

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

**PEDRO RODOLPHO BRAZ DA SILVA**

**Estimativa da viabilidade econômica do replantio e avaliação da  
incidência de huanglongbing dos citros em pomares com  
diferentes densidades de plantio**

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

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara  
Outubro 2017**

**PEDRO RODOLPHO BRAZ DA SILVA**

**Estimativa da viabilidade econômica do replantio e avaliação da incidência de huanglongbing dos citros em pomares com diferentes densidades de plantio**

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

Orientador: Dr. Eduardo Augusto Girardi

Coorientador: Dr. Renato Beozzo Bassanezi

**Araraquara  
Outubro 2017**

## **PEDRO RODOLPHO BRAZ DA SILVA**

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

Araraquara, 18 de outubro de 2017.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Eduardo Augusto Girardi  
Embrapa / Fundecitrus

---

Dra. Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum  
Embrapa

---

Dr. Vinicius Gustavo Trombin  
Markestrat

## DEDICATÓRIA

A minha esposa **Janaina Hammerschmidt**, meu filho **João Pedro Hammerschmidt Braz** e minha sogra **Filomena Nerci Hammerschmidt** pelo amor e carinho que me trazem todos os dias. A família que tem amor é base para todo homem se tornar uma pessoa de sucesso na vida, principalmente espiritual.  
Obrigado família.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer à Louis Dreyfus pela oportunidade de trabalho e por ter ajudado na organização dos dados.

Agradecer em especial ao gerente Claudinei Ferreti e ao professor Eduardo Girardi por me transmitir suas experiências na citricultura com muito entusiasmo.

Gostaria de agradecer ao Dr. Renato Beozzo Bassanezi pela assessoria na compilação dos dados e sugestões para que o trabalho fosse mais bem analisado.

Agradeço a Alécio Souza Moreira e ao Prof. José Carlos Barbosa pela ajuda na análise estatística aplicada no trabalho. Esse suporte foi fundamental para que o trabalho conseguisse responder às hipóteses apresentadas.

A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil.

**Nicolau Copérnico**

"Teimosia e determinação dizem respeito à mesma energia, mas são identificadas somente no fim da história. Se deu errado, era teimosia. Se deu certo, era determinação".

**Ana Cláudia Quintana Arantes**  
**Livro: A morte é um dia que vale a pena viver. p. 46**

## **Estimativa da viabilidade econômica do replantio e avaliação da incidência de huanglongbing dos citros em pomares com diferentes densidades de plantio**

**Autor:** Pedro Rodolpho Braz da Silva  
**Orientador:** Eduardo Augusto Girardi  
**Coorientador:** Renato Beozzo Bassanezi

### **Resumo**

A presença do huanglongbing (HLB) em pomares de citros no Brasil vem causando elevadas perdas econômicas e sociais. Não existem medidas curativas nem variedades comerciais resistentes, de modo que as medidas de controle atualmente recomendadas incluem o uso de mudas sadias produzidas em ambiente protegido, a inspeção e erradicação de plantas sintomáticas e o controle químico do inseto vetor. Algumas práticas culturais são recomendadas como ferramenta adicional, como o replantio de plantas erradicadas. Além disso, os pomares atualmente utilizam maiores densidades de plantio, por questões econômicas, e não se conhece bem a influência dessa prática sobre a disseminação da doença em escala regional. No presente trabalho, realizou-se a estimativa da viabilidade econômica de replantio simulando-se diferentes taxas anuais e períodos de erradicação decorrente da incidência do HLB. Além disso, avaliou-se a incidência da doença de 2013 a 2015 em 547 talhões localizados em pomares comerciais nas regiões de Araraquara e Altinópolis, SP, relacionando-a com a densidade de plantio e outros fatores como idade do pomar e localização do talhão dentro da propriedade. Considerando-se o cenário econômico estudado, a taxa máxima de replantio anual de HLB é de aproximadamente 2%, sendo realizada preferencialmente até seis anos após o plantio para se obter maior viabilidade econômica. Esse valor é diretamente influenciado por fatores como preço da caixa de laranja, custos de insumos e operações, produtividade esperada da replanta, taxa de desconto, entre outros. A incidência de HLB entre os talhões localizados em Araraquara foi o dobro da em Altinópolis. As maiores densidades (> 540 árvores/ha) apresentaram menor ocorrência de HLB do que as densidades de plantio inferiores a 540 árvores/ha, especialmente para talhões localizados em Araraquara e talhões jovens localizados em ambas as regiões. A incidência da doença foi maior nos talhões formados por árvores com menos de oito anos de idade e também nos talhões com densidades de plantio mais baixas. Nos talhões da região de Araraquara, a erradicação do HLB foi maior naqueles localizados na borda, acima de oito anos e mais espaçados. Dessa forma, a incidência de HLB por três anos foi maior em pomares comerciais com controle intensivo do vetor que empregam menor densidade de plantio. Contudo, a incidência regional, a idade das plantas e a localização do talhão foram fatores mais significativos para a incidência da doença do que a densidade de plantio.

**Palavras-chave:** *Citrus* spp., Adensamento de Plantio, Custo de Produção, Huanglongbing, Incidência.

## **Estimative of the economic feasibility of resetting and the evaluation of the incidence of citrus huanglongbing in orchards with different tree densities**

**Author:** Pedro Rodolpho Braz da Silva

**Advisor:** Eduardo Augusto Girardi

**Co-advisor:** Renato Beozzo Bassanezi

### **Abstract**

The occurrence of huanglongbing (HLB) in citrus orchards in Brazil has been causing expressive economic and social losses. There are no curative measures either commercial resistant varieties, and control consists on the use of healthy nursery trees from screen house, scouting and eradication of symptomatic trees, and chemical control of the vector. Some cultural practices are recommended as additional tools for the HLB management, such as resetting of eradicated trees. Furthermore, orchards are currently using higher tree densities for improving economic return, even though its influence on HLB dissemination is not known in a regional perspective. In this work, the estimative of economic feasibility of resetting was performed by the simulation of different annual rates and periods of HLB symptomatic trees. Additionally, the disease incidence was evaluated from 2013 to 2015 in 547 blocks located in commercial orchards in the counties of Araraquara and Altinópolis, São Paulo State, Brazil, and related to the tree planting density, and other factors as tree age and block localization within the orchard. Considering the economic scenario studied, the maximum annual HLB resetting rate is approximately of 2%, preferably until six years after planting, to obtain higher economic viability. This value is directly influenced by variables such as the price of the orange box, inputs and operational costs, fruit yield of the reset tree, discount rate, among others. HLB incidence within blocks in Araraquara region was two times higher than in Altinópolis. Higher tree densities (> 540 trees/ha) presented lower incidence of the disease in relation to blocks with less than 540 trees/ha, especially those located in Araraquara, and blocks with trees younger than eight years-old in both regions. HLB incidence was higher in younger blocks (three to eight years old) and also in lower tree-densities blocks. In Araraquara region, tree eradication was higher for blocks located in the orchard edge, older than eight years and with wider tree spacing. Therefore, HLB incidence for three consecutive years was higher in commercial blocks with intensive chemical control that had lower tree densities. Nevertheless, the regional incidence of the disease, the tree age and the localization of the block were more significant factors contributing for the HLB incidence than the tree density.

**Keywords:** *Citrus* spp., Huanglongbing, Incidence, Planting Density, Production Cost.



**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Resultado líquido de um pomar de laranja cultivado por 20 anos, mantendo-se a erradicação de plantas por HLB na base de 2% ao ano, com ou sem uso de replantio, até 4 e 14 anos após o plantio e no período total, e sem manejo (sem erradicação nem replantio) (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos..... 26
- Figura 2.** Custo por caixa de laranja produzida em pomar cultivado por 20 anos sem manejo de HLB (sem erradicação e sem replantio) com incidência anual da doença entre 1% e 10% (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos..... 27
- Figura 3.** Erradicação de plantas sintomáticas de HLB (%) em talhões avaliados em pomares comerciais localizados em Altinópolis (SP), utilizando diferentes, densidades de plantio (árvores ha<sup>-1</sup>), idade de plantas, e localização na borda ou no centro das fazendas..... 29
- Figura 4.** Erradicação de plantas sintomáticas de HLB (%) em talhões avaliados em pomares comerciais localizados em Araraquara (SP), utilizando diferentes, densidades de plantio (árvores ha<sup>-1</sup>), idade de plantas, e localização na borda ou no centro das fazendas..... 30
- Figura 5.** Mapa de uma fazenda na região de Altinópolis ilustrando sua irregularidade de bordas..... 33

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Planilha base de custos de produção em Reais (R\$) de cultivo de laranja no Estado de São Paulo sem presença de HLB, calculado para um hectare em 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016).....14
- Tabela 2.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita e transporte de laranja em São Paulo, calculada para um hectare em 20 anos sem presença de HLB, e utilizada como referência nesse estudo, adaptada de FNP Consultoria & Comercio (2016) e da Tabela 1.....19
- Tabela 3.** Custo unitário de replantio em Reais (R\$) de laranja no Estado de São Paulo em função da incidência de HLB, utilizado como referência nesse estudo..... 20
- Tabela 4.** Receita, custo de produção e resultado líquido acumulado por hectare, estande original de plantas no plantio, caixas de 40,8 kg produzidas por replantas e por hectare, em 20 anos de cultivo de laranja em função da taxa anual de replantas em função de diferentes cenários simulados de incidência anual de HLB (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.....22
- Tabela 5.** Total de caixas produzidas por replanta, por planta original do estande e por hectare, total de replantas e média de caixas produzidas por replantas, e resultado líquido de um pomar de laranja cultivado por 20 anos, com 1% e 4% de taxa anual de replantio em função de perdas por HLB, com replantio realizado de 4 a 20 anos após a instalação do pomar (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.....25
- Tabela 6.** Número de talhões comerciais avaliados, tamanho médio de cada talhão e erradicação média de plantas sintomáticas de HLB de 2013 a 2015 em pomares localizados em Altinópolis (SP) com diferentes densidades de plantio e idades de árvores.....30
- Tabela 7.** Número de talhões comerciais avaliados, tamanho médio de cada talhão e erradicação média de plantas sintomáticas de HLB de 2013 a 2015 em pomares localizados em Araraquara (SP) com diferentes densidades de plantio, idades de árvores e posição do talhão..... 31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>08</b>
2.1 Estimativa da viabilidade econômica do replantio em pomares com HLB.....	08
2.2 Avaliação da incidência de HLB em pomares comerciais de citros utilizando diferentes densidades de plantio.....	11
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
3.1 Estimativa da viabilidade econômica do replantio em pomares com HLB.....	13
3.2 Avaliação da incidência de HLB em pomares comerciais de citros utilizando diferentes densidades de plantio.....	29
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Registros apontam que a laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é originária do sul asiático, provavelmente da China, iniciando-se seu cultivo por volta de 4.000 anos atrás (Donadio et al., 2005). Nos anos de 1500, na expedição de Cristóvão Colombo, mudas de frutas cítricas foram trazidas para o continente americano. Introduzida no Brasil logo no início da colonização, a laranja encontrou no país melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, expandindo-se por todo o território nacional, ganhando destaque em vários Estados da Federação. Em 1920, foi criado um núcleo citrícola, o qual abastecia as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, dando origem ao início das exportações. Em 1940, tornou-se uma opção de renda no interior paulista para substituir os cafezais que sofriam com as geadas e doenças. O desenvolvimento de tecnologia pelos órgãos governamentais ligados ao setor proporcionou o avanço e a consolidação da atividade, permitindo que a citricultura vivesse um período de plena expansão e ganhasse importância econômica de 1960 aos dias atuais (Neves et al., 2010).

O Brasil é o maior produtor de laranjas no mundo, produzindo aprox. 17 milhões de toneladas em 2014, na sua maior parte destinada ao processamento de suco para exportação, enquanto o Estado de São Paulo responde por 75% do total de laranja do país com um parque citrícola com aproximadamente 190 milhões de plantas de laranja (Food and Agriculture Organization, 2014; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015; Fundo de Defesa da Citricultura, 2017). Em maio de 2017 estimou-se a safra de laranja 2017/2018 em 364,47 milhões de caixas de 40,8 kg, sendo 49% maior que a safra passada. Não pode, no entanto, ser chamada de uma “super safra”, pois a safra passada foi incomum no cinturão citrícola, sendo que há 28 anos que não se relatava uma safra menor. A estimativa 2017/2018 comparada com as 10 últimas safras teve um aumento de 14% (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017).

Considerando uma média das safras 2012/2013 até a safra 2016/2017, o mundo produziu 49 milhões de toneladas de laranja e o Brasil representou 34% da safra mundial. A produção de suco de laranja com um Brix equivalente de 65° no mundo foi de 1,8 milhões de toneladas de suco, sendo que o Brasil produziu 1,0 milhão de toneladas (56% da produção mundial). Porém, o Brasil representou 76% da exportação mundial e, assim, exporta 97% do seu suco, sendo que somente 3% é considerado consumo interno. Na média do período citado acima, o país exportou mais do que produziu, mas essa divergência de valores é explicada porque o Brasil manteve um estoque de 100 mil toneladas de suco na safra 2016/2017 (United States Department of Agriculture, 2017).

Com relação a custos de produção, os valores vêm aumentando ao longo do tempo e o que vem contribuindo para a escalada dos custos agrícolas é uma forte inflação de custos de mão-de-obra, insumos agrícolas e incremento de tratamentos fitossanitários contra doenças como cancro cítrico, huanglongbing (HLB) e pinta preta, doenças estas que vêm atacando dramaticamente a citricultura (Neves et al., 2010; Boteon et al., 2017). Uma das preocupações mais sérias do setor é o HLB, que avança com extrema rapidez e atingiu aproximadamente 17% das plantas em 2017 (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017).

O HLB foi primeiramente relatado na China (Bové, 2006). No Brasil, as primeiras plantas com sintomas de HLB foram descobertas em 2004, em pomares das regiões Centro e Sul do Estado de São Paulo. Atualmente, também ocorre em Minas Gerais e no Paraná. Não existe variedade comercial de copa ou porta-enxerto resistente à doença. Plantas novas contaminadas são mais sensíveis à doença do que plantas adultas, que por sua vez apresentam grande queda de frutos. O controle efetivo do HLB somente pode ser conseguido com inspeção constante e eliminação frequente de plantas com sintomas da doença. Pomares com altas incidências devem ser eliminados inteiramente, erradicando-se as plantas com e sem sintomas, pois as mesmas são fontes de contaminação para outras plantas e pomares (Fundo de Defesa da Citricultura, 2009).

O HLB foi responsável pela eliminação de quase cem milhões de plantas cítricas no século XX (Bergamin Filho et al., 2016). Este fato prova que o HLB é a doença cítrica mais importante no mundo (Bové 2006, Bassanezi et al., 2013, Bové 2014). No Brasil, a doença é associada à espécie bacteriana *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Coletta-Filho et al., 2004) e *Ca. Liberibacter americanus* (Teixeira et al., 2005), que são transmitidos pelo psilídeo asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) na América (Bové 2006). A bactéria também pode ser transmitida de planta para planta por enxerto (Lopes et al., 2009). A partir do primeiro relato de doença no Brasil em 2004 (Coleta-Filho et al., 2004), a gestão do HLB tem sido baseada em medidas para prevenir a propagação do HLB uma vez que os métodos viáveis e duráveis para o controle da doença como o uso de espécies resistentes comerciais de ou combinações de copas e porta-enxertos ainda não foram atingidos (Zhang et al., 2011, Bassanezi et al., 2011).

No Brasil, as espécies americana e asiática são transmitidas pelo psilídeo *D. citri*, um pequeno inseto de coloração cinza e com manchas escuras nas asas que mede de 2 a 3 mm de comprimento. Esse inseto se hospeda em todas as variedades cítricas e na murta (*Murraya* spp.) e pode ser encontrado em todas as regiões citrícolas do Estado de São Paulo. Os adultos permanecem nas folhas e ramos numa inclinação de 45°, uma característica peculiar que ajuda

no seu reconhecimento. A alimentação ocorre geralmente em brotos novos, onde também coloca seus ovos e ocorre o desenvolvimento das ninfas. O vetor adquire a bactéria se alimentando em plantas doentes. Uma vez que adquiriu a bactéria, mesmo no estágio ninfa, nunca mais a perde. Por isso a necessidade de se eliminar todas as plantas com sintomas da doença, independentemente de se adotar ou não o controle químico do vetor. A disseminação ocorre tanto a curtas distâncias entre plantas do talhão, como a longas distâncias (até 3,5 km) (Fundo de Defesa da Citricultura, 2009).

