



Introdução

O cancro cítrico é uma doença presente em algumas das principais regiões produtoras de cítricos do mundo, as quais incluem os estados de São Paulo e Flórida (Estados Unidos), os maiores produtores mundiais de suco de laranja. Embora esteja presente nessas e em outras regiões nos continentes asiático e americano há várias décadas, a doença ainda provoca danos e perdas relevantes.

O número de ocorrências de cancro cítrico nos pomares paulistas é crescente desde 2009 e os fatores determinantes para essa epidemia sem precedentes vivida pela citricultura em São Paulo são apresentados neste documento. A expectativa é que a incidência da doença continue aumentando nos próximos anos no estado. Não se sabe, no entanto, qual será a velocidade de progresso do cancro cítrico no parque citrícola paulista. As diversas alterações ocorridas na legislação de erradicação desde a década de 1990 têm levado à desuniformidade no rigor das medidas adotadas para controlar a doença nas propriedades citrícolas, dificultando a elaboração de prognósticos. Apesar de o cancro cítrico ainda se encontrar em baixa incidência, a citricultura paulista precisa encarar essa doença de forma diferente da adotada nos quase 60 anos desde a primeira detecção da doença em São Paulo.

O objetivo deste livro é facilitar o acesso de profissionais, tanto do setor produtivo quanto da área acadêmica, às informações sobre o cancro cítrico, para que possam utilizá-las no campo ou mesmo para o enriquecimento do conhecimento preexistente por meio de pesquisas. O nível de detalhe das informações conhecidas hoje sobre essa doença, seu agente causal e as estratégias de controle é significativamente mais amplo do que o existente quando da primeira detecção da doença no país, em 1957. Os principais acontecimentos ocorridos desde aquela época, sua importância e seus impactos são

aqui descritos, com maior ênfase nas últimas duas décadas. Em razão do momento atual vivido pela citricultura paulista, inédito frente ao número recorde de casos em todo o estado, é apresentada também uma análise crítica sobre as mudanças mais recentes no programa de erradicação, as quais contribuíram para o crescimento da doença em São Paulo. Este documento detalha ainda a importância do cancro cítrico para a citricultura, o agente causal, as fases do ciclo epidemiológico, as estratégias de controle, os desafios atuais e, por fim, as expectativas sobre o futuro da doença no estado.



2

Importância

O cancro cítrico é uma das doenças mais importantes da citricultura mundial – e há razões para isso, tanto nas regiões que apresentam a doença amplamente distribuída quanto naquelas onde a doença está presente em uma pequena parcela dos pomares, e a principal forma de controle é a erradicação de plantas. Mesmo em áreas livres, ações são adotadas para impedir a entrada do patógeno, as quais exigem recursos humanos e financeiros.

As principais consequências do cancro cítrico em áreas onde a doença é endêmica são desfolha de plantas, queda prematura de frutos e depreciação da produção (Figura 1). Embora aparentemente menos impactante, a desfolha

decorrente da alta incidência do cancro cítrico pode comprometer seriamente o desenvolvimento das plantas, principalmente nos primeiros anos após o plantio (Figura I A e B). A perda de folhas compromete a área fotossintética da planta, resultando em menor produtividade na safra corrente e também em safras futuras. Outro problema associado ao cancro cítrico é a redução da qualidade da produção para o mercado de fruta fresca. Frutos com lesões de cancro cítrico não podem ser comercializados em áreas livres no país produtor e também no mercado internacional. Em áreas endêmicas, mesmo que a comercialização seja possível, frutos sintomáticos apresentam menor valor comercial (Figura I C e D). O maior impacto do cancro cítrico, no entanto, está relacionado à queda de frutos antes da colheita, que pode chegar a até 80% em casos mais severos, dependendo da variedade e das condições meteorológicas. A queda de frutos em função do cancro cítrico pode ser observada quando os frutos ainda estão imaturos e se estender até o momento da colheita. Mesmo com a utilização de medidas de controle, como a aplicação de bactericidas cúpricos e de que-

bra-ventos, imprescindíveis em condições endêmicas, a queda de frutos pode chegar a 20% da produção inicial (Figura I E e F).

Por outro lado, em regiões onde o cancro cítrico está sob controle oficial (governamental) e a erradicação de plantas é a principal medida de controle, o impacto da doença está diretamente relacionado ao aumento dos custos de produção com desinfestação de máquinas e utensílios e, principalmente, com inspeções e eliminação de plantas. A magnitude dos custos de cada uma dessas medidas depende do rigor empregado na prevenção. Quanto mais rígido, menor é o risco de o cancro cítrico se estabelecer na propriedade. Nessa condição, caso a doença venha a ser detectada, os focos tendem a ser formados por poucas plantas e o impacto direto nos custos de produção é menor. No entanto, quando as medidas de inspeção e eliminação de focos não são devidamente executadas, há maior probabilidade de ocorrência da doença e da formação de focos com muitas árvores doentes. Como consequência, perdem-se mais plantas e necessitam-se de inspeções mais frequentes, com maiores custos de produção.

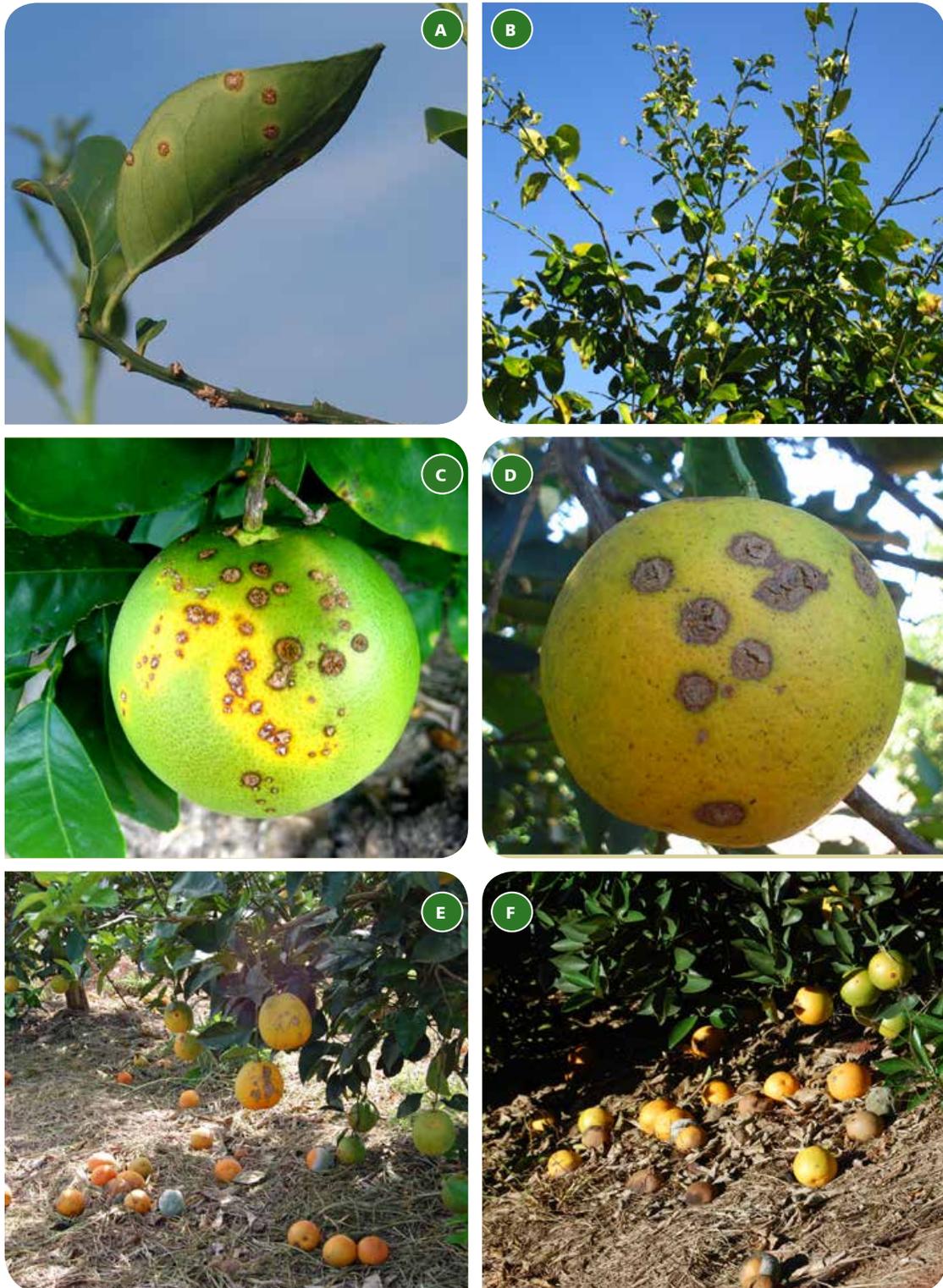
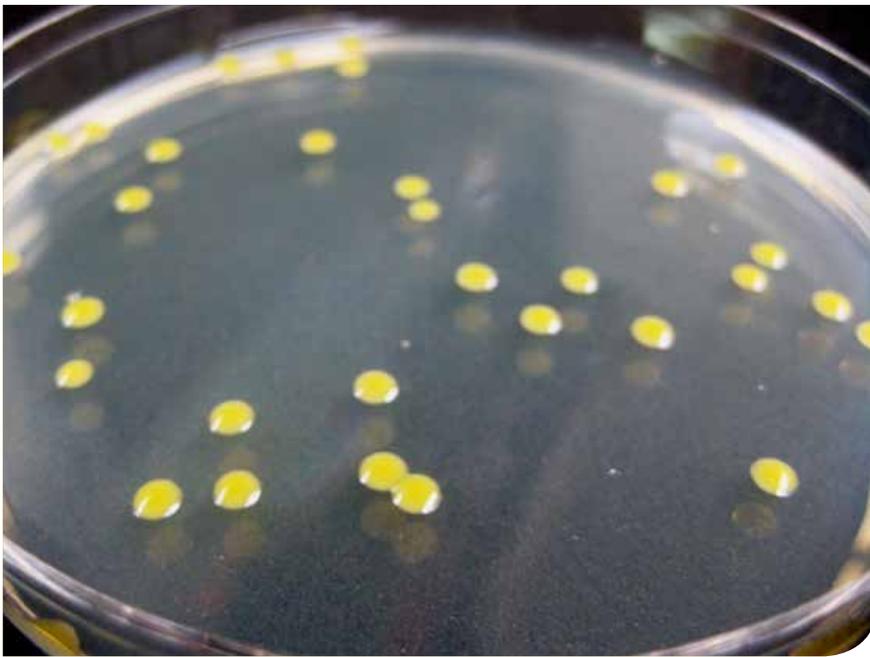


Figura 1 - Potencial de dano do cancro cítrico às plantas cítricas: desfolha (A, B), depreciação da qualidade dos frutos (C, D) e queda prematura da produção (E, F).



3

Etiologia

O agente causal do cancro cítrico é uma bactéria Gram-negativa, aeróbia, baciliforme, com um flagelo polar, facilmente isolada e cultivada em meio de cultura em laboratório. As colônias resultantes do crescimento bacteriano em meio de cultura sólido apresentam coloração amarela, bordas lisas e aspecto viscoso (Figura 2). O cultivo laboratorial pode ser feito em meios de cultura sólidos ou líquidos simples, ocorrendo crescimento até mesmo em meio ágar-água. A faixa ótima de temperatura é 28 °C a 32 °C e nessas temperaturas as colônias são visíveis a olho nu geralmente após 48 a 72 horas de cultivo.

A bactéria causadora do cancro cítrico é atualmente classificada como *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, espécie membro das proteobacté-



Figura 2 - Colônias de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* em meio de cultura ágar nutriente.

rias (classe Gammaproteobacteria). Em razão de novas técnicas e conhecimentos em biologia molecular, a sua taxonomia sofreu alterações, principalmente nas duas últimas décadas, e diferentes nomes científicos para essa bactéria são encontrados na literatura. As sinonímias mais comuns são *Xanthomonas campestris* pv. *citri* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. Esses nomes são ainda válidos, no entanto sugere-se o emprego da nomenclatura atual.

Duas outras espécies de *Xanthomonas* já foram identificadas como agentes causais de doen-

ças em citros. Dentre essas está *Xanthomonas fuscans* subsp. *aurantifolii*, agente causal de cancores em plantas de limas ácidas (*Citrus aurantifolia* e *C. latifolia*) e limões verdadeiros (*C. limon*), relatada apenas na América do Sul. Dois tipos (ou patótipos) são conhecidos dentro dessa espécie – o patótipo B, descrito na Argentina, Uruguai e Paraguai; e o patótipo C, descrito exclusivamente em São Paulo. Ambos patótipos são de ocorrência relativamente rara e não possuem importância econômica para a produção de citros. A outra

espécie de *Xanthomonas* patogênica aos citros é *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis*, agente causal da mancha bacteriana dos citros. Essa é uma doença de ocorrência mais comum em viveiros por afetar principalmente citrumelo Swingle (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*), mais comumente utilizado como porta-enxerto. A mancha bacteriana dos citros causou grandes prejuízos à produção de mudas na Flórida nas décadas de 1980 e 1990 devido à necessidade de erradicação de milhares de mudas. No entanto, com a mudança do sistema de

produção de mudas para viveiros telados, a doença perdeu importância. Recentemente, essa espécie também foi detectada de forma isolada em citrumelo Swingle em São Paulo. Apesar

da predominância nos hospedeiros mencionados, essas duas espécies de *Xanthomonas* também podem infectar, dependendo do isolado bacteriano, outras espécies e híbridos de citros.



Sintomas

Diferentemente de algumas doenças dos citros, os sintomas de cancro cítrico são característicos e, por isso, relativamente fáceis de serem identificados no campo. Os sintomas podem ocorrer em folhas, frutos e, de maneira menos frequente, em ramos. De modo geral, as lesões apresentam as mesmas características nos diferentes órgãos da planta em que ocorrem.

Os sintomas tornam-se visíveis geralmente de duas a cinco semanas após a infecção do tecido vegetal pela bactéria. Inicialmente, os sintomas em folhas apresentam-se como pontos escurecidos, muitas vezes com amarelecimento ao redor, resultado da multiplicação da bactéria e encharcamento do tecido vegetal (Figura 3 A e B). Posteriormente, os sintomas evoluem para pústulas salientes de coloração marrom-clara (Figura 3 C, D e E). Nas folhas, as lesões podem ser observadas inicialmente na face inferior, lado com maior número de estômatos (Figura 3 A e B). Com o progresso da doença, essas lesões tornam-se maiores, circulares e mais escuras, com aspecto eruptivo, podendo atingir mais de um centímetro de diâmetro (Figura 4). Mesmo em lesões mais velhas é possível observar o encharcamento do tecido marginal à área necrosada, causado pela colonização bacteriana (Figura 5). Na maior parte das vezes, as lesões

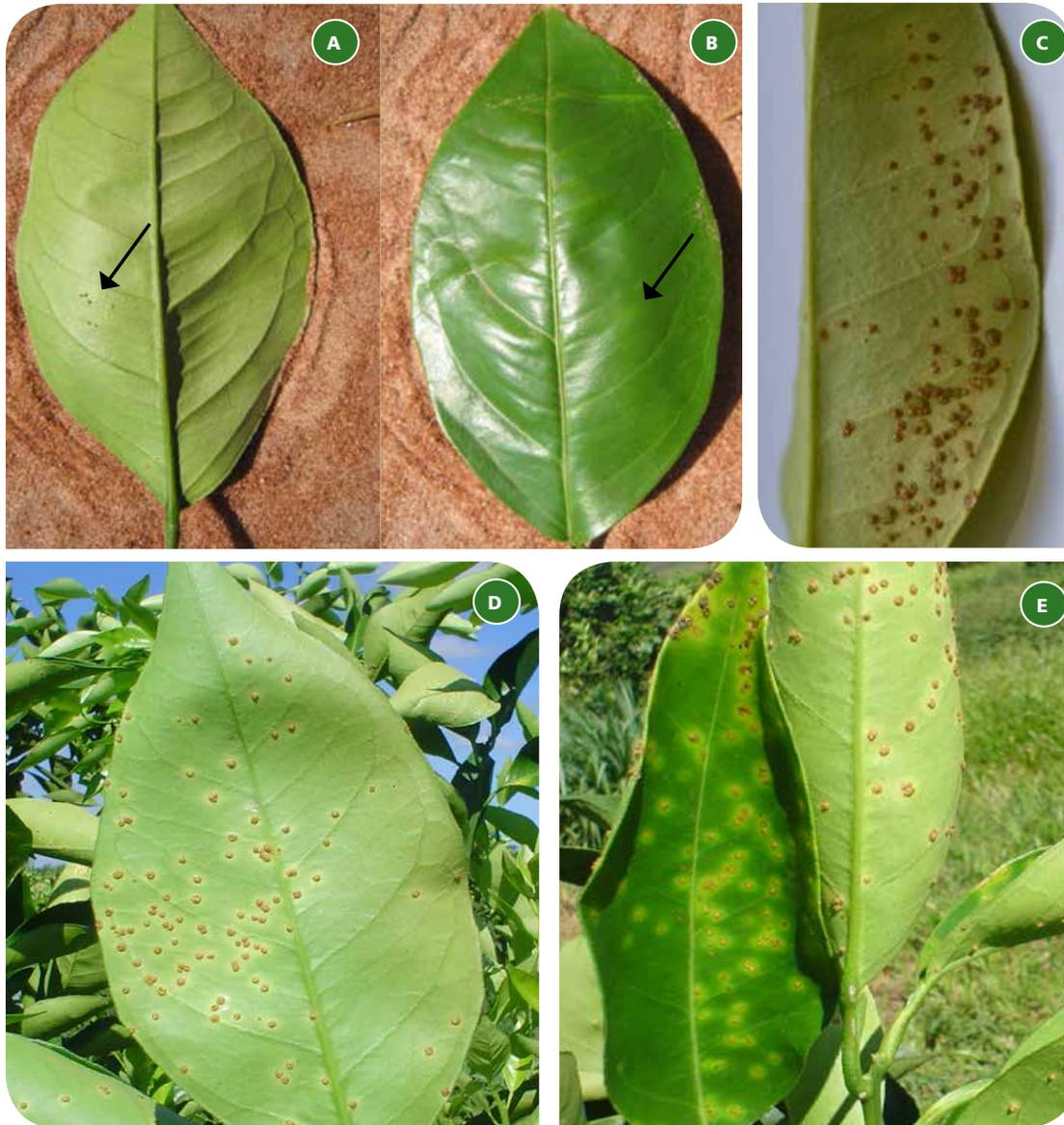


Figura 3 - Comparação dos primeiros sintomas de cancro cítrico (setas) nas faces inferior (A) e superior (B) da folha e sintomas iniciais de cancro cítrico em folhas poucas semanas após a infecção (C, D e E).

são visíveis nos dois lados da folha e apresentam halo amarelado (Figura 6), porém não raramente há lesões sem a presença do halo ou visíveis em apenas uma das faces foliares, principalmente quando associadas às injúrias do

minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*). Sintomas de cancro cítrico presentes em ferimentos mecânicos ou do minador dos citros apresentam mesma coloração e textura das lesões oriundas de penetração estomática,



Figura 4 - Sintomas típicos de cancro cítrico em folhas maduras.



Figura 5 - Escurecimento ou encharcamento do tecido foliar ao redor das lesões de cancro cítrico, onde há maior concentração de *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.



no entanto, na maioria das vezes, o formato e tamanho das lesões variam, resultado do desenvolvimento de múltiplas infecções no ferimento ou da penetração bacteriana em uma grande extensão dos tecidos (Figura 7).

Outra característica que merece atenção é que geralmente os sintomas do cancro cítrico são salientes em folhas, ramos e frutos, mas isso não deve ser considerado regra para o seu diagnóstico. Em muitas situações, plantas doentes podem apresentar lesões com elevação discreta ou em apenas uma das faces foliares. Além disso, é possível a observação de lesões com bordas de coloração mais escura (Figura 8). Apesar de haver uma tendência de escurecimento à medida que envelhecem, a ocorrência de lesões escuras não está necessariamente relacionada à ida-

Figura 6 - Sintomas de cancro cítrico em folha que ilustram a correspondência das lesões nas faces superior (esquerda) e inferior (direita) e a maior intensidade do halo amarelo na face superior.



Figura 7 - Sintomas de cancro cítrico em ferimento do minador do citros na face superior (A) e na face inferior (B) da folha.

de. Os fatores que levam a essa variação de sintomas ainda são desconhecidos, no entanto sabe-se que não há diferenças etiológicas e epidemiológicas importantes entre o cancro cítrico de lesões claras e o de lesões escuras.

