

NELDSON LUIS BARELLI

**Estudo de caso de sucesso de erradicação de cancro cítrico em
propriedade citrícola na região sul do estado de São Paulo**

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

Orientador: Dr. Franklin Behlau

**Araraquara
Março 2013**

NELDSON LUIS BARELLI

Estudo de caso de sucesso de erradicação de cancro cítrico em propriedade citrícola na região sul do estado de São Paulo

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

Araraquara, 18 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Franklin Behlau
Instituição: Fundecitrus

Prof. Dr. José Belasque Jr.
Instituição: Fundecitrus

Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito
Instituição: Universidade de São Paulo

DEDICO

*A minha querida e amada esposa Lucimara
pelo verdadeiro amor, cumplicidade,
carinho e compreensão em mais
esta etapa de nossas vidas*

*Aos meus queridos pais, Nestor e Maria Luíza
pela vida, carinho, dedicação e
valores com quais nos criou*

*Aos meus irmãos Anderson e Andréa,
pelo apoio e incentivo na luta
para a conclusão deste trabalho*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças e perseverança em mais esta jornada, e aceitar os desafios que a vida nos impõe.

Ao Fundecitrus pela oportunidade de realizar este mestrado e pelos anos de trabalho que me proporcionou.

Ao orientador e amigo Franklin Behlau, que desempenhou mais que sua função de professor, foi um companheiro presente que compreendeu e auxiliou em minhas dificuldades.

Aos colegas de turma, Aprígio e Rafael, pela convivência durante o curso e pela companhia nas viagens para as aulas do mestrado e também as amigos de trabalho e curso Eduardo e Ivaldo por compartilharem comigo as alegrias e desafios desta jornada.

A todos os funcionários do departamento científico e técnico pelo carinho e atenção aos alunos do mestrado, especialmente ao Julio Rodrigues e o Luis Montesino por usarem seus conhecimentos no auxílio da elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 O cancro cítrico.....	02
2.2 O programa de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo.....	05
3 MATERIAL E MÉTODOS	08
3.1 Local.....	08
3.2 Monitoramento da incidência de cancro cítrico na propriedade.....	09
3.3 Análise de focos de cancro cítrico.....	13
3.4. Medidas complementares adotadas pelo produtor para controle do cancro cítrico.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÃO	21
6 REFERÊNCIAS	22

Estudo de caso de sucesso de erradicação de cancro cítrico em propriedade citrícola da região sul do estado de São Paulo

Proponente: Neldson Luis Barelli

Orientador: Franklin Behlau

Resumo

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é uma das doenças mais graves da citricultura. A doença causa lesões nos frutos, ramos e folhas levando a perda da produção. No estado de São Paulo, onde a doença é quarentenária, o impacto do cancro cítrico está relacionado ao aumento de custos de produção com inspeções e a eliminação de plantas. As lesões são salientes, corticosas em ambos os lados da folha com coloração parda e normalmente circundadas por um halo amarelo. O controle do cancro cítrico no estado de São Paulo é baseado nos métodos de erradicação e exclusão. No período de 1999 a 2009 foi aplicada no estado de São Paulo a Resolução CEE – CANECC/SP-2 que determinava inspeções periódicas nos pomares e principalmente a erradicação de plantas contaminadas em um raio de 30 m da planta doente (quando o número de plantas contaminadas era igual ou inferior a 0,5% do total de plantas do talhão) ou a erradicação completa do talhão (quando detectadas mais de 0,5% de plantas contaminadas do total de plantas do talhão). Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo descrever e analisar o histórico de ocorrência de cancro cítrico em uma propriedade citrícola localizada no sul do estado de São Paulo e relacionar com as medidas de controle adotadas. Em 2009 a Resolução SAA 43 passou a ser adotada, segundo a qual seria realizada apenas erradicação de plantas em um raio de 30 m a partir da planta doente, independentemente do número de árvores contaminadas no talhão. Para isso foram inspecionados 100% das plantas dos talhões contaminados com intervalos de 30, 60 e 90 dias, os talhões vizinhos também foram 100% inspecionados a cada 90 dias e as plantas de ruas alternadas dos demais talhões a cada 90 dias. Dos 27 talhões da fazenda, oito apresentaram focos de cancro cítrico. Os primeiros focos de cancro cítrico em cada talhão foram denominados focos primários (FP) e os focos localizados em talhões quarentenários com histórico de contaminação foram denominados focos secundários (FS). No total foram detectados oito e quatro FP e FS, respectivamente. O primeiro FP foi localizado em 21/07/2006 e o último em 05/03/2007. Em todos estes focos foram encontrados 24 plantas sintomáticas que resultaram na erradicação de 1554 plantas. O primeiro FS foi localizado em 26/01/2007 e o último em 12/06/2008. O tempo total para o completo saneamento dos talhões foi quatro anos. O presente estudo de caso mostrou que a metodologia de erradicação do cancro cítrico praticada de 1999 a 2009 foi eficiente para o saneamento da propriedade.

Palavras-chave: *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, citros, legislação, inspeção, raio de erradicação, foco, controle, doença.

A successful case study of the citrus canker eradication program in southern São Paulo state, Brazil

Proponent: Neldson Luis Barelli

Adviser: Dr. Franklin Behlau

Abstract

Citrus canker, caused by the bacterium *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, is the one of the most serious citrus crops disease. The disease causes lesion on fruits, stems and leaves resulting in yield losses. In São Paulo state, where the disease is under quarantine, the impact of citrus canker is related to increments in the production costs due to inspections and plant elimination. Lesions are salient and rough on both sides of the leaf, brown colored and usually surrounded by a yellow halo. Citrus canker control is based on eradication and exclusion methods. From 1999 to 2009, the eradication program in São Paulo State was regulated by the CEE – CANECC/SP resolution, which mandated periodical inspections of orchards and eradication of symptomatic trees and those ones in a radius of 30 m distance from the affected ones (when the number of infected trees was equal to or less than 0.5% of the block) or total eradication of the block (when incidence of affected trees was higher than 0.5%). This study aimed at describing the citrus canker occurrences in a citrus-growing farm located in the southern of São Paulo state, Brazil, relating to the control measures applied. In 2009, the Resolution SAA 43 was adopted. It determined that only the diseased trees and others in the surrounding up to 30 m from the affect tree should be eradicated, irrespective to the incidence in the block. For that, 100% of the blocks with incidence of the disease were inspected at intervals of 30, 60 and 90 days Neighbor blocks were 100% inspected every 90 days. The remaining blocks had every other row inspected every 90 days. Citrus canker was found in eight out of 27 blocks of the farm. The first citrus canker focus found in each block was named primary focus (PF). The foci located in quarantine blocks were denominated secondary focus (SF). Overall, during the period studied eight and four PF and SF were detected in the farm, respectively. The first PF was located on 07.21.2006 and the last on 03.05.2007. In all the foci, 24 symptomatic trees were found which lead to the eradication of 1,554 trees. The first SF was located on 01.26.2007 and the last on 06.12.2008. It took four years for the complete eradication of citrus canker. This study has demonstrated that the methodology of eradication of citrus canker practiced from 1999 to 2009 in Sao Paulo state was effective for a definite elimination of the disease from the farm.

Keywords: *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, citrus, legislation, inspection, radius of eradication, focus, control, disease.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, maior produtor mundial de citros, a citricultura é uma das mais importantes atividades agrícolas. O estado de São Paulo é o maior produtor, com produção estimada de 377.064.567 de caixas de 40,8 kg em 2011 (CONAB/IEA/CATI, 2011). Contudo, o cancro cítrico, doença causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é considerada uma ameaça potencialmente grave para diversas regiões produtoras de citros do Brasil e do mundo por afetar a maioria dos cultivares comerciais (Leite Jr. et al., 1988; Leite Jr., 1990). De acordo com Belasque Jr. & Bergamin Filho (2006), o controle do cancro cítrico pode ser dividido em: a) adoção de medidas de exclusão e erradicação, princípios utilizados em regiões que possuem campanhas oficiais de erradicação do patógeno, como o estado de São Paulo; e b) manejo integrado da doença pela combinação de diversas medidas de controle como genótipos resistentes ou moderadamente resistentes, bactericidas cúpricos e quebra-ventos arbóreos, estratégias utilizadas em regiões nas quais o cancro cítrico é endêmico (Leite & Moham, 1990), ou que tenham recentemente interrompido o programa de erradicação como na Flórida (Irey et al., 2006; Gottwald & Irey, 2007).

Os sintomas típicos do cancro cítrico são lesões circulares, corticosas, salientes, de coloração amarronzada e aspecto eruptivo, que podem ocorrer em folhas, ramos e frutos (Bitancourt, 1957; Rossetti, 2001). Nas folhas e frutos é comum o aparecimento de um halo amarelo circundando a área necrosada. Em altas severidades pode ocorrer desfolha, queda de frutos e seca de ramos (Gottwald et al., 1988; Gottwald et al., 1989). Plantas cítricas afetadas representam a principal fonte de inóculo da doença (Graham et al., 1987; Graham et al., 1989), já que o tempo de sobrevivência da bactéria é relativamente curto em outros substratos (Graham et al., 2000).