Os sintomas do HLB podem ser vistos durante o ano todo, mas mais frequentemente no outono-inverno (Belasque et al., 2010). Inicialmente, observa-se a presença de um ou mais ramos com folhas amareladas ou mosqueadas (manchas irregulares no limbo foliar, alternado gradativamente entre o verde e o amarelo). Em plantas novas, a árvore fica toda comprometida em um ou dois anos. Em plantas mais velhas, pode levar de três a cinco anos. Com a evolução da doença, podem surgir novos brotos, mas as folhas são pequenas, amarelas e voltadas para cima, como “orelhas de coelho”. Em alguns casos, a nervura da folha fica grossa e mais clara, podendo também ficar áspera (corticosa). Os frutos de ramos com sintomas do HLB não amadurecem normalmente e adquirem uma coloração verde clara manchada. Geralmente, ficam deformados, pequenos e assimétricos em relação à columela central. Ao cortá-los é possível verificar internamente filetes alaranjados na columela a partir da região do pedúnculo, sementes abortadas (necrosadas) e com albedo (a parte branca da casca) com espessura maior que a de um fruto sadio (Bové, 2006).

A situação é grave quando há o aparecimento do HLB na região ou no pomar, a medida inicial é determinar a gravidade do surto da doença. O próximo passo é evitar que mais árvores sejam infectadas. Para evitar o aumento da doença, pode ser feita a erradicação das plantas sintomáticas e manter as populações de psíldeos mais baixo possível, pois sem essas medidas a evolução do HLB é rápida. Na China, um pomar sem controle, leva apenas cerca de cinco anos para um pomar para atingir 100% de infecção, já o tempo de estimado para 100% de infecção em SP é de 8 a 13 anos (Bové, 2006).

Em SP e triângulo mineiro, o percentual de plantas sintomáticas de HLB em 2016 chegou a 16,92% do total das árvores, corroborando que a disseminação é rápida, pois o mesmo levantamento em 2008 indicou 0,61% das arvores com HLB. Em SP, a doença atinge maiores incidências nas regiões Centro e Sul, com 26 % e 32% das suas árvores com HLB respectivamente. As outras regiões apresentaram um menor percentual de HLB, mas, quando analisadas separadamente, todas tiveram um aumento significativo da doença, demonstrando um avanço rápido da doença no Estado (Fundo de Defesa da Citricultura, 2016).

As pesquisas em busca de métodos eficientes de controle para essa doença mobilizam toda a comunidade científica especializada no assunto, com investimentos significativos em pesquisa, porém, não existem métodos curativos para plantas com HLB (Bové, 2014). As principais estratégias para prevenir a infecção pelo HLB combinam o plantio de árvores de viveiros saudáveis, a remoção de árvores infectadas pelo HLB e o controle do psílídeo por inseticidas químicos ou biológicos (Da Graça 1991, Bove 2006, Bassanezi et al. 2013). Os estudos mais recentes indicam que essas estratégias para o manejo do HLB devem ser aplicadas em conjunto em toda a área para conseguir um controle duradouro das doenças e foram aplicadas nos últimos seis anos no Estado de São Paulo (Bassanezi et al., 2013).

Para uma maior eficiência no controle da doença, é preciso inspecionar as plantas e realizar a erradicação das árvores contaminadas de qualquer idade e severidade de sintomas (Belasque et al., 2010). Além disso, é importante a não manutenção de plantas cítricas com sintomas no pomar, mesmo quando próximo da colheita. Isso porque as mesmas são fonte constante de inoculo e permitem a infecção de novas plantas e pomares, mesmo quando se faz o controle do inseto vetor.

O controle do psílídeo através de inseticidas foi melhorando quando se descobriu que mais árvores se infectam nas bordas dos talhões do que dentro do talhão (efeito borda). O efeito de bordas é aumentado pela presença de fazendas vizinhas abandonadas, sem controle do HLB (Bové, 2014). Isso significa que as bordas devem ser tratadas com mais frequência do que o centro da fazenda. Além disso, a densidade das árvores poderia ser maior nas bordas para compensar o número de arvores sintomáticas erradicadas.

O novo cenário econômico sobre a produção de citros no mundo pós-HLB tem incentivado muitos produtores a modificar a densidade de plantio, a arquitetura da árvore e os sistemas de produção (Stover et al., 2008; Schumman et al., 2009). O espaçamento de árvores para o plantio comercial de citros vem sendo destacado nos últimos anos para produzir rendimento de frutos de alta qualidade para maximizar o rendimento líquido. Apesar da recente expansão em pomares usando altas densidades de plantio, esta tendência tem sido discutida e utilizada desde o final da década de 1970, onde foi realizado um levantamento para determinar tendências de densidade de plantio de citros nas principais áreas de cultivo de citros do mundo. A variação de espaçamento de plantio foi de 1,8 m x 1,8 m (Japão) para 10,7 m x 10,7 m (Flórida, EUA) (Tucker & Wheaton, 1978). Além disso, a condição para o uso de densidades de plantio ultra-altas pressupõe o controle de árvores de tamanho como princípio básico para a adoção dessa prática cultural (Piner, 1988).

Para enfrentar as perdas de plantas por HLB, Stuchi & Girardi (2010) afirmam que

existem técnicas culturais na citricultura frente ao HLB, como, por exemplo, o adensamento de plantas. A cultura dos citros apresenta boa resposta de produção quando cultivada sob maiores densidades de plantio, este sistema foi um dos fatores para o aumento da produtividade da citricultura paulista. Eles também afirmam que o seu uso pode compensar a redução na população de plantas decorrente da erradicação das plantas infectadas pelo HLB.

Segundo Neves (Neves et al., 2007), a necessidade de incrementar a produção por unidade de área na citricultura paulista é uma discussão que remonta há pelo menos quatro décadas. Tal necessidade se justifica basicamente por duas razões. Uma, pelas restrições na disponibilidade de terras, e a segunda pelo crescimento dos custos variáveis. Assim, uma alternativa é o adensamento de plantio, o qual pode ser vantajoso para a rentabilidade do negócio, ainda mais nas condições atuais em que problemas fitossanitários diversos, entre eles CVC e HLB, provocam a perda precoce de plantas e a diminuição da uniformidade dos pomares (Stuchi, 2007).

No início da década de 1990, alguns estudos surgiram focados na influência de densidades de plantio ultra-altas no manejo de doenças em citros, especialmente huanglongbing. As altas densidades analisadas examinaram a superação de 1800 árvores/ha, a fim de conseguir uma contenção precoce e reduzir os danos causados pelo HLB nos pomares (Aubert, 1990). O adotado plantio de alta densidade por produtores na China não tinha produzido os resultados esperados, uma vez que naquela época o manejo do HLB baseado em uso de controle químico e/ou biológico do vetor e mudas saudáveis oriundas de viveiro protegido não foi utilizado pelos produtores em larga escala (Aubert, 1990).

Em São Paulo, pomares em formação apresentaram densidade de plantio média de 687 árvores/ha, mantendo-se acima das 600 árvores/ha desde 2013, mas atingindo 719 plantas por hectare nos plantios de 2016 (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017). A densidade média de pomares adultos, isto é, plantados antes de 2014, é de 467 árvores/ha. Analisados por idade, os pomares mais velhos apresentam menor adensamento médio, por exemplo, os pomares com mais de 10 anos têm em média 392 árvores/ha, enquanto os que foram plantados durante a última década apresentam média de 538 árvores/ha. A idade média dos pomares adultos está em 10,3 anos. No entanto, aprox. 10% da área total dos pomares de laranja apresentam idade superior a 20 anos com uma densidade média de 336 árvores/ha, defasada em relação à adotada atualmente. Isto mostra que, ao longo destas duas décadas, aos poucos, os pomares foram sendo adensados e, em 2015, atingiram o dobro de árvores plantadas numa mesma área. Portanto, o impacto do HLB deve ser hoje dimensionado considerando-se pomares mais adensados, o que não é um assunto muito estudado.



Stuchi et al. (2016) relatam que a incidência do HLB foi inversamente proporcional à densidade de plantio em experimento em Bebedouro-SP. Mudanças na densidade de plantio podem promover mudança na incidência da doença através de efeitos geométricos diretos na frequência de inoculação, ou indiretamente através de interações com o ambiente (Burdon & Chilvers, 1982). Para outros sistemas ou culturas agrícolas, existem numerosos estudos que apontam para a influência das densidades de plantio sobre o progresso e incidência da doença (Berger 1975, Legard et al., 2000). Em *Botrytis*-morango, reduzir a densidade de plantas promoveu a circulação de ar e secagem rápida dentro da copa de frutificação, e têm sido recomendado para reduzir a umidade elevada que favorece a doença (Legard et al., 2000). No entanto, nos patossistemas em que o inseto/vetor é um componente, como o HLB, existem poucos estudos relacionando a densidade de plantio à incidência da doença (Burdon & Chilvers 1982, Power 1989).

Estudos de simulação computacional envolvendo o HLB em diferentes cenários de incidência e diferentes densidades de plantio, de 660 a 6000 plantas/ha, mostraram menor progresso em maior espaçamento entre árvores na ausência de medidas de controle do vetor. Pelo contrário, a adoção de densidades de plantio ultra-altas só seria vantajosa em situações com controle intensivo da infecção primária associada ao controle químico e / ou biológico do vetor, remoção de plantas sintomáticas e adoção de mais de uma cultura por área (Santos, 2012).

Outra prática para enfrentar as perdas de plantas por HLB é o replantio (Morris & Muraro, 2008). Rigolin & Tersi (2005) relatam que a decisão de replantar ou não determinado talhão em produção deve ter por base a análise econômica detalhada, porém, o aspecto operacional deve também ser cuidadosamente planejado. Os custos operacionais estão relacionados à retirada das plantas doentes, ao preparo do solo e à condução das mudas cítricas. No replantio de pomar adulto, o gargalo operacional e de custo está na remoção das plantas erradicadas para fora do talhão. É importante analisar cinco variáveis antes do investimento: taxas de replantio e de erradicação, preço de venda do produto, custo por caixa colhida e produtividade (Boteon et al. 2017).

Para calcular a viabilidade dos pomares em áreas endêmicas de HLB, consideram-se ainda outros fatores para se formar um cenário como: preço da caixa e pressão da doença. Para se formar um cenário completo é necessário adotar as taxa de atratividade (Tozatti, 2014). O projeto de viabilidade dos pomares varia de 15 anos a 20 anos de exploração, se diminuir o período não há retorno. Atualmente, um projeto para ser viável depende também da melhora no mercado de suco mundial para que se possa recomendar a implantação do pomar (Fukuda, 2015).

A Hortifruti Brasil/Cepea em 2011 abriu uma discussão sobre os custos de produção de laranja na região citrícola e apresentou cinco propriedades com diferentes estruturas de custo, localidade e fatores fitossanitários, demonstrando situações reais que o produtor vem enfrentando (Pagliuca et al., 2011). Na análise de custo total das propriedades, eles estimaram separadamente o custo do controle do HLB e enfatizaram um custo geral impulsionado pelo HLB. No estudo da propriedade 3, foi analisado o impacto do HLB, entre 2005 e 2010. O número total de pés replantados na propriedade foi de 38.885, enquanto que o número de pés erradicados foi de 20.043. O objetivo era adensar os pomares de laranja à medida que as atividades de replantio fossem sendo feita por conta do HLB. Com a crise na citricultura devido aos preços na época, a propriedade limitou os gastos com o manejo do HLB e reduziu o número de plantas replantadas, passando de três mudas por planta erradicada para uma planta para cada planta erradicada. O estudo descreveu que, em um momento, o custo reduziu, porém, o menor gasto afetou a produtividade em médio prazo e o custo por caixa aumentou.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em estimar a viabilidade econômica do replantio em pomares de citros, buscando-se definir qual a taxa máxima anual de replantio e o período viável para manter essa operação, simulando-se perdas anuais de plantas por HLB. Além disso, avaliou-se a relação entre incidência do HLB e espaçamento de plantio em pomares comerciais. O estudo pode ajudar o produtor na tomada de decisão na implantação do pomar, usando o adensamento e o replantio como ferramentas adicionais para diminuir o impacto do HLB e aumentar a produção por hectare.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Estimativa da viabilidade econômica do replantio em pomares com HLB

Para estimar a viabilidade das replantas, separamos o trabalho em duas partes. A primeira parte foi definir a incidência anual de HLB, entre zero e 10%, que resultasse em cenário de equilíbrio, com erradicação e replantio anuais até o final da vida útil do pomar. Na segunda parte, a partir da incidência determinada anteriormente, simulou-se a viabilidade econômica de replantio e erradicações até 4, 6, 8, 10, 12 e 14 anos após o plantio, para definir o período ótimo para execução dessas operações considerando o retorno líquido.

Como planilha base de custo de produção de laranja, adaptou-se a planilha Agriannual (FNP Consultoria & Comercio, 2016). O Agriannual não prevê o custo específico de manejo do HLB, ou seja, o custo de erradicação e replantio em decorrência da doença. Assim, a planilha foi modificada com base na experiência profissional do autor em administração de fazendas citrícolas, propondo-se algumas alterações nos custos a fim de se aproximar da realidade dos produtores de laranja na presença do HLB.

As alterações são listadas abaixo e estão incorporadas nas Tabelas 1 a 3 que apresentam o custo de produção, a curva de produtividade, a receita e o custo da replanta:

- a) Aumento da vida útil do pomar de 18 para 20 anos;
- b) Aumento da densidade do pomar de 408 para 615 plantas por hectare;
- c) Inclusão das perdas anuais de plantas por HLB e consequente redução de produtividade e aumento de custos em reais;
- d) Programa fitossanitário passou para 24 pulverizações de inseticida nos três primeiros anos e 16 aplicações de inseticidas acima de quatro anos de idade;
- e) Custo de colheita mais transporte separado por faixa de produção da empreitada: custo de colheita de R\$ 4,50/caixa acima de 1000 caixas, custo de R\$ 5,00 para 800 a 1.000 caixas e custo de R\$ 6,00 abaixo de 800 caixas;
- f) Inclusão de custos relativos à poda mecanizada;
- g) Atualização dos preços de insumos em geral (base em preços de mercado na região centro leste de São Paulo);
- h) Cenário de efetividade do replantio com índice de 95% de plantas viáveis, ou seja, a cada 100 replantas, 95 tornam-se plantas produtivas;
- i) Inclusão de custos relativos à pulverização aérea para controle de *D. citri*;
- j) Preço definido para R\$ 20,00 cada caixa de laranja de 40,8 kg;

- k) Aumento da produção para média aproximada de 1.000 caixas por hectare, totalizando 20.018 caixas no período dos 20 anos;
- l) Inclusão do custo de erradicação e retirada de plantas sintomáticas de HLB considerando-se duas faixas de rendimento: com erradicação acima de 30 plantas por hectare por ano custando R\$ 546,26/ha, e abaixo de 30 plantas por hectare custando R\$ 446,94/ha;
- m) Inclusão do custo unitário da replanta conforme Tabela 3.

O custo de manejo do HLB foi considerado como os custos relativos ao conjunto de operações de inspeção, erradicação e replantio de plantas sintomáticas. Os custos relativos às mudas sadias adquiridas em viveiro protegido e do controle químico do vetor (drench + inseticidas de contato + pulverização aérea) foram incluídos mesmo no cenário sem HLB, como medida preventiva, considerando-se que o objetivo era combater insetos que invadiam o pomar, mas não se permitia sua reprodução dentro do pomar. Assim, o controle químico e as mudas foram constantes no custo base de produção em todos os cenários simulados.

Em seguida, o custo do manejo do HLB (custo base + erradicação + replantio) foi simulado em diversos cenários de porcentagens de incidência do HLB para saber qual o cenário lucrativo nos pomares. A simulação foi feita com incidência de HLB variando de 0% a 10% ao ano (11 cenários). Simulou-se que para cada erradicação de planta sintomática realizada no pomar, houve um replantio correspondente no mesmo ano da erradicação. Considerou-se que tanto as plantas quanto as replantas começam a sua vida produtiva e processo de erradicação devido ao HLB a partir do terceiro ano de plantio. Na planilha base de custo de produção utilizada, não se incluiu um custo de oportunidade (taxa de desconto ou de retorno), mas adicionalmente foi realizada uma análise de rentabilidade (calculando-se o Valor Presente Líquido - VPL, Taxa Interna de Retorno - TIR, Relação Benefício/Custo – B/C e o Custo Unitário por Caixa) considerando-se apenas dois cenários de HLB, de 0% e 1% de incidência anual, e taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA) variando de 6, 8, 10 e 12%.

