

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

DIOGO SENE GARIERI

**Estudo da brotação de laranjeira Natal sobre sete diferentes
porta-enxertos visando o controle de *Diaphorina citri***

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

Orientador: Silvio Aparecido Lopes

Coorientadora: Viviani Vieira Marques

**Araraquara
Janeiro 2016**

DIOGO SENE GARIERI

**Estudo da brotação de laranjeira Natal sobre sete diferentes
porta-enxertos visando o controle de *Diaphorina citri***

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

Orientador: Silvio Aparecido Lopes

Coorientadora: Viviani Vieira Marques

**Araraquara
Janeiro 2016**

DIOGO SENE GARIERI**Estudo da brotação de laranjeira Natal sobre sete diferentes porta-enxertos visando o controle de *Diaphorina citri***

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

Araraquara, 29 de janeiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvio Aparecido Lopes
Fundo de Defesa da Citricultura
FUNDECITRUS, Araraquara/SP.

Prof. Dr. Luis Otávio Sagion Beriam
Instituto Biológico, Campinas/SP.

Prof. Dr. Eduardo Augusto Girardi
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas/BA.

DEDICO

À minha amada esposa e companheira Raabe, por toda paciência neste tempo que dediquei à escrita deste trabalho. Ao incentivo nas horas que necessitava e por sempre estar ao meu lado independente da hora, momento ou lugar.

Aos meus pais Wanderley e Cristina, pelos ensinamentos deixados e exemplos que tanto me ajudaram. E principalmente pelo amor depositado em mim.

Às minhas avós Lourdes e Leonilde, por sempre terem me ajudado nos momentos que sempre necessitei.

À minha irmã Nathália, pelo companheirismo e exemplos de busca e determinação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado, nos momentos bons e ruins e que permitisse que mais essa etapa em minha vida fosse cumprida.

Aos professores Dr. Sílvio e Dra Viviani, pela orientação, ajuda e ensinamentos em todo o período de desenvolvimento deste trabalho. Pela paciência e pela oportunidade de ter realizado este trabalho, o qual contribuiu demasiadamente para minha vida profissional e pessoal, e, acima de tudo, pela confiança em mim depositada.

À Empresa Sucocítrico Cutrale por ter permitido e me apoiado em todo o mestrado, tanto na parte das aulas como em toda a criação e desenvolvimento do trabalho.

À toda a equipe da Fazenda Santo Antônio pela ajuda durante as avaliações do trabalho.

Ao Fundecitrus por todo o suporte e apoio durante as aulas e também durante a confecção do trabalho no campo.

A todos os pesquisadores do Departamento Científico, André, José Belasque, Franklin, Geraldo, Marcelo, Nelson e Renato. À equipe de suporte de todos os pesquisadores de cada departamento.

Ao Hermes, Fernanda, Priscila e Luis pela ajuda durante todo o período das avaliações em campo do trabalho e também durante a escrita do mesmo. Ao Juan por todo o suporte e ajuda durante a escrita do trabalho.

Ao Marcelo Scapin pela ajuda nas análises estatísticas realizadas no trabalho.

Aos Professores do curso de Mestrado Profissional em Controle de Doenças e Pragas dos Citros pelos ensinamentos passados, sendo um grande privilégio ter tido acesso à estes conhecimentos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

“...A performance de hoje é um produto do aprendizado do passado,
A performance de amanhã é um produto do aprendizado de hoje...”

Bob Guns

Estudo da brotação de laranjeira Natal sobre sete diferentes porta-enxertos visando o controle de *Diaphorina citri*

Autor: Diogo Sene Gariéri

Orientador: Silvio Aparecido Lopes

Coorientadora: Viviani Vieira Marques

Resumo

Diversos fatores podem influenciar a emissão de brotos em plantas de citros. Dentre eles estão os porta-enxertos (PE). Ao afetar os brotos, os PEs podem, indiretamente, afetar a vulnerabilidade da planta ao ataque de doenças, visto serem os brotos as portas de entrada de diversos patógenos veiculados por insetos. Dentre os insetos vetores se destaca o psílídeo *Diaphorina citri*, transmissor das bactérias do ‘huanglongbing’ ou HLB, doença mais temida da citricultura. Os brotos também se constituem em locais de reprodução desses insetos e alvo das aplicações de inseticidas. PEs que promovam emissão de brotos em períodos bem definidos e pouco frequentes ao longo do ano trariam vantagens, pois reduziriam a necessidade de constantes pulverizações. Conhecer o quanto os PEs influenciam brotações pode, portanto, auxiliar no aprimoramento do controle de *D. citri* e conseqüentemente no manejo do HLB. Já por longo tempo, diversos híbridos de PEs vêm sendo testados em diversas regiões do estado de São Paulo e no Triângulo mineiro. De todos os testados, os citranges (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*) 1711, 1483 e 1656, os citrumelos (*C. paradisi* x *P. trifoliata*) 1499 e 1456 e o *P. trifoliata* 1636 se mostraram promissores. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de trazer informações adicionais a esses PEs quantificando, ao longo do tempo, a intensidade, uniformidade e incidência de novas brotações nas copas de laranjeira Natal neles enxertadas. Também visou identificar possível associação entre brotação e temperatura e precipitação pluviométrica. O citrumelo Swingle, amplamente utilizado comercialmente, foi incluído como controle. Os brotos foram quantificados de dezembro 2013 a março 2015 em três plantas por PE por meio de (i) contagem de brotos em 0,25 m² de dois lados da planta e (ii) atribuição de notas em oito quadrantes da copa, equivalentes a diferentes intensidades de brotos. As avaliações foram em geral feitas com frequência quinzenal no outono e inverno e semanal na primavera e verão. Área abaixo da curva (AAC) foi gerada para cada PE, tendo cada planta tomada como repetição. AACs para número e notas foram submetidas à análise de variância com significância das diferenças entre médias determinada pelo teste de Tukey (p<0,05). Análise de correlação foi aplicada às AACs de número (*a*) versus notas de brotos (*b*), e análise de regressão foi aplicada às AACs de número de brotos versus chuvas (*c*) e temperaturas máximas (*d*) e mínimas (*e*). Associação entre *a* x *b* foi positiva e de moderada a forte. Associação entre *a* x (*c*, *d* ou *e*) foi positiva, porém moderada, e só entre *a* x *e*. Os PEs 1711 foi o que emitiu maior quantidade e o Swingle e 1499 o que emitiu menor quantidade de brotos. Não houve diferença entre PES para uniformidade e incidência. Visualmente, em Swingle, a copa de Natal emitiu menor número de fluxos ou picos que nos demais PEs. Tendo em vista que nenhum dos híbridos testados no presente estudo se mostrou superior ao citrumelo Swingle, conclui-se que nenhum deles trará vantagens adicionais no controle de *D. citri*, e conseqüentemente no manejo do HLB, caso venha a ser empregado comercialmente.

Palavras-chave: *Citrus spp.*, clima, Fenologia, HLB, *Poncirus trifoliata*, Pragas e doenças.

Flushing assessments on Natal sweet orange grafted on seven different rootstocks aimed to control *Diaphorina citri*

Author: Diogo Sene Garieri

Adviser: Silvio Aparecido Lopes

Co-adviser: Viviani Vieira Marques

Abstract

Several factors can influence the emission of new shoots (NSs) in citrus trees. Among them are the rootstocks (RT). By affecting NSs the RTs can, indirectly, affect the vulnerability of the tree to the occurrence of diseases, because they are the point of entrance of various pathogens transmitted by insects. Among the insects, of major importance is the psyllid *Diaphorina citri*, the vector of the bacteria associated to ‘huanglongbing’ or HLB, the most damaging disease of citrus. NSs are also the places of reproduction of this insect and the target of the insecticide applications. RTs that promote the emission of NSs in well-defined periods throughout the year would bring advantages because they would reduce the need for constant spraying. Knowing how RTs influence NFs can therefore help in the improvement of insect control and consequently in the management of HLB. Already for a long time, various RT hybrids have been tested in regions of the State of São Paulo and in the Triângulo Mineiro region of the State of Minas Gerais. Of all RT tested, a total of six was very promising - the citranges (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*) 1711, 1483 and 1656, the citrumelos (*C. paradisi* x *P. trifoliata*) 1499 1456, and the *P. trifoliata* 1636. This work was carried out with the aim of bringing additional information to those six RTs by quantifying, over time, the intensity, frequency, and variation of NSs on Natal sweet orange trees grafted on them. It also aimed to identify association of NSs with the amount and frequency of rainfall and temperature. Swingle citrumelo, a commercial RT widely used, was included as a control. NSs were quantified from Dec 2013 to Mar 2015, in three plants per RT, by (i) counting NSs in 0.25 m² on both sides of the plant, and (ii) assigning grades equivalent to NSs intensities on eight quadrants. The evaluations were generally made with bi-weekly frequency during autumn and winter and weekly frequency during the spring and summer. Area under the curve (AUC) was generated for each RT, with each plant taken as a repetition. AUCs for number and grades were submitted to ANOVA with significance of the differences between means determined by Tukey’s test ($p < 0.05$). Correlation analysis was applied to the AUCs of NS number (*a*) versus NS grades (*b*), and regression analysis of AUC of NS number versus rain (*c*) and maximum (*d*) and minimum (*e*) temperatures. Association between *a* x *b* was positive and from moderate to strong. Association between *a* x (*c*, *d* or *e*) was positive, however moderate, and just between *a* x *e*. The PE 1711 emitted the highest amounts of NSs, and Swingle citrumelo and 1499 the lowest. No statistical difference among PEs for NS uniformity and incidence was detected. Visually, on Swingle, the Natal canopy emitted the lowest amounts of NS flushes. Considering that none of the tested PEs showed better performance in NS emission than Swingle, no one would provide a better control of *D. citri*, and consequently in the management of HLB, whether they would be choice as commercial rootstocks.