Em frutos é comum a ocorrência de sintomas na face voltada para o exterior da copa das plantas. Isso ocorre devido à maior exposição desse lado à chuva e ao vento, fatores que aumentam a predisposição às infecções. Inicialmente, as lesões

surgem como pontuações marrons, que se tornam salientes à medida que se desenvolvem (Figura 9). Em estágio avançado, as lesões em frutos podem apresentar a formação de anéis concêntricos e rachaduras, resultado do crescimento da área lesionada e da necrose do tecido afetado (Figura 10). As lesões de cancro cítrico não afetam as características internas do fruto. A profundidade dos sintomas nesses órgãos está restrita ao flavedo (camada mais externa ou casca) e albedo (camada intermediária de coloração branca presente entre o flavedo e a polpa do fruto) (Figura 11).

Os sintomas em ramos são semelhantes aos observados em folhas e frutos (Figura 12). Embora menos frequentes, dependendo da suscetibilidade do genótipo de citros, não é incomum que lesões em ramos resultem em suas mortes, prejudicando o desenvolvimento da planta, principalmente nos primeiros anos.

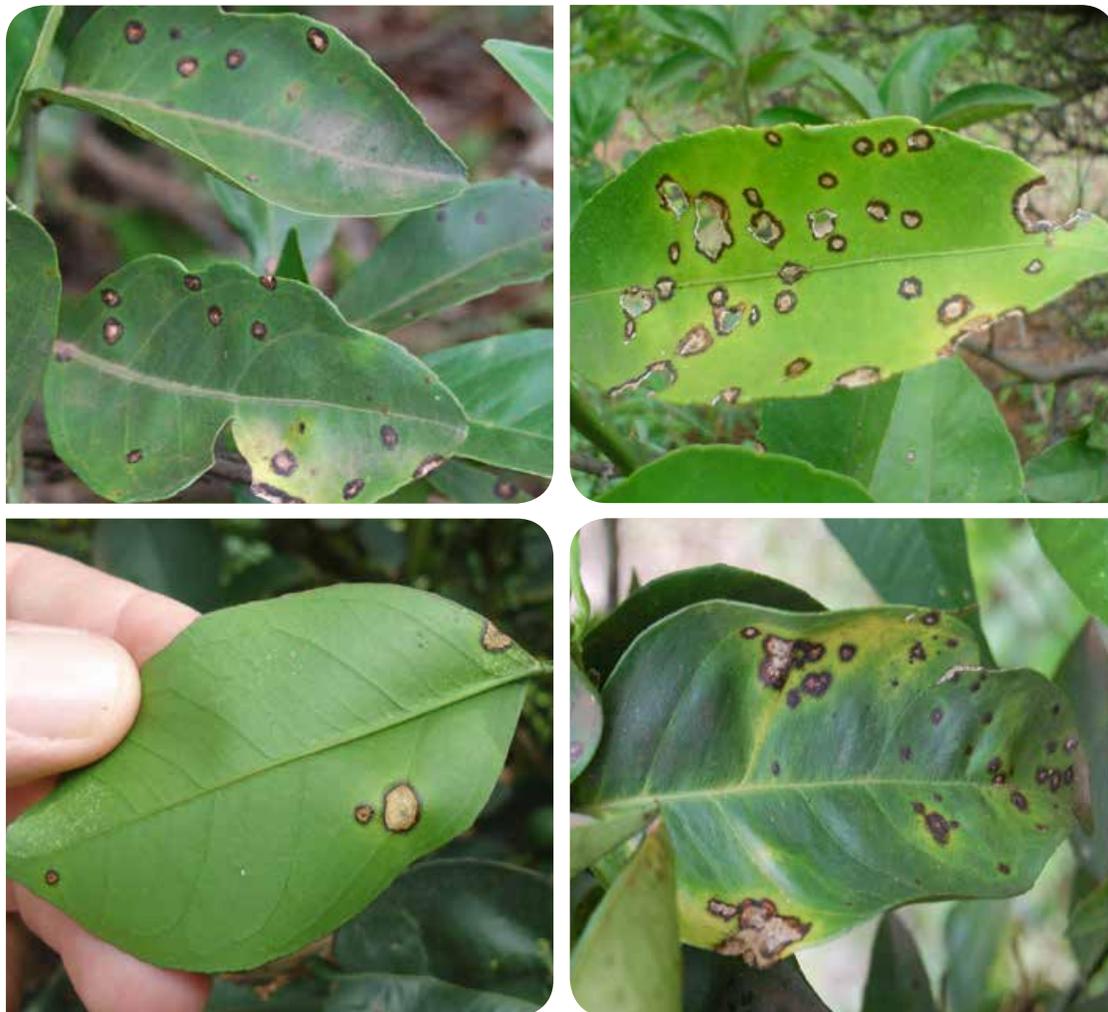


Figura 8 - Lesões de cancro cítrico com bordas escuras em folhas.

No entanto, o cancro cítrico não provoca a morte das plantas doentes.

Os sintomas de cancro cítrico são característicos e poucas doenças da cultura dos citros podem ser confundidas com ele. Dentre essas estão bacterioses como a canrose dos citros e a mancha bacteriana dos citros, causadas,

respectivamente, por *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* e *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis*, e doenças não bacterianas, como a leprose dos citros, incitada por *Citrus leprosis virus* (CiLV), e a verrugose, causada pelo ascomiceto *Elsinoe fawcettii* (anamorfo *Sphaceloma fawcettii*), em citros em geral, e por *E. australis* (anamorfo *S. australis*), em frutos de laranja



Figura 9 - Sintomas iniciais de cancro cítrico em frutos.

doce (*C. sinensis*). Os sintomas da cancriose em citros são muito parecidos com os de cancro cítrico, apresentando-se na forma de lesões circulares, salientes, marrons e, na maioria das vezes, delimitados por um halo amarelo, mas com desenvolvimento mais lento e com menor tamanho que os de cancro cítrico (Figura 13 A). Contudo, não é possível diferen-

ciar visualmente a cancriose do cancro cítrico. Por outro lado, os sintomas destas duas doenças são distintos da mancha bacteriana dos citros, caracterizada por lesões não salientes, rodeadas por escurecimento e encharcamento do tecido vegetal e presença de halo amarelo (Figura 13 B e C). As lesões da mancha bacteriana não são corticosas e eruptivas como

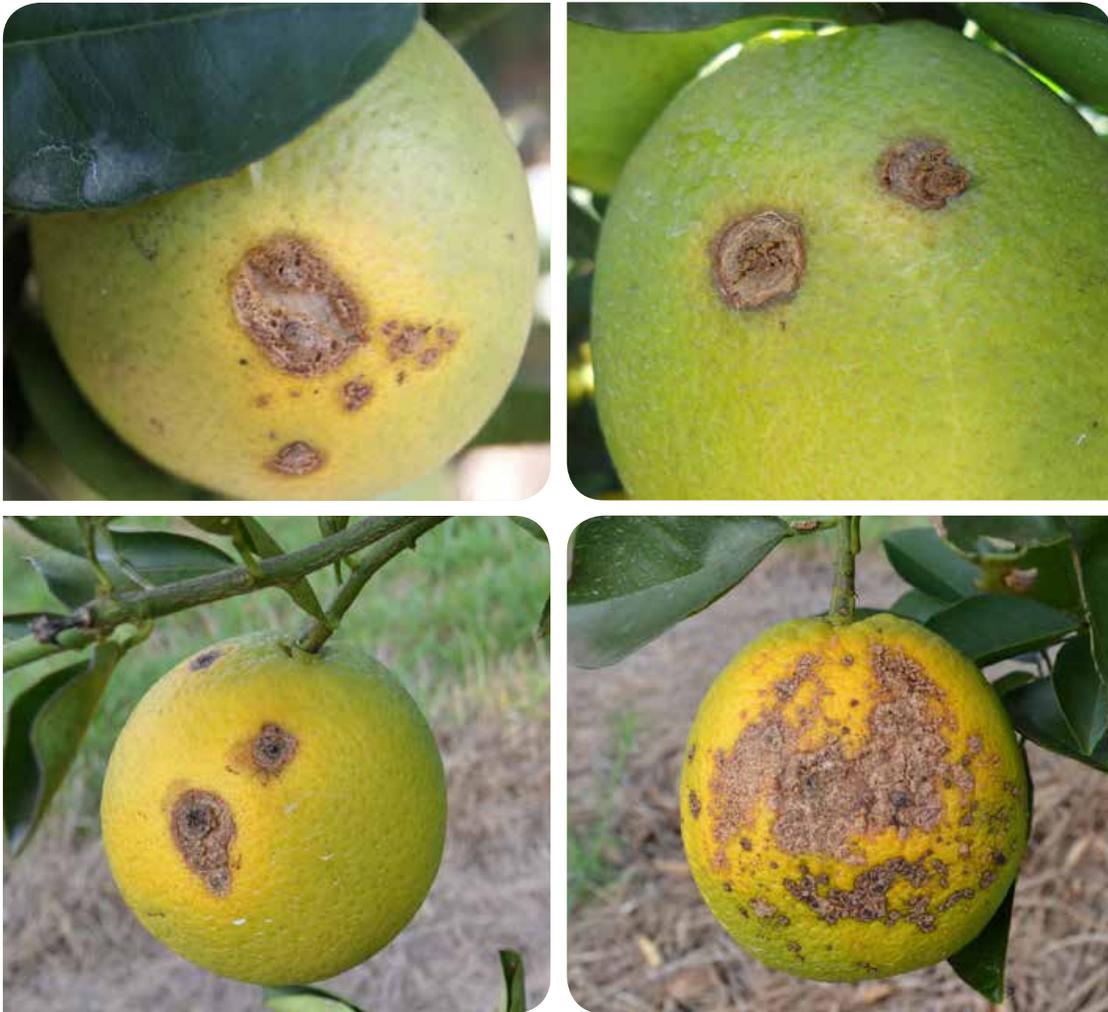


Figura 10 - Sintomas de cancro cítrico em frutos maduros.

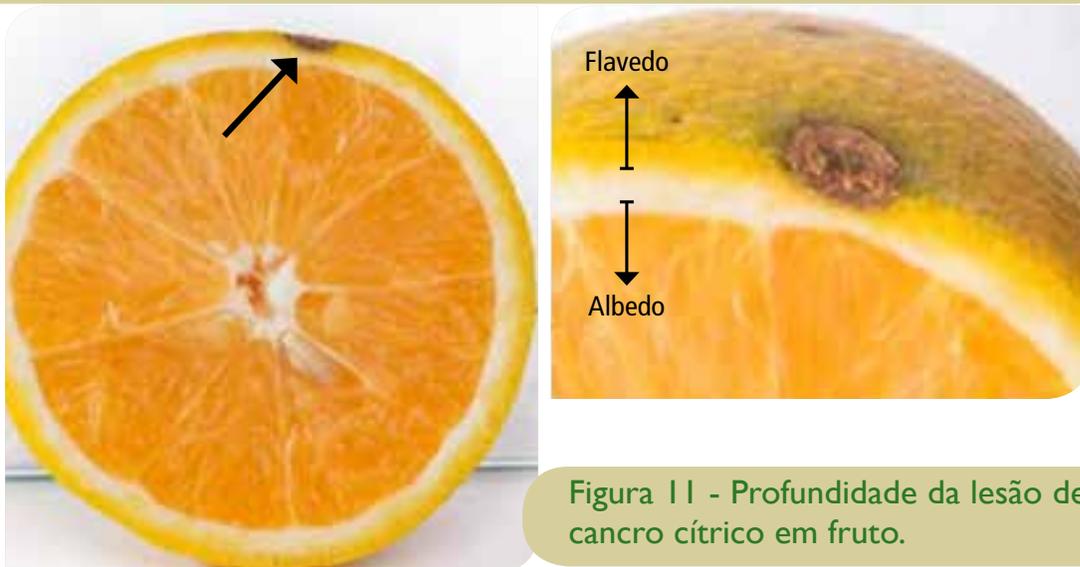


Figura 11 - Profundidade da lesão de cancro cítrico em fruto.



Figura 12 - Sintomas de cancro cítrico em ramos.

as lesões do cancro cítrico. Os sintomas desta doença podem ocorrer em folhas, ramos e, raramente, em frutos. As lesões de leprose em frutos contrastam com as do cancro cítrico por serem escuras e deprimidas (Figura 14). Em folhas, também são escuras, podendo apresentar diferentes tonalidades, mas lisas (Figura 15). Em ramos, a leprose resulta no descamamento

das lesões, o que não é observado no cancro cítrico (Figura 16). Sintomas de verrugose, por sua vez, também são caracterizados por necrose mas, diferentemente do cancro cítrico, apresentam deformação foliar e saliência em apenas um dos lados. Essa saliência pode ocorrer na face inferior ou superior das folhas (Figura 15). Halos amarelos ao redor do teci-

do necrosado são comuns para cancro cítrico e leprose, mas dificilmente observados em lesões

de verrugose. Em frutos, as lesões de cancro cítrico geralmente são maiores que as de verrugose,

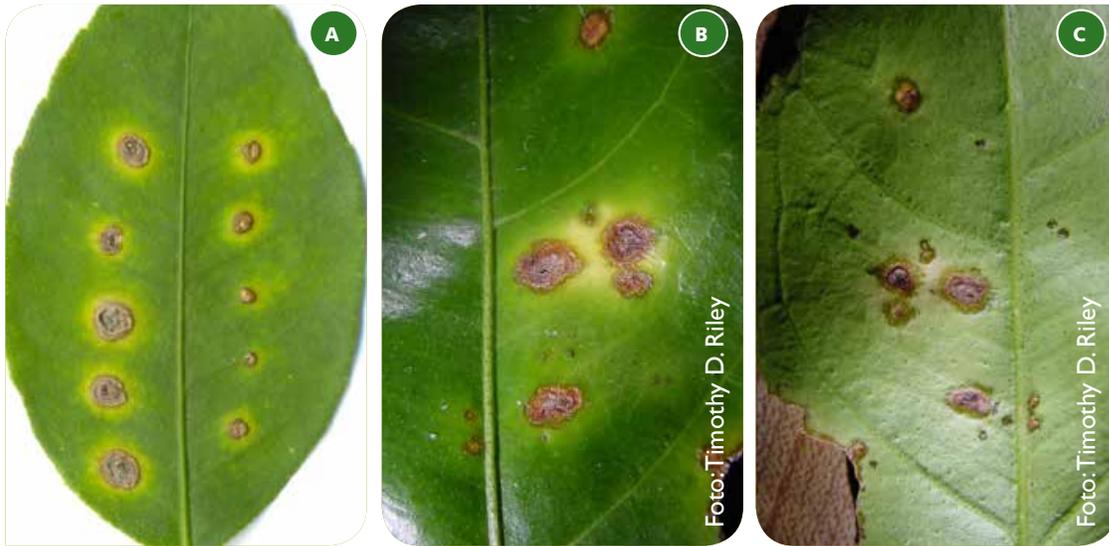


Figura 13 – Comparação dos sintomas de cancro cítrico (A, lado esquerdo) e cancrose (A, lado direito) em folhas inoculadas simultaneamente por ferimento; sintomas de mancha bacteriana dos citros na face superior (B) e inferior (C) de folhas de pomelo.

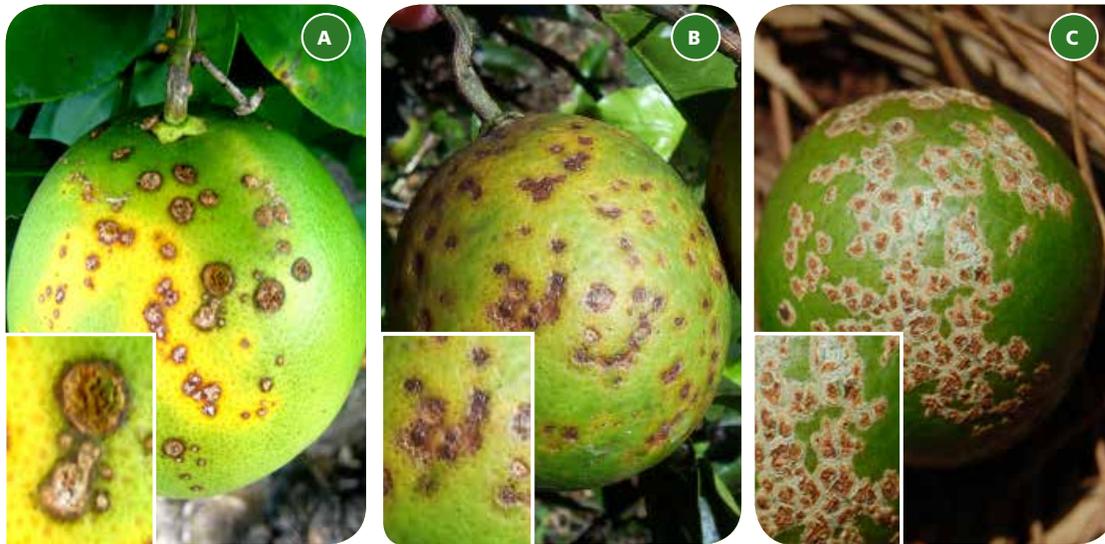


Figura 14 - Comparação dos sintomas de cancro cítrico (A), leprose (B) e verrugose (C) em frutos.



Figura 15 - Comparação dos sintomas de cancro cítrico (A), leprose (B) e verrugose (C) em folhas.

principalmente nos maduros (Figura 14). Além disso, ao contrário do cancro cítrico, as lesões de verrugose podem ser parcialmente destacadas dos tecidos vegetais. Maior dificuldade de distinção entre essas duas doenças ocorre em plantas de limões verdadeiros e de limas ácidas, as quais podem apresentar sintomas em folhas, ramos e frutos tanto de cancro cítrico quanto de verrugose.



Figura 16 - Comparação dos sintomas de cancro cítrico (A) e leprose (B) em ramos.



Ciclo da doença e epidemiologia

Sobrevivência

Entende-se por sobrevivência a capacidade do agente causal de uma doença em manter-se viável entre ciclos da cultura. A sobrevivência ocorre muitas vezes em condições adversas ao patógeno, como falta de hospedeiro ou tecido vegetal suscetível, ou condições meteorológicas não favoráveis ao seu desenvolvimento. A bactéria causadora do cancro cítrico não possui mecanismos de sobrevivência normalmente observados em outros patógenos, como plantas hospedeiras alternativas, estruturas de resistência, atividade saprofítica, sobrevivência no solo ou em insetos, dentre outros. Essa bactéria infecta apenas plantas da família Rutáceas e não é capaz de causar doença, ou de sobreviver por vários meses ou anos, em plantas daninhas ou outras culturas. Além disso, essa bactéria apre-

senta um período de sobrevivência muito curto fora das plantas cítricas. Esse tempo pode variar de algumas horas, quando as células bacterianas se encontram em superfície inerte seca, expostas a luz direta e altas temperaturas, até alguns meses, quando em lesões presentes em restos de cultura. O processo de decomposição de folhas, ramos e frutos com lesões da doença resulta na completa eliminação das células de *X. citri* subsp. *citri* existentes nas lesões. A não sobrevivência da bactéria causadora do cancro cítrico no solo, após a completa decomposição dos tecidos cítricos sintomáticos, deve-se a sua baixa capacidade de nutrir-se na ausência dos tecidos do hospedeiro. Esses materiais, portanto, não servem como fontes importantes de inóculo para o desenvolvimento epidêmico da doença.

A cultura dos citros caracteriza-se pelo cultivo das plantas na mesma área por vários anos, condição essa que permite ao cancro cítrico permanecer indefinidamente em um pomar. As temperaturas mais baixas e o reduzido regime pluviométrico no outono e inverno nas condições do Sul e Sudeste do Brasil, associados à escassez de fluxos vegetativos

suscetíveis, são desfavoráveis à disseminação e progresso do cancro cítrico. Nesse período praticamente não surgem novas lesões nas plantas cítricas em áreas com a presença do patógeno, exceto quando ocorrem eventos pluviométricos associados a temperaturas elevadas. Dessa maneira, a forma mais importante de sobrevivência e perpetuação da bactéria é em lesões da doença existentes em frutos, folhas e ramos que permanecem nas plantas cítricas (Figura 17). Como o período de permanência dos ramos e folhas nas plantas é maior do que o dos frutos, esses órgãos assumem maior importância na sobrevivência da bactéria. Lesões de cancro cítrico em folhas e ramos de plantas doentes permitem a sobrevivência por vários anos e são, nas nossas condições, a principal fonte de inóculo para a infecção de novas plantas e pomares cítricos nos anos subsequentes.

Disseminação

A bactéria causadora do cancro cítrico pode ser transportada para áreas livres da doença pela ação do homem ou da natureza. O homem é responsável pelo trânsito de mudas, material de

colheita, implementos e veículos com a bactéria do cancro cítrico; a natureza, pelas chuvas acompanhadas de ventos (Figura 17).