Devido à importância do cancro cítrico para a economia do estado de São Paulo, o mesmo adota programa de erradicação desta doença desde sua introdução em 1957 até a presente data, visando manter a sanidade e competitividade dos pomares. Neste período, o programa de erradicação sofreu diversas alterações. Entre 1999 e 2009, a erradicação de plantas era baseada no número de plantas doentes no talhão, ou seja, se fossem detectadas um número igual ou inferior a 0,5% de plantas sintomáticas do total de plantas do talhão era feito apenas o raio de erradicação de 30 m a partir da(s) planta(s) contaminada(s) e caso a incidência de plantas doentes no talhão fosse superior a 0,5%, todo o talhão deveria ser eliminado. Este foi um período marcante para o programa de erradicação no Estado, durante o

qual não foi conseguida a erradicação total da doença no Estado, mas a sua supressão a níveis significativamente baixos ($\leq 0,20\%$ de talhões contaminados) por cerca de uma década. No entanto, a metodologia foi alterada novamente em 2009, quando os focos de cancro cítrico passaram a ser eliminados apenas pela erradicação da(s) planta(s) suspeita(s) e aquelas contidas em um raio de 30 m, independentemente da incidência de plantas doentes no talhão. Tal alteração teve impacto negativo imediato na incidência no Estado, e em 2012 a incidência estimada de talhões contaminados subiu para 1,39% (FUNDECITRUS, 2012).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo descrever e analisar o histórico de ocorrência de cancro cítrico em uma propriedade citrícola localizada no sul do estado de São Paulo e relacionar com as medidas de controle adotadas. O trabalho apresenta a sequência cronológica de focos primários e secundários da doença na propriedade, bem como as medidas adotadas desde a localização do primeiro foco até o saneamento e liberação da propriedade. Este é um trabalho inédito para a citricultura e pode ser utilizado como modelo aos produtores para erradicação do cancro cítrico dos seus pomares.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O cancro cítrico

O cancro cítrico, causado pela bactéria *X. citri* subsp. *citri*, é uma das doenças mais graves da citricultura. A doença é originária do Sudeste Asiático (Koizumi, 1985), o mesmo centro de origem dos citros. O cancro cítrico foi observado primeiramente na Inglaterra, em folhas herbarizadas de cidra (*Citrus medica*), coletadas provavelmente entre 1827 e 1831 no Noroeste da Índia (Fawcett & Jenkins, 1933; Bitancourt, 1957). No Brasil, a primeira constatação foi no município de Presidente Prudente, SP, em 1957 em material propagativo vindo do Japão (Bitancourt, 1957). Entretanto, mesmo com ações para tentar barrar a bactéria, esta foi disseminada rapidamente para outras regiões do estado de São Paulo e estados da federação como Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e Roraima (Amaral, 1957; Feichtenberger et al., 1997; Maciel et al., 1998; Barbosa et al., 2001; Nascimento et al., 2003).

A bactéria pertence ao grupo das *Xanthomonas*, é gram-negativa, aeróbica, possui formato baciliforme e motilidade por um flagelo polar (monotríquia). As células bacterianas produzem polissacarídeos extracelulares que auxiliam na sua dispersão e sobrevivência (Goto

& Hyodo, 1985), crescem facilmente em meios de cultura artificiais e são facilmente isoladas de tecido cítrico infectado. As colônias podem ser visualizadas em meio de cultura com ágar após 2 a 3 dias de incubação a 28°C (Rosseti et al., 1981).

Existem três espécies de *Xanthomonas* que afetam os citros. O cancro cítrico mais comum, também conhecido como cancro cítrico asiático ou canrose A é causado por *X. citri* subsp. *citri*. Este é também o grupo mais importante e severo, pois causa doença em um grande número de espécies importantes economicamente da família Rutáceas. A *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* é mais severa nos limões verdadeiros (*C. limon*), mas também infecta a lima ácida ‘Galego’ (*C. aurantifolia*) e laranja azeda (*C. aurantium*), e raramente laranja doce (*C. sinensis*) e pomelo (*C. paradisi*) (Schubert et al., 2001). E por último, *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis*, que tem ocorrência restrita a Flórida, EUA, afeta principalmente o porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’ (*Poncirus trifoliata* x *C. paradisi*), e também é chamada mancha bacteriana dos citros (Graham & Gottwald, 1988).

A colonização de *X. citri* subsp. *citri* está restrita ao local de infecção e as lesões são formadas pela hipertrofia e hiperplasia das células do tecido vegetal afetado, resultando em calos salientes sobre a superfície da folha, frutos e ramos (Graham et al., 1990). Os primeiros sintomas nas folhas aparecem como pequenas lesões quatro a sete dias após a inoculação em condições ideais, ou seja, na presença de um filme de água e temperaturas elevadas (Verniere et al., 2003). Com o passar do tempo, estas lesões ficam eruptivas, corticosas em ambos os lados da superfície da folha, podendo atingir 2 a 10 mm de diâmetro. Normalmente as lesões apresentam coloração parda e são circundadas por um halo amarelo. Nos frutos, os sintomas são semelhantes aos da folha, porém as lesões são maiores e com o passar do tempo devido ao seu crescimento elas podem se romper, deixando o fruto pré-disposto a entrada de insetos e microrganismos saprofitos. Quando o ataque do patógeno é intenso ocorre queda prematura de frutos mesmo sem estarem maduros (Gottwald et al., 2002). Nos ramos os sintomas são mais severos em plantas mais suscetíveis à doença (Leite Jr, 1990) podendo levar a morte dos mesmos quando apresentar várias lesões.

A principal fonte de inóculo de *X. citri* subsp. *citri* são lesões presentes em ramos e folhas da planta hospedeira que permanecem de um ano para o outro. Estas lesões podem ser fonte de inóculo durante vários anos. Em materiais como madeira, metal, tecido ou plástico a bactéria sobrevive por poucos dias (Graham et al., 2000). No solo pode resistir por poucos meses na rizosfera (Goto et al., 1975; Pereira et al., 1978) e por mais de um mês em folhas e frutos em decomposição (Graham et al., 1989; Leite Jr., 1990). No entanto, a bactéria livre tem pouca chance de sobreviver à competição e antagonismo com os organismos saprofitos.

Em condições de grande umidade as lesões liberam bactérias na superfície da folha. À medida que as lesões tornam-se mais velhas ocorre a suberização e a liberação de inóculo é mais lenta (Timmer et al., 1991).

A penetração de *X. citri* subsp. *citri* na planta ocorre por aberturas naturais, principalmente estômatos, mas também por ferimentos causados por espinhos, mecanicamente pelo homem ou por insetos. A parte inferior das folhas é mais predisposta a infecções, pois apresenta maior densidade de estômatos (Mclean, 1921; Graham et al., 1992). A dispersão pode ocorrer a longas distâncias por meio de aerossóis, durante a ocorrência de chuva e vento, por materiais vegetais infectados como frutos, folhas, material propagativo e mudas, assim como por meio de ferramentas, caixas de colheita e veículos (Leite Jr, 1990).

A partir de 1997 houve uma mudança drástica na quantidade e no padrão de distribuição espacial do cancro cítrico em São Paulo. Neste ano, o número de focos aumentou de 45 em 1995 para 4180 em 1999 (FUNDECITRUS, 2003) e o padrão de plantas afetadas tipicamente agregadas, com ocorrência de disseminação principalmente por respingos de chuva da planta foco para as vizinhas, passou a ter uma agregação intermediária e distribuição ao acaso, com disseminação por respingos de água e aerossóis, alcançando distâncias bem mais longas (Bergamin et al., 2001). Esta mudança se deu pela introdução em 1996 do minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*). A forma jovem deste inseto causa injúrias nas folhas novas da planta cítrica, permitindo a penetração de *X. citri* subsp. *citri* nestes ferimentos por um período de 10 a 14 dias (Christiano, 2006). Durante a alimentação a forma jovem do inseto minador rompe a cutícula e a epiderme expondo o mesófilo foliar, tornando-o mais predisposto a infecção pela bactéria causadora do cancro cítrico (Chagas & Parra, 2000). Desta forma, apesar de não ser vetor da bactéria, este inseto facilita a infecção e o desenvolvimento deste patógeno nas plantas (Christiano, 2006).

No estado de São Paulo são adotadas medidas de exclusão e erradicação para o controle da doença (Barbosa et al., 2001, Gottawald et al., 2001). Dentre as medidas de exclusão, que visam evitar a entrada do patógeno na área, estão às práticas de (i) restrição ao acesso de pessoas, veículos e implementos nas áreas produtivas; (ii) desinfestação de equipamentos, materiais e veículos; (iii) construção de silos na entrada das propriedades para armazenar/carregar as frutas colhidas e (iv) aquisição de mudas sadias e certificadas provenientes de viveiros registrados (Rossetti, 2001). A erradicação é adotada quando o patógeno já foi introduzido na área, mas ainda não se estabeleceu permanentemente. Nesta situação, as plantas doentes e aquelas que tenham sido expostas ao patógeno são eliminadas (Leite Jr, 1990; Kimati & Bergamin, 1995). De maneira particular, algumas características do

cancro cítrico permitem seu controle pela erradicação, já que ele possui uma gama de hospedeiro restrita, baixa capacidade de disseminação e sobrevivência e distribuição geográfica ainda restrita (Kimati & Bergamin, 1995).

