

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
FITOSSANIDADE DOS CITROS**

GUILHERME BARONI

**Influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em
limão-siciliano afetado por huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Silvio Aparecido Lopes

Coorientador: Dr. Juan Camilo Cifuentes-Arenas

**Araraquara
Abril 2022**

GUILHERME BARONI

**Influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em
limão-siciliano afetado por huanglongbing**

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

Orientador: Dr. Silvio Aparecido Lopes

Coorientador: Dr. Juan Camilo Cifuentes-Arenas

**Araraquara
Abril 2022**

GUILHERME BARONI

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

Araraquara, 27 de abril de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvio Aparecido Lopes (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP

Prof. Dr. Eduardo Augusto Girardi
Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas/BA

Dr. Everton Vieira de Carvalho
Agroceres Helix Sementes Fitopatologia e Produção de Sementes – Patos
de Minas /MG

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Emílio Carlos Baroni e Deise Maria Varussa Baroni, pela criação, educação, ensinamentos, proteção, sacrifício, valores e pela vida.

Ao meu irmão Carlos Eduardo Baroni, por apoiar em minhas decisões, ser um companheiro extraordinário em minha vida e vibrar com minhas conquistas.

À minha avó Alice, por me abençoar todos os dias.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora de Aparecida pela vida, resiliência, capacitação, sabedoria, proteção, fé, benção e sempre por guiarem meus passos no caminho da vida.

À empresa Agro São José, pela oportunidade, confiança, incentivo e apoio de fazer o mestrado durante o trabalho.

Ao diretor agrícola da Agro São José, André Luis Teixeira Creste, por todas as oportunidades, apoio, ensinamentos e incentivos para meu crescimento profissional e pessoal.

A todos os funcionários da Fazenda São José que ajudaram na condução do experimento, aos tratoristas Júlio Rita e Laercio Aleluia que conduziram as podas no pomar. Aos técnicos e amigos, Leandro Basso, Luis Antônio, Cristiano Silva, Fernando Costa e Guilherme Spatti.

Ao Dr. Silvio Aparecido Lopes pela orientação, apoio, compreensão e ensinamentos durante a realização dos estudos e pela oportunidade de tê-lo como professor. Ao Dr. Juan C. Arenas pela coorientação, ajuda, análises em toda a realização do projeto.

A todos os técnicos e pesquisadores da Fundecitrus, principalmente à equipe experiente e dedicada que auxiliou e orientou na realização dos experimentos (Hermes Teixeira, Wellington e Fernanda Queiroz).

Ao Dr. Laudecir Lemos Raiol Junior e Prof. Dr. Renato Beozzo Bassanezi por participarem da banca de qualificação e pelas sugestões de melhorias e, ao Dr. Everton Vieira Carvalho e Prof. Dr. Eduardo Augusto Girardi por participarem da banca de defesa e contribuírem para esta dissertação.

Aos meus amigos Cristiano A. Rossi, Bruno L. Bertagna, Felipe Mackey, Fabiana R. Mackey e Ana Larissa Bellan por todo o apoio. Especialmente ao casal Cesar A. Santana e Gabriela C. Salgado pela paciência, orientação e ajuda.

Aos amigos do 7º ciclo do Mastercitrus pelo companheirismo, aprendizado e convivência durante o curso.

À minha família e noiva Ariana Bellan por serem os pilares na minha vida.

*"Procuro semear otimismo e plantar sementes de paz e justiça.
Digo o que penso, com esperança. Penso no que faço, com fé.
Faço o que devo fazer, com amor.
Eu me esforço para ser cada dia melhor,
pois bondade também se aprende."*

Cora Coralina

*"E mesmo que meus passos sejam em falso,
mesmo que os meus caminhos sejam os errados,
mesmo que meu jeito de levar a vida te incomode,
eu sei quem sou, e sei pelo que devo lutar!
Se você acha que meu orgulho é grande,
é porque nunca viu o tamanho da minha FÉ"*

Tião Carreiro

Influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em limão-siciliano afetado por huanglongbing

Autor: Guilherme Baroni

Orientador: Dr. Silvio Aparecido Lopes

Coorientador: Juan Camilo Cifuentes-Arenas

Resumo

Como acontece com os citros em geral, em limão-siciliano podas de ramos laterais e de topo das copas podem resultar em intensa brotação. Desconhece-se o quanto essa prática influencia nas brotações de plantas afetadas por huanglongbing (HLB), informação que pode ser importante para o aprimoramento do manejo, pois a bactéria associada à doença (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) é transmitida por insetos (*Diaphorina citri*) que têm nas brotações sua principal fonte de alimento e local de reprodução. Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência poda sobre o momento de emissão e intensidade de brotos nas copas de plantas com sete anos de idade de limão-siciliano (variedade 'Limoeira 8A' enxertada em citrumeleiro 'Swingle'), doentes e sadias, no período de janeiro de 2019 a janeiro de 2021, em pomar localizado no município de Rio Claro, região Sul do cinturão citrícola de SP e MG. As podas foram conduzidas nos anos de 2019 e 2020, no 3º, 30º e 60º dia após a data da colheita principal, com plantas sem poda servindo como controle. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcela a época de poda (rua de plantio) e subparcela a condição sanitária (sadia e doente), com oito plantas (repetições) na subparcela. A cada 15 dias, os brotos presentes em quatro ramos de 50 cm localizados nos quadrantes superiores da copa eram contados e classificados em estádios vegetativos. O ano de 2020 foi atípico com as plantas sendo expostas a maiores estresses hídricos do que em 2019. Tanto em plantas doentes como em sadias, as podas afetaram a intensidade, mas não o período de maior brotação (outubro e novembro nos dois anos avaliados). Em 2019, as plantas podadas 30 dias após a colheita brotaram mais do que as podadas no 3º ou 60º dia. Nos 30 dias anteriores à poda, as plantas haviam passado por forte estresse hídrico e térmico, condição que foi amenizada nos 30 dias posteriores, contrário do que ocorreu com a poda feita no 3º dia (sem estresse antes, mas forte estresse depois) e no 60º dia (estresse moderado antes, mas forte depois). Em 2020, a poda realizada no 30º dia também resultou em maior quantidade de brotos do que a poda do 60º dia, porém, ambas não diferiram dos demais tratamentos do mesmo ano, talvez em decorrência dos maiores estresses hídricos e térmicos. Em 2019, as plantas doentes emitiram mais brotos do que as sadias e, nos dois anos de estudo, as brotações surgiram antes nas plantas doentes do que nas sadias, podadas ou não. Maior quantidade e antecipação das brotações nas plantas doentes podem ter importantes consequências epidemiológicas e indicam que, em pomares que ainda mantenham plantas com HLB, o controle do psilídeo requer cuidados extras no que diz respeito ao início e frequência de pulverizações com inseticidas. Sugere-se realizar inspeções mais constantes e que se iniciem as pulverizações ao primeiro sinal de inchamento das gemas e início de desenvolvimento dos brotos.

Palavras-chave: brotos, *Candidatus Liberibacter*, *Citrus limon*, clima, déficit hídrico.

Influence of pruning on flushing dynamics and intensity of Sicilian lemon affected by huanglongbing

Autor: Guilherme Baroni

Orientador: Dr. Silvio Aparecido Lopes

Coorientador: Juan Camilo Cifuentes-Arenas

Abstract

As with citrus in general, in lemons, pruning the sides and the upper parts of the canopies can result in intense flushing. It is not known how much this practice would influence flushing on plants affected by huanglongbing (HLB), information that may be important for improving HLB management, since the bacterium associated with the disease (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) is transmitted by insects (*Diaphorina citri*) to which new shoots are the main sources of food and sites for reproduction. Therefore, the aim of this work was to evaluate the influence of the pruning time on the moment of emission and intensity (quantity) of new shoots emitted on the canopy of 7-year-old trees ('Limoeira 8A' variety grafted on 'Swingle citrumelo'), diseased and healthy, from January 2019 to January 2021, in an orchard located in the municipality of Rio Claro, south region of citrus belt of SP and MG. Pruning was carried out in 2019 and 2020, on the 3rd, 30th and 60th day after the main harvest date, with plants without pruning serving as control, in an experiment designed as split plot (planting rows) and completely randomized distribution of replications (8 healthy plants and 8 diseased plants in each planting row). Every 15-day interval, the shoots present in four 50-cm branches located in the upper quadrants of the canopy were counted and classified based on the vegetative developmental stage. The year 2020 was atypical with plants being exposed to higher water stress than in 2019. In both diseased and healthy plants, pruning affected the intensity, but not the period of highest sprouting (October and November in the two years evaluated). In 2019, the plants pruned 30 days after harvest emitted more flushes than those pruned at the 3rd or 60th day. In the previous 30 days of pruning, the plants had suffered strong water and thermal stresses, a situation that became milder in the 30 days post pruning, contrary to what happened with the plants pruned at the 3rd (no stress before but strong stress after) 60th day (moderate stress before and heavy stress after). In 2020, the plants pruned at the 30th day also resulted in higher number of shoots than those pruned at 60th day, however, his pruning dates did not differ from the others treatments in the same year, probably due to the higher water and thermal stresses. In 2019, diseased plants emitted more shoots than the healthy ones and in both years of study, shoots appeared earlier in diseased than in healthy plants, pruned or not pruned. Greater quantity and anticipation of shoots on diseased plants may have important epidemiological consequences. They indicate that in properties that plants with HLB are not eliminated, extra care is needed to control *D. citri*, especially regarding the time to start and frequency of spraying the trees with insecticides. Also, inspections should be constant and spraying starting at the first sign of bud swelling and beginning of shoot development

Keywords: *Candidatus Liberibacter*, *Citrus limon*, shoots, climate, water deficit.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área experimental (vermelho no talhão de número 10) cultivado com limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) usada para avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB (Fonte: Imagem do Google Earth Pro®, de 08/10/2019)..... 18
- Figura 2.** Mapa climático do estado de São Paulo exibindo as diferentes categorias climáticas de Köppen-Geiger (Adaptado de Alvares et al., 2013). A ‘estrela’ em vermelho indica a localização da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB. 19
- Figura 3.** Potencial matricial e umidade do solo a 20 e 40 cm de profundidade (método de câmara de Richards) da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB. 21
- Figura 4.** Imagem da área experimental mostrando a distribuição das quatro linhas (R1 a R4, linha vermelha) de plantio e posição espacial das oito plantas doentes (pontos amarelos) e oito plantas saudas (pontos azuis) de cada rua, as quais foram submetidas a podas da copa e avaliação de brotação (Fonte da imagem: Google Earth Pro® em 08/10/2019). 22
- Figura 5.** Esquema da divisão da copa das plantas experimentais em lado (leste e oeste) e setores (I a VIII), visando a avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas de limão-siciliano saudas e afetadas por HLB. 23
- Figura 6.** Conjunto de máquina de poda de discos circulares, constituído por podadeira IFLÓ Global 3500 LT FOUR acoplada em trator de 95 cv, realizando poda em topo de planta experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB. 24
- Figura 7.** Ramo selecionado e identificado em planta doente de limão-siciliano antes da poda (A) e posterior a poda (B), visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB. (Observa a realocação da etiqueta de marcação após a poda [B] para manter o comprimento do ramo marcado de 50 cm a partir do ápice removido). 25
- Figura 8.** Tensiômetros instalados na linha de plantio às profundidades de 20 e 40 cm da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB. 26
- Figura 9.** Área abaixo da curva (AAC) da média de brotos em ramos amostrados das oito plantas doentes (áreas laranjas) e saudas (áreas verdes) de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) com sete anos de idade de acordo com os tratamentos: sem poda (A), poda 1 (B), poda 2 (C) e poda 3 (D), com as podas realizadas 3, 30 e 60 dias após a colheita principal, visando avaliar a influência da época de poda (setas azuis) na dinâmica de brotações, em experimento conduzido na região Sul do cinturão citrícola de SP e MG. Em (E) são apresentados os dados diários de chuva (mm) e média das temperaturas mínima e máxima do ar (°C), e em (F) os dados de tensão do potencial matricial do solo (kPa) nas profundidades de 20 e 40 cm, registradas entre datas de avaliação de brotação..... 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características físicas do solo, determinadas pelo método de pipeta, em diferentes profundidades da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB.20
- Tabela 2.** Características químicas do solo em diferentes profundidades da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB.....20
- Tabela 3.** Valores acumulados nos 30 dias anteriores e nos 30 dias posteriores às datas de poda das variáveis precipitação pluviométrica, potencial matricial médio do solo nas profundidades de 20 e 40 cm, e número de horas a diferentes faixas de temperatura do ar do período analisado em dois anos (2019 e 2020) do experimento de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB no Sul do cinturão citrícola de SP e MG.28
- Tabela 4.** Área abaixo da curva (AAC) da média de brotos das oito plantas adultas de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) sadias ou afetadas com HLB, não podadas ou podadas 3 (poda 1), 30 (poda 2) e 60 (poda 3) dias após a data da colheita principal, visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação, em propriedade localizada na região Sul do cinturão citrícola de SP e MG.32