O plantio de mudas infectadas possibilita que o patógeno seja levado para áreas distantes até então livres ou para áreas com baixa incidência da doença. Apesar do período de sobrevivência da bactéria ser relativamente curto em superfícies inertes, a disseminação por utensílios e equipamentos é muito comum e ocorre quando esses são utilizados em plantas doentes molhadas e reutilizados em seguida em plantas ainda saudáveis. A água promove a liberação da bactéria das lesões de cancro cítrico em poucos minutos e prolonga sua sobrevivência externamente na superfície das plantas. Quando máquinas e equipamentos são utilizados em plantas doentes, mas secas, não há a disseminação do cancro cítrico para plantas saudáveis. Além disso, a presença de água também favorece a penetração da bactéria na planta após a disseminação, necessária para que ocorra a infecção das plantas. Outra forma comum de disseminação é por meio de restos vegetais contaminados presentes em carrocerias de caminhão ou em implemen-

tos. O material vegetal infectado descartado próximo de pomares pode servir de fonte de bactérias para o início de novos ciclos de infecção do cancro cítrico na mesma área ou em áreas próximas.

O homem tem participação importante na disseminação do cancro cítrico, no entanto eventos naturais como chuvas associadas a ventos são a principal forma de disseminação da bactéria nas áreas citrícolas. Na ocorrência de chuvas, as lesões de cancro cítrico preexistentes liberam bactérias, as quais permanecem no filme de água que se forma na superfície das plantas molhadas. As bactérias são então dispersas pela ação do vento nos respingos de chuva a curtas distâncias, para diferentes partes da planta e para árvores ao redor ou, ainda, para pomares localizados a até alguns quilômetros de distância. Havendo condições favoráveis, como temperaturas elevadas e brotações, as bactérias dispersadas poderão dar início a novos ciclos da doença. Na presença de filmes d'água, a exsudação das bactérias de lesões novas de cancro cítrico é instantânea. Progressivamente, lesões mais velhas, de vários meses, suberizam-se e a liberação do inóculo ocorre

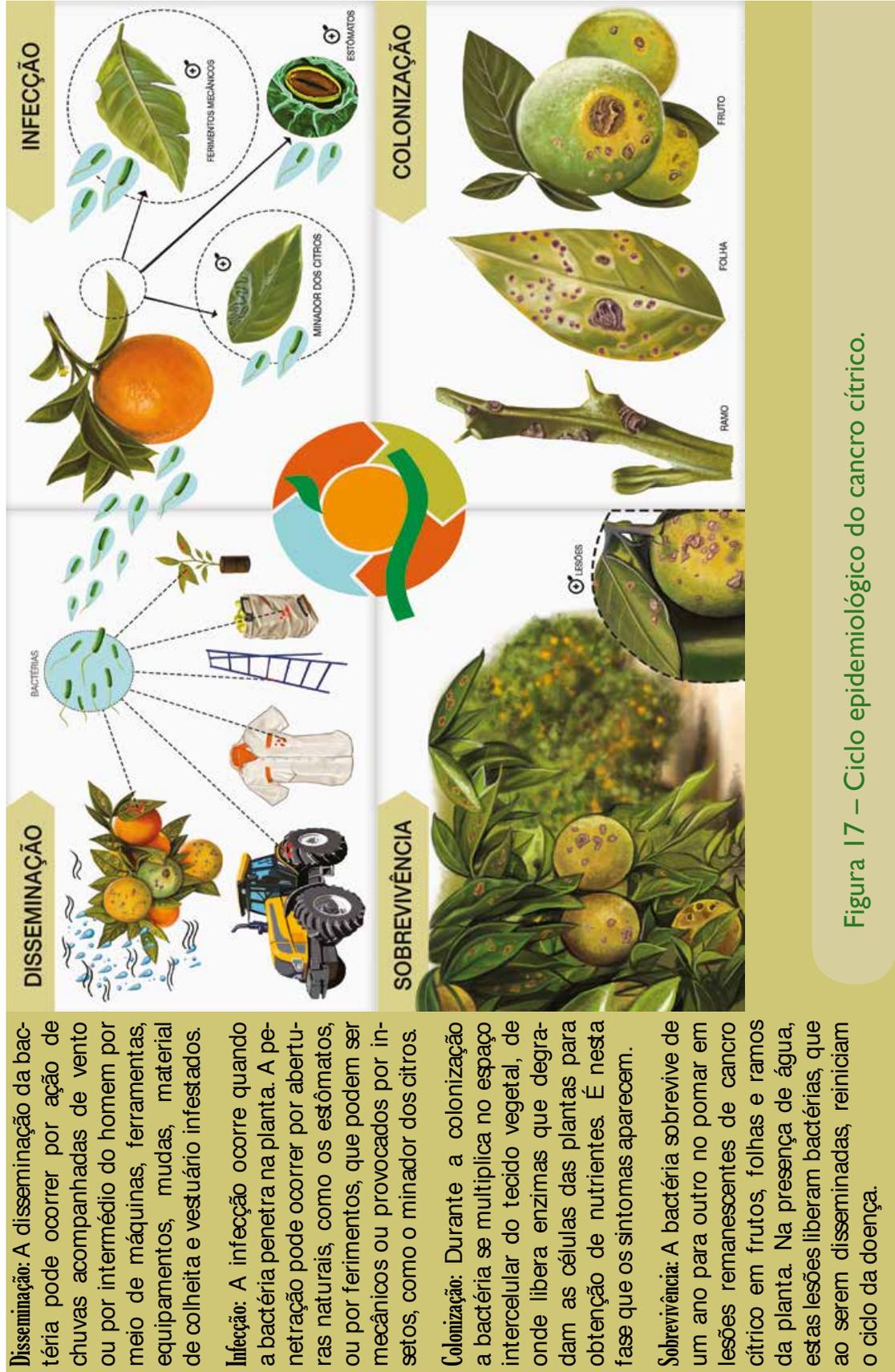


Figura 17 – Ciclo epidemiológico do cancro cítrico.

mais lentamente e com menor quantidade de bactérias viáveis. Se, por um lado, a disseminação promovida pelo homem pode ser contida pela conscientização e adoção de medidas preventivas, pouco pode ser feito para evitar a disseminação natural da doença. Em áreas endêmicas, o efeito do vento na disseminação do cancro cítrico pode ser minimizado pela implantação de quebra-ventos arbóreos, que reduzem consideravelmente a intensidade da doença, mas não impedem sua introdução no pomar.

Nos últimos anos, a citricultura, principalmente a paulista, tem se caracterizado pela formação de pomares mais adensados, com menores espaçamentos entre plantas e também entre linhas de plantio. Além do menor espaçamento, a citricultura atual destaca-se também pela intensificação das operações mecanizadas, principalmente pulverizações e inspeções para o manejo do Huanglongbing (HLB, greening). Nos dias atuais é comum em muitas propriedades citrícolas a realização de aplicações quinzenais de defensivos. Plantios mais adensados resultam também no prolongamento do período

de molhamento foliar, mesmo na ausência de chuvas. Como consequência, o trânsito de máquinas em pomares tem intensificado também a disseminação do cancro cítrico entre plantas na mesma linha de plantio ou mesmo entre talhões. Dessa forma, a disseminação da doença, que historicamente esteve mais associada a eventos de chuvas e à presença de tecidos suscetíveis na primavera e verão do Sul e Sudeste brasileiros, vem ocorrendo durante todo o ano como resultado de tratamentos culturais e operações mecanizadas na presença de plantas molhadas por orvalho ou chuva.

Infecção

A infecção inicia-se com o contato da *X. citri* subsp. *citri* com a planta cítrica. A disseminação da bactéria não garante a ocorrência do cancro cítrico. Para que a doença desenvolva-se é necessário que o patógeno penetre e estabeleça-se nos tecidos da planta cítrica. As formas mais comuns de penetração são por aberturas naturais, como os estômatos; por ferimentos mecânicos, causados por equipamentos, atrito entre partes da própria planta, abrasão

de partículas de poeira, dentre outros; e ainda por ferimentos causados por insetos como, por exemplo, o minador dos citros – que ao alimentar-se em tecidos novos provoca aberturas que facilitam a penetração (Figuras 17 e 18). Além de disseminar a bactéria, o vento também promove na planta abrasão por partículas do solo e pelo atrito entre folhas e ramos da copa, o que resulta em ferimentos que permitem a entrada da bactéria. Um fator fundamental para a penetração é a presença de água na superfície da planta. A umidade do ar elevada não afeta diretamente o desenvolvimento da doença, mas favorece o prolongamento do período de molhamento da copa, que por sua vez é necessário para a ocorrência da infecção.

A infecção da parte aérea da planta cítrica por *X. citri* subsp. *citri* não ocorre uniformemente durante todo o ano, estando mais frequentemente associada com as fases de crescimento das plantas e aos períodos de maior ocorrência de chuvas. A penetração natural por estômatos normalmente é mais comum na face inferior (abaxial) das folhas. Isso ocorre porque há mais estômatos nesse lado em relação à face

superior (adaxial). Em folhas e ramos, a infecção natural ocorre geralmente em até seis semanas após o início do desenvolvimento desses órgãos e os frutos são suscetíveis até cerca de 90 dias a partir da queda das pétalas, períodos esses que se tornam maiores na ocorrência de ferimentos mecânicos ou causados pelo minador dos citros. Os períodos de primavera e verão são os mais favoráveis para o aumento do número de plantas com a doença. Como nas condições do Sul e Sudeste do Brasil o florescimento principal dos citros ocorre no final do inverno, os frutos permanecem mais suscetíveis durante a primavera. As infecções mais precoces de frutos normalmente resultam na formação de lesões mais severas, que induzem a queda prematura. Quando o regime de chuvas é escasso na primavera e abundante no verão é comum os sintomas ocorrerem em folhas, mas não em frutos.

Ao final da fase de infecção inicia-se uma interação mais íntima entre a bactéria e a planta. Esse ponto representa o começo do processo de colonização, quando a bactéria passa a viver à custa dos nutrientes obtidos dos tecidos da planta hospedeira.

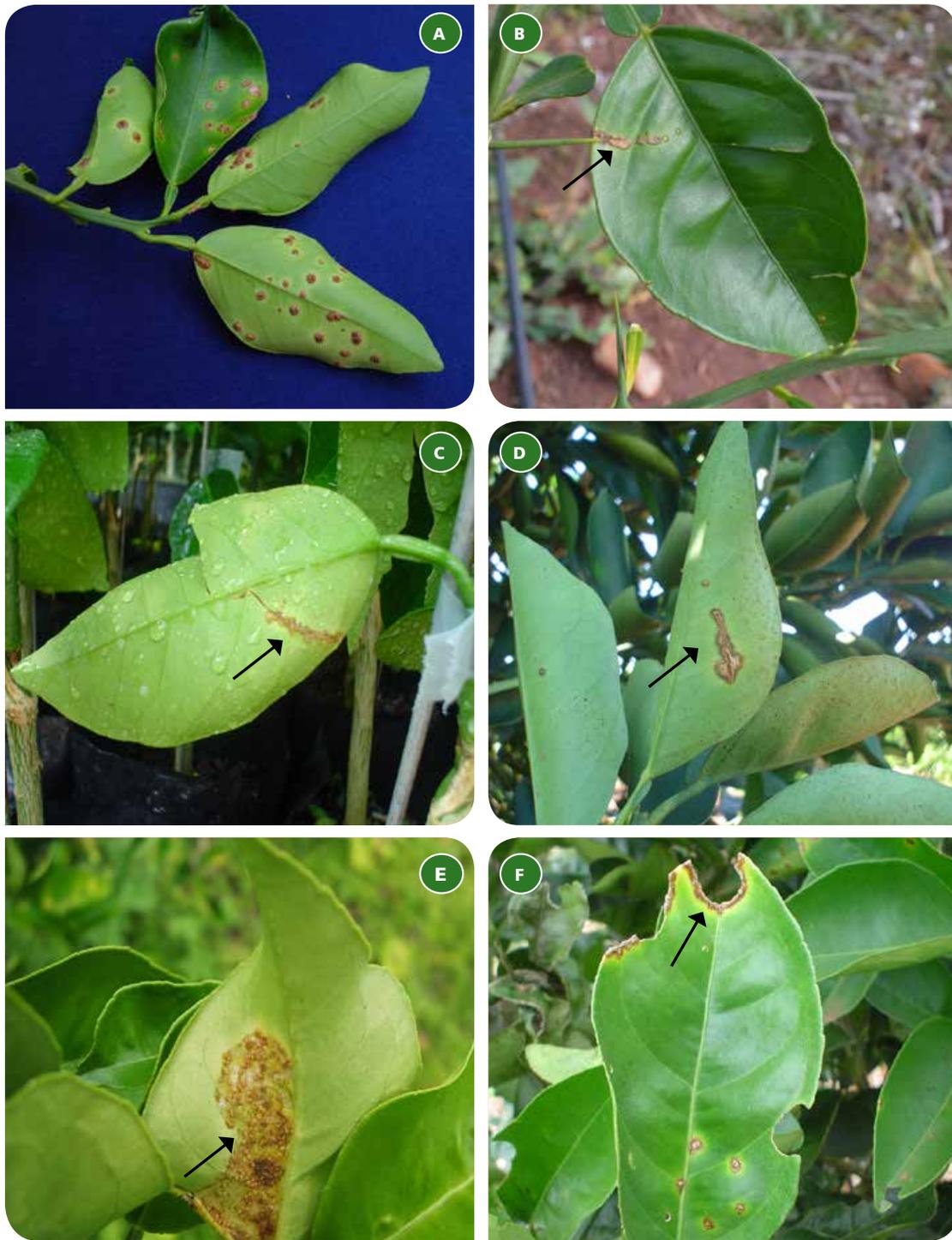


Figura 18 - Lesões de cancro cítrico resultantes da penetração de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* por estômatos (A), por ferimentos causados por espinhos (B), por atrito mecânico (C, D), por minador dos citros (E) e por outros insetos (F).

Colonização

A colonização, caracterizada pela reprodução da bactéria dentro da planta e pelo início da doença propriamente dita (Figura 17), é a última fase do processo de desenvolvimento do cancro cítrico na planta. É nessa fase que ocorrem a retirada e a utilização de nutrientes da planta pela bactéria e, como consequência, o aumento da população bacteriana. Para que isso ocorra é necessário que as condições ambientais sejam favoráveis à proliferação da bactéria dentro do tecido vegetal. O fator meteorológico que está intimamente relacionado a esse processo é a temperatura. De modo geral, a faixa mais favorável de temperatura para colonização e reprodução está situada entre 25 °C e 35 °C.

Ao infectar as plantas, a bactéria do cancro cítrico coloniza o tecido vegetal localmente, próximo ao ponto de penetração e não sistemicamente, pelo sistema vascular. A colonização ocorre pelo aumento do número de células bacterianas no mesófilo, camada celular localizada internamente, abaixo da epiderme

dos tecidos foliares. A bactéria não penetra nas células vegetais. A colonização é restrita ao espaço intercelular. Durante a colonização, as bactérias provocam hiperplasia e hipertrofia do tecido vegetal que levam, respectivamente, ao aumento do número e do tamanho de células da planta na região afetada. Adicionalmente, enzimas liberadas pela bactéria durante a colonização atuam diretamente na célula vegetal e promovem o aumento da permeabilidade e o rompimento da membrana plasmática das células das plantas. Como resultado, as células vegetais extravasam nutrientes no mesófilo foliar, os quais são utilizados para a nutrição da bactéria causadora do cancro cítrico. O rompimento das células da planta confere aspecto encharcado e escurecido ao tecido vegetal afetado. Esse é o primeiro sintoma da doença, que muitas vezes não é observado em razão do seu diminuto tamanho. A morte das células da planta leva à necrose do tecido, e o acúmulo de células mortas resultará mais tarde em lesões salientes de coloração marrom. A bactéria do cancro cítrico continua o processo de colonização radialmente a partir do ponto inicial de infecção e permanece ativa nas margens

das lesões (Figura 5), as quais podem continuar expandindo-se na presença de tecido suscetível e condições meteorológicas favoráveis. Por isso, quando não associados a ferimentos mecânicos extensos nas folhas, os sintomas da doença são caracterizados por lesões circulares. Quando as condições são adversas, normalmente durante o outono e o inverno, as bactérias presentes nas lesões diminuem sua atividade biológica, mas permanecem viáveis até a primavera ou períodos mais quentes e chuvosos. Esse período de outono e inverno, com chuvas menos frequentes e ausência de tecidos novos, mais suscetíveis, nas plantas cítricas, é caracterizado pela sobrevivência da bactéria nas lesões da doença. Com o retorno das chuvas, o molhamento da superfície das plantas permite a exsudação bacteriana das lesões e a disseminação das bactérias para

tecidos saudáveis na mesma árvore ou pomares próximos. Assim inicia-se um novo ciclo da doença, que resultará em novas lesões e mais plantas doentes. Ressalta-se que em áreas de produção de cítricos com a presença de sistema de irrigação por aspersão (canhão ou pivô central, por exemplo), a presença de água livre (molhamento) na superfície das plantas durante o outono e o inverno permite que os processos de disseminação, infecção e colonização ocorram continuamente quando sob temperaturas elevadas. Nessas condições, o período de sobrevivência da bactéria nas lesões, durante o qual não há novos ciclos da doença, é muito curto ou praticamente inexistente, ocorrendo continuamente a disseminação da bactéria a partir das lesões da doença e novos ciclos de infecção e colonização nos tecidos ainda saudáveis próximos.



6 Diagnóstico

O diagnóstico de amostras vegetais com cancro cítrico, ou apenas da bactéria agente causal, pode ser feito empregando-se diferentes técnicas. Embora a identificação possa ser, na maioria das vezes, relativamente fácil, há necessidade de conhecimento especializado e treinamento acerca das técnicas disponíveis. O diagnóstico baseado apenas nos sintomas atende a maioria das situações associadas ao manejo do cancro cítrico, mas a eliminação de plantas e pomares, a confirmação da doença em áreas livres, a liberação do comércio de frutos para áreas livres ou sob erradicação/supressão da doença, por exemplo, necessitam ou até mesmo exigem que, além da sintomatologia, a confirmação esteja sempre associada a técnicas específicas para a detecção do agente causal da doença. Dentre essas técnicas, as mais usuais são a corrida ou fluxo bacteriano, isolamento em meio de cultura, patogenicidade, PCR (reação de polimerase em cadeia) e sorologia. Outros procedimentos podem ser usados, no entanto esses são os mais comumente empregados.

Sintomatologia

Na maioria das vezes, lesões de cancro cítrico podem ser diagnosticadas apenas com base nos sintomas visualizados a olho nu (Figuras 3 a 16). A análise pode ser feita ainda com auxílio de microscópio estereoscópico, que permite a observação mais detalhada das lesões e a distinção do cancro cítrico de sintomas provocados por fatores abióticos ou outras doenças. De modo geral, como descrito anteriormente, as lesões de cancro cítrico possuem centro necrosado, coloração marrom, aspecto erumpente e anéis concêntricos, os quais evidenciam o crescimento radial da lesão. Ao redor da necrose observa-se facilmente uma estreita região escurecida, muitas vezes com menos de um milímetro de espessura, caracterizada por anasarca ou encharcamento dos tecidos (Figura 5). Nessa região, as bactérias estão em ativa multiplicação e colonizam os tecidos limitrofes à área necrosada da lesão. A anasarca corresponde ao extravasamento do conteúdo citoplasmático das células vegetais que estão sob o ataque das bactérias causadoras do cancro cítrico. É importante salientar que os sintomas podem ser confundidos principalmente

com a mancha bacteriana dos citros, cancrose dos citros, leprose e verrugose, como abordado anteriormente.

Corrida bacteriana

Nesse procedimento, uma seção, de um a dois milímetros de largura de tecido vegetal da região com anasarca é retirada da amostra, fragmentada na presença de um filme de água sobre uma lâmina de vidro, coberta por uma lamínula e observada em microscópio óptico. Quando há infecção dos tecidos por *Xanthomonas*, na maioria dos casos observa-se um fluxo bacteriano migrando de um ou mais pontos dos fragmentos vegetais presentes na lâmina (Figura 19). Esse fluxo saindo dos tecidos, que é mais facilmente observado em lesões jovens, corresponde ao sinal do patógeno e é usado para a confirmação da natureza bacteriana do agente causal. Apenas tecidos infectados apresentam esse fluxo bacteriano. No entanto, sintomas circulares, necróticos e salientes em citros podem corresponder ao cancro cítrico (*X. citri* subsp. *citri*) ou às cancrose de limões e limas ácidas (*X. fuscans* subsp. *aurantifolii*) e a corrida bacteriana não

permite a diferenciação dessas espécies. Porém, como a canrose e a mancha bacteriana dos citros nunca foram descritas em laranja doce, amostras sintomáticas dessa espécie podem ser seguramente diagnosticadas empregando-se a corrida bacteriana. Devido à rapidez e facilidade, esse foi o método de diagnóstico mais empregado em São Paulo para confirmação oficial do cancro cítrico para fins de erradicação.