2.2. O programa de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo

A partir da constatação do primeiro foco de cancro cítrico, o governo do estado de São Paulo iniciou imediatamente a tomada de ações visando conter a disseminação da doença. Em 1957 foi adotado raio de erradicação de 12 m em torno da planta contaminada. E em 1962 este raio passou a ser de 1000 m. Durante este período, vale destacar a erradicação total das plantas cítricas, contaminadas ou não, em 21 municípios na Alta Sorocabana onde foram inspecionadas cerca de 11.000 propriedades rurais e urbanas e erradicadas 1.200 plantas. Em 1974 o governo federal também preocupado com o avanço da doença institucionalizou pelo Decreto nº 75.061 de 09/12/1974 a Campanha Nacional de Erradicação do Cancro Cítrico (CANECC) que deveria articular diretamente junto às Secretarias Estaduais de São Paulo, Paraná e Mato Grosso ações de controle e prevenção da doença. Em 1975 o raio de erradicação diminuiu e passou a ser de 200 m. Posteriormente, em 1983, a Portaria 234 de 29 de setembro, estabeleceu que o critério para interdição fosse alterado e passasse a ser por imóvel ou propriedade, pois até então a interdição era para o município todo (Santos, 1991). Em 1987, a Portaria 282 de 09 de dezembro estabeleceu um raio de erradicação de 50 m que durou até 1995, quando entrou em vigor a Portaria nº 62 de 16 de fevereiro que reduziu o raio para 30 m. Esta portaria também estabeleceu os três métodos de erradicação a serem empregados pela Secretaria da Agricultura em São Paulo: (i) erradicação da planta foco e demais plantas cítricas contidas no raio de 30 m da planta foco; (ii) erradicação da planta foco com poda drástica das plantas contidas no raio de 30 m da planta foco; (iii) erradicação da planta foco associada à desfolha das plantas no raio de 30 m do foco. Mais tarde, em 13 de maio de 1998, a CEE-CANECC/SP publicou a Instrução Técnica que estabelecia o método (i) descrito acima como o único a ser usado no estado de São Paulo.

O ano de 1999 representou um marco importante no programa de erradicação do cancro cítrico, pois a Resolução CEE-CANECC/SP-2, criada em 02 de julho deste ano acrescentou ao método (i) a erradicação de todas as plantas de um talhão caso nele fosse constatado a presença de cancro cítrico em mais que 0,5% de plantas do total deste talhão (Belasque Jr. et al., 2010). A adoção desta resolução ocorreu devido à introdução do minador dos citros no

estado de São Paulo (Prates et al., 1996). Foi observado através de estudos de mapas de distribuição espacial de incidência de cancro cítrico, que somente a realização do raio de 30 m não era mais eficaz para suprimir o progresso da doença. A presença deste inseto alterou a distribuição espacial da doença, que passou de fortemente agregado à parcialmente agregado ou aleatório. Isso fez com que a probabilidade de permanência de plantas infectadas no talhão após a erradicação aumentasse, dificultando ainda mais o saneamento de focos pela simples erradicação do raio de 30 m (Christiano, 2006).

Para a execução desta metodologia, anualmente eram sorteados talhões de propriedades comerciais do estado de São Paulo e parte de Minas Gerais para realizar inspeções amostrais, procedimento denominado “levantamento amostral”. Estas inspeções foram realizadas por equipes do Fundecitrus e se fosse localizado algum foco de cancro cítrico era providenciado imediatamente à realização de inspeções 100% das plantas (Figura 1). Também foram realizadas inspeções num intervalo ao redor de 90 dias em talhões vizinhos aqueles contaminados, enquanto permanecessem indenes. Esta legislação promoveu a supressão da doença em todo o parque citrícola ao longo de 2000 a 2009, período em que a incidência de talhões com foco de cancro cítrico variou de 0,08% a 0,27% (Belasque Jr. et al., 2010).

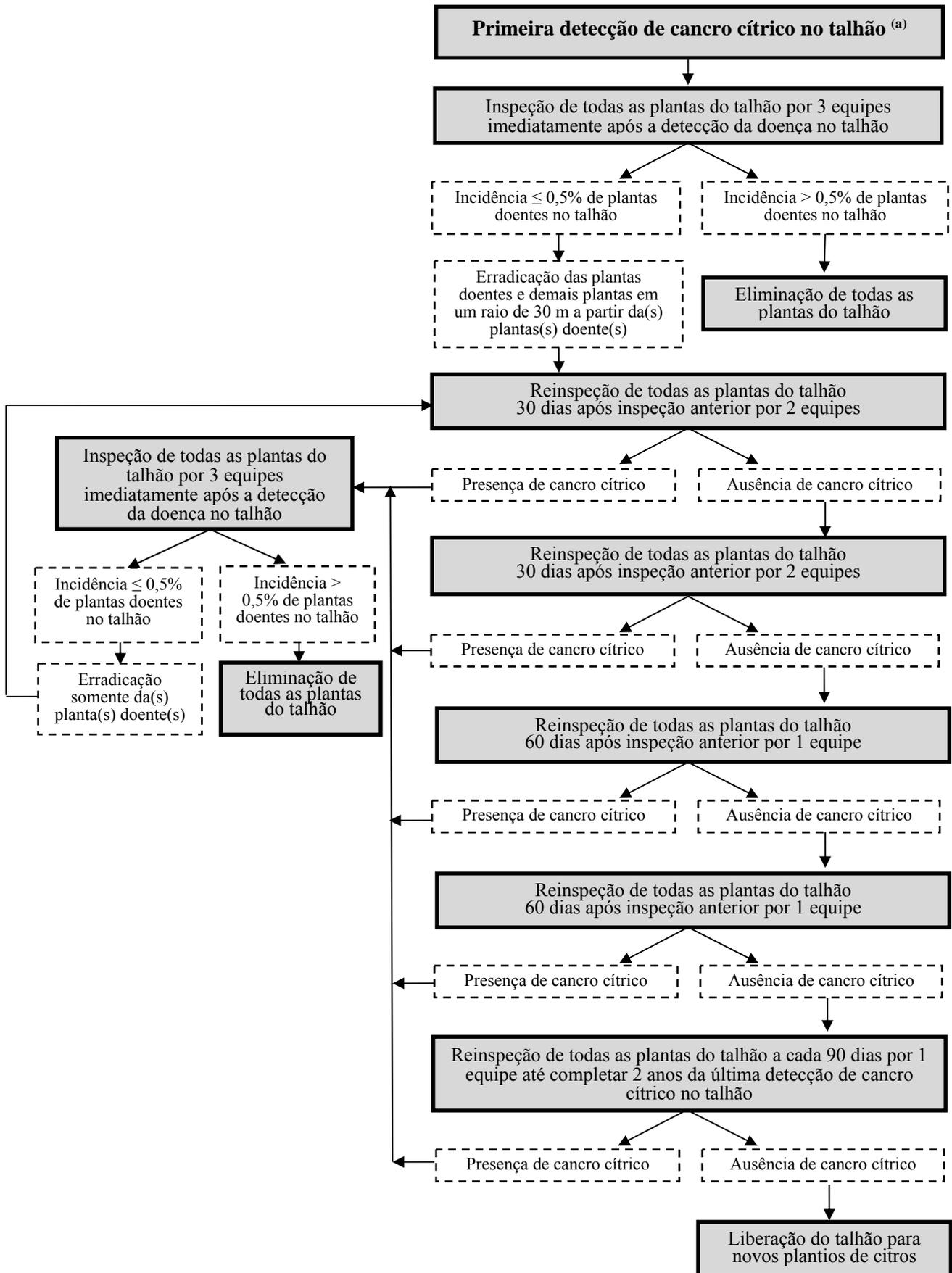


Figura 1. Sequência de inspeções para talhões contaminados por cancro cítrico e medidas de controle exigidas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo de 1999 a 2009 segundo a resolução CEE-CANECC/SP-2, criada em 02 de julho de 1999.

(a) Foco de cancro cítrico detectado pelo levantamento amostral, inspeção direcionada ou de rotina.

Essa situação mudou drasticamente quando passou a vigorar a Resolução SAA 43 de 25/06/2009, segundo a qual a Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) voltou a adotar apenas o método de erradicação de plantas utilizando o raio de 30 m a partir da planta foco e não mais a erradicação do talhão inteiro se fosse detectado índice de incidência superior a 0,5% de plantas contaminadas. Este fator, aliado ao fim do convênio entre CDA e Fundecitrus, que resultou na paralisação das inspeções periódicas em pomares comerciais, não comerciais, áreas urbanas e viveiros em todo estado estão levando a um aumento da doença a níveis nunca observados anteriormente. Isto ficou evidente logo no ano seguinte as alterações no programa de erradicação, elevando o índice da doença de 0,14% de talhões contaminados para 0,44% em 2010, 0,99% em 2011 e 1,39% em 2012 (FUNDECITRUS, 2012).

Entre 1999 e 2009 o programa de erradicação do cancro cítrico também atingiu pomares não comerciais da zona rural e zona urbana do estado de São Paulo. A erradicação foi aplicada em pomares domésticos presentes na zona rural (Resolução CEE-CANECC/SP 03/2000), de 2000 a 2007, mas foi revogada pela Portaria CDA 28, de 18/09/2007. Essa última Portaria determinava a aplicação de um raio de 120 m, restrito ao imóvel infestado, quando da detecção de plantas doentes em pomares domésticos. Já em residências na zona urbana, a Resolução CEE-CANECC/SP 01/2000 determinava a eliminação de todas as plantas cítricas caso fosse detectada ao menos uma planta doente. Porém, essa Resolução também foi revogada pela Resolução SAA 43/2009.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O presente estudo de caso foi realizado na Fazenda Quatro Irmãs, localizada no município de Águas de Santa Bárbara, SP (longitude: 22° 52' 51'' S, latitude: 49° 14' 20'' O, altitude de 634 m). A região possui clima tropical de altitude, inverno e verão bem definidos, porém, com temperaturas amenas. Na estação mais quente do ano tem picos de calor que são amenizados pelas chuvas ao fim do dia. O inverno é seco e as temperaturas anuais médias estão entre 15 e 28° C com precipitação média anual de 1353,7 mm (Setzer, 1966). Os solos, classificados segundo a Embrapa (1999), determinam diferentes fitofisionomias do Cerrado Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo predominante na referida propriedade o Latossolo Vermelho (Ventura et al., 1966).

