



DOENÇAS ASSOCIADAS À *Xylella fastidiosa* NO BRASIL

Isis Gabriela Barbosa Carvalho¹; Mariana Bossi Esteves²; Joyce Adriana Froza²; Heloisa Thomazi Kleina³, Reinaldo Rodrigues de Souza Neto^{1,4}, Alessandra Alves de Souza¹; Helvécio Della Coletta-Filho¹

RESUMO

Com base em informações genômicas, a bactéria *Xylella fastidiosa* é classificada em três principais subespécies: *fastidiosa*, *multiplex* e *pauca*. Essas diferentes subespécies são transmitidas naturalmente por meio de insetos vetores, conhecidos como cigarrinhas, que se alimentam da seiva dos vasos do xilema das plantas, local de colonização da bactéria. Devido, principalmente, à obstrução no transporte de água e sais minerais nesses vasos condutores, a bactéria *X. fastidiosa* ocasiona sérias doenças em diferentes culturas de interesse econômico. No Brasil, esse fitopatógeno foi detectado, pela primeira vez, em ameixeira, cultura na qual a subespécie *multiplex* é responsável pela doença conhecida como escaldadura das folhas da ameixeira (EFA). Posteriormente, a subespécie *pauca* foi reportada como responsável pela clorose variegada dos citros (CVC), em plantas de laranjeiras doces no estado de São Paulo. A subespécie *pauca* também foi encontrada em plantas de café, no mesmo Estado, ocasionando a atrofia dos ramos do cafeeiro (ARC), doença cujos danos ainda não foram bem quantificados. Recentemente, a subespécie *pauca* também foi encontrada em oliveiras ocasionando a síndrome do dessecamento foliar das oliveiras (SDFO), relatada em olivais no Sudeste brasileiro, especialmente na região da Serra da Mantiqueira. Nessa revisão foram abordados aspectos específicos dessas doenças, assim como medidas que podem ser adotadas como manejo.

PALAVRAS-CHAVE: bactéria fitopatogênica, cigarrinhas, *Prunus salicina* Lindl., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Coffea arabica* L., *Olea europaea* L.

DISEASES CAUSED BY *Xylella fastidiosa* IN BRAZIL

ABSTRACT

Based on genomic information, the *Xylella fastidiosa* bacterium is classified into three main subspecies: *fastidiosa*, *multiplex* and *pauca*. These different subspecies are naturally transmitted through vector insects, known as sharpshooters, which feed on the sap of xylem vessels of plants, where the bacteria colonize. Mainly due to the obstruction in the transport of water and mineral salts in these conducting vessels, the *X. fastidiosa* bacterium causes serious diseases in different cultures of economic interest. In Brazil, this phytopathogen was detected for the first time in plum trees, a crop in which the *multiplex* subspecies is responsible for the disease known as plum leaf scald. Subsequently, the *pauca* subspecies was associated with citrus variegated chlorosis in sweet orange orchards in São Paulo State. In the same state, the *pauca* subspecies was also found in coffee plants causing atrophy of the coffee tree branches, a disease whose damage has not been quantified yet. Recently, the *pauca* subspecies

¹Centro de Citricultura Sylvio Moreira - Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Cordeirópolis 13490-970, SP, Brasil. ²Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Piracicaba 13418-900, SP, Brasil. ³Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba 80035-050, PR, Brasil. ⁴Departamento de Genética, Evolução e Bioagentes, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas 13083-970, SP, Brasil. Email autor: hdcoletta@ccsm.br

has also been found in olive trees, causing the olive quick decline syndrome, reported in the southeast region, especially in the Serra da Mantiqueira region. In this review, specific aspects of these diseases were focused, as well as measures that can be adopted as management.

KEYWORDS: phytopathogenic bacterium, sharpshooters, *Prunus salicina* Lindl., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Coffea arabica* L., *Olea europaea* L.

INTRODUÇÃO

Xylella fastidiosa é uma bactéria Gram-negativa, pertencente à família Xanthomonadaceae da Classe Gammaproteobacteria (WELLS et al. 1987). Essa bactéria possui dois modos de vida, sendo um deles na planta hospedeira, onde coloniza os vasos do xilema, e o outro no inseto vetor, colonizando o estomodeu, no trato digestivo (CHATTERJEE et al. 2008). Existem, atualmente, 638 espécies de plantas descritas como hospedeiras dessa bactéria (EFSA 2021; SICARD et al. 2018). Apesar de a ampla gama de espécies vegetais suscetíveis, as estirpes desse fitopatógeno são restritas a espécies específicas de plantas (SICARD et al. 2018). Formalmente, essa bactéria está dividida em três subespécies: *multiplex*, *fastidiosa* e *pauca* (SCHAAD et al. 2004; SCHUENZEL et al. 2005; NUNNEY et al. 2012). As subespécies *pauca* e *multiplex* são responsáveis por ocasionarem doenças em plantas no Brasil.

A identificação de *Xylella fastidiosa* pode ser realizada pelos métodos: cultivo, serológico e molecular. No primeiro, é feito o isolamento, a partir de ramos sintomáticos da hospedeira, obtendo-se colônias em meios sólidos nutricionalmente ricos e não seletivos como: BCYE (WELLS et al. 1981), PW (DAVIS et al. 1981), PD2 (DAVIS et al. 1980) e CS20 (CHANG et al. 1993). Normalmente as colônias podem ser vistas a olho nu somente após oito a 10 dias de isolamento e apresentam-se com coloração branca a amarelo clara (a depender no meio), arredondadas, convexas e com bordas definidas medindo de 0,2 a 0,4 mm de diâmetro (COLETTA-FILHO et al. 2020). No método serológico o patógeno é detectado por *Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay* (ELISA) (CHANG et al., 1993) usando kits comerciais (BULLETIN OEPP / EPPO 2019). Além do ELISA, há métodos como *Dot Immune Blot Assay* (DIBA) (BERETTA et al. 1993) e *Direct Tissue Blot Immunoassay* (DTBIA) (DJELOUAH, et al. 2014), que são métodos mais fáceis e baratos. Por fim, os métodos moleculares utilizados na detecção de *X. fastidiosa* são *Quantitative Polymerase Chain Reaction* (qPCR), *Loop-Mediated Isothermal*

Amplification (LAMP) e *Polymerase Chain Reaction* (PCR), sendo qPCR a mais sensível e a PCR convencional a menos sensível (HARPER et al. 2010). Outro método molecular, usado para detectar estirpes dentro de subespécies, é o *Multilocus Sequence Typing* (MLST), que identifica estirpes em diferentes *Sequence Types* (ST). O MLST baseia-se no perfil alélico e classifica em grupos de acordo com a identidade alélica (SCALLY et al. 2005).

O principal mecanismo de patogenicidade de *X. fastidiosa* está associado à habilidade de colonização sistêmica na planta hospedeira. Essa colonização ocorre por meio da movimentação na planta e formação de biofilme bacteriano nos vasos do xilema (DE SOUZA et al. 2003; CHATTERJEE et al. 2008). Os movimentos das células bacterianas são decorrentes da movimentação dos *pili* do tipo IV, conhecido como *twitching* (MENG et al. 2005). Com a ação das enzimas, na degradação de membranas de parede (conexões de membrana conhecidas como *pit membrane*), ocorre o deslocamento da bactéria entre os vasos do xilema (DE LA FUENTE et al. 2018). Contudo, a movimentação em direção ascendente pode ocorrer de forma passiva pelo processo de transpiração da planta hospedeira (COLETTA-FILHO et al. 2020), ou a partir da dispersão de células bacterianas, após a formação de biofilme. No processo de colonização, inicialmente pressupõe-se que ocorra a adesão celular, mediada por proteínas de adesão (adesinas), à superfície da parede da planta hospedeira e, posteriormente, ocorre a multiplicação celular seguida da agregação entre as células, resultando no biofilme (Figura 1) (JANISSEN et al. 2015). Essa agregação é regulada por moléculas sinalizadoras chamadas fatores de sinalização difusíveis (DSF) produzidas por uma enzima codificada pelo gene *rpfF* (CHATTERJEE et al. 2008; NEWMAN et al. 2004). DSF são responsáveis pela regulação de mecanismos de patogenicidade, modulando positivamente genes relacionados à formação de biofilme e, negativamente, genes associados ao movimento, e permitindo a colonização em plantas hospedei-

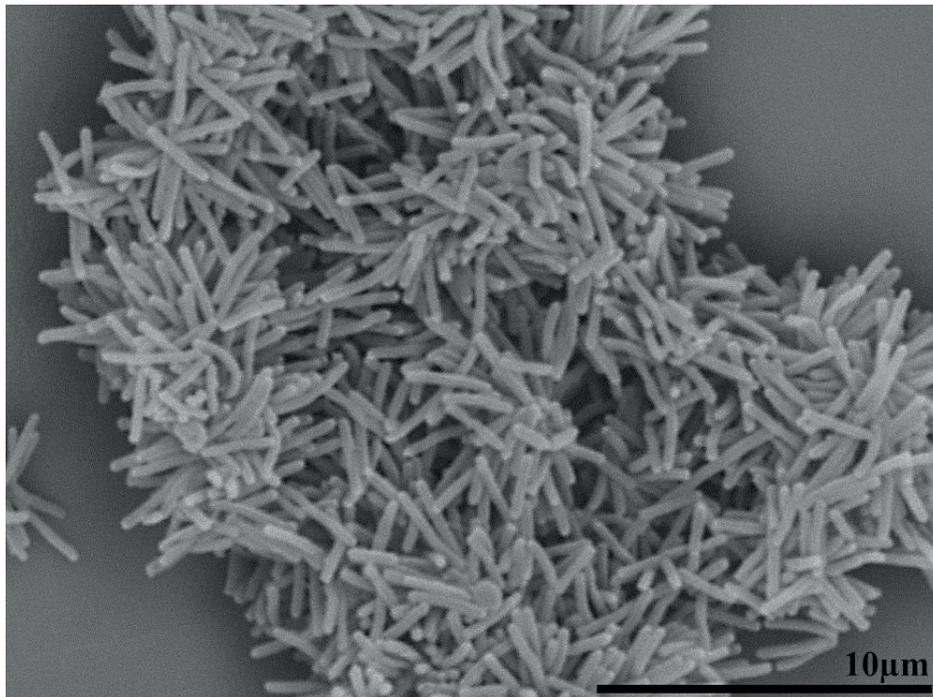


Figura 1. Micrografia eletrônica de varredura de biofilme de *Xylella fastidiosa* (Fonte: Isis Gabriela Barbosa Carvalho). Escala: 10 μ m.

ras distintas e em seus respectivos insetos vetores (CHATTERJEE et al. 2008).

A transmissão de *X. fastidiosa* pode ocorrer por duas vias: material vegetativo e insetos vetores. A primeira, permite a transmissão por longas distâncias, pelo uso de materiais vegetativos infectados (SICARD et al. 2018). Naturalmente, também pode ocorrer a disseminação de *X. fastidiosa* através de insetos vetores que se alimentam diretamente da seiva do xilema das plantas doentes, adquirindo a bactéria e transmitindo-a para uma planta sadia. Esses insetos são conhecidos popularmente como cigarrinhas e pertencem a subfamília Cicadellinae e a superfamília Cercopoidea (REDAK et al. 2004; CORNARA et al. 2019). Aventou-se a possibilidade de transmissão via sementes, provenientes de plantas infectadas (LI et al. 2003), porém, esta hipótese não foi suportada, por trabalhos conduzidos posteriormente (COLETTA-FILHO et al. 2014; HARTUNG et al. 2014).