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 2.1. Características da área de estudo | 17 |
| 2.1.1. Localização | 17 |
| 2.1.2. Clima | 18 |
| 2.1.3. Solo..... | 19 |
| 2.2. Seleção das plantas | 21 |
| 2.3. Demarcação de ramos..... | 22 |
| 2.4. Poda | 23 |
| 2.5. Variáveis meteorológicas e umidade do solo | 25 |
| 2.6. Avaliação de brotação | 26 |
| 3. RESULTADOS | 27 |
| 3.1. Variáveis meteorológicas e umidade do solo | 27 |
| 3.2. Dinâmica de brotação e variáveis meteorológicas | 28 |
| 4. DISCUSSÃO | 33 |
| 5. CONCLUSÃO | 35 |
| REFERÊNCIAS | 36 |

1. INTRODUÇÃO

Os citros incluem as laranjas, limões, limas e tangerinas, entre outros (Donadio et al., 2005; Guimarães et al., 2010). Pertencem à família Rutaceae, estão entre as mais importantes frutas consumidas no mundo e têm como centro de origem o sudoeste do Himalaia, região que inclui o leste de Assam, norte de Myanmar e oeste de Yunnan (Wu et al., 2018). O grupo dos limões e limas são híbridos complexos que envolvem *Citrus medica* (cidras), *Citrus reticulata* (tangerinas) e *Citrus maxima* (pomelos) como espécies parentais principais e, em menor proporção, *Citrus micrantha* (papedas) (Curk et al., 2016; Wu et al., 2018).

A citricultura brasileira possui expressiva representação na economia nacional e na citricultura mundial, principalmente no que se refere à produção de suco processado de laranja. O país é o maior produtor e exportador mundial desta *commodity* (FAOSTAT, 2020), com a maior parte da produção localizada no principal cinturão citrícola brasileiro, área que se estende do sul ao norte do Estado de São Paulo (SP) e sul do Triângulo Mineiro em Minas Gerais (MG), com área plantada de 397.529 hectares e produção de laranja estimada de 316,95 milhões de caixas de 40,8 kg na safra 2022/2023 (FUNDECITRUS, 2022). Por outro lado, o limão-siciliano [*Citrus ×limon* (L.) Burm. f.], tem uma menor presença na cadeia citrícola brasileira. Ocupa aproximadamente 3,6 mil hectares (FUNDECITRUS, 2022), mas em expansão nos últimos anos, com bom retorno econômico no campo e nas indústrias alimentícia, farmacêutica, cosmética e de higienização, que se beneficiam do óleo essencial, suco concentrado, pectina, polpa seca e demais subprodutos (Guimarães et al., 2010). A produção mundial de limão e limas ácidas cresceu 41% entre 1994 a 2019 (FAOSTAT, 2020), sendo os maiores produtores o México, Argentina, União Europeia (com destaque para Espanha) e Turquia (USDA, 2019). Apesar do Brasil não estar entre os maiores produtores, o potencial de crescimento é grande tanto no mercado interno como externo e tem havido considerável aumento da procura por produtos alimentícios naturais e nutracêuticos e pelo consumo *in natura* (Ciriminna et al., 2020).

As plantas de limão-siciliano apresentam características morfológicas e fisiológicas distintas das laranjeiras. O hábito de crescimento é ereto, vigoroso e expansivo, as folhas ovaladas, e as flores e brotações de cor roxa purpúrea (Alves, 1986; Pio et al., 2005). Os frutos são oblongos, elipsoides, amarelos ou amarelos pálidos quando maduros, com 5 a 10 sementes, e massa média que pode chegar a cerca de 220 gramas (Alves, 1986; Goodrich, 2003; Pio et al.,

2005). A casca é grossa com grandes vesículas de óleo. O sucesso da produção é altamente impactado pelas condições climáticas. Temperaturas abaixo de 13 °C ou períodos de seca são fundamentais para a indução floral (El-Otmani et al., 2011). No Estado de São Paulo, onde se encontra a maior região produtora do Brasil, a indução floral ocorre no período de abril a junho, quando as temperaturas são mais baixas e as chuvas pouco frequentes. Na primavera, com o aumento da temperatura e da intensidade de chuvas, inicia-se o período da florada e desenvolvimento dos frutos. Em anos de temperaturas muito altas e baixa pluviosidade na primavera/verão, ou de temperaturas muito baixas no inverno, as perdas de produtividade são, em geral, significativas (Pio et al., 2005).

O cultivo do limão engloba inúmeras combinações de variedades de copa e de porta-enxerto. As copas mais usadas são o ‘Eureka’, ‘Lisboa’ e ‘Femminello’ e os porta-enxertos, o citrumeleiro ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*), a laranjeira-azedada (*C. aurantium* L.), o trifoliata ‘Flying Dragon’ (*Poncirus trifoliata* L.) e o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck) (Pio et al., 2005). Plantios de ‘Eureka’ e ‘Lisboa’ predominam nos países americanos e europeus, com o ‘Eureka’ prevalecendo no mercado mundial *in natura*. Frutos desta variedade são de tamanho médio, apresentam-se distribuídos na sua maioria na parte externa da planta, têm menor número de sementes do que as demais variedades, casca fina e suco abundante. As plantas são menos vigorosas e com poucos espinhos. O ‘Lisboa’ é mais vigoroso do que o ‘Eureka’, com folhagem densa, ramos espinhosos e os frutos de tamanho médio com aspecto rugoso, são distribuídos na parte interna da copa. Variedades descendentes de ‘Lisboa’, como ‘Limoneira 8A’, ‘Moroe’ e ‘Prior’ são compatíveis com *P. trifoliata* e apresentam alta produtividade (Hodgson, 1967; Figueiredo et al., 2005).

As combinações de copa e porta-enxerto influenciam muitas características do limão, tais como o desenvolvimento da planta, vigor, floração, precocidade e intensidade de produção, época de maturação, massa do fruto, coloração da casca, teor de nutrientes, antioxidantes, óleos essenciais, tolerância a adversidades climáticas e resistência ou tolerância a doenças (Pompeu Junior, 2005). Nos últimos anos, fatores relacionados a sanidade e ao clima impactaram na produção de limão, tendo em vista as grandes variações registradas na temperatura e intensidade de chuvas. Do ponto de vista sanitário, de maior relevância fitossanitária foi a constatação no Brasil, em 2004, da doença huanglongbing (HLB), também conhecida como *greening*, que rapidamente torna as plantas improdutivas, afeta todas as variedades comerciais de citros e apresenta rápida disseminação (Bové, 2006; Coletta-Filho et al., 2004).

O HLB é considerado a mais devastadora doença dos citros no mundo (Bové, 2006). A doença esta associada à presença no floema de bactérias Gram-negativas denominadas ‘*Candidatus Liberibacter*’ spp. (Garnier et al., 1984). Existem três espécies: ‘*Ca. L. africanus*’, ‘*Ca. L. americanus*’ e ‘*Ca. L. asiaticus*’. No Brasil foi detectada a bactéria ‘*Ca. L. asiaticus*’ em 2004 (Coletta-Filho et al., 2004) e ‘*Ca. L. americanus*’ em 2005 (Coletta-Filho et al., 2005; Teixeira et al., 2005). A segunda foi predominante nos pomares somente nos primeiros quatro anos quando, a partir de 2008, passou a prevalecer ‘*Ca. L. asiaticus*’ (Lopes et al., 2009a). Em 2013, esta espécie ocorria em 99,5% das amostras de plantas processadas no Laboratório de Diagnóstico do Fundecitrus (Lopes et al., 2013). As causas desta alteração na prevalência das espécies parecem estar ligadas a diferenças na sensibilidade às altas temperaturas e capacidade de multiplicação da bactéria dentro do hospedeiro (Lopes et al., 2009a, 2009b). Segundo Lopes et al. (2009b), em plantas expostas a temperaturas maiores que 32 °C, ‘*Ca. L. americanus*’ apresenta baixos títulos quando comparado a temperaturas mais amenas. Baixos títulos de ‘*Ca. L. asiaticus*’ foram observadas somente às temperaturas acima de 38 °C. Além das altas temperaturas, menores quantidades de chuva também parece afetar negativamente a população de ‘*Ca. L. asiaticus*’ nos brotos. Baixos títulos bacterianos resultam em menores chances de aquisição da bactéria pelo psíldeo (Lopes et al., 2017). Segundo o mesmo autor, isto ajuda a explicar a incidência irregular de ‘*Ca. L. asiaticus*’ no parque citrícola brasileiro. Menores incidências ocorrem em regiões de temperaturas mais elevadas e de maiores déficits hídricos, como é o caso das regiões norte e noroeste de São Paulo e no triângulo mineiro em Minas Gerais. Menores incidências também ocorrem no extremo sul do parque citrícola, nesse caso, associado provavelmente às menores populações do inseto vetor.

As espécies ‘*Ca. L. americanus*’ e ‘*Ca. L. asiaticus*’ podem ser transmitidas artificialmente por enxertia de material vegetal infectado ou, como acontece naturalmente no campo pelo psíldeo *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). O inseto possui ciclo de desenvolvimento hemimetabólico, com cinco estádios ninfais até a emergência do adulto, o qual se caracteriza por ter corpo esbranquiçado com manchas marrons e asas transparentes com manchas escuras nas asas anteriores e comprimento de 2,5 a 3,5 mm (Aubert, 1987). O psíldeo adulto apresenta preferência por brotos e vegetações novas (Cifuentes-Arenas et al., 2018) e, sob condições ambientais favoráveis (temperatura média diária entre 24 e 29 °C e umidade relativa entre 50 e 75%) se torna altamente prolífico, com potencial de oviposição de 800 ovos em todo o ciclo de vida da fêmea (Nava et al., 2010). A aquisição da bactéria pode

ocorrer por ninfas, que são mais eficientes, e por adultos (Inoue et al., 2009; George et al., 2018).

Os sintomas mais comuns do HLB em laranjeiras são: fluxos vegetativos amarelos, folhas com clorose assimétrica também conhecida como “mosqueado”, frutos assimétricos de menor tamanho e com maturação invertida (iniciando-se no pedúnculo), queda prematura de frutos, sementes abortadas, enegrecidas e marrons, e perda progressiva de massa radicular (Fan et al., 2010; Da Graça et al., 2016). Panccioni (2015) descreveu os sintomas de HLB em limão-siciliano como amarelecimento e engrossamento da nervura foliar central e secundárias, e mosqueado (clorose assimétrica) da base para a ponta. O autor não observou diferenças no desenvolvimento ou danos nas sementes de frutos doentes. Em laranjeiras, o título bacteriano nas folhas parece estar diretamente relacionado à intensidade dos sintomas (Coletta-Filho et al., 2010). Em limão-siciliano, Panccioni (2015) não observou diferenças significativas neste quesito, pois folhas assintomáticas de ramos doentes chegaram a apresentar títulos similares aos de folhas sintomáticas.