Os pomares da propriedade estudada foram plantados em 2003, 2004 e 2006 com espaçamento de 3,5 m entre plantas e 7,0 m entre linhas. No total, a propriedade possuía 54.147 plantas das variedades Folha Murcha, Natal, Charmutt, Valência, Murcott, Lima Verde, distribuídas em 27 talhões (Tabela 1). Toda a produção era voltada ao mercado *in natura*.

3.2. Monitoramento da incidência de cancro cítrico na propriedade

A ocorrência de cancro cítrico na propriedade foi monitorada de 2004 – ano de implantação dos pomares – a 2012 (término do estudo) através da realização de inspeções periódicas (Tabela 2). De 2004 a 2009 as inspeções de cancro cítrico foram feitas baseadas na legislação vigente na época por equipes técnicas do Fundecitrus. Antes da primeira detecção da doença na propriedade, as inspeções foram feitas em 20% das plantas cítricas dos talhões sorteados pelo levantamento amostral do Fundecitrus na propriedade anualmente. Cada foco suspeito localizado nas inspeções era confirmado por laudo oficial da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) dos municípios paulistas de Marília e Bauru. As plantas doentes foram queimadas no próprio local e aquelas localizadas num raio de 30 m destas plantas-foco foram removidas, amontoadas e queimadas na área. Caso a quantidade de plantas contaminadas, fosse superior a 0,5% do total de plantas contidas no talhão, todas as plantas do talhão deveriam ser eliminadas conforme descrito na Figura 1.

Tabela 1. Talhões de citros cultivados na Fazenda Quatro Irmãos, município de Águas de Santa Bárbara, SP, durante o período estudado (2004 a 2012).

Talhão	Número de plantas	Variedade de copa	Variedade de porta enxerto	Ano de plantio
1A	2200	Folha Murcha	Cravo	2003
1B	2132	Folha Murcha	Cravo	2003
2A	2217	Natal	Swingle	2003
2B	2054	Natal	Swingle	2003
3A	2678	Charmut	Cravo	2004
4A	2598	Charmut	Cravo	2004
5A	2107	Valência	Cleópatra	2003
5B	2064	Valência	Cleópatra	2003
6A	2186	Charmut	Swingle	2004
6B	2021	Charmut	Swingle	2004
7A	2519	Valência	Cleópatra	2004
8A	1750	Valência	Cleópatra	2004
8B	1821	Valência	Cleópatra	2004
9A	913	Folha Murcha	Cravo	2003
10A	2216	Murcott	Cravo	2004
11A	2370	Valência	Swingle	2004
12A	2651	Lima Verde	Cravo	2004
13A	1349	Murcott	Cravo	2003
14A	912	Pera Rio	Sunki	2004
15A	2140	Pera Rio	Sunki	2004
16A	1864	Pera Rio	Sunki	2004
16B	1986	Pera Rio	Sunki	2004
17A	1696	Pera Rio	Sunki	2004
17B	1610	Pera Rio	Sunki	2004
18A	2340	Pera Rio	Sunki	2004
18B	2335	Pera Rio	Sunki	2004
19	1418	Pera Rio	Cravo	2006

Tabela 2. Histórico de inspeções de cancro cítrico realizadas na fazenda Quatro Irmãs durante o estudo de caso.

Talhão	Total de Inspeções	Data e tipo de inspeção ^(a)
1A	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
1B	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
2A	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
2B	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
3A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
4A	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
5A	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
5B	15	1-Ago/06 ▲; 2-Set/06 ●; 3-Out/06 ●; 4-Dez/06 ■; 5-Fev/07 ■; 6-Mai/07 ●; 7-Ago/07 ●; 8-Nov/07 ●; 9-Fev/08 ●; 10-Mai/08 ●; 11-Ago/08 ●; 12-Dez/08 ●; 13-Mar/09 ●; 14-Jul/09 ●; 15-Out/09 ●.
6A	15	1-Ago/06 ▲; 2-Set/06 ●; 3-Out/06 ●; 4-Dez/06 ■; 5-Fev/07 ■; 6-Mai/07 ●; 7-Ago/07 ●; 8-Nov/07 ●; 9-Fev/08 ●; 10-Mai/08 ●; 11-Ago/08 ●; 12-Dez/08 ●; 13-Mar/09 ●; 14-Jul/09 ●; 15-Out/09 ●.
6B	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
7A	13	1-Ago/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
8A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
8B	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
9A	15	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ▲; 4-Mar/07 ●; 5-Abr/07 ●; 6-Jun/07 ■; 7-Ago/07 ■; 8-Nov/07 ●; 9-Fev/08 ●; 10-Mai/08 ●; 11-Ago/08 ●; 12-Nov/08 ●; 13-Mar/09 ●; 14-Jul/09 ●; 15-Out/09 ●.

^(a) (▲) inspeção de varredura em 100% das plantas do talhão realizada por três equipes; (●) reinspeção realizada por duas equipes 30 dias após a detecção do cancro cítrico na área ou após a última reinspeção; (■) reinspeção realizada por uma equipe 60 dias após a última reinspeção; (●) reinspeção realizada por uma equipe 90 dias após a última reinspeção.

(Continuação)

Talhão	Total de Inspeções	Data e tipo de inspeção ^(a)
10A	19	1-Jul/06 ▲; 2-Ago/06 ●; 3-Set/06 ●; 4-Nov/06 ■; 5-Jan/07 ■; 6-Abr/07 ●; 7-Jul/07 ●; 8-Out/07 ●; 9-Jan/08 ▲; 10-Mar/08 ●; 11-Abr/08 ●; 12-Jun/08 ■; 13-Ago/08 ■; 14-Dez/08 ●; 15-Mar/09 ●; 16-Jun/09 ●; 17-Set/09 ●; 18-Dez/09 ●; 19-Jan/10 ●;
11A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
12A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
13A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Ago/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
14A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
15A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
16A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jul/09 ●; 13-Out/09 ●.
16B	15	1-Jul/06 ▲; 2-Ago/06 ●; 3-Set/06 ●; 4-Nov/06 ■; 5-Jan/07 ■; 6-Abr/07 ●; 7-Ago/07 ●; 8-Out/07 ●; 9-Jan/08 ●; 10-Mai/08 ●; 11-Ago/08 ●; 12-Dez/08 ●; 13-Mar/09 ●; 14-Jul/09 ●; 15-Out/09 ●.
17A	13	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Fev/07 ●; 4-Mai/07 ●; 5-Ago/07 ●; 6-Nov/07 ●; 7-Fev/08 ●; 8-Mai/08 ●; 9-Set/08 ●; 10-Dez/08 ●; 11-Mar/09 ●; 12-Jun/09 ●; 13-Out/09 ●.
17B	15	1-Jul/06 ▲; 2-Nov/06 ●; 3-Mar/07 ▲; 4-Abr/07 ●; 5-Mai/07 ●; 6-Jul/07 ■; 7-Out/07 ■; 8-Jan/07 ●; 9-Abr/08 ●; 10-Jul/08 ●; 11-Out/08 ●; 12-Fev/09 ●; 13-Mai/09 ●; 14-Ago/09 ●; 15-Nov/09 ●.
18A	22	1-Jul/06 ▲; 2-Ago/06 ●; 3-Set/06 ●; 4-Nov/06 ■; 5-Jan/07 ▲; 6-Fev/07 ●; 7-Mar/07 ●; 8-Mai/06 ▲; 9-Jun/07 ●; 10-Ago/06 ●; 11-Out/07 ■; 12-Dez/07 ■; 13-Mar/08 ●; 14-Jun/08 ▲; 15-Jul/08 ●; 16-Ago/08 ●; 17-Out/08 ■; 18-Fev/09 ■; 19-Mai/09 ●; 20-Ago/09 ●; 21-Nov/09 ●; 22-Fev/10 ●.
18B	15	1-Jul/06 ▲; 2-Ago/06 ●; 3-Set/06 ●; 4-Nov/06 ■; 5-Jan/07 ■; 6-Abr/07 ●; 7-Jul/07 ●; 8-Out/07 ●; 9-Jan/08 ●; 10-Abr/08 ●; 11-Jul/08 ●; 12-Dez/08 ●; 13-Mar/09 ●; 14-Jul/09 ●; 15-Out/09 ●.
19A	11	1-Mar/07 ▲; 2-Mai/07 ●; 3-Ago/07 ●; 4-Nov/07 ●; 5-Fev/08 ●; 6-Mai/08 ●; 7-Set/08 ●; 8-Dez/08 ●; 9-Mar/09 ●; 10-Jul/09 ●; 11-Out/09 ●;

^(a) (▲) inspeção de varredura em 100% das plantas do talhão realizada por três equipes; (●) reinspeção realizada por duas equipes 30 dias após a detecção do cancro cítrico na área ou após a última reinspeção; (■) reinspeção realizada por uma equipe 60 dias após a última reinspeção; (●) reinspeção realizada por uma equipe 90 dias após a última reinspeção.