Isolamento do agente causal

O isolamento de *Xanthomonas* spp. em meio de cultura é

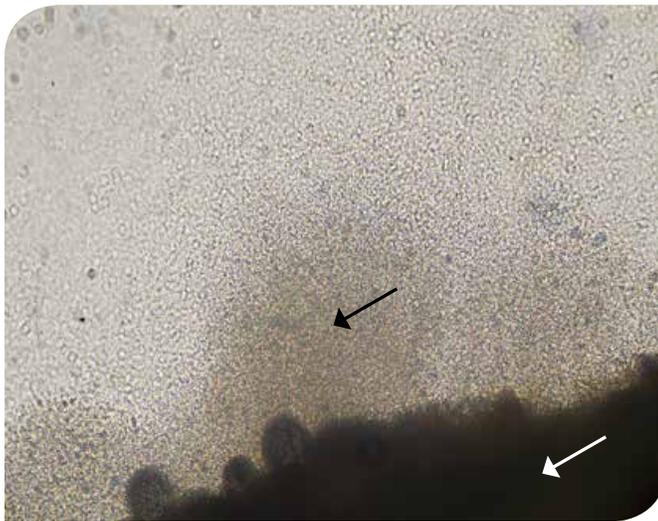


Figura 19 - Fluxo ou corrida bacteriana de células de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (seta preta) liberadas de lesão de cancro cítrico em folha de laranja doce (seta branca) observada ao microscópio óptico com 100 x de aumento.

relativamente simples. Colônias típicas (Figura 2) podem ser observadas em isolamentos em meios como nutriente ágar, mantidos de 28 °C a 32 °C a partir de 72 horas. Outros meios de cultura simples também podem ser empregados. As colônias bacterianas são viscosas, amarelas, circulares, brilhantes e com bordas lisas. As espécies *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* e *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis* apresentam colônias com essas mesmas características, no entanto seu crescimento é mais lento e as colônias são menores que *X. citri* subsp. *citri*. Além disso, há cepas dessas bactérias que são produtoras de

pigmento escuro em meio de cultura. *X. citri* subsp. *citri* não apresenta essa característica. A bactéria pode ser mais facilmente isolada de lesões novas devido à maior quantidade de células bacterianas viáveis. Lesões mais velhas e amostras foliares com alguma deterioração ou dessecadas dificultam o isolamento. Para eliminar ou reduzir a presença de microrganismos contaminantes, antes do isolamento deve-se desinfestar superficialmente o material ve-

getal lesionado. Para isso deve-se mergulhar pequenos fragmentos do tecido vegetal com as lesões em solução aquosa de álcool (60 a 70 °GL) por um a dois minutos, em seguida, em solução de hipoclorito de sódio (1 a 2%) por um minuto e, por último, deve-se lavar os fragmentos com água. Na sequência, os tecidos desinfestados devem ser fragmentados em filme de água para liberação das bactérias e, após alguns minutos, as alíquotas devem ser transferidas para o meio de cultura. Tanto para observação de corrida bacteriana quanto para o isolamento direto a partir dos tecidos sintomáticos deve-se sempre utilizar a região de anasarca da lesão, localizada entre o tecido necrosado e o tecido sadio (ou halo amarelo), a qual possui maior quantidade de bactérias vivas. Embora o isolamento de *Xanthomonas* em meio de cultura seja simples e fácil, essa técnica exige conhecimento para a identificação das colônias bacterianas obtidas. Na indisponibilidade de o diagnóstico ser feito diretamente a partir das colônias em meio de cultura são empregados testes bioquímicos, de patogenicidade, de PCR ou sorológicos para a detecção do agente causal. Os testes bioquímicos não são descritos aqui,

pois geralmente o diagnóstico do cancro cítrico é feito com o emprego de outros métodos.

Testes de patogenicidade

Patogenicidade é a capacidade de um microrganismo causar doença. Testes de patogenicidade podem ser realizados a partir de colônias bacterianas obtidas em isolamento ou de amostras vegetais suspeitas de infecção, visando à reprodução dos sintomas de cancro cítrico. Para isso são inoculadas folhas jovens de mudas de citros ou mesmo folhas cítricas destacadas. É um teste de diagnóstico que pode levar vários dias ou mesmo semanas para completar-se, mas tem a vantagem de ser específico, pois é capaz de distinguir as diferentes *Xanthomonas* patogênicas dos citros.

Para inoculação dos tecidos foliares podem ser empregados diferentes métodos. Colônias em meio de cultura, preferencialmente com até 24 horas de cultivo, podem ser inoculadas diretamente nos tecidos via ferimentos com agulhas. A partir dessas mesmas colônias também podem ser feitas suspensões aquosas, ou em tampão salino, para inocula-

ção via ferimentos com agulha, aspersão ou infiltração com seringa (Figura 20). A inoculação via ferimentos com agulha ou principalmente por infiltração de suspensões concentradas resulta em sintomas mais rápidos, geralmente em menos de uma semana. Quanto menor a concentração da suspensão bacteriana, mais lentamente os sintomas de cancro cítrico aparecem. Preferencialmente devem ser utilizados tecidos foliares jovens, ainda imaturos, para testes de patogenicidade. Não há necessidade da manutenção das

plantas ou folhas inoculadas em ambiente com temperatura, luz e umidade relativa controladas. O material vegetal pode ser mantido em laboratório ou casa de vegetação simples, sob temperatura ambiente. No entanto, quando a inoculação é realizada por aspersão é recomendável que as plantas sejam mantidas em câmara úmida por 24 a 48 horas, para favorecer a penetração da bactéria na planta. Períodos mais frios, com temperaturas inferiores a 25 °C, podem retardar ou mesmo comprometer o aparecimento de sintomas, fazendo com que os testes de patogenicidade levem mais tempo para serem finalizados.



Figura 20 - Lesões de cancro cítrico em folhas de laranja doce inoculadas com *Xanthomonas citri* subsp. *citri* por infiltração (A) e ferimentos (B), 30 e 70 dias após a inoculação, respectivamente.

A inoculação de folhas destacadas e a infiltração do limbo foliar com suspensão bacteriana resultam em sintomas nem sempre similares aos observados em campo (Figura 20). Isso decorre da forma de inoculação dos tecidos e há necessidade de experiência prévia para o diagnóstico seguro da doença. Quando há suspeita de cancrose na amostra foliar, como para amostras de limões e limas ácidas de regiões com essas

doenças, nos testes de patogenicidade são empregados tanto folhas de laranja doce quanto de limões verdadeiros ou limas ácidas. Caso o patógeno seja *X. citri* subsp. *citri*, tanto os tecidos de laranja doce quanto de limão ou lima ácida apresentarão sintomas, mas apenas esses últimos serão infectados se a amostra contiver *X. fuscans* subsp. *aurantifolii*. Amostras foliares dessecadas ou já em decomposição dificilmente permitem o isolamento de *Xanthomonas* diretamente em meio de cultura. Nesses casos pode-se tentar o isolamento indireto do agente causal. Esse procedimento é realizado pela desinfestação dos tecidos, maceração das lesões presentes na amostra em água ou tampão salino e inoculação da suspensão obtida. Nesse caso, para aumentar a chance de sucesso de reprodução dos sintomas para diagnóstico ou isolamento, deve-se optar pela inoculação por infiltração com seringa em folhas cítricas jovens não destacadas.

PCR

Diferentes protocolos foram desenvolvidos nos últimos 15 anos para o diagnóstico do cancro

cítrico via PCR. Essa técnica é uma das mais laboriosas e custosas de todas e seu emprego exige mão de obra e infraestrutura especializadas. A técnica PCR baseia-se em gerar milhões de cópias de uma região específica do material genético (DNA) do agente causal do cancro cítrico. Na maioria dos protocolos empregam-se amostras de DNA extraído de culturas bacterianas previamente isoladas e mantidas em laboratório, mas há protocolos desenvolvidos para o emprego direto de lesões de amostras suspeitas. Como consequência, em algumas situações o diagnóstico do cancro cítrico via PCR pode demorar mais de uma semana, pois exige o isolamento do patógeno em meio de cultura, a extração do DNA das culturas bacterianas e por último a amplificação do material genético via PCR. As vantagens dessa técnica são a especificidade e a capacidade de detectar concentrações mínimas da bactéria, difíceis de serem diagnosticadas por isolamento ou patogenicidade. Como já citado, vários são os protocolos descritos na literatura científica acerca do diagnóstico do cancro cítrico via PCR. Para mais detalhes sobre a utilização dessa técnica, consultar a literatura especializada.

Sorologia

Técnicas sorológicas são baseadas na detecção específica de uma ou mais proteínas do agente causal da doença ou proteínas resultantes da interação do patógeno com o hospedeiro. Após ter seu uso diminuído com o desenvolvimento de técnicas baseadas em PCR, a sorologia pode novamente ser empregada para o diagnóstico do cancro cítrico, mas agora com extremas facilidade e rapidez. Há poucos anos foi lançado no mercado um teste rápido para o diagnóstico de cancro cítrico, o qual consiste num kit composto por uma pequena bolsa plástica contendo solução tampão e uma fita específica para o diagnóstico (Figura 21). O exame é realizado em poucos minutos. Basta macear uma pequena lesão, ou parte de lesão, no interior da bolsa plástica com tampão e, em seguida, colocar a fita parcialmente em contato com a solução, seguindo as instruções do fabricante. O resultado do teste será positivo ou negativo para cancro cítrico. Esse teste também pode ser empregado para colônias isoladas em meio de cultura, suspensões bacterianas aquosas, amostras herbarizadas ou restos vegetais em decomposição. Dentre os testes

descritos para o diagnóstico do cancro cítrico, esse é o mais rápido, além de ser específico para *X. citri* subsp. *citri*, uma vez que este não detecta a presença de outras *Xanthomonas* que afetam os citros. Por não exigir mão de obra e infraestrutura especializadas, o diagnóstico do cancro cítrico com essa metodologia é de grande utilidade tanto em laboratórios como no campo, onde o próprio produtor pode confirmar a ocorrência de cancro cítrico.

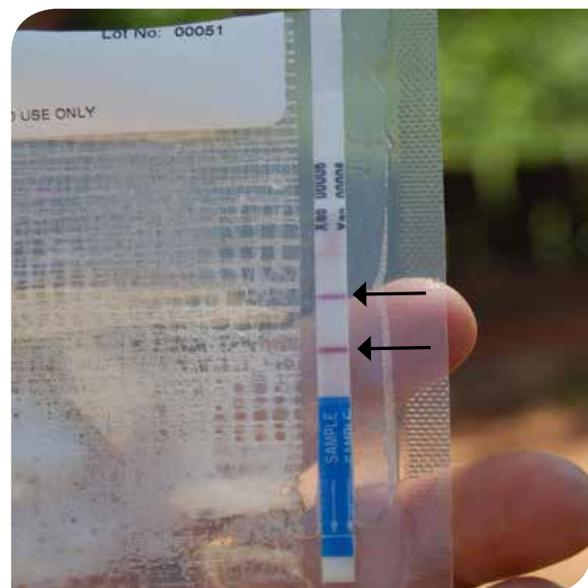


Figura 21 – Teste sorológico para a detecção rápida de cancro cítrico. Duas bandas vermelhas (setas) devem aparecer na fita em amostras positivas para cancro cítrico: a banda superior serve como controle e indica que o teste foi realizado adequadamente e a banda inferior indica a presença da bactéria do cancro cítrico na amostra.



Controle

Histórico da legislação no estado de São Paulo

O controle por erradicação objetiva a eliminação completa do patógeno de uma determinada área (região geográfica) ou produto agrícola comercial. Diferentes medidas de controle podem ser consideradas como erradicação. O tratamento de frutos em pós-colheita com produtos químicos sanitizantes ou erradicantes tem como objetivo eliminar células bacterianas e fúngicas presentes na superfície dos frutos, sendo assim caracterizado como erradicação. Adota-se a erradicação de um patógeno para impedir sua disseminação para áreas ainda livres dele. Assim, a estratégia pode ser adotada como uma prática oficial, regulamentada por legislação específica, ou pelos próprios produtores, com práticas para impedir, ou reduzir, a disseminação do patógeno entre propriedades ou dentro de um mesmo pomar.

O cancro cítrico é uma “praga quarentenária” em muitos países, incluindo o Brasil, e o comércio nacional e internacional de cítricos é regulado por medidas obrigatórias de exclusão e erradicação do patógeno. Esse status quarentenário deve-se à inexistência do patógeno em muitas regiões produtoras de cítricos, nos cinco continentes, as quais objetivam manter sua condição de área livre. A legislação brasileira determina dois tipos de pragas quarentenárias – A1 e A2. Quarentenárias A1 são as pragas exóticas não presentes no país. As quarentenárias A2 são pragas de importância econômica potencial, já presentes no país, porém apresentando disseminação localizada e submetidas a programa oficial de controle. Assim, a bactéria agente causal do cancro cítrico é uma praga quarentenária A2 por sua importância econômica potencial e por estar presente no país, mas com disseminação localizada e sob controle oficial (governamental). Desde a primeira detecção do cancro cítrico no Brasil, em 1957, essa doença foi relatada oficialmente nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina e São Paulo.

O histórico parcial da campanha de erradicação do cancro cítrico no Brasil, mais especificamente no estado de São Paulo, foi descrito por Santos (1991) e as informações que seguem foram extraídas da obra citada. Ainda em 1957, imediatamente após a primeira detecção oficial do cancro cítrico no Brasil, o governo de São Paulo optou pela erradicação do patógeno. Para essa decisão considerou-se a gravidade da doença e a campanha de erradicação realizada, naquela época com êxito, nos Estados Unidos. Assim, foram iniciados os trabalhos de eliminação de plantas com sintomas de cancro cítrico e das demais presentes num raio de 12 metros. Esse foi o primeiro método de erradicação para o cancro cítrico adotado no Brasil. Após o início dos trabalhos de eliminação de plantas e da constatação da doença em vários municípios da região noroeste paulista, denominada Alta Sorocabana, ainda em 1957, outras medidas foram adotadas na tentativa de erradicação do patógeno:

- a) a interdição do plantio de novos pomares cítricos e de viveiros em 29 municípios;
- b) a eliminação de todos os viveiros cítricos, infectados

- ou não com cancro cítrico, nessa mesma região;
- c) a restrição do comércio de frutas e mudas originárias de qualquer desses municípios; e
 - d) o início de uma ampla campanha de divulgação da existência do cancro cítrico no estado.

Apesar dessas medidas emergenciais inicialmente adotadas, novos casos da doença foram identificados na região de ação do governo, levando à eliminação de todas as plantas cítricas presentes nos municípios delimitados pela campanha de erradicação do cancro cítrico. Essa ação, executada pelo governo do estado, perdurou de 1957 a 1961. Nesse período foram inspecionadas aproximadamente 11 mil propriedades e um total de 1,2 milhão de plantas foram eliminadas.

A partir de 1962, as ações do governo estadual precisaram ser estendidas para outras regiões do estado após a detecção de novos casos da doença em municípios até então livres do cancro cítrico. Nessa fase seguinte, os critérios de erradicação foram revistos, passando-se a adotar um raio de mil metros a partir dos focos

da doença para delimitação da área de erradicação. Dessa forma, todas as plantas cítricas, sintomáticas ou não, presentes nas propriedades com plantas infectadas, e as demais presentes nas propriedades vizinhas num raio de mil metros deviam ser erradicadas. Em 1966, a coordenação da campanha de erradicação, até então executada pelo Instituto Biológico de São Paulo, passou a ser exercida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão público recém-criado no estado de São Paulo. Essa nova fase perdurou até 1975, quando então foi criada a Campanha Nacional de Erradicação do Cancro Cítrico (CANECC), subordinada ao Ministério da Agricultura. Com isso, a campanha de erradicação da doença passou a apresentar um comando único no Brasil, com ações simultâneas e integradas para a eliminação do patógeno nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Em 1977, a CANECC solicitou a participação dos citricultores paulistas na campanha de erradicação e então foi criado o Fundecitrus, na época denominado Fundo Paulista de Defesa da Citricultura. O Fundecitrus, sediado em Araraquara, na região central do estado de São Paulo,

auxiliou fortemente os órgãos públicos na detecção e erradicação de focos da doença em São Paulo e no Triângulo Mineiro de 1977 a 2010. Em 2010, o convênio existente entre a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA/SP) e o Fundecitrus, o qual permitia que ações de defesa sanitária vegetal fossem exercidas pelo Fundecitrus, foi encerrado, e a responsabilidade de inspeção e erradicação de focos da doença foi transferida para os citricultores, sob fiscalização da SAA/SP. Atualmente, as ações do Fundecitrus estão direcionadas para a realização e fomento de pesquisas voltadas à sanidade dos citros e para a educação fitossanitária, a fim de preparar melhor o citricultor para a prevenção e controle das principais pragas e doenças da cultura.

Embora as ações da campanha de erradicação do cancro cítrico tenham sido estendidas para outras regiões, como mencionado, a disseminação da doença continuou a ocorrer não somente pelo estado de São Paulo, mas também por outras regiões do país. Em 1974 foi detectado o primeiro caso de cancro cítrico à margem direita do rio Tietê, no

município de Urupês (norte do estado), considerado até então uma barreira natural à doença. Em 1979 ocorreu o primeiro caso na denominada “zona citrícola de exportação”, inicialmente no município de Monte Alto e, posteriormente, em Cândido Rodrigues. Até então, a localização da doença estava restrita à área do estado não tradicional ao cultivo de cítricos. Vistorias e levantamentos executados após 1979 indicaram a presença da doença em outros municípios da “zona de exportação”, como Taquaritinga, Araraquara, São José do Rio Preto e Itápolis, entre outros. Apesar dessas novas ocorrências, a metodologia de erradicação foi abrandada em 1987, com a decisão da eliminação das plantas cítricas presentes apenas em um raio de 50 metros da planta sintomática, e novamente em 1995, com a redução do raio para 30 metros. Essa última metodologia vigorou até 1999, quando foi novamente alterada.

A campanha de erradicação do cancro cítrico, determinada por legislação federal, é válida em todo território nacional (Portaria 291 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Constatada a presença de cancro

cítrico, a legislação federal determina, desde a década de 1990, a eliminação da planta sintomática e a aplicação de medida de controle complementar em um raio mínimo de 30 metros a partir de cada planta sintomática detectada. Segundo essa legislação, as plantas contidas no raio, consideradas como suspeitas de infecção, devem receber um dos seguintes métodos complementares:

- a) eliminação completa;
- b) poda drástica dos ramos; ou
- c) desfolha química.

Embora esses métodos estejam previstos em legislação federal, a erradicação das plantas com cancro cítrico é substituída pelo manejo da doença nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O estado do Paraná possui legislação específica, a qual determina o manejo integrado para controle da doença. Nesse estado todos os plantios de citros devem ser relatados à secretaria de agricultura e são autorizados mediante o emprego de medidas de manejo do cancro cítrico.

No estado de São Paulo adotou-se, de 1999 a 2009, uma legislação mais rigorosa para o cancro cítrico. Nesse período, a

erradicação das plantas consideradas como suspeitas de infecção era determinada considerando-se a incidência de plantas sintomáticas detectadas no talhão. Por talhão entende-se um bloco uniforme de plantas cítricas da mesma idade, variedade e porta-enxerto e mantidas sob os mesmos tratamentos culturais. Incidências de plantas sintomáticas superiores a 0,5% determinavam a eliminação de todas as plantas do talhão. Para incidências iguais ou menores a 0,5%, a planta sintomática e as demais contidas num raio mínimo de 30 metros a partir de cada planta sintomática eram eliminadas. Nessa época, em São Paulo, não eram mais aceitos como métodos de erradicação a poda drástica ou a desfolha das plantas suspeitas de estarem infectadas. A metodologia de erradicação baseada na incidência de plantas sintomáticas no talhão foi adotada a partir de setembro de 1999. A mudança na metodologia de erradicação em São Paulo nesse ano foi provocada pela observação de um maior número de casos de cancro cítrico (tanto no número de plantas afetadas como de talhões) após a introdução, em 1996, do minador dos citros, que alterou o padrão espacial do cancro cítri-

co e potencializou a disseminação da doença. Mais detalhes da interação entre o minador dos citros e o cancro cítrico são apresentados a seguir.

Recentemente, outras duas mudanças ocorreram na legislação do estado de São Paulo referentes ao controle do cancro cítrico, uma em 2009 e a mais recente em 2013. Em 2009 deixou-se de eliminar todas as plantas de talhões com incidência de plantas sintomáticas superior a 0,5%. Nesse ano voltou-se a utilizar exclusivamente o raio de 30 metros, independentemente da incidência de plantas sintomáticas. Esse era o critério adotado de 1995 a 1999, quando ainda não se registrava a presença, no Brasil, do minador dos citros. Em novembro de 2013 foi publicada a Resolução SAA 147, que alterou novamente as ações de erradicação do cancro cítrico em São Paulo ([Anexo I - pag. 81](#)). Segundo essa legislação, que vige atualmente, somente as plantas sintomáticas devem ser eliminadas, e as demais presentes até 30 metros dessas plantas sintomáticas devem ser pulverizadas com calda cúprica a cada nova brotação. Além disso, todo produtor comercial de citros deve realizar

ao menos uma inspeção em área total a cada trimestre para detecção e eliminação das plantas sintomáticas. Embora essa nova legislação estadual esteja em concordância com um dos quatro métodos de erradicação previstos na legislação federal vigente (Portaria 291), é a primeira vez em sua história que a citricultura paulista deixa de adotar a erradicação de plantas assintomáticas para controle do cancro cítrico.