Keywords: Climate, Phenology, *Citrus spp.*, Pests and diseases.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista aérea da área experimental na fazenda situada na região de Rincão. Quadras plantadas com a variedade Natal sobre porta-enxertos semi-ananxicantes (A), citrumelo Swingle (B) e limão Cravo (C). Escala de cores referentes a cada porta-enxerto (híbridos e controles). 11
- Figura 2.** Chave ilustrativa desenvolvida pelo Fundecitrus para caracterização das brotações com base em cada estágio de desenvolvimento. 12
- Figura 3.** Quadrante de PVC (0,25 m²) usado na contagem de brotos, posicionado na parte central da copa de uma árvore cítrica. 13
- Figura 4.** Divisão esquemática da planta em quadrantes, sendo 4 do lado direito e 4 do lado esquerdo da copa, usado na atribuição de notas de brotação. (Adaptado de Gottwald et al, 2007) 14
- Figura 5.** Intensidade (A), uniformidade (B) e incidência de brotações (C) em área de 0,50m² de copas de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos. A e B foram determinadas respectivamente pelas médias do total da área abaixo da curva e dos valores do erro padrão, e C pela porcentagem de datas de avaliação com brotos em três plantas. 17
- Figura 6.** Intensidade de brotações em oito quadrantes de copas de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos, determinada pelas médias do total de notas da área abaixo da curva atribuídas em três plantas, sendo nota 1 até 25%, 2 de 25 a 50%, 3 de 51 a 75% e 4 acima de 75% da área do quadrante com a presença de broto. 18
- Figura 7.** Média geral da área abaixo da curva do total de brotos em copa de laranja Natal sobre sete diferentes porta-enxertos (A), e dados climáticos (médias das temperaturas máximas e mínimas diárias e acumulado de chuva) (B). 20
- Figura 8.** Média geral da área abaixo da curva do total de brotos em copa de laranja Natal sobre sete diferentes porta-enxertos (A), e dados climáticos (médias das temperaturas máximas e mínimas diárias e acumulado de chuva) (B). 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grupos dos porta-enxertos analisados, seus códigos de nomenclatura, genótipos, número de plantas e alturas médias de copas de laranjeira Natal neles enxertada 10

Tabela 2. Correlação entre área abaixo da curva do número de brotos contados em área de 0,5m² e de notas de brotações atribuídas em oito quadrantes da copa de laranjeira Natal enxertada em diferentes porta-enxertos durante 38 avaliações conduzidas no período dezembro de 2013 a março de 2015. 19

Tabela 3. Análise de regressão entre as médias do número e das notas de brotos detectados na copa de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos durante 38 avaliações conduzidas no período de dezembro de 2014 a março de 2015. 22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. A importância dos citros.....	01
1.2. Principais características dos citros.....	01
1.3. Porta-enxertos e a citricultura.....	02
1.4. Huanglongbing – características gerais.....	05
1.5. O huanglongbing - manejo.....	06
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Área experimental.....	10
3.2. Avaliação da intensidade dos brotos.....	12
3.3. Dados climáticos.....	14
3.4. Análise dos dados.....	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Intensidade, uniformidade e incidência de brotações.....	16
4.2. Influência do clima nas brotações.....	19
5. DISCUSSÃO	23
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

1.1. A importância dos citros

Citros é uma das mais importantes culturas frutíferas em produção em mais de 100 países. O Brasil ocupa lugar de destaque entre os maiores países produtores de suco de laranja, detendo cerca de 55% da produção e exportando a maior parte do que produz (cerca de 98%). Logo em seguida vem os Estados Unidos (Flórida), México, União Europeia, China, África do Sul, Austrália, Coreia do Sul e Turquia que, somados ao Brasil, produzem cerca de 99% do suco de laranja do mundo. Enquanto Brasil e Estados Unidos utilizam mais de 80% das laranjas que produzem para a fabricação de sucos, México e China vendem a maior parte das frutas que produzem para o consumo *in natura*. Na Espanha, mais da metade das laranjas produzidas é exportada para o mercado de mesa (Quintana, 2016).

Os estados de São Paulo e da Flórida detêm cerca de 85% da produção mundial de suco, sendo que o primeiro contribui com 53% (Quintana, 2016) oriundo de um parque citrícola com mais de 184 milhões de plantas de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. As cultivares mais plantadas no Brasil são a 'Pera', 'Valência', 'Natal' e 'Hamlin'. Embora também usadas no consumo *in natura*, a maioria dos frutos é destinada à indústria de suco (Fundecitrus, 2015).

1.2. Principais características dos citros

Plantas do gênero *Citrus* são originárias das regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia (Swingle & Reece, 1967). Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins como *Fortunella* e *Poncirus* ou híbridos, todos dentro da família Rutaceae (Mattos Junior et al., 2005). As variedades comerciais (laranjas e limões) foram levadas para a Europa na época das Cruzadas e chegaram ao Brasil no século XVI trazidas pelos portugueses. As árvores atingem em média quatro metros de altura, copa densa, de formato normalmente arredondado. As folhas são aromáticas e as flores, pequenas e brancas, muito procuradas por abelhas. O cultivo remonta há mais de dois mil anos antes de Cristo, conforme demonstram escritos encontrados na China (Mattos Junior et al., 2005).

Os citros são classificados em dois sistemas principais: o proposto por Swingle (Passos et al., 2005), que compreende 16 espécies, e o proposto por Tanaka, que compreende 162 espécies. Por produzirem frutos semelhantes às laranjeiras ou limoeiros, os gêneros

Poncirus, *Fortunella*, *Microcitrus*, *Eremocitrus* e *Clymenia*, juntamente com *Citrus*, constituem o grupo dos citrinos verdadeiros. As laranjeiras doces pertencem à espécie *C. sinensis* (L.) Osbeck e exemplos desse grupo são as variedades Pêra, Bahia, Lima, Folha Murcha. As tangerineiras pertencem à espécie *C. reticulata*, Blanco, dentre as quais incluem as cultivares Poncã e Cravo. No grupo dos limões verdadeiros [*C. limon* (L) Burm] destacam-se as cultivares Eureka, Siciliano e Lisboa. No grupo das limas ácidas destacam-se as cultivares Tahiti [*C. latifolia* (Yu. Tanaka)] e Galego [*C. aurantifolia* (Christm.) Swingle], popularmente conhecidas como limões (Passos et al., 2005).

1.3. Porta-enxertos e a citricultura

No passado as mudas de citros eram propagadas por meio das sementes, com início de produção ocorrendo a partir dos sete anos de idade. Além disso, por se tratar de sementes, a herança embrionária, do tipo zigótica ou nucelar, promovia grande variação nos materiais gerados (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996). A solução foi adotar porta-enxertos que, além de promover produção precoce (inicia a partir de dois anos de idade), homogeneidade de produção e uniformidade no porte das plantas, também promovem resistência a pragas e doenças e a fatores abióticos.

Os porta-enxertos mais importantes e mais utilizados atualmente são citrumelo Swingle [*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L) Raf.], limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e Volkameriano (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.), as tangerinas Cleópatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka) e Sunki [*Citrus sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka], o *P. trifoliata* (L.) Raf., a laranja Caipira [*C. sinensis* (L) Osbeck] e, os citranges Carrizo e Troyer [*C. sinensis* (L) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]. Pompeu et al., (1991) descreve as principais características dos porta-enxertos mencionados, como seguem.

O limão Cravo é classificado como uma mandarina do tipo ácido, sendo recomendada para solos arenosos ou argilosos. Induz à copa alto vigor, frutos grandes, produções precoces, mínima tolerância ao frio, altas produções e suco de qualidade mediana. É tolerante à tristeza, mas pode ser afetado por nematoides, exocorte, xiloporose e gomose. É também altamente suscetível ao declínio e à morte súbita, suas maiores limitações. A morte súbita foi responsável pela erradicação de mais de 4 milhões de plantas de 2002 a 2005 (Bassanezi, 2003). Apesar dessas limitações, o Cravo foi no passado o principal porta-enxerto devido a sua tolerância à seca, rusticidade e precocidade na produção.

A tangerina Cleópatra promove alto vigor e porte alto às copas, com frutos de menor tamanho se comparado ao limão Cravo, mas com maior teor de sólidos solúveis. A produção varia de acordo com a copa. Quando comparado ao limão Cravo, confere maior longevidade e resistência ao frio e às doenças morte súbita, tristeza, exocorte e xiloporose, porém é sensível à gomose, nematoides e ao declínio para árvores mais velhas (15 a 20 anos). Um dos problemas deste porta-enxerto está na demora em iniciar a produção, além de maior sensibilidade à seca.

A tangerina Sunki induz produção de frutos com alta qualidade e produtividade. Requer mais tempo para entrar em produção e é bastante exigente em fósforo. É também muito sensível à seca e à gomose, principalmente nos seus primeiros anos de vida. Apresenta tolerância ao declínio e resistência morte súbita.

O *P. trifoliata* promove tamanho reduzido das copas podendo ser empregado em plantios adensados. Apresenta alta resistência ao frio e gomose, sendo recomendado para solos argilosos e úmidos. Também apresenta resistência à tristeza, morte súbita e nematoides, mas suscetibilidade à exocorte e declínio. Induz boa produtividade e se destaca pela alta qualidade conferida ao fruto, com alto conteúdo em sólidos e qualidade de casca, características desejáveis para produção destinada ao mercado de frutas *in natura*. O diâmetro de seu tronco é maior que o da variedade que nele está enxertada. Devido às suas qualidades foi muito empregado em cruzamentos, dando origem a outros porta-enxertos que atualmente são muito utilizados em importantes regiões produtoras como Flórida e Espanha. São eles o citrumelo Swingle e os citrangeres Carrizo e Troyer. A variedade Flying Dragon vem sendo utilizada no cultivo de limas ácidas. Induz às copas menor porte permitindo maior número de árvores por área, com conseqüente incremento na produção.

O citrumelo Swingle é o resultado do cruzamento de pomelo (*Citrus paradisi* Macfad.) com *P. trifoliata*. Produz árvores de porte mediano favorecendo plantios semi-adensados. Copas neste porta-enxerto demoram mais para entrar em produção, quando comparadas às copas em limão Cravo. Recomendado para regiões úmidas, apresentam boa produção e frutos de boa qualidade tanto para mercado interno quanto para indústria. É também resistente à gomose, tristeza, morte súbita e nematoides, e tolerante ao declínio. Muito sensível à seca e incompatível com a variedade Pera Rio, também apresenta diâmetro de tronco maior que a da variedade copa enxertada. Quando necessário seu uso com a variedade Pera Rio, requer o uso de um inter-enxerto compatível.