Uma vez determinada a incidência de HLB que condicionou o cenário lucrativo com base no retorno econômico líquido do pomar, simularam-se diversos intervalos de execução do manejo do HLB (erradicação + replantio) com base nos custos de produção deste cenário de incidência. Sendo assim, oito cenários foram avaliados, considerando-se erradicação e replantio desde o terceiro ano de idade até 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 20 anos após o plantio (nesse último caso é toda a vida útil do projeto, identificado como “total”). Um cenário adicional simulou a ausência do manejo do HLB, ou seja, houve a incidência anual, mas não se erradicaram nem se replantaram plantas sintomáticas (identificado como “sem manejo”). Portanto, em todos os cenários houve erradicações por causa do HLB e, conseqüentemente replantio, incluindo-se os

respectivos custos e curvas de produtividade das plantas erradicadas e das replantas, com exceção do oitavo cenário que só teve influência das perdas relativas à livre incidência da doença nas plantas do estande original. Ou seja, a produção relativa às plantas erradicadas foi subtraída nos anos seguintes à erradicação, e a produção relativa às replantas foi adicionada nos anos seguintes ao replantio, conforme o ano de execução.

Para calcular a erradicação e o replantio foram aplicadas as seguintes fórmulas:

- (i) (Erradicação anual) plantas totais do estande original em cada ano x percentagem de incidência de HLB no ano = número de replantas no ano
- (ii) (Replantio anual) replantas no ano x 95% = número de replantas viáveis no ano

Na erradicação e replantio (i), a mesma percentagem de incidência de HLB foi aplicada indistintamente para plantas adultas e novas, ou seja, foi aplicada anualmente sobre o total de plantas no hectare, considerando-se a mesma distribuição tanto para as plantas originais do estande quanto para as replantas realizadas em cada ano. Com isso, não se considerou eventual preferência do vetor por plantas mais jovens (Martini et al., 2015; Martini & Stelinski, 2016), mas se evitou que a erradicação fosse atribuída apenas às plantas originais do estande, o que superestimaria as perdas de produção por área ao longo dos anos. O replantio é recomendado a fim de se manter o estande dos pomares afetados por HLB (Belasque et al., 2010).

Na fórmula (ii), as replantas viáveis são aquelas que não sofreram influência negativa do meio (sombreamento, ataque de pragas em geral, beira de carreadores, tratos culturais inadequados) e que, portanto, receberam manejo adequado para se tornar produtivas nos anos futuros. A percentagem de 95% de aproveitamento se baseou na experiência do autor em gerenciar fazendas. A produção de frutos de cada replanta foi estimada conforme os valores médios de produção de replantas por categoria de idade das replantas e idade do pomar em que se replantou, segundo o inventário do Fundo de Defesa da Citricultura (2017). Em média, uma replanta produziu 23% da planta original na safra 2016/2017.

Quando o manejo do HLB foi interrompido (cenário 8, sem erradicação nem replantio), as plantas sofreram queda de produtividade; essa queda foi calculada baseada na severidade da doença de acordo com a idade da planta e o ano de incidência. A redução relativa de produção foi estimada com base em adaptação de Bassanezi et al. (2011) e de Bassanezi (comunicação pessoal, 2017), com decréscimos variando em plantas infectadas aos três até 10 anos ou mais, sendo que infecção em plantas mais jovens provoca reduções mais rápidas e intensas na

produção. Para exemplificar, em plantas infectadas aos três anos de idade, a produção relativa e o índice de severidade de HLB na copa foram de, respectivamente, 79, 35, 18, 16, 16, 16 e 16% e 0,1250; 0,5632; 0,9209; 0,9906; 0,9989; 0,9999 e 1,000 aos 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6-20 anos após a infecção. A partir desses valores de produção relativa, foi possível estimar a produtividade das plantas com HLB, multiplicando-se a produtividade esperada de uma planta sadia para um dado ano (Tabela 2) pela taxa de redução correspondente ao ano após a infecção e à idade da planta quando infectada.

Adicionalmente, para suportar a discussão sobre a viabilidade das replantas, foi feita uma comparação entre os cenários com 1% de incidência de HLB e o cenário de taxa de replantio que resultou no cenário lucrativo econômico. Foram avaliados os resultados para total de caixas produzidas, produtividade média, custo por caixa, resultado de lucro líquido e resultado de lucro líquido de pomar, simulando-se a erradicação com e sem replantio.

## **2.2. Avaliação do progresso de HLB em pomares comerciais de citros utilizando diferentes espaçamentos de plantio**

Foram utilizados pomares comerciais localizados em dez diferentes fazendas para comparar a incidência de HLB em diferentes densidades de plantio. Estas fazendas estão localizadas em duas importantes áreas de produção de citros no estado de São Paulo: Altinópolis (região leste) e Araraquara (região central). As densidades de plantio nos pomares comerciais analisados variaram de 408 a 714 árvores/ha dentro de talhões de tamanho de 6,82 a 13,60 ha. A partir destes mesmos talhões, os dados de idade das árvores e de localização na borda ou centro da propriedade também foram considerados para efeito de análise.

Os pomares foram plantados de 2003 a 2013. O controle do psilídeo foi realizado com aplicação de inseticidas sistêmicos via *drench* até três anos após o plantio e pulverização quinzenal de inseticidas de contato. As árvores sintomáticas de HLB foram eliminadas sempre que detectadas a cada quatro meses na inspeção efetuada por inspetores treinados na detecção dos sintomas de HLB. Um total de 311 e 184 talhões foram avaliados em Altinópolis e Araraquara, respectivamente (Tabela 1), sendo considerado cada talhão como uma parcela, totalizado aproximadamente 5.500 ha avaliados. As variedades de copa e de porta-enxerto não foram consideradas na análise uma vez que todas as variedades comerciais são susceptíveis (Bassanezi et al., 2011; Bové, 2014). Foram também avaliadas a idade das árvores e a localização das parcelas (talhões) em relação à borda da fazenda. Para isso, os talhões com pelo menos uma face exposta às áreas externas foram considerados como borda.

Para a análise estatística, algumas variáveis foram agrupadas com base nos valores médios e com número de repetições mais equilibrado. Portanto, as densidades de plantio foram separadas em densidades de plantio menores ou iguais a 540 árvores/ha e densidades de plantio superiores a 540 árvores/ha. A idade das árvores também foi dividida em dois grupos: árvores com três a oito anos de idade, e árvores de nove a 13 anos de idade. Árvores com um e dois anos de idade não foram avaliadas, pois não se registraram sintomas de HLB nestas idades. Assim, todas as variáveis foram avaliadas como "variáveis qualitativas".

Em seguida, os dados obtidos das avaliações foram submetidos a uma análise não paramétrica seguida pelo teste de Kruskal-Wallis com significância de 5%. As análises foram aplicadas para áreas separadas (Altinópolis e Araraquara) devido ao fato de que essas regiões apresentaram incidência regional de HLB diferente. A incidência da doença foi baseada na contagem acumulada de árvores sintomáticas de 2013 a 2015. Os dados foram obtidos de registros mantidos pela empresa proprietária das fazendas. O número de plantas totais em cada talhão foi obtido com base na área e no espaçamento anotado para cada talhão no banco de dados da empresa. Para checagem dos dados, comparou-se a área anotada com a área medida por análise de imagem (Google Earth) de 60 talhões ao acaso, obtendo-se desvio de apenas 2%. A incidência de HLB em termos percentuais foi calculada pela razão entre o número contado de plantas sintomáticas erradicadas e o número total estimado de plantas em cada talhão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise da viabilidade econômica do replantio em pomares com HLB

O cenário ideal para a citricultura são os pomares livres do HLB, pois esses pomares geram maior rentabilidade econômica ao final do seu período produtivo (Tabelas 1 a 4). Nesse cenário, não há aumento nos custos por conta das erradicações nem replantas, como também não há perdas de produção ao longo da vida em função de plantas doentes. Considerando-se os custos e receitas previstos nesse estudo, o lucro líquido resultou em R\$ 71.460,00 por hectare, e a produção média se manteve em 1.000 caixas por hectare, com um total de 20.018 caixas em 20 anos.

Os custos de produção no período de formação (0-3 anos) e de produção estável (> 6 anos) foram, respectivamente, de R\$ 34.092,50/há (três anos) e R\$ 19.051,40 (ao ano) (Tabelas 1 e 2). Entre os principais componentes do custo de produção sem HLB, citam-se: colheita (30%), insumos (29%, sendo 45% com inseticidas), operações mecanizadas (20%, sendo 50% com pulverizações de agrotóxicos) e operações manuais (4%, sendo 40% com inspeção fitossanitária). Esses valores e proporções são semelhantes a custos de produção de laranja descritos anteriormente para condições de sequeiro no estado de São Paulo (Tozatti, 2014; Fukuda, 2015; FNP Consultoria & Comercio, 2016; Boteon et al., 2017), embora superior ao descrito para pomar industrial por Barros (2013) na mesma produtividade. O adensamento 50% maior usado no presente estudo representou aumento de 47% no investimento na formação do pomar, porém em produção média por hectare por ano 20% superior em relação ao Agriannual 2016. Como o controle químico de *D. citri* foi preventivo, resultou em elevada participação no custo total.

Neves (2007) citou que existem três segmentos de tecnologia a ser seguida. Os segmentos de bronze, prata e ouro. O bronze é uma propriedade com menor tecnologia, prata intermediária e ouro como uma propriedade de alto potencial (com produções acima de 990 caixas por hectare, produtividade por pé de 2,2 caixas e densidade de plantio de 450 pés por hectare). Esse último padrão é aquele similar ao pomar padrão adotado nesse estudo. Somente propriedades com manejo tecnológico intensivo conseguem atingir patamar de produtividade que resulte em lucro, e, mesmo assim, somente em cenário de preço elevado do suco e da caixa de laranja (Fukuda, 2015). Por essa razão, adotamos o valor de R\$ 20,00/caixa de 40,8 kg de laranja nesse estudo.



**Tabela 1.** Planilha base de custos de produção em Reais (R\$) de cultivo de laranja no Estado de São Paulo sem presença de HLB, calculado para um hectare em 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016).

Descrição	Especificações	V.U.	Fase improdutiva (formação)						Fase produtiva (crescente, estável e descendente)					
			ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4 AO 5		ANO 6 AO 8		ano 9 AO 20	
		V.U.	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
<b>A - Operações mecanizadas</b>														
<b>A- preparo de solo</b>														
Gradagem pesada (2x)	HM Tp 85 cv + gr. Ar. 16x26	93,6	3,1	290,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gradagem niveladora (2x)	HM Tp 85 cv + gr niv 28x22	89,8	1,4	125,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calagem	HM Tp 85cv 4x4 + distr calcario 2,3 m³	107,6	1,6	166,8	0,0	0,0	1,0	107,6	0,5	53,8	0,5	53,8	0,5	53,8
construções niveladora (2x)	HM Tp cv 4x4 85 + terrac. Arrasto 14x26	113,2	0,7	79,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Construção de carregadores	HM Te 125cv	231,7	0,4	92,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>A.2 Implantação</b>														
Sulc. Da linha de plantio (2x)	HM Tp 85 cv 4x4 + sulcador 1 linha	87,6	6,0	525,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Adubação de cova	HM Tp 85 cv 4x4 + adubadeira	90,0	1,6	139,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Distribuição de mudas	HM tp 85 4x4 + carreta	87,3	1,5	131,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rega de mudas ( 4x )	HM Tp 85cv 4x4 + carreta tanque	95,5	16,0	1527,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quebra vento	HM tp 85cv 4x4+ carreta 4t	87,3	2,5	218,3	0,5	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Replântio	HM Tp 85cv 4x4 + carreta 4t	87,3	0,3	26,2	0,2	17,5	0,1	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>A.3. Tratos culturais</b>														
Pulverização (24x)	HM Tp 85cv 4x4 = pulv. Pistola 2000l	101,4	13,3	1351,0	17,6	1783,8	21,8	2205,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pulverização (16x)	HM Tp 85cv 4x4 + atomizador 2000l	101,4							19,2	1945,9	19,2	1945,9	19,2	1945,9
Roçagem (4x)	HM Tp 85cv 4x4 + roçad. Central	90,1	6,0	540,4	4,5	405,3	4,5	405,3	4,5	405,3	4,5	405,3	4,5	405,3



**Tabela 1.** (Continuação...). Planilha base de custos de produção em Reais (R\$) de cultivo de laranja no Estado de São Paulo sem presença de HLB, calculado para um hectare em 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016).

Descrição	Especificações	V.U.	Fase improdutiva (formação)						Fase produtiva (crescente, estável e descendente)					
			ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4 AO 5		ANO 6 AO 8		ano 9 AO 20	
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
Distribuição de muda	Homem-dia	55,95	1,0	56,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plantio	Homem-dia	55,95	8,0	447,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rega de mudas	Homem-dia	55,95	2,0	111,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Replântio	Homem-dia	55,95	0,4	22,4	0,2	11,2	0,1	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>B.3. Tratos culturais</b>														
Pulverização (9,9,15x)	Homem-dia	55,95	0,9	50,4	1,4	80,6	3,0	167,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Capina manual (2x)	Homem-dia	55,95	8,0	447,6	2,0	111,9	1,0	56,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
desbrotas (4,2,1x)	Homem-dia	55,95	2,0	111,9	1,0	56,0	0,5	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Adubação (4x)	Homem-dia	55,95	2,4	134,3	3,2	179,0	4,0	223,8	0,3	16,8	0,3	16,8	0,3	16,8
Poda de limpeza	Homem-dia	55,95		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	559,5
Combate á formiga (12x)	Homem-dia	55,95	6,0	335,7	2,4	134,3	1,2	67,1	0,6	33,6	0,6	33,6	0,6	33,6
Limpeza pomar / podas	Homem-dia	55,95		0,0	0,0	0,0		0,0	1,2	67,1	1,2	67,1	1,2	67,1
Inspeção de pragas / doenças (*)	Homem-dia	55,95	5,8	325,6	5,8	325,6	5,8	325,6	7,3	409,6	7,3	409,6	7,3	409,6
<b>Subtotal B</b>				<b>2.478,15</b>		<b>898,56</b>		<b>887,93</b>		<b>534,32</b>		<b>534,32</b>		<b>1.093,82</b>
<b>C- Insumos</b>														
<b>C1.1 Fertilizante</b>														
Calcário	R\$/ tonelada	86,8	3,4	290,8	0,0	0,0	2,0	173,6	1,0	86,8	1,0	86,8	1,0	86,8
Superfosfato simples	R\$/ tonelada	1431,48	0,1	157,5	0,2	314,9	0,3	400,8	0,3	400,8	0,3	400,8	0,4	501,0

**Tabela 1.** (Continuação...). Planilha base de custos de produção em Reais (R\$) de cultivo de laranja no Estado de São Paulo sem presença de HLB, calculado para um hectare em 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016).

Descrição	Especificações	V.U.	Fase improdutiva (formação)						Fase produtiva (crescente, estável e decedente)					
			ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4 AO 5		ANO 6 AO 8		ano 9 AO 20	
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
Cloreto de potássio	R\$/ tonelada	1360,0	0,0	0,0	0,0	54,4	0,1	95,2	0,2	231,2	0,2	231,2	0,2	299,2
Sulfato de amônio	R\$/ tonelada	1434,09	0,2	229,5	0,3	458,9	0,4	573,6	0,8	1.147,3	0,8	1.147,3	1,0	1.434,1
Ureia	R\$/ tonelada	1792,92	0,2	358,6	0,2	358,6	0,2	358,6	0,01	17,9	0,01	17,9	0,02	35,9
Esterco de galinha	R\$/ tonelada	85,0	1,2	102,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Sulfato de zinco	R\$/kg	1,2	0,0	0,0	0,6	0,7	1,8	2,2	6,0	7,2	6,0	7,2	9,0	10,8
Sulfato de manganês	R\$/kg	0,3	0,0	0,0	0,4	0,1	1,2	0,3	4,0	1,0	4,0	1,0	6,0	1,5
Ácido bórico	R\$/kg	7,4	0,0	0,0	0,2	1,5	0,6	4,4	2,0	14,7	2,0	14,7	3,0	22,1
<b>C.2. Fitossanitários</b>														
Acaricida Abamex BR 18	Abamectina	33,5	1,2	40,2	2,4	80,4	2,4	80,4	2,4	80,4	4,8	160,9	4,8	160,9
Acaricida Obny	Ciflumetofem	196,8	0,1	19,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	78,7	0,8	157,4	0,8	157,4
Enxofre Kumulus DF	Enxofre	13,4	2,5	33,4	5,0	66,8	5,0	66,8	17,5	233,7	35,0	467,4	35,0	467,4
Acaricida Envidor	Espirodiclofeno	599,1	0,0	0,0	0,1	59,9	0,1	59,9	0,4	239,6	0,4	239,6	0,4	239,6
Fungicida Priori Xtra	Azoxistrobina+Ciproconazol	160,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	384,1	4,8	768,2	4,8	768,2
Inseticida Akito	Beta - Cipermetrina	65,8	0,2	14,8	0,5	29,6	0,5	29,6	0,5	29,6	0,9	59,2	0,9	59,2
Inseticida Turbo	Betaciflutrina	124,4	0,2	28,0	0,5	56,0	0,5	56,0	0,5	56,0	0,9	111,9	0,9	111,9
Inseticida Dimetoato	Dimetoato	27,3	2,3	61,5	4,5	122,9	4,5	122,9	4,5	122,9	9,0	245,9	9,0	245,9
Inseticida Provado 200 SC	Imidacloprido	101,4	0,3	30,4	0,6	60,9	0,6	60,9	0,6	60,9	1,2	121,7	1,2	121,7
Óleo mineral Triona	Oleo Mineral	14,5	3,0	43,4	6,0	86,8	6,0	86,8	6,0	86,8	12,0	173,5	12,0	173,5
Inseticida Actara 250 WG	Tiametoxam drench	297,7	1,2	366,2	1,2	366,2	1,2	366,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Formicida	R\$/kg	16,9	2,0	33,7	1,1	19,1	0,8	12,6	0,4	6,4	0,4	6,4	0,4	6,4

**Tabela 1.** (Continuação...). Planilha base de custos de produção de cultivo de laranja no Estado de São Paulo sem presença de HLB, calculado para um hectare em 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016).