Vários métodos são empregados na diagnose do HLB, mas a técnica que envolve a reação em cadeia da DNA polimerase em tempo real (PCR) ou PCR quantitativo (qPCR) é a mais precisa e a mais usada. Ela permite não só a detecção, mas também a das bactérias associadas ao HLB, tanto na planta como no psíldeo. Esta técnica usa sondas e iniciadores específicos baseados na sequência da região 16S do rDNA de *Liberibacter* (Li et al., 2006). A identificação precoce de plantas infectadas auxilia no controle da doença, o qual envolve três princípios básicos: o plantio de mudas saudáveis e certificadas, a diminuição o máximo possível da população do psíldeo e a eliminação imediata de plantas doentes sintomáticas para reduzir as fontes de inóculo (Bassanezi et al., 2020).

A necessidade de eliminação de plantas doentes conduziu os citricultores no início da atual década a optar por iniciar novos plantios com alto adensamento de plantas, passando de 350 a 450 para 720 a 1.000 plantas por hectare. A ideia era que, no decorrer dos anos, com a erradicação de plantas afetadas por HLB, os produtores ainda assim manteriam altas produções de frutas e baixas incidências acumuladas de HLB (Stuchi & Girardi, 2011; Moreira et al., 2019). Esta migração da citricultura para um maior adensamento entre plantas nos pomares provocou redução do espaço disponível para o desenvolvimento das mesmas e dificuldades no trânsito de máquinas, além de maior competição por água, nutrientes e, principalmente, por luz, com grande perda da eficiência fotossintética nas folhas abaixo do dossel, com produção de frutos se limitando às camadas externas e no topo das plantas (Pompeu Junior, 2005; Mendonça

et al., 2008). Neste cenário, a prática da poda mecanizada se tornou essencial. Tem por finalidade manter as plantas em tamanhos aceitáveis para a colheita e de remover brotos vigorosos e espinhosos, além de favorecer maior incidência de luz sobre ramos do terço inferior e internos na copa, aumentar a aeração da entrelinha de plantio e interna na copa, regularizar a alternância de produção entre safras, aumentar a produção de frutos internos e no terço inferior da planta, aumentar e melhorar a qualidade dos frutos, equilibrar a frutificação e vegetação, moldar o formato da copa e controlar sua altura e extensão, o que, em conjunto, facilita a colheita e a execução de tratamentos culturais e fitossanitários (Vieira Jr. & Melo, 2012; Crane, 2016). A poda também pode melhorar a qualidade química do suco e o aspecto da casca dos frutos facilitando a comercialização para o mercado *in natura* (Sartori et al., 2007). Assim como em laranjeiras, em limão-siciliano a poda mecanizada é necessária em plantios adensados, por apresentar, como agravante em relação às laranjeiras, o hábito de crescimento vigoroso, com fluxos vegetativos mais frequentes e brotos de maior (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

A resposta da planta de limão-siciliano à poda depende de diversos fatores, entre os quais se destacam características genéticas da variedade, idade da planta e vigor, além das condições ambientais. Os principais fatores ambientais são a temperatura e a disponibilidade de água no solo, que variam ao longo do ano de acordo com as estações e atuam na interrupção da dormência das gemas e no surgimento de novos fluxos vegetativos em diferentes períodos (Petto Neto, 1991). A disponibilidade hídrica afeta principalmente a fotossíntese, o crescimento celular (Chaves & Oliveira, 2004) e a distribuição de fotoassimilados (García-Sánchez et al., 2007). Com relação a variações térmicas, a faixa ideal para ocorrer a maior atividade fotossintética e de crescimento está entre 25 e 31 °C, com decréscimo gradativo do metabolismo celular e da eficiência fotossintética acima ou abaixo dessa faixa, com limites superior e inferior de 36 °C e 13 °C, respectivamente, situação em que todo o metabolismo da planta é paralisado (Reuther, 1973; Ribeiro et al., 2006; Guo et al., 2006).

No Brasil e na Argentina são quatro os tipos de podas aplicados em limão-siciliano: (i) *poda de formação e condução*, que é realizada nos primeiros anos de plantio e tem como objetivo formar a estrutura/arquitetura da planta, seleção e crescimento de ramos vigorosos, prevenção de doenças, retirada de brotos oriundos do porta-enxerto (brotos ‘ladroes’) e de ramos mal formados; (ii) *poda de limpeza*, feita geralmente a cada dois anos, que tem por objetivo retirar todos os ramos secos, doentes, improdutivos, que tiveram algum dano por pragas, tendo-se o cuidado de, após o corte, cobrir o ferimento com uma pasta de fungicida para evitar penetração de patógenos; (iii) *poda de rejuvenescimento*, feita em todos os galhos à altura

de 1,20 a 1,50 m e objetiva forçar a planta a produzir novos ramos produtivos; e (iv) *poda de redução da copa*, que tem por objetivo conter o porte da planta, reduzir o sombreamento entre copas em plantações com altos adensamentos, aumentar a produtividade no terço inferior e facilitar o trânsito de máquinas, colheita e tratos culturais (Koller, 1994; Pio et al., 2005; García, 2011), conforme já mencionado.

A época mais indicada para a execução da poda no pomar em produção se dá logo após a colheita de frutos, que, no Brasil ocorre entre os meses de abril a julho (Pio et al., 2005). Contudo, nos Estados Unidos, recomenda-se a poda pouco drástica no início da primavera, antes da abertura das flores. Isso porque, naquele país, a poda no verão ou inverno pode acarretar danos nos caules pelos extremos de altas ou baixas temperaturas (Wright & Kelly, 2008). No oeste da Índia, região subtropical, a poda em limão-siciliano é realizada logo após a colheita, com eliminação de 75 cm das extremidades da copa para aumento nas produtividades (Ghosh et al., 2020). Naquela região da Índia, o limão floresce o ano todo, contudo há duas safras principais, em janeiro-fevereiro (safra de verão) e setembro-outubro (safra de inverno) (Mahesha & Singh, 2018; Kondle et al., 2020). De acordo com os autores citados, a poda lateral e de topo com eliminação de 15 cm das extremidades da copa na primeira semana de janeiro e de agosto, associado à aplicação de 50 ppm de ácido giberélico (GA₃), aumenta o número de flores e frutos nas safras de verão e inverno. Na Costa Rica, também considerado um país tropical e subtropical de altitude, com duas estações bem definidas de chuva (maio a novembro) e seca (dezembro a abril), as podas em limão são realizadas em outubro (Artavia-Mejía, 2019). Em Tucumán, maior polo produtor de limão-siciliano da Argentina, recomenda-se que as podas sejam realizadas no final do inverno e durante a primavera (García, 2011), e que a poda em pomar em produção no topo, seja aplicada na altura máxima de 4,20 m, e na lateral, com angulação de 20 a 25°, de tal forma que o terço inferior da copa tenha de 4 a 5 m de diâmetro.

Em outros estudos, como o de Sauls (2008), a poda lateral e de topo de pomares em produção apresentaram maiores vantagens quando comparadas a outras formas de poda. Na de topo, recomenda-se corte com inclinação de 60 a 70° e na lateral com inclinação de 15°. Segundo Rodrigues-Pagazaurtundúa & Villalba-Buendía (1998), a intensidade de poda lateral e topo em citros pode apresentar quatro regulagens: (i) muito severa, quando se elimina 50% da copa, (ii) severa, quando se corta 30%, (iii) normal, quando se elimina 20% e (iv) leve, quando se retira 10%. A variedade de limão-siciliano 'Lisboa', quando submetida à poda severa lateral e de topo por dois anos seguidos, apresentou queda na produtividade, porém os frutos

produzidos apresentaram maior peso médio, o que favoreceu a comercialização *in natura* (Fallahi & Kilby, 1997).

Portanto, as práticas agrícolas como a poda alteram a fenologia da planta e estas alterações podem ser fortemente agravadas por variações no ambiente no momento da poda ou posterior a ela. Em geral, logo após a poda surgem grandes quantidades de brotos que, por sua vez, podem afetar a disseminação do HLB, já que os brotos são as estruturas da planta preferidas por *D. citri* como fonte de alimento e local de oviposição e desenvolvimento, sendo também as portas de entrada das bactérias associadas ao HLB (Cifuentes-Arenas et al., 2018; Lopes & Cifuentes-Arenas, 2021). Contudo, não há na literatura estudos sobre a interferência da poda nas brotações de plantas de limão-siciliano doentes. Este conhecimento é de suma importância para o aprimoramento e desenvolvimento de estratégias mais adequadas de manejo da doença nessa cultura. Desse modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de épocas de podas e do clima na dinâmica e intensidade de brotação em plantas de limão-siciliano sadias e afetadas por HLB na região Sul do cinturão citrícola de SP e MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Características da área de estudo

2.1.1. Localização

Este trabalho foi conduzido no período de janeiro de 2019 a janeiro de 2021, em propriedade citrícola no município de Rio Claro, localizado na região centro-leste do Estado de São Paulo, ou região Sul do cinturão citrícola de SP e MG, na altitude média de 640 m acima do nível do mar, nas coordenadas 22°17'35.5" S e 47°31'32" O. As plantas utilizadas foram de limão-siciliano da variedade 'Limoneira 8A', enxertadas em citrumeleiro 'Swingle', plantadas em dezembro de 2013 com orientação azimutal de 202°17' das linhas de plantio, em espaçamento de 7,0 m entre linhas e 2,6 m entre plantas, totalizando 550 plantas por hectare (ha). O volume de copa médio das plantas era de 46,9 m³, com altura de 4,40 m e largura de 4,10 m. A área experimental, de 3,5 hectares estava localizada no centro do talhão de número 10, distante 295 m da borda mais próxima da propriedade, que apresenta um total de 552 hectares contínuos de pomar de limão-siciliano (Figura 1).



Figura 1. Localização da área experimental (vermelho no talhão de número 10) cultivado com limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) usada para avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB (Fonte: Imagem do Google Earth Pro®, de 08/10/2019).

2.1.2. Clima

O clima da região, segundo o Sistema Internacional de Köppen, é do tipo Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos e invernos secos. As normais climatológicas anuais são: precipitação pluviométrica de 1.414 mm, temperatura média de 21,1°C, velocidade do vento 1,44 m/s, umidade relativa de 68,6% e 2.572,7 horas de insolação (Alvares et al., 2013).