A laranja Caipira foi utilizada no passado. Muito suscetível à gomose, possui também baixa resistência à seca. Produz árvores de grande porte com boa produção e boa

qualidade de frutos, sendo superior ao limão Cravo. Como vantagem apresenta tolerância ao declínio.

Os citrangeres Carrizo e Troyer são híbridos da laranja Baía com *P. trifoliata*. Árvores enxertadas nesses híbridos são vigorosas, produtivas e de produção precoce, e resistentes à tristeza, gomose e nematoides, mas suscetíveis ao declínio. Apresentam bom tamanho e qualidade de fruto e diâmetro de tronco diferenciado. São utilizados na citricultura espanhola, exigente em frutos com boa qualidade de casca.

O limão Volkameriano apresenta vigor semelhante ou superior ao do limão Cravo, mediana resistência à gomose e grande resistência à seca. Seu início de produção é precoce, com boa produtividade. As características comerciais dos frutos produzidos sobre este porta-enxerto são semelhantes aos produzidos sobre limão Cravo. Apresenta também alta suscetibilidade ao declínio e morte súbita.

Ultimamente, vários outros porta-enxertos têm sido testados com o objetivo de se encontrar aqueles que, além de produtivos, promovam menor desenvolvimento das copas (plantas ananícantes). Esta prática facilitaria a colheita, uma das atividades que mais onera a produção que, somada ao frete (custo de transporte da fruta colhida até a indústria de processamento), é responsável por quase 50% do custo médio da caixa de 40,8 kg (Neves et al., 2010). Além disso, plantas ananícantes facilitaria o adensamento, tendência atual na citricultura, conforme inventário e estimativa de produção do cinturão citrícola paulista de julho de 2015, conduzido pelo (Fundecitrus, 2015). Houve aumento gradativo no número de plantas por hectare, saltando de 343 em 1980 para 638 em 2014. A maior quantidade de plantas na mesma área também otimiza a aplicação de fertilizantes e defensivos, facilita os tratamentos culturais, manutenção do *stand* produtivo e, por fim, aumenta a produtividade (Pompeu et al., 1991).

Conforme mencionado os porta-enxertos podem afetar diversas características da copa incluindo maior resistência ou tolerância a patógenos. Foi com a substituição deles que os grandes problemas causados pela Tristeza, Gomose e Morte Súbita foram solucionados. Mas os porta-enxertos devem também estar afetando a disseminação de patógenos veiculados por insetos, embora isto não tenha sido até agora devidamente quantificado. Isto ocorre porque o porta-enxerto pode interferir na dinâmica de brotações, tornando-as mais ou menos atrativas aos insetos vetores. Neste quesito, de particular interesse está o Huanglongbing ou HLB, doença altamente destrutiva, disseminada por inseto altamente prolífico e de difícil controle e que já levou à eliminação de mais 40 milhões de árvores somente no estado de São Paulo (Fundecitrus, 2015).

1.4. O huanglongbing – características gerais

O HLB provavelmente originou-se na Índia no século XVIII de onde se espalhou para a China, país em que se demonstrou pela primeira vez, em 1956, de que se tratava de doença de causa biótica (Lin, 1956). Hoje o HLB está presente na maioria das áreas produtoras de citros, incluindo Ásia, Arábia Saudita, África e Américas (Bové, 2006). No Brasil, os primeiros sintomas foram observados em março de 2004 em plantas de pomares localizados na região de Araraquara-SP (Colletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005). Desde então, se disseminou rapidamente, sendo já constatada em inúmeras outras regiões dos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais (Teixeira et al., 2005).

A palavra Huanglongbing (em chinês) refere-se à sintomatologia encontrada nas plantas doentes, caracterizada por brotações amareladas na copa das árvores, as quais são o resultado do mosqueamento ou clorose severa das folhas mais velhas, assemelhando-se à deficiência de zinco ou outros minerais. No início, os sintomas aparecem em um ou poucos ramos e, com o passar do tempo, progridem para toda a copa, com intensa queda de folhas e frutos. Os frutos são geralmente pequenos, desuniformes, com maturação incompleta e caem prematuramente. É comum a ocorrência de sementes com má formação, abortadas e com coloração escura. Além disso, a qualidade do suco é comprometida, com maiores teores de acidez e menor concentração de sólidos solúveis (McClellan & Schwarz, 1970). Os sintomas estão associados ao entupimento dos vasos do floema, que interrompe a translocação da seiva impedindo o desenvolvimento completo de ramos, folhas e frutos (Schneider, 1968; Achor et al., 2010). À medida em que a severidade da doença aumenta, diminui a produção da planta (Bassanezi et al., 2011).

Os agentes associados ao HLB são três diferentes espécies de bactérias gram-negativas que colonizam o floema. *Candidatus Liberibacter asiaticus* é a mais disseminada, encontrada na maioria dos países com HLB (Bové, 2006). *Candidatus Liberibacter africanus* é encontrada apenas na África e Oriente Médio (Garnier et al., 2000) e *Candidatus Liberibacter americanus* é restrita ao Brasil (Teixeira et al., 2005). A transmissão dessas bactérias ocorre por meio de insetos: o psílídeo asiático dos citros (*Diaphorina citri* Kuwayama) e o psílídeo africano dos citros (*Trioza erytrea* Del Guercio).

O psílídeo *D. citri* tem ampla distribuição geográfica. Trata-se de sugador de seiva do floema, com preferência por brotos e vegetações novas de citros, de murta (*Murraya* spp.) e de algumas outras espécies de rutáceas. Seu ciclo é formado por ovo, ninfa e adulto. Os ovos são colocados nas gemas vegetativas ainda quando os folíolos estão em formação. São

cinco os estádios ninfais até a fase adulta, que podem durar de 15 a 30 dias, dependendo das condições ambientais. As ninfas possuem mobilidade, porém se locomovem pouco. Quando adultos, podem atingir grandes distâncias voando ou sendo levados pelos ventos. É altamente prolífico. As fêmeas podem colocar de 200 a 800 ovos em sua vida. O ciclo total dura de 20 a 40 dias, dependendo da temperatura. No estado de São Paulo o pico populacional ocorre no final de primavera e início do verão, podendo ser encontrado durante o ano todo (Gallo et al., 2002).

Danos diretos às plantas cítricas, hoje extremamente raros devido ao acirrado controle químico, só ocorrem quando o inseto atinge grandes populações. Consistem de deformações em folhas em crescimento, morte da gema apical e aparecimento de fumagina (Bergmann et al., 1994). Mais importante que os danos diretos são os indiretos causados pela disseminação de *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus* (Bové, 2006), cuja transmissão ocorre em períodos inferiores à uma hora durante a alimentação de ninfas e adultos, sendo as ninfas mais eficientes em transmitir a bactéria.

Para que a inoculação seja bem sucedida, é necessário um tempo mínimo de uma a duas semanas após a aquisição, denominado período de latência (Lopes et al., 2013). Ressalta-se que períodos de alimentação mais longos e altos títulos da bactéria nos brotos aumentam a eficiência de aquisição e conseqüentemente transmissão (Parra et al., 2010; Lopes et al., 2013). A bactéria também pode ser transmitida por meio de enxertia de borbulhas contaminadas. Estudos recentes indicam não haver transmissão da bactéria das sementes para as mudas (Albrecht & Bowman, 2009; Hartung et al., 2010).

1.5. O huanglongbing – manejo

O HLB afeta todas as espécies de plantas cítricas sendo que, entre as variedades comerciais, as laranjas doces, tangerinas e tangelos são as mais suscetíveis. Atualmente, não existe cura para a planta doente. A poda de ramos sintomáticos e assintomáticos foi testada mostrando-se ineficaz (Lopes et al., 2007). Isto porque, após a infecção, a bactéria é rapidamente transportada via floema até o sistema radicular (Lopes et al., 2013). Devido aos enormes danos que a doença vem causando em regiões como a Flórida, novos produtos vêm sendo testados atualmente, assim como o uso do calor (Hoffman, et al., 2012). Com respeito às tentativas de termoterapia, estudos foram também conduzidos no Brasil envolvendo diferentes temperaturas, períodos de exposição e fontes de calor. Demonstrou-se a ineficácia deste procedimento em curar plantas doentes (Lopes et al., 2013). Assim, como ainda não

existe cura, o seu manejo requer ações preventivas como a remoção das plantas sintomáticas, plantio de mudas sadias e redução ao máximo da população do inseto vetor.

Plantas com sintomas, mesmo iniciais, devem ser eliminadas o quanto antes, devido ao risco de as mesmas servirem de fontes de inóculo para as sadias. Geralmente não se detecta todas as plantas com sintomas em uma única inspeção. Além disso, em razão do período de incubação (período de tempo entre a infecção das plantas e o aparecimento dos sintomas), que varia entre seis e 18 meses (Bové, 2006), áreas infestadas podem apresentar plantas infectadas, porém assintomáticas. As plantas doentes podem então ser divididas em três tipos: i) sintomáticas, normalmente detectadas nas inspeções, ii) sintomáticas, porém não detectadas (escapes), e iii) assintomáticas (Belasque Junior. et al., 2009).

A produção de mudas sadias é fundamental para a formação de qualquer pomar, independentemente do lugar ou variedade escolhida. O plantio de mudas sadias, produzidas com material vegetativo certificado ou fiscalizado em viveiros protegidos por tela ‘antiafideo’, que também não permite a passagem do psíldeo, é prática obrigatória desde 2003 em todo o estado de São Paulo e contribui para a sanidade dos pomares recém-plantados (São Paulo, 2003).

A detecção e quantificação do vetor têm sido feitas por meio de monitoramento com o uso de cartões adesivos (armadilhas) ou inspeção de brotações. Armadilhas adesivas de cor amarela têm sido as mais eficientes para esta finalidade. Esse monitoramento poder ser realizado concomitantemente com o monitoramento de pragas, com as amostragens feitas a cada quinze dias, ou de maneira isolada (Paiva, 2009). Maiores populações de *D. citri* geralmente ocorrem nos períodos em que as plantas apresentam brotações (Yamamoto et al., 2001) mas, como o inseto pode estar presente durante todo o ano na propriedade, há necessidade de monitoramento e controle contínuo.