Estratégias de controle

Controlar doenças de plantas é empreender quaisquer ações que visem prevenir ou reduzir os danos provocados pelo agente causal da doença à cultura. Como para a grande maioria das doenças de plantas, o controle do cancro cítrico deve basear-se no emprego de um conjunto de medidas, as quais são determinadas pela estratégia a ser adotada. De forma simplificada, existem duas estratégias globais de controle para o cancro cítrico. Uma delas baseia-se na exclusão e erradicação do patógeno. Nesse caso, o objetivo é manter os pomares de uma determinada região (que pode ser um continente, um país, um estado, uma região ou até mesmo

uma propriedade) livres da doença ou com incidência muito baixa de plantas doentes. A outra consiste no manejo integrado. A finalidade dessa segunda estratégia é reduzir os danos e perdas em áreas com ampla disseminação da doença, nas quais o cancro cítrico está presente na maioria das plantas e pomares cítricos.

Os custos financeiros e humanos e os impactos econômicos e sociais da eliminação da maioria das plantas e pomares cítricos de uma região comprometem a viabilidade dessa estratégia em áreas altamente infestadas. A erradicação do agente causal da doença foi adotada no passado, durante vários anos ou mesmo décadas, em algumas regiões produtoras de citros como a Flórida (Estados Unidos), a Argentina, o Uruguai e os estados do Sul do Brasil, dentre outras. Mas nessas mesmas regiões ou países, as campanhas de erradicação do patógeno não existem mais e seus citricultores atualmente adotam o manejo integrado do cancro cítrico. Os níveis de incidência relativamente altos que a doença atingiu, mesmo após a erradicação de milhares de plantas e pomares em cada uma dessas regiões, e os custos elevados necessários para

a manutenção da erradicação de plantas resultaram na mudança de estratégia e na interrupção das campanhas de erradicação. O estado de São Paulo mantém, desde 1957, uma campanha oficial de erradicação do cancro cítrico. Apesar das mudanças ocorridas na metodologia de erradicação da doença ao longo de mais de cinco décadas e do aumento do número de casos desde 2009, o parque citrícola paulista, diferentemente de outras regiões, ainda apresenta uma baixa incidência de plantas e pomares doentes. Embora não se tenha alcançado a erradicação do agente causal do cancro cítrico em São Paulo, a baixa ocorrência da doença é uma vantagem competitiva compartilhada por todos os citricultores do estado.

Independentemente da estratégia global de controle do cancro cítrico ser a erradicação ou o manejo integrado, em ambos os cenários o produtor deverá adotar um conjunto de medidas de controle específicas para cada situação. A decisão sobre qual estratégia adotar depende da legislação em vigor e da incidência da doença na região. Além disso, uma mesma medida de controle pode ser adotada tanto num ce-

nário de erradicação do patógeno quanto no manejo integrado do cancro cítrico. A estratégia de exclusão e erradicação é tecnicamente indicada para áreas cítricas nas quais não há cancro cítrico (áreas livres) ou a ocorrência da doença é muito baixa e está restrita a poucos pomares. A exclusão consiste em evitar a entrada da bactéria causadora do cancro cítrico em áreas sem a doença. Para isso, as medidas de controle recomendadas são o plantio de mudas saudáveis, a utilização de material de colheita próprio e a desinfestação de ferramentas, equipamentos e veículos que adentram a propriedade. A erradicação, por sua vez, consiste na eliminação do agente causal da doença em uma determinada área pela remoção e destruição de plantas com e sem sintomas, com objetivo de evitar ou reduzir a disseminação da doença para talhões e propriedades ainda livres dela. Contudo, é possível que programas de erradicação não consigam a completa e definitiva eliminação do patógeno, mas resultem na manutenção da doença em níveis muito baixos e estáveis ao longo dos anos. Tem-se, nesse caso, a supressão da doença, a qual define exatamente a situação de São Paulo, onde

o cancro cítrico nunca foi eliminado totalmente, mas mantido em níveis mínimos de incidência durante mais de 50 anos. Para fins didáticos, o termo erradicação é utilizado neste documento como sinônimo de supressão para referir-se à estratégia de controle adotada oficialmente no Brasil e em outros países.

É importante salientar que a erradicação de plantas está necessariamente associada a inspeções frequentes realizadas por pessoal treinado, capaz de identificar a doença nos estádios iniciais e em situações diversas. Além disso, o controle químico, representado historicamente pelos bactericidas cúpricos e, mais recentemente, pelos indutores de resistência, tem espaço limitado nesse cenário. Nenhum defensivo agrícola é capaz de impedir a entrada e a disseminação da doença entre plantas no pomar. Nesse caso, o uso desses produtos deve estar sempre associado à inspeção e erradicação e limitado a talhões ou propriedades com focos de cancro cítrico. Como no cenário de erradicação do patógeno são empregadas a inspeção e a eliminação de plantas, e o uso de cúpricos e indutores de resistência não impede, por

completo, a ocorrência de novas infecções; não faz sentido o uso desses defensivos em larga escala, devendo-se aplicar os recursos financeiros na detecção precoce de plantas sintomáticas e na erradicação dos focos da doença.

Por outro lado, o manejo integrado é recomendado para áreas nas quais a doença está amplamente disseminada, não mais restrita a uma pequena parte dos talhões e das propriedades. Essa é a situação dos estados do Sul do Brasil e do estado norte-americano da Flórida, como já citado. Nessas regiões, de uma forma geral, o controle é realizado com o objetivo final de reduzir a queda de frutos com sintomas de cancro cítrico. Nesse cenário, as medidas de controle visam amenizar os efeitos da doença e são adotadas de maneira integrada. As principais medidas de controle recomendadas nessa situação são: plantio de variedades menos suscetíveis, implantação de quebra-ventos arbóreos, controle do minador dos citros e aplicação de bactericidas cúpricos e indutores de resistência.

Teoricamente, regiões de baixa incidência ou livres da doença podem optar pelo manejo do cancro

cítrico. No entanto, essa opção é um caminho sem volta. Uma vez presente nos pomares, o cancro cítrico não pode ser eliminado sem a destruição das plantas. Evidentemente, a opção pela erradicação do cancro cítrico que São Paulo fez, e ainda faz, permite que custos adicionais para seu controle sejam evitados. Do contrário, a disseminação da doença pelo parque citrícola paulista resultaria em aumento de custos e redução da rentabilidade do citricultor.

Medidas de controle

Inspeção e erradicação

Em áreas livres ou sob erradicação cada citricultor precisa saber se o cancro cítrico ocorre em seus pomares e também na microrregião em que sua propriedade insere-se por meio de inspeções periódicas (Figura 22). A presença da doença numa propriedade qualquer, ou nos seus arredores, até alguns quilômetros, exige ações de erradicação quando da detecção dos focos da doença, para a manutenção da sanidade dos pomares.

Por propiciar a observação minuciosa das plantas, a maioria das inspeções para o cancro cítrico é

realizada via solo pelo caminhamento dos inspetores entre as linhas de plantio do pomar, próximo à copa das plantas (Figura 22 A). No entanto, em pomares adultos, com árvores de grande porte, é fundamental ainda a realização de inspeções em plataformas, como as utilizadas para detecção de HLB. Essas inspeções permitem melhor visibilidade do topo das plantas, onde o cancro cítrico pode ocorrer inicialmente após a disseminação por chuva associada a vento (Figura 22 B).



Figura 22 – Inspeções de cancro cítrico via solo (A) e plataforma (B).

A frequência e a velocidade de inspeção são altamente dependentes do risco de contaminação que uma determinada área apresenta. Em face de ocorrência prévia da doença na propriedade ou em áreas vizinhas, a frequência de inspeção e o nível de atenção devem ser intensificados. Sugerem-se duas metodologias distintas de inspeção quanto à velocidade de cami-

nhamento no pomar: contínua e detalhada (Figura 23). O objetivo da inspeção contínua é procurar por focos da doença em área até então livre do cancro cítrico. Para essa visibilidade, o inspetor deve observar as plantas ao caminhar de forma ininterrupta paralelamente à linha de plantio. Essa é uma inspeção mais rápida e o rendimento pode variar de 400 a 1000 plantas/dia/inspetor, dependendo do

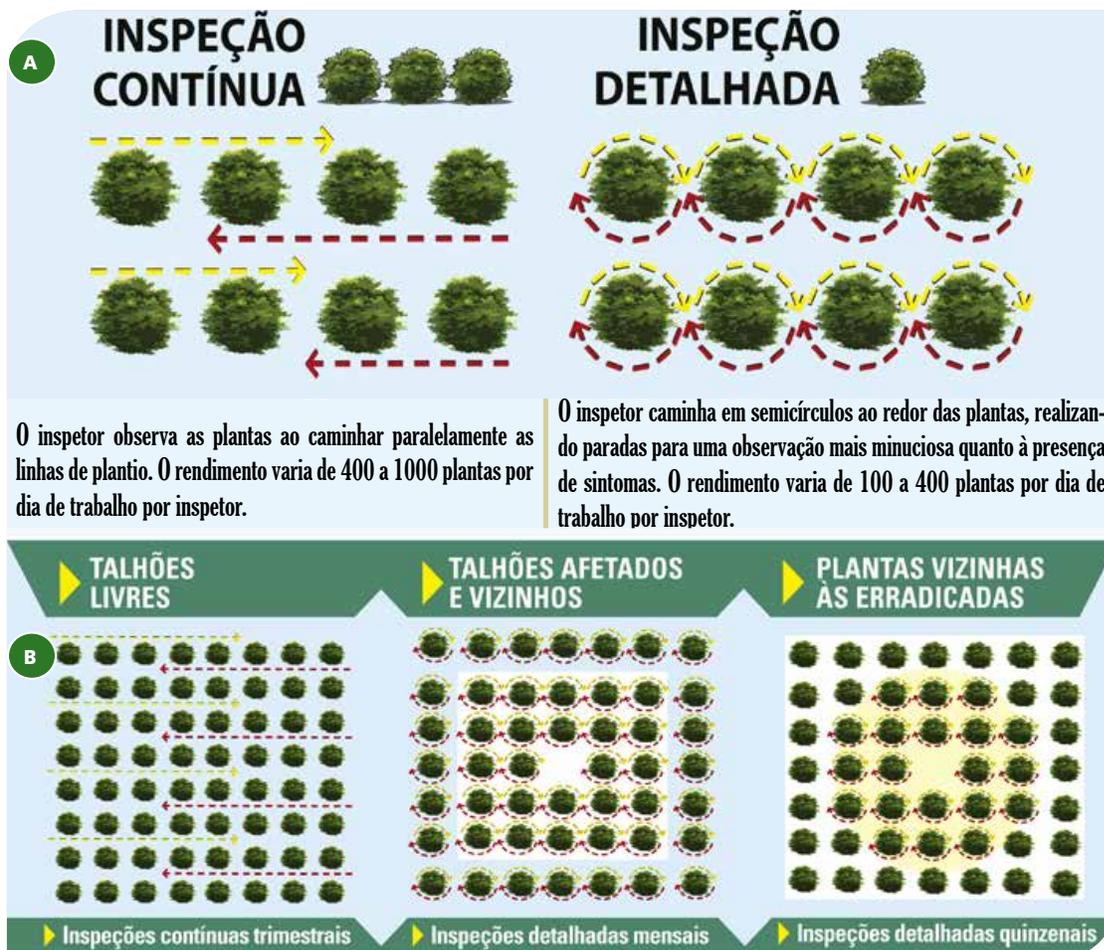


Figura 23 – Metodologias de inspeção para detecção de cancro cítrico quanto à velocidade de caminhamento no pomar (A) e frequência em função da presença ou proximidade de plantas com sintomas da doença (B).

tamanho das plantas. A inspeção detalhada, por sua vez, objetiva quantificar o número total de plantas doentes. Essa inspeção é muito mais lenta e minuciosa que a contínua e o rendimento pode variar de 100 a 400 plantas/dia/inspetor. Na inspeção detalhada, o inspetor deve caminhar na linha em semicírculos ao redor da

copa e parar em frente às plantas a cada dois passos para observar a presença de sintomas de cancro cítrico (Figura 23 A).

Diferentes estratégias de inspeção podem ser implementadas em propriedades com e sem histórico recente da doença. Para áreas onde o cancro cítrico não

tenha sido relatado nos últimos dois anos e nas quais não há risco iminente de contaminação sugerem-se pelo menos quatro inspeções contínuas distribuídas ao longo do ano. Essas inspeções podem ser realizadas em todas as linhas de plantio ou em linhas alternadas. A vantagem dessa última é a maior frequência do número de passadas em uma determinada área. É importante que uma dessas inspeções seja realizada no máximo um mês antes da colheita.

Caso sejam detectadas plantas com cancro cítrico em propriedades comerciais, os esforços para o controle da doença devem ser intensificados. Assim que as primeiras plantas doentes forem encontradas pelas inspeções, elas devem ser imediatamente queimadas e uma varredura deve ser realizada em toda propriedade, com inspeções detalhadas, para determinar a quantidade de plantas doentes e a distribuição da doença. Com isso é possível saber quais talhões estão com plantas sintomáticas e a incidência de plantas com cancro cítrico em cada talhão. Conhecendo-se a distribuição e incidência da doença na propriedade é possível estabelecer um plano de inspe-

ção específico para cada talhão. Apesar de a legislação atual exigir inspeções trimestrais, independentemente da presença da doença, e a eliminação somente das plantas sintomáticas, a adoção de medidas complementares como inspeções mais frequentes em áreas afetadas e a eliminação das plantas ao redor das plantas sintomáticas ou até mesmo de um talhão com muitas plantas doentes podem aumentar significativamente as chances de sucesso da erradicação ou supressão do cancro cítrico. Por isso, em propriedades com casos da doença sugere-se estabelecer três zonas de inspeção (Figura 23 B):

- a) talhões livres;
- b) talhões com cancro cítrico e talhões vizinhos desses; e
- c) plantas vizinhas às plantas doentes eliminadas.

- **Talhões livres:** podem ser feitas inspeções contínuas assim como para as propriedades livres.
- **Talhões afetados e talhões vizinhos:** as inspeções devem ser detalhadas e realizadas mensalmente. Esse intervalo pode ser aumentado após 18 a 24 meses sem novas ocorrências da

doença. Em pomares adultos, com plantas de grande porte, a realização de inspeções em plataformas é recomendada (Figura 22 B).

- **Plantas vizinhas às plantas doentes eliminadas:** estabeleça-se um raio para inspeções detalhadas das plantas vizinhas às plantas detectadas com a doença, realizadas mensal ou quinzenalmente. Essas inspeções podem ainda ser sincronizadas com as inspeções mensais no talhão. A faixa de ação dependerá da mão de obra disponível e do rigor adotado pelo produtor. A inspeção de plantas adjacentes às doentes é de grande importância para o controle do cancro cítrico. Plantas com cancro cítrico são mais frequentemente detectadas próximas dos focos iniciais da doença e são tipicamente plantas não detectadas (escapes) remanescentes de inspeções anteriores ou resultantes de novas infecções.

Talhões com alta incidência ou com plantas sintomáticas espalhadas por toda sua extensão devem ser preferencialmente

eliminados. A eliminação de talhões, total ou parcialmente, previne que áreas ainda sadias ou com baixa incidência, na mesma propriedade e em propriedades vizinhas, sejam afetadas.

Embora seja teoricamente possível eliminar por completo o cancro cítrico de propriedades inteiras apenas com a eliminação das plantas sintomáticas, a eliminação de plantas vizinhas às plantas sintomáticas é aconselhável em todos os casos. Frequência maior de inspeção para detecção do cancro cítrico permite, teoricamente, menor rigor na eliminação das plantas assintomáticas circunvizinhas das plantas doentes. Além disso, o número de plantas assintomáticas a serem eliminadas depende também da qualidade das inspeções, incidência de plantas sintomáticas, idade e variedade das plantas e do tempo que a doença está presente no talhão.

Frequência adequada, qualidade das inspeções e eliminação de plantas vizinhas das detectadas com cancro cítrico são fundamentais para conter a doença. Na grande maioria das inspeções, apenas parte das plantas sintomáticas é detectada. Ou seja, o total de plantas doentes em uma

área qualquer é subestimado e essas plantas não detectadas ou escapes continuarão a atuar como fontes de inóculo para a infecção de novas plantas e pomares. Quanto maiores a frequência e qualidade das inspeções, menos plantas escapes permanecerão na área. Por outro lado, longos intervalos entre inspeções e baixa qualidade de inspeção resultarão em muitos escapes. Os raios de erradicação devem ser maiores ou deve-se até mesmo eliminar talhões inteiros quando não se consegue detectar nas inspeções grande parte das plantas sintomáticas. Para ilustrar essa situação vale comparar os programas de erradicação de São Paulo e Flórida. Simultaneamente à incorporação do critério de erradicação do cancro cítrico com base na incidência de plantas doentes (0,5%) em São Paulo, devido à introdução do minador dos citros, a Flórida, também em 1999, substituiu o então vigente raio de erradicação de aproximadamente 38 metros para quase 600 metros. Na presença do minador, o cancro cítrico passa a ser propagado mais facilmente também a distâncias maiores, de até alguns quilômetros, exigindo a eliminação de mais plantas circunvizinhas das detectadas com

a doença. O emprego de tamanha distância na Flórida naquela época visava a completa erradicação da bactéria agente causal do cancro cítrico de sua citricultura. A erradicação de um patógeno qualquer exige esforços descomunais. São Paulo, ainda capaz de empregar milhares de inspetores para detecção do cancro cítrico, adotou o critério do 0,5% associado a levantamentos amostrais anuais, varreduras nas áreas mais contaminadas do estado, inspeções em zonas não comerciais e inspeções detalhadas em áreas comerciais próximas de focos da doença. O governo da Flórida, não podendo contar com a mesma força para inspeção, teve que adotar raios maiores e indenizar os citricultores.

Quanto maior o número de plantas sintomáticas detectadas num talhão, mais plantas assintomáticas devem ser eliminadas. Como já discutido, é comum a existência de plantas escapes, não detectadas após as inspeções. Quando a incidência é maior, a doença encontra-se, geralmente, mais distribuída no talhão e a probabilidade de saneamento da área somente pela eliminação das plantas sintomáticas é bastante reduzida. Nessas

situações, o rigor na eliminação de plantas assintomáticas deve ser maior. Muitas vezes, alta incidência de plantas sintomáticas ocorre também em pomares de plantas mais jovens, de genótipos mais suscetíveis, ou em talhões que estão infestados já há alguns anos, e o citricultor deve estar atento a isso.

As inspeções devem também ser feitas em pomares cítricos não comerciais, quintais de zonas urbanas e rurais, pastagens, entre outros, pois qualquer planta sintomática produz continuamente muitos milhões de bactérias capazes de serem disseminadas a quilômetros de distância por chuva com ventos. Caso sejam detectadas plantas doentes, elas devem ser eliminadas. Plantas aparentemente saudáveis localizadas em áreas não comerciais também devem ser, quando possível, eliminadas.

Sanear uma área detectada com cancro cítrico, ou manter a doença em baixíssima incidência, exige esforço rigoroso e contínuo, por vários anos ou até mesmo por tempo indefinido. Dificilmente consegue-se eliminar o cancro cítrico de uma propriedade em apenas uma safra, a não ser que todas as plantas cítricas sejam eli-

minadas ou que o foco seja detectado precocemente, quando o número de plantas doentes ainda é muito pequeno. Assim, a citricultura paulista deve incorporar na sua rotina ações integradas de controle do cancro cítrico. Apesar da prevenção e a eliminação de focos ainda ser a melhor opção no curto e médio prazos, medidas de controle adotadas em áreas endêmicas, como bactericidas cúpricos e quebra-ventos, passaram a ter papel importante também para a citricultura paulista mediante o aumento da doença no estado. Os citricultores devem traçar suas estratégias de controle considerando os métodos disponíveis, seu custo relativo, a situação específica em que se encontram frente ao cancro cítrico, o destino da produção e sua receita financeira com a citricultura. A situação atual é mais complexa que a vivida pelos citricultores no passado. Cada situação tem suas peculiaridades e desafios e os citricultores devem aprender a empregar os métodos de controle objetivando a melhor relação custo/benefício possível.