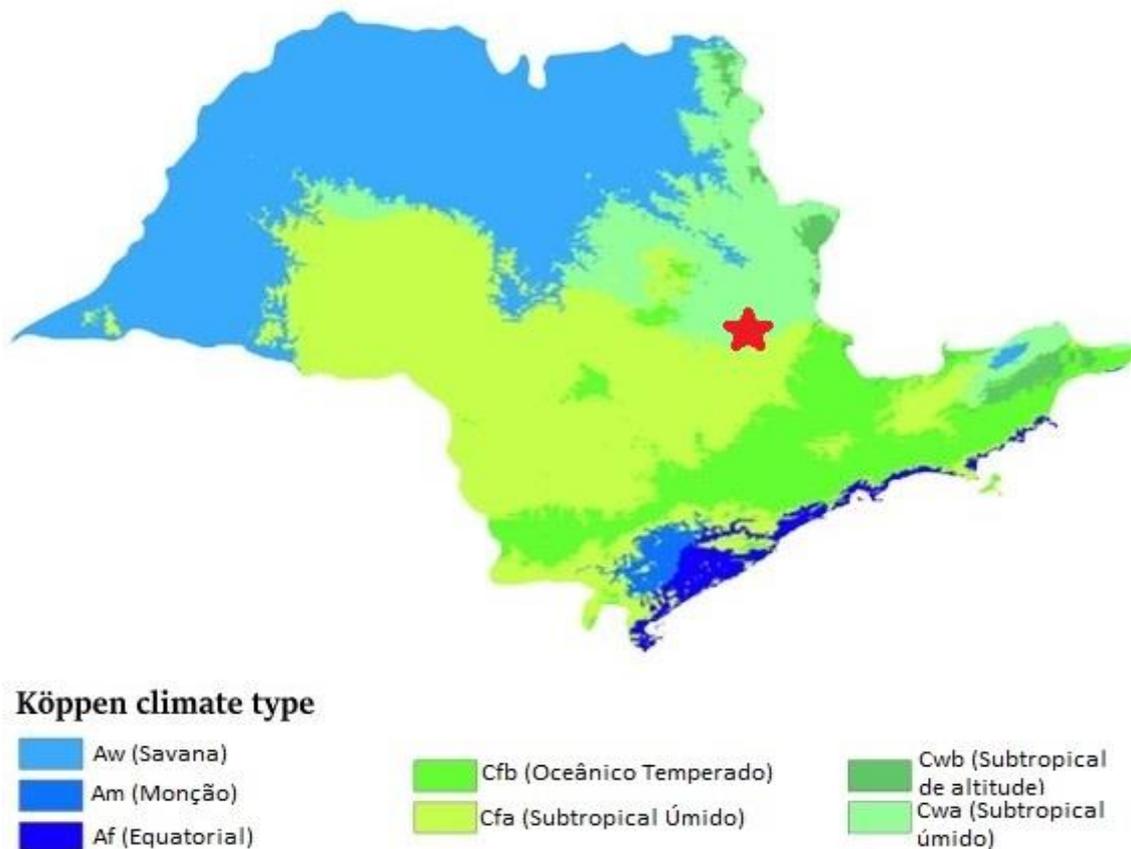


Figura 2. Mapa climático do estado de São Paulo exibindo as diferentes categorias climáticas de Köppen-Geiger (Adaptado de Alvares et al., 2013). A ‘estrela’ em vermelho indica a localização da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB.

2.1.3. Solo

O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de textura franco-arenosa (Rossi, 2017). Para caracterizar mais detalhadamente o solo da área experimental, como as propriedades físicas (Tabela 1), químicas (Tabela 2), potencial matricial da água (Figura 3), e profundidade efetiva das raízes, foram abertas trincheiras de 2 m de profundidade por 0,8 m de largura por 4 m de comprimento, cinco semanas antes de iniciar o experimento. As amostras de solo foram coletadas com trado de sonda de 60 cm, seguindo-se as recomendações de Raij et. al. (1997).

Tabela 1. Características físicas do solo, determinadas pelo método de pipeta, em diferentes profundidades da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB.

| Profundidade (cm) | Granulometria (%) | | | Massa específica (g cm ⁻³) |
|----------------------|-------------------|-------|-------|---|
| | Argila | Silte | Areia | |
| 0 – 20 | 14,7 | 2,6 | 82,7 | 1,68 |
| 20 – 40 | 15,7 | 2,5 | 81,8 | 1,62 |
| 40 – 60 | 16,2 | 2,6 | 81,2 | 1,62 |

Fonte: Laudo do laboratório de física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Tabela 2. Características químicas do solo em diferentes profundidades da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB.

| Profundidade (cm) | pH (CaCl ₂) | MO (g dm ⁻³) | P resina (mg dm ⁻³) | H+Al ³ K Ca Mg CTC | | | | V (%) | |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----|------|-----|----------|------|
| | | | | (mmol dm ⁻³) | | | | | |
| 0 – 20 | 5,7 | 17,1 | 31,1 | 15,3 | 0,9 | 11,0 | 2,8 | 56,2 | 78,7 |
| 20 – 40 | 5,2 | 10,3 | 14,2 | 14,2 | 0,9 | 8,5 | 2,4 | 72,0 | 68,0 |
| 40 – 60 | 5,2 | 7,9 | 4,2 | 14,1 | 1,0 | 7,7 | 1,9 | 25,6 | 45,1 |
| 100 – 120 | 4,6 | 5,6 | 0,8 | 17,8 | 0,6 | 3,3 | 0,8 | 22,1 | 23,2 |

MO - matéria orgânica, CTC – capacidade de troca de cátions, V- saturação por base. Fonte: Laudo do laboratório de física do solo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

As relações entre o conteúdo de água e o respectivo potencial matricial (Figura 3) foram determinadas em análise, em Câmara de Richards no Laboratório de Física do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), de onze pontos das amostras indeformadas do solo da área experimental. Os valores de 0, -10 e -1.500 kPa correspondem às seguintes umidades no solo que as plantas estavam submetidas: saturação, capacidade de campo e ponto de murcha permanente.

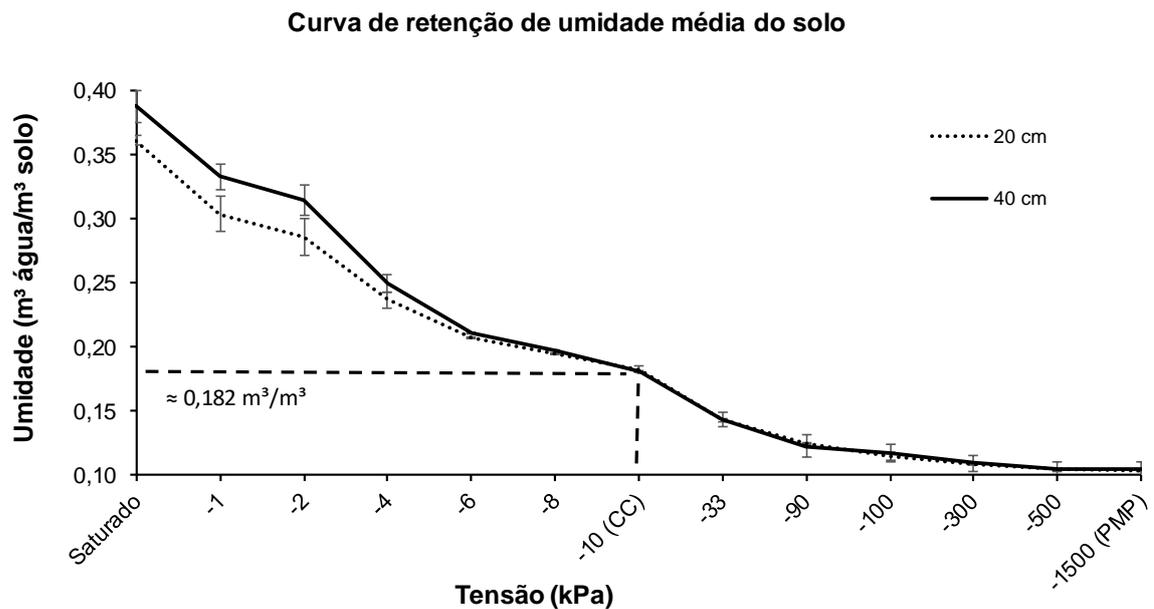


Figura 3. Potencial matricial e umidade do solo a 20 e 40 cm de profundidade (método de câmara de Richards) da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB.

2.2. Seleção das plantas

Foi realizada inspeção visual em 2.556 plantas na área experimental, seguindo-se o critério de Panccioni (2015) para identificação de sintomas foliares de HLB em limão. Foram excluídas da inspeção as três primeiras ruas da bordadura de cada lado e as seis primeiras plantas do início e final de cada rua. Posteriormente, foram demarcadas quatro ruas intercaladas e identificadas como R1, R2, R3 e R4 que continham, em cada uma, oito plantas com média de 30 a 50% de sintomas no total da copa, e oito plantas saudas, totalizando 32 plantas doentes e 32 plantas saudas (Figura 4). A condição de sanidade ou não das plantas selecionadas foi determinada por PCR quantitativo (qPCR) de amostras foliares no Laboratório de Pesquisa e Diagnose do Fundecitrus. Foram consideradas amostras positivas para presença de bactéria ‘*Ca. L. asiaticus*’ valores de Ct (‘Cycle threshold’) $\leq 34,0$ (Lopes et al, 2013). As plantas afetadas com HLB apresentaram Ct médio de 25,9 e as saudas tiveram como resultados ‘undetermined’, indicando não estarem infectadas pela bactéria. As plantas doentes continuaram a expressar sintomas de HLB, com as saudas permanecendo assintomáticas, em todo o decorrer do experimento.

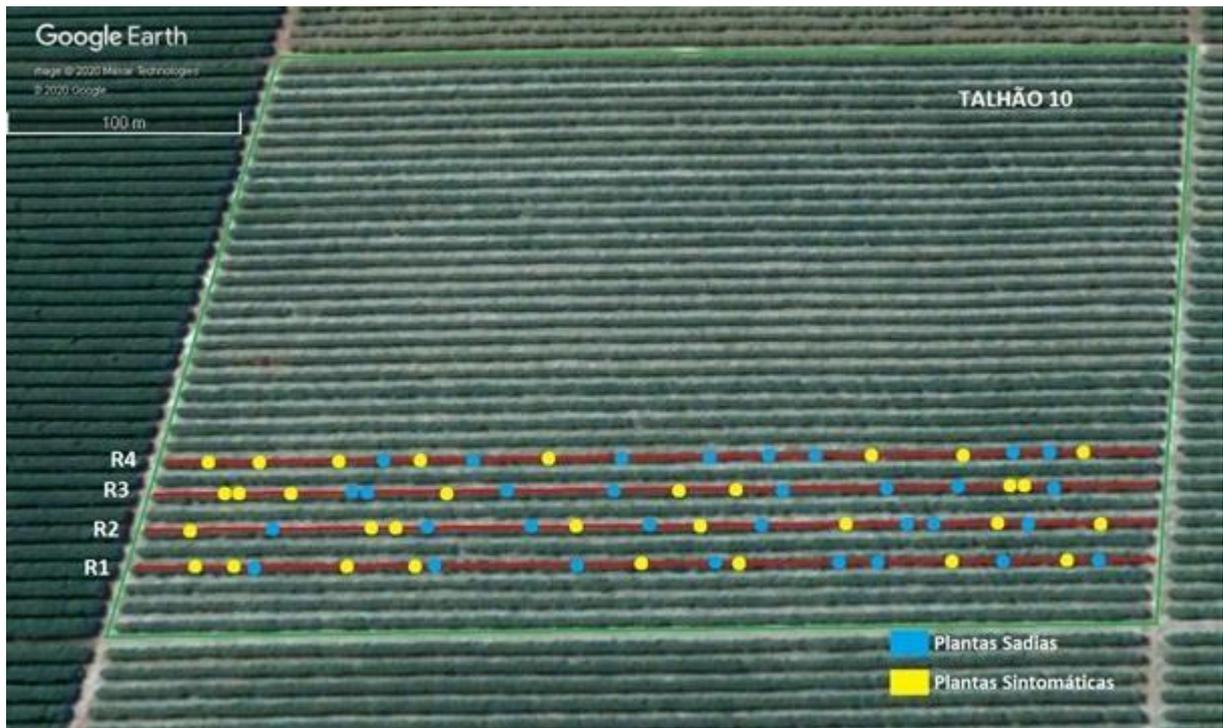


Figura 4. Imagem da área experimental mostrando a distribuição das quatro linhas (R1 a R4, linha vermelha) de plantio e posição espacial das oito plantas doentes (pontos amarelos) e oito plantas sadias (pontos azuis) de cada rua, as quais foram submetidas a podas da copa e avaliação de brotação (Fonte da imagem: Google Earth Pro® em 08/10/2019).

O experimento consistiu em quatro tratamentos com delineamento em parcelas subdivididas e distribuição inteiramente casualizada das repetições. Os tratamentos (parcela principal) foram compostos por três épocas de poda após a colheita principal (a.c.p.) sendo a primeira 3 dias a.c.p. (poda 1 - R3), 30 dias a.c.p. (poda 2 - R2) e 60 dias a.c.p. (poda 3 - R4) e uma sem poda como tratamento controle (R1) (Figura 4). A subparcela foi composta por plantas sadias e doentes, em número de 8 cada, sendo cada planta considerada uma repetição. O número mínimo necessário de plantas selecionadas para avaliações de intensidade e dinâmica de brotação foi determinado com base em Carvalho et al. (2020).