Para o controle do vetor, o método mais efetivo é o tratamento das plantas com inseticidas. Para pomares adultos recomenda-se produtos de contato em toda a área foliar (Yamamoto & Miranda, 2009). Para pomares jovens, além dos produtos de contato, recomenda-se aplicações de produtos sistêmicos. Os mesmos devem ser aplicados na época das chuvas para melhor absorção (Yamamoto et al., 2009).

Todas as medidas de controle do HLB contribuem para o aumento do custo de produção. Nas inspeções isso se deve ao maior número de funcionários envolvidos na atividade durante todo o ano, determinando aumento no quadro geral de funcionários da fazenda. Com relação à erradicação de plantas, um único ramo com sintomas, quer seja jovem ou adulta, torna a planta alvo de erradicação, independente da variedade, idade, sanidade em

relação a outras doenças, e produtividade. Com isto, todo o custo envolvido no cultivo da planta que foi erradicada, desde seu plantio até se tornar adulta, é perdido. Além da perda direta da produção, tem-se a diminuição do *stand*, problema solucionado com replantio. Com relação ao controle químico, toda a mão de obra, maquinário (implementos) e produtos fitossanitários utilizados aumentam consideravelmente o custo de produção.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Conforme mencionado, o controle químico de *D. citri* é difícil e oneroso. Porém, pesquisas conduzidas no Fundecitrus indicam que os custos poderão ser reduzidos se as aplicações de inseticidas forem realizadas somente quando o inseto está presente na propriedade (determinado por monitoramentos de sua população), em substituição ao uso de calendários com datas pré-fixadas. Além disso, observações de campo indicam que a presença e incidência do inseto podem, até certo ponto, serem previstas pela presença de brotos na copa. A emissão e desenvolvimento de brotos dependem, por sua vez, da ação conjunta do porta-enxerto e do ambiente. Portanto, entender como esses fatores interagem poderá proporcionar aprimoramentos no controle químico e, neste caso, não somente de *D. citri*, mas também de outros insetos vetores e de insetos pragas que têm nos brotos seu local preferido de alimentação e oviposição, como é o caso dos pulgões, cigarrinhas e larva minadora. Com a previsão de ocorrência de populações futuras desses insetos é possível orientar e indicar o melhor momento de se proceder aplicações preventivas de inseticidas, tornando-as mais efetivas e menos onerosas.

Já por longo tempo diversos híbridos de porta-enxertos vêm sendo testados em algumas regiões do estado de São Paulo. Em um desses testes, conduzido em pomar comercial na região de Rincão, o potencial produtivo de 139 híbridos foi avaliado anualmente, por 12 anos. Procurou-se identificar híbridos que, além de reduzir o porte da planta, levassem a bons níveis de produção da copa. De todos, seis se mostraram bastante promissores. No entanto, para esse grupo, nada até agora foi investigado sobre o quanto eles poderiam influenciar na dinâmica de brotação na copa. Este trabalho foi, portanto, conduzido com o objetivo de avaliar a intensidade, frequência e distribuição de brotações em copa de laranja Natal enxertadas nos híbridos mencionados e sobre o porta-enxerto citrumelo Swingle, amplamente utilizado na citricultura e usado neste trabalho como controle.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área Experimental

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2013 a março de 2015 em uma fazenda de citros no município de Rincão, SP. O solo predominante é do tipo latossolo vermelho-escuro. A temperatura anual média é de 26°C, sendo mínima de 11°C, máxima de 28°C e 50 mm de chuva no inverno, e mínima de 20°C, máxima de 38°C, e 600 mm de chuva no verão. Historicamente, volume hídrico médio nas quatro estações do ano é de 1.600 mm.

O experimento incluiu seis híbridos de porta-enxertos ananizantes (Tabela 1) com boa produtividade quando comparados ao porta-enxerto comercial citrumelo Swingle. A copa avaliada foi a laranja doce Natal para todos os porta-enxertos. Os materiais foram plantados em 2003, em espaçamento de 7,0 m entre linhas e 3,5 m entre plantas em sistema de irrigação por gotejamento.

Tabela 1. Grupos de porta-enxertos analisados, seus códigos de nomenclatura, genótipos, número de plantas e altura média das plantas de laranjeira Natal aos 13 anos após o plantio.

Grupo de porta-enxertos	Código	Híbridos (parentais)	Número de plantas	Altura média
Citrandarin <i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	1711	Tangerina Changsha x English Large	3	3,57±0,09
	1483	Tangerina Cleópatra x English	3	3,51±0,14
	1656	Tangerina Cleópatra x Citrumelo Swingle 56439	3	3,55±0,15
Citrumelo <i>Citrus paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	1499	Citrumelo F80.18	3	3,67±0,09
	1456	Citrumelo F80.6	3	3,81±0,09
	419	Citrumelo Swingle	3	4,84±0,08
Trifoliata (<i>Poncirus trifoliata</i>)	1636	Trifoliata Barnes	3	3,77±0,09

A Figura 1 mostra a localização de todas as plantas incluídas no estudo. Plantas adultas com porta-enxerto citrumelo Swingle foram usadas como controle. O talhão da localização dos seis híbridos e do Swingle foi o mesmo, assim como o espaçamento, época de plantio e tipo de solo. Os tratamentos fitossanitários e de mecanização foram os mesmos para todas as plantas, os quais consistiram de adubações de acordo com a recomendação do Instituto Agrônomo de Campinas (Boletim Técnico 100) e pulverizações mensais de inseticida. Foi utilizado Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

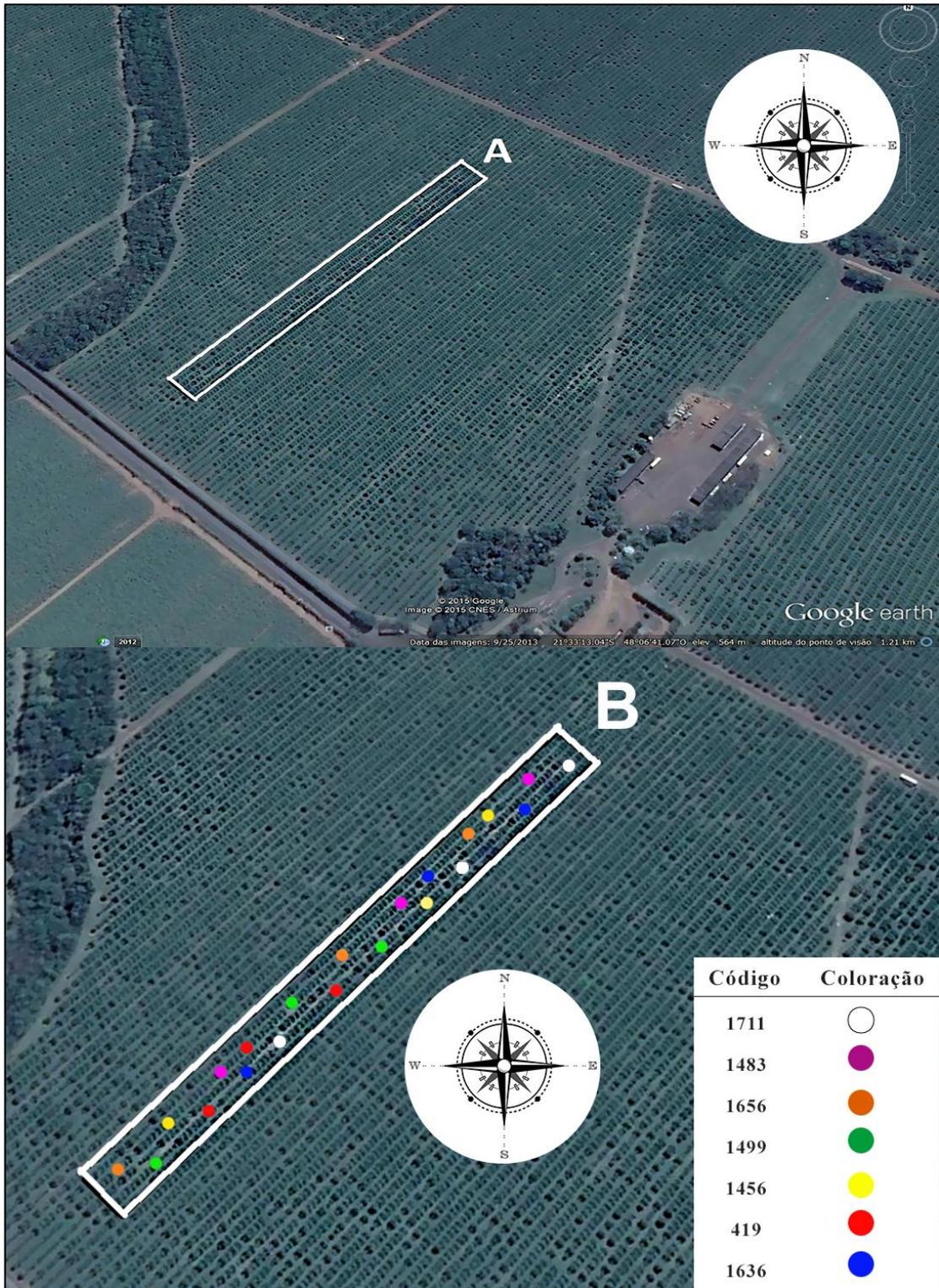


Figura 1. Vista aérea da quadra mostrando a localização da área experimental (A) e ampliação da foto A mostrando a localização das plantas de laranja Natal enxertadas nos diferentes porta-enxertos (B).

3.2. Avaliação da intensidade dos brotos

As avaliações de brotos foram realizadas através de duas metodologias, sendo contados o número de brotos em cada estágio fenológico, determinado de acordo com a escala de desenvolvimento vegetativo (Figura 2).