Descrição	Especificações	V.U.	Fase improdutiva (formação)						Fase produtiva (crescente, estável e decendente)							
			ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4 AO 5		ANO 6 AO 8		ano 9 AO 20			
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total		
Isca p/ mosca	R\$/litro	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	65,9	4,4	65,9	4,4	65,9	
<b>C.3. Herbicidas</b>																
Roundap Transorb	Glifosato 5 L	114,69	5,0	573,5	10,0	1146,9	10,0	1146,9	10,0	1146,9	10,0	1146,9	10,0	1146,9	10,0	1146,9
Flumizin 500	Flumioxazina	448,11	0,250	112,0	0,250	112,0	0,250	112,0	0,250	112,0	0,250	112,0	0,250	112,0	0,250	112,0
<b>C.4. Mudas</b>																
Mudas de laranja	R\$/unidade	6,5	615,0	3997,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Mudas de grevilha	R\$/unidade	2,9	30,0	87,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
<b>Subtotal C</b>				<b>6.579,50</b>		<b>3.396,51</b>		<b>3.809,71</b>		<b>4.610,89</b>		<b>5.744,01</b>		<b>6.228,44</b>		
<b>D-Administração</b>																
				<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>
Viagens	R\$/há	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7	1,0	69,7
Assistência técnica	R\$/há	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2
Contábil/escritório	R\$/há	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6	1,0	108,6
M.O. administrativa	R\$/há	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0	1,0	543,0
Luz/telefone	R\$/há	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2	1,0	217,2
Conserv./deprec. Benf	R\$/há	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4	1,0	26,4
Impostos/ taxas	% Receita	2,3%		0,0		0,0		0,0	1,0	0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
<b>Subtotal D</b>				<b>1.182,09</b>		<b>1.182,09</b>		<b>1.182,09</b>		<b>1.182,11</b>		<b>1.182,11</b>		<b>1.182,11</b>		<b>1.182,11</b>
<b>TOTAL ACUMULADO POR HECTARE</b>																
				<b>R\$16.190,49</b>		<b>R\$8.463,75</b>		<b>R\$9.438,26</b>		<b>R\$ 19.704,56</b>		<b>R\$33.996,38</b>		<b>R\$148.969,11</b>		

A produtividade esperada foi de 1,63 caixas/planta em 20 anos, decorrente do adensamento usado (615 plantas/ha) (Tabela 2). O custo com colheita mais transporte, por outro lado, foi o principal componente do custo total, já que a produtividade média foi alta. Um projeto de exploração de citros, para ser viável atualmente em São Paulo, deve prever produtividade média acima de 40 t/ha (Pagliuca et al., 2011; Tozatti, 2014; Fukuda, 2015).

**Tabela 2.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita e transporte de laranja em São Paulo, calculada para um hectare em 20 anos sem presença de HLB, e utilizada como referência nesse estudo, adaptada de FNP Consultoria & Comercio (2016) e da Tabela 1.

Ano	Caixa/ planta	Caixa/ha	Custo colheita	Receita	Custo total	Lucro
Ano 1	0				R\$ 16.190	-R\$ 16.190
Ano2	0				R\$ 8.464	-R\$ 8.464
Ano3	0				R\$ 9.438	-R\$ 9.438
Ano 4	1,2	738	R\$ 4.428	R\$ 14.760	R\$ 14.280	R\$ 480
Ano 5	1,5	923	R\$ 4.613	R\$ 18.450	R\$ 14.465	R\$ 3.985
Ano 6	1,6	984	R\$ 4.920	R\$ 19.680	R\$ 16.252	R\$ 3.428
Ano 7	1,65	1015	R\$ 4.566	R\$ 20.295	R\$ 15.899	R\$ 4.396
Ano 8	1,8	1107	R\$ 4.982	R\$ 22.140	R\$ 16.314	R\$ 5.826
Ano 9	2,2	1353	R\$ 6.089	R\$ 27.060	R\$ 18.503	R\$ 8.557
Ano 10	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 11	2,2	1353	R\$ 6.089	R\$ 27.060	R\$ 18.503	R\$ 8.557
Ano 12	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 13	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 14	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 15	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 16	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano 17	2,2	1353	R\$ 6.089	R\$ 27.060	R\$ 18.503	R\$ 8.557
Ano 18	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Ano19	2,2	1353	R\$ 6.089	R\$ 27.060	R\$ 18.503	R\$ 8.557
Ano20	2	1230	R\$ 5.535	R\$ 24.600	R\$ 17.949	R\$ 6.651
Média	1,63	1000,9				
Acumulada		20.018	R\$ 92.142	R\$ 400.365	R\$ 328.904	R\$ 71.460

O custo unitário da replanta, utilizada para substituição de plantas sintomáticas erradicadas, foi de R\$ 31,08, considerando-se os cuidados nos dois primeiros anos de plantio (Tabela 3). Após isso, considera-se que o manejo da replanta passa a ser o mesmo das demais plantas originais do pomar. Desse custo unitário, os principais componentes foram: operações mecanizadas (35%, especialmente plantio, rega e pulverizações), muda (21%), operações manuais (16%, especialmente capina, inspeção e controle de formigas) e insumos (28%), dos quais se destacam herbicida (32%), inseticidas sistêmicos (14%) e adubos (35%).

**Tabela 3.** Custo unitário de replantio em Reais (R\$) de laranja no Estado de São Paulo em função da incidência de HLB, utilizado como referência nesse estudo.

Custo do replantio por planta			
A - Operações mecanizadas	Parâmetro	1º Ano	2º Ano
Adubação de cova	HM Tp 85 cv 4x4 + adubadeira	0,23	0,00
Distribuição de mudas	HM tp 85 4x4 + carreta	0,21	0,00
rega de mudas ( 4x )	HM Tp 85cv 4x4 + carreta tanque	2,48	0,00
Pulverização (9,9,15x)	HM Tp 85cv 4x4 = pulv. Pistola 2000l	2,20	2,90
Roçagem (4x)	HM Tp 85cv 4x4 + roçad. Central	0,88	0,66
Aplic de herbicida (1,2,2,2x)	HM Tp 85cv 4x4 + pulv barras	0,15	0,15
Adubação (4x)	HM Tp cv. 4x4 + adubadeira	0,54	0,54
B - Operações manuais			
Abertura de cova	Homem-dia	0,18	0,00
Adubação de cova	Homem-dia	0,09	0,00
Distribuição de muda	Homem-dia	0,09	0,00
Plantio	Homem-dia	0,73	0,00
Rega de mudas	Homem-dia	0,18	0,00
Pulverização (9,9,15x)	Homem-dia	0,08	0,13
Capina manual (2x)	Homem-dia	0,73	0,18
Desbrotas (4,2,1x)	Homem-dia	0,18	0,09
Adubação (4x)	Homem-dia	0,22	0,29
Combate á formiga (12x)	Homem-dia	0,55	0,22
Inspeção de pragas / doenças (*)	Homen-dia	0,53	0,53
C- Insumos			
C1.1 Fertilizante			
Superfosfato simples	R\$/ tonelada	0,26	0,51
Sulfato de amonio	R\$/ tonelada	0,37	0,75
Ureia	R\$/ tonelada	0,58	0,58
C.2. Fitossanitarios			
Acaricida Abamex BR 18	Abamectina	0,07	0,13
Acaricida Obny	Ciflumetofem	0,03	0,00
Enxofre Kumulus DF	Enxofre	0,05	0,11
Acaricida Envidor	Espirodiclofeno	0,00	0,10
Inseticida Akito	Beta - Cipermetrina	0,02	0,05
Inseticida Turbo	Betaciflutrina	0,05	0,09
Inseticida Dimetoato	Dimetoato	0,10	0,20
Inseticida Provado 200 sc	Imidacloprido	0,05	0,10
Inseticida drench Actara 250 WG	Tiametoxam	0,60	0,60
Formicida		0,05	0,03
C.3. Herbicidas			
Roundap Transorb	Glifosato 5 l	0,93	1,86
Flumizin 500	Flumioxazina	0,18	0,18
C.4. Mudas			
Mudas de laranja	R\$/unidade	6,50	
<b>Total</b>		<b>20,10</b>	<b>10,98</b>
<b>Custo do replantio por planta</b>		<b>31,08</b>	

Considerando-se o custo unitário de R\$ 31,08 da replanta, uma taxa de 1% de erradicação anual (seis replantas totais) e custo de erradicação de R\$ 446,94/ha até 30 plantas erradicadas por hectare, o custo direto do manejo do HLB seria de R\$ 633,42/ha/ano, além do custo fitossanitário com inseticidas de R\$ 3.237,90/ha/ano distribuído entre inseticidas (22%), pulverização aérea (5%), pulverização mecanizada a 16x/ano (60%) e inspeção (13%) (Tabela 1). Esse custo com manejo de inseticidas é majoritariamente direcionado ao controle de *D. citri*, embora outras pragas estejam incluídas. Portanto, o manejo do HLB nessas circunstâncias resultou em aproximadamente 17% do custo total de produção e, na verdade, reflete o expressivo aumento dos custos com manejo fitossanitário da cultura da laranja atualmente verificado na presença HLB. Replantas são o componente mais barato do custo do manejo do HLB, e a erradicação (corte e remoção das plantas doentes) o segundo mais importante após o controle do vetor. Contudo, esse custo é direto, ou seja, não está levando em consideração as perdas de produção pela erradicação.

Em São Paulo, Fukuda et al. (2010) relataram custos adicionais de manejo do HLB na ordem de US\$ 100 a 500 por hectare por ano. Insumos, mão-de-obra e operações mecanizadas foram os principais itens com aumento de custo direto.

Considerando-se os custos de produção e as faixas de produtividade na presença do HLB, em incidência anula variando de zero a 10%, com erradicação e replantio no mesmo ano até o final da sua vida econômica (20 anos), como esperado a ausência de HLB resultou em menor custo, maior receita e, conseqüentemente, o melhor resultado para custo da caixa colhida (Tabela 4). Quando há presença da doença, o retorno ao final do projeto oscila de lucro de R\$ 38.191 com 1% de HLB a prejuízo de R\$ 124.524 com 10% de HLB por hectare em 20 anos. À medida que a porcentagem de HLB aumenta no pomar, a produtividade diminui, o estande de plantas original diminui, a receita diminui e aumenta o custo unitário da caixa. A simples presença do HLB em 1% ao ano reduziu a lucratividade em aproximadamente 46%.



**Tabela 4.** Receita, custo de produção e resultado líquido acumulado por hectare, estande original de plantas no plantio, caixas de 40,8 kg produzidas por replantas e por hectare, em 20 anos de cultivo de laranja em função da taxa anual de replantas em função de diferentes cenários simulados de incidência anual de HLB (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.

Incidência HLB <sup>1</sup>	Receita <sup>2</sup>	Custo <sup>3</sup>	Lucro líquido <sup>4</sup>	Estande original <sup>5</sup>	Caixas/replanta <sup>6</sup>	Total caixas <sup>7</sup>	R\$/Caixa <sup>8</sup>
<b>0%</b>	<b>R\$ 400,365</b>	<b>R\$ 328,905</b>	<b>R\$ 71,460</b>	<b>615</b>	<b>-</b>	<b>20,018</b>	<b>R\$ 16,43</b>
1%	R\$ 372,729	R\$ 334,538	R\$ 38,191	513	604	18,636	R\$ 17,95
<b>2%</b>	<b>R\$ 347,705</b>	<b>R\$ 333,049</b>	<b>R\$ 14,657</b>	<b>428</b>	<b>1,121</b>	<b>17,385</b>	<b>R\$ 19,16</b>
3%	R\$ 325,010	R\$ 334,261	-R\$ 9,251	355	1,563	16,250	R\$ 20,57
4%	R\$ 304,392	R\$ 333,927	-R\$ 29,535	295	1,939	15,220	R\$ 21,94
5%	R\$ 285,630	R\$ 335,217	-R\$ 49,587	244	2,256	14,281	R\$ 23,47
6%	R\$ 268,526	R\$ 337,833	-R\$ 69,308	202	2,522	13,426	R\$ 25,16
7%	R\$ 252,906	R\$ 338,949	-R\$ 86,042	167	2,744	12,645	R\$ 26,80
8%	R\$ 238,616	R\$ 338,167	-R\$ 99,551	137	2,928	11,931	R\$ 28,34
9%	R\$ 225,519	R\$ 337,615	-R\$ 112,096	113	3,077	11,276	R\$ 29,94
10%	R\$ 213,492	R\$ 338,016	-R\$ 124,524	92	3,197	10,675	R\$ 31,67

<sup>1</sup> Percentagem anual de incidência de HLB no pomar

<sup>2</sup> Receita total obtida em um hectare com a incidência anual correspondente de HLB

<sup>3</sup> Custo total de produção por hectare com a incidência anual correspondente de HLB

<sup>4</sup> Lucro líquido obtido em um hectare com a incidência anual correspondente de HLB

<sup>5</sup> Número de plantas remanescentes do plantio após 20 anos de cultivo com a incidência anual correspondente de HLB. A percentagem de incidência é a mesma para as plantas e para as replantas, ou seja, é aplicada equitativamente considerando-se o total de plantas em cada ano.

<sup>6</sup> Produção de caixas de 40,8 kg de laranja produzidas pelas replantas em todo o período com a incidência anual correspondente de HLB.

<sup>7</sup> Total de caixas de 40,8 kg de laranja produzidas por hectare com a incidência anual correspondente de HLB.

<sup>8</sup> Custo unitário da caixa de 40,8 kg de laranja em todo o período.

No cenário sem HLB, o custo da caixa foi de R\$ 16,43 (Tabela 4), pouco acima do estimado por Fukuda (2015) em R\$ 15,95 ao analisar o investimento da implantação em um pomar de laranja no estado de São Paulo, mas acima do custo de caixa produzida por pomares industriais na mesma produtividade (Barros, 2013). Valores de custo semelhantes foram determinados para pomares de laranja em sequeiro no estado de São Paulo (Tozatti, 2014; Boteon et al., 2017). O custo unitário a 1% de HLB sobe para R\$ 17,95 e, se comparado com 10% de HLB, há um aumento de mais de 90%, chegando a R\$ 31,67 (Tabela 4).

O aumento do HLB nos cenários simulados elevou o custo do manejo e reduziu a receita projetada, conseqüentemente, aumentou o custo da caixa produzida e diminuiu a lucratividade, chegando a gerar prejuízo mesmo em baixas incidências, considerando-se a taxa de progresso relatado para essa doença em pomares em diversos países e situações de ambiente e de manejo (Bové, 2006). O preço da caixa de laranja é a variável mais importante para atingir um resultado positivo e, assim, em regiões com pressão alta de HLB, são necessárias soluções para aumentar

a viabilidade econômica, visando alta produtividade capaz de compensar a variação nos preços da caixa (Tozatti, 2014; Stover et al., 2008).

