

EPIDEMIOLOGIA DA ESCALDADURA DAS FOLHAS DA AMEIXEIRA

Natalia Agostini Schneider¹
Wilson Sampaio de Azevedo Filho²

RESUMO

O cultivo de ameixa no Brasil é de grande importância econômica, especialmente na região Sul. O Rio Grande do Sul possui um importante papel pela abundância de áreas de cultivo, ocupando o primeiro lugar na produção brasileira. Entretanto, essa produção nacional vem sofrendo grandes perdas de produtividade e áreas de cultivo, devido à doença chamada Escaldadura das Folhas da Ameixeira (EFA), causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*. O fitopatógeno é transmitido por cigarrinhas vetoras (Hemiptera: Cicadellidae, Cicadellinae) que se alimentam no xilema das plantas. A bactéria obstrui os vasos xilemáticos, bloqueando parte do sistema vascular da planta. Os primeiros sintomas são a queima das bordas das folhas adultas, seguida do secamento de ramos, encarquilhamento das folhas, culminando com a morte da planta. Dessa forma, essa revisão teve como objetivo relatar os aspectos epidemiológicos da EFA como uma ferramenta para desenvolver estratégias que permitam reduzir a dispersão da doença no Brasil.

Palavras-chave: Epidemiologia, Escaldadura das Folhas da Ameixeira, *Xylella fastidiosa*, vetores.

EPIDEMIOLOGY OF PLUM LEAF SCALD**ABSTRACT**

The plum cultivation in Brazil is of great economic importance, especially in the South region. The state of Rio Grande do Sul has an important role for its abundance of cultivated areas, being placed first in the Brazilian production. However the national production has been suffering great losses in productivity and cultivation areas, due to Plum Leaf Scald (PLS) disease, caused by the bacterium *Xylella fastidiosa*. The phytopathogen is transmitted by leafhopper vectors (Hemiptera: Cicadellidae, Cicadellinae), which feed on the xylem of plants. The bacterium blocks the xylem vessels, blocking the plant's vascular system. The first symptoms are burning of the edges of mature leaves, drying of branches, leaves curling, culminating with the plant's death. Therefore, this review aims to report the epidemiological aspects of PLS as a tool to develop strategies to reduce the spread of the disease in Brazil.

Keywords: Epidemiology, Plum Leaf Scald, *Xylella fastidiosa*, vectors.

¹Bolsista BIC/UCS, Laboratório de Entomologia, Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia, Campus Universitário da Região dos Vinhedos, Universidade de Caxias do Sul (UCS). Alameda João Dal Sasso, 800. CEP 95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil. E-mail: naschneider@ucs.br

²Professor, Dr., pesquisador da Universidade de Caxias do Sul (UCS). E-mail: wsafilho@ucs.br

INTRODUÇÃO

O cultivo de ameixa no Brasil é de grande importância econômica, especialmente na região Sul do país. O estado do Rio Grande do Sul possui um papel importante pela abundância de áreas de cultivo de ameixas, sendo o primeiro colocado na produção brasileira. No entanto, a produção nacional vem perdendo produtividade, assim como áreas de cultivo, devido à doença chamada Escaldadura das Folhas da Ameixeira (EFA), causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*.

São poucos os estudos com ameixa realizados no Brasil e no mundo, dificultando o real conhecimento e entendimento da doença, mesmo sendo essa uma cultura muito difundida. Grande parte das informações disponíveis sobre doenças causadas por *X. fastidiosa* são provenientes de pesquisas realizadas com citros e videira. Assim como nas demais culturas, o fitopatógeno é transmitido por insetos vetores, que se alimentam da seiva do xilema das plantas, conhecidos popularmente como cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae, Cercopidae).

A bactéria, limitada ao xilema, obstrui os vasos, bloqueando parte do sistema vascular da planta responsável pelo translocamento de água e nutrientes. Os primeiros sintomas da EFA são a queima das bordas das folhas adultas, secamento de ramos, encarquilhamento das folhas, culminando com a morte da planta.