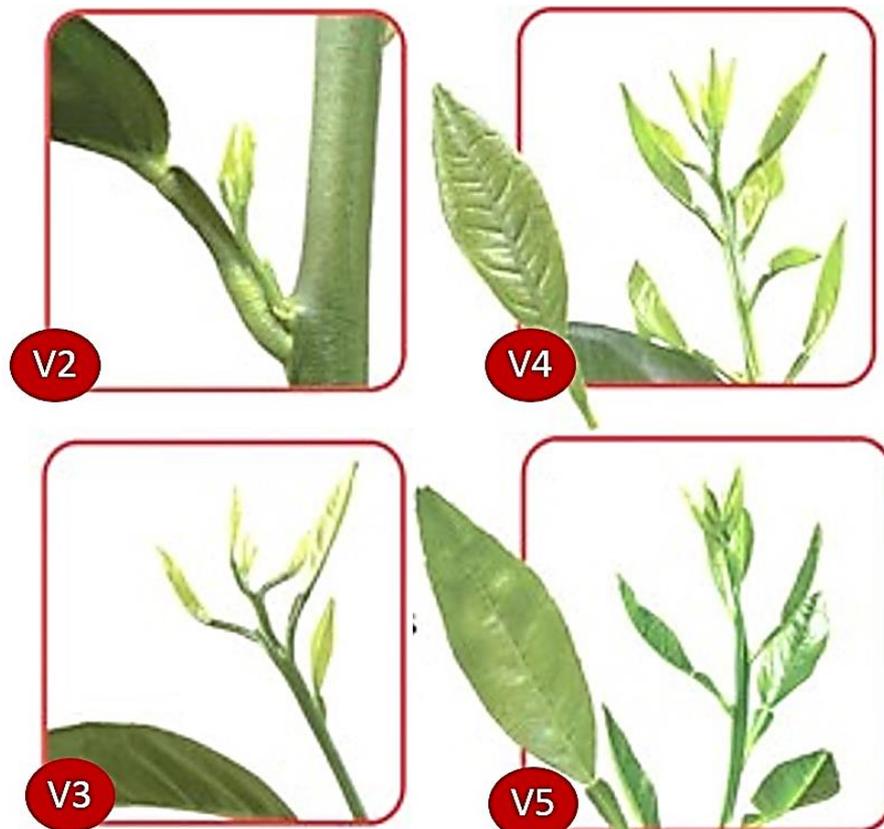


Figura 2. Fases de desenvolvimento dos brotos analisados neste estudo.

A primeira metodologia consistiu na contagem e classificação dos brotos, realizadas na parte interna da copa na área interna de uma moldura de 0,50 m x 0,50 m (0,25 m²), colocada na região central de cada planta, nos dois lados da copa (Figura 3). As avaliações foram feitas com frequência quinzenal, no outono e inverno e semanal, na primavera e verão, em função da velocidade de desenvolvimento ser maior nos meses mais quentes.



Figura 3. Moldura de 0,5 m x 0,5 m usada na contagem de brotos, posicionado na parte central da copa de uma árvore cítrica.

Para a segunda metodologia foram atribuídas individualmente notas em oito quadrantes da copa, sendo quatro de cada lado, os quais foram separados visualmente conforme mostrado na Figura 4. Estabeleceu-se empiricamente uma escala de 5 notas para a classificação da intensidade de brotos sendo 0= sem brotos, 1= até 25%, 2= de 25 a 50%, 3= de 50 a 75%, 4= acima de 75% da área do quadrante com presença de brotos.

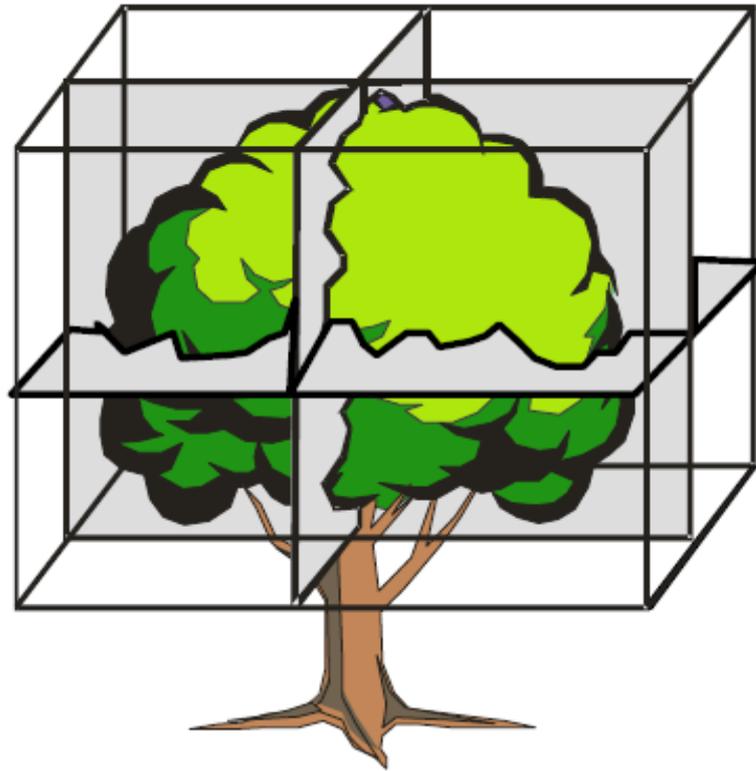


Figura 4. Divisão esquemática de uma planta cítrica em oito quadrantes, sendo quatro de cada lado da copa, usada na atribuição de notas das brotações. Adaptado de Gottwald, 2007.

3.3. Dados climáticos

Durante todo o período de avaliação (dezembro de 2013 a março de 2015) foram registrados os dados climáticos de chuva, temperatura (máxima, mínima e média) e umidade relativa, sendo utilizado um pluviômetro e um registrador digital de temperatura e umidade relativa (modelo HT500 Instrutherm, São Paulo). Para as temperaturas, foram calculadas as médias das máximas e das mínimas absolutas e médias diárias no período entre as datas de avaliação. Para o caso das chuvas, foram calculados os volumes totais acumulados entre datas.

As plantas foram irrigadas durante os meses de junho, agosto, setembro e outubro, aplicando volume de 0,44 mm/hora, 10 horas/dia, sete dias por semana, totalizando 4,4 mm/dia em cada planta da área experimental. Quando ocorriam chuvas de 10 mm ou mais, a irrigação era desligada por tempo equivalente a dois dias para cada 10 mm de chuva.

3.4. Análise dos dados

Para fins de análise, foi considerada a totalidade de brotos nos estádios v2 a v5. Cada planta foi considerada uma repetição. Inicialmente foi calculado o total de brotos contados nos dois lados da copa e a média das notas dos oito quadrantes. Esses dados foram usados para calcular a área abaixo da curva (AAC) para cada repetição, empregando-se a fórmula para cálculo da área do trapézio, sendo as bases do trapézio a média (por planta e por data de avaliação) da soma de brotos em dois lados da copa, ou a nota média dos oito quadrantes, e a altura o número de dias entre as avaliações. Optou-se por adotar a área abaixo da curva (AAC) como medida de avaliação da intensidade de brotos porque, assim como ocorre com epidemias (Campbell & Madden, 1990), a área abaixo da curva integra todos os possíveis fatores que podem ter influenciado a intensidade total de brotos em uma determinada planta. Além disso, a AAC é de fácil visualização.

Os totais de AAC de todas as datas de avaliação foram então submetidos à análise de variância e comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$). A intensidade de brotos foi avaliada comparando-se as médias do total de AAC para o número ou nota. A variação de brotações foi avaliada comparando-se as médias dos desvios (erro padrão da média) que ocorreram nas datas de avaliação, ou seja, no tamanho da oscilação da intensidade média de brotos (nos tamanhos dos picos) ao longo das 38 avaliações. A frequência de brotações foi avaliada comparando-se a porcentagem média do número de datas de ocorrência de brotos sobre o total de datas de avaliação. Visando determinar possíveis diferenças de brotação em relação a posição da copa, os dados de nota foram estratificados em base e topo.

Análise de correlação foi conduzida visando determinar a efetividade da atribuição de notas (variável dependente) em substituição à contagem de brotos (variável independente). Regressão múltipla visando identificar o parâmetro climático que mais se associou à intensidade de brotos foi aplicada aos dados de AAC para contagem de brotos (variável dependente) e dados acumulados de chuva e média das temperaturas máxima e mínimas diárias absolutas registrados no período entre avaliações (variáveis independentes). Tanto para a correlação como para regressão o grau da associação ou relacionamento entre as variáveis foi determinado pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (R) (Schultz & Schultz, 1992). Foi considerado forte valores entre 0,7 e 0,9, moderado entre 0,5 a 0,7, e fraco abaixo de 0,5. A qualidade do ajuste do modelo obtido, ou o quanto o modelo estimado foi capaz de explicar os dados coletados, foi determinado pelo coeficiente de determinação (R^2) (Figueiredo Filho & Silva Júnior, 2009).

4. RESULTADOS

4.1. Intensidade, uniformidade e incidência de brotações.

Na Figura 5 são apresentados resultados das análises dos valores de área abaixo da curva (AAC) para número de brotos, e na Figura 6 as análises da AACs para notas de brotos, para todos os porta-enxertos no período de avaliação.

Quando as plantas foram avaliadas com base no número de brotos (Fig. 5), não houve diferenças entre porta-enxertos para uniformidade ($F=1,85$; $P=0,1605$) e incidência (Chi quadrado = $9,441$; $P=0,1502$). Com relação à intensidade, o 1711 foi o porta-enxerto que mais emitiu brotos e citrumelo Swingle e 1499 os que menos brotaram ($F=3,92$; $P=0,0165$).