O processo de transmissão de *X. fastidiosa* por insetos vetores está dividido em três etapas: aquisição, retenção e inoculação. A aquisição ocorre durante a alimentação em uma planta infectada, onde o inseto adquire as células bacterianas direto da seiva do xilema. Essas células são, então, retidas nas paredes internas do canal alimentar anterior (estomodeu) do inseto, principalmente nas regiões do cibário e pré-cibário, formando um biofilme na

superfície cuticular (PURCELL & FINLAY 1979). Essa retenção, no canal alimentar do inseto, é estabelecida pelas adesinas fimbriais e afimbriais. Posteriormente, a inoculação ocorre quando o inseto infectado com as células bacterianas se alimenta em plantas saudas, e acaba transmitindo as bactérias, que estão em seu canal alimentar, para essa nova planta. No entanto, essas etapas, que são essenciais para a transmissão da *X. fastidiosa*, dependem de fatores relacionados às interações entre os elementos do patossistema, como a preferência de alimentação dos insetos vetores e a população bacteriana presente nos vasos xilemáticos das diversas plantas hospedeiras (SICARD et al. 2018).

O manejo das doenças causadas por esse fitopatógeno incluem o plantio de mudas livres de *X. fastidiosa* produzidas em ambiente protegido do vetor, o controle do inseto vetor, por meio da aplicação de inseticida, e a poda de ramos sintomáticos ou a eliminação de plantas doentes em estágio de severidade avançada (COLETTA-FILHO et al. 2000; COLETTA-FILHO & DE SOUZA 2014; BASSANEZI et al. 2021). O foco desta revisão foi reunir informações científicas acerca de doenças em culturas de interesse econômico como ameixeiras (*Prunus salicina* Lindl.), laranjeiras (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), cafeeiros (*Coffea arabica* L.) e oliveiras (*Olea europaea* L.) causadas pela *X. fastidiosa* no Brasil.

ESCALDADURA DAS FOLHAS DA AMEIXEIRA (EFA)

A EFA é considerada a doença mais importante da cultura, tendo sido relatada, pela primeira vez, na Argentina, em 1930 (FERNANDEZ-VALIELA & BAKARCIC 1954). Relatos nos Estados Unidos, Paraguai e Brasil foram realizados na década de 1970 (FRENCH et al. 1977; FRENCH & KITAJIMA 1978). No Brasil, a doença foi detectada inicialmente em pomares experimentais de ameixeira localizados no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado CPACT/Embrapa no estado do Rio Grande do Sul, município de Pelotas (CARVALHO & SOUZA 1991; DUCROQUET et al. 2001). Nesses pomares, a ocorrência da doença foi associada à presença de rickettsias (bactérias hospedeira-obrigatórias, não cultiváveis), no xilema (KITAJIMA et al. 1981).

Em meados da década de 1980, novas pesquisas, utilizando testes sorológicos, confirmaram que o agente causal não se assemelhava às verdadeiras rickettsias, sendo então chamada de bactéria limitada ao xilema (BLX) (CARVALHO & SOUZA 1991). A partir desse período, grandes avanços foram observados no que diz respeito ao manejo e ao cultivo da ameixeira no país (SCHNEIDER & AZEVEDO FILHO 2014). Contudo, anos mais tarde a escaldadura das folhas apresentou sua máxima prevalência, sendo responsável pela dizimação de diversos pomares, em sua maioria constituídos da cultivar Santa Rosa, hoje sabidamente classificada como altamente suscetível à EFA. Atualmente, a doença encontra-se disseminada em todos os pólos produtores da fruta no país (Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Minas Gerais) (CASTRO et al. 2008a; LOPES

et al. 2003; KLEINA et al. 2019), causando drástica redução da vida útil dos pomares.

A produção de ameixas no Brasil está baseada no cultivo de cultivares japonesas (*Prunus salicina* Lindl.), principalmente devido à sua menor necessidade de frio, em comparação às cultivares europeias (*Prunus domestica* L.) (OJIMA et al. 1983), porém, ambas podem ser consideradas suscetíveis à EFA, juntamente com outras espécies do mesmo gênero: *P. cerasifera* Ehrh, *P. insititia* L. e *P. americana* Marsh (CASTRO et al. 2008a; CASTRO et al. 2008b; OLIVEIRA et al. 2012).

Os primeiros sintomas da doença se manifestam com uma necrose levemente irregular nas bordas das folhas (Figura 2), tornando-se visível após oito a nove meses de incubação, sem estresse hídrico na planta (KLEINA et al. 2018), quando a população do patógeno atinge altas densidades (RAJU et al. 1982). Normalmente, esses sintomas aparecem no campo, durante os meses mais quentes (janeiro e fevereiro), logo após a colheita. A redução da condutância hidráulica e do fluxo de seiva, ocasionada pela obstrução dos vasos condutores (JANISSEN et al. 2015) levam à necrose das folhas, que apresentam aspecto de escaldadura (sintoma holonecrotico), o secamento de ramos localizados, culminando com a morte prematura das plantas. A doença também afeta diretamente os atributos de qualidade pós-colheita e a produção final (KLEINA et al. 2018). Frutos provenientes de ameixeiras doentes, em geral, apresentam menor peso, diâmetro e firmeza, maior concentração de açúcares, elevada incidência de podridão parda (*Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey), bem como aumento da atividade das enzi-

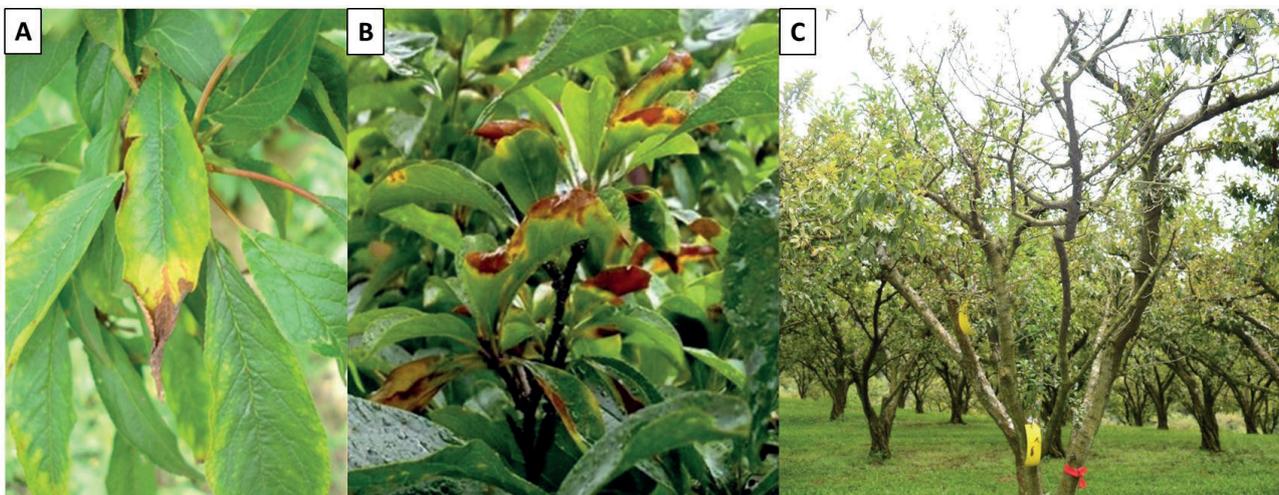


Figura 2. Sintomas de escaldadura das folhas em ameixeiras. A. Necrose inicial no ápice das folhas (Fonte: Heloisa Thomazi Kleina). B. Evolução para as margens das folhas (Fonte: Heloisa Thomazi Kleina). C. Sintomas avançados nas plantas (Fonte: Eduarda Bitencourt Ramos- Universidade Federal do Paraná, UFPR)

mas pectinametilesterase e fenilalanina amônia liase, além de afetar a produção de etileno e CO₂, implicando em uma menor conservação pós-colheita (KLEINA et al. 2018).

A doença é disseminada, por longas distâncias, por meio de material propagativo infectado (JANSE & OBRADOVIC 2010), enxertia (HE et al. 2000) e, principalmente, pela ação de insetos vetores (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) (REDAK et al. 2004; CORNARA et al. 2019). Com relação à distribuição espacial da doença no campo, Ferreira et al. (2016) detectaram a ocorrência do padrão agregado em três pomares localizados no estado de São Paulo, exceto nas avaliações com incidência da doença inferior a 10%. Observou-se risco aumentado do aparecimento da doença em árvores que continham, em seu entorno, plantas infectadas, enquanto o efeito entre as linhas de plantio foi detectado apenas para incidências mais altas. No geral, a epidemia de EFA mostrou padrões de distribuição aleatórios, no início, e agregado, em estágios mais avançados de incidência (FERREIRA et al. 2016).

Com relação aos vetores, as espécies *Macugonalia cavifrons* Stal, 1862, *Macugonalia leucomelas* Walker, 1851 e *Sibovia sagata* Signoret, 1854 (Figura 3) foram comprovadas como transmissoras da bactéria nos pomares brasileiros (MULLER et al. 2021). Contudo, não se descarta a hipótese que outras espécies de cigarrinhas estejam envolvidas no processo de transmissão. Esses insetos geralmente são polípagos, podendo se alimentar e crescer em uma ampla variedade de espécies de plantas. Os estádios imaturos das cigarrinhas ocorrem, preferencialmente, em espécies herbáceas e infestantes

presentes nas entrelinhas dos pomares (PAIVA et al. 1996; LOPES & KRUGNER 2016; COLETTA-FILHO et al. 2020).

Algumas espécies de plantas daninhas já foram relatadas como hospedeiras da bactéria *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* em pomares da região Sul do Brasil: *Bidens pilosa* L., *Emilia sonchifolia* L., *Lepidium rudeale* L., *Lolium multiflorum* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Plantago major* L., *Raphanus sativus* L., *Rumex* sp., *Solanum americanum* Mill. e *Vernonia* sp (MULLER 2013). Essas hospedeiras assintomáticas podem ser importantes para a epidemiologia da doença, pois servem como reservatório do patógeno e agem como fonte de inóculo nos pomares (EFSA 2019). No caso das ameixeiras, acredita-se que as plantas daninhas podem servir de abrigo e fonte de alimento para os vetores, principalmente no período de dormência, agravando a dispersão secundária do patógeno nessas áreas, como ocorre na *Vitis vinifera* L. (WISTROM & PURCELL 2005).

A principal estratégia de manejo da EFA está baseada na contenção da dispersão do patógeno, uma vez que a doença ainda não possui métodos de controle curativo eficientes. As principais medidas utilizadas são o plantio de material propagativo sadio, erradicação de árvores infectadas, poda de galhos sintomáticos e aplicação de inseticidas para o controle de vetores (KLEINA et al. 2019).