Desinfestação

Quando a estratégia de controle é evitar a entrada da bactéria causadora do cancro cítrico

numa propriedade ou local ainda livre da doença, a desinfestação de equipamentos, ferramentas, utensílios, veículos e pessoas (pele, roupas e calçados) que têm acesso aos pomares é essencial (Figura 24). Nesse caso, desinfestar consiste em eliminar superficialmente a bactéria do cancro cítrico. Como a bactéria é incapaz de infectar objetos e pessoas e os produtos desinfestantes não têm ação de penetração, o termo desinfecção é muitas vezes erroneamente empregado como sinônimo de desinfestação. Essa medida de controle é empregada, por exemplo, quando se pretende evitar a entrada da bactéria agente causal do cancro cítrico numa propriedade livre da doença, num viveiro de mudas cítricas, ou em pomares ainda livres de uma propriedade que tenha o cancro cítrico presente em um ou poucos talhões.

Os produtos utilizados para a desinfestação, também chamados de erradicantes, são à base de amônia quaternária, hipoclorito de sódio ou digluconato de clorohexidina. Enquanto os dois primeiros são indicados para aplicação em veículos, equipamentos, ferramentas e utensílios, pode-se aplicar o digluco-

nato de clorohexidina na pele, sendo indicado, portanto, para a desinfestação das mãos. Esses compostos químicos têm ação apenas superficial, não atingem de forma significativa as bactérias presentes internamente nas lesões de cancro cítrico e também não possuem ação residual. Assim, quando aplicados em tecido vegetal infectado (folhas, frutos e ramos de citros com lesões de cancro cítrico) não são efetivos no controle da doença e também não previnem novas infecções ou a exsudação das bactérias das lesões. Dessa forma, seu uso é exclusivo para aplicação em materiais inertes ou pele, agindo como desinfestantes de superfície e não devendo ser aplicados para o controle do cancro cítrico em condições de campo. Doses e formas de aplicação devem seguir as recomendações dos fabricantes.

A desinfestação deve ocorrer em vários pontos e atividades na fazenda. Arco-rodolúvios devem ser instalados em todos os pontos de acesso da propriedade para a desinfestação de todos os carros, caminhões, ônibus de trabalhadores e implementos que transitam por esses acessos (Figura 24A). Além disso, é importante que os veículos sejam vistoriados

quanto à presença de restos vegetais cítricos e que eles sejam eliminados. Condutores dos veículos, visitantes e pessoas, de maneira geral, que entrem na propriedade devem ser orientados a passar pelo pedilúvio e lavar as mãos e calçados com o produto desinfestante apropriado.

Também deve ser realizada a desinfestação durante as inspeções de cancro cítrico. Normalmente, os inspetores são orientados a não tocar nas plantas durante a vistoria. No entanto, quando sintomas suspeitos da doença são encontrados, uma análise visual mais minuciosa das lesões deve ser realizada, o que necessariamente leva à manipulação do material vegetal. Nesse caso, e sempre que houver mudança de talhão, ou mesmo de linha de plantio, durante as inspeções, é importante a desinfestação das mãos dos inspetores (Figura 24 B).

A colheita é uma atividade que impreterivelmente deve ser acompanhada de desinfestação prévia. Materiais de colheita, como caixas, sacolas e escadas, transitam por muitos talhões em um curto espaço de tempo, por isso podem contribuir para a disseminação do cancro cítrico. Além da utiliza-

ção de utensílios próprios para a colheita é necessário que a cada mudança de área se façam ainda a desinfestação desse material e a higienização das mãos e roupas dos colhedores com produto erradicante adequado (Figura 24 C). O escalonamento da colheita de áreas sem histórico da doença para áreas com ocorrências prévias também auxilia na prevenção da disseminação da bactéria causadora do cancro cítrico. Seguindo esse raciocínio, atenção deve ser voltada também às atividades tratorizadas continuamente realizadas em pomares. Assim como o material de colheita, máquinas e equipamentos também podem disseminar a bactéria dentro do talhão ou para diferentes talhões, e por isso, devem ser apropriadamente desinfestados (Figura 24 D).

Bactericidas cúpricos

Bactericidas cúpricos para o controle de doenças de plantas são estritamente protetivos, não possuem atividade curativa nem ação sistêmica na planta. O cobre presente na grande maioria das formulações cúpricas está na forma fixa, como o hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre e óxido cuproso. Ao contrário de cobs não fixos ou solúveis, como o sulfato e o nitrato de cobre, os



Figura 24 - Desinfestação preventiva de material de colheita (A), barra para aplicação de herbicida (B), veículo (C) e mãos (D).

cobres fixos são predominantemente insolúveis ou muito pouco solúveis. Essa característica proporciona maior período residual e menor fitotoxicidade às plantas. Uma vez aplicados, as partículas de cobre aderem à superfície

vegetal e formam uma barreira protetora que funciona como um reservatório de cobre, liberando lentamente íons de cobre tóxicos para as bactérias. Exsudatos da planta e microrganismos desempenham papel importante na

solubilidade de cobre, formando ácidos fracos que reduzem o pH na superfície da planta, o que aumenta lentamente a solubilidade e disponibilidade de cobre iônico.

Bactericidas à base de cobre são componentes essenciais do manejo integrado do cancro cítrico por reduzirem a quantidade de sintomas nas plantas e as perdas por queda de frutos sintomáticos. Por isso são essenciais para áreas nas quais a doença é endêmica. Produtos cúpricos não impedem a entrada do cancro cítrico no pomar, ou a disseminação da doença entre plantas e pomares, mas diminuem a quantidade de sintomas nas plantas. Em áreas onde o controle do cancro cítrico é feito com a eliminação de plantas, como no estado de São Paulo, o uso do cobre para o controle do cancro cítrico deve ser racionalizado e, quando utilizado, estar sempre associado a inspeções frequentes e à eliminação dos focos da doença. Assim, seu uso pode ser recomendado para os talhões ou propriedades com cancro cítrico principalmente nas épocas de primavera e verão, quando as plantas estão mais predispostas à infecção. Atualmente, no estado de São Paulo, muitos produtores estão realizando pulverizações

preventivas com cúpricos em área total, independentemente da existência do cancro cítrico em sua propriedade. Essas aplicações resultam em maiores custos de produção sem que o produtor tenha benefícios no controle da doença. Os recursos humanos e financeiros empregados nas pulverizações com cúpricos, nesse caso, deveriam ser investidos em inspeções de plantas para detecção e eliminação de focos. No entanto, pomares mais adensados, com intenso trânsito de máquinas e frequente contato dessas com as plantas cítricas, devem ser pulverizados mensalmente com cúpricos objetivando reduzir a disseminação da doença entre plantas e talhões.

Como já mencionado, o uso de cúpricos não impede por completo a disseminação do cancro cítrico entre plantas e pomares. Se assim fosse, nas regiões onde se faz uso contínuo de cúpricos, não existiriam plantas doentes nos pomares tratados. Por exemplo, no estado do Paraná, desde o plantio, os pomares recebem periodicamente pulverizações cúpricas, as quais não impedem que em poucos meses ou anos a doença já esteja presente em todas as plantas das áreas tratadas.

Naquela região, como em outras, bactericidas cúpricos são empregados para reduzir a queda de folhas e, principalmente, frutos com sintomas, mas não para impedir a disseminação da doença entre plantas e pomares. Caso o cancro cítrico esteja presente numa área, o uso exclusivo de bactericidas cúpricos não impedirá a infecção de novas plantas e talhões nessa mesma área, e a doença continuará a se expandir caso as plantas doentes, e as vizinhas, não sejam eliminadas.

Até o momento não foram observadas diferenças quanto à eficácia das diferentes formulações de cobre fixo para o controle do cancro cítrico. Segundo resultados de pesquisas recentes conduzidas pelo Fundecitrus em pomar destinado a produção de suco, doses de 50 a 70 g de cobre metálico por 100 litros de água e volume de calda de 70 ml por m³ de copa são suficientes para um adequado controle do cancro cítrico. No entanto, em pomares destinados ao mercado de fruta fresca doses maiores podem ser necessárias. Por outro lado, doses e volumes menores terão ainda que ser melhor investigados. De qualquer forma, estes valores representam uma

redução de cerca de 50% de ingrediente ativo e volume de calda em relação ao que vem sendo praticado em algumas regiões que realizam o manejo integrado da doença sem comprometer a qualidade do controle, o que significa redução de custos de produção e de impactos ambientais, além de aumentar o rendimento operacional dos equipamentos.

Para áreas nas quais se faz o manejo do cancro cítrico, as pulverizações são iniciadas pouco antes do florescimento, visando proteger as brotações que acompanham os ramos reprodutivos, ou logo após, quando os frutos estão com 3 a 5 milímetros de diâmetro. As aplicações são realizadas subsequentemente em intervalos de 21 a 28 dias durante o período de primavera e verão, ou sempre que as plantas apresentarem folhas (brotações) ou frutos jovens. O controle químico do cancro cítrico se faz, geralmente, optando-se por um dos seguintes programas de pulverização:

- a) aplicações durante toda a primavera e verão em intervalos fixos ou sempre que as plantas apresentarem tecidos jovens, objetivando a proteção de folhas e frutos;

- b) aplicações somente durante a primavera (ou no máximo até o início do verão), visando a proteção de frutos em desenvolvimento, quando estão suscetíveis à infecção.

Essa última estratégia proporciona redução significativa do número total de aplicações durante uma safra e, além dos frutos, também confere proteção às folhas durante o período de pulverizações. A paralisação das pulverizações ao final da primavera pode resultar em maior intensidade da doença no verão subsequente. No entanto, as consequências desse aumento da doença para as safras seguintes ainda são desconhecidas. Além disso, o destino da produção, dentre outros fatores, determina o programa de controle químico com cúpricos a ser adotado. Como sintomas de cancro cítrico em frutos não são aceitos no mercado in natura, o regime de pulverizações cúpricas nos cultivos destinados a esse mercado deve ser mais intensivo que em pomares cuja produção é destinada à indústria. Nesse segundo caso, objetiva-se exclusivamente reduzir a queda de frutos resultante da presença da doença.

O uso de bactericidas cúpricos para o controle do cancro cítrico em áreas endêmicas é imprescindível. No entanto é importante salientar que o uso frequente de cobre pode levar à seleção de resistência a esse metal na população da bactéria causadora do cancro cítrico. Isso já ocorreu na Argentina na década de 1990, quando o controle químico em alguns talhões na região de Corrientes passou a ser menos efetivo devido à resistência ao cobre detectada na população de *X. citri* subsp. *citri* daquela região.

Indutores de resistência

Estudos recentes têm demonstrado o efeito de inseticidas sistêmicos neonicotinóides sobre o cancro cítrico. Além de promover o controle de importantes pragas e vetores que afetam os citros, como o psíldeo *Diaphorina citri*, inseto vetor do HLB, esses produtos promovem reduções significativas na intensidade do cancro cítrico, principalmente em plantas jovens de até três anos de idade. Essa redução não ocorre pela ação bactericida desses compostos ou somente pelo controle do minador dos citros, mas principalmente pela ativação do sistema de defesa das plantas. Os ingredientes ativos mais estudados, com ação

comprovada como indutores de resistência genética no controle do cancro cítrico e com registro comercial para a cultura dos citros no Brasil, são: acetamiprido, imidacloprido e tiametoxam.

É importante ressaltar que, da mesma forma que os bactericidas cúpricos, os indutores de resistência não impedem a disseminação do cancro cítrico entre plantas e pomares e, conseqüentemente, o estabelecimento do cancro cítrico no pomar. Em áreas onde o cancro cítrico está sob erradicação ou supressão, o uso desses produtos deve ser nos talhões ou propriedades com histórico da doença e naqueles com maior risco de contaminação (vizinhos de áreas com a doença). Por outro lado, os indutores vêm se tornando um componente importante para o manejo do cancro cítrico em áreas com ocorrência endêmica da doença. No Brasil, com a necessidade de controle do psílido *D. citri* em razão do HLB estar presente em parte das áreas produtoras de citros do país, tem-se como benefício adicional do uso desses inseticidas a redução da intensidade do cancro cítrico pela indução da resistência genética das plantas. Melhores resultados têm sido obtidos com aplicações via solo

(drench) no colo das plantas. No entanto, fatores como a dinâmica do produto no solo e na planta pós-aplicação, solubilidade, absorção e redistribuição na planta, degradabilidade e efeito da associação com bactericidas cúpricos no controle do cancro cítrico precisam ser mais bem estudados. O efeito de indução de resistência para o cancro cítrico também já foi demonstrado para outras substâncias como: acibenzolar-S-metil e ácido isonicotínico, mas esses indutores de resistência não possuem efeito inseticida, como os neonicotinóides. Os indutores de resistência, com ou sem ação inseticida, não possuem ação bactericida e, embora sejam sistêmicos nas plantas, suas aplicações devem ser preventivas.

Resistência varietal

Todas as espécies e variedades comerciais de citros podem ser afetadas pelo cancro cítrico. Entretanto, existem diferenças significativas de suscetibilidade entre esses genótipos. Assim, os genótipos comerciais de citros não apresentam imunidade, ante a qual o patógeno é incapaz de se desenvolver nos tecidos da plantas e provocar a doença. No entanto, como já mencionado, esses mesmos genótipos de citros

apresentam diferenças quanto à intensidade da doença. Nesse caso, a resistência é parcial e os genótipos são suscetíveis ao patógeno, mas diferem quanto à magnitude dos sintomas. Embora suscetíveis, as diferenças quanto à suscetibilidade dos genótipos de citros ao cancro cítrico são marcantes no campo e, por isso, permitem controle mais efetivo da doença nas regiões em que são empregados. Genótipos menos suscetíveis apresentam sintomas menos intensos em folhas e frutos e o progresso da doença é mais lento, os quais resultam em menor queda de frutos. Trata-se de um método de controle relativamente efetivo, durável, de baixo custo e, quando associado a outros métodos de controle, permite a produção econômica de citros mesmo quando todas as plantas apresentam a doença (cenário comum nas regiões endêmicas, nas quais se faz o manejo do cancro cítrico). Por outro lado, em áreas livres do patógeno, o uso de genótipos resistentes (ou menos suscetíveis, como visto) é praticamente irrelevante. Nessas regiões o objetivo é manter as áreas de produção completamente livres do patógeno e não empregar métodos de controle que resultem em menor perda de

frutos com sintomas. No entanto, em áreas livres próximas a áreas com ocorrência da doença, o plantio de materiais menos suscetíveis pode resultar, futuramente, em menores focos da doença (focos com poucas plantas doentes).

A suscetibilidade de plantas cítricas ao cancro cítrico não depende apenas da variedade copa, pois o porta-enxerto também influencia o desenvolvimento da doença. Como a bactéria do cancro cítrico infecta preferencialmente tecidos jovens, porta-enxertos que induzem menor vigor vegetativo, como *Poncirus trifoliata* e seus híbridos (ex. citrumelo Swingle), tendem a contribuir para a redução da intensidade da doença. Da mesma forma, independentemente da variedade ou espécie, a intensidade do cancro cítrico diminui à medida que as plantas tornam-se mais velhas, devido à menor proporção de tecidos suscetíveis na copa em plantas adultas em comparação às plantas jovens. Dentre alguns dos genótipos utilizados na produção de cítricos no Brasil, os menos suscetíveis são as tangerinas Ponkan, Satsuma, Tankan, Cleopatra e Sunki (*C. reticulata*) e a laranja doce Folha Murcha (*C. sinensis*) (Figura 25). Esta última

se destaca por ser a variedade de laranja doce de menor suscetibilidade ao cancro cítrico cultivada comercialmente no Brasil. O manejo da doença em pomares de Folha Murcha é significativamente mais fácil. Mais suscetíveis que esses materiais, em condições de campo, são as laranjas doces Pera, Valência e Natal (*C. sinensis*). Ainda mais suscetíveis são as laranjas doces precoces, como Hamlin, Rubi, Westin, Bahia, Baianinha (*C. sinensis*) e a lima ácida Tahiti (*C. latifolia*). Por último, o grupo de genótipos altamente suscetíveis é formado pela lima ácida Galego (*C. aurantifolia*), os limões verdadeiros (*C. limon*) e os pomelos (*C. paradisi*).

Poda e desfolha

O cancro cítrico é uma doença na qual o patógeno coloniza as plantas de forma localizada, não sistêmica, contrariamente às bactérias associadas ao HLB ou à clorose variegada dos citros (CVC). Internamente às plantas cítricas, a bactéria

agente causal do cancro cítrico localiza-se exclusivamente nas lesões da doença. Externamente, quando as plantas doentes apresentam água livre em sua superfície, as bactérias exsudam das lesões e podem atingir partes das plantas assintomáticas ou mesmo plantas vizinhas. Em razão de sua colonização dar-se de forma localizada, a poda de tecidos sintomáticos ou a desfolha de plantas doentes podem ser empregadas como métodos de controle da doença. Dificilmente consegue-se erradicar a bactéria causadora do cancro cítrico em uma área em-



Foto: Agrotrenas

Figura 25 – Pomar da variedade de laranja doce Folha Murcha no sul do estado de São Paulo.

pregando-se a poda ou a desfolha de plantas, mas esses métodos de controle podem ser utilizados como medidas de sanitização. Sanitização é a redução do inóculo de uma área infestada com um patógeno. Para isso, a poda deve ser preferencialmente drástica, eliminando-se todos os ramos das plantas cítricas e deixando-se apenas as ramificações principais. Por outro lado, a desfolha pode ser feita com defensivos químicos ou fertilizantes nitrogenados. Em razão dos riscos inerentes do emprego de defensivos e da inexistência de produtos registrados para uso como desfolhantes em citros é mais plausível o emprego de fertilizantes nitrogenados para a desfolha de plantas cítricas. Essa desfolha pode ser conseguida com pulverização da copa das plantas com calda de nitrato de amônio a 5%.

A eficácia da poda e da desfolha na redução do inóculo dependerá da remoção por completo dos tecidos sintomáticos das plantas doentes (folhas, ramos e frutos) e da retirada e destruição desses restos culturais por queima ou enterro. Muitas vezes, esses métodos de sanitização falham na eliminação do inóculo pela falta de remoção dos tecidos

sintomáticos das plantas. Além disso, plantas podadas ou desfolhadas que estejam próximas de plantas e pomares com cancro cítrico são muito facilmente reinfestadas. Plantas podadas ou desfolhadas emitem continuamente novas brotações, as quais são muito suscetíveis a infecções pela bactéria agente causal do cancro cítrico. A doença pode ressurgir em magnitudes maiores que as observadas antes do uso desses métodos em razão da maior predisposição à infecção dos tecidos jovens das plantas. Por isso, sugere-se que essas medidas sejam utilizadas apenas em áreas isoladas, seguramente distantes de plantas e pomares com a doença e com uma efetiva eliminação dos restos vegetais retirados das plantas doentes. A poda drástica de plantas é mais efetiva na remoção de folhas e ramos sintomáticos que a desfolha, portanto mais efetiva na sanitização de áreas infestadas. As plantas devem receber, imediatamente após a poda, a pintura dos troncos com cal, para prevenir a sua rachadura pela ação dos raios solares. Sugere-se também o emprego de inseticidas para controle do minador dos citros e também de cúpricos nas brotações emitidas pelas plantas podadas ou

desfolhadas nos meses seguintes ao emprego desses métodos de controle. Tanto a poda quanto a desfolha são mais efetivas no controle do cancro cítrico quando realizadas nos meses de outono e inverno, nas nossas condições, em razão de serem períodos com menor frequência de chuvas.

A desfolha de plantas também pode ser empregada em talhões nos quais foram eliminadas plantas sintomáticas, nesse caso como uma medida adicional, objetivando a redução do inóculo da área. Como é comum a ocorrência de escapes, dentre as plantas remanescentes no talhão podem ainda existir plantas doentes e nesse caso a desfolha auxiliaria na queda de folhas sintomáticas dessas plantas. Essa associação da erradicação de focos com desfolha não é frequentemente utilizada pelos citricultores, mas pode ser efetiva na manutenção de baixos níveis da doença.

Mudas saudias

A utilização de mudas saudias é uma medida essencial no controle do cancro cítrico, assim como de qualquer outra doença de planta. O emprego de mudas saudias deve sempre ocorrer em áreas livres do cancro cítrico e também em áreas

nas quais pratica-se o manejo dessa doença. Para isso é fundamental a aquisição das mudas de viveiros fechados com cobertura plástica e tela antiafídeos nas laterais (ambiente fechado), nos moldes de produção de mudas cítricas do estado de São Paulo. A legislação paulista determina uma série de procedimentos a serem seguidos pelos produtores de mudas cítricas, os quais deveriam ser adotados, obrigatoriamente, em todo o país. Várias são as consequências negativas do emprego de mudas com cancro cítrico. Mudas doentes facilitam enormemente a introdução do patógeno em regiões ou mesmo propriedades até então livres da doença. O replantio de mudas cítricas em pomares já instalados, em substituição a plantas eliminadas (atividade comum em áreas com HLB), pode resultar na introdução da doença em vários pontos de uma propriedade. Plantas com cancro cítrico apresentam desfolha intensa quando não manejadas adequadamente, assim, plantios com mudas doentes resultam em pomares nos quais medidas de controle terão de ser empregadas de imediato, aumentando os custos e as perdas na produção.