O cenário lucrativo é aquele que conjuga a taxa máxima de incidência de HLB em que o pomar continua lucrativo. Dentro das referências usadas nesse estudo, o cenário limite é ligeiramente acima de 2% de incidência anual de HLB, pois 2% ainda resultou em lucro líquido positivo de R\$ 14.657 por hectare em 20 anos de cultivo. Os cenários simulados com incidência anual de HLB igual ou acima de 3% geram receitas negativas ao preço de R\$ 20,00/caixa e, portanto, são economicamente inviáveis quando se pratica anualmente erradicação e replantio de plantas com HLB. Mesmo a 2% ao ano, a lucratividade é de apenas 20% daquela em um cenário sem HLB. Os resultados sugerem que a prática de replantio é interessante desde que a incidência do HLB seja baixa, considerando-se que há uma margem razoável de ação para o manejo até 2% ao ano de incidência.

Na Flórida, antes da presença do HLB, considerava-se o uso de replantas como a forma mais economicamente viável para a manutenção de pomares, em taxas de 2,5 a 3% de perdas de plantas ao ano (Morris et al., 2011). Contudo, na presença de HLB, esses percentuais subiram para 3 a 20% ao ano, tornando o replantio inviável, pois observações de campo indicaram que as replantas só apresentaram vida produtiva em pomares em que a incidência da doença se manteve abaixo de 2% ao ano. Acima disso, o risco aumentou muito em função da maior fonte de inóculo dentro do próprio pomar.

Um ponto que se deve destacar nesse estudo é que a produtividade das replantas considerada foi baixa, em média 23% daquela da planta do estande original. Essa baixa produtividade de replanta e a vida útil relativamente curta para o pomar (20 anos) desfavorecem a adoção do replantio, pois o custo unitário é alto (Tabela 3), mas a receita futura será baixa (Tabela 4). Essa estimativa se baseou na faixa de produtividade de replantas observada no inventário do cinturão citrícola na safra 2016/2017 (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017). Não se pode precisar se os citricultores estão realizando os mesmos tratamentos culturais apresentados para as replantas nesse estudo (Tabela 3), nem se a produtividade das replantas poderia ser maior com o uso desses. O preço da caixa da laranja e o custo da mesma caixa serão variáveis que influenciarão sobremaneira na viabilidade do replantio, além de sua produtividade. Baixas produtividades de replantas desencorajam a adoção dessa prática e, dessa forma, o desempenho produtivo das replantas é um fator que deve ser mais bem investigado uma vez que impacta significativamente no custo do manejo do HLB.

Os cenários de 1% e 2% de HLB ao ano foram utilizados para definição da idade ótima do pomar para execução do manejo (erradicação + replantio) em termos de lucro líquido (Tabela

5). No cenário de 1% ao ano, interromper o manejo aos 4 anos de idade do pomar resultou em um total de 299 caixas de laranja produzidas pelas replantas, enquanto que a prática até os 14 anos levou à produção de um total de 580 caixas de laranja pelas replantas. Nos dois cenários simulados, quanto mais se prolonga o manejo do HLB com replantio, maior será o número de replantas e maior será a produção das mesmas. Ao contrário, com o prolongamento do manejo do HLB, o estande original do plantio vai diminuir, reduzindo a produção total de caixas no final dos 20 anos do projeto. No cenário de 2% ao ano de replantio por HLB, o impacto é superior, pois o estande original produziu 17.102 e 16.611 caixas com replantio até o 4º e o 14º ano, respectivamente, em média 9% a menos do que no cenário com 1% ao ano de HLB.

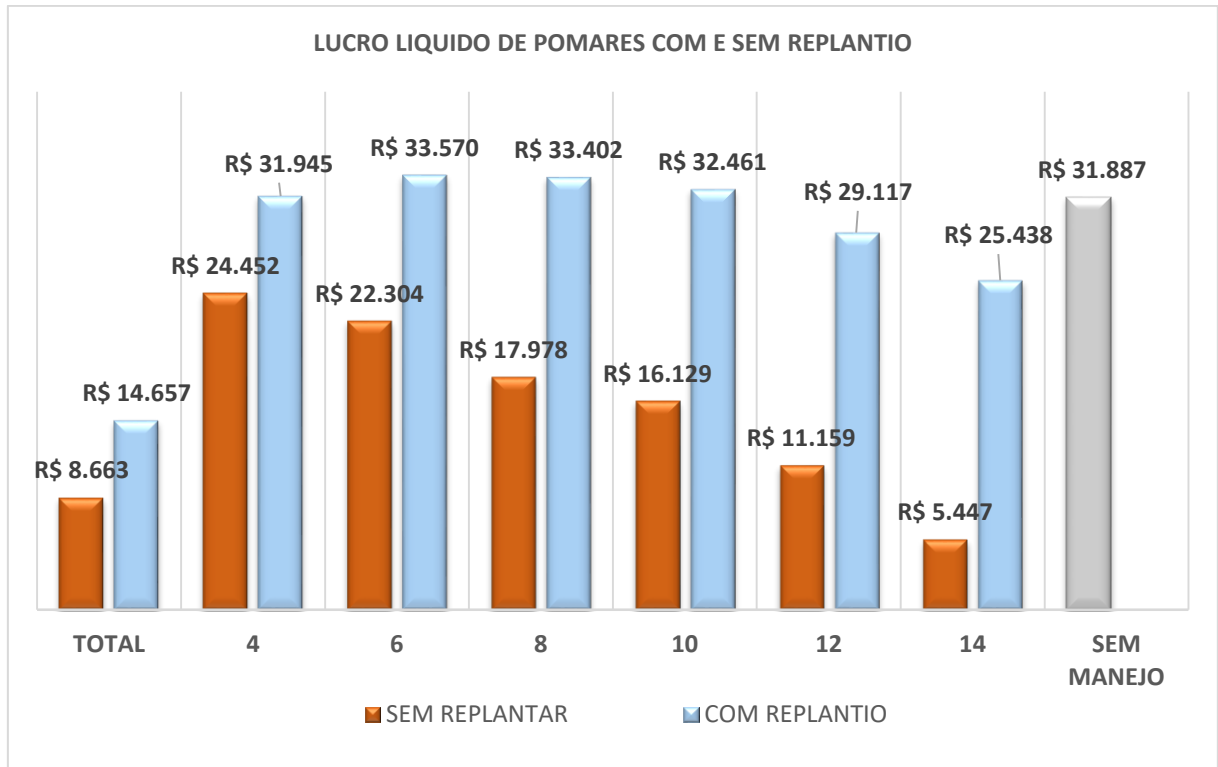
A maior lucratividade foi observada com execução de erradicação e replantio até quatro e seis anos de idade do pomar com 1% e 2% de incidência anual, respectivamente (Tabela 5). Acima desse período, replantar reduz a lucratividade, pois a produção acumulada diminui em função da maior quantidade de replantas, menos produtivas do que as plantas originais, com aumento do custo unitário da caixa. Contudo, a lucratividade é pelo menos 50% superior com 1% de HLB em relação a 2%, independentemente do tempo de execução do replantio, reforçando que a realização da replanta será sempre interessante ao longo de toda vida útil do pomar, desde que a doença seja mantida em baixas taxas.

Ao se analisar o cenário com 1 % de HLB ao ano, do ponto de vista financeiro poder-se-ia questionar que o manejo do HLB via erradicação e replantio de plantas sintomáticas não é justificado, pois interrompê-lo aos 4 ou 10 anos resulta em lucro líquido similar, de R\$ 51.900,00 e R\$ 49.485,00/ha, acima daquele praticando até o final da vida útil do pomar, R\$ 38.191,00/ha (Tabela 5). Como quase não há perda de plantas, seu replantio é menos remunerador. Contudo, a estratégia de não fazer manejo é inviável em longo prazo, pois o risco de aumento da incidência em função de infecções secundárias é muito grande (Belasque et al., 2010). Árvores mais velhas são capazes de sobreviver por mais tempo do que árvores mais jovens, mas em todas as idades sofrem drasticamente com as perdas por HLB (Salifu et al., 2012; Bassanezi et al., 2011). O controle químico do vetor necessitaria ser completamente eficaz a ponto de que as plantas infectadas não constituíssem inóculo dentro do pomar.

**Tabela 5.** Total de caixas produzidas por replanta, por planta original do estande e por hectare, total de replantas e média de caixas produzidas por replantas, e resultado líquido de um pomar de laranja cultivado por 20 anos, com 1% e 2% de taxa anual de replantio em função de perdas por HLB, com replantio realizado de 4 a 20 anos após a instalação do pomar (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.

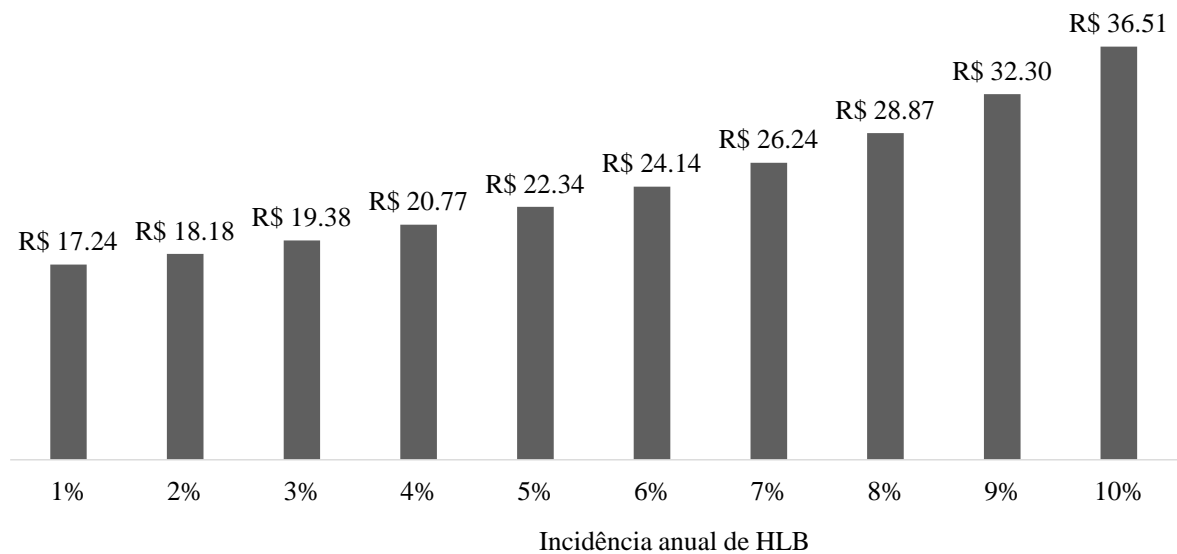
HLB	Período de replantio	Total de caixas de replantas	Total de caixas de plantas originais	Total de caixas por hectare	Caixa/há média	Custo unitário da caixa	Lucro líquido por hectare em 20 anos
1%	0 a 20 anos	604	18033	18636	932	R\$ 17,95	R\$ 38.191
	4 anos	299	18536	18836	942	R\$ 17,24	R\$ 51.900
	6 anos	470	18447	18917	946	R\$ 17,28	R\$ 51.403
	8 anos	497	18466	18963	948	R\$ 17,32	R\$ 50.857
	10 anos	516	18439	18955	948	R\$ 17,39	R\$ 49.485
	12 anos	541	18351	18892	945	R\$ 17,50	R\$ 47.265
	14 anos	580	18232	18813	941	R\$ 17,62	R\$ 44.800
2%	0 a 20 anos	1121	16264	17385	869	R\$ 19,16	R\$ 14.657
	4 anos	562	17102	17664	883	R\$ 18,19	R\$ 31.945
	6 anos	879	16962	17841	892	R\$ 18,12	R\$ 33.570
	8 anos	923	17011	17934	897	R\$ 18,14	R\$ 33.402
	10 anos	961	16979	17941	897	R\$ 18,19	R\$ 32.461
	12 anos	1002	16823	17824	891	R\$ 18,37	R\$ 29.117
	14 anos	1073	16611	17684	884	R\$ 18,56	R\$ 25.438

Analizamos o resultado líquido de um hectare de laranja cultivada por 20 anos mantendo-se o custo de erradicação por HLB na base de 2% ao ano, com ou sem uso de replantio, e também um cenário sem manejo (sem erradicação nem replantio) (Figura 1). O cenário com maior lucratividade é o manejo da doença até seis anos com erradicação mais replantio, pois após esse período as replantas não contribuirão com produção significativa. A erradicação de plantas sem replantio gera lucro inferior em qualquer situação, sendo proporcional ao período de erradicação, pois não há produção adicional por replantas. Não erradicar as plantas sintomáticas foi mais lucrativo do que a erradicação sem replantio, pois as plantas doentes produzem frutos mesmo que em pequenas quantidades (Bassanezi et al., 2011). Em suma, até 2% ao ano de incidência de HLB, quando praticada a erradicação das plantas sintomáticas nos pomares, compensou replantar o espaço deixado pela planta erradicada, pois essa medida reduziu o impacto negativo pelo HLB.



**Figura 1.** Resultado líquido de um pomar de laranja cultivado por 20 anos, mantendo-se a erradicação de plantas por HLB na base de 2% ao ano, com ou sem uso de replantio, até 4 e 14 anos após o plantio e no período total, e sem manejo (sem erradicação nem replantio) (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.

Considerando-se um cenário sem manejo do HLB (sem erradicar plantas sintomáticas) e com 1% de incidência anual de HLB no pomar, o custo unitário da caixa é de R\$ 17,24, elevando-se a R\$ 22,34 com 5% da doença e chegando a R\$ 36,51 em 10% de HLB (Figura 2). Na ausência do HLB, o custo unitário é de R\$ 16,43, e com manejo (erradicação + replantio), é de R\$ 17,95 a 1% de HLB ao ano (Tabela 4). Embora não fazer o manejo da doença quando a incidência de HLB no pomar é baixa resulte em custo unitário relativamente menor do que erradicar e replantar, quando ocorre o aumento da doença o custo da caixa se eleva mais intensamente em função da drástica queda de produção (Figura 2; Tabela 4).



**Figura 2.** Custo por caixa de laranja produzida em pomar cultivado por 20 anos sem manejo de HLB (sem erradicação e sem replantio) com incidência anual da doença entre 1% e 10% (base Tabelas 1, 2 e 3). As tabelas apresentando os mesmos indicadores da Tabela 2, utilizados para simulação de 1 a 10% de incidência anual de HLB no pomar, estão apresentadas em detalhes em Anexos.

Morris & Muraro (2008) avaliaram diferentes estratégias de manejo do HLB na Flórida e consideraram que o replantio de plantas erradicadas resulta no cenário econômico com maior retorno, desde que as replantas possam ser protegidas e efetivamente apresentem vida produtiva. Isso não sendo possível, a decisão de não replantar e apenas erradicar as plantas sintomáticas é o segundo cenário mais viável, até que a produtividade do pomar com falhas seja compensatória. Porém, nenhum pomar mantém um valor presente líquido positivo uma vez que a incidência inicial da doença seja de 3% (Salifu et al., 2012), demonstrando como essa margem é estreita. A necessidade de se manter níveis baixos de HLB para que a estratégia das replantas seja mais interessante financeiramente reforça a importância do manejo regional do HLB como uma estratégia de gestão por todos os produtores de uma mesma localidade.

Fizemos uma análise adicional de rentabilidade com taxa mínima de atratividade (TMA) variando de 6, 8, 10 e 12% para os cenários de 0% e 1% de HLB ao ano (Tabela 11 em Anexos). O VPL no cenário sem a presença de HLB se manteve positivo com TMA de 6 a 10%, pois a TIR foi de 11,6%. No cenário com incidência anual de 1% de HLB, apenas TMA de 6% resultou em VPL positivo, ou seja, relação B/C maior que 1. Os preços da caixa se elevaram com o aumento da TMA nos dois cenários simulados, resultando em custos muito próximos ou ultrapassando o preço adotado para a caixa (R\$ 20,00). Esses resultados demonstram claramente que o valor da taxa de replantio que resulta em cenário lucrativo é estreito e fortemente influenciado por fatores como preço da caixa de laranja, produtividade esperada da

replanta, taxa de desconto, entre outros, com implicações diretas para o planejamento da atividade citrícola e sua viabilidade econômica. Com TMA de 6%, por exemplo, a taxa máxima de replantio cai para 1,3% ao ano, considerando-se fixos os demais fatores desse estudo.

Na Flórida, a presença do HLB impactou nos custos de produção, seja pela redução da produtividade, maior taxa de perda de plantas e maiores custos com controle, reduzindo o potencial de investimento em novos plantios em 50% em relação à era pré-HLB (Spreen et al., 2014) e aumentando o custo unitário da caixa em até 85% (Ariel Singerman, comunicação pessoal, 2017). Os resultados deste estudo corroboram para essa constatação. Outro ponto relevante é o impacto sobre a predisposição dos produtores em investir em novos plantios, o que pode reduzir a área plantada e a oferta futura, como já é percebido atualmente. O lado positivo dessa restrição seria o aumento do preço da caixa de laranja, até certo limite.