O uso de variedades resistentes é um método eficiente para controlar doenças de plantas (SADASIVAN 1975). Para as condições brasileiras, existem poucas cultivares de ameixeira com um nível aceitável de resistência à EFA ('Carazinho', 'Sanguinea', 'Chatard' e 'Piamontesa'), contudo, produzem fru-

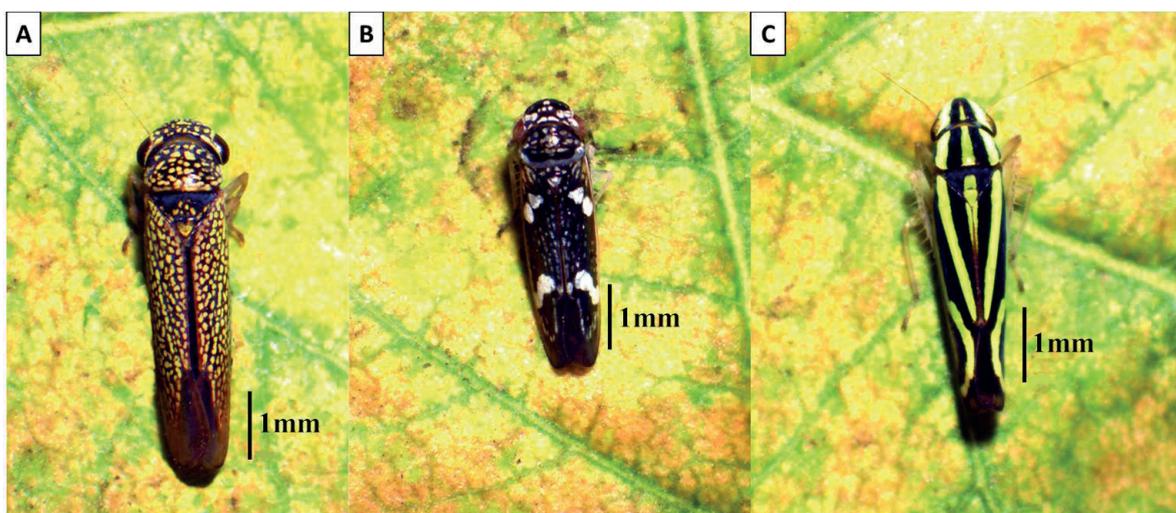


Figura 3. Cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa* em ameixeira. A - *Macugonalia cavifrons*; B - *Macugonalia leucomelas*; C - *Sibovia sagata*. Escala: 1 mm (Fonte: Joyce Adriana Froza).

tos de baixa qualidade (DALBÓ et al. 2018). Recentemente, o Programa de Melhoramento da Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) identificou genótipos ('SC7', 'SC13' e 'SC15') que não manifestaram sintomas de EFA, no campo, com frutos de ótima qualidade, em relação à aparência, sabor e menor acidez na maturação (DALBÓ et al. 2018), atendendo às exigências do mercado. Além disso, a colheita dos frutos dessas cultivares ocorre durante os meses de dezembro a janeiro, próximo às festas de final de ano, quando há maior demanda. A detecção de *X. fastidiosa* nessas plantas mantidas em campo foi realizada regularmente por PCR e os resultados foram consistentemente negativos, por dez anos, indicando que esses genótipos não foram infectados, apesar de estarem próximos a plantas sintomáticas. No entanto, a transmissão da bactéria ocorreu após a enxertia de material infectado, à medida que os vasos do xilema eram conectados. Kleina et al. (2020) descobriram que os genótipos 'SC7' e 'SC13' (lançada como cv. SCS 438 'Zafira') afetaram o comportamento alimentar das cigarrinhas *Bucephalagonia xanthophis* Berg, 1879 e *S. sagata*, que apresentaram redução da preferência de pouso e ingestão de seiva, caracterizando a resistência do tipo antixenose. Contudo, mais estudos devem ser conduzidos para o melhor entendimento desse mecanismo, como a identificação da produção de compostos voláteis, o efeito da morfologia foliar, da estrutura do xilema e da composição da seiva em plantas resistentes e suscetíveis. Além disso, experimentos de transmissão, usando potenciais vetores e inoculação artificial, devem ser realizados com cultivares suscetíveis e resistentes para verificar se há algum nível de resistência contra infecção bacteriana e multiplicação em genótipos de ameixeiras que não são afetados pela EFA, no campo (KLEINA et al. 2020).

CLOROSE VARIEGADA DOS CITROS (CVC)

No ano de 1987, no município de Colina, estado de São Paulo, foram observadas plantas de laranja doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com pequenas manchas cloróticas nas folhas e frutos com tamanho reduzido. No ano seguinte, sintomas mais severos foram relatados em pomares na região de Macaúbal (SP) (ROSSETTI & DE NEGRI 1990). A princípio, as hipóteses levantadas para explicar a anomalia foram: deficiências nutricionais, doença virótica e, até, a introdução da bactéria *Candidatus Liberibacter* spp.,

responsável pelo *Huanglongbing* (HLB), a qual, até então, contava com o status de praga quarentenária A1 no país (BOVÉ & AYRES 2007). Com o intuito de determinar o agente causal da doença, amostras de folhas e ramos doentes foram enviadas ao Institut National de la Recherche Agronomique – Inra na França. A partir de imagens de microscopia eletrônica, verificou-se a presença de uma bactéria baciliforme, restrita ao xilema das plantas (ROSSETTI et al. 1990).

Dado o primeiro passo para a elucidação da etiologia da doença, em meados de 1993, foram realizados estudos de inoculação mecânica e isolamento da bactéria para fechar o postulado de Koch, identificando que o agente causal era a bactéria *X. fastidiosa* subespécie *pauca* (CHANG et al. 1993; HARTUNG et al. 1994; COLETTA-FILHO & DE SOUZA, 2014). O primeiro nome atribuído à nova doença dos citros foi "amarelinho", que mais tarde foi substituído por clorose variegada dos citros, CVC, em menção às pontuações cloróticas irregularmente distribuídas sobre o limbo foliar da planta infectada (COLETTA-FILHO & DE SOUZA 2014). A denominação 'amarelinho' ainda é utilizada entre os citricultores.

Em menos de dez anos a doença se espalhou para as áreas citrícolas de norte a sul do país (TUBELIS et al. 1993; LARANJEIRA et al. 1996), afetando quase todas as variedades comerciais de laranja doce, independentemente do porta enxerto utilizado (LARANJEIRA et al. 2005; ROSSETTI & DE NEGRI 2011). Acredita-se que a rápida disseminação da doença, no extenso território brasileiro, ocorreu devido ao transporte de mudas contaminadas, oriundas do estado de São Paulo, que possuía viveiros conduzidos a céu aberto (LOPES & KRUGNER 2016). Na América do Sul, além do Brasil, a doença foi relatada na Argentina, em meados 1984, portanto anterior ao relato no Brasil, sendo conhecida naquele país como "fruta bolita" (CONTRERAS 1992) e no Paraguai em 1997 (SEGNANA et al. 1998).

Por mais de 15 anos a CVC foi a principal doença da citricultura brasileira. Entre os anos de 2000-2005, momento de pico da doença, sua prevalência foi superior a 40%, o que correspondeu a, aproximadamente, 70 milhões de árvores doentes, resultando em perdas de produção de mais de 20% e mais de R\$ 1 bilhão de prejuízo para toda a cadeia citrícola (FUNDECITRUS 2018). Felizmente, devido às medidas de controle da doença implementadas, tal como utilização de mudas sadias e intensificação

do controle do inseto vetor (COLETTA-FILHO & DE SOUZA 2014; BASSANEZI et al. 2021) a incidência e a prevalência da CVC diminuíram, significativamente, nos últimos anos. Em 2019, cerca de 1,7% dos pomares do Estado de São Paulo e do Triângulo Mineiro foram afetados, e, em 2020, a prevalência baixou para 1,04%, que corresponde à, aproximadamente, dois milhões de plantas doentes (FUNDECITRUS 2020).

As plantas afetadas pela CVC apresentam sintomas, principalmente, em folhas e frutos. As folhas, inicialmente, apresentam manchas amareladas (Figura 4), que evoluem para áreas cloróticas na face adaxial e lesões de coloração castanho-claro, na face abaxial (TEIXEIRA et al. 2004). Os sintomas foliares podem, muitas vezes, ser confundidos com deficiência nutricional, principalmente de zinco (RAPICAVOLLI et al. 2018). Os frutos, por sua vez, apresentam-se endurecidos, com tamanho drasticamente reduzido, amarelecimento precoce, além de uma forte alteração na acidez, o que torna inviável seu consumo *in natura* ou para processamento pela indústria de suco (MACHADO et al. 1994; LARANJEIRA & POMPEU JUNIOR 2002). Apesar de a doença não ocasionar a morte da planta, os pomares severamente atacados apresentam um declínio geral, com murchas nos horários mais quentes do dia (MACHADO et al. 2007). Os sintomas se tornam mais evidentes com o estresse hídrico, entre os meses de março a setembro (DE NEGRI & GARCIA JUNIOR 1993). O período de incubação da bactéria na planta é relativamente longo, ou seja, após a *X. fastidiosa* infectar as plan-

tas, os sintomas demoram cerca de seis meses a um ano para se manifestarem (LOPES et al. 2004).

O alto impacto econômico da CVC para a citricultura brasileira foi o motivo para *X. fastidiosa* ser o primeiro fitopatógeno a ter o genoma completamente sequenciado (SIMPSON et al. 2000). Com todas as informações do genoma da bactéria disponíveis, houve um grande avanço nos estudos de base genética o que permitiu o melhor entendimento da interação da bactéria com a planta (DE SOUZA et al. 2009).

Em termos epidemiológicos, a distribuição espacial e temporal da doença mostrou ser irregular, com padrão agrupado, das árvores sintomáticas (LARANJEIRA et al. 2004). Ademais, em experimentos de exclusão, utilizando uma tela de proteção antiáfídica, para a proteção de plantas sadias (ROSSETTI et al. 1995) concluiu-se que a possível forma de disseminação da doença era por enxertia de material propagativo contaminado (HE et al. 2000) e por insetos vetores (ROBERTO et al. 1996).

A princípio, as espécies de cigarrinhas da subfamília Cicadellinae: *Acrogonia citrina* Marucci & Cavichioli, 2002, *Dilobopterus costalimai* Young, 1977 e *Oncometopia facialis* Signoret, 1854 foram identificadas como responsáveis pela transmissão da CVC (LOPES 1996; ROBERTO et al. 1996). Posteriormente, outras 10 espécies foram comprovadas como vetoras da bactéria, por meio de ensaios de transmissão: *Acrogonia virescens* Metcalf, 1949, *B. xanthophis* Berg, 1879, *Ferrariana trivittata* Signoret, 1851, *Fingariana dubia* Cavichioli, 2003, *Homalodisca ignora-*

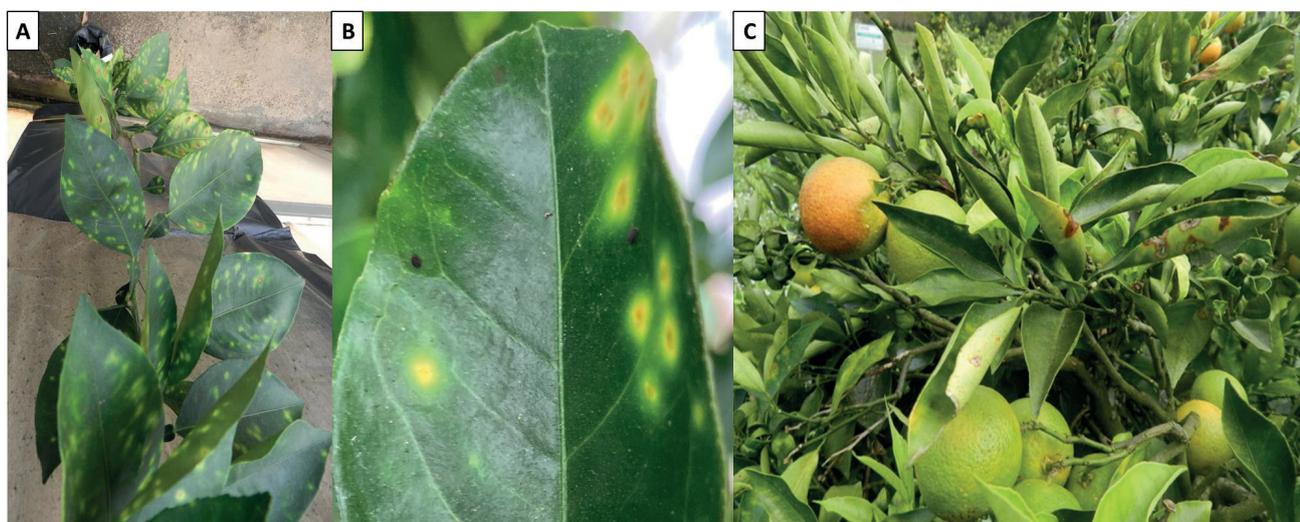


Figura 4. Sintomas de clorose variegada dos citros, em laranjeiras. A. Manchas cloróticas de bordas irregulares e distribuídas aleatoriamente nas folhas (Fonte: Reinaldo Rodrigues de Souza Neto). B. Pontos necróticos de coloração parda no centro da clorose (Fonte: Helvécio Della Coletta Filho). C. Folhas com aspecto de murcha, com necrose avançada e frutos pouco desenvolvidos (Fonte: Helvécio Della Coletta Filho).

ta Melichar, 1924, *Macugonalia leucomelas* Walker, 1851, *Oragua discoidula* Osborn, 1926, *Parathona gratiosa* Blanchard, 1840, *Plesiommata corniculata* Young, 1977 e *Sonesimia grossa* Signoret, 1854, (REDAK et al. 2004; YAMAMOTO et al. 2007; LOPES & KRUGNER 2016).