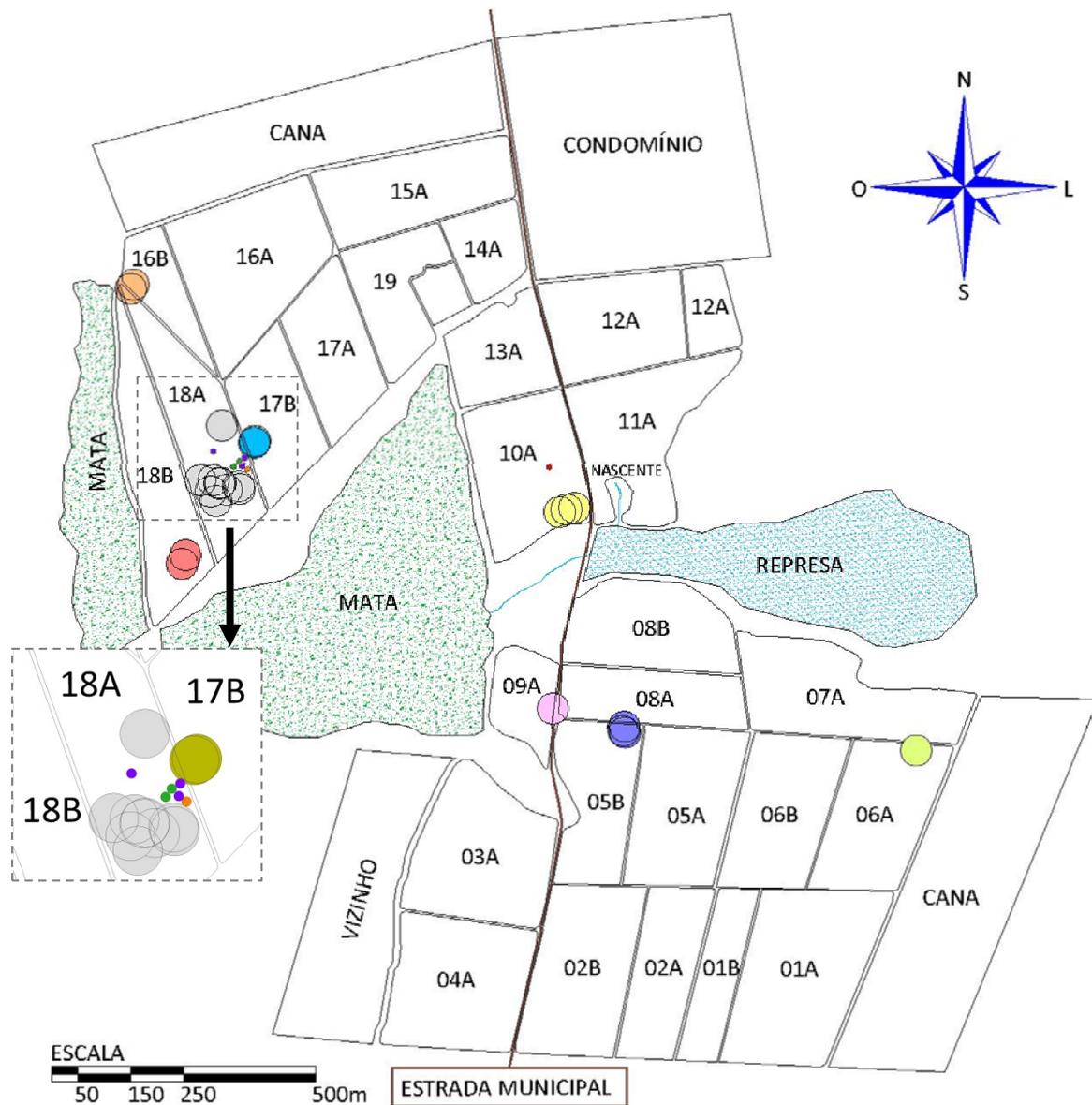
Adicionalmente, inspeções foram realizadas em 100% das plantas nos talhões vizinhos aos talhões contaminados. No entanto, estas inspeções contavam com apenas uma equipe, e foram realizadas em intervalos de cerca de 90 dias. Nos demais talhões, ou seja, aqueles que se encontravam longe dos focos da doença, as inspeções também foram feitas a cada 90 dias em 100% das plantas, no entanto, neste caso, as inspeções foram realizadas em ruas alternadas.

Porém, com a atual legislação de cancro cítrico em vigor desde 2009 e a suspensão do convênio vigente na época entre Fundecitrus e CDA, as inspeções ficaram sob responsabilidade do produtor e foram realizadas até 2012 conjuntamente com as inspeções de *Huanglobing* (HLB). Em caso de ocorrência de novos focos de cancro cítrico, o produtor deveria entrar em contato com a CDA para coleta do material suspeito e, em caso positivo, providenciar a erradicação das plantas em um raio de 30 m, independentemente do número de plantas contaminadas encontradas.

3.3. Análise de focos de cancro cítrico

O surgimento de focos de cancro cítrico e as medidas de controle tomadas em cada ocorrência da doença foram analisados cronologicamente a fim de estabelecer hipóteses sobre a origem do inóculo e as possíveis causas da ressurgência da doença na propriedade. Para o estabelecimento das hipóteses foram considerados principalmente: histórico do cancro cítrico na região e propriedades vizinhas, data de detecção do foco, número de plantas sintomáticas presentes nos focos, localização do foco na propriedade e relevo da área afetada

Como referência para o período estudado, as primeiras detecções positivas de cancro cítrico em cada talhão resultaram na erradicação das plantas contidas num raio de 30 m e foram considerados focos primários (FP) nos talhões e numeradas cronologicamente (Figura 2). Plantas sintomáticas encontradas em talhões em quarentena, ou seja, com ocorrência prévia da doença em até dois anos foram consideradas focos secundários (FS) quando a incidência era menor que 0,5% de plantas sintomáticas no talhão e eliminadas através da queima no local segundo a legislação vigente (Figura 2).



Legenda	Foco	Talhão	Data da detecção	Plantas doentes	Ação realizada
	1º Foco Primário (FP1)	18A	21/07/2006	10	Erradicação de 580 plantas no raio
	2º Foco Primário (FP2)	18B	25/07/2006	02	Erradicação de 195 plantas no raio
	3º Foco Primário (FP3)	16B	26/07/2006	02	Erradicação de 145 plantas no raio
	4º Foco Primário (FP4)	10A	28/07/2006	03	Erradicação de 108 plantas no raio
	5º Foco Primário (FP5)	06A	02/08/2006	01	Erradicação de 137 plantas no raio
	6º Foco Primário (FP6)	05B	04/08/2006	03	Erradicação de 161 plantas no raio
	1º Foco Secundário (FP1)	18A	26/01/2007	03	Erradicação das plantas sintomáticas
	7º Foco Primário (FP7)	09A	28/02/2007	01	Erradicação de 99 plantas no raio
	8º Foco Primário (FP8)	17B	08/03/2007	02	Erradicação de 129 plantas no raio
	2º Foco Secundário (FP2)	18A	25/05/2007	01	Erradicação das plantas sintomáticas
	3º Foco Secundário (FP3)	10A	31/01/2008	01	Erradicação das plantas sintomáticas
	4º Foco Secundário (FP4)	18A	12/06/2008	02	Erradicação das plantas sintomáticas

Figura 2. Mapa da propriedade contendo as informações sobre o histórico de ocorrência de focos primários (FP) e secundários (FS) de cancro cítrico observados durante o período estudado. Em destaque os FS do talhão 18A (FS1, FS2 e FS4).

3.4. Medidas complementares adotadas pelo produtor para controle do cancro cítrico

No período da realização deste trabalho, além das inspeções que foram realizadas periodicamente pelo Fundecitrus, o produtor adotou medidas complementares que auxiliaram no controle do cancro cítrico na propriedade. Uso de material de colheita próprio, restrição da entrada de pessoas e veículos na área, desinfestação de veículos na entrada da propriedade, eliminação de rebrotas de plantas erradicadas, e gradagem da área erradicada para incorporação da camada superficial do solo. Nesta propriedade as pulverizações de produtos a base de cobre não foram realizadas visando o controle do cancro cítrico, mas sim para o controle de doenças fúngicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plantio da área citrícola da propriedade ocorreu entre 2003, 2004 e 2006 (Tabela 1). Os primeiros focos de cancro cítrico foram encontrados na propriedade em 21/07/2006, cerca de dois anos após o plantio do pomar. Nesta primeira detecção foram encontrados dentro um período de 14 dias (21/07/2006 a 04/08/2006) seis focos da doença nos talhões 18A, 18B, 16B, 10A, 6A e 5B, com 10, 2, 2, 3, 1 e 3 plantas sintomáticas, respectivamente (Figura 2). Apesar da realização periódica de inspeções em talhões sorteados pelo levantamento amostral, a detecção do primeiro foco na propriedade resultou de inspeções direcionadas que foram realizadas em decorrência da existência de um foco da doença detectado em 24/01/2006 na propriedade vizinha que está localizada à aproximadamente 600 m lineares da propriedade estudada (Figura 3).

Sabe-se que a chegada da doença à propriedade vizinha se deu pela aquisição de mudas de viveiro contaminados da região de Engenheiro Coelho, SP. Nesta época, foram detectados 13 viveiros contaminados de janeiro a maio de 2006 no estado de São Paulo (Massari & Belasque Jr. 2006). Segundo a Casa de Agricultura de Águas de Santa Bárbara, a ocorrência de cancro na propriedade vizinha foi o primeiro relato da doença no município (Daniel Augusto Gomes, Eng.º Agr.º Defesa Fitossanitária, informação pessoal).