2.3. Demarcação de ramos

No início do experimento, cada lado da copa da planta (leste e oeste) foi dividido visualmente em quatro setores, nos quais se observou a distribuição dos sintomas, conforme o esquema apresentado na Figura 5. Em cada setor superior (I e II, V e VI), por estarem expostos a maior luminosidade e onde os ramos apresentavam menores riscos de danos mecânicos por equipamentos, foi selecionado e identificado um ramo de 50 cm de comprimento, diâmetro

aproximado de 0,5 cm na sua parte mediana e sem danos físicos, totalizando quatro ramos por planta, que foram avaliados quinzenalmente em todo o período de condução do experimento. Nas plantas doentes, os ramos selecionados apresentavam sintomas de HLB como descritos por Panccioni (2015).

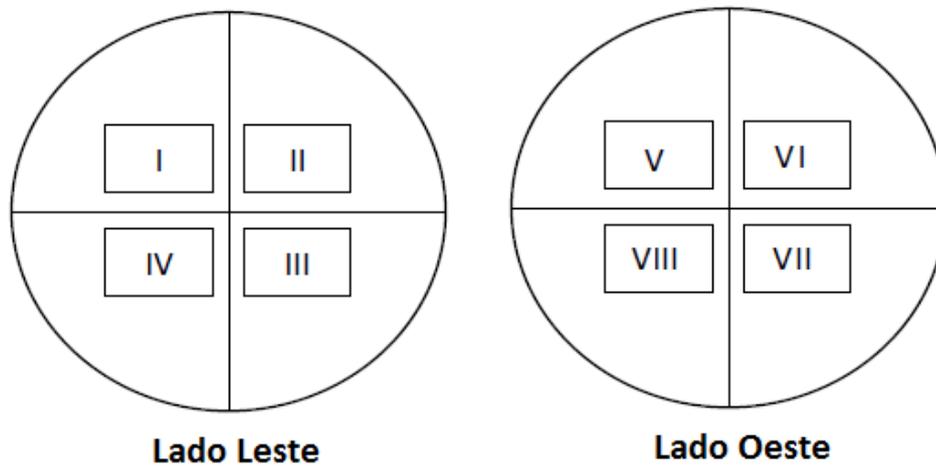


Figura 5. Esquema da divisão da copa das plantas experimentais em lado (leste e oeste) e setores (I a VIII), visando a avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas de limão-siciliano sadias e afetadas por HLB.

2.4. Poda

A poda foi realizada por um conjunto de máquinas, trator de 95 cv e a podadeira Global 3500 LT FOUR (IFLÓ Indústria de Equipamentos Agrícolas LTDA – Monte Azul Paulista – SP - Brasil), que apresenta disco de cortes circulares para a poda de topo e lateral da planta (Figura 6). A intensidade de corte seguiu as recomendações utilizadas na propriedade, baseadas nos estudos de Koller (1994), Sauls (2008) e Rodrigues-Pagazaurtundúa & Villalba-Buendía, (1998), removendo-se ao redor de 10 % da vegetação da copa das plantas, com corte de ramos com diâmetro inferior a 3 cm no local do corte. Para se reduzir a possível influência da presença de frutos nos resultados, antes de se iniciar o primeiro tratamento de poda, foram colhidos todos aqueles frutos que satisfaziam os critérios da indústria processadora, ou seja, com peso superior a 125 gramas e casca lisa com coloração amarelada. A colheita principal de cada ano foi realizada no dia 26/04/2019 e em 19/05/2020.

A poda foi realizada em duas safras, em 2019/2020 e 2020/2021. Na safra 2019/2020, as podas dos tratamentos foram feitas nos dias 29/04/2019 (poda 1 - 3 dias a.c.p.), 24/05/2019 (poda 2 - 30 dias a.c.p.) e 02/07/2019 (poda 3 - 60 dias a.c.p.). Na safra 2020/2021, devido à pandemia de COVID-19, houve transtornos no cronograma das práticas culturais e no

processamento dos frutos pela indústria, impactando a época da colheita e realização das podas. Desse modo, em 2020/2021 as podas foram feitas nos dias 22/05/2020 (poda 1), 25/06/2020 (poda 2) e 30/07/2020 (poda 3).



Figura 6. Conjunto de máquina de poda de discos circulares, constituído por podadeira IFLÓ Global 3500 LT FOUR acoplada em trator de 95 cv, realizando poda em topo de planta experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudas e afetadas por HLB.

Os ramos seleccionados que não foram atingidos pela podadeira foram podados manualmente com o auxílio de uma tesoura Bacho PX-M2 Ergo 20 mm, mantendo-se as mesmas severidades descritas anteriormente, e com alteração da demarcação para manter os 50 cm de comprimento de ramo após a poda (Figura 7A e B). Desse modo, todos os ramos avaliados foram submetidos a poda e padronizados.



Figura 7. Ramo selecionado e identificado em planta doente de limão-siciliano antes da poda (A) e posterior a poda (B), visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB. (Observa a realocação da etiqueta de marcação após a poda [B] para manter o comprimento do ramo marcado de 50 cm a partir do ápice removido).

2.5. Variáveis meteorológicas e umidade do solo

Dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, ponto de orvalho, radiação solar e pressão atmosférica foram registrados a cada hora por meio de uma estação meteorológica Vantage Pro2 Davis Wireless (Davis Instruments – Hayward – Estados Unidos) instalada a 5,5 km de distância da área experimental. Os dados pluviométricos foram medidos por pluviômetro Davis Standard 7852 (Davis Instruments – Hayward – Estados Unidos), instalado a 300 m da área experimental.

A umidade do solo foi registrada por meio de tensiômetros digitais de agulha (Hidrosense – Jundiaí – SP, Brasil), conforme orientações de Azevedo & Silva (1999), que atende a demanda de acompanhamento de água no solo para os citros (Shirgure et al., 2000). Os tensiômetros foram instalados na linha de plantio, em dois pontos da área experimental, às profundidades de 20 e 40 cm (Figura 8A e B), profundidades nas quais se observou maior quantidade de raízes efetivas nas plantas analisadas em trincheiras, seguindo-se o que foi também observado por Pio et al. (2005). As leituras dos tensiômetros foram realizadas a cada dois dias, no período entre março de 2019 e janeiro de 2021, com o aparelho digital Soil-Moisture Sensor Blumat Digital (Weninger -Tampa - Estados Unidos). Este aparelho quantifica o potencial matricial da água no solo que, posteriormente, foi usado em análise de correlação dos valores das leituras com os dados da Tabela 3. Valores de tensão do potencial matricial próximos a -10 kPa indicam que a umidade do solo se encontra perto da capacidade de campo, o que, de acordo com as características físicas do solo, é o limite máximo de retenção da água sem percolação da mesma para camadas mais profundas, que no solo do presente estudo é de

0,182 m³/m³ de solo (Tabela 3). Esta é a situação em que as plantas requerem o menor gasto de energia para absorção da água pelas raízes, contrário do que ocorre à medida em que o potencial matricial cai progressivamente para valores abaixo de -10 kPa, sendo -1.500 kPa o limite em que a planta atinge o ponto de murcha permanente, momento em que já não há absorção de água, resultando em completa senescência (Shirgure et al., 2000).



Figura 8. Tensiômetros instalados na linha de plantio às profundidades de 20 e 40 cm da área experimental de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas saudáveis e afetadas por HLB.

2.6. Avaliação de brotação

Para determinar a dinâmica de emissão e intensidade de brotos ao longo do período de condução do experimento (fevereiro/2019 a dezembro/2020), os brotos encontrados nos primeiros 50 cm dos ramos selecionados em cada setor superior da copa das plantas demarcadas foram contados e classificados quinzenalmente entre os estádios V1 e V6, com base na escala de estádios de crescimento de brotos descrita por Cifuentes-Arenas et al. (2018). Estudos recentes conduzidos pelo mesmo autor (*dados não publicados*), mostram que as mesmas características dadas aos estádios de desenvolvimento dos brotos vegetativos da laranjeira podem ser aplicadas à descrição dos brotos de limão siciliano. As plantas de limão selecionadas inicialmente foram mantidas até o final do experimento. Os dados da dinâmica das brotações foram usados para se estimar a área abaixo da curva (AAC) da média de brotos por planta, utilizando-se a metodologia adaptada de Shaner & Finney (1977). Os valores de AAC foram submetidos a análise de variância e as médias separadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa R Core Team (2020).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis meteorológicas e umidade do solo

As Figuras 9E e 9F, exibidas no item 3.2., apresentam em detalhes as condições climáticas e de tensão do potencial matricial do solo no período de fevereiro de 2019 a dezembro de 2020. Embora os anos de 2019 e 2020 tenham sido considerados atípicos de acordo com registros históricos dos últimos 10 anos da propriedade (mais quentes, com média 0,3 °C mais alta, e secos, com média inferior em 125 mm de chuva em relação a anos anteriores), o padrão geral de aumento e queda de temperaturas e de ocorrência das chuvas não fugiu muito do que historicamente se observa para a região, ou seja, as chuvas e temperaturas mais altas se concentrando no período de outubro a março seguido de período seco e mais frio de abril a setembro. Quando se compara 2019 com 2020, no entanto, notam-se algumas diferenças marcantes.

Em relação à temperatura do ar, a média para o ano de 2019 foi de 22,3 °C, um grau a mais que em 2020 (21,3 °C), com máximas e mínimas de 30,5 °C e 16,1 °C, contra 30,45 °C e 14,4 °C em 2020, ou seja, 2020 apresentou maior amplitude térmica. Os meses de setembro e outubro foram, no entanto, mais quentes em 2020 do que em 2019. Neste período de 2020 foram registrados 42 horas com temperatura acima dos 38 °C, contra 12 horas em 2019, um acréscimo de 250%.

Com relação às chuvas, 2019 foi também 24% mais seco (1.272 mm) do que 2020 (1.666 mm). Embora tenha chovido mais em 2020 do que em 2019, em 2020 as chuvas ocorreram de forma mais irregular, se concentrando nos meses de janeiro a março e de novembro a dezembro, quando choveu 80% do acumulado do ano, caindo, no período de abril a outubro, para apenas 35% do que choveu no mesmo período de 2019.

A combinação de altas temperaturas e ausência ou irregularidade das chuvas se refletiu no potencial hídrico do solo. Isto pode ser melhor visualizado na Figura 9F, que mostra a tensão do potencial matricial do solo, que corrobora o nível de umidade do solo. No decorrer do tempo, a umidade oscilou de forma similar nas duas profundidades avaliadas (Figura 9F). De forma geral, a água esteve mais disponível para as plantas em 2019 do que em 2020, com acumulados do potencial matricial médio à 20 e 40 cm de profundidade de -6.312 kPa, contra -8.627 kPa em 2020.

3.2. Dinâmica de brotação e variáveis meteorológicas

Na Tabela 3 são apresentados dados acumulados de chuva, médias do potencial matricial do solo, e número de horas em faixas de temperatura do ar consideradas favoráveis e desfavoráveis ao crescimento vegetativo de citros (Reuther, 1973; Ribeiro et al., 2006; Guo et al., 2006), durante 30 dias antes e 30 dias depois das datas de poda.