A importância dessas 13 espécies como vetores é influenciada pela ocorrência, densidade populacional, preferência alimentar e eficiência de transmissão. *Bucephalagonia xanthophis* se destaca entre as espécies por se alimentar, principalmente, nos ramos jovens dos citros, a fase fenológica mais suscetível à doença. Além disso, esse inseto é um dos mais eficientes na transmissão da bactéria, nesse patossistema (11,9%) (LOPES & KRUGNER 2016).

Além da adoção de medidas para o controle da CVC, anteriormente descritas, há formas alternativas mais sustentáveis que vêm sendo estudadas, sendo algumas já utilizadas nos últimos anos. Dentre elas, destacam-se a busca por genótipos resistentes de laranja doce, por meio de hibridização com genótipos de tangerinas (*Citrus reticulata* L.), limões verdadeiros (*Citrus limon* L.) e pomelos (*Citrus paradisi* L.) (LARANJEIRA et al. 1998; COLETTA-FILHO et al. 2007), desenvolvimento de variedades comerciais geneticamente modificadas (GM) (CASERTA et al. 2017) e aplicação de compostos antimicrobianos (MURANAKA et al. 2013; SANTIAGO et al. 2018).

Dentro do conceito de plantas GM, Caserta et al. (2017) utilizaram um gene da própria bactéria (*rpfF*) para transformar plantas e “confundir” o sistema de comunicação da *X. fastidiosa*, denominado *quorum-sensing*, o qual está diretamente ligado à patogenicidade. As plantas GM, apresentaram redução dos sintomas, uma vez que a planta induzia maior formação de biofilme bacteriano restringindo a bactéria ao ponto de inoculação, impossibilitando a colonização sistêmica na planta hospedeira. Essa estratégia foi primeiramente utilizada no patossistema da Pierce Disease (PD), causada por *X. fastidiosa* em videiras e também apresentou resultados satisfatórios (LINDOW et al. 2014). Atualmente, pesquisadores do Centro de Citricultura Sylvio Moreira do Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, estão investigando, sob condições controladas, o efeito dessas plantas sobre o comportamento dos insetos vetores. Clones dessas plantas também estão sendo avaliados quanto ao seu desenvolvimento em condições controladas, em campo, por meio da liberação planejada no meio ambiente (LPMA).

Os compostos antimicrobianos também têm ganhado destaque nos últimos anos, um exemplo é a molécula N-Acetilcisteína (NAC), derivada do aminoácido natural L-cisteína, que é utilizada no tratamento de infecções respiratórias humanas (BLASI et al. 2016; ALDINI et al. 2018). A aplicação do NAC em plantas cítricas doentes apresentou resultados promissores, pois proporcionou significativa remissão de sintomas da CVC e redução da população de *X. fastidiosa* nos vasos xilemáticos (MURANAKA et al. 2013).

Óleos essenciais provenientes de destilação de partes específicas de plantas, também têm mostrado efeito inibitório no crescimento de *X. fastidiosa* e em aspectos de virulência, em testes *in vitro* (SANTIAGO et al. 2018). A ação antimicrobiana destes compostos representa uma alternativa natural e promissora no desenvolvimento de novos agentes de controle da bactéria.

ATROFIA DOS RAMOS DO CAFEIEIRO (ARC)

A busca constante por plantas hospedeiras alternativas de *X. fastidiosa* fez Paradela Filho et al. (1995) encontrarem a bactéria em amostras de cafeeiro da cultivar Mundo Novo, próximas a pomares de citros, com CVC, nas regiões de Macaubal e São José do Rio Preto (SP). A confirmação da identidade bacteriana foi feita por meio de testes sorológicos e da PCR (PARADELA FILHO et al. 1995). Apesar de o primeiro relato da bactéria em cafeeiro ter ocorrido no ano de 1995, acredita-se que *X. fastidiosa* afeta as plantas de café há muito mais tempo, sendo os sintomas muitas vezes confundidos pelos de infecções causadas por nematóides ou por desbalanço nutricional (LI et al. 2001). Além disso, evidências da presença da bactéria, em regiões onde não havia pomares cítricos, a detecção da CVC em lavouras que sucederam a cultura cafeeira e a similaridade de insetos vetores, sugerem que a bactéria foi, na verdade, disseminada de cafeeiros para laranjeiras no Brasil (QUEIROZ-VOLTAN et al. 2004).

A doença ocasionada por *X. fastidiosa* subsp. *pauca*, em cafeeiro, é conhecida como ARC ou requeima do cafeeiro (RC), sendo a primeira denominação, mais difundida cientificamente. Esses nomes são devido aos principais sintomas da doença que são a atrofia geral dos ramos e a queima apical e marginal das folhas. Além desses sintomas, outros como o encurtamento dos internódios, a queda prematura das folhas mais velhas, a ocorrência de tufo de folhas

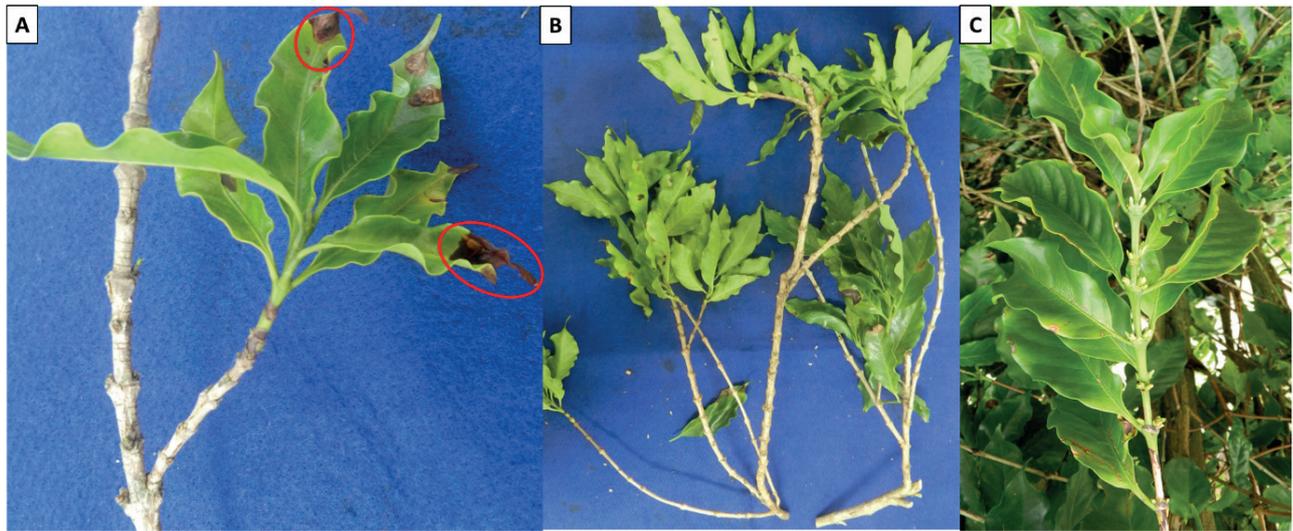


Figura 5. Sintomas de atrofia dos ramos em cafeeiro. A. Queima apical e marginal nas folhas (destacadas em vermelho). B. Encurtamento de internódios nos galhos, folhas com limbo estreito e concentradas na região terminal dos ramos. C. Ramo de cafeeiro saudável. Fonte: Carolina Sardinha Francisco, Christian-Albrechts Universität of Kiel - CAU (Alemanha).

pequenas, cloróticas e deformadas, a redução na quantidade e no tamanho dos frutos, e o secamento dos ramos laterais, também são observados (LIMA et al. 1998; PARADELA FILHO et al. 1997).

Apesar de *X. fastidiosa* infectar várias espécies dentro do gênero *Coffea*, além de híbridos, há uma variação entre densidade populacional e manifestação de sintomas entre espécies de cafeeiros, sendo a doença mais prevalente e severa na espécie *C. arabica* (YORINORI et al. 2003), da qual se obtém cerca de 76% da produção nacional (Senar 2017). A intensidade dos sintomas e a população bacteriana também variam de acordo com a época do ano. As maiores populações e os sintomas mais severos são observados em meses com baixa pluviosidade (LIMA et al. 1998). A incidência da ARC, tem início com focos isolados, e com o progresso da doença, apresenta um padrão agregado. Na época com maior quantidade de chuvas, surgem novas brotações dessas plantas, com alta severidade de sintomas, favorecendo a transmissão da bactéria para plantas saudáveis, dado a abundância de insetos nessa temporada (ROCHA et al. 2010).

Em estudos epidemiológicos constatou-se que a ARC está presente nas principais regiões produtoras de café do Brasil, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Bahia (PARADELA et al. 1995; LIMA et al. 1996; UENO & LEITE 1996). Apesar de não se saber, ao certo, os prejuízos econômicos que a doença ocasiona para a cafeicultura, logo após sua constatação registrou-

-se uma redução de 30% na produção, em algumas propriedades, em São José do Rio Preto (SP) (PRATO 2000). Rocha et al. (2010) verificaram que a cada 1% de aumento na severidade da doença, há perdas de rendimento de 1,22 a 1,34 sacos de 60 kg de grãos, por hectare. Além disso, no fim da década de 1990, extensivas plantações de café no estado de São Paulo foram eliminadas, após a constatação de sintomas da doença (LIMA et al. 1998).

As cigarrinhas, comprovadas como vetores de *X. fastidiosa* para o cafeeiro, são de quatro espécies já relatadas para o patossistema da CVC (*B. xanthophis*, *D. costalimai*, *H. ignorata* e *O. facialis*) (MARUCCI et al. 2008). Há um estudo que evidencia a transmissão bacteriana para cafeeiros por cigarras (Hemiptera: Cicadidae), no entanto, experimentos mais conclusivos, com maior número de repetições, devem ser realizados para confirmar a transmissão por esse grupo de insetos (PAIÃO et al. 1996).

Além de possuírem vetores em comum, as estirpes bacterianas que causam ARC e CVC são geneticamente semelhantes, sendo todas pertencentes a subsp. *pauca* (ALMEIDA et al. 2008; NUNNEY et al. 2012). Devido à similaridade entre as estirpes, estudos de inoculações cruzadas foram realizados, e observou-se que, embora as estirpes sejam geneticamente relacionadas, elas são biologicamente distintas (ALMEIDA et al. 2008). Apesar de indicações que estirpes oriundas de citros conseguem infectar plantas de café (LI et al. 2001; ALMEIDA et al. 2008; PRADO et al. 2008; FRANCISCO et al. 2017), as taxas

de infecção e a população bacteriana foram muito baixas, não sustentando uma infecção sistêmica por muito tempo (ALMEIDA et al. 2008; PRADO et al. 2008; FRANCISCO et al. 2017). Essas evidências sugerem que o cafeeiro não é uma fonte de inóculo de *X. fastidiosa* significativa para plantas cítricas (PRADO et al. 2008).

A despeito de as estirpes de laranjeira e de cafeeiro serem parecidas geneticamente, certamente devido a um ancestral comum, essas cepas passaram por vários eventos de recombinação homóloga, ao longo do tempo, e se tornaram hospedeiro-específicas (NUNNEY et al. 2012; SICARD et al. 2018). Além disso, quando é comparada à diversidade alélica, em ambas as populações, as estirpes de *X. fastidiosa* em cafeeiro apresentam maior variabilidade, em comparação àquelas em laranjeiras, denotando uma maior ancestralidade da população de *X. fastidiosa* no cafeeiro (ALMEIDA et al. 2008; NUNNEY et al. 2012; FRANCISCO et al. 2017).