Nesta propriedade vizinha, o plantio ocorreu em duas fases, a primeira em 2005 com o plantio de 32.525 plantas e a segunda em 2006 com mais 22.733 plantas. As mudas contaminadas vieram em um lote na segunda fase da implantação (2006) e foram usadas para replantio nos talhões já implantados e na formação de novos talhões. Devido a esse

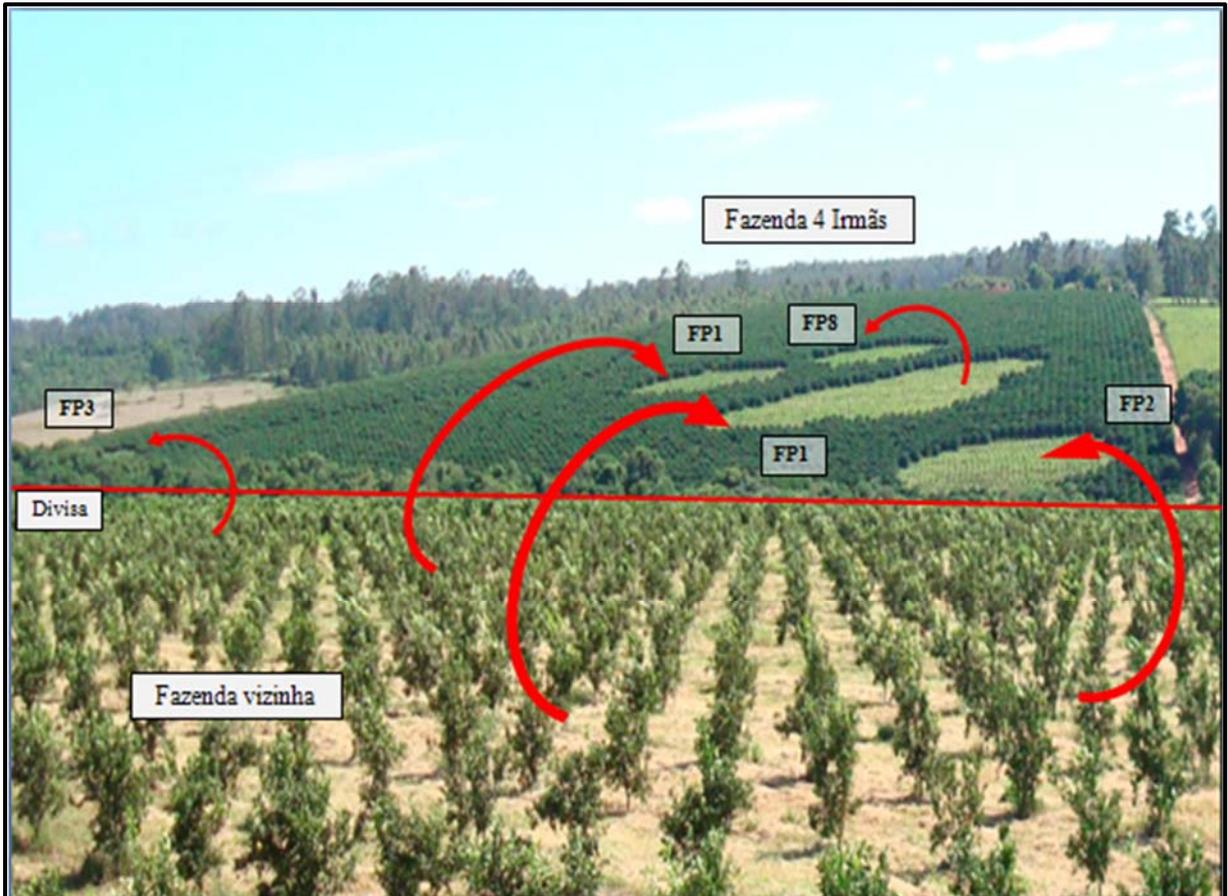


Figura 3. Localização do primeiro foco primário (FP1) de cancro cítrico detectado na Fazenda Quatro Irmãs em relação à fazenda vizinha e simulação da possível origem de inóculo responsável pela formação dos focos primários 1, 2, 3 e 8 (setas em vermelho). É possível observar na foto que o talhão da fazenda vizinha (erradicado em 11/07/2006) já havia sido replantado na data em que a foto to tirada (26/11/2012).

procedimento, a doença foi disseminada, levando à erradicação completa de 4 talhões (13.254 plantas erradicadas) por terem atingido índice superior á 0,5% de plantas contaminadas, e raios que resultaram na erradicação de 3.297 plantas. Foi nesta época (11/07/2006) que o talhão localizado na divisa com a Fazenda Quatro Irmãs (Figura 3) foi completamente erradicado por apresentar 107 plantas contaminadas do total do talhão que era de 5.051 plantas, ou seja, 2,1% do total de plantas do talhão.

Desta forma, é muito provável que este foco tenha servido de fonte de inóculo para a contaminação da propriedade (Figura 3). Além da proximidade entre as duas áreas, o relevo pode ter contribuído para a introdução da doença na fazenda estudada. O talhão 18A, onde surgiu o FP1, está localizado em uma encosta (Figura 4) com face voltada diretamente à área da propriedade vizinha recém-plantada na época e que foi primeiramente afetada pelo cancro

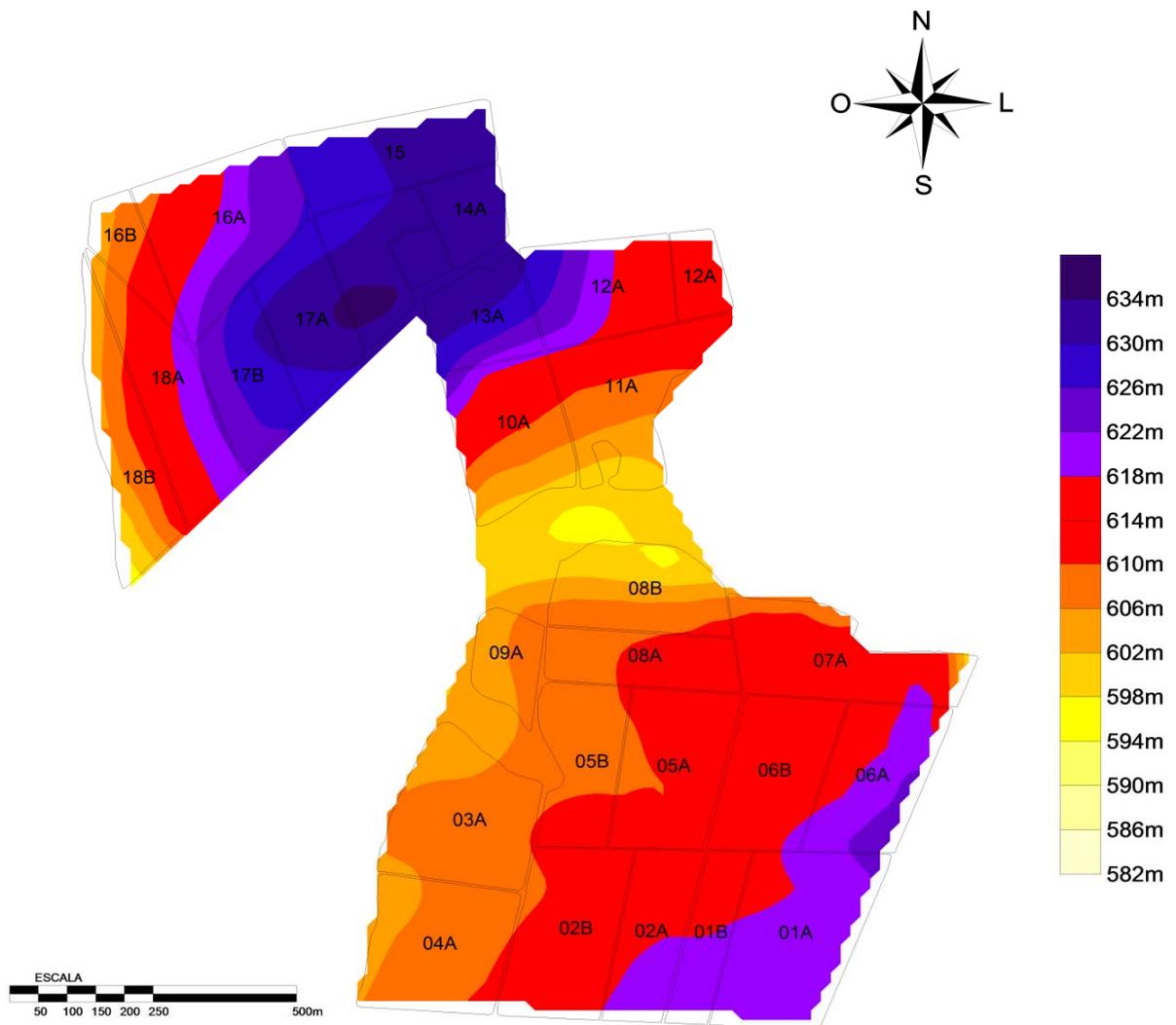


Figura 4. Mapa do relevo da propriedade Quatro Irmãs gerado a partir do Google Maps®.

cítrico (Figura 4). Assim, a disseminação do cancro cítrico da propriedade vizinha para a propriedade estudada ocorreu provavelmente pela ação de chuvas acompanhadas de vento, que segundo estudos anteriores é capaz de transportar a bactéria causadora do cancro por alguns quilômetros de distância (Gottwald et al., 2002).

Possivelmente a doença teve início no FP1 em virtude do maior número de plantas sintomáticas encontradas na primeira inspeção direcionada (Figura 2). Normalmente os focos de cancro cítrico tem seu início em uma ou poucas plantas e crescem com o passar do tempo pela contaminação das plantas vizinhas ou adjacentes. Neste caso, as plantas inicialmente infectadas, que já apresentavam sintomas de cancro cítrico nos frutos, ramos e folhas no momento da detecção, podem ter servido de fonte de inóculo para a contaminação das demais ao seu redor e também para a disseminação da doença até os FP2, FP3, FP4, FP5 e FP6,

localizados a 155, 418, 660, 1410 e 895 m de FP1, respectivamente (Figura 2). No entanto, assim como o FP1, estes focos também podem ter sido originados de inóculo proveniente da propriedade vizinha, onde a erradicação do último foco ocorreu somente em 11/09/2006, aproximadamente um mês após a detecção do FP6. Nestes seis primeiros focos foram identificadas 21 plantas doentes que resultaram na erradicação de 1326 plantas localizadas em raios de 30 m ao redor de cada planta sintomática (Figura 2).