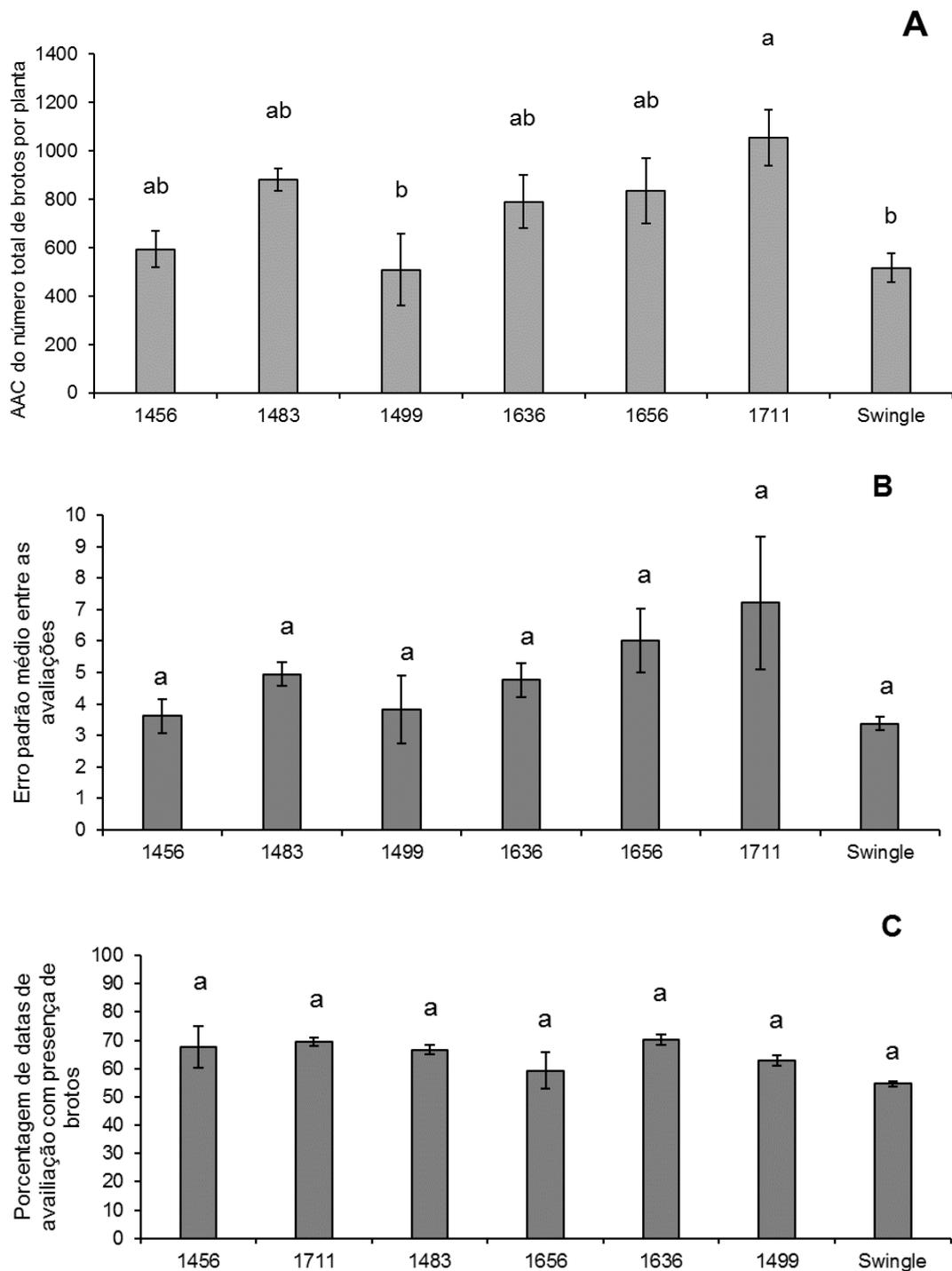


Figura 5. Intensidade (A), uniformidade (B) e incidência de brotações (C) em área de 0,50m² de copas de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos. A e B foram determinadas respectivamente pelas médias do total da área abaixo da curva e dos valores do erro padrão, e C pela porcentagem de datas de avaliação com brotos em três plantas. As plantas foram avaliadas no período de dezembro de 2013 a março de 2015 totalizando 38 datas. Médias com mesma letra não diferem entre si.

Quando as plantas foram avaliadas com base em notas atribuídas a quadrantes da copa, observou-se, no geral, maior quantidade de brotos no topo das copas ($F=7,22$;

$P=0,012$), com exceção do 1499. Não houve interação entre porta-enxerto e região da copa (base ou topo) ($F=0,93$; $P=0,4868$).

Análise global dos dados (base e topo) mostrou maiores intensidades para o 1456 e 1656 e menores para o 1499 e Swingle ($F=5,61$; $P=0,0006$). Os demais não diferiram entre si e entre os três porta-enxertos citados.

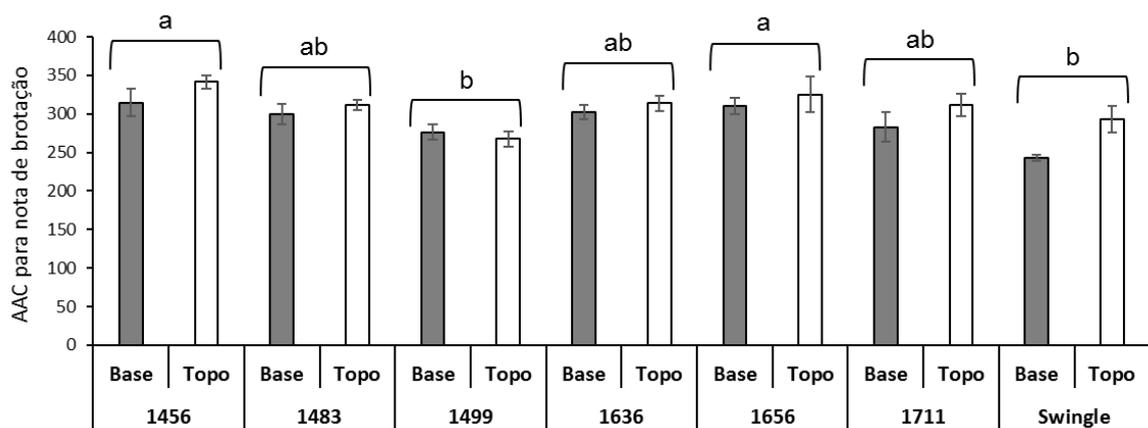


Figura 6. Intensidade de brotações em oito quadrantes de copas de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos, determinada pelas médias do total de notas da área abaixo da curva atribuídas em três plantas, sendo nota 1 até 25%, 2 de 25 a 50%, 3 de 51 a 75% e 4 acima de 75% da área do quadrante com a presença de broto. As plantas foram avaliadas no período de dezembro de 2013 a março de 2015, totalizando 38 datas. Parâmetros com mesma letra não diferem entre si.

Análise de correlação das AACs para número e nota de brotos mostrou associação positiva entre os valores obtidos para os dois métodos de avaliação (Tabela 2).

Tabela 2. Associação entre área abaixo da curva da média do número de brotos, contados em área de 0,5m², e de notas médias de brotações atribuídas em oito quadrantes da copa de laranjeira Natal enxertada em diferentes porta-enxertos, durante 38 avaliações conduzidas no período dezembro de 2013 a março de 2015.

Porta-enxerto	Coefficiente de Pearson (R)	Coefficiente de determinação (R² ajustado)
1456	0,79	0,61
1656	0,74	0,53
1483	0,73	0,52
1636	0,69	0,47
1711	0,69	0,45
Swingle	0,68	0,44
1499	0,57	0,30
Total	0,76	0,56

O grau de correlação (R) foi forte para seis dos sete porta-enxertos (R entre 0,7 e 0,9) e moderado para o 1499 (R entre 0,5 e 0,7). Os valores do coeficiente de determinação (R² ajustado), que indicam variação no quanto as notas são explicadas pelo número de brotos, variaram entre 30% para o 1499 e 61% para o 1456.

4.2. Influência do clima nas brotações

No período de avaliação de brotos, o volume de chuvas não diferiu do regime padrão típico para a região aonde está localizada a propriedade na qual o experimento foi conduzido, ou seja, verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos (Fig. 7).