Tabela 3. Valores acumulados nos 30 dias anteriores e nos 30 dias posteriores às datas de poda das variáveis precipitação pluviométrica, potencial matricial médio do solo nas profundidades de 20 e 40 cm, e número de horas a diferentes faixas de temperatura do ar do período analisado em dois anos (2019 e 2020) do experimento de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação em plantas sadias e afetadas por HLB no Sul do cinturão citrícola de SP e MG.

| Data de poda | Precipitação (mm) | | Potencial matricial (kPa) | | < 13 °C | | 25 a 31 °C | | > 38 °C | |
|----------------------|-------------------|--------|---------------------------|----------|------------|--------|------------|--------|----------|--------|
| | Antes | Depois | Antes | Depois | Antes | Depois | Antes | Depois | Antes | Depois |
| <i>Ano 2019</i> | | | | | | | | | | |
| Poda 1- 29/04 | 150,2 | 18,2 | -397,8 | -980,0 | 0 | 49 | 195 | 169 | 0 | 0 |
| Poda 2- 24/05 | 18,2 | 12,9 | -926,1 | -632,9 | 14 | 107 | 177 | 124 | 0 | 0 |
| Poda 3- 02/07 | 12,9 | 23,1 | -625,0 | -957,8 | 83 | 150 | 142 | 58 | 0 | 0 |
| Total período | 186,2 | | -2.988,60 | | 279 | | 572 | | 0 | |
| <i>Ano 2020</i> | | | | | | | | | | |
| Poda 1- 21/05 | 16,8 | 119,7 | -1.101,0 | -743,7 | 230 | 210 | 135 | 94 | 0 | 0 |
| Poda 2- 25/06 | 89,8 | 36,0 | -755,3 | -1.190,8 | 212 | 242 | 105 | 114 | 0 | 0 |
| Poda 3- 30/07 | 14,0 | 49,2 | -1.251,5 | -854,1 | 249 | 255 | 128 | 110 | 0 | 0 |
| Total período | 221,8 | | -4.130,80 | | 992 | | 485 | | 0 | |

O ‘Total período’ corresponde ao período de 30 dias antes da poda 1 até 30 dias após a poda 3.

Em 2019, no período de 30 dias antes da poda 1 até 30 dias após a poda 3 foram acumulados 186,2 mm de chuva, -2.988,6 kPa de potencial matricial no solo, 279 h abaixo de 13 °C e 572 h na faixa de 25 a 31 °C, no mesmo período de 2020, foram acumulados 221,8 mm de chuva, -4.130,8 kPa de potencial matricial no solo, 485 h abaixo de 13 °C e 992 h na faixa de 25 a 31 °C. Em 2020, portanto, as condições foram mais desfavoráveis para o crescimento vegetativo do que em 2019.

Baixos níveis de estresses hídricos, ou seja, quando a umidade do solo está próxima à capacidade campo, aliados a um maior período do tempo em que a temperatura do ar está na faixa de 25 a 31 °C, proporciona condições ideais para crescimento vegetativo (Reuther, 1973; Doorenbos & Kassam, 1994; Ribeiro et al., 2006 e Guo et al., 2006). Assim, em 2019 as plantas do tratamento da poda 1 não passavam por um déficit hídrico no momento da poda (150,2 mm, -397,8 kPa, 195 h a 25-31 °C), mas as condições se tornaram desfavoráveis nos 30 dias

posteriores à poda (18,2 mm, -980 kPa, 169 h a 25-31 °C e 49 h abaixo de 13 °C). No tratamento de poda 2, as plantas estavam sob forte estresse antes da data de poda (18,2 mm, -926,1 kPa, 177 h a 25-31 °C e 25 h abaixo de 13 °C) e passaram por moderado déficit após a poda (12,9 mm, -632,9 kPa, 124 h a 25-31 °C e 107 h abaixo de 13 °C). Já no tratamento de poda 3, as plantas apresentavam moderado déficit hídrico antes da poda (12,9 mm, -625 kPa, 142 h a 25-31 °C e 83 h abaixo de 13 °C), que aumentou após a poda (23,1 mm, -957,8 kPa, 58 h a 25-31 °C e 150 h abaixo de 13 °C).

No ano de 2020, as plantas estavam sob forte déficit hídrico no momento da poda 1 (16,8 mm, -1.101 kPa, 135 h a 25-31 °C e 230 h abaixo de 13 °C) e menos estressadas após a poda (119,7 mm, -743,7 kPa, 94 h a 25-31 °C e 210 h abaixo de 13 °C). No tratamento de poda 2, as plantas estavam sob moderado estresse antes da poda (89,8 mm, -755,3 kPa, 105 h a 25-31 °C e 212 h abaixo de 13 °C) e passaram por aumento do déficit hídrico após a poda (36 mm, -1.190,8 kPa, 114 h a 25-31 °C e 242 h abaixo de 13 °C). No tratamento de poda 3, as plantas passavam por forte estresse hídrico no momento da poda (14 mm, -1.251,5 kPa, 128 h a 25-31 °C e 249 h abaixo de 13 °C), mas menor condição de estresse após a poda (49,2 mm, -854,1 kPa, 110 h a 25-31 °C e 255 h abaixo de 13 °C).

As variações nas condições ambientais às quais as plantas foram expostas (Tabela 3) podem ser as causas das diferenças observadas na dinâmica de brotação entre anos e datas de poda, como descrito na Figura 9A a 9D, onde são apresentados o padrão de surgimento e a média de brotos das plantas sadias (áreas verdes) e doentes (áreas laranjas). As setas azuis indicam as datas de poda.

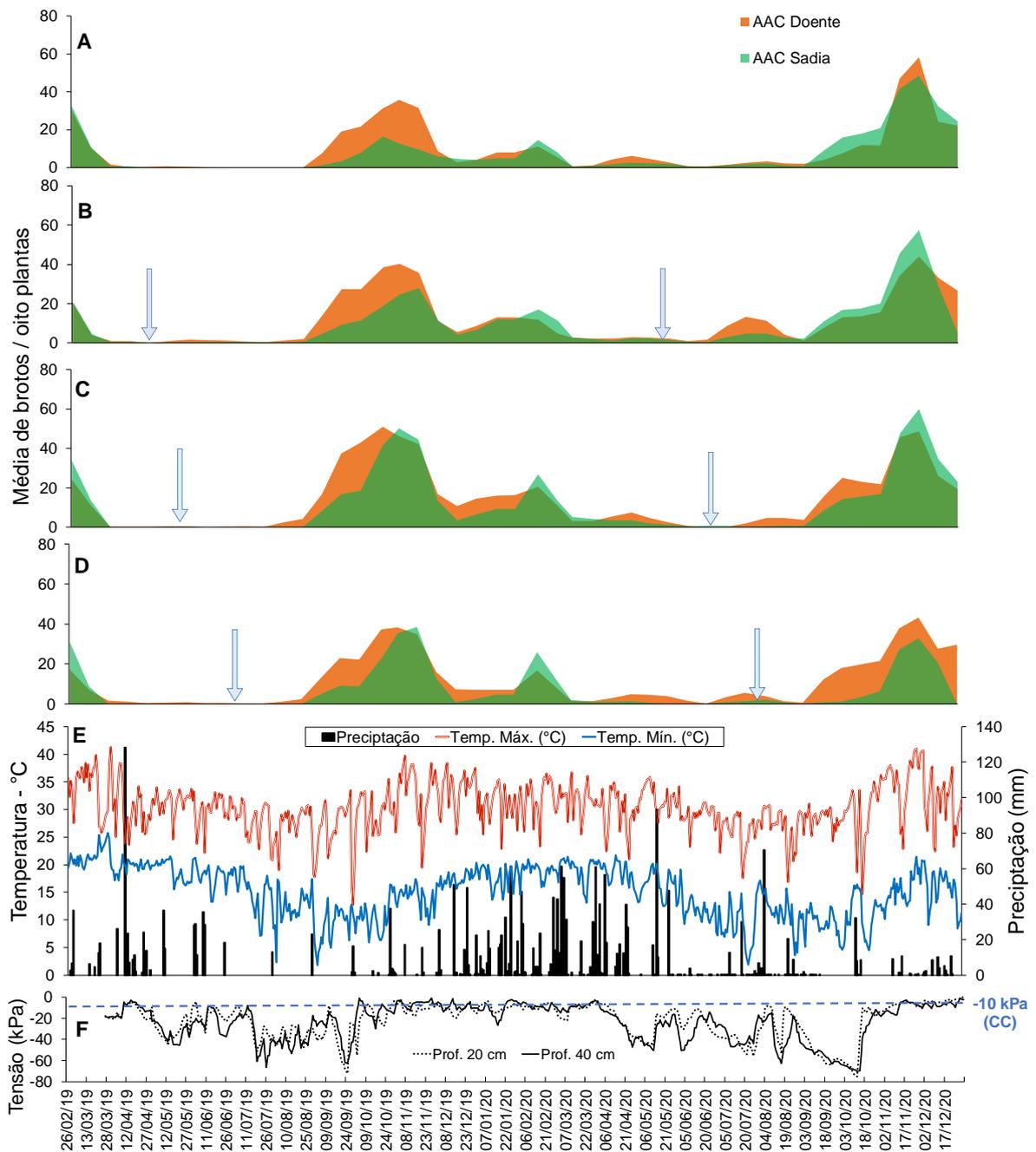


Figura 9. Área abaixo da curva (AAC) da média de brotos em ramos amostrados das oito plantas doentes (áreas laranjas) e sadias (áreas verdes) de limão-siciliano (variedade 'Limoeira 8A' enxertada em citrumeleiro 'Swingle') com sete anos de idade de acordo com os tratamentos: sem poda (A), poda 1 (B), poda 2 (C) e poda 3 (D), com as podas realizadas 3, 30 e 60 dias após a colheita principal, visando avaliar a influência da época de poda (setas azuis) na dinâmica de brotações, em experimento conduzido na região Sul do cinturão citrícola de SP e MG. Em (E) são apresentados os dados diários de chuva (mm) e média das temperaturas mínima e máxima do ar (°C), e em (F) os dados de tensão do potencial matricial do solo (kPa) nas profundidades de 20 e 40 cm, registradas entre datas de avaliação de brotação.

No período de 26/02/2019 a 03/01/2021, foram realizadas 51 avaliações quinzenais nos 264 ramos selecionados em plantas doentes e sadias, submetidas ou não à poda podadas e não podadas. Em 2019, ocorreram fluxos vegetativos principais em dois períodos (janeiro, agosto, Figuras 9A, 9B, 9C e 9D) e em 2020 em cinco (janeiro, abril, junho, setembro e novembro, Figuras 9A, 9B, 9C e 9D).

O principal período de brotação em 2019 foi de 27/08 a 17/12 para as plantas sadias de todos os tratamentos e para as plantas doentes não podadas, e de 17/07 a 17/12 para as plantas doentes podadas. Nas plantas doentes podadas o início do fluxo vegetativo foi antecipado em 41 dias. Nesse período, as plantas doentes não podadas emitiram 149% mais brotos do que as sadias. Resultados semelhantes ocorreram com as plantas podadas, mas com menor intensidade, sendo que após as datas de poda 1, 2, 3 as plantas doentes emitiram, respectivamente, 74%, 37% e 47% mais brotos que as plantas sadias. Na média geral, as plantas doentes emitiram 62% mais brotos que as sadias.

Em 2020, o período principal de brotação foi de 11/08 a 31/12 tanto para plantas doentes como as sadias de todos os tratamentos. Nesse período, as plantas doentes sem poda emitiram 7% menos brotos do que as plantas sadias. Resultado semelhante ocorreu com tratamento de poda 1, que apresentou 4% menos brotos que as plantas sadias. Contudo, as plantas dos tratamentos de poda 2 e 3 apresentaram 8% e 107% mais brotos nas plantas doentes do que nas plantas sadias. Na média geral dos tratamentos, as plantas doentes apresentaram 15% mais brotos que as plantas sadias.

No ano de 2020, houve outros dois períodos de brotação, mas de menor intensidade, de 03/01 a 10/03 e de 10/03 a 11/08. No primeiro, as plantas doentes apresentaram 5% menos brotos que as sadias, na média geral dos tratamentos. Já no segundo, as plantas doentes apresentaram 120% mais brotos do que as sadias.