As medidas de controle recomendadas para o manejo da ARC são basicamente as mesmas descritas para outras doenças ocasionadas por *X. fastidiosa*, tais como: a utilização de mudas sadias no campo e o controle das cigarrinhas vetoras (THOMAZIELLO et al., 2000). Por outro lado, a adoção da poda como é feita para outras culturas, não tem se mostrado um método eficiente para conter a infecção bacteriana em cafeeiro (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2007).

SÍNDROME DO DESSECAMENTO FOLIAR DA OLIVEIRA (SDFO)

A primeira associação de *X. fastidiosa* com oliveiras ocorreu em 2007 nos Estados Unidos (HERNANDEZ-MARTINEZ et al. 2007). Análises moleculares dessas plantas mostraram que se tratava da subespécie *multplex*, sendo relacionada, a princípio, ao sintoma de queima foliar (KRUGNER et al. 2010). Posteriormente, em novos estudos realizados por Krugner et al. (2014), demonstrou-se que os sintomas de dessecamento foliar encontrados não eram causados exclusivamente pela bactéria. Em 2013, *X. fastidiosa* foi detectada, pela primeira vez, no continente Europeu, em pomares de oliveira localizados no Sul da Itália, causando uma grave doença denominada síndrome do declínio rápido da oliveira (*olive quick decline syndrome – OQDS*), apresentando ampla disseminação e alta severidade de sintomas (SAPONARI et al. 2013; SAPONARI et al. 2014; SAPONARI et al. 2016; SAPONARI et al. 2019). Em 2015, esse fitopatógeno também foi detectado infectando pomares na Argentina (HAELTERMAN et al. 2015). No Brasil, a doença foi verificada em pomares de oliveira, no sudeste do país, na região da Serra da Mantiqueira, em 2016 (COLETTA-FILHO et al. 2016). As plantas afetadas pela doença apresentaram sintomas de ramos inteiramente dessecados, folhas expressando diferentes graus de queima (Figura 6), que se inicia na parte apical do limbo, desfolha

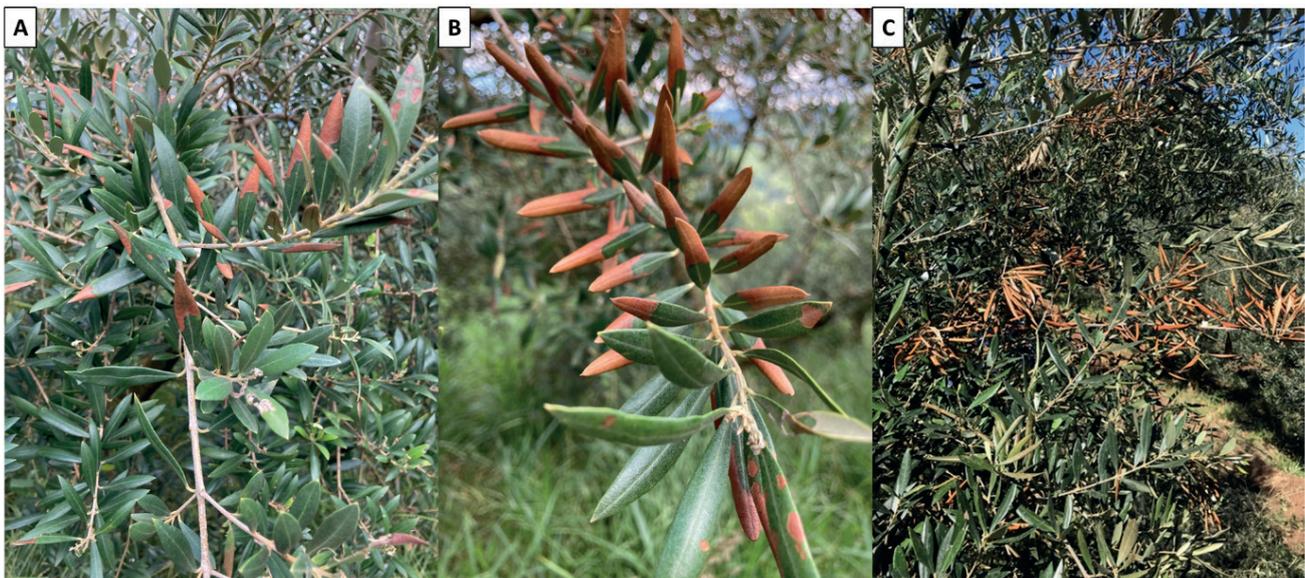


Figura 6. Sintomas de dessecamento foliar em oliveiras decorrentes da infecção por *Xylella fastidiosa*. A. Início, em ramos isolados, com dessecamento no ápice das folhas. B. Dessecamento progressivo do ápice para a base das folhas. C. Vários ramos na copa da planta com folhas totalmente dessecadas. Estas, ficam aderidas aos ramos e não se desprendem facilmente, contrastando com o dessecamento decorrente de infecções por fungos. Fonte: Helvécio Della Coletta Filho.

parcial, folhas dessecadas, que apresentam tendência a ficarem aderidas aos ramos, e morte de brotos e ramos (COLETTA-FILHO et al. 2016).

Segundo Coletta-Filho et al. (2016), nos pomares brasileiros estudados foram observados sintomas similares aos encontrados nos pomares europeus e argentinos, além disso, análises moleculares confirmaram que se tratava da mesma subespécie da bactéria (subespécie *pauca*) que ocorre em cafeeiros, citros e também em oliveiras do Sul da Itália (GIAMPETRUZZI et al. 2015). No entanto, embora a *X. fastidiosa* subsp. *pauca* seja o agente causal do dessecamento foliar em oliveiras, na América do Sul a estirpe é diferente da presente no sul da Itália. No Brasil é encontrado a estirpe ST16, que é geneticamente mais próxima das estirpes encontradas em citros e em cafeeiros (COLETTA-FILHO et al. 2016), enquanto na Itália, a estirpe predominante em oliveira é a ST53 (ELBEAINO et al. 2014), que, por sua vez, é a mesma encontrada em espirradeira (*Nerium oleander* L.), em cafeeiro na Costa Rica (NUNNEY et al. 2014), e em plantas ornamentais na região sudeste da Itália (LOCONSOLE et al. 2016).

Safady et al. (2019) estudando os pomares de oliveira da região da Serra da Mantiqueira, detectaram a presença de *X. fastidiosa* subsp. *pauca* em 83% dos pomares amostrados, dos quais, em 43,7%, observaram-se sintomas típicos da doença. Com análises de MLST, aplicadas nessas amostras, verificou-se que 75% das plantas estavam infectadas com a ST16, além disso, evidenciaram-se três novas estirpes (ST84, ST85 e ST86) nesta região. Acredita-se que a doença foi introduzida por cigarrinhas que se alimentaram em cafeeiros contaminados, localizados muito próximos aos pomares de oliveira, transmitindo assim a bactéria para estas (COLETTA-FILHO et al. 2016).

O cultivo da oliveira no Brasil, para fins comerciais, é recente, quando comparado à outras culturas que são acometidas por *X. fastidiosa*. O seu início foi no sul de Minas Gerais e no estado do Rio Grande do Sul, sendo estas as principais regiões produtoras do país (VILLA & OLIVEIRA 2012). Nos últimos 30 anos, o plantio de oliveira tem se expandindo para outros estados como, São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Bahia (COUTINHO et al. 2009). Atualmente, a cultura encontra-se presente em 80 municípios distribuídos nos quatro estados da região Sudeste, compreendendo três mil hectares plantados, sendo que

o estado de Minas Gerais representa 60% da área plantada dessa região (EPAMIG 2021). Já o estado do Rio Grande do Sul tem, atualmente, sete mil hectares cultivados, sendo responsável por 90% da produção de azeite do país (IBRAOLIVA 2021).

Como em outras doenças causadas por *X. fastidiosa*, a propagação e a transmissão da doença nas oliveiras podem ocorrer por material propagativo infectado ou por ação de insetos vetores, conhecidos como cigarrinhas (superfamília Cercopoidea e subfamília Cicadellinae) (REDAK et al. 2004; CORNARA et al. 2019).

Estudos para identificar possíveis espécies de cigarrinhas vetoradas de *X. fastidiosa* estão em andamento. Froza (2017) encontrou uma grande diversidade de espécies de Cicadellinae e Cercopoidea em coletas realizadas na região da Serra da Mantiqueira, em pomares com incidência da doença (COLETTA-FILHO et al. 2016). Em estudos de transmissão, até o momento, já foram identificadas 14 espécies de cigarrinhas como vetoradas da bactéria nos pomares na região Sudeste do Brasil (JOYCE A. FROZA comunicação pessoal), porém a contribuição de cada espécie ainda permanece desconhecida. Em relação às hospedeiras alternativas de *X. fastidiosa* em plantios de oliveiras, os estudos estão em andamento (JOYCE A. FROZA comunicação pessoal).

Quanto ao manejo da doença, devem-se seguir as mesmas recomendações feitas para as demais culturas afetadas por *X. fastidiosa*, com um adendo à questão da poda, que para a oliveira deve ser melhor estudada, levando em conta que a bactéria coloniza o sistema radicular de oliveiras, o que não ocorre em laranjeiras. Precauções com relação à sanidade das mudas e manejo do vetor são fundamentais para o sucesso da implantação de pomares de oliveira em regiões com o histórico de ocorrência da síndrome do dessecamento foliar.

REFERÊNCIAS

- ALDINI G, ALTOMARE A, BARON G, VISTOLI G, CARINI M, BORSANI L, SERGIO F (2018). N-Acetylcysteine as an Antioxidant and Disulphide Breaking Agent: The Reasons Why. *Free Radical Research* 52(7): 751–62. (<https://doi.org/10.1080/10715762.2018.1468564>).
- ALMEIDA RPP, PEREIRA EF, PURCELL AH, LOPES JRS (2001) Multiplication and movement of a citrus strain of *Xylella fastidiosa* within sweet orange. *Plant Disease* 85:382–386. (<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.85.4.382>).