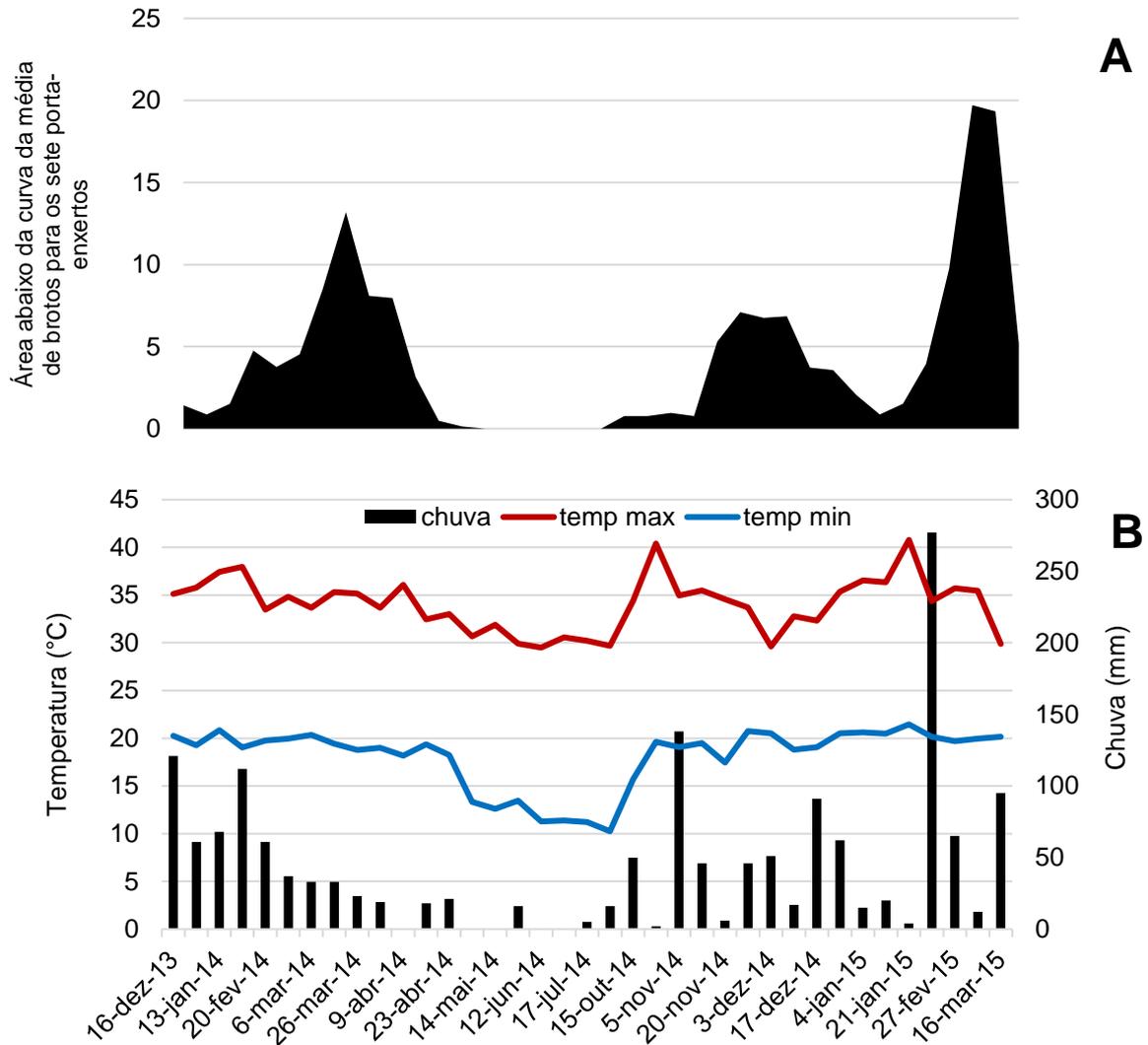


Figura 7. Média geral da área abaixo da curva do total de brotos em copa de laranja Natal sobre sete diferentes porta-enxertos (A), e dados climáticos (médias das temperaturas máximas e mínimas diárias e acumulado de chuva) (B), no período de dezembro/2013 a março/2015.

Entre a data inicial em que as plantas foram avaliadas e a final, a temperatura mínima absoluta foi de 10,3°C e máxima de 40,8°C. O volume de chuvas acumulado no período variou de 0 a 277 mm. Separando-se por estações, observa-se maiores índices de chuva no verão seguidos do outono e inverno.

De maneira geral, os porta-enxertos variaram pouco na resposta às variações climáticas (precipitação e temperatura) com picos ocorrendo nos períodos de chuvas regulares (Fig. 7 e 8).

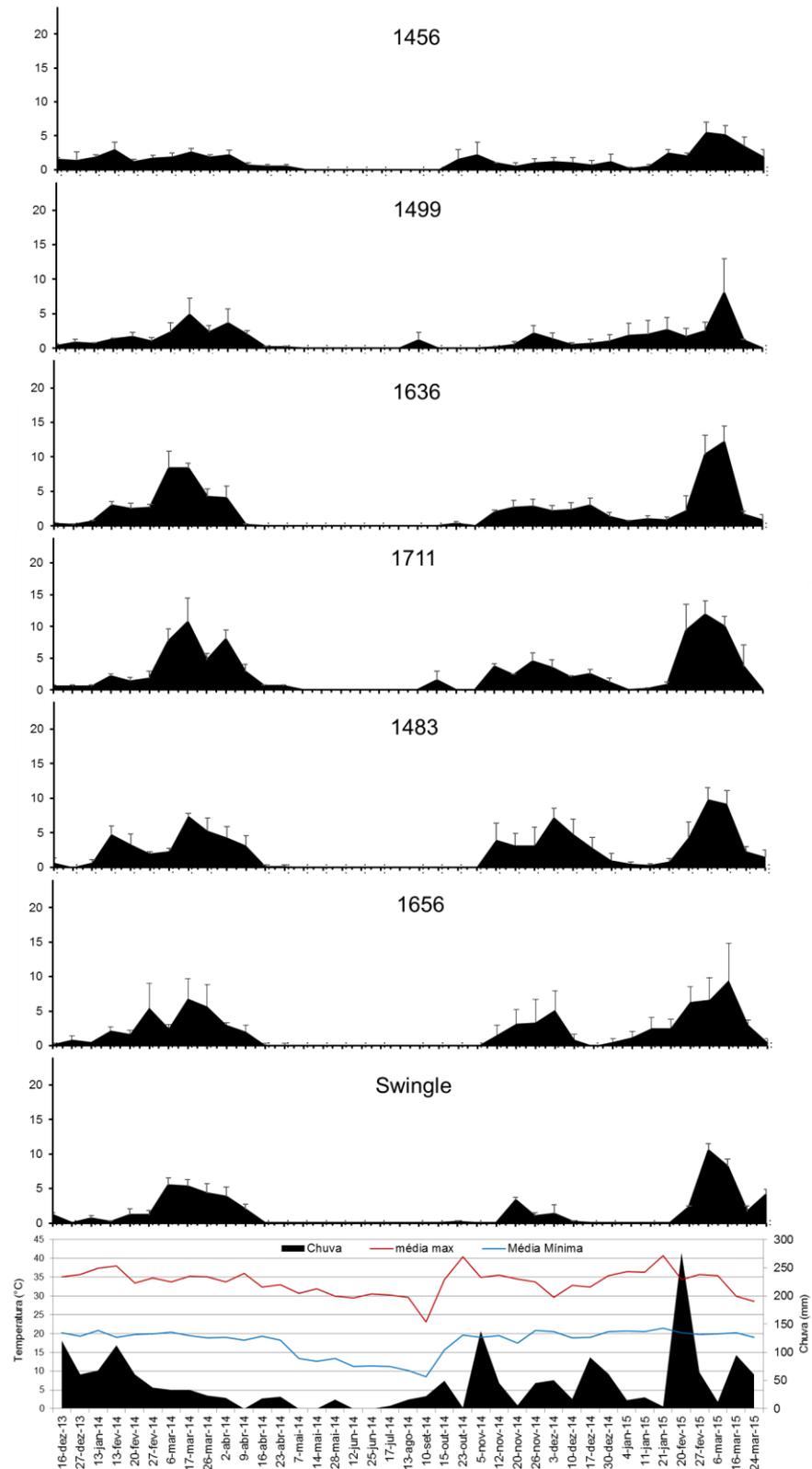


Figura 8. Média geral da área abaixo da curva do total de brotos em copa de laranja Natal sobre sete diferentes porta-enxertos (A), e dados climáticos (médias das temperaturas máximas e mínimas diárias e acumulado de chuva) (B), no período de dezembro/2013 a março/2015.

Análise de regressão com a média dos valores de AAC por planta de todos os porta-enxertos mostrou, no entanto, que, no geral, o fator que mais esteve associado à intensidade de brotos foi a média das temperaturas mínimas, ou seja, quanto maiores as médias das temperaturas mínimas absolutas diárias no período entre avaliações, maior foi a intensidade de brotos (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de regressão entre médias do número e notas de brotos detectados na copa de laranjeira Natal enxertadas em sete porta-enxertos, durante 38 avaliações conduzidas no período de dezembro de 2014 a março de 2015, e clima.

Variável dependente	Coeficiente de Pearson (R)			Coeficiente de determinação (R ² ajustado)
	Temperatura máxima ⁽¹⁾	Temperatura mínima ⁽²⁾	Chuva ⁽³⁾	
Número de brotos	n.s. ⁽⁴⁾	0,41	n.s.	0,14
Nota de brotos	n.s.	0,64	n.s.	0,49

⁽¹⁾Média das temperaturas máximas e ⁽²⁾mínimas absolutas diárias no período entre avaliações.

⁽³⁾Valor acumulado em mm no período entre avaliações. ⁽⁴⁾não significativo.

Há que se considerar que o grau de associação foi de moderado a fraco tanto para número como para nota (R² 0,14 e 0,49). A não associação com chuvas pode ser devida a um provável efeito retardado deste fator sobre as brotações, conforme sugere oscilação dos dados mostrados nas Figuras 8 e 9.

5. DISCUSSÃO

A necessidade de monitorar e controlar insetos que se alimentam de brotações novas aumentou na citricultura como resultado do aumento da ocorrência de doenças disseminadas por insetos que se desenvolvem exclusivamente nas brotações novas. Até o final da década de 1980 a maior preocupação eram os pulgões. No ano de 1987 foi identificada uma nova doença disseminada por cigarrinhas, a clorose variegada dos citros. Mais tarde, em 1996, surgiu a larva minadora (*Phyllocnistis citrella* Stainton), que tem favorecido a infecção de brotos e tecidos jovens pela bactéria do cancro e intensificados os sintomas da doença (Browning et al., 1995; Graham et al., 2004). Mais recentemente foi detectado o HLB, doença disseminada pelo psílideo *D. citri* que também tem nas brotações os locais preferidos de alimentação e reprodução (Halbert & Manjunath, 2004; Hall, 2005).

Desta forma, o conhecimento da dinâmica de brotações em citros é de grande valor para a tomada de decisão sobre o momento mais apropriado para se iniciar o controle da praga ou vetor (Hall & Albrigo, 2007). Diferentes procedimentos de amostragem e quantificação de brotos têm sido empregados. Cooper et al. (1963) utilizaram uma moldura quadrada de 0,6 m × 0,6 m posicionada a uma altura de 1,8 m acima do solo. Catling (1969), por sua vez, empregou molduras quadradas de tamanhos diferentes, sendo 0,4 m² para árvores pequenas (até 4 m de altura) e 1,5 m² para árvores de porte mais alto (acima de 4 m). Já Hermoso de Mendoza et al. (2001) e Marroquín et al. (2004) usaram um anel de 0,25 m² posicionado em oito quadrantes da copa.

No presente estudo foram empregados dois procedimentos: (i) contagem dos brotos na parte interna delimitada por uma moldura de 0,5 m x 0,5 m posicionada na parte central de dois lados opostos da copa, e (ii) atribuição de notas em oito quadrantes com base na estimativa visual da intensidade de brotos observados. Além disso, os brotos foram separados por estágio fenológico. Para fins de análise, no entanto, foram comparados todos os brotos independentemente do estágio vegetativo, haja visto serem todos os tecidos tenros propícios à alimentação de *D. citri*. De maneira geral, houve correlação, porém moderada, entre as duas metodologias de avaliação. A atribuição de notas é menos trabalhosa e rápida e permite a avaliação da planta como um todo. No entanto, há necessidade de mais estudos comparativos entre as duas metodologias, envolvendo plantas de diferentes idades e variedades.