Nos dois anos de estudo, o maior fluxo vegetativo ocorreu entre o início do mês de outubro e final do mês de novembro, que coincide com o período de maior acúmulo de chuva e quando as temperaturas são ideais para desenvolvimento do limão-siciliano (Figura 9A, 9B, 9C e 9D). Em setembro de 2020, o desenvolvimento das brotações foi menor, talvez comprometido pelo maior déficit hídrico e altas temperaturas no período (Figura 9E e 9F).

Quando se compara a dinâmica de emissão de brotos entre as datas de poda, nota-se que, para os dois anos, a emissão dos principais fluxos não foi alterada pela poda. No entanto, em 2020, em todas as plantas submetidas à poda houve ocorrência de pequenos fluxos de menor intensidade. No que diz respeito à quantidade de brotos, em 2019 as plantas podadas 30 dias

a.c.p. (poda 2) resultaram em maior média por planta do que plantas podadas 3 ou 60 dias a.c.p. (poda 1 e 3) ou nas que não haviam sido podadas. Em 2020, as plantas podadas 30 dias a.c.p. (poda 2) apresentaram maior média por planta do que as plantas podadas 60 dias a.c.p. (poda 3), porém, ambas não diferiam das plantas podadas 3 dias a.c.p. ou das não podadas (Tabela 4).

De forma geral, as plantas doentes brotaram mais do que as sadias, independentemente da data de poda, mas com diferenças significativas somente no ano de 2019 (Tabela 4). Além disso, o aumento das brotações das plantas doentes ocorreu, de forma geral, antes do pico de brotação das plantas sadias (Figura 9A, 9B, 9C e 9D). Em 2020 não houve diferença estatística entre plantas doentes e sadias (Tabela 4), o que pode estar relacionada às condições mais adversas de temperatura do ar e déficit hídrico verificadas naquele ano (Tabela 3). Em ambos os anos não houve interação dos resultados entre os fatores planta doente, planta sadia e data poda para nenhuma das variáveis avaliadas. Importante ressaltar que, apesar de não haver sido quantificado, em 2020, tanto nas plantas sadias como nas doentes, os brotos que emergiram em setembro e outubro morreram em grande quantidade.

Tabela 4. Área abaixo da curva (AAC) da média de brotos das oito plantas adultas de limão-siciliano (variedade ‘Limoeira 8A’ enxertada em citrumeleiro ‘Swingle’) sadias ou afetadas com HLB, não podadas ou podadas 3 (poda 1), 30 (poda 2) e 60 (poda 3) dias após a data da colheita principal, visando avaliar a influência da poda na dinâmica e intensidade de brotação, em propriedade localizada na região Sul do cinturão citrícola de SP e MG.

| Área abaixo da curva | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Tratamentos | Doente | Sadia | Média |
| <i>Ano 2019</i> | | | |
| Sem poda | 214,2 ± 30,0 | 115,3 ± 20,0 | 164,8 ± 25,0 B |
| Poda 1 - 29/04 | 257,5 ± 25,0 | 160,9 ± 25,8 | 209,2 ± 25,4 B |
| Poda 2 - 24/05 | 338,8 ± 27,4 | 261,1 ± 27,0 | 300,0 ± 27,2 A |
| Poda 3 - 02/07 | 240,1 ± 24,1 | 180,3 ± 11,4 | 210,2 ± 17,7 B |
| Média | 262,7 ± 26,6 a | 179,4 ± 21,0 b | |
| <i>Ano 2020</i> | | | |
| Sem poda | 256,6 ± 31,3 | 266,3 ± 35,4 | 261,5 ± 33,3 AB |
| Poda 1 - 21/05 | 282,4 ± 16,6 | 278,9 ± 28,6 | 280,7 ± 22,6 AB |
| Poda 2 - 25/06 | 326,7 ± 45,1 | 301,3 ± 15,0 | 314,0 ± 30,1 A |
| Poda 3 - 30/07 | 298,7 ± 27,0 | 164,3 ± 21,0 | 231,5 ± 24,0 B |
| Média | 291,1 ± 30,0 a | 252,7 ± 25,0 a | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

4. DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliado o impacto que a poda lateral e de topo de plantas sadias e doentes de limão-siciliano de sete anos de idade, realizadas 3, 30 e 60 dias logo após a data de colheita principal, poderia ter sobre a dinâmica de surgimento e intensidade de novos brotos, por dois anos consecutivos, em propriedade do município de Rio Claro, estado de São Paulo. As características climáticas dos anos em que o estudo foi conduzido foram consideradas atípicas, pois variaram consideravelmente em relação aos registros históricos da propriedade. Durante o ano de 2019 as plantas estiveram submetidas a menores estresses causados por deficiência hídrica e por extremos de temperaturas altas do que durante o ano de 2020.

Independentemente da data de poda, maior intensidade de brotos foi observada entre o início do mês de outubro e final do mês de novembro, indicando que, em limão siciliano, o clima tem maior importância do que o momento da poda sobre a dinâmica de brotação. Em 2020, o estresse por deficiência hídrica foi mais intenso do que o registrado em 2019, o que foi evidenciado por um aumento nos casos de morte de brotos por seca. Em setembro e outubro de 2020, houve decréscimo de 13,5% no número de horas na faixa de 25 a 31 °C, considerada por Reuther (1973), Doorenbos & Kassam (1994), Ribeiro et al., (2006) e Guo et al. (2006) a mais favorável para a brotação em citros. Além disso, no mesmo período de 2020, houve um aumento de 250% na quantidade de horas de temperaturas acima dos 38 °C em comparação com 2019. Ademais, em outubro de 2020, por seis dias consecutivos, as temperaturas máximas estiveram acima de 40 °C. Nesses meses, também houve redução em 71% na quantidade de chuva (Figura 9E), provocando maior déficit hídrico (Figura 9F). Em citros, durante o período de repouso vegetativo e indução floral, o déficit hídrico é essencial para estimular a florada e brotação. Segundo Wilcox et al. (1983), quando o déficit ocorre novamente após períodos de intensas floradas ou brotações, os elevados níveis de transpiração e baixa absorção de água dificultam a reativação do crescimento do sistema radicular, impossibilitando a manutenção do potencial hídrico da planta e provocando, conseqüentemente, morte de brotos e queda de frutos e folha. O aumento do nível de ácido abscísico (ABA) na folha é outro fator prejudicial resultante do déficit hídrico, o que leva ao fechamento dos estômatos e, como consequência, declínio na absorção líquida de CO₂ e conseqüente redução no desenvolvimento dos brotos (Primo-Millo & Agustí, 2020). Conclui-se então que as altas temperaturas acompanhadas de intenso déficit hídrico que ocorreram em 2020 podem ter sido as principais causas da alta variação e não

ocorrência de diferenças estatísticas entre plantas sadias e doentes, limitando mais intensamente a dinâmica de brotação em ambos os tipos de plantas.

A brotação das plantas podadas 30 dias a.p.c (poda 2) em 2019 foi maior que nas demais datas de podas do mesmo ano e das plantas não podadas, o que pode estar relacionada com as condições climáticas. No momento da poda 1, as plantas estavam sem estresse hídrico ou térmico antes, mas passaram por forte estresse após a poda, e na poda 3 as plantas estavam sob moderado estresse hídrico no momento e passaram por forte estresse após a poda. Na poda 2, as plantas estavam sob forte estresse hídrico antes, mas não depois da poda, o que pode ter favorecido as brotações. Além disso, a presença de frutos nas plantas pode ter contribuído para a menor brotação da poda 1. A colheita havia sido conduzida três dias antes. De acordo com Primo-Millo & Agustí, (2020) e Goldschmidt (1999), os frutos provocam esgotamento fisiológico em decorrência do grande fluxo de fotoassimilados e de água para os frutos, que são os maiores drenos da planta, provocando também debilitação do sistema radicular.

No ano de 2020, as plantas passaram por forte estresse hídrico e/ou térmico após todas as datas de poda, sendo maior na realizada aos 60 dias a.c.p. do que nas demais, o que provavelmente interferiu de forma mais ou menos uniforme na dinâmica de brotação de todas as plantas, podadas ou não. Tais impactos já haviam sido relatados por Castel & Buj (1990), e por Castro (1994) no ano de 1994, em pomares do cinturão citrícola de SP e MG, ano em que as condições foram muito parecidas com as de 2020.

Nesse estudo, observou-se também que, em 2019, plantas doentes emitiram mais brotos do que plantas sadias. Maior intensidade de brotação em plantas doentes também foi observada por Montesino (2011) em plantas de laranjeira ‘Valência’ afetadas por HLB. Tanto nas laranjeiras como em plantas de limão-siciliano, o HLB provoca intensa desfolha, o que estimula a ocorrência de novas brotações. Independentemente da causa, a maior quantidade de brotos em plantas doentes pode ter importantes consequências epidemiológicas. A maior quantidade de brotos nas plantas doentes deve favorecer a atração, reprodução e alimentação do psilídeo (Lopes & Cifuentes-Arenas, 2021) e, por sua vez, a aquisição da bactéria, que é mais eficiente por ninfas do que por adultos (Inoue et al., 2009; George et al., 2018). O psilídeo apresenta preferência por brotos em estágios iniciais de desenvolvimento (Cifuentes-Arenas et al., 2018) e, sob condições ambientais favoráveis, se torna altamente prolífico (Nava et al., 2010).

Também se observou que em plantas doentes as brotações surgem antes do que nas sadias, informação que pode ser útil para o aprimoramento do manejo do psilídeo. Em pomares onde as plantas doentes não são eliminadas é importante que estas sejam inspecionadas mais

constantemente que as sadias e, ao primeiro sinal de inchamento das gemas e início de crescimento dos brotos, devem-se iniciar as pulverizações, respeitando-se a rotação de ingredientes ativos, e continuar com as pulverizações em intervalos entre aplicações nunca superiores a 15 dias. A rotação de ingredientes ativos irá evitar a seleção de indivíduos resistentes na população do inseto, e as aplicações em períodos inferiores a 15 dias irá evitar que os insetos eventualmente presentes se reproduzam na propriedade. Desta maneira, mantém-se a efetividade das pulverizações e reduzem-se as chances de disseminação do patógeno entre plantas no pomar e entre propriedades vizinhas. Mas, para ser bem sucedido, este manejo de inspeções e programa de controle do vetor deve ser ampliado às propriedades vizinhas, de tal forma que abranja toda a região. Sem esse manejo regional, haverá proliferação de psilídeos infectivos que promoverão a disseminação do patógeno (; Bassanezi et al., 2013).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, em limão-siciliano, (i) as condições climáticas e o HLB exercem mais forte impacto sobre as brotações de plantas adultas do que a prática de poda lateral e de topo, e (ii) em plantas doentes, as brotações ocorrem antes e em maior intensidade do que nas sadias, o que irá exigir cuidados adicionais no controle do psilídeo, dentro e fora da propriedade.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6):711-728.
- Alves, F.L. 1986. Características físicas, químicas e físico-químicas de frutas de cultivares de limão *Citrus limon* (L.) Burm. 201 f. **Dissertação de Mestrado**. Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista.
- Aubert, B. 1987. Le psylle asiatique des agrumes (*Diaphorina citri* Kuwayama) au Brésil: situation actuelle et perspectives de lutte. **Fruits** 42(4):225-229.
- Azevedo, J.A., Silva, E.M. 1999. Tensiômetro: dispositivo prático para controle de irrigação. Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Circular Técnica**. n. 001. Planaltina- DF. 37 p.
- Bassanezi, R.B., Lopes, S.A., Miranda, M.P., Wulff, N.A., Volpe, H.X.L., Ayres, A.J. 2020. Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Trop. Plant Pathol.** 45:251–264.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97(6):789-796.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88(1):7-37.
- Carvalho, E.V., Cifuentes-Arenas, J.C., Jesus, C.A.S., Stuchi, E.S., Lopes, S.A., Girardi, E.A. 2020. Optimization of sampling and monitoring of vegetative flushing in citrus orchards. **Plos one** 15(5): e0233014.
- Castel, J.R., Buj, A. 1990. Response of Salustiana oranges to high frequency deficit irrigation. **Irrigation Science** 11:121-127.
- Castro, P.R.C. 1994. Comportamento dos citros sob déficit hídrico. **Laranja** 15(2):139-154.
- Chaves, M.M., Oliveira, M.M. 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany** 55(407):2365–2384.
- Cifuentes-Arenas, J.C., Goes, A., Miranda, M.P., Beattie, G.A.C., Lopes, S.A. 2018. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **PLoS One** 13(1):e0190563.
- Ciriminna, R. et al. 2020. The Case for a Lemon Bioeconomy. **Adv. Sustainable Syst.** 4: 2000006.
- Coletta-Filho H.D., Carlos E.F., Alves K.C.S., Pereira M.A.R., Boscariol-Camargo R.L., Souza A.A., Machado, M.A. 2010. In planta multiplication and graft transmission of

‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ revealed by Real-Time PCR. **European Journal of Plant Pathology** 126:53-60.

