, MR; Uehara-Carmo, A; Rugno, GR; Yamamoto, PT. 2009. Eficiência de inseticidas sistêmicos, aplicados em mudas cítricas, em préplantio, no controle de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). *BioAssay* 4: 6.
- Sétamou, M; Sanchez, A; Patt, JM; Nelson, SD; Jifon, J; Louzada, ES. 2012. Diurnal patterns of flight activity and effects of light on host finding behavior of the asian citrus psyllid. *Journal of Insect Behavior* 25(3): 264-276.
- Sechler, A; Schuenzel, EL; Cooke, P; Donnua, S; Thaveechai, N; Postnikova, E; Stone, AL; Schneider, WL; Damsteegt, VD; Schaad, NW. 2009. Cultivation of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”, “*Ca. L. africanus*”, and “*Ca. L. americanus*” associated with Huanglongbing. *Phytopathology* 99(5):480-486.
- Shivankar, VJ; Rao, CN; Singh, S. 2000. Studies on citrus Psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama: a review. *Agricultural Reviews (Karnal, India)* 21: 199-204. Soc Am 104: 1392-1398.
- Teck, SLC; Fatimah, A; Beattie, A; Heng, RKJ; King, WS. 2011. Influence of host plant species and flush growth stage on the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 6 (4): 536-543.
- Teixeira, DC; Ayres, AJ; Kitajima, EW; Tanaka, FAO; Danet, JL; Jagoueix-Eveillard, S; Saillard, C; Bové, JM.

2005. First report of a huanglongbing-like disease of citrus in São Paulo State, Brazil, and association of a new *liberibacter* species, *Candidatus Liberibacter americanus*, with the disease. *Plant Disease* 89:107.
- Teixeira, DC; Wulff, NA; Martins, EC; Kitajima, EW; Bassanezi, R; Ayres, AJ; Eveillard, S; Saillard, C; Bové, JM. 2008. A phytoplasma closely related to the pigeon pea witches'-broom phytoplasma (16Sr IX) is associated with citrus huanglongbing symptoms in the state of São Paulo, BR. *Phytopathology* 98: 977-984.
- Teixeira, DC; Wulff, NA; Lopes, SA; Yamamoto, PT; Miranda, MP; Belasque Junior, J; Bassanezi, RB. 2010. Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao huanglongbing. *Citrus Research & Technology* 31: 115-128.
- Thomas, DB; León, JH. 2011. Is the old world fig, *Ficus carica* L. (Moraceae), an alternative host for the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Homoptera: Psyllidae)? *Florida Entomologist* 94(4):1081-1083.
- Tolley, IS. 1990. The relation of noursey production with orchard planning and management. In Aubert, B; Tontyapom, S; Buangsuwon, D. eds. Rehabilitation of citrus industry in the Asia Pacific Region. Chiang Mai. Proceedings. p. 77-82.
- Tomaseto, AF. 2012. Capacidade de dispersão de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 78 p.
- Tsagkarakis, AE; Rogers, ME. 2010. Suitability of ‘Cleopatra’ Mandarin as a host plant for *Diaphorina citri*. *Florida Entomologist* 93 (3): 451-453.
- Tsai, JH; Liu, YH. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *Journal of Economic Entomology* 93(6): 1721-1725.
- Van De Merwe, AJ; Anderson, FG. 1937. Chromium and manganese toxicity. Is it important in transvaal citrus greening? *Farming in South Africa* 12:439-440.
- Vendramim, JD; Guzzo, EC. 2012. Plant resistance and insect bioecology and nutrition. In Panizzi, AR; Parra, JRP. (eds.), *Insect bioecology and nutrition for integrated pest management*. p. 657-686.
- Vet, LEM; Dicke, M. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology* 37: 141-172.
- Wang, LY; Hung, SC; Hung, TH; Su, HJ. 1996. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. *Plant Protection Bulletin* 38: 355-365.
- Wenninger, EJ; Stelinski, LL; Hall, DG. 2009. Role of olfactory cues, visual cues, and mating status in orientation of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) to four different host plants. *Environmental Entomology* 38 (1): 225-234.
- Westbrook, CJ; Hall, DG; Stover, E; Duan, YP; Lee, RF. 2011. Colonization of citrus and citrus-related Germplasm by *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Hortscience* 46 (7): 997-1005.
- Whiteside, JO; Garnsey, SM; Timmer, LW. 1993. Compendium of citrus disease. 2<sup>nd</sup> ed. Saint Paul, Americal Phytopathological Society. 80 p.
- Yamamoto, PT; Paiva, PEB; Gravina, 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(1): 165-170.
- Yamamoto, PT; Miranda, MP. 2009. Controle do psilídeo *Diaphorina citri*. *Ciência e Prática* 1:10-12.
- Yamamoto, PT; Felippe, MR; Sanches, AL; Coelho, JHC; Garbim, LF; Ximenes, NL. 2009. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. *BioAssay* 4:4.