Cerca de seis meses após a primeira detecção (26/01/2007) de cancro cítrico na propriedade foi encontrado o primeiro foco secundário (FS1), com a ocorrência de mais três plantas contaminadas no talhão 18A (Figura 2). Provavelmente, o FS1 foi resultado do FP1, pois as plantas doentes estavam localizadas a cerca de 60 m de distância deste FP, e também ao número inicial de plantas sintomáticas deste FP. A ocorrência do FS1 demonstrou a necessidade e a importância da realização de inspeções frequentes e rigorosas nos talhões que já tiveram ocorrência de doença. Pois, além das inspeções isoladas não garantirem a detecção de todas as plantas sintomáticas, o raio de erradicação de 30 m pode não abranger 100% das plantas infectadas a partir de um FP, como demonstrado anteriormente (Gottwald et al., 2007, Belasque et al., 2010).

Outros dois FP (FP7 e FP8) foram encontrados na propriedade um mês após a constatação do FS1. O FP7 foi localizado em 28/02/2007 no talhão 9A e o FP8 em 05/03/2007 no talhão 17B (Figura 2). Nos FP7 e FP8 foram identificadas 1 e 2 plantas doentes que resultaram na erradicação de 99 e 129 plantas, respectivamente (Figura 2). Como estes FP apresentaram poucas plantas doentes e no momento da detecção a fonte de inóculo da propriedade vizinha já havia sido completamente eliminada, provavelmente FP7 e FP8 foram originados de inóculo proveniente dos FP anteriores da própria fazenda. FP7 estava localizado à margem da estrada municipal que corta a propriedade. Este é um ponto da fazenda que predispõem mais as plantas à infecção por *X. citri* subsp. *citri*. O trânsito frequente de veículos favorece a ocorrência de micro-ferimentos na superfície das plantas pela abrasão de partículas de poeira e ou areia no tecido vegetal, aumentando assim as chances de penetração da bactéria no hospedeiro (Bock et al., 2012). Também não podemos descartar a possibilidade que este foco tenha vindo de FP6, já que o mesmo se encontrava a 140 m de distância. Por sua vez, FP8 estava bastante próximo do FP1 (aproximadamente 105 m) que apresentou o maior número de plantas sintomáticas na primeira detecção, assim, são grandes as chances do FP8 ser ter sido um FS de FP1 (Figura 2). Porém, na teoria FP8 foi considerado primário por ser o primeiro foco da doença no talhão 17B, como determinava a legislação. A bactéria pode ter chegado a estes talhões através de material de colheita infestado, trânsito de

máquinas e pessoas sem o devido cuidado de desinfestação e até mesmo por meio do vento associado a chuvas (Leite Jr, 1990).

Na sequência, outro foco secundário, chamado de FS2, foi localizado em 27/05/2007 pela observação de pequenas lesões de cancro cítrico somente nas folhas de uma planta situada no talhão 18A (Figura 2). Este FS foi eliminado pela queima imediata da planta afetada no próprio local ainda em pé e posteriormente cortada, seccionada e novamente queimada no local. A localização desta planta reforça ainda mais a necessidade de inspeções frequentes como citado acima, pois desde a primeira constatação de plantas contaminadas neste talhão em 21/07/2006, esta foi a segunda planta encontrada na periferia da área compreendida pelo raio de erradicação do FP1, podendo ser considerada como escape, ou ainda uma planta que possuía sintomas em estágio inicial, difíceis de serem encontrados nas inspeções anteriores.

Com as inspeções de rotina mantidas seguindo orientação técnica tanto nos talhões contaminados como nos demais foi possível encontrar um novo FS (FS3) no talhão 10A em 31/01/2008 (Figura 2). É importante ressaltar que a última ocorrência de cancro cítrico neste talhão havia ocorrido em 28/07/2006, ou seja, cerca um ano e meio depois da primeira constatação da doença no talhão. Por este motivo e também pelo fato do FS3 apresentar apenas uma planta com sintomas iniciais da doença, é pouco provável que na realidade este FS tenha sido originado do FP4, localizado no mesmo talhão. É mais plausível que FS3 tenha resultado de inóculo remanescente do FP1, que estava a 627 m de distância, pois este FP apresentou um FS 8,3 meses antes (FS2) e outro FS 4,4 meses depois (FS4) do surgimento de FS3, indicando ainda a presença da doença no talhão 18A no momento da constatação de FS3 (Figura 2).

FS4 foi encontrado em 12/06/2008 no talhão 18A com duas plantas contaminadas (Figura 2). Neste foco uma planta contaminada estava à 50 m do raio de erradicação realizado anteriormente neste talhão (FP1) e outra exatamente ao lado da planta já eliminada do FS2 deste talhão. Este foi o talhão que mais apresentou plantas doentes. No total, foram 16 plantas durante o estudo de caso e, pelo grande número de plantas contaminadas, pode-se inferir que este foi o local inicialmente afetado na propriedade e que serviu de fonte de inóculo para outros FP e FS.

Estas informações corroboram com outros estudos que demonstram que a metodologia de erradicação do cancro cítrico vigente de 1999 a 2009 foi efetiva na eliminação de focos e manutenção da doença em níveis muito reduzidos no Estado (Beslasque et al., 2010; Fonseca, 2012). A erradicação completa de talhões com incidência da doença acima de 0,5% de plantas

com cancro cítrico contribuiu significativamente para isso. Se analisarmos o talhão 18A da propriedade estudada, talhão que teve o maior número de plantas contaminadas, é possível verificar que foram encontradas 10 plantas doentes dentro do total de 2340 plantas do talhão, o que representa 0,43% das plantas. Caso fossem encontradas 12 plantas doentes, todo o talhão teria sido eliminado por ultrapassar a marca de 0,5% de incidência. Portanto, por 0,07%, ou seja, duas plantas, este talhão não foi inteiramente erradicado. Sua permanência gerou vários FS, atrasando e colocando em risco o saneamento da propriedade. Estes dados mostram como foi importante a eliminação de talhões que apresentavam incidências superiores a 0,5% de plantas contaminadas, pois é comum observar ao longo do tempo a ressurgência de plantas sintomáticas em talhões com este nível de incidência. No caso do 18A, outras 6 plantas sintomáticas foram encontradas no período estudado nas proximidades do raio de erradicação. Isso demonstra o risco de ressurgência de focos em áreas contaminadas com cancro cítrico e a necessidade fundamental das inspeções com qualidade e frequência para garantir a eliminação de FS que não eram incomuns, uma vez que o raio de 30 m não é capaz de garantir a eliminação de todas as plantas doentes (Gottwald et al., 2007, Belasque et al., 2010).

Outro fator que contribuiu para a erradicação do cancro cítrico na propriedade foi a baixa incidência inicial de plantas doentes na grande maioria dos focos encontrados, exatamente como mostrou Fonseca (2012). Em um total de 8 FP foram detectadas apenas 24 plantas doentes, uma média de três plantas sintomáticas por FP. Esta baixa incidência, resultado das inspeções frequentes, favoreceu a erradicação pelo raio e diminuiu as possibilidades de ressurgência da doença. Como reflexo disso, apenas quatro FS foram detectados no estudo com apenas sete plantas doentes.

Após a ocorrência do FS4, encontrado em 12/06/2008, não foram encontradas mais plantas com cancro cítrico na propriedade estudada até dezembro de 2012, quando este estudo de caso foi concluído. A propriedade foi considerada livre da doença e liberada do período de quarentena em 12/07/2010, ou seja, pouco mais de dois anos da constatação do último foco, conforme a lei em vigor na época. Vale lembrar que da ocorrência do primeiro foco em 21/07/2006 até a liberação da propriedade em 12/06/2010 foram decorridos 1452 dias ou quatro anos de interdição com a realização de rigorosos e assíduos trabalhos de inspeção e erradicação, os quais promoveram a erradicação total do cancro cítrico na fazenda.

É evidente, observando os dados deste trabalho e o exemplo do talhão 18A em especial, que, para ter sucesso na erradicação e manter os pomares livres de cancro cítrico, o produtor tem que estar convencido da necessidade das inspeções consecutivas e frequentes,

independentemente de encontrar plantas contaminadas ou não, pois as mesmas podem ser encontradas meses ou até mesmo anos após a realização do raio de erradicação. É fundamental que os focos de cancro cítrico em estágio inicial com poucas plantas afetadas. Caso o produtor não realize as inspeções dentro das datas estipuladas e não preze pela qualidade destas inspeções poderá colocar todo o trabalho realizado até o momento em risco.

5. CONCLUSÃO

O uso exclusivo do raio de erradicação de 30 m não foi suficiente para erradicar todas as plantas contaminadas nos focos de cancro cítrico estudados, justificando assim, a necessidade da realização de inspeções frequentes para a detecção de focos secundários.