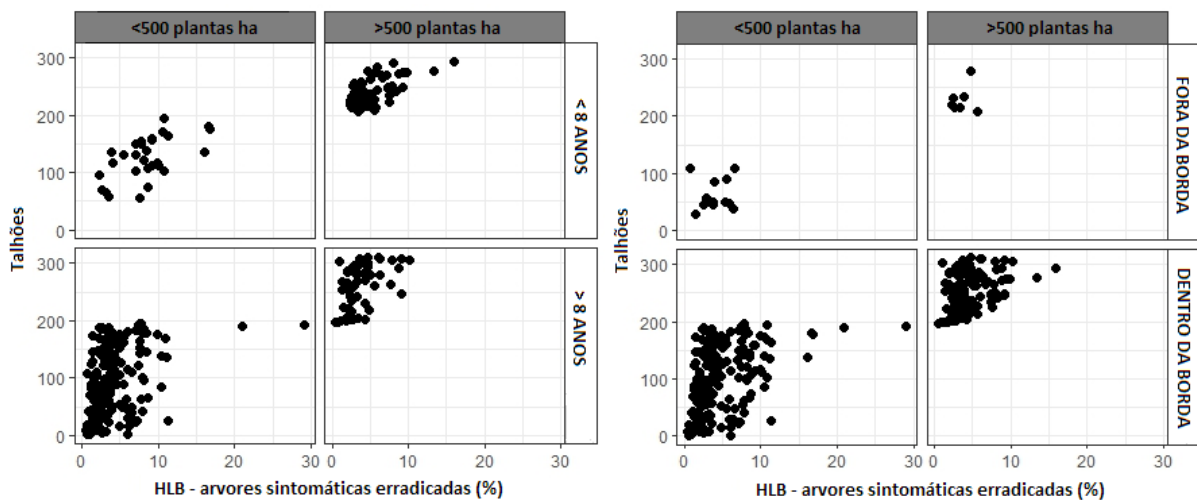
O HLB não altera apenas os tratos culturais que visam seu controle. O HLB modifica a forma de gerenciamento da cultura, impõe pomares altamente produtivos, de rápido retorno e com um gerenciamento eficiente de caixa, para manter a capacidade de investimento na cultura (Boteon et al., 2017). Os efeitos do replantio sobre a disseminação do HLB ou sobre a dispersão do psíldeo *Diaphorina citri* são poucos conhecidos. Contudo, pomares novos estabelecidos em plantio uniforme resultaram em maior crescimento da população do vetor do que pomares adultos interplantados ao acaso com mudas para reposição de plantas mortas (Martini et al., 2015). Dessa forma, o replantio pode ter efeitos biológicos relevantes além dos econômicos.

Concluindo, o HLB influencia diretamente no planejamento do pomar, de modo que quando a incidência anual é baixa (até 1%), há grande possibilidade de se manejar a doença sem que haja prejuízo econômico significativo. O cenário lucrativo começa próximo a 2% ao ano considerando-se o preço de R\$ 20,00 a caixa de laranja e todas as demais premissas utilizadas nesse estudo. O programa de replantio é importante para manter a produtividade em longo prazo e por consequência, menor custo unitário. O programa de replantio pode ser preferencialmente mantido até seis anos do plantio por resultar na máxima lucratividade. A opção de não manejar a doença é um risco grande, pois à medida que cresce a incidência da doença, o custo por caixa colhida se eleva, e o produtor vai depender de preços mais altos para poder compensar as perdas pelo HLB. Na Ásia, a manutenção de plantas doentes nos pomares os tornou inviáveis economicamente em menos de dez anos após a constatação da primeira planta com sintomas do HLB uma vez que não houve efetividade no controle do vetor (Roistacher, 1996). Os resultados desse trabalho reforçam que o manejo regional e o controle eficaz do vetor são elementos essenciais do manejo do HLB visando manter a incidência da doença em níveis reduzidos que permitem a adoção economicamente viável do replantio.

### 3.2. Avaliação da incidência de HLB em pomares comerciais de citros utilizando diferentes densidades de plantio

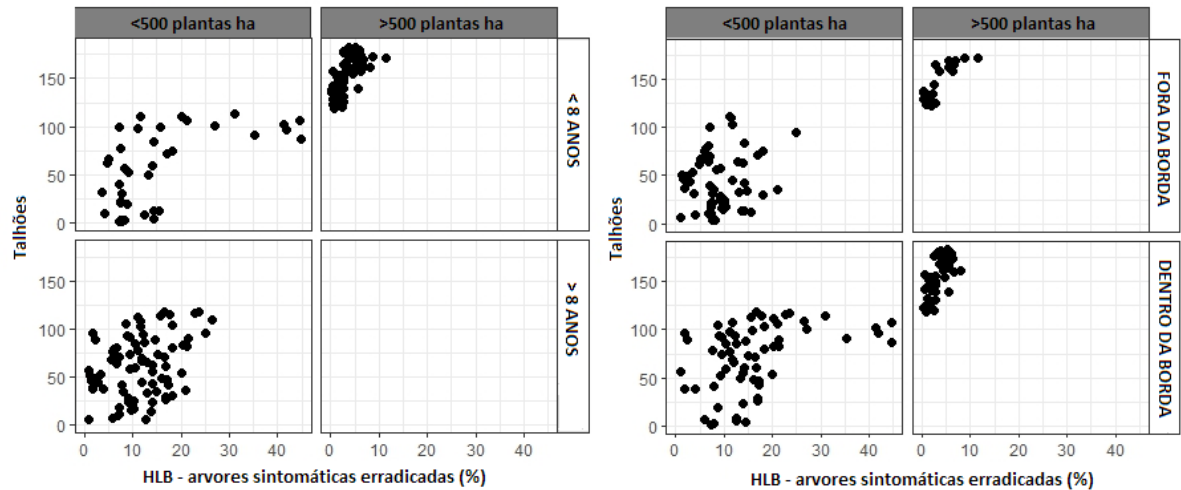
A incidência de HLB entre os talhões localizados em Altinópolis e Araraquara foi significativamente diferente ( $p = 0,0000$ ), 4,72% e 9,43%, respectivamente. Esta diferença significativa motivou a analisar os dados de cada região separadamente.

A análise de todas as parcelas avaliadas em Altinópolis (principalmente pomares com menos de oito anos) e Araraquara indicou diferença significativa nas incidências de HLB entre os grupos de densidade de plantio (Figuras 3 e 4). As maiores densidades ( $> 540$  árvores/ha) apresentaram menor ocorrência de HLB do que as densidades de plantio inferiores a 540 árvores/ha, especialmente para talhões localizados em Araraquara e talhões jovens localizados em ambas as regiões.



**Figura 3.** Erradicação de plantas sintomáticas de HLB (%) em talhões avaliados em pomares comerciais localizados em Altinópolis (SP), utilizando diferentes densidades de plantio (árvores ha<sup>-1</sup>), idade de plantas, e localização na borda ou no centro das fazendas.





**Figura 4.** Erradicação de plantas sintomáticas de HLB (%) em talhões avaliados em pomares comerciais localizados em Araraquara (SP), utilizando diferentes densidades de plantio (árvores ha<sup>-1</sup>), idade de plantas, e localização na borda ou no centro das fazendas.

Resultados variados foram encontrados também para a localização do talhão em relação à borda da fazenda em Altinópolis, pois mais de 90% dos blocos avaliados nessa região estavam localizados na borda das fazendas, que têm formato irregular (Figura 5). Por outro lado, nos talhões da região de Araraquara, a erradicação do HLB foi maior naqueles localizados na borda, acima de oito anos e mais espaçados (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 6.** Número de talhões comerciais avaliados, tamanho médio de cada talhão e erradicação média de plantas sintomáticas de HLB de 2013 a 2015 em pomares localizados em Altinópolis (SP) com diferentes densidades de plantio e idades de árvores.

Variável	Número de talhões avaliados	Área média do talhão (ha)	Taxa de erradicação de HLB (%)	Valor de p*
<540 árvores ha <sup>-1</sup>	196	9,82	4,81a	0,7145
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	115	9,31	4,48a	
<8 anos de idade	81	9,35	6,51a	0,0000
>8 anos de idade	230	9,73	4,04b	
<i>Árvores de três a oito anos de idade</i>				
<540 árvores ha <sup>-1</sup>	29	7,87	8,43a	0,0002
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	52	10,21	5,45b	
<i>Árvores de nove a treze anos de idade</i>				
<540 árvores ha <sup>-1</sup>	167	10,13	4,18a	0,6608
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	63	8,57	3,67a	
<i>Densidade de plantio &lt; 540 árvores ha<sup>-1</sup></i>				
<8 anos de idade	29	7,94	8,42a	0,0000
>8 anos de idade	167	9,88	4,18b	
<i>Densidade de plantio &gt; 540 árvores ha<sup>-1</sup></i>				
<8 anos de idade	52	10,10	5,45a	0,0000
>8 anos de idade	63	8,36	3,68b	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Número de talhões comerciais avaliados, tamanho médio de cada talhão e erradicação média de plantas sintomáticas de HLB de 2013 a 2015 em pomares localizados em Araraquara (SP) com diferentes densidades de plantio, idades de árvores e posição do talhão.

Variável	Número de talhões	Área média do talhão (ha)	Taxa de erradicação de HLB (%)	Valor de p*
<540 árvores/ha <sup>-1</sup>	119	10,42	12,85a	0,0000
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	65	11,27	3,19b	
<8 anos de idade	103	10,85	7,82b	0,0000
>8 anos de idade	81	10,69	11,49a	
<i>Árvores de três a oito anos de idade</i>				
<540 árvores ha <sup>-1</sup>	38	9,82	15,73a	0,0000
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	65	11,31	3,19b	
<i>Árvores de nove a treze anos de idade</i>				
<540 árvores ha <sup>-1</sup>	81	11,05	11,49	-
>540 árvores ha <sup>-1</sup>	0	-	-	
Borda	43	9,60	13,54a	0,0005
Central	38	12,19	9,18b	
<i>Densidade de plantio &lt; 540 árvores ha<sup>-1</sup></i>				
<8 anos de idade	38	11,29	15,73a	0,3185
>8 anos de idade	81	12,19	11,49a	
Borda	63	9,60	16,05a	0,0000
Central	56	12,19	9,25b	
<i>Densidade de plantio &gt; 540 árvores ha<sup>-1</sup></i>				
<8 anos de idade	65	12,17	3,19	-
>8 anos de idade	0	-	-	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A maioria dos países produtores de citros continua ameaçada pelo HLB, uma vez que o manejo da doença é bastante difícil (Zhang et al., 2011). Para as áreas onde o HLB é generalizado, o manejo intensivo da doença é baseado no uso de mudas saudáveis, controle químico do vetor *Diaphorina citri* e erradicação de plantas sintomáticas. Para estas áreas endêmicas do HLB, nossos resultados indicam que a adoção de altas densidades de plantio poderia proporcionar menor incidência de doenças. As áreas comerciais avaliadas mostraram redução da incidência HLB em pomares com maior densidade de plantio (Figuras 3 e 4).

A entrada de *D. citri* infectivo oriundo de fontes externas é comum nos pomares de citros, causando infecção primária da doença (Bassanezi et al., 2013). Em consequência, é possível imaginar que, por proporção, haveria mais árvores disponíveis nas maiores densidades de plantio, seguindo uma maior probabilidade de o vetor infectar um maior número de árvores nos espaços menores considerando um controle deficiente da disseminação secundária. No entanto, os resultados obtidos neste estudo mostraram a situação oposta. A explicação baseia-se na adoção de um controle intensivo do vetor dentro dos pomares, que evita a disseminação secundária de bactérias associadas ao HLB. Esta prática é uma das medidas recomendadas que

se aplicam no Estado de São Paulo. Assim, nas áreas com maior densidade de plantio, e considerando o mesmo influxo de psilídeos infectivos (mesmo número de psilídeo que invadem a área em função de haver apenas infecção primária), ocorre uma redução na probabilidade de ocorrência de nova infecção por HLB, devido ao maior número de árvores por área, “diluindo” a infecção primária. Dessa forma, a alta densidade de plantio poderia reforçar o manejo do HLB na borda, tornando-o ainda mais importante para evitar a disseminação do vetor e da bactéria na propriedade (Belasque et al., 2010).

Além disso, os talhões com maiores densidades de plantas provavelmente influenciam indiretamente o comportamento do vetor por mudanças nos níveis de luz, diferenças de temperatura entre dia e noite e na velocidade do vento. Por sua vez, mudanças no comportamento de voo, respostas de pouso e atividades de alimentação podem alterar a frequência de transmissão do inóculo e, portanto, a incidência da doença (Burdons & Chilvers, 1982).

Como em estudos avaliando parcelas experimentais com poucas árvores em uma pequena área se identificou limitação na interpretação de resultados de incidência de HLB (Hall et al., 2013), motivados para usar dados de áreas comerciais abrangendo mais de 5.500 ha e tamanho médio de bloco de 10,4 ha. Os resultados dos talhões comerciais avaliados para as regiões de Altinópolis e Araraquara corroboram com a hipótese de que as densidades de plantio influenciam a incidência HLB ao longo do tempo, independentemente do tamanho dos talhões. A remoção de árvores infectadas pelo HLB em densidades de plantio superiores a 540 árvores/ha foi menor do que em densidades de plantio inferiores a 540 árvores/ha.

A idade das árvores influenciou fortemente a incidência de HLB (Tabelas 6 e 7). A diferença entre as densidades de plantio foi mais acentuada nas parcelas formadas por árvores mais jovens (com menos de oito anos de idade). Neste estudo, utilizamos os dados de incidência de HLB de 2013 a 2015 (incidência não cumulativa desde o plantio do talhão). Os resultados de Altinópolis (menor ocorrência regional de HLB) e Araraquara (maior ocorrência regional de HLB) mostram que a ocorrência regional de HLB e a idade das árvores são variáveis mais relevantes e determinantes para a incidência média de HLB do que o uso das densidades de plantio, considerando-se uma análise sobre grandes áreas. As árvores jovens têm maior vigor vegetativo do que as árvores adultas e, portanto, são mais atraentes para o psilídeo (Bové, 2014). Além disso, há situação pode ser mais acentuada se os talhões com árvores jovens forem vizinhos a pomares adultos (Belasque et al., 2010).

A localização do talhão em relação à borda da fazenda não teve influência na porcentagem de erradicação do HLB em Altinópolis (dados não mostrados). Esse fato já era

esperado, pois nessa região mais de 90% dos blocos tinham pelo menos um lado voltado para a borda da fazenda, portanto, praticamente só houve borda (Figura 5). Em Araraquara, os talhões localizados dentro da borda apresentaram maior incidência de HLB. Normalmente, espera-se um efeito de borda forte na distribuição de *D. citri* nos talhões e, posteriormente, uma maior probabilidade de maior incidência de doença mais próximo da borda da fazenda (Sétamou & Bartels, 2015). Além disso, o formato dos pomares selecionados, bastante irregulares, contribuiu para intensificar o efeito de borda, influenciando os resultados de localização de talhão obtidos neste estudo.



**Figura 5.** Mapa de uma fazenda na região de Altinópolis ilustrando sua irregularidade de bordas.

A densidade de plantio pode promover a redução nos custos de produção por ser uma alternativa à adoção de replantio, como é feito em pomares com densidades convencionais. A estratégia de plantio, em blocos uniformes ou usando replantio em falhas de plantas adultas, pode interferir na população do psíldeo dos citros (Martini et al., 2015; Martini & Stelinski, 2016). Contudo, nesse estudo ficou patente que a prática de replantio, mesmo em pomar adensado, é bastante vantajosa para o retorno econômico do pomar até certo limite de incidência da doença: em se mantendo abaixo desse limite, o replantio é compensatório (Tabela 4; Figura 1).

Em conclusão, assumindo um controle eficiente e contínuo da disseminação secundária do HLB no interior dos pomares, o uso de maiores densidades de plantio parece ser uma medida importante para o manejo do HLB, especialmente nas bordas das fazendas, através de uma "diluição da doença" dentro do talhão, pois há mais árvores por área em relação à incidência da

doença/insetos invasores. Além disso, pode contribuir para que os custos de manejo de HLB não excedam o retorno econômico e, assim, proporcionem ganhos de rendimento. Análises futuras deverão estudar o efeito da densidade de plantio em condições controladas e associadas a áreas extensas, incluindo a avaliação da influência de variáveis climáticas, como o movimento do vento, sobre o comportamento do psílídeo. Esses estudos contribuirão para compreender o papel da alta densidade de plantio no manejo do HLB.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se o cenário econômico estudado, a taxa máxima de replantio anual de HLB é de aproximadamente 2% com um custo de produção de R\$19.16 por caixa produzida e sendo realizado preferencialmente até seis anos após o plantio para se obter maior viabilidade econômica. Esse valor é diretamente influenciado por fatores como preço da caixa de laranja, custos de insumos e operações, produtividade esperada da replanta, taxa de desconto, entre outros.