Vale ressaltar que a produção

de mudas em ambientes controlados não é um sistema completamente imune à entrada e à propagação da bactéria agente causal do cancro cítrico. Nos anos 2005 e 2006, em São Paulo, o cancro cítrico foi detectado em mais de duas dezenas de viveiros de mudas cítricas. A legislação paulista que regulamenta a produção de mudas cítricas em viveiros fechados é anterior a 2005, portanto todos aqueles viveiros infestados com a doença possuíam cobertura plástica, tela em suas laterais, dentre outras características. Mudas doentes foram comercializadas por esses viveiros e a doença foi introduzida em áreas até então livres. Alguns citricultores utilizaram essas mudas para o replantio em vários pontos de sua propriedade, disseminando a doença em suas áreas. Algumas das normas de produção de mudas não foram seguidas naquela ocasião e a bactéria agente causal do cancro cítrico foi introduzida em um dos viveiros pelo emprego de borbulhas retiradas de plantas com cancro cítrico. Os demais viveiros foram contaminados pela aquisição de porta-enxertos desse primeiro viveiro contaminado.

Caso as normas de produção

de mudas não sejam seguidas corretamente, mudas de plantas cítricas podem apresentar não somente cancro cítrico mas também outras doenças e pragas, como HLB, CVC, gomose e nematóides. Portanto, mudas cítricas devem ser produzidas em ambientes fechados nos quais são empregadas ações que priorizem a sanidade do material de propagação produzido. O ideal é utilizar estufas climatizadas completamente isoladas do meio externo que possuam mecanismos automatizados de controle de temperatura, umidade relativa e luz. No entanto, devido ao alto custo de implantação e manutenção dessas instalações, a produção de mudas cítricas no Brasil concentra-se em ambientes protegidos com cobertura plástica e tela nas laterais. Quanto à localização, a legislação federal atual exige uma distância mínima de 20 metros entre viveiros e pomares cítricos. No tanto, o ideal é que essa distância seja a maior possível. Embora não seja obrigatória, a implantação de quebra-ventos arbóreos na periferia das estufas auxilia não somente na preservação física das instalações, mas também reduz a possibilidade de disseminação de doenças para dentro das estufas.

A tela existente nas laterais dessas estruturas, embora tenha orifícios muito pequenos, é incapaz de impedir a entrada da bactéria *X. citri* subsp. *citri* e de outros microrganismos patogênicos. Assim, recomenda-se manter um recuo interno de pelo menos dois metros entre a tela e as bancadas de mudas, para evitar o molhamento das plantas na ocorrência de chuvas, que podem trazer a bactéria agente causal do cancro cítrico. Da mesma forma, uma vez presente no ambiente de produção de mudas, a bactéria poderá disseminar-se para as demais plantas pela água, dependendo da técnica de irrigação utilizada. Sistemas de irrigação que promovem o molhamento foliar como a aspersão resultam na disseminação do cancro cítrico em viveiros. Por isso, é preferível, nesses ambientes, a utilização de irrigação por gotejamento ou mesmo manual, mas dirigida diretamente ao substrato ou colo das plantas, sem permitir que o molhamento da parte aérea ocorra.

Devido ao risco da ocorrência de cancro cítrico em viveiros, recomenda-se a realização de inspeções mensais nas estufas para detecção precoce da doença, além de inspeções rotineiras dos

pomares próximos à área de produção de mudas. A qualificação dos trabalhadores do viveiro para a adoção dessas medidas preventivas e também para o reconhecimento da doença é fundamental. Outro aspecto que merece atenção é a sanidade do material vegetal utilizado na formação das mudas (copa e porta-enxerto), tais como das sementes e borbulhas ou gemas vegetativas. É imprescindível que esses materiais tenham procedência conhecida e sejam produzidos em conformidade com a legislação atual, livres de doenças e pragas. Apesar de o cancro cítrico não ocorrer em sementes é possível que elas sejam infestadas com a bactéria durante sua extração de frutos sintomáticos e, como consequência, sirvam de veículo para ingresso da bactéria causadora do cancro cítrico em viveiros. De qualquer forma, como medida preventiva, recomenda-se o tratamento das sementes antes de serem utilizadas no sistema de produção de mudas. Esse tratamento pode ser térmico (52 °C por 10 minutos) ou químico (hipoclorito de sódio 0,5%). E, finalmente, é fundamental sempre atentar para o controle de acesso e a desinfestação de pessoas, utensílios, roupas e equipamentos todas as vezes

que elas entrem nas estufas.

Quebra-vento

A utilização de quebra-ventos é uma das práticas mais eficazes no controle do cancro cítrico. Essa é uma medida imprescindível para o manejo integrado em áreas de ocorrência endêmica da doença. É importante ressaltar, no entanto, que quebra-vento e cerca viva não são sinônimos. Quebra-vento é uma barreira homogênea, permeável, formada por plantas mais altas que os citros, instalada externa e internamente nos pomares, com a finalidade de reduzir a ação dos ventos sobre as plantas cítricas. Por outro lado, cerca viva é uma barreira homogênea mais densa (menos porosa) e de menor altura que a cortina quebra-vento, instalada no perímetro da propriedade com a finalidade de restringir o acesso de pessoas e animais.

As espécies utilizadas como quebra-vento devem apresentar menor competição com as plantas cítricas, crescimento rápido e uniforme, copa densa porém permeável e não serem hospedeiras de patógenos e pragas que afetam os citros. Entre as espécies recomendadas como quebra-vento estão casuarina (*Casuarina equisetifolia*) e *C. cunningha-*

miana), grevílea (*Grevillea robusta*), pinus (*Pinus spp.*), eucalipto (*Eucalyptus spp.*) e *Corymbia torelliana* (Figura 26). *C. cunninghamiana* e *C. torelliana* são aquelas que agrupam o maior número de características desejáveis e por isso são as mais indicadas para as condições de São Paulo. *C. torelliana* pertence à família do eucalipto e não é comum no Brasil. Essa espécie, que tem sido amplamente utilizada como quebra-vento em áreas citrícolas da Argentina e Flórida, tem grande potencial para ser usada na citricultura brasileira. As plantas apresentam crescimento rápido, boa resistência ao frio e, diferentemente das espécies de eucalipto utilizadas para esse fim, forma uma barreira homogênea da base ao topo das plantas, características marcantes também em plantas de *C. cunninghamiana* (Figura 26). Para formação de cercas vivas, as espécies mais indicadas são o sansão-do-campo (*Mimosa caesalpinifolia*) e o jambolão (*Eugenia spp.*). Como essas espécies apresentam maior densidade de copa, porém altura máxima de crescimento menor, é comum o plantio de cerca viva no perímetro da propriedade consorciada com espécies recomendadas como quebra-vento, que apresentam copa mais permeável ao vento e atingem maior altura. Para maior proteção do pomar

durante os primeiros anos, espécies arbustivas como o capim-napier ou capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) podem ser cultivadas temporariamente durante o crescimento do quebra-vento arbóreo. No en-

tanto, essa medida vale apenas para pomares em formação.

A finalidade do quebra-vento é reduzir a ação direta das correntes de ar sobre as plantas cí-



Figura 26 - Espécies arbóreas utilizadas como quebra-vento na cultura dos citros para o manejo integrado de cancro cítrico: *Corymbia torelliana* (A), *Grevillea robusta* (B), *Eucalyptus* spp. (C) e *Casuarina cunninghamiana* (D).

tricas, proporcionando condições menos favoráveis para a penetração da bactéria do cancro cítrico no tecido vegetal e o progresso da doença no pomar. As árvores formam um obstáculo natural, reduzindo a frequência e velocidade de rajadas de vento e, conseqüentemente, sua capacidade de disseminar a bactéria por gotas de chuva e de causar ferimentos nas folhas pela abrasão de partículas de poeira e atrito de galhos, lesões que permitem a entrada da bactéria nas plantas cítricas. Além disso, áreas protegidas por quebra-vento perdem menor quantidade de água devido à redução da evapotranspiração e, conseqüentemente, o desenvolvimento e a produtividade dos pomares podem ser maiores. Outra vantagem do emprego de quebra-vento no pomar é que a proteção também contribui para maior eficácia das pulverizações em dias com ventos, por reduzir as perdas por deriva.

Em áreas nas quais o cancro cítrico é endêmico, maiores intensidades da doença são frequentemente associadas aos quadrantes da planta expostos à incidência de ventos predominantes. A incidência de vento acompanhado de chuva é a principal forma de

disseminação da bactéria entre plantas e pomares. A doença normalmente adquire proporções severas quando chuvas são acompanhadas por rajadas de ventos com velocidade média superior a 8 metros por segundo (28,8 quilômetros por hora). Além de causar danos físicos às folhas, ventos com essa magnitude são capazes de lançar a bactéria do cancro cítrico diretamente dentro das plantas pelos estômatos, independentemente da presença de camada protetora de cobre na superfície delas.

Os quebra-ventos arbóreos não devem constituir uma barreira compacta, mas sim permeável. Devem ser implantados perpendicularmente à direção dos ventos predominantes ou em sistemas de compartimentação. O ideal é que o quebra-vento arbóreo seja implantado antes do plantio do pomar, para proporcionar proteção às plantas nos primeiros anos, quando as plantas cítricas são mais suscetíveis à doença. Caso o pomar já esteja instalado, plantas de citros devem ser eliminadas para dar lugar ao quebra-vento. O plantio de árvores nas extremidades das linhas de citros não constitui um quebra-vento. Além de não promover a formação de

barreira homogênea, essa prática compromete o desenvolvimento das plantas cítricas adjacentes e dificulta o trânsito de tratores e equipamentos nas entrelinhas.

O plantio entre as linhas de quebra-vento pode variar de 100 a 400 metros de distância, conforme a declividade do terreno e o nível de proteção que se pretende. Produções destinadas ao consumo in natura precisam de mais proteção, pois o cancro cítrico afeta o aspecto do fruto. Neste caso, as distâncias entre um quebra-vento e outro são menores. Em uma área plana, o quebra-vento oferece uma proteção horizontal equivalente a uma distância de até dez vezes a sua altura. Essa distância é reduzida à medida que a declividade do terreno aumenta. A altura da barreira quebra-vento a ser considerada no cálculo da distância de proteção não é a altura total das plantas arbóreas do quebra-vento, mas a altura acima da copa das plantas da cultura a ser protegida, que nesse caso são as plantas cítricas.

Apesar de apresentar vantagens para o manejo do cancro cítrico, o uso de quebra-ventos em pomares de citros pode apresen-

tar alguns inconvenientes, como redução da área útil de cultivo das plantas cítricas; competição das plantas mais próximas por luz, água e nutrientes; e, principalmente, dificuldade das pulverizações aéreas, imprescindíveis em grandes áreas contínuas de citros. Além disso, há a possibilidade, apesar de pouco estudada, de as espécies utilizadas como quebra-vento serem hospedeiras de pragas dos citros, como é o caso da grevílea, que pode abrigar e multiplicar o ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*). Assim, o planejamento da implantação das barreiras quebra-vento e a adequada condução delas são fundamentais para amenizar as desvantagens inerentes a essa técnica.

Controle do minador

Como mencionado anteriormente, a bactéria causadora do cancro cítrico pode penetrar na planta por aberturas naturais ou por ferimentos, que podem ser mecânicos ou provocados pelo minador dos citros. Esse inseto é uma praga da cultura que afeta principalmente as folhas ainda jovens. O adulto não provoca danos, é somente na fase jovem que o inseto é prejudicial ao desenvolvimento vegetativo do pomar. Apesar de não disseminar

a bactéria de uma planta para outra ou mesmo para diferentes partes da planta, ao se alimentar de tecido vegetal situado logo abaixo da cutícula de ramos e, principalmente, de folhas jovens, o minador provoca ferimentos que servem de entrada para a bactéria causadora do cancro cítrico. O minador forma galerias sinuosas de coloração prateada, resultante da alimentação nas fases imaturas desse inseto, principalmente na face inferior das folhas (Figura 27 A). Durante a alimentação, as lagartas rompem a cutícula e a epiderme e expõem o mesófilo foliar, tornando-o mais predisposto à infecção pela bactéria (Figura 27 B). Essa intera-

ção resulta em maior exposição da planta à infecção e ao aumento da área vegetal lesionada pela bactéria que, por sua vez, leva ao aumento da população da bactéria causadora do cancro cítrico no pomar e, conseqüentemente, à maior severidade e incidência da doença (Figura 7). Anteriormente à presença do minador dos citros, o controle do cancro cítrico era menos custoso e também menos difícil. Na presença desse inseto, as plantas ficam mais predispostas à infecção pela bactéria, resultando em epidemias mais rápidas e intensas da doença. O minador dos citros foi primeiramente detectado em São Paulo em 1996. Posterior-



Figura 27 – Galeria de minador dos citros na face inferior da folha (A) e lagarta minadora alimentando-se no limbo foliar (B).

mente a essa data, o número de focos da doença apresentou um aumento drástico. O mesmo foi observado na Flórida após a primeira detecção desse inseto, em 1993. Nessas duas regiões, os aumentos observados no número e tamanho dos focos da doença resultaram em mudanças nas respectivas campanhas de erradicação existentes na época.

Além de contribuir para a ocorrência de cancro cítrico, o minador é uma praga que pode trazer prejuízos significativos à planta cítrica. As galerias formadas pelo ataque desse inseto atrasam o crescimento de mudas, prejudicam o ramo produtivo, provocam queda prematura de folhas, que por sua vez levam à redução da taxa fotossintética e da produção das plantas. Como nas fases imaturas esse inseto se alimenta nas brotações, o controle deve ser feito preventivamente, quando as plantas apresentam

fluxo vegetativo jovem, usualmente com inseticidas à base de abamectina. Inseticidas neonicotinóides, como tiametoxam e imidacloprido, normalmente utilizados em plantas de até três anos de idade para o controle de *D. citri*, também promovem o controle do minador. As doses e o uso desses inseticidas devem seguir as orientações dos fabricantes. O controle biológico do minador apresenta eficiência limitada. O inimigo natural mais conhecido e estudado dessa praga é a vespa *Ageniaspis citricola*. Por não ocorrer naturalmente no Brasil, essa vespa foi importada e liberada nos pomares paulistas para contribuir no controle do minador. Esse parasitóide tem rápida e ampla dispersão. No entanto, apesar de já terem sido registradas taxas de parasitismo superiores a 80%, o uso do controle químico não pode ser dispensado, principalmente quando ocorrem altas infestações da praga.



8

Cancro cítrico e a citricultura paulista

O presente

De 1999 a 2012, o Fundecitrus realizou levantamentos amostrais no estado para quantificar a incidência de talhões com cancro cítrico. O último levantamento (em 2012) indicou uma incidência de 1,39% de talhões de pomares cítricos comerciais com ao menos uma planta com sintomas da doença (Figura 28). Esse é o maior nível de contaminação em toda a história da citricultura em São Paulo. Os fatores determinantes desse aumento da doença foram:

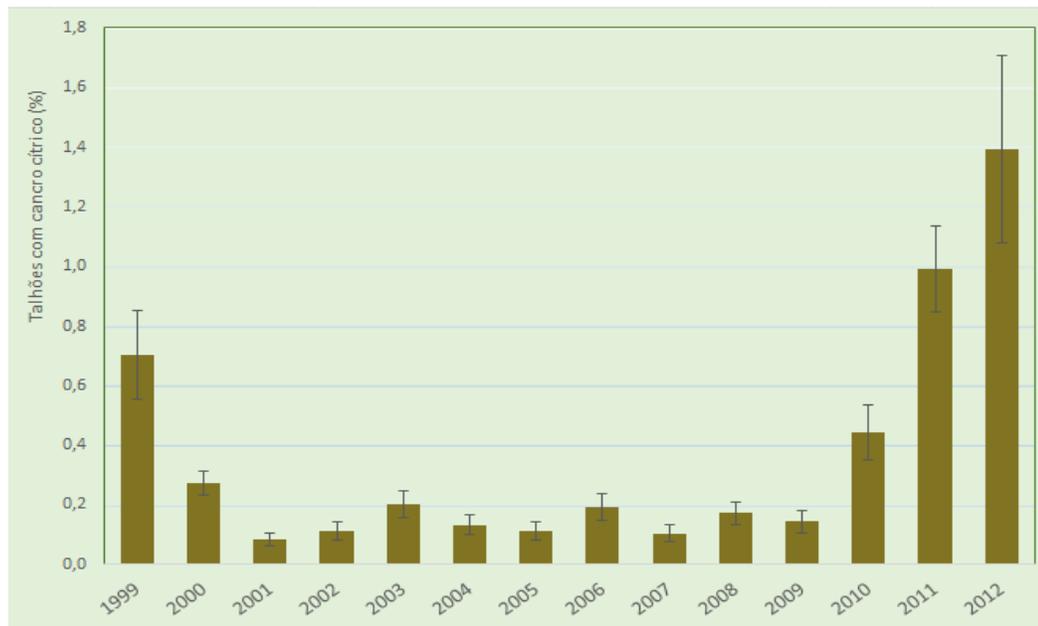


Figura 28 – Incidência de talhões com cancro cítrico no estado de São Paulo segundo levantamento amostral realizado pelo Fundecitrus de 1999 a 2012. Barras indicam o erro padrão da média.

- (i) a mudança ocorrida na legislação estadual, em junho de 2009, quando talhões com incidência superior a 0,5% de plantas sintomáticas passaram a não ser mais obrigatoriamente eliminados; e
- (ii) a interrupção dos trabalhos de inspeção de cancro cítrico por equipes do Fundecitrus, ocorrida em janeiro de 2010.

A incidência da doença no estado passou a aumentar a partir de 2009. Caso os esforços das equipes de inspeção de cancro cí-

trico do Fundecitrus, extintas em 2010, fossem substituídos por equipes de inspeção dos próprios citricultores e os focos detectados fossem eliminados com relativo rigor, a doença não estaria aumentando no estado. Mas ações de exclusão e erradicação, em uma área tão extensa como a da citricultura paulista, dificilmente serão adequadamente realizadas estando sob a responsabilidade apenas dos próprios citricultores. O rigor necessário para eliminar plantas e pomares não é algo que deveríamos exigir, ou esperar, de qualquer citricultor, ainda mais diante da relativa inexperiência

dos citricultores paulistas em relação ao cancro cítrico. Desde a primeira detecção da doença no estado até os dias atuais, ações de exclusão e erradicação estiveram (e estão) sob a responsabilidade do poder público. É claro que os citricultores devem empregar seus próprios esforços para manter e, se necessário, restabelecer a sanidade de seus pomares. Mas a erradicação, ou supressão, do cancro cítrico assim como a manutenção de baixa incidência do HLB exigem, invariavelmente, que as medidas de controle sejam realizadas não só dentro das propriedades, mas também fora delas. Trata-se de duas doenças que podem ser continuamente introduzidas em propriedades que adotam medidas de controle, uma transmitida por um inseto alado (o psíldeo *D. citri*) – no caso do HLB, e a outra disseminada por chuvas com vento – caso do cancro cítrico. Como já descrito, há outros mecanismos de disseminação do cancro cítrico, mas chuvas associadas a ventos são o fator preponderante na disseminação da doença entre propriedades. Para esse mecanismo de propagação deixar de ser importante, plantas doentes espalhadas em todo o estado precisam ser eliminadas. E a eliminação de plan-

tas doentes, presentes em zonas rurais e urbanas, em quintais de casas, em pastos, dentre outros locais, não é algo que possa ser realizado somente pelos citricultores. Os produtores têm autonomia dentro de sua propriedade e somente dentro dela. Ações em áreas externas, como a detecção e eliminação de plantas doentes, não podem ser executadas pelos produtores na velocidade e com a efetividade necessárias para manter baixas as incidências de cancro cítrico e também do HLB em São Paulo. Assim, o único cenário previsível é o do aumento contínuo da incidência do cancro cítrico no estado.

Como visto, em 1999 a eliminação de todas as plantas de talhões infestados com cancro cítrico passou a ser obrigatória quando a incidência de plantas doentes fosse superior a 0,5%. Para incidências iguais ou menores que 0,5%, as plantas doentes e as demais contidas num raio de 30 metros eram eliminadas. Anteriormente a 1999, a metodologia de erradicação compreendia somente a aplicação do raio de 30 metros. Essa metodologia, válida somente para São Paulo, de 1999 a 2009, fez-se necessária em razão do incremento na incidência e

severidade do cancro cítrico após a introdução do minador dos citros. Depois da introdução do minador, as epidemias de cancro cítrico passaram a ser mais rápidas e a disseminação da doença no pomar tornou-se menos agregada. Essa mudança na dinâmica do cancro cítrico quando associado ao minador dos citros exigiu que os critérios de sua erradicação fossem revistos por especialistas brasileiros em 1999, levando à adoção do 0,5% de incidência como referência para a eliminação completa dos talhões afetados.