Coletta-Filho H.D., Takita M.A., Targon M.L.P.N., Machado M.A. 2005. Analysis of 16S rDNA sequences from citrus-huanglongbing bacteria reveal a different “*Ca. Liberibacter*” strain associated with citrus disease in São Paulo. **Plant Disease** 89(8):848-852.

Coletta-Filho, H.D., Targon, M.L.P.N., Takita, M.A., De Negri, J.D., Pompeu Jr, J., Machado, M. A., Amaral, A.M., Muller, G.W. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. **Plant Disease** 88(12):1382.

Crane, J.H. 2016. Lemon Growing in the Florida Home Landscape. **Horticultural Sciences Department**. UF/IFAS Extension. HS1153.

Curk, F. et al. 2016. Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. **Annals of Botany** 117(4):565-83.

Da Graça, J.V, Douhan G.W., Halbert S.E., Keremane M.L., Lee R.F., Vidalakis G., Zhao H. 2016. Huanglongbing: an overview of a complex pathosystem ravaging the world’s citrus. **Journal of Integrative Plant Biology** 58(4): 373-387.

Donadio, L.C., Mourão Filho, F.A.A., Moreira, C.S. 2005. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Júnior, J. (Ed.). **Citros**, Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 1-18.

Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1994. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande. UFPB. **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem** 33. 306 p.

El-Otmani, M. et al. 2011. **21 - Citrus spp.:** orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In: Yahia, E.M. (ed.). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, Woodhead Publishing.

Fallahi, E., Kilby, M. 1997. Rootstock and pruning influence on yield and fruit quality of ‘Lisbon’ lemon. **Fruit Varieties Journal** 51(4):242-246.

Fan, J., Chen, C., Brlansky, R.H., Gmitter Jr., F.G., Li, Z.G. 2010. Changes in carbohydrate metabolism in citrus sinensis infected with “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”. **Plant Pathology** 59:1037-1043.

Figueiredo, J.O., Negri, J.D., Mattos Jr. D., Pio, R.M., Laranjeira, F.F., Garcia, V.X.P. 2005. Comportamento de catorze porta-enxertos para o limão Eureka km 47 na região de Araraquara-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 27(1):73-76.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the United Nations**. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 1 mar. 2022.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. 2021. **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro de 2021/2022**. Araraquara: Fundecitrus. 107 p.

García, M.A. **Poda del limonero**. 2011. INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponível em: < <https://inta.gov.ar/documentos/poda-del-limonero>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

García-Sánchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botía, P., Perez- Perez, J.G. 2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. **Physiologia Plantarum** 130:532-542.

Garnier, M., Danel, N., Bové, J.M. 1984. The greening organism is a gram negative bacterium. International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010), 9(9).

George, J., Ammar, E. D., Hall, D. G., Shatters, R. G., Lapointe, S. L. 2018. Prolonged phloem ingestion by *Diaphorina citri* nymphs compared to adults is correlated with increased acquisition of citrus greening pathogen. **Scientific Reports**. 8:10352.

Ghosh, A.; Dey, K.; Bhowmick, N.; Dey, A.N.; Ghosh, A. 2020. Reproductive behaviour of lemon (citrus limon burm.) affected by different pruning intensities and integrated nutrient management under various growing seasons. **National Academy Science Letters** 43:81-84.

Goodrich, R. 2003. **Lemons**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X002443>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Goldschmidt, E.E. 1999. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. **HortScience** 34(6):1020-1024.

Guimarães, R. et al. 2010. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. **Food and Chemical Toxicology** 48(1):99-106.

Guo, Y.P.; Zhou, H.F.; Zhang, L.C. 2006. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. **Scientia Horticulturae** 108(3):260-267.

Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of citrus. In: Reuther, W., Webber, H.J., Batchelor, L.D. (Ed.). **The Citrus Industry**. Berkeley: University of California. v.1. cap. 4. p. 552-80.

Inoue, H., Ohnishi, J., Ito, T., Tomimura, K., Miyata, S., Iwanami, T., Ashihara W. 2009. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. **Annals of Applied Biology** 155(1):29-36.

Koller, O.C. 1994. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 446 p.

- Kondle, R.; Gurung, S.; Bhowmick, N. 2020. Effect of pruning and paclobutrazol application of acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) cv. Balaji under Sub-Himalayan Terai region of West Bengal. **International Journal of Chemical Studies** 8(4):201-206.
- Li, W.; Hartung, J.S.; Levy, L. 2006. Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus Huanglongbing. **Journal of Microbiological Methods** 66(1):104-115.
- Lopes, S.A., Cifuentes-Arenas J.C. 2021. Protocol for Successful Transmission of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ from Citrus to Citrus Using *Diaphorina citri*. **Phytopathology** 111(12):2367-2374.
- Lopes, S.A.; Luiz, F.Q.B.F.; Oliveira, H.T.; Cifuentes-Arenas, J.C.; Raiol-Junior, L.L. 2017. Seasonal variation of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” titers in new shoots of citrus in distinct environments. **Plant Disease** 101(4):583-590.
- Lopes, S.A., Luiz, F.Q.B.F., Martins, E.C., Fassini, C.G., Sousa, M.C., Barbosa, J.C., and Beattie, G.A.C. 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., Bertolini, E., Frare, G.F., Martins, E.C., Wulff, N.A., Teixeira, D.C., Fernandes, N.G., Cambra, M. 2009a. Graft transmission efficiencies and multiplication of “*Candidatus Liberibacter americanus*” and “*Ca. Liberibacter asiaticus*” in citrus plants. **Phytopathology** 99(3):301-306.
- Lopes, S.A., Frare, G.F., Bertolini, E., Cambra, M., Fernandes, N.G., Ayres, A. J., Marin, D.R., Bové, J.M. 2009b. *Liberibacter*s associated with citrus Huanglongbing in Brazil: “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” is heat tolerant, “*Ca. L. americanus*” is heat sensitive. **Plant Disease** 93(3):257-262.
- Mahesha, N., Singh, S.R. 2018. Effects of GA3 and shoot pruning on flowering and yield in Assam Lemon (*Citrus limon* burn. f.). **Bangladesh Journal of Botany** 47(3):509-514.
- Artavia-Mejía, J.D. 2019. Efecto de la poda de fructificación por ventanas sobre la brotación, floración y fructificación del limón mesina (*Citrus latifolia* Tan.) en finca Artaca S.A., Heredia, Sarapiquí, Costa Rica. **Tesis Licenciatura en Ingeniería en Agronomía**. Santa Clara, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía.
- Mendonça, V., Ramos, J.D., Araújo Neto, S.E., Rufini, J.C.M. 2008. Produção da tangerineira ‘Ponkan’ após poda de recuperação. **Ciência Agrotecnológica** 32(1):103-109.
- Moreira, A.S., Stuchi, E.S., Silva, P.R.B., Bassanezi, R.B., Girardi, E.A., Laranjeira, F.F. 2019. Could tree density play a role in managing Citrus Huanglongbing epidemics? **Trop. Plant Pathol.** 44:268–274.
- Montesino, L.H. 2011. Evolução dos sintomas de Huanglongbing em laranjeiras jovens: relação com época do ano, fenologia das plantas, flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e medidas de controle do vetor. 49 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Nava, D.E.; Gomez-Torres, M.L.; Rodrigues, M.D.; Bento, J.M.S.; Haddad, M.I.L.; Parra, J.R.P. 2010. The Effects of Host, Geographic Origin, and Gender on the Thermal Requirements of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Environmental Entomology** 39(2):678-684.

Panccioni, T. M. 2015. Caracterização dos sintomas de HLB e da infecção por *Candidatus Liberibacter asiaticus* em limão verdadeiro. 27 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Petto Neto, A. 1991. Práticas culturais. In: Rodriguez, O., Viégas, F., Pompeu Jr., J., Amaro, A.A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. v.1. Campinas: Fundação Cargill. p. 476-490.

Pio, R.M., Figueiredo, J.O., Stuchi, E.S., Cardoso, S.A.B. 2005. Variedades copas. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 37-60.

Pompeu Junior, J. 2005. Porta-enxertos. In: Mattos Junior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu Junior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag. p. 61-104.

Primo-Millo, E., Agustí, M. 2020. Vegetative growth. In: Talon, M., Caruso, M., Gmitter Jr., F.G. (Ed.). **The Genus Citrus**. Elsevier. p. 193–217.

Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. 1997. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico - IAC. 285p. (Boletim técnico 100).

R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

Reuther, W. 1973. Climate and citrus behavior. **The citrus industry**. Riverside: UCA Press. p. 280-337.

Ribeiro, R.V., Machado, E.C., Brunini, O. 2006. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura** 28(2):247-253.

Rodrigues-Pagazaurtundúa, J.J., Villalba-Buendía, D. 1998. **Poda de los cítricos**. Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentacion, p. 1-15.

Rossi, M. 2017. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal. p. 118.

Sartori, I.A., Koller, O.C., Theissen, S., Souza, P.V.D., Bender, R.J., Marodin, G.A.B. 2007. Efeito da poda, raleio de frutos e uso de fitorreguladores na produção de tangerineiras (*Citrus deliciosa Tenore*) cv. Montenegrina. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29(1):5-10.

Sauls, J.W. 2008. **Citrus Pruning**. Texas Citrus and Subtropical Fruits. Disponível em: <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/pruning/L2308.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

- Shaner, G., Finney, R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology** 67:1051-1056.
- Shirgure, P.S., Marathe, R.A., Lallan, R., Singh, S. 2000. Irrigation scheduling in acid lime (*Citrus aurantifolia*) as affected by different soil moisture regimes. **Indian J. Agri. Sci.** 70(3):173-176.
- Spiegel-Roy, P., Goldschmidt, E.E. 1996. **Biology of Citrus**. Cambridge: Cambridge University Press. 230 p.
- Stuchi, E.S., Girardi, E.A. 2011. Adensamento de plantio deve ser o quarto elemento no manejo do HLB. **Citricultura Atual** 14(81):12-16.
- Teixeira, D.C., Ayres, A.J., Kitajima, E.W., Tanaka, F.A.O., Danet, 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 Dis.** 89(1):107.
- USDA. **United States Department of agriculture**. Foreign Agricultural Service. 2019. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/commodities/citrus-fruit>>. Acesso em: 22 mar. 2020.
- Vieira Júnior, H.C., Melo, B. 2012. **Poda das fruteiras**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/poda.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- Wilcox, D.A., Davies, F.S., Buchanan, D.W. 1983. Root temperature, water relation, and cold hardiness in two citrus rootstocks. **Journal American Society Horticultural Science** 108(2):318-321.
- Wright, G.C., Kelly, J. 2008. Pruning Citrus. Arizona Cooperative Extension. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. Disponível em: <<https://repository.arizona.edu/handle/10150/146998>>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- Wu, G.A. et al. 2018. Genomics of the origin and evolution of citrus. **Nature** 554:311-316.