Para que o pomar seja viável economicamente é recomendável que se faça o replantio nas falhas causadas pelas erradicações do HLB. Não manejar o HLB só é viável se o pomar mantiver baixíssimas incidências de HLB. Contudo, a escolha de não erradicar e replantar plantas sintomáticas é muito arriscada e dependeria de um nível de controle do vetor muito rigoroso e eficaz. Dessa forma, os níveis da doença poderão aumentar de forma mais intensa com o passar dos anos e, conseqüentemente, o valor do custo caixa vai subir significativamente devido à menor produtividade final.

Em pomares comerciais com controle intensivo do vetor, a incidência de HLB por três anos foi maior em talhões que empregam menor densidade de plantio. Contudo, a incidência regional, a idade do pomar e a localização do talhão foram fatores mais importantes para a incidência da doença do que a densidade de plantio. Essa constatação demonstra o potencial de uso do adensamento de plantio como elemento de auxílio no manejo do HLB particularmente em talhões de borda de fazendas.

Considerando-se o conjunto de resultados apresentados, o adensamento de plantio e a prática de replantar as árvores erradicadas por HLB contribuem para manutenção da produtividade do pomar de laranja na presença da doença. Seu uso conjugado nas bordas das fazendas, onde se concentram as plantas infectadas, pode ser mais interessante, pois o adensamento reduz a incidência média do HLB, o que favorece a economicidade do replantio; este, por sua vez, mantém o estande do pomar. Caso a incidência cresça, o replantio é menos viável, mas o maior adensamento permite a manutenção de maior número de plantas originais, que são mais produtivas ao longo da vida útil do pomar. Os resultados apresentados reforçam a importância do controle do vetor para que baixas incidências de HLB sejam mantidas, favorecendo o manejo complementar com adensamento e replantio. Novos estudos investigando essas práticas em áreas mais extensas em diferentes situações de manejo e de pressão da doença deverão ser realizados a fim de auxiliar o citricultor em suas decisões.

## REFERÊNCIAS

- Aubert, B. 1990. High density planting (HDP) of Jiagon Mandarin in the lowland area of Shantou (Guangdong China) and implications for greening control. In: Aubert A, Tontyaporn S, Buangsuwon D. **Proceedings of the 4th Internacional Asia Pacific Conference on Citrus rehabilitation**. Chiang Mai, Thailand, FAO-UNDP. 1990. p. 149-157.
- Barros, A.M. 2013. **O modelo Consecitrus**: respostas às dúvidas quanto aos princípios metodológicos do modelo de parametrização de divisão de riscos e retorno na cadeia citrícola brasileira. São Paulo: MBAgro. 77 p.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Stuchi, E.S. 2011. Yield loss caused by Huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal of Phytopathology** 130:577-86.
- 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 reduction and vector control on temporal progress of Huanglongbing in young sweet orange plantings. **Plant Disease** 97:789-796.
- Belasque Junior, J., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Tachibana, A., Violante, A.R., Tank Junior, A., Di Giorgi, F., Tersi, F.E.A., Menezes, G.M., Dragone, J., Jank Junior, R.H., Bové, J.M. 2010. Lessons from Huanglongbing Management in São Paulo State, Brazil. **Journal of Plant Pathology** 92:285-302.
- Bergamin Filho, A., Inoue-Nagata, A.K., Bassanezi, R.B., Belasque Junior, J., Amorim, L., Macedo, M.A., Barbosa, J.C., Willocquet, L., Savary, S. 2016. The importance of primary inoculum and area-wide disease management to crop health and food security. **Food Security** 8:221-238.
- Berger, R.D. 1975. Disease incidence and infection rates of *Cercospora apii* in plant spacing plots. **Phytopathology** 65:485-87.
- Boteon, M., Cappello, F.P., Ribeiro, R.G., Palmieri, F.G., Ribeiro, C. 2017. Citricultura retoma reforma dos pomares. **Hortifruti Brasil** 167:10-19. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/quanto-custa-um-pomar-de-laranja.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2017
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology** 88:7-37.
- Bové, J.M. 2014. Huanglongbing or yellow shoot, a disease of Gonwanan origin: wilt it destroy citrus worldwide? **Phytoparasitica** 42:579-83.
- Burdon, J.J., Chilvers, G.A. 1982. Host density as a factor in plant disease ecology. **Annual Review of Phytopatology** 20:143-66.
- Coletta Filho, H.D., Targon, M.L.P.N., Takita, M.A., De Negri, J.D., Pompeu Júnior, J., Machado, M.A. 2004. First report of causal agent of Huanglongbing (“Candidatus Liberibacter asiaticus”) in Brazil. **Plant Disease** 88:1382.

Da Graça, J.V. 1991. Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology** 29:109-136.

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

FNP Consultoria & Comercio. 2016. Citros. In: \_\_\_\_\_. **Agrianual 2016**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 241-296.

Food and Agriculture Organization. 2014. **Crops**. Available at: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Accessed: 29 aug. 2017.

Fukuda, L.A. 2015. Análise de viabilidade financeira da implantação de um projeto de 600 ha de Citros no Centro do Estado de São Paulo. 29 f. **Tese de especialista**. São José do Rio Preto SP: Fundação Getúlio Vargas.

Fukuda, L.A., Franco, D., Facio, S.L., Lima Neto, R.S. 2010. Sustentabilidade econômica da citricultura perante o huanglongbing. **Citrus Research and Technology** 31(2):101-186.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2009. **Manual técnico 2009**. Disponível em: <[http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/greening/lnk\\_greening\\_ctr/downloads/greening.pdf](http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/greening/lnk_greening_ctr/downloads/greening.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2015.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2016. **Tree inventory of the Sao Paulo and west-southwest of Minas Gerais citrus belt – snapshot of groves in March/2016**. Araraquara: Fundecitrus, 96 p. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/ingles\\_site.pdf](http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/ingles_site.pdf)>. Acesso em: 16 fev. 2017.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2017. **Tree inventory and orange production forecast for the 2017-2018 season of the São Paulo and West-Southwest of Minas Gerais citrus belt**. Araraquara: Fundecitrus. 124 p. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/2017\\_12\\_05\\_Tree\\_Inventory\\_and\\_Orange\\_Production\\_Forecast\\_2017-20181.pdf](http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Tree_Inventory_and_Orange_Production_Forecast_2017-20181.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2017.

Hall, D.G., Gottwald, T.R., Stover, E.D. 2013. Evaluation of management programs for protecting young citrus plantings from huanglongbing. **HortScience** 48:330-37.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **IBGE Estados São Paulo Lavoura Permanente 2015**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sp&tema=lavourapermanente2015>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

Legard, D.E., Xiao, C.L., Mertely, J.C., Chandler, C.K. 2000. Effects of plant spacing and cultivar on incidence of *Botrytis* rot in annual strawberry. **Plant Disease** 84:531-38.

Lopes, S.A., Bertolini, E., Frare, G.F., Martins, E.C., Wulff, N.A., Teixeira, D.C., Fernandes, N.G., Cambra, N. 2009. Graft transmission efficiencies and multiplication of '*Candidatus*



Liberibacter americanus' and 'Ca. Liberibacter asiaticus' in citrus plants. **Phytopathology** 99: 301–06.

Martini, X., Pelz-Stelinski, K.S., Stelinski, L.L. 2015. Absence of windbreaks and replanting citrus in solid sets increase density of Asian citrus psyllid populations. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 212:168-174.

Martini, X., Stelinski, L.L. 2016. Planting strategies to reduce psyllids. **Citrus Industry**.

Morris, A., Muraro, R. 2008. **Economic evaluation of citrus greening management and control strategies**. Gainesville: IFAS University of Florida. 7 p.

Morris, A., Muraro, R.P., Castle, W.S. 2011. Optimal grove replanting to mitigate endemic HLB. **Citrus Industry** 92(4):12-16.

Neves, M.F., Lopes, F.F., Trombin, V.G., Amaro, A.A., Neves, E.M., Jank, M.S. 2007. **Caminhos para a Citricultura - Uma Agenda para Manter a Liderança Mundial**. São Paulo: Atlas. p. 60.

Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **Retrato da citricultura brasileira**. Disponível em: [www.citrusbr.com/download/retrato\\_citricultura\\_brasileira\\_marcosfava.pdf](http://www.citrusbr.com/download/retrato_citricultura_brasileira_marcosfava.pdf). Acesso em 17 jun. 2017. 137 p.

Pagliuca, L., Cappello, F., Mello, G.C.S., Boteon, M. 2011. Citros gestão sustentável, ser o melhor sozinho, não basta! Citricultura depende ações coletivas. **Hortifruti Brasil** 101:8-27. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/especial-citros-citricultura-depende-de-acoes-coletivas.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

Piner, G.F. 1988. Planting citrus at ultra-high densities – a review of developments in southern Africa with special reference to angle planting. In: Goren, R., Mendel, K. eds. **Proceedings of the Sixth International Citrus Congress**. Tel Aviv, Israel, Balaban Publishers. 1988. p. 931-40.

Power, A.G. 1989. Influence of plant spacing and nitrogen fertilization in maize on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), vector of corn stunt. **Environmental Entomology** 18:494-98.

Rigolin, A., Tersí, F.E.A. 2005. Mecanização agrícola. In: Mattos Junior, D., Negri, J.D., Pio, M.R., Pompeu Junior, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Centro Apta Citros. 292 p.

Roistacher, C.N. 1996. The economics of living with citrus diseases: huanglongbing (greening) in Thailand. **Proceedings of 13th Conference of International Organization of Citrus Virologists Riverside CA**. p. 279-285.

Salifu, A., Grogan, K., Spreen, T. y Roka, F. 2012. Economic Analysis of Strategies to Combat HLB in Florida Citrus. **Southern Agricultural Economics Association Meetings at Birmingham Alabama**, February 4-7, (p. 1-13). Available at: <[https://www.researchgate.net/profile/Abdul\\_Wahab\\_Salifu/publication/254388931\\_Econom](https://www.researchgate.net/profile/Abdul_Wahab_Salifu/publication/254388931_Econom)

- ic\_Analysis\_of\_Strategies\_to\_Combat\_HLB\_in\_Florida\_Citrus/links/00b4953cd625506a5500000.pdf>. Assessed in: 01 jun. 2017.
- Santos, T.T.C. 2012. Parametrização e modelagem ex-ante da disseminação do HLB dos citros no Recôncavo da Bahia. **Dissertação de Mestrado**. Cruz das Almas, Brasil: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 102 p.
- Schumman, A.W., Syvertsen, J.P., Morgan, K.T. 2009. Implementing advanced citrus production systems in Florida – Early results. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 122:108-113.
- Sétamou, M., Bartels, D.W. 2015. Living on the edges: spatial niche occupation of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayan (Hemiptera: Liviidade), in citrus grove. **Plos One**, online <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131917>.
- Spreen, T.H., Baldwin, J.P., Futch, S.H. 2014. An Economic Assessment of the Impact of Huanglongbing on Citrus Tree Plantings in Florida. **HortScience** 49:1052-1055.
- Stover, E.D., Castle, W.S., Spyke, P. 2008. The citrus grove of the future and its implications for huanglongbing management. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 121:155-59.
- Stuchi, E. S. 2007. Adensamento de plantio: resultados da EECB comprovam a viabilidade desta prática na região. **Informativo Agropecuário Coopercitrus**. Bebedouro. p.13-14.
- Stuchi, E.S., Girardi, E.A. 2010. **Use of horticultural practices in citriculture to survive Huanglongbing**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 68 p. (Documentos 189).
- Stuchi, E.S., Girardi, E.A., Laranjeira, F.F., Bassanezi, R.B. 2016. Yield and huanglongbing progress at four tree spacings of sweet orange. **XIII International Citrus Congress**. Foz do Iguaçu. 2016. p. 88. v.1
- Teixeira, D.C., Danet, J.L., Eveillard, S., Martins, E.C., Jesus Júnior, W.C., Yamamoto, P.T., Lopes, S.A., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Saillard, C., Bové, J.M. 2005. Citrus hanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the ‘Candidatus Liberibacter’ species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probes** 19:173-179.
- Tozatti, G. 2014 Viabilidade econômica da cultura de laranja no Estado de São Paulo sob o impacto da doença Huanglongbing (HLB ou Greening). 85 f. **Monografia apresentada, para obtenção do título de Especialista em Agronegócios**. São Paulo: Universidade de São Paulo
- Tucker, D.P.H., Wheaton, T.A. 1978. Trends in higher planting densities. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 91:36-40.
- United States Department of Agriculture. 2017. **Citrus: world markets and trade**. 9 p.
- Zhang, M.Q., Powell, C.A., Zhou, L.J., He, Z.L., Stover, E., Duan, Y.P. 2011. Chemical compounds effective against the citrus Huanglongbing bacterium ‘Candidatus Liberibacter asiaticus’ in planta. **Phytopathology** 101:1097-1103.

## ANEXOS

**Tabela 1.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 1% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 10.076	-R\$ 10.076
723	R\$ 4.340	R\$ 14.466	R\$ 14.828	-R\$ 362
895	R\$ 4.476	R\$ 17.902	R\$ 14.962	R\$ 2.940
952	R\$ 4.761	R\$ 19.045	R\$ 16.728	R\$ 2.317
981	R\$ 4.903	R\$ 19.613	R\$ 16.869	R\$ 2.743
1.067	R\$ 4.801	R\$ 21.337	R\$ 16.767	R\$ 4.570
1.289	R\$ 5.803	R\$ 25.789	R\$ 18.851	R\$ 6.938
1.167	R\$ 5.249	R\$ 23.331	R\$ 18.297	R\$ 5.033
1.272	R\$ 5.726	R\$ 25.450	R\$ 18.774	R\$ 6.676
1.152	R\$ 5.184	R\$ 23.040	R\$ 18.232	R\$ 4.808
1.144	R\$ 5.149	R\$ 22.886	R\$ 18.197	R\$ 4.689
1.135	R\$ 5.109	R\$ 22.707	R\$ 18.157	R\$ 4.551
1.127	R\$ 5.073	R\$ 22.548	R\$ 18.121	R\$ 4.427
1.119	R\$ 5.034	R\$ 22.375	R\$ 18.082	R\$ 4.293
1.217	R\$ 5.477	R\$ 24.341	R\$ 18.524	R\$ 5.817
1.104	R\$ 4.967	R\$ 22.075	R\$ 18.014	R\$ 4.061
1.201	R\$ 5.405	R\$ 24.023	R\$ 18.452	R\$ 5.570
1.090	R\$ 4.905	R\$ 21.801	R\$ 17.952	R\$ 3.849
18.636	R\$ 86.363	R\$ 372.729	R\$ 334.538	R\$ 38.191

**Tabela 2.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 2% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 10.267	-R\$ 10.267
708,8	R\$ 4.253	R\$ 14.176	R\$ 14.927	-R\$ 751
868,2	R\$ 4.341	R\$ 17.365	R\$ 15.008	R\$ 2.357
921,6	R\$ 4.608	R\$ 18.433	R\$ 16.754	R\$ 1.678
948,2	R\$ 4.741	R\$ 18.963	R\$ 16.887	R\$ 2.077
1.028,9	R\$ 4.630	R\$ 20.578	R\$ 16.776	R\$ 3.802
1.229,6	R\$ 5.533	R\$ 24.593	R\$ 18.761	R\$ 5.832
1.107,2	R\$ 4.982	R\$ 22.143	R\$ 18.209	R\$ 3.934
1.197,6	R\$ 5.389	R\$ 23.953	R\$ 18.616	R\$ 5.337
1.079,9	R\$ 4.859	R\$ 21.597	R\$ 18.085	R\$ 3.512
1.065,5	R\$ 4.795	R\$ 21.310	R\$ 18.020	R\$ 3.289
1.049,1	R\$ 4.721	R\$ 20.981	R\$ 17.946	R\$ 3.035
1.034,6	R\$ 4.656	R\$ 20.692	R\$ 17.881	R\$ 2.811
1.019,1	R\$ 4.586	R\$ 20.382	R\$ 17.811	R\$ 2.571
1.096,7	R\$ 4.935	R\$ 21.933	R\$ 18.159	R\$ 3.774
992,6	R\$ 4.963	R\$ 19.852	R\$ 18.187	R\$ 1.665
1.068,9	R\$ 4.810	R\$ 21.378	R\$ 18.034	R\$ 3.344
968,9	R\$ 4.844	R\$ 19.378	R\$ 18.068	R\$ 1.310
17.385,3	R\$ 81.647	R\$ 347.705	R\$ 333.049	R\$ 14.657