A baixa incidência inicial da doença, com presença de poucas plantas contaminadas nos focos encontrados, aliada às inspeções, foi determinante para o controle e erradicação do cancro cítrico na propriedade estudada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, S.F. 1957. Providências para a erradicação do cancro cítrico. **O Biológico**, 23:112-123.
- Barbosa, J.C., Gimenes, F., N., Massari, C.A. e Ayres, A.J. 2001. Incidência e distribuição de cancro cítrico em pomares comerciais do estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica** 27:30-35.
- Bergamin Filho, A.; Amorim, L. and Gottwald, T.D. 2001. Laranjeira, F.F. Spatial distribution of citrus canker in São Paulo – Brazil. In INTERNACIONAL WORKSHOP ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY, 8., 2001, Ouro Preto. Proceeding. **International Society of Plant Pathology. Ouro Preto.** p.28-29.
- Belasque Jr. e J, Bergamin Filho A. 2006. Estratégias de controle do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 32:143-148.
- Belasque Jr. J, Barbosa J.C., Bergamin Filho A. e Massari C.A. 2010. Prováveis consequências do abrandamento da metodologia de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo. **Tropical Plant Pathology**, 35:314-317.
- Bitancourt, A. A. 1957. O cancro cítrico. **O Biológico**, 23:101-111.
- Bock, C.H., Graham, J.H., Cook, A.Z., Parker, P. and Gottwald, T.R. 2012. Predisposition of citrus foliage to infection with *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. (Abstract). *Phytopathology* 102:4-13.
- Chagas, M.C.M. and Parra, J.R.P. 2000. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29:227-235.
- Christiano, R.S.C. 2006. Cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) e sua interação com a lagarta minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*) em laranja doce (*Citrus sinensis*). **Tese de Doutorado**. Piracicaba SP: Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira, Laranja safra 2011/2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 mar. 2012.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. p. 412
- Fawcett, H.S. and Jenkins, A.E. 1933. Records of citrus canker from herbarium specimens of the genus *Citrus* in England and the United States. **Phytopathology**, 23:820-824.
- Feichtenberger, E., Muller, G.W. e Guirado, N. Doenças dos citros (*Citrus* spp.). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. e Rezende, J.A.M. (Eds). 1997. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. v. 2, p. 261-296.

Fonseca A.E. 2012. Análise de focos de cancro cítrico sob programa de erradicação no Estado de São Paulo de 1999 a 2009. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Fundo de Defesa da Citricultura. **Cancro cítrico**. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/cancro.html>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2012. **Incidência de cancro cítrico aumenta 39% no estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.fundecitrus.com.br/Noticias/07.12.12>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

Goto, M., Ohta, K. and Okabe, N. 1975. Studies on saprophytic survival of *Xanthomonas citri* (Hasse) Dowson. 2. Longevity and survival density of the bacterium on artificially infested weeds, plant residues and soil. **Annual Phytopathology Society Japan** 41:141-147.

Goto, M. and Hyodo, H. 1985. Role of extra cellular polysaccharides of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in the early stage of infection. **Annual Phistopathology Society Japan** 51:22-31.

Gottwald, T.R., Mcguire, R.G. and Graham, S. 1988. Asiatic citrus canker: spatial and temporal spread in simulated new planting situations in Argentina. **Phytopathology** 78:739-745.

Gottwald, T.R., Timmer, L.W. and Mcguire, R.G. 1989. Analysis of disease progress of citrus canker in nurseries in Argentina. **Phytopathology** 79:1276-1283.

Gottwald, T.R., Hughes, G., Graham, J.H., Sun, X. and Riley, T. 2001. The citrus canker epidemic in Florida: The scientific basis of regulatory eradication policy for an invasive species. **Phytopathology**, 91:30-34.

Gottwald, T. R., Graham, J.H. and Schubert, T. S. 2002. Citrus Canker. The pathogen and Its Impact. **Planta Health Progress**. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/citruscanker/>>. Acesso em: 25 dez. 2003

Gottwald, T. R., Sun, X., Riley, T., Graham, J. H., Ferrandino, F. and Taylor, E. L. 2002. Geo-referenced spatiotemporal analysis of the urban citrus canker epidemic in Florida. **Phytopathology** 92:361-377.

Gottwald, T. R. a Irej, M., 2007. Post-hurricane analysis of citrus canker II: predictive model of disease spread and area potentially impacted by various eradication protocols following catastrophic weather events. Online. **Plant Health Progress**. doi:10.1094/PHP-2007-0405-01-RS

Gottwald, T. R., Bassanezi, R. B., Amorim, L. and Bergamin-Filho, A. 2007. Spatial pattern analysis of citrus canker-infected plantings in São Paulo, Brazil, and augmentation of infection elicited by the Asian leafminer. **Phytopathology** 97:674-683.

- Graham, J.H., Mcguire, R.G. and Miller, J.W. 1987. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in citrus plant debris and soil in Florida and Argentina. **Plant Disease** 71:1094-1098.
- Graham, J. H. and Gottwald, T. R. 1988. Citrus canker and citrus bacterial spot in Florida: research findings and future considerations. **The Citrus Industry** 69:42-45 e 48-51.
- Graham, J.H., Gottwald, T.D., Civerolo, E.L. and Mcguire, R.G. 1989. Population dynamics and survival of *Xanthomonas campestris* pv. *Citri* in soil in citrus nurseries in Maryland and Argentina. **Plant Disease** 73:423-427.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R. and Fardemann, D. 1990. Cultivar-specific interations for strains of *Xanthomonas campestris* from Florida that cause citrus canker and citrus bacterial spot. **Plant Disease** 74:752-756.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D. and Achor, D. 1992. Penetration through leaf stomata and growth of strains of *Xanthomonas campestris* sin citrus cultivars varying in susceptibility to bacterial diseases. **Phytopathology** 82:1319-1325.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Cubero, J. and Drouillard, D.L. 2000. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (Xcc) on various surfaces and chemical control of asiatic citrus canker (ACC). **Proceedings of the International Citrus Canker Research Workshop**, Fort Pierce, FL. Disponível em: <<http://www.doacs.state.fl.us/canker>>. Acesso em: 04 jul. 2005.
- Irey, M., Gottwald, T.R., Graham, J.H., Riley, T.D. and Carlton, G. 2006. Post-hurricane analysis of citrus canker spread and progress towards the development of a predictive model to estimate disease spread due to catastrophic weather events. **Plant Health Prog**.doi:10.1094/PHP-2006-0822-01-RS.
- Kimati, H. e Bergamin Filho, A. 1995. Princípios gerais de controle. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. and Amorin, L. (Ed). **Manual de Fitopatologia**, São Paulo: Ceres. p. 692-709
- Koizumi, M. 1985. Citrus canker: the word situation. International perspective. University of Florida/Institute of Food and Agricultural Science, Gainesville: **Universit of Florida**. 120:2-7.
- Leite. Junior, R.P. 1988. Susceptibilidade do limão Siciliano (*Citrus limon*), enxertado sobre diferentes porta-enxertos, ao cancro cítrico causado por *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. **Fitopatologia Brasileira**, 13:353-358.
- Leite Junior., R.P. and Mohan, S.K. 1990. Integrated management of the citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* in the State of Paraná, Brazil. **Crop Protection** 9:3-7.
- Maciel, J.L.N., Duarte, V. and Ayub, M.A.Z. 1998. Plasmid DNA restriction profile and copper sensitivity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from Rio Grande do Sul, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, 23:116-120.
- Massari, C.A. e Belasque, J. JR. 2006. A campanha de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo - Situação atual e contaminação em viveiros. **Laranja** 27:41-55.

- Mclean, F.T. and Lee, A.H. 1921. The resistance to citrus canker of resistant varieties in other *Citrus* species. **Phytopathology** 11:109-114.
- Nascimento, J.F., Rodrigues Neto, J., Alves, J.M.A., Rêgo, M.M. e Araújo, A.E.S. 2003. Ocorrência de cancro cítrico no estado de Roraima. **Summa Phytopathologica**. 29:81-82.
- Pereira, A.L., Watanabe, K.; Zagatto, A.G. and Cianciulli, P.L. 1978. Survival of *Xanthomonas citri* (Hase) Dowson, the causal agent of 'citrus canker' in the rhizosphere of guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.). **O Biológico** 44:135-138.
- Prates, H.S., Nakano O. e Gravena S. 1996. **CATI, Comunicado Técnico**. Minadora das folhas dos citros *Phyllocnistis citrella*, Stainton. Campinas SP.
- Rossetti, V.V., Feichtenberger, E. e Silveira, M. L. 1981. **Cancro cítrico (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*)**: bibliografia analítica. São Paulo: Instituto Biológico. p. 203
- Rossetti, V.V. 2001 **Manual Ilustrado de Doenças dos Citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus.
- SÃO PAULO. Leis, decretos, etc. Portaria da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) nº 17, de 06 de Agosto de 1999. **Diário Oficial**, 07 de ago. de 1999. Seção 1, p.14.
- Santos, C.F.O. 1991. Cancro Cítrico: Ocorrência no Brasil e seu combate. In: Rodriguez, O., Viégas, F., Pompeu Júnior, J. e Amaro, A.A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 787-823.
- Setzer, J. 1966. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná, Uruguai e Centrais Elétricas de São Paulo. p. 35
- Schubert, T.S., Rizvi, S.A., Sun, X., Gottwald, T.R., Graham, J.H. and Dixon, W.N. 2001. Meeting the challenge of Eradicating Citrus Canker in Florida-Again. **Plant Disease**, 85:340–356.
- Timmer, L.W., Gottwald, T.R. and Zitko, S.E. 1991. Bacterial exudation from lesions of Asiatic citrus canker and citrus bacterial spot. **Plant Disease** 75:192-195.
- Ventura, A.; Bereengut, A. e Victor, M.A.M. 1966. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo** 41:57-140.
- Verniere, C.J., Gottwald, T.R. and Pruvost, O. 2003. Disease development and symptom expression. Of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in various citrus plant tissues. **Phytopathology**, 93:832-843.