- org/10.1094/PDIS.2001.85.4.382)
- ALMEIDA RPP, NASCIMENTO FE, CHAU J, PRADO SS, TSAI CW, LOPES SA, LOPES JRS (2008). Genetic structure and biology of *Xylella fastidiosa* strains causing disease in citrus and coffee in Brazil. *Applied and Environmental Microbiology* 74: 3690-3701. (<https://dx.doi.org/10.1128/AEM.02388-07>).
- BASSANEZI RB, PRIMIANO IV, MOREIRA AS (2021). Inoculum reduction and vector control on the temporal progress of citrus variegated chlorosis incidence. *Pest Management Science* 77(7): 3333-3340. (<https://doi.org/10.1002/ps.6377>).
- BERETTA MJG, LEE RF, BARTHE GA, ET AL (1993). Citrus variegated chlorosis: detection of *Xylella fastidiosa* in symptomless trees. *Int Organ Citrus Virol Conf Proc 12th* :306-310. (<https://doi.org/10.5070/C56j528431>).
- BLASI F, PAGE C, MARIA ROSSOLINI GM, PALLECCHI L, MATERA MG, ROGLIANI P, CAZZOLA M (2016). The Effect of N-Acetylcysteine on Biofilms: Implications for the Treatment of Respiratory Tract Infections. *Respiratory Medicine* 117: 190-197. (<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.06.015>).
- BOVÉ JM, AYRES AJ (2007). Etiology of three recent disease of citrus in São Paulo state: sudden death, variegates chlorosis and huanglongbing. *IUBMB Life* 59(4): 346-354. (<https://doi.org/10.1080/15216540701299326>).
- BULLETIN OEPP/EPPO BULLETIN (2019) 49(2), 175-227. ISSN 0250-8052. (<https://doi.org/10.1111/epp.12575>).
- CASERTA R, SOUZA-NETO RR, TAKITA MA, LINDOW SE, DE SOUZA AA (2017). Ectopic expression of *Xylella fastidiosa* *rpfF* conferring production of diffusible signal factor in transgenic tobacco and citrus alters pathogen behavior and reduces disease severity. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 30: 866-875. (<https://doi.org/10.1094/MPMI-07-17-0167-R>).
- CARVALHO AS, SOUZA M (1991). Escaldadura das Folhas da Ameixeira: provável responsável pelo declínio da cultura no sul do estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26: 2015-2020.
- CASTRO LAS, MADAIL JCM, TREPTOW RO, SIMONETTO PR, GOMES CB, RASEIRA MCB, CASTRO C, PEREIRA JFM, COUTO MEO (2008a). Monitoramentos realizados no cultivo da ameixeira na região sul do Brasil visando adaptações das recomendações técnicas. *Embrapa Clima Temperado Documentos* 235.
- CASTRO LAS, NAKASU BH, PEREIRA JFM (2008b). Ameixeira: histórico e perspectivas de cultivo. *Embrapa Clima Temperado Circular técnica* 70.
- CHANG CJ, GARNIER M, ZREIK L, ROSSETTI V, BOVÉ JM (1993). Culture and serological detection of *Xylella fastidiosa*, the xylem-limited bacterium associated with citrus variegated chlorosis disease. *Current Microbiology* 27: 137-142. (<https://doi.org/10.1007/BF01576010>).
- CHATTERJEE S, ALMEIDA RPP, LINDOW S (2008). Living in two worlds: the plant and insect lifestyles of *Xylella fastidiosa*. *Annual Review of Phytopathology* 46: 243-271. (<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.45.062806.094342>).
- COLETTA-FILHO HD, PEREIRA EO, SOUZA AA, TAKITA MA, CRISTOFANI-YALY M, MACHADO MA (2007). Analysis of resistance to *Xylella fastidiosa* within a hybrid population of Pera sweet orange x Murcott tangor. *Plant Pathology* 56: 661-668. (<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01605.x>).
- COLETTA-FILHO HD, CARVALHO SA, SILVA LFC, MACHADO MA (2014). Seven years of negative detection results confirm that *Xylella fastidiosa*, the causal agent of CVC, is not transmitted from seeds to seedlings. *European Journal Plant Pathology* 139: 593-596. (<https://doi.org/10.1007/s10658-014-0415-8>).
- COLETTA-FILHO HD, DE SOUZA AA (2014). Avanços no conhecimento sobre a clorose variegada dos citros: uma abordagem sobre os diferentes componentes do patossistema. *Citrus Research & Technology* 35(1): 19-33. (<http://dx.doi.org/10.5935/2236-3122.20140003>).
- COLETTA-FILHO HD, FRANCISCO CS, LOPES, JRS, DE OLIVEIRA AF, DA SILVA LFO (2016). First report of olive leaf scorch in Brazil, associated with *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. In: Mugnai L, Falloon R. *Plant health and food safety. Phytopathologia Mediterranea* 55: 130-135.
- COLETTA-FILHO HD, CASTILLO AI, LARANJEIRA FF. et al. (2020). Citrus Variegated Chlorosis: an Overview of 30 Years of Research and Disease Management. *Tropical Plant Pathology* 45: 175-191. (<https://doi.org/10.1007/s40858-020-00358-5>).
- CONTRERAS JDV (1992). Pecosita ou falsa mancha grasienta na Argentina. *Laranja e Cia* 31:6.
- CORNARA D, MORENTE M, MARKHEISER A, BODINO N, TSAI CW, FERERES A, REDAK RA, PERRING

- T, LOPES JRS (2019). An overview on the world-wide vectors of *Xylella fastidiosa*. *Entomologia Generalis*. (<https://doi.org/10.1127/entomologia/2019/0811>).
- COUTINHO EF, RIBEIRO FC, CAPPELLARO TH (2009). Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Sistema de produção, 16.
- DALBÓ MA, DELLA BRUNA E, DE SOUZA A L K (2018). SCS 438 – Zafira – a new plum cultivar resistant to leaf scald (*Xylella fastidiosa*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 18:229-233. (<https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n2c33>).
- DAVIS MJ, PURCELL AH, THOMSON SV (1980) Isolation media for the Pierce's disease bacterium. *Phytopathology* 70:425-429. (<https://doi.org/10.1094/Phyto-70-425>).
- DAVIS MJ, FRENCH WJ, SCHAAD NW (1981). Axenic culture of the bacteria associated with phony disease of peach and plum leaf scald. *Curr. Microbiol.* 6, 309–314. (<https://doi.org/10.1007/BF01566883>)
- DE LA FUENTE L, MONTANES E, MENG Y, LI Y, BURR TJ, HOCH HC, WU M (2018). Assessing adhesion forces of type I and type IV pili of *Xylella fastidiosa* bacteria by use of a microfluidic flow chamber. *Applied and Environmental Microbiology* 73: 2690-2696. (<https://doi.org/10.1128/AEM.02649-06>).
- DE NEGRI JD, GARCIA JUNIOR A (1993). Sugestões para o manejo de pomares com clorose variegada dos citros. *Laranja* 14: 255-267.
- DE SOUZA AA, TAKITA MA, COLETTA-FILHO HD, CALDANA C, GOLDMAN GH, YANAI GM, MUTO NH, DE OLIVEIRA RC, NUNES LR, MACHADO MA (2003). Analysis of gene expression in two growth states of *Xylella fastidiosa* and its relationship with pathogenicity. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 16: 867-875. (<https://doi.org/10.1094/MPMI.2003.16.10.867>).
- DE SOUZA AA, TAKITA MA, DO AMARAL AM, COLETTA-FILHO HD, MACHADO MA (2009). Citrus response to *Xylella fastidiosa* infection, the causal agent of Citrus Variegated Chlorosis. *Tree and Forest Science and Biotechnology* 2: 73-80.
- DJELOUAH K, FRASHERI D, VALENTINI F, D'ONGHIA AM & DIGIARO M (2014). Direct tissue blot immunoassay for detection of *Xylella fastidiosa* in olive trees. *Phytopathologia Mediterranea* 53,559–564. (https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-14603).
- DUCROQUET J-PHJ, ANDRADE ER, HICKEL ER (2001). A escaaldadura das folhas da ameixeira em Santa Catarina. *EPAGRI Boletim Técnico* 118.
- EFSA. The European Union One Health (2021). Update of the *Xylella* spp. host plant database – systematic literature search up to 31 December 2020. *EFSA Journal*. (<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6674>).
- EFSA. The European Union One Health (2019). European food safety authority & European center for disease prevention and control. *EFSA Journal*. (<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5926>).
- ELBEAINO T, VALENTINI F, ABOUKUBA R, MOUBARAK P, YASSEN T, DIAGIARO M (2014). Multi-locus sequence typing of *Xylella fastidiosa* isolated from olive affected by “olive quick decline syndrome” in Italy. In: Mugnai L, Fallon R. *Plant health and food safety. Phytopathologia Mediterranea* 53(3): 533-542.
- EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) (2021). Azeitch vai reunir a cadeia produtiva da olivicultura. Disponível em: <https://epamig.wordpress.com/2021/05/14/azeitech-vai-reunir-a-cadeia-produtiva-da-olivicultura/>. Acessado em 17 de maio de 2021.
- FERNANDEZ-VALIELA MV, BAKARCIC M (1954). Nuevas enfermedades del ciruelo en el delta del Paraná, Argentina. *Informes de Investigaciones Agrarias* 84: 2-6.
- FERREIRA GM, MASCARO FA, DALLA PRIA M, RIBEIRO JUNIOR PJ, MAY-DE-MIO LL (2016). Spatial analysis of plum leaf scald in São Paulo State, Brazil. *Journal of Plant Pathology* 98(3): 511-518.
- FRANCISCO CS, CERESINI PC, ALMEIDA RPP, COLETTA-FILHO HD (2017). Spatial genetic structure of coffee-associated *Xylella fastidiosa* populations indicates that cross infection does not occur with sympatric citrus orchards. *Phytopathology* 107: 395-402. (<https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PHYTO-08-16-0300-R#>).
- FRENCH WJ, LATHAM AJ, STASSI DL (1977). Phony peach bacterium associated with leaf scald of plum trees. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 4: 223.
- FRENCH WJ, KITAJIMA EW (1978). Occurrences of plum leaf scald in Brazil and Paraguay. *Plant Disease Reporter* 62(12): 1035-1038.
- FROZA JA (2017). Levantamento de espécies de cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) com

- ênfase em possíveis espécies vetoras de *Xylella fastidiosa* em pomares de oliveira na Serra da Mantiqueira. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.
- FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura) (2018). Levantamento da incidência das doenças dos citros, greening, CVC e cancro cítrico no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/levantamentos/Levantamento-DeDoencas2018-greening-cvc-cancroCitrico.pdf>. Acessado em 05 de fevereiro de 2021.
- FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura) (2020). Levantamento da incidência das doenças dos citros, greening, CVC e cancro cítrico no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/levantamentos/levantamento-doencas-2019.pdf>. Acessado em 05 de maio de 2020.
- GARNIER M, CHANG CJ, ZREIK L, ROSSETTI V, BOVÉ JM (1993). Citrus variegated chlorosis: serological detection of *Xylella fastidiosa*, the bacterium associated with the disease. In: Conference of the International Organization of Citrus Virologists, IOCV, 12. Proceedings, 301-305. (<https://doi.org/10.5070/C50c8963vz>)
- GIAMPETRUZZI A, CHIUMENTI M, SAPONARI M, DONVITO G, ITALIANO A, LOCONSOLE G, BOSCIAD, CARIDDI C, MARTELLI GP, SALDARELLI P (2015). Draft genome sequence of the *Xylella fastidiosa* CoDiRO strain. Genome Announcements 3(1): e01538-14. (<https://dx.doi.org/10.1128%2FgenomeA.01538-14>).
- HAELTERMAN RM, TOLOCKA PA, ROCA ME, GUZMÁN FA, FERNÁNDEZ FD, OTERO ML (2015). First presumptive diagnosis of *Xylella fastidiosa* causing olive scorch in Argentina. Journal of Plant Pathology 97(2): 393-393.
- HARPER SJ, WARD LI, CLOVER GRG (2010) Development of LAMP and Real-Time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. Phytopathology, 12: 1282-1288. (<https://doi.org/10.1094/phyto-06-10-0168>).
- HARTUNG JS, BERETTA MJG, BRLANSKY RH, SPISSO J, LEE RF (1994). Citrus variegated chlorosis bacterium: axenic culture, pathogenicity, and serological relationships with other strains of *Xylella fastidiosa*. Phytopathology 84:591-597. (<http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-84-591>).
- HARTUNG JS, NIAN S, LOPES S, AYRES AJ, BRLANSKY R (2014). Lack of evidence for transmission of *Xylella fastidiosa* from infected sweet orange seed. Journal Plant Pathology 96:497–506. (<http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V96I3.011>)
- HE CX, LI WB, AYRES AJ, HARTUNG JS, MIRANDA VS, TEIXEIRA DC (2000). Distribution of *Xylella fastidiosa* in citrus rootstocks and transmission of citrus variegated chlorosis between sweet orange plants through natural root grafts. Plant Disease 84:622-626. (<http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.6.622>).
- HERNANDEZ-MARTINEZ R, DE LA CERDA KA, COSTA HS, COOKSEY DA, WONG P (2007). Phylogenetic relationships of *Xylella fastidiosa* strains isolated from landscape ornamentals in southern California. Phytopathology 97(7): 857-864. (<https://doi.org/10.1094/phyto-97-7-0857>).
- IBRAOLIVA (Instituto Brasileiro de Olivicultura) (2021). Safra de 2021 de oliveira traz boas expectativas aos produtores. Disponível em: <https://www.ibraoliva.com.br/noticias/detalhe/107/safra-2021-de-oliveiras-traz-boas-expectativas-aos-produtores>. Acessado em 17 de maio de 2021.
- JANISSEN R, MURILLO DM, NIZA B, SAHOO PK, NOBREGA MM, CESAR CL, TEMPERINI MLA, CARVALHO HF, DE SOUZA AA, COTTA MA (2015). Spatio temporal distribution of different extracellular polymeric substances and filamentation mediate *Xylella fastidiosa* adhesion and biofilm formation. Nature Scientific Reports 5:1-10. (<https://doi.org/10.1038/srep09856>).
- JANSE JD, OBRADOVIC A (2010). *Xylella fastidiosa*: Its biology, diagnosis, control and risks. Journal of Plant Pathology 92(1): 135-148.
- KITAJIMA EW, MOHAN SK, TSUNETI M, BLEICHER J, FRENCH WJ, LEITE JUNIOR RP (1981). Ocorrência da escaldadura das folhas de ameixeira nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Fitopatologia Brasileira 6: 285-292.
- KLEINA HT, PÁDUA T, JACOMINO AP, MAY-DE-MIO LL (2018). Postharvest quality of plums in response to the occurrence of leaf scald disease. Postharvest Biology and Technology 143: 102-111. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.04.018>).
- KLEINA HT, ESTEVES MB, DALBÓ MA, LOPES JRS (2019). Escaldadura das Folhas: A doença que ameaça os pomares de ameixeira no Brasil. Re-