O objetivo dessa revisão foi reunir informações referentes à epidemiologia da Escaldadura das Folhas da Ameixeira como uma ferramenta para desenvolver estratégias que permitam reduzir a dispersão da doença no Brasil.

O CULTIVO DA AMEIXEIRA

A ameixeira pertence ao grupo Rosaceae (Prunoideae: *Prunus*) fazendo parte das frutas de caroço (EIDAM *et al.*, 2012). Essa cultura é adepta a climas frios, sendo cultivada em regiões de clima temperado, pois necessita um período de dormência e determinado número de horas de frio para cada variedade. As horas de frio são equivalentes ao tempo médio que a temperatura se mantém abaixo de 7,2 °C (WREGE *et al.*, 2005). De acordo com Wrege *et al.* (2005), GPP (2007) e Castro *et al.* (2008b) a ameixeira possui ampla distribuição no globo, ocupando grande parte do Hemisfério Norte e presente em todos os continentes, com exceção de regiões polares e regiões de clima muito quente (Figura 1). Essa ampla distribuição é devida à grande variedade de espécies e hibridizações realizadas ao longo do desenvolvimento da cultura (CASTRO *et al.*, 2008b).

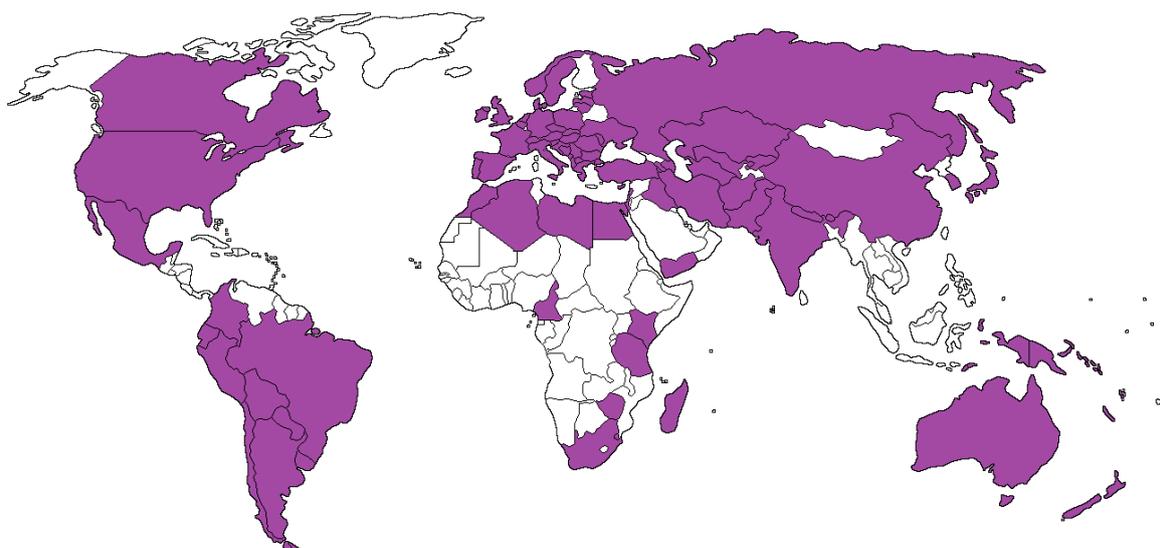


Figura 1 - Distribuição mundial da produção de ameixas (*Prunus*). Fonte: Adaptado de FAOSTAT (2011) e GPP (2007).