No presente estudo confirmou-se a existência de associação entre clima e emissão de brotos. Os picos de brotação ocorreram durante o verão, logo após período de chuvas regulares e temperaturas mais elevadas. Este comportamento coincide com o observado em 24

pesquisas conduzidas em outros locais. Trabalhando com plantas adultas, Garcia- Marí et al. (2002) e Cooper et al. (1963) observaram maior quantidade de brotos na primavera e verão.

Na formação de um pomar comercial de citros, em área de grande pressão de psilídeo e HLB, é preferível um porta-enxerto que, ao longo do ano, induza a emissão de brotos em períodos definidos do que um que induza a emissão de brotos de forma imprevisível. Tendo em vista que a ocorrência de brotos está associada à ocorrência de psilídeos, no primeiro caso o número de pulverizações poderá ser reduzido, sem perda de eficiência, com consequente redução de custo. Tendo em vista que nenhum dos híbridos testados no presente estudo se mostrou superior ao citrumelo Swingle quanto à intensidade, número de ocorrência e uniformidade de brotações, conclui-se que nenhum deles trará vantagens no controle de *D. citri* em relação ao Swingle caso venha a ser empregado como porta-enxerto comercial

REFERÊNCIAS

- Achor, D.S., Exteberria, E., Wang, N., Folimonova, S.Y., Chung, K.R., Albrigo, L.G. 2010. Sequence of anatomical symptom observations in citrus affected with huanglongbing disease. **Plant Pathol** 9:56-64.
- Albrecht, U., Bowman, K.D. 2009. Candidatus *Liberibacter asiaticus* and huanglong-bing effects on citrus seeds and seedlings. **HortScience** 44:1967-1973.
- Bassanezi, R.B., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Gimenes-Fernandes, N., Gottwald, T.R., Bove, J.M. 2003. Spatial and temporal analyses of Citrus Sudden Death as a tool to generate hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology** 93:502-512.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G., Bergamin Filho, A., Amorim, L. 2011. Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Plant Pathology** 130:577-586.
- Belasque Junior, J., Bergamin Filho, A., Bassanezi, R.B., Barbosa, J.C., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Lopes, S.A., Machado, M.A., Leite Junior, R.P., Ayres, A.J., Massari, C.A. 2009. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de huanglongbing (HLB, greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology** 34:137-145.
- Bergmann, E.C., Fernando, S.S., Faria, A.M. 1994. Surto de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), 1908, em pomares cítricos no Estado de São Paulo. **Biológico** 56:22-25.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **J. Plant Pathol** 88:7-37.
- Browning, H.W., McGovern, R.J., Jackson, L.K., Calvert, D.V., Wardowski, W.F. 1995. **Florida citrus diagnostic guide**. Florida: Florida Science Source, Inc. 244 p.
- Campbell, C.L., Madden, L.V. 1990. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley. 532 p.
- Catling, J.D. 1969. The bionomics of the South African citrus psylla, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Homoptera: Psyllidae): 1. The influence of the flushing rhythm of citrus and factors which regulate flushing. **Journal of Entomology** 32:191-208.
- Colleta-Filho, H.D., Targon, M.L.P.N., Takita, M.A., De Negri, J.D., Pompeu Junior, J., Carvalho, A.S., Machado, M.A. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing ("Candidatus *Liberibacter asiaticus*") in Brazil. **Plant Disease** 88:1382.
- Cooper, W.C., Peynado, A., Furr, J.R., Hilgeman, R.H., Cahoon, G.A., Boswell, S.B. 1963. Tree growth and fruit quality of Valencia oranges in relation to climate. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci** 82:180-192.
- Figueiredo Filho, D.B., Silva Junior, J.A. 2009. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje** 18(1):115-146.

Fundecitrus. 2015. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro – Retrato dos pomares em março/2015 - n.1 – 2015**. Fundo de Defesa da Citricultura. Disponível em: < <https://www.fundecitrus.com.br/pes/inventario>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

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., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. 2002. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p.

Garcia-Marí, F., Granda, C., Zazaagoza, S., Agustí, M. 2002. Impact of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on leaf area development and yield of mature citrus trees in the Mediterranean area. **Journal of Economic Entomology** 95:966-974.

Garnier, M., Bové, J.M., Cronje, C.P.R., Sanders, G.M., Korsten, L., Le Roux, H.F. 2000. Presence of *Candidatus Liberibacter africanus* in the Western Cape province of South Africa. In: da Graca, J.V., Lee, R.F., Yokomi, R.K. (Eds.). **Proc. 14th Conf. Int. Organ. Citrus Virologists**. Riverside, CA: IOCV. p. 369–372.

Graham, J.H., Gottwald, T.R., Cubero, J., Achor, D.S. 2004. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*: Factors affecting successful eradication of citrus canker. **Plant Pathol** 5:1-15.

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

Hall, D.G. 2005. Overview of the Asian citrus psyllid. **Proc. of the 2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop**. Orlando, Florida Citrus Mutual. Paper H-12. p. 60.

Hall, D.G., Albrigo, L.G. 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. **HortScience** 2:364-368.

Hartung, J.S., Halbert, S.E., Pelz-Stelinski, K., Brlansky, R.H., Chen, C., Gmitter, F. 2010. Lack of evidence for transmission of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ through citrus seed taken from affected fruit. **Plant Disease** 94:1200-1205.

Hermoso de Mendoza, A., Belliure, B., Carbonell, E.A., Real, V. 2001. Economic thresholds for *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on *Citrus clementine*. **Journal of Economic Entomology** 94:439-444.

Hoffman, M.T., Doud, M.S., Williams, L., Zhang, M., Ding, F., Stover, E., Hall, D., Zhang, S., Jones, L., Gooch, M., Fleites, L., Dixon, W., Gabriel, D., Duan, Y. 2012. Heat Treatment Eliminates ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ from infected citrus trees under controlled conditions. **Phytopathology** 3:12-10.

Lin, K.H. 1956. Yellow shoot of citrus. Symptomatology. Investigations in the cause of Huanglongbing. Natural transmission and spread. General conclusion. **Acta Phytopathol** 2:1-42.

- Lopes, S.A., Benedito, F.A.Q., Martins, E.C., Fassin, C., Barbosa, J.C., Beattie, A. 2013. 'Candidatus Liberibacter asiaticus' titers in citrus and acquisition rates by *Diaphorina citri* are decreased by higher temperature. **Plant Disease** 97(12):1563-1570.
- Lopes, S.A., Frare, G.F., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Barbosa, J.C. 2007. Ineffectiveness of pruning to control citrus huanglongbing caused by Candidatus Liberibacter americanus. **European Journal of Plant Pathology** 119:463-468.
- Marroquín, C., Olmos, A., Gorris, M.T., Bertolini, E., Carmen Martínez, M., Carbonell, E.A., Hermoso de Mendoza, A., Cambra, M. 2004. Estimation of the number of aphids carrying citrus tristeza virus that visit adult citrus trees. **Virus Res** 100:101-108.
- Mattos Junior, D., Negri, J.D., Figueiredo, J.O., Pompeu Junior, J. 2005. **Citros: Principais Informações e Recomendações de Cultivo**. Instituto Agronômico de Campinas. Boletim Técnico.
- McClellan, A.P.D., Schwarz, R.E. 1970. Greening or blotchy-mottle disease of citrus. **Phytophylactica** 2:177-194.
- Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. O retrato da citricultura brasileira. Ribeirão Preto: Markestrat. 137 p.
- Paiva, P.E.B. 2009. Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo. 65 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo.
- Parra, J.R.P., Lopes, J.R.S., Torres, M.L.G, Nava, D.E., Paiva, P.E.B. 2010. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** 31(1):37-51.
- Passos, O.S., Filho, W.S.S., Sobrinho, A.P.C. 2005. Classificação Botânica. In: Filho, H.P.S., Magalhães, A.F.J., Coelho, Y.S. **Citros: 500 Perguntas 500 Respostas**. Brasília, DF: Embrapa. p. 15-18.
- Pompeu, J., Rodrigues, O., Viégas, F., Pompeu Junior, J., Amaro, A.A. 1991. Porta-enxertos. **Citricultura Brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill.
- Quintana, A.C. Citros – Exportações e importações brasileiras de laranja, balanços mundiais de laranja e de suco concentrado de laranja. In: FNP Consultoria & Comercio. **Agrianual 2016**. Informa Economies FNP. p. 248.
- São Paulo. Portaria ADAESP N° 01, de 10 de fevereiro de 2003. Medidas de Defesa Sanitária Vegetal, no Estado de São Paulo, para Mudanças Cítricas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo.
- Schneider H. 1968. Anatomy of Citrus. In: Reuther, W. **The citrus industry**. Berkeley: Univ. Calif.
- Schultz, D.P., Schultz, S.E. 1992. História da psicologia moderna. 16. ed. São Paulo: Cultrix. 439 p.

Spiegel-Roy, P., Goldschmidt, E.E. 1996. **Biology of Citrus**. New York: Cambridge University Press. 127 p.

Swingle, W.T., Reece, P.C. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. In: Reuther, W., Webber, H.J., Batchelor, L.D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California. p.190-430. v.1.

Teixeira, D.C., Ayres, A.J., Kitajima, E.W., Tanaka, F.A.O., Danet, J.L., Jagoueix-Eveillard, S., Saillard, C., Bové, J.M. 2005. First report of a Huanglongbing like disease of citrus in Sao Paulo State, Brazil, and association of a new liberibacter species, *Candidatus Liberibacter americanus*, with the disease. **Plant Disease** 89:107.

Yamamoto, P.T., Felipe, M.R., Sanches, A.L., Coelho, J.H.C., Garbim, L.F., Ximenes, N.L. 2009. Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. **BioAssay**, 4:4 (on line).

Yamamoto, P.T., Miranda, M.P. 2009. Controle do psilídeo *Diaphorina citri*. **Ciência e Prática** 1:10-12.

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