- vista Toda Fruta – Artigo Técnico 9.
- KLEINA HT, KUDLAWIEC K, ESTEVES MB, DALBÓ MA, OLIVEIRA TP, MALUTA N, LOPES JRS, MAY-DE-MIO L (2020). Settling and feeding behavior of sharpshooter vectors of *Xylella fastidiosa* on plum genotypes resistant to leaf scald disease. *European Journal of Plant Pathology* 158: 633-644. (<https://doi.org/10.1007/s10658-020-02104-8>).
- KRUGNER R, JOHNSON MW, CHEN J (2010). Evaluation of pathogenicity and insect transmission of *Xylella fastidiosa* strains to olive plants. *California Olive Committee, Final Report*. Disponível em: <https://www.caloolive.org/wp-content/uploads/Research-Reports-2010.pdf> Acessado em 1 agosto de 2017.
- KRUGNER R, SISTERTON MS, CHEN J, STENGER DC, JOHNSON MW (2014). Evaluation of olive as a host of *Xylella fastidiosa* and associated sharpshooter vectors. *Plant Disease* 98: 1186-1193. (<https://doi.org/10.1094/PDIS-01-14-0014-RE>).
- LARANJEIRA FF, MÜLLER GW, TRINDADE J, SILVA LMS (1996). Constatação da clorose variegada dos citros (CVC) no Estado de Sergipe. *Fitopatologia Brasileira* 21: 521-521.
- LARANJEIRA FF, POMPEU JR. J, HARAKAVA R, FIGUEIREDO JO, CARVALHO AS, COLETTA-FILHO HD (1998). Cultivares e espécies cítricas hospedeiras de *Xylella fastidiosa* em condições de campo. *Fitopatologia Brasileira* 23: 147-154.
- LARANJEIRA FF, POMPEU JUNIOR J (2002). Comportamento de quinze cultivares de laranja-doce afetadas pela clorose variegada dos citros. *Laranja* 23(2): 401-411.
- LARANJEIRA FF, BERGAMIN FILHO A, AMORIM L, GOTTWALD TR (2004). Dinâmica espacial da clorose variegada dos citros em três regiões do estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira* 29: 56-65. (<https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000100009>).
- LARANJEIRA FF, AMORIM L, BERGAMIN FILHO A, AGUILAR-VILDOSO CI, COLETTA-FILHO HD (2005). Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: *Matos Júnior D, De Negri JD, Pio RM, Pompeu Júnior J (Ed). Citros*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; FUNDAG. pp. 509-566.
- LI WB, PRIA JÚNIOR WD, TEIXEIRA DC, MIRANDA VS, AYRES AJ, FRANCO CF, COSTA MG (2001). Coffee Leaf Scorch Caused by a Strain of *Xylella fastidiosa* from Citrus. *Plant disease* 85: 501-505. (<https://doi.org/10.1094/pdis.2001.85.5.501>).
- LI WB, PRIA JÚNIOR WD, LACAVA PM, QIN X, HARTUNG JS (2003). Presence of *Xylella fastidiosa* in sweet orange fruit and seeds and its transmission to seedlings. *Phytopathology*, 93: 953-958. (<https://doi.org/10.1094/phyto.2003.93.8.953>).
- LIMA JEO, MIRANDA VS, COUTINHO A, ROBERTO SR, CARLOS EF (1996). Distribuição de *Xylella fastidiosa* no cafeeiro nas regiões cafeeiras, e seu isolamento *in vitro*. *Fitopatologia Brasileira* 21: 392-393.
- LIMA JEO, MIRANDA VS, HARTUNG JS, COUTINHO A, ROBERTO RS, CARLOS EF (1998). Coffee leaf scorch bacterium: axenic culture, pathogenicity, and comparison with *Xylella fastidiosa* of citrus. *Plant Disease*, 88: 94-97. (<https://doi.org/10.1094/pdis.1998.82.1.94>).
- LINDOW S, NEWMAN K, CHATTERJEE S, BACCARI C, LAVARONE AT, IONESCU M (2014). Production of *Xylella fastidiosa* diffusible signal factor in transgenic grape causes pathogen confusion and reduction in severity of Pierce's disease. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 27: 244-54. (<https://doi.org/10.1094/mpmi-07-13-0197-fi>).
- LOCONSOLE G, SAPONARI M, BOSCIA D, D'ATTOMA G, MORELLI M, MARTELLI GP, ALMEIDA R (2016). Intercepted isolates of *Xylella fastidiosa* in Europe reveal novel genetic diversity. *European Journal of Plant Pathology* 146: 85-94. (<https://doi.org/10.1007/s10658-016-0894-x>).
- LOPES JRS (1996). Mecanismos de transmissão de *Xylella fastidiosa* por cigarrinhas. *Laranja* 17: 79-92.
- LOPES SA, MARCUCCI S, TORRES SCZ, SOUZA V, FAGAN C, FRANÇA SC (2003). Weeds as an alternative host of the citrus, coffee and plum strains of *Xylella fastidiosa* in Brazil. *Plant Disease* 87(5): 544-549. (<https://doi.org/10.1094/pdis.2003.87.5.544>).
- LOPES SA, LARANJEIRA FF, AMORIM L, BERGAMIN FILHO A (2004). Clorose variegada: perdas anuais de US \$100 milhões. *Visão Agrícola*. 1: 20-23.
- LOPES JRS, KRUGNER R (2016). Transmission ecology and epidemiology of the citrus variegated chlorosis strain of *Xylella fastidiosa*. in: *Brown JK (Ed.) Vector-mediated transmission of plant pathogens*. Saint Paul: American Phytopathological Society Press. pp. 195-208.
- MACHADO EC, QUAGGIO JA, LAGÔA AMMA, TICELLI M, FURLANI PR (1994). Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras com clorose variegada dos

- citros. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 6: 53-57.
- MACHADO EC, OLIVEIRA RF, RIBEIRO RV, MEDINA CL, STUCHI ES, PAVANI LC (2007). Deficiência hídrica agrava sintomas fisiológicos da clorose variegada dos citros em laranja 'natal'. *Bragantia* 66: 373-379. (<https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000300002>).
- MARUCCI RC, LOPES JRS, CAVICHIOLI RR (2008). Transmission efficiency of *Xylella fastidiosa* by sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae) in coffee and citrus. *Journal of Economic Entomology* 101: 1114-21. ([https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2008\)101\[1114:teoxfb\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2008)101[1114:teoxfb]2.0.co;2)).
- MENG Y, LI Y, GALVANI CD, HAO G, TURNER JN, BURR TJ, HOCH HC (2005). Upstream migration of *Xylella fastidiosa* via pilus-driven twitching motility. *Journal of Bacteriology* 187: 5560-5567. (<https://doi.org/10.1128/JB.187.16.5560-5567.2005>).
- MULLER C (2013). *Xylella fastidiosa* de ameixeira: transmissão por cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e colonização de plantas hospedeiras. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.
- MULLER C, ESTEVES MB, KLEINA HT, NONDILLO A, BOTTON M, LOPES JRS (2021). First sharpshooter species proven as vectors of *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* in *Prunus salicina* trees in Brazil. *Tropical Plant Pathology*. (<https://doi.org/10.1007/s40858-021-00430-8>).
- MURANAKA LS, GIORGIANO TE, TAKITA MA, FORIM MR, SILVA LFC, COLETTA-FILHO HD, MACHADO MA, DE SOUZA AA (2013). N-Acetylcysteine in agriculture, a novel use for an old molecule: focus on controlling the plant-pathogen *Xylella fastidiosa*. *Plos One* 8: e72937. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072937>).
- NEWMAN KL, ALMEIDA RPP, PURCELL AH, LINDOW SE (2004). Cell-cell signaling controls *Xylella fastidiosa* interactions with both insects and plants. *Proceedings of the National Academic of Science* 101: 1737-1742. (<https://doi.org/10.1073/pnas.0308399100>).
- NUNNEY L, ELFEKIN S, STOUTHAMER R (2012). The importance of Multilocus sequence typing: Cautionary tales from The bacterium *Xylella fastidiosa*. *Phytopathology* 102: 456-460. (<https://doi.org/10.1094/phyto-10-11-0298>).
- NUNNEY L, ORTIZ B, RUSSELL SA, RUIZ SÁNCHEZ R, STOUTHAMER R (2014). The complex biogeography of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*: genetic evidence of introductions and subspecific introgression in Central America. *Plos One* 9(11): e112463. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112463>).
- OJIMA M, RIGITANO O, DALL'ORTO FAC, SCARANARI HJ, MARTINS FP, TOMBOLATO AFC (1983). 'Rosa Mineira' – Novo cultivar IAC de ameixa pouco exigente de frio. *Bragantia* 42: 233-238.
- OLIVEIRA RS, RAMOS JD, OLIVEIRA MC, CRUZ MCM (2012). Crescimento vegetativo e fenologia de ameixeira sob cultivo orgânico na região de Delfim Moreira – MG. *Revista Agrária* 5: 198-205.
- PAIÃO FG, MENEGUIM AM, CASAGRANDE EC, LEITE JUNIOR RP (1996). Envolvimento de cigarras (Homoptera, Cicadidae) na transmissão de *Xylella fastidiosa* em cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 27: 67.
- PAIVA PEB, SILVA JL, GRAVENA S, YAMAMOTO PT (1996) Cigarrinhas de xilema em pomares de laranja do Estado de São Paulo. *Laranja* 17:41–54.
- PARADELA FILHO O, SUGIMORI MH, RIBEIRO IJA, MACHADO MA, LARANJEIRA FF, GARCIA JUNIOR A, BERETTA MJG (1995). Primeira constatação em cafeeiro no Brasil, da *Xylella fastidiosa* causadora da clorose variegada dos citros. *Laranja* 1: 135-136.
- PARADELA FILHO O, SUGIMORI M, RIBEIRO I, GARCIA A, BERETTA M, HARAKAVA R, MACHADO M, LARANJEIRA F, RODRIGUES NJ, BERIAM L (1997). Constatação de *Xylella fastidiosa* em cafeeiro no Brasil. *Summa Phytopathologica* 23: 46-49.
- PRADO SS, LOPES JRS, DEMÉTRIO CGB, BORGATTO AF, ALMEIDA RPP (2008). Host colonization differences between citrus and coffee isolates of *Xylella fastidiosa* in reciprocal inoculation. *Scientia Agricola* 65: 251-258.
- PRATO JRA (2000). Quem diria a *Xylella fastidiosa* sempre esteve no café. *A Granja*, 614: 40-43.
- PURCELL AH, FINLAY A (1979). Evidence for non circulative transmission of Pierce's disease bacterium by sharpshooter leafhoppers. *Phytopathology* 69: 393-395.
- QUEIROZ-VOLTAN, RB, CABRAL LP, PARADELA FILHO O (2004). Severidade do sintoma da bactéria *Xylella fastidiosa* em cultivares de cafeeiro. *Bragantia* 63(3): 395-404. (<https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000300009>).