São conhecidas inúmeras variedades de ameixeiras européias e japonesas. No Brasil destacam-se duas espécies: *Prunus salicina* Lindl. e *Prunus domestica* L. (WREGE *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2008b). A espécie diplóide ($2n=16$), conhecida popularmente como ameixa japonesa, *P. salicina*, pode ser cultivada em regiões de clima mais ameno, enquanto *P. domestica*, espécie hexaplóide ($2n=48$), conhecida como ameixa européia, suporta climas mais frios (CASTRO *et al.*, 2008b). Portanto, devido à grande variedade de cultivos e adaptações climáticas, ao ser realizada uma análise precisa dos dados fenológicos com intenção de relacionar as características climáticas com a cultura, é necessário conhecer a duração das estações na região (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

No Rio Grande do Sul, a produção de ameixas destaca-se ocupando o primeiro lugar dentre os estados produtores do Brasil. Segundo Eidam *et al.* (2012) o estado produz cerca de 12.200 toneladas ao ano, seguido de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. É importante ressaltar que esses números não são os mesmos quando analisado o total de área destinada à produção de ameixa por cada estado, a primeira posição é ocupada por Santa Catarina 1.338,4 ha, seguido do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais (Figura 2) (CASTRO & MADAIL, 2011). Entretanto, a produção nacional ainda não é suficiente para suprir a demanda do mercado interno, atendendo aproximadamente 10% da necessidade do consumidor, sendo necessário importar o produto de países vizinhos como Argentina e Chile (MADAIL *et al.*, 2007). De acordo com Eidam (2012) estima-se que aproximadamente 10.000 toneladas de ameixas sejam importadas anualmente.

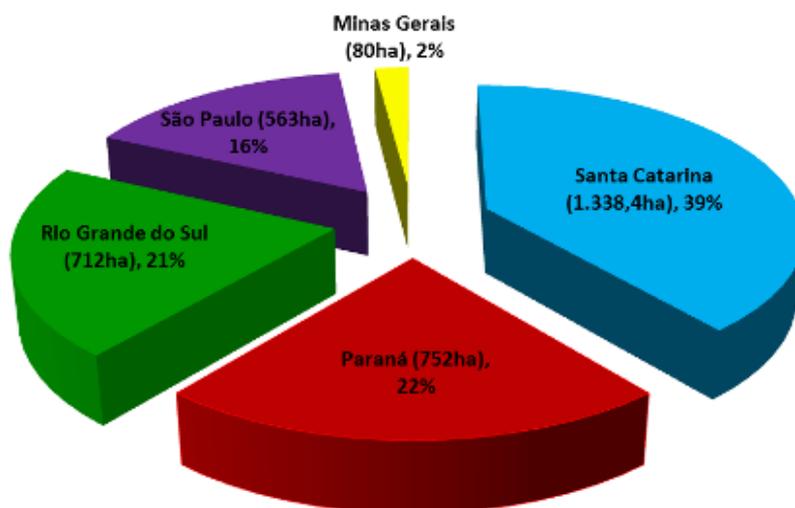


Figura 2 - Área total destinada à produção de ameixas nos estados do sul do Brasil. Fonte: Adaptado de Castro & Madail (2011).

A produção de ameixas no Rio Grande do Sul teve início no município de Pelotas, sendo os primeiros pomares comerciais implementados no estado (MADAIL *et al.*, 2007). Após algum tempo, o cultivo da fruta iniciou-se na Serra Gaúcha através da produção com base familiar. Em um estudo realizado por Madail *et al.* (2007) sobre a produção de ameixas na Serra Gaúcha, a variedade Letícia, *Prunus salicina*, totalizou 50% dos pomares da região evidenciando a importância dessa cultivar.