Por outro lado, o manejo do cancro cítrico é possível e é adotado, por exemplo, nos estados do Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) desde a década de 1980 e mais recentemente na Flórida (a partir de 2006). Para o manejo são realizadas pulverizações de bactericidas cúpricos, dentre outras ações, as quais não promovem a cura das plantas doentes nem impedem que elas sejam reinfectadas, mas reduzem as perdas que ocorrem na forma de queda de frutos com sintomas. A legislação atual em São Paulo, válida desde 2013, determina a realização de quatro inspeções anuais em todas as plantas e a eliminação das plantas cítricas

sintomáticas. Inaugura-se, portanto, uma nova era na citricultura paulista, na qual cada citricultor deverá estar melhor qualificado para empregar adequadamente as ações de prevenção e controle para o cancro cítrico.

A manutenção do cancro cítrico em baixos níveis, mesmo em áreas extensas, com centenas de milhares de hectares, é possível. Em São Paulo, a baixa incidência foi conseguida com as ações do programa de erradicação empregadas pelo governo estadual e pelo Fundecitrus, o qual teve um custo direto (inspeções e erradicação dos focos) de aproximadamente R\$ 9,5 milhões/ano, em uma área total aproximada de 600 mil ha (R\$ 15,83/ha/ano). Por outro lado, o manejo da doença custaria de R\$ 180 a R\$ 360/ha/ano, resultante de três a seis aplicações de bactericidas cúpricos/safra, respectivamente. Além do custo financeiro significativamente maior em relação à manutenção do programa de erradicação, a ocorrência endêmica do cancro cítrico em São Paulo ainda levaria:

- a) a uma perda de 7% a 10% de área de produção, em razão da necessidade da implantação de quebra-ventos arbóreos;

- b) a uma redução da área de plantio da variedade Hamlin e de outras variedades precoces, as quais são mais suscetíveis ao cancro cítrico; e
- c) a perdas anuais de produção, ocasionadas pela queda prematura de frutos com sintomas da doença, mesmo em pomares com pulverizações cúpricas.

Portanto, a manutenção de baixas incidências de cancro cítrico, ou melhor ainda, a manutenção de áreas livres da doença, é a melhor alternativa para uma citricultura economicamente ativa e competitiva. No entanto, isso exige a detecção e a eliminação de focos com rigor e rapidez maiores que as atualmente empregadas em São Paulo. Tanto a legislação atual quanto os esforços empregados na detecção e eliminação de focos são muito diferentes dos empregados de 1999 a 2009, quando manteve-se a doença em incidências inferiores à 0,30% no Estado. Na impossibilidade de se empregar maior esforço na detecção e eliminação de focos, o manejo integrado do cancro cítrico poderá substituir a erradicação de focos como estratégia principal de controle para essa doença.

Isso poderá ser observado em São Paulo nos próximos anos.

O futuro

O cenário mais provável é que a incidência de cancro cítrico deva continuar a aumentar em São Paulo. É impossível prever a velocidade com que a doença se expandirá, mas ela vai depender, quase que exclusivamente, das ações de controle empregadas pelos próprios citricultores. Caso as ações sejam intensificadas, o progresso da doença será relativamente lento e será compensador manter a erradicação de focos como principal medida de controle. Por outro lado, se a doença continuar a progredir na mesma velocidade dos últimos quatro anos (desde 2009), antes de 2015, provavelmente, teremos mais de 10% dos talhões afetados e a eliminação de focos será cada vez mais custosa e ineficaz para conter a doença.

Os citricultores paulistas não têm experiência no manejo do cancro cítrico e já estão diante do aumento do número de casos da doença. Assim como observado nos últimos anos para o HLB, o controle ou manejo do cancro

cítrico em São Paulo serão moldados à magnitude de aumento da doença vivenciado pelos citricultores paulistas. Apesar de várias regiões citrícolas de outros países, ou mesmo no Brasil, já realizarem o manejo da doença pela adoção de medidas integradas de controle amplamente difundidas, a ocorrência de cancro cítrico em São Paulo irá resultar em desafios específicos que levarão ao aprimoramento de medidas de controle compatíveis à realidade do estado. Buscando antecipar esse aperfeiçoamento e contribuir para a redução do impacto que o cancro cítrico poderá ter no futuro sobre a citricultura paulista, o Fundecitrus e instituições parceiras têm focado no desenvolvimento de projetos de pesquisa com cancro cítrico em áreas endêmicas. As principais linhas de estudo englobam: uso de bactericidas cúpricos e outros defensivos; avaliação da resistência de *X. citri* subsp. *citri* ao cobre e caracterização genética da resis-

tência; avaliação da reação de genótipos de laranja doce e plantas transgênicas à doença; e quantificação comparativa do efeito de medidas de controle, como uso de quebra-ventos, controle do minador dos citros e aplicação de cúpricos na redução da incidência e severidade da doença.

Somente após anos de aprendizado os citricultores poderão contar com ferramentas de controle e manejo mais eficazes. É pouco provável que sejam desenvolvidos defensivos curativos para o cancro cítrico ou mesmo genótipos completamente resistentes à doença. Menos provável ainda é uma solução definitiva para o controle do cancro cítrico. No entanto, a pesquisa tem contribuído significativamente para a atenuação dessa doença e muitos produtores têm utilizado as informações disponíveis em seu favor, de forma que o cancro cítrico não mais represente uma ameaça temerária ao futuro da citricultura.

Referências

- Amaral, S.F. 1957. Providências para a erradicação do cancro cítrico. **O Biológico** 23:112-123.
- Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2001. A epidemiologia do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 27:151-156.
- Barbosa, J.C., Gimenes-Fernandes, N., Massari, C.A., 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.
- Behlau, F., Amorim, L., Belasque Jr., J., Bergamin Filho, A., Leite Jr., R.P., Graham, J.H., Gottwald, T.R. 2010. Annual and polyetic progression of citrus canker on trees protected with copper sprays. **Plant Pathology** 59:1031-1036.
- Behlau, F., Belasque Jr., J., Bergamin Filho, A., Graham, J.H., Leite Jr., R.P., Gottwald, T.R. 2008. Copper sprays and windbreaks for control of citrus canker on young orange trees in southern Brazil. **Crop Protection** 27:807-813.
- Behlau, F., Belasque Jr., J., Graham, J.H., Leite Jr., R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300-305.
- Behlau, F., Canteros, B.I., Minsavage, G.V., Jones, J.B., Graham, J.H. 2011. Molecular characterization of copper resistance genes from *Xanthomonas citri* subsp. *citri* and *Xanthomonas alfatae* subsp. *citrumelonis*. **Applied and Environmental Microbiology** 77:4089-4096.
- Belasque Jr., J., Barbosa, J.C., Bergamin Filho, A., 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.
- Belasque Jr., J., Bergamin Filho, A. 2006. Estratégias de controle do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 32:143-148.
- Belasque Jr., J., Gimenes-Fernandes, N., Massari, C.A. 2009. O sucesso da campanha de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo, Brasil. **Summa Phytopathologica** 35:91-92.
- Belasque Jr., J., Parra-Pedrazzoli, A.L.G., Rodrigues Neto, J., Yamamoto, P.T., Chagas, M.C.M., Parra, J.R.P., Vinyard, B.T., Hartung, J.S. 2005. Adult citrus leafminers (*Phyllocnistis citrella*) are not efficient vectors for *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. **Plant Disease** 89:590-594.
- Bitancourt, A.A. 1957. O cancro cítrico. **O Biológico** 23:101-111.
- Bock, C.H., Graham, J.H., Gottwald, T.R., Cook, A.Z., Parker, P.E. 2010. Wind speed effects on the quantity of *Xanthomonas citri* subsp. *citri* dispersed downwind from canopies of grapefruit trees infected with citrus canker. **Plant Disease** 94:725-736.
- Bock, C.H., Parker, P.E., Gottwald, T.R. 2001. Effect of simulated wind-driven rain on duration and distance of dispersal of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from canker-infected citrus trees. **Plant Disease** 89:71-80.

- Brunings, A.M., Gabriel, D.W. 2003. *Xanthomonas citri*: breaking the surface. **Molecular Plant Pathology** 4:141-157.
- Civerolo, E.L. 1984. Bacterial canker disease of citrus. **Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society** 37:127-146.
- Childers, C.C., Rodrigues, J.C.V., Welbourn, W.C. 2003. Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus* and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. **Experimental and Applied Acarology** 30:29-105.
- Danós, E., Berger, R.D., Stall, R.E. 1984. Temporal and spatial spread of citrus canker within groves. **Phytopathology** 74:904-908.
- Eppo Bulletin. 2005. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. **EPPO Bulletin** 35:289-294. doi:10.1111/j.1365-2338.2005.00835.x.
- Ferreira, H., Belasque Jr., J. (Org.). 2011. **Proceedings of Workshop on Xanthomonas citri/Citrus canker**. Ribeirão Preto: Unesp/Fundecitrus, 2011. 114 p. ISBN: 978-85-64947-04-7. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/wxc/download/workshop_Xanthomonas.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2013.
- Finch, S.J. 1988. Field windbreaks: design criteria. **Agricultural Ecosystems & Environment** 22/23:215-228.
- Gimenes-Fernandes, N., Barbosa, J.C., Ayres, A.J., Massari, C.A. 2000. Plantas doentes não detectadas nas inspeções dificultam a erradicação do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica** 26:320-325.
- Goto, M. 1992. Citrus canker. In: Kumar, J., Chaube, H.S., Singh, U.S., Mukhopadhyay, A.N. (Eds.). **Plant diseases of international importance**. Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall. p. 170-208. v. 3.
- Gottwald, T.R., Bassanezi, R.B., Amorim, L., 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.
- Gottwald, T.R., Graham, J.H. 2000. Canker. In: Timmer, L.W., Garnsey, S.M., Graham, J.H. (Eds.). **Compendium of citrus diseases**. 2. ed. St. Paul: APS Press. p. 5-8.
- Gottwald, T.R., Graham, J.H., Schubert, T.S. 2002. Citrus canker: The pathogen and its impact. **Plant Health Progress** doi:10.1094/PHP-2002-0812-01-RV.
- Gottwald, T.R., Hughes, G., Graham, J.H., Sun, X., Filey, 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., Irey, M. 2007. Post-hurricane analysis of citrus canker II: predictive model estimation of disease spread and area potentially impacted by various eradication protocols following catastrophic weather events. **Plant Health Progress** doi:10.1094/PHP-2007-0405-01-RS.
- Gottwald, T.R., Mcguire, R.G., Garram, 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. 1995. The efficiency of windbreaks in reducing the spread of citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. **Tropical Agriculture** 72:194-201.

- Graham, H.L., Myers, M.E. 2013. Integration of soil applied neonicotinoid insecticides and acibenzolar-S-methyl for systemic acquired resistance (SAR) control of citrus canker on young citrus trees. **Crop Protection** 54:239-243.
- Graham, J.H., Dewdney, M.M., Myers, M.E. 2010. Streptomycin and copper formulations for control of citrus canker on grapefruit. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 123:92-99.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Cubero, J., Achor, D. 2004. *Xanthomonas axonopodum* pv. citri: factors affecting successful eradication of citrus canker. **Molecular Plant Pathology** 5:1-15.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Achor, D. 1992. Penetration through leaf stomata and growth of strains of *Xanthomonas campestris* in citrus cultivars varying in susceptibility to bacterial diseases. **Phytopathology** 82:1319-1325.
- Graham, J.H., Gottwald, T.R., Riley, T.D., Cubero, J., 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 2000. p. 7.
- Graham, J.H., McGuire, R.G., 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.
- Jaciani, F.J. 2012. Diversidade genética de *Xanthomonas citri* subsp. citri, caracterização molecular e patogênica de *Xanthomonas fuscans* subsp. aurantifolii e detecção de *Xanthomonas alfalfae* subsp. citrumelonis no Brasil. **Tese de doutorado**. Jaboticabal, SP. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Kositcharoenkul, N., Chatchawankanphanich, O., Bhunchoth, A., Kositratana, W. 2011. Detection of *Xanthomonas citri* subsp. citri from field samples using single-tube nested PCR **Plant Pathology** 60:436-442.
- Leite Jr., R.P., Mohan, S.K. 1990. Integrated management of citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. citri in the State of Paraná, Brazil. **Crop Protection** 9:3-7.
- Leite Jr., R.P. 1990. **Cancro cítrico**: prevenção e controle no Paraná. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. 51 p. (Circular 61).
- Malavolta Jr., V.A., Carvalho, M.L.V., Palazzo, D.A., Nogueira, E.M.C. 1983. Sobrevivência de *Xanthomonas campestris* pv. citri (Hasse) Dye, em amostras de solo. **Fitopatologia Brasileira** 8:640.
- Massari, C.A., Belasque Jr., J. 2006. A campanha de erradicação do cancro cítrico no estado de São Paulo – Situação atual e contaminação em viveiros. **Laranja** 27:41-55.
- McGuire, R.G. 1988. Evaluation of bactericidal chemicals for control of *Xanthomonas* on citrus. **Plant Disease** 72:1016-1020.
- Palazzo, D.A., Malavolta Jr., V.A., Nogueira, E.M.C. 1984. Influência de alguns fatores climáticos sobre o índice de infecção de cancro cítrico causado por *Xanthomonas campestris* pv. citri em laranja Valência (*Citrus sinensis*) em Bataguassu, MS. **Fitopatologia Brasileira** 9:283-290.
- Rigano, L.A., Marano, M.R., Castagnaro, A.P., Amaral, A.M., Vojnov, A.A. 2010. Rapid and sensitive detection of Citrus Bacterial Canker by loop-mediated isothermal amplification combined with simple visual evaluation methods. **BMC Microbiology** 10:176. doi:10.1186/1471-2180-10-176.

- Rossetti, V. 2001. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus. 207 p.
- Santos, C.F.O. 1991. Cancro cítrico: ocorrência no Brasil e seu combate. In: Rodriguez, O., Viégas, F., Pompeu Jr., J., Amaro, A.A. (Eds.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 787-823.
- São Paulo (Estado). Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) nº 147, de 31 de outubro de 2013. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 1º de novembro de 2013. Seção 1. p. 50.
- Schubert, T.S., Rizvi, S.A., Sun, X., Gottwald, T.R., Graham, J.H., Dixon, W N. 2001. Meeting the challenge of eradicating citrus canker in Florida – again. **Plant Disease** 85:340-356.
- Stall, R.E, Marco, G.M., Canteros, B.I. 1982. Importance of mesophyll in mature-leaf resistance to canker of citrus. **Phytopathology** 72:1097-1100.
- Stall, R.E, Seymour, C.P. 1983. Canker, a threat to citrus in the Gulf-Coast States. **Plant Disease** 67:581-585.
- Stein, B., Ramallo, J., Foguet, L., Graham, J.H. 2007. Citrus leaf miner control and copper fungicide sprays for management of citrus canker on lemon in Tucumán, Argentina. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 120:127-131.
- Timmer, L.W. 1988. Evaluation of bactericides for control of citrus canker in Argentina. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 101:6-9.
- Timmer, L.W., Gottwald, T.R., Zitko, S.E 1991. Bacterial exudation from lesions of Asiatic citrus canker and citrus bacterial spot. **Plant Disease** 75:192-195.
- Vernière, C.J., Gottwald, T.R., Pruvost, O. 2003. Disease development and symptom expression of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in various citrus plant tissues. **Phytopathology** 93:832-843.

ANEXO 1

Resolução SAA - 147, de 31-10-2013

Estabelece procedimentos a serem adotados no Estado de São Paulo visando a supressão/erradicação da praga denominada cancro cítrico, causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.

A Secretária de Agricultura e Abastecimento, Considerando a necessidade de manter a incidência da praga cancro cítrico em baixa prevalência nos pomares cítricos do Estado de São Paulo e considerando o que determina a Portaria Federal 291 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, de 23-07-1997, o Decreto Estadual 45.211, de 19-09-2000, o Decreto Federal 24.114 de 12-04-1934, e considerando que a cultura de citros é definida como de peculiar interesse do Estado de São Paulo nos termos do inciso I, do Decreto 45.405 de 16-11-2000, e considerando que a ocorrência de pragas com restrições fitossanitárias é de comunicação obrigatória, resolve:

Artigo 1º - Estabelecer os procedimentos visando a manutenção da supressão/erradicação do cancro cítrico no Estado de São Paulo.

Parágrafo Único - Fica adotado para o Estado de São Paulo, o método de eliminação da planta contaminada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, causadora do cancro cítrico e pulverização das demais plantas de citros abrangidas pelo raio perifocal mínimo de 30 metros, medido a partir da planta contaminada, com calda cúprica na concentração de 0,1% de cobre metálico, repetindo a pulverização a cada brotação.

Método contemplado no item 3.1.d, do Anexo II, da Portaria 291, de 23-07-1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova as normas sobre exigências, critérios e procedimentos, a serem adotados na Campanha Nacional de Erradicação do Cancro Cítrico - CANECC, em áreas contaminadas pela praga e naquelas que venham a ser afetadas.

Artigo 2º - Todo produtor que explore propriedade comercial de citros no Estado de São Paulo deverá promover no mínimo 1 vistoria trimestral em todas as plantas de citros da propriedade, com o objetivo de identificar e eliminar plantas que apresentem sintomas do cancro cítrico.

Parágrafo Único - Entende-se por propriedade comercial a propriedade agrícola que comercializa sua produção citrícola, possuindo no mínimo uma unidade de produção (UP) / talhão.

Artigo 3º - Efetuadas as vistorias, o produtor deverá apresentar à Coordenadoria de Defesa Agropecuária até o dia 15 de julho um relatório semestral por propriedade comercial e por unidade de produção (UP) ou talhão, relativo às vistorias feitas entre 1º de janeiro a 30 de junho, e outro até 15 de janeiro, relativo às vistorias feitas entre 1º de julho a 31 de dezembro .

Parágrafo Único - O modelo do relatório semestral bem como o seu controle de recebimento está estabelecido pela Portaria CDA 21 de 15-12-2011.

Artigo 4º - A Coordenadoria de Defesa Agropecuária fará fiscalizações amostrais em plantas de citros de propriedades comerciais, com o objetivo de verificar o cumprimento das normas estabelecidas pela legislação e a veracidade das informações que constam do relatório semestral apresentado pelo produtor.

Artigo 5º - Em propriedades não comerciais, seja em áreas urbanas ou rurais, públicas ou privadas, compete à Coordenadoria de Defesa Agropecuária promover a realização de fiscalizações amostrais, visando detectar a ocorrência de cancro cítrico.

Artigo 6º - No ato da fiscalização da Coordenadoria de Defesa Agropecuária, sendo detectada planta com sintoma de cancro cítrico, o material será identificado, coletada amostra e encaminhada para diagnóstico em laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para emissão de laudo.

Parágrafo Único - Caso fique constada a presença do cancro cítrico, serão adotadas todas as exigências, critérios e procedimentos aprovados pela Portaria Federal 291 de 23-07-1997.

Artigo 7º - As vistorias previstas nesta resolução poderão ser efetuadas também pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária, sempre que esta julgar necessário.

Artigo 8º - O proprietário, arrendatário ou ocupante a qualquer título de imóvel rural ou urbano é obrigado a executar, às suas custas, dentro da respectiva propriedade e no prazo que lhes for determinado, todas as medidas de supressão/erradicação do cancro cítrico estabelecidas na legislação.

Parágrafo Único - No caso da não execução das medidas previstas, a Coordenadoria de Defesa Agropecuária executará compulsoriamente as referidas medidas de eliminação da planta contaminada e pulverização do raio perifocal com cobre metálico.

Artigo 9º - O proprietário, arrendatário ou ocupante a qualquer título que tiver na sua propriedade planta de citros eliminada pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária, por força das ações de supressão/erradicação do

cancro cítrico, não terá direito a qualquer tipo de indenização e deverá ressarcir o Estado as despesas de eliminação das plantas contaminadas.

Artigo 10º - Os proprietários, arrendatários ou ocupantes a qualquer título que não cumprirem as normas estabelecidas nesta resolução, estarão sujeitos às penalidades estabelecidas pelo Decreto 45.211, de 19 de setembro de 2.000.

Artigo 11º - A Coordenadoria de Defesa Agropecuária estabelecerá os modelos de documentos previstos nesta resolução e poderá também baixar em normas complementares o estabelecimento de critérios técnicos e administrativos que se fizerem necessários para execução da interdição das áreas, para supressão da praga, para o trânsito de vegetais, para a suspensão de atividades e demais medidas de controle sanitário previstas no Decreto 45.211, de 19-09-2000.

Artigo 12º - Os documentos previstos nesta Resolução, tais como laudos, termos, autos de interdição, relatórios e demais que venham a ser solicitados para compor o processo administrativo, deverão ser arquivados pelo período mínimo de 5 anos pelo produtor e pela CDA.

Artigo 13º - Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação e, revoga a Resolução SAA 43 de 25-06-2009 e, a Portaria CDA-16, de 01-06-2001. (PSAA 12.772/2012)