- QUEIROZ-VOLTAN, RB, CABRAL LP, PARADELA FILHO O, FAZUOLI, LC (2007). Efeito da poda do tipo decote no controle da *Xylella fastidiosa* em cultivares de cafeeiro. *Bragantia* 66(1). (<https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000100009>).
- RAJU BC, WELLS JM, NYLAND G, BRLANSKY RH, LOWE SK (1982). Plum leaf scald isolation culture and pathogenicity of the causal agent. *Phytopathology* 72(11): 1460-1466.
- RAPICAVOLI J, INGEL B, BLANCO-UATE B, CANTU D, ROPER C (2018). *Xylella fastidiosa*: an examination of a re-emerging plant pathogen. *Molecular Plant Pathology* 19(4): 786-800. (<https://doi.org/10.1111/mpp.12585>).
- REDAK RA, PURCELL AH, LOPES JRS, BLUA MJ, MIZELL III RF, ANDERSEN PC (2004). The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annual Review of Entomology* 49: 243-270. (<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123403>).
- ROBERTO SR, COUTINHO A, LIMA JEO, MIRANDA VS, CARLOS EF (1996). Transmissão de *Xylella fastidiosa* pelas cigarrinhas *Dilobopterus costalimai*, *Acrogonia terminalis* e *Oncometopia facialis* em citros. *Fitopatologia Brasileira* 21(4): 517-518.
- ROCHA JG, ZAMBOLIM L, ZAMBOLIM E., DO VALE FXR, JUNIOR WCJ, FILHO AB (2010). Quantification of yield loss due to coffee leaf scorch. *Crop Protection* 29(10): 1100-1104. (<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.04.011>).
- ROSSETTI V, DE NEGRI JD (1990). Clorose variegada dos citros – revisão. *Laranja* 11: 1-14.
- ROSSETTI V, CARVALHO MLV, CHAGAS, CM (1995) Ensaio de transmissão de clorose variegada dos citros (CVC), em campo. *Fitopatologia Brasileira* 20: 351, Suplemento.
- ROSSETTI V, DE NEGRI JD (2011). Clorose variegada dos citros – revisão. *Citrus Research & Technology* 32(1): 61-66.
- SADASIVAN TS (1975). Breeding for disease resistance in plants. *Proceedings of the Indian Academy of Science* 81: 229-248.
- SAFADY NG, LOPES, JRS, FRANCISCO CS, COLETTA-FILHO HD (2019). Distribution and Genetic Diversity of *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* Associated with Olive Quick Syndrome Symptoms in Southeastern Brazil. *Phytopathology*. (<https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-18-0273-FI>).
- SANTIAGO MB, MORAES TS, MASSUCO JE, SILVA LO, LUCARINI R, SILVA DF, VIEIRA TM, CROTTI AEM, MARTINS GHG (2018). In vitro evaluation of essential oils for potential antibacterial effects against *Xylella fastidiosa*. *Journal of Phytopathology* 166: 790-798. (<https://doi.org/10.1111/jph.12762>).
- SAPONARI M, BOSCIA D, NIGRO F, MARTELLI GP (2013). Identification of DNA sequences related to *Xylella fastidiosa* in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (Southern Italy). *Journal of Plant Pathology* 95(3): 668. (<https://dx.doi.org/10.4454/JPP.V95I3.035>).
- SAPONARI M, LOCONSOLE G, CORNARA D, YOKOMI RK, DE STRADIS A, BOSCIA D, BOSCO D, MARTELLI GP, KRUGNER R, PORCELLI F (2014). Infectivity and transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *Journal of Economic Entomology* 107(4): 1316-1319. (<https://doi.org/10.1603/ec14142>).
- SAPONARI, M, BOSCIA D, ALTAMURA G, D'ATTOMA G, CAVALIERI V, ZICCA S, MORELLI M, TAVANO D, LONCONSOLE G, SUSCA L, POTERE O, SAVINO V, MARTELLI GP, PALSAMIRO F, DONGIOVANNI C, SAPONARI A, FURMAROLA G, DI CARLO M (2016). Pilot project on *Xylella fastidiosa* to reduce risk assessment uncertainties. EFSA Supporting Publications. (<https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2016.EN-1013>).
- SAPONARI M, GIAMPETRUZZI A, LOCONSOLE G, BOSCIA D, SALDARELLI P (2019). *Xylella fastidiosa* in olive in Apulia: where we stand. *Phytopathology* 109: 175-186. (<https://doi.org/10.1094/phyto-08-18-0319-fi>).
- SCALLY M, SCHUENZEL EL, STOUTHAMER R, NUNNEY L (2005). Multilocus sequence type system for the plant pathogen *Xylella fastidiosa* and relative contributions of recombination and point mutation to clonal diversity. *Applied and Environmental Microbiology*, 71:8491–8499. (<https://doi.org/10.1128/aem.71.12.8491-8499.2005>).
- SCHAAD NW, POSTNIKOVA E, LACY G, FATMI M, CHANG CJ (2004). *Xylella fastidiosa* subspecies: *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* subsp. nov., *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* subsp. nov., and *X. fastidiosa* subsp. *pauca* subsp. nov. *Systematic and Applied Microbiology* 27(6): 290-300. (<http://dx.doi.org/10.1078/0723202042369848>).
- SCHNEIDER N, AZEVEDO FILHO WS (2014). Epidemiologia da Escaldadura das Folhas da Ameixeira. *Caderno de Pesquisa, série Biologia* 26 (2).

- SCHUENZEL EL, SCALLY M, STOUTHAMER R, NUNNEY L (2005). A multigene phylogenetic study of clonal diversity and divergence in North American strains of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*. *Applied and Environmental Microbiology* 71(7): 3832-3839. (<https://dx.doi.org/10.1128/AEM.71.7.3832-3839.2005>).
- SEGNANA LR, VILLALBA N, MEZZAROMA AC, QARRA D, SANTOS JS, MATIENZO PA, BERETTA MJG (1998). First report of *Xylella fastidiosa* causing citrus variegated chlorosis (CVC) in Paraguay. *Fitopatologia Brasileira* 23: 216.
- SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) (2017). *Café: controle de pragas, doenças e plantas daninhas 1th ed.* Brasília: SENAR.
- SICARD A, AEILINGER AR, VANHOVE M, SCHARTEL TE, BEAL DJ, DAUGHERTY MP, ALMEIDA RPP (2018). *Xylella fastidiosa*: insights into an emerging plant pathogen. *Annual Review of Phytopathology* 56: 1-22. (<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-045849>).
- SIMPSON AJ, REINACH FC, ARRUDA P, ABREU FA, ACENCIO M, ALVARENGA R, ALVES LM, ARAYA JE, BAIA GS, BAPTISTA CS, BARROS MH, BONACCORSI ED, BORDIN S, BOVÉ JM, BRIONES MR, BUENO MR, CAMARGO AA, CAMARGO LE, CARRARO DM, CARRER H, COLAUTO NB, COLOMBO C, COSTA FF, COSTA MC, COSTA-NETO CM, COUTINHO LL, CRISTOFANI M, DIAS-NETO E, DOCENA C, EL-DORRY H, FACINCANI AP, FERREIRA AJ, FERREIRA VC, FERRO JA, FRAGA JS, FRANÇA SC, FRANCO MC, FROHME M, FURLAN LR, GARNIER M, GOLDMAN GH, GOLDMAN MH, GOMES SL, GRUBER A, HO PL, HOHEISEL JD, JUNQUEIRA ML, KEMPER EL, KITAJIMA JP, KRIEGER JE, KURAMAE EE, LAIGRET F, LAMBAIS MR, LEITE LC, LEMOS EG, LEMOS MV, LOPES SA, LOPES CR, MACHADO JA, MACHADO MA, MADEIRA AM, MADEIRA HM, MARINO CL, MARQUES MV, MARTINS EA, MARTINS EM, MATSUKUMA AY, MENCK CF, MIRACCA EC, MIYAKI CY, MONTERIRO-VITORELLO CB, MOON DH, NAGAI MA, NASCIMENTO AL, NETTO LE, NHANI A JR, NOBREGA FG, NUNES LR, OLIVEIRA MA, DE OLIVEIRA MC, DE OLIVEIRA RC, PALMIERI DA, PARIS A, PEIXOTO BR, PEREIRA GA, PEREIRA HA JR, PESQUERO JB, QUAGGIO RB, ROBERTO PG, RODRIGUES V, DE M ROSA AJ, DE ROSA VE JR, DE SÁ RG, SANTELLI RV, SAWASAKI HE, DA SILVA AC, DA SILVA AM, DA SILVA FR, DA SILVA WA JR, DA SILVEIRA JF, SILVESTRI ML, SIQUEIRA WJ, DE SOUZA AA, DE SOUZA AP, TEREZI MF, TRUFFI D, TSAI SM, TSUHAKE MH, VALLADA H, VAN SLUYS MA, VERJOVSKI-ALMEIDA S, VETTORE AL, ZAGO MA, ZATZ M, MEIDANIS J, SETUBAL JC (2000). The genome sequence of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*. *Nature* 406: 151-159. (<https://doi.org/10.1038/35018003>).
- TEIXEIRA DC, ROCHA SRP, SANTOS MA, MARIANO AG, LI WB, MONTEIRO PBA (2004). Suitable *Xylella fastidiosa* CVC strain for post-genome studies. *Current Microbiology* 49(6): 396-399. (<https://doi.org/10.1007/s00284-004-4363-y>).
- THOMAZIELLO RA, FAZUOLI LC, PEZZOPANE JRM, FAHL JI, CARELLI MLC (2000). *Café arábica: cultura e técnicas de produção.* Campinas: Instituto Agrônomo, 82p. (Boletim Técnico, 187).
- TUBELIS A, BARROS JC, LEITE RMBV (1993). Difusão da clorose variegada dos citros em pomares comerciais de laranja no Brasil. *Laranja* 14(1): 239-254.
- UENO B, LEITE JR RP (1996). Estudo da variabilidade de isolados de *Xylella fastidiosa* obtidos de cafeeiro e citros através da análise de proteínas totais. *Fitopatologia Brasileira* 21: 341.
- VILLA F, OLIVEIRA AF (2012). Origem e expansão da oliveira na América Latina. In: Oliveira AF (Ed.) *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção.* Belo Horizonte: EPAMIG.
- WISTROM C, PURCELL AH (2005). The fate of *Xylella fastidiosa* in vineyard weeds and other alternate hosts in California. *Plant Disease* 89: 994-999. (<https://doi.org/10.1094/PD-89-0994>).
- WELLS JM, RAJU B, NYLAND G, LOWE SK (1981). Medium for isolation and growth of bacteria associated with plum leaf scald and phony peach diseases. *Applied Environmental Microbiology* 42: 357-363. (<https://doi.org/10.1128/aem.42.2.357-363.1981>).
- WELLS JM, RAJU BC, HUNG HY, WEISBURG WG, MANDELCO-PAUL L, BRENNER DJ (1987). *Xylella fastidiosa* *gev. nov. sp. nov.*: Gram-negative, xylem-limited fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. *International Journal of Systematic Bacteriology* 37: 136-143. (<https://doi.org/10.1099/00207713-37-2-136>).
- YAMAMOTO PT, FELIPPE MR, CAETANO AC, SANCHES AL, LOPES JRS (2007). First report of *Fingeriana dubia* Cavichioli transmitting *Xylella fastidiosa* to citrus. *Fitopatologia Brasileira*, 32: 266-266. (<https://doi.org/10.1590/S0100>

41582007000300014).
YORINORI MA, RIBAS AF, UENO B, MASSOLA-JÚNIOR
NS, LEITE JÚNIOR RP (2003). Detecção de *Xylella*

fastidiosa em germoplasma de cafeeiro. Fitopa-
tologia Brasileira 28(4): 427-430. (<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582003000400014>).