A variedade Letícia foi selecionada em 1985, na África do Sul. Essa variedade possui floração e colheita tardia, o fruto pode atingir 100g apresentando polpa amarela e película vermelho vivo, as plantas possuem produtividade aproximada de 140kg/planta (CASTRO *et al.*, 2008d). A Serra Gaúcha é favorável ao cultivo de ameixa uma vez que apresenta altitudes e clima ideais para a cultura atingir os níveis de produtividade esperados. Locais com altitudes equivalentes a 1.000 m apresentam o número necessário de horas de frio para dormência, podendo ampliar a produção de ameixas a diversas áreas do Brasil, corroborando com a distribuição em larga escala da cultura (WREGGE *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

SITUAÇÃO DA ESCALDADURA DAS FOLHAS DA AMEIXEIRA NO BRASIL

Os pomares de ameixeira localizados no sul do Brasil vêm sofrendo um declínio acentuado, tanto na produção de ameixas quanto na quantidade de pomares ainda existentes na região. A situação tem alarmado produtores, pesquisadores e comerciantes, pois os problemas fitossanitários enfrentados pela cultura, decorrentes da severa atuação de doenças, podem dizimar por completo a exploração comercial em determinadas regiões gerando cada vez mais abandono de áreas e desinteresse pelo cultivo. Com relação a esse fato, deve ser ressaltado o impacto causado pela Escaldadura das Folhas da Ameixeira (EFA), (Plum Leaf Scald – PLS), causada por uma bactéria limitada ao xilema localizada no lenho da planta, denominada *Xylella fastidiosa* (FRENCH & FELICIANO, 1982; CARVALHO & SOUZA, 1991; CASTRO, 2010). Essa doença

destaca-se entre os principais problemas que afetam a ameixeira, sendo considerada endêmica na grande parte das regiões produtoras do país e sem cura em nível comercial (DUCROQUET *et al.*, 2001).

Nos últimos três anos, a safra de ameixa sofreu uma redução de 80% na produção brasileira devido à EFA, sendo que alguns produtores tiveram perdas na produção do pomar igual a 14.000 toneladas em apenas dois anos (GLOBO RURAL, 2010).

HISTÓRICO DA EFA

Um dos primeiros relatos da doença ocorreu em uma propriedade no município de Videira, Santa Catarina, no qual o proprietário iniciou, em 1953, o cultivo de ameixa, variedade Santa Rosa. O pomar continha 200 mudas procedentes de um viveirista do atual município de Piratuba, SC. No segundo ano de produção a maioria das plantas morreu, porém nesse período, o produtor havia ampliado o pomar através de mudas próprias, coletando enxertos de plantas vindas de Piratuba. No entanto, as ameixeiras novas começaram a morrer na quarta brota. Esse relato caracteriza muito bem a síndrome da escaldadura da folha, porém na época, devido à grande quantidade de plantas da mesma variedade distribuídas nos quintais de pequenas propriedades familiares, sem relatos de mortalidade, não se deu a devida atenção ao caso (DUCROQUET *et al.*, 2001). Apenas no final da década de 70 é que se conheceu a real natureza do problema que vinha ocorrendo no cultivo de ameixas, pois até 1977 não havia registros da escaldadura das folhas fora da Argentina (FRENCH & KITAJIMA, 1978; DUCROQUET *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2008c).

Os pesquisadores French e Kitajima, em 1978, registraram pela primeira vez a ocorrência da doença no Brasil, tendo sido associada à presença de rickettsia no xilema de ameixeiras do atual Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – CPACT/Embrapa de Pelotas – RS (CARVALHO & SOUZA, 1991; DUCROQUET *et al.*, 2001). Em 1979, Bleicher e Kitajima confirmam a presença da EFA no estado de Santa Catarina, utilizando microscopia eletrônica (DUCROQUET *et al.*, 2001). Por volta de 1984, sugeriu-se que a bactéria não apresentava similaridade com as verdadeiras rickettsias, sendo proposto por Bleicher, o termo bactéria limitada ao xilema (BLX). Estas conclusões surgiram através de testes sorológicos de ultraestrutura celular, componentes de ácido graxo e composição de DNA (CARVALHO & SOUZA, 1991). Dessa forma, foi possível ampliar o conhecimento sobre a etiologia da doença e em meados de 1985 constituiu-se uma seleção de mudas livres da bactéria no CPACT/Embrapa, utilizando-se Teste ELISA. Também foram obtidos clones isentos de *X. fastidiosa* por meio de cultura de meristemas, tornando possível a comercialização de mudas sadias (DUCROQUET *et al.*, 2001).