**Tabela 3.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 3% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 10.459	-R\$ 10.459
694	R\$ 4.166	R\$ 13.888	R\$ 15.022	-R\$ 1.134
842	R\$ 4.210	R\$ 16.839	R\$ 15.048	R\$ 1.790
892	R\$ 4.461	R\$ 17.843	R\$ 16.780	R\$ 1.064
917	R\$ 4.587	R\$ 18.346	R\$ 16.905	R\$ 1.441
993	R\$ 4.965	R\$ 19.860	R\$ 17.283	R\$ 2.578
1173	R\$ 5.280	R\$ 23.467	R\$ 18.679	R\$ 4.788
1052	R\$ 4.732	R\$ 21.031	R\$ 18.130	R\$ 2.901
1128	R\$ 5.076	R\$ 22.561	R\$ 18.473	R\$ 4.087
1013	R\$ 4.559	R\$ 20.261	R\$ 17.955	R\$ 2.306
993	R\$ 4.965	R\$ 19.859	R\$ 18.360	R\$ 1.498
970	R\$ 4.852	R\$ 19.406	R\$ 18.247	R\$ 1.160
951	R\$ 4.753	R\$ 19.012	R\$ 18.147	R\$ 865
930	R\$ 4.648	R\$ 18.594	R\$ 18.042	R\$ 552
990	R\$ 4.950	R\$ 19.799	R\$ 18.343	R\$ 1.457
895	R\$ 4.473	R\$ 17.893	R\$ 17.865	R\$ 28
954	R\$ 4.768	R\$ 19.073	R\$ 18.160	R\$ 914
864	R\$ 4.319	R\$ 17.278	R\$ 17.710	-R\$ 432
16250	R\$ 79.764	R\$ 325.010	R\$ 334.261	-R\$ 9.251

**Tabela 4.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 4% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 10.650	-R\$ 10.650
680	R\$ 4.081	R\$ 13.603	R\$ 15.114	-R\$ 1.511
816	R\$ 4.081	R\$ 16.323	R\$ 15.085	R\$ 1.239
864	R\$ 4.319	R\$ 17.276	R\$ 16.804	R\$ 472
888	R\$ 4.440	R\$ 17.759	R\$ 16.924	R\$ 835
959	R\$ 4.796	R\$ 19.183	R\$ 17.278	R\$ 1.904
1.120	R\$ 5.042	R\$ 22.407	R\$ 18.605	R\$ 3.802
1.000	R\$ 4.998	R\$ 19.990	R\$ 18.560	R\$ 1.430
1.063	R\$ 4.785	R\$ 21.266	R\$ 18.346	R\$ 2.920
951	R\$ 4.756	R\$ 19.023	R\$ 18.315	R\$ 708
926	R\$ 4.631	R\$ 18.522	R\$ 18.189	R\$ 333
898	R\$ 4.492	R\$ 17.968	R\$ 18.049	-R\$ 81
875	R\$ 4.373	R\$ 17.491	R\$ 17.928	-R\$ 437
850	R\$ 4.248	R\$ 16.990	R\$ 17.802	-R\$ 812
895	R\$ 4.477	R\$ 17.907	R\$ 18.030	-R\$ 123
808	R\$ 4.041	R\$ 16.165	R\$ 17.593	-R\$ 1.428
853	R\$ 4.266	R\$ 17.064	R\$ 17.816	-R\$ 753
773	R\$ 4.637	R\$ 15.455	R\$ 18.186	-R\$ 2.730
15.220	R\$ 76.459	R\$ 304.392	R\$ 333.927	-R\$ 29.535

**Tabela 5.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 5% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 10.940	-R\$ 10.940
666	R\$ 3.996	R\$ 13.321	R\$ 15.203	-R\$ 1.883
791	R\$ 4.746	R\$ 15.819	R\$ 15.907	-R\$ 89
837	R\$ 4.183	R\$ 16.731	R\$ 16.827	-R\$ 96
860	R\$ 4.301	R\$ 17.202	R\$ 16.944	R\$ 258
927	R\$ 4.636	R\$ 18.542	R\$ 17.277	R\$ 1.265
1.070	R\$ 4.817	R\$ 21.410	R\$ 18.539	R\$ 2.871
951	R\$ 4.754	R\$ 19.015	R\$ 18.473	R\$ 542
1.003	R\$ 4.514	R\$ 20.060	R\$ 18.231	R\$ 1.829
894	R\$ 4.469	R\$ 17.876	R\$ 18.184	-R\$ 309
865	R\$ 4.323	R\$ 17.290	R\$ 18.036	-R\$ 746
833	R\$ 4.163	R\$ 16.654	R\$ 17.875	-R\$ 1.221
806	R\$ 4.028	R\$ 16.112	R\$ 17.738	-R\$ 1.626
777	R\$ 4.665	R\$ 15.550	R\$ 18.373	-R\$ 2.823
811	R\$ 4.057	R\$ 16.227	R\$ 17.763	-R\$ 1.535
732	R\$ 4.392	R\$ 14.639	R\$ 18.096	-R\$ 3.456
765	R\$ 4.593	R\$ 15.310	R\$ 18.295	-R\$ 2.985
694	R\$ 4.162	R\$ 13.872	R\$ 17.862	-R\$ 3.989
14.281	R\$ 74.796	R\$ 285.630	R\$ 335.217	-R\$ 49.587

**Tabela 6.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 6% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 11.131	-R\$ 11.131
652	R\$ 3.913	R\$ 13.042	R\$ 15.389	-R\$ 2.347
766	R\$ 4.597	R\$ 15.324	R\$ 16.009	-R\$ 685
810	R\$ 4.052	R\$ 16.206	R\$ 16.948	-R\$ 741
834	R\$ 4.168	R\$ 16.674	R\$ 17.065	-R\$ 391
897	R\$ 4.484	R\$ 17.938	R\$ 17.378	R\$ 560
1.024	R\$ 4.606	R\$ 20.471	R\$ 18.578	R\$ 1.892
905	R\$ 4.525	R\$ 18.101	R\$ 18.495	-R\$ 394
947	R\$ 4.734	R\$ 18.938	R\$ 18.702	R\$ 236
841	R\$ 4.203	R\$ 16.811	R\$ 18.167	-R\$ 1.356
808	R\$ 4.038	R\$ 16.154	R\$ 18.000	-R\$ 1.846
773	R\$ 4.636	R\$ 15.452	R\$ 18.594	-R\$ 3.143
743	R\$ 4.458	R\$ 14.862	R\$ 18.415	-R\$ 3.553
713	R\$ 4.277	R\$ 14.255	R\$ 18.230	-R\$ 3.975
737	R\$ 4.421	R\$ 14.736	R\$ 18.372	-R\$ 3.636
665	R\$ 3.987	R\$ 13.291	R\$ 17.936	-R\$ 4.644
689	R\$ 4.133	R\$ 13.777	R\$ 18.079	-R\$ 4.302
625	R\$ 3.748	R\$ 12.495	R\$ 17.691	-R\$ 5.196
13.426	R\$ 72.981	R\$ 268.526	R\$ 337.833	-R\$ 69.308



**Tabela 7.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 7% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 11.323	-R\$ 11.323
638	R\$ 3.830	R\$ 12.766	R\$ 15.473	-R\$ 2.707
742	R\$ 4.452	R\$ 14.840	R\$ 16.008	-R\$ 1.168
785	R\$ 4.711	R\$ 15.703	R\$ 17.755	-R\$ 2.051
809	R\$ 4.043	R\$ 16.173	R\$ 17.088	-R\$ 915
868	R\$ 4.342	R\$ 17.366	R\$ 17.382	-R\$ 15
979	R\$ 4.897	R\$ 19.587	R\$ 19.015	R\$ 572
862	R\$ 4.311	R\$ 17.244	R\$ 18.426	-R\$ 1.182
895	R\$ 4.473	R\$ 17.892	R\$ 18.584	-R\$ 692
791	R\$ 4.747	R\$ 15.822	R\$ 18.854	-R\$ 3.032
755	R\$ 4.531	R\$ 15.104	R\$ 18.635	-R\$ 3.531
718	R\$ 4.305	R\$ 14.352	R\$ 18.406	-R\$ 4.054
686	R\$ 4.118	R\$ 13.726	R\$ 18.215	-R\$ 4.489
655	R\$ 3.927	R\$ 13.090	R\$ 18.021	-R\$ 4.930
671	R\$ 4.023	R\$ 13.411	R\$ 18.113	-R\$ 4.703
605	R\$ 3.630	R\$ 12.098	R\$ 17.716	-R\$ 5.618
622	R\$ 3.731	R\$ 12.437	R\$ 17.814	-R\$ 5.377
565	R\$ 3.388	R\$ 11.295	R\$ 17.468	-R\$ 6.173
12.645	R\$ 71.459	R\$ 252.906	R\$ 338.949	-R\$ 86.042

**Tabela 8.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 8% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190,49	-R\$ 16.190,49
			R\$ 8.463,75	-R\$ 8.463,75
			R\$ 11.513,65	-R\$ 11.513,65
625	R\$ 3.747,86	R\$ 12.492,86	R\$ 15.553,20	-R\$ 3.060,34
718	R\$ 4.310,04	R\$ 14.366,79	R\$ 16.002,84	-R\$ 1.636,05
761	R\$ 4.566,11	R\$ 15.220,37	R\$ 17.751,43	-R\$ 2.531,06
785	R\$ 4.709,43	R\$ 15.698,10	R\$ 17.897,11	-R\$ 2.199,01
841	R\$ 4.206,73	R\$ 16.826,92	R\$ 17.388,03	-R\$ 561,11
938	R\$ 4.688,57	R\$ 18.754,28	R\$ 18.946,93	-R\$ 192,66
822	R\$ 4.110,08	R\$ 16.440,33	R\$ 18.364,11	-R\$ 1.923,78
846	R\$ 4.229,40	R\$ 16.917,60	R\$ 18.478,96	-R\$ 1.561,36
745	R\$ 4.471,12	R\$ 14.903,74	R\$ 18.716,19	-R\$ 3.812,45
707	R\$ 4.240,19	R\$ 14.133,97	R\$ 18.480,80	-R\$ 4.346,83
667	R\$ 4.003,04	R\$ 13.343,47	R\$ 18.239,21	-R\$ 4.895,74
635	R\$ 3.808,18	R\$ 12.693,92	R\$ 18.039,92	-R\$ 5.346,00
602	R\$ 3.612,48	R\$ 12.041,61	R\$ 17.839,81	-R\$ 5.798,20
612	R\$ 3.669,40	R\$ 12.231,35	R\$ 17.892,34	-R\$ 5.660,99
552	R\$ 3.312,43	R\$ 11.041,42	R\$ 17.530,98	-R\$ 6.489,56
563	R\$ 3.378,67	R\$ 11.262,23	R\$ 17.592,86	-R\$ 6.330,62
512	R\$ 3.074,13	R\$ 10.247,11	R\$ 17.283,97	-R\$ 7.036,86
11.931	R\$ 68.137,87	R\$ 238.616,08	R\$ 338.166,59	-R\$ 99.550,51

**Tabela 9.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 9% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 11.705	-R\$ 11.705
611	R\$ 3.667	R\$ 12.223	R\$ 15.631	-R\$ 3.408
695	R\$ 4.171	R\$ 13.903	R\$ 15.994	-R\$ 2.091
738	R\$ 4.427	R\$ 14.758	R\$ 17.749	-R\$ 2.992
762	R\$ 4.575	R\$ 15.249	R\$ 17.900	-R\$ 2.652
816	R\$ 4.079	R\$ 16.317	R\$ 17.397	-R\$ 1.079
899	R\$ 4.493	R\$ 17.970	R\$ 18.886	-R\$ 915
784	R\$ 4.706	R\$ 15.686	R\$ 19.094	-R\$ 3.408
800	R\$ 4.002	R\$ 16.008	R\$ 18.385	-R\$ 2.376
702	R\$ 4.215	R\$ 14.049	R\$ 18.592	-R\$ 4.543
662	R\$ 3.971	R\$ 13.237	R\$ 18.343	-R\$ 5.106
621	R\$ 3.726	R\$ 12.419	R\$ 18.092	-R\$ 5.673
588	R\$ 3.527	R\$ 11.755	R\$ 17.887	-R\$ 6.132
555	R\$ 3.329	R\$ 11.096	R\$ 17.684	-R\$ 6.588
559	R\$ 3.354	R\$ 11.181	R\$ 17.704	-R\$ 6.523
505	R\$ 3.031	R\$ 10.104	R\$ 17.376	-R\$ 7.272
512	R\$ 3.070	R\$ 10.232	R\$ 17.409	-R\$ 7.177
467	R\$ 2.799	R\$ 9.331	R\$ 17.133	-R\$ 7.802
11.276	R\$ 65.141	R\$ 225.519	R\$ 337.615	-R\$ 112.096

**Tabela 10.** Produtividade estimada, custo e receita com colheita de laranja no Estado de São Paulo com 10% de HLB ao ano, calculada para um hectare de 0 a 20 anos, e utilizada como referência nesse estudo (adaptado de FNP Consultoria & Comercio, 2016 e da Tabela 1).

Caixas/ha	Custo Colheita	Receita	Custo Total	Lucro
			R\$ 16.190	-R\$ 16.190
			R\$ 8.464	-R\$ 8.464
			R\$ 11.896	-R\$ 11.896
598	R\$ 3.587	R\$ 11.956	R\$ 15.705	-R\$ 3.750
673	R\$ 4.035	R\$ 13.450	R\$ 15.982	-R\$ 2.532
716	R\$ 4.294	R\$ 14.314	R\$ 17.748	-R\$ 3.433
741	R\$ 4.447	R\$ 14.823	R\$ 17.906	-R\$ 3.083
792	R\$ 4.751	R\$ 15.836	R\$ 18.199	-R\$ 2.363
862	R\$ 4.308	R\$ 17.232	R\$ 18.831	-R\$ 1.599
749	R\$ 4.493	R\$ 14.978	R\$ 19.010	-R\$ 4.033
758	R\$ 4.548	R\$ 15.160	R\$ 19.058	-R\$ 3.898
663	R\$ 3.976	R\$ 13.254	R\$ 18.480	-R\$ 5.226
620	R\$ 3.722	R\$ 12.405	R\$ 18.219	-R\$ 5.813
579	R\$ 3.471	R\$ 11.571	R\$ 17.962	-R\$ 6.391
545	R\$ 3.270	R\$ 10.900	R\$ 17.755	-R\$ 6.854
512	R\$ 3.073	R\$ 10.243	R\$ 17.551	-R\$ 7.308
512	R\$ 3.073	R\$ 10.245	R\$ 17.545	-R\$ 7.300
464	R\$ 2.781	R\$ 9.271	R\$ 17.246	-R\$ 7.976
466	R\$ 2.798	R\$ 9.327	R\$ 17.257	-R\$ 7.930
426	R\$ 2.558	R\$ 8.528	R\$ 17.011	-R\$ 8.483
10.675	R\$ 63.186	R\$ 213.492	R\$ 338.016	-R\$ 124.524

**Tabela 11.** Análise de rentabilidade (Valor Presente Líquido - VPL, Taxa Interna de Retorno - TIR, Relação Benefício/Custo – B/C e Custo Unitário por Caixa) dos cenários sem a presença de HLB (0%) e com a presença de HLB a 1% ao ano com simulação de taxa de retorno variando de 6, 8, 10 e 12%.

Incidência anual de HLB	Taxa de retorno	VPL	TIR	Relação B/C	Custo da Caixa
0%	6%	R\$ 21.282,46	11,60%	1,11	R\$ 18,00
	8%	R\$ 11.886,10	11,60%	1,07	R\$ 18,65
	10%	R\$ 4.634,35	11,60%	1,03	R\$ 19,37
	12%	-R\$ 1.010,70	11,60%	0,99	R\$ 20,16
1%	6%	R\$ 4.414,68	7,34%	1,02	R\$ 19,56
	8%	-R\$ 1.921,93	7,34%	0,99	R\$ 20,23
	10%	-R\$ 6.806,90	7,34%	0,95	R\$ 20,98
	12%	-R\$ 10.600,19	7,34%	0,92	R\$ 21,79