A partir da década de 80, as pesquisas com ameixeiras foram ampliadas e tornaram-se cada vez mais desenvolvidas. As tecnologias adaptadas de outros países por pesquisadores do Brasil possibilitaram uma expansão em larga escala do cultivo na região Sul. No entanto, décadas mais tarde, a situação do cultivo volta a ser crítica, pois grande parte dos pomares no Sul do país está contaminada e alguns já em fase de declínio, especialmente aqueles constituídos da cultivar Santa Rosa, considerada uma das variedades mais suscetíveis à doença. Dentre os fatores que contribuem para a expansão do problema destacam-se o plantio de mudas contaminadas e a utilização de áreas

previamente contaminadas ou próximas às mesmas (DUCROQUET *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2008b).

Os primeiros relatos da EFA no Brasil foram resgistrados na variedade Santa Rosa, ameixeira japonesa pertencente à espécie *Prunus salicina*, contudo as pesquisas indicam que essa doença afeta não somente a espécie de ameixa japonesa, mas também *P. domestica*, *P. cerasifera*, *P. insititia* e *P. americana*. Diversos estudos têm sido desenvolvidos entre as variedades de ameixa para determinar quais variedades são mais adequadas à região Sul do país e menos suscetíveis à bactéria. Um problema que vem sendo enfrentado por pesquisadores e produtores é a grande mistura entre variedades da planta, resultando em informações não tão precisas sobre as características de cada variedade, assim como diferentes regiões e/ou produtores, que apresentam dados divergentes em relação a dados fenológicos e características epidemiológicas (CASTRO *et al.*, 2008a; CASTRO *et al.*, 2008d; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Em busca de cultivares resistentes, um experimento foi realizado pela Estação Experimental de Videira, Santa Catarina, em 1991, no qual variedades de ameixeira foram plantadas em uma área onde a doença já estava presente por volta de 1975, sendo mantida desde então com plantas infectadas. Para a realização dos testes, algumas plantas foram inoculadas por enxertia de borbulha de gema dormente, provenientes de material sintomático. A variedade Letícia mostrou-se mais resistente e com pouca mortandade, porém tornou-se bastante debilitada e com baixo potencial de produção, ficando em oitavo lugar, com índice de suscetibilidade 5 (no índice 1 a planta pode produzir normalmente até os 10 anos e no índice 9 a planta morre no terceiro ano após a contaminação) dentre 31 cultivares testadas (DUCROQUET *et al.*, 2001). Nos últimos anos, poucas cultivares resistentes à escaldadura tem sido desenvolvidas pela área de melhoramento genético no Brasil e no mundo. Em países produtores de variedades e híbridos de *Prunus salicina* como Estados Unidos, Chile, Argentina, África do Sul, Europa e Extremo Oriente a doença não é um problema fitossanitário preocupante, portanto, nem mesmo os principais programas de melhoramento contemplam estudos sobre a resistência a essa doença (DUCROQUET *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2008b).

SINTOMAS DA DOENÇA

A evidência dos sintomas típicos da doença só torna-se visível após vários meses de incubação da bactéria, pois é necessário que a população bacteriana cresça e se distribua sistemicamente na planta (PURCELL, 1979). Portanto, uma planta assintomática pode estar comprometida pela doença desde o momento que se realize uma enxertia ou mesmo a plantação de novas mudas, uma vez que os sintomas levam, geralmente, de dois a três anos para se manifestar. Isto se deve ao uso de material propagativo contaminado, ou utilização de áreas para cultivo já comprometidas pela doença em épocas anteriores (CASTRO, 2010). Sabe-se que outras plantas presentes nos pomares, como plantas daninhas, são reservatórios da bactéria.

A escaldadura da folha é uma doença localizada. Geralmente são observados ramos sintomáticos e ramos sadios no mesmo galho, assim como plantas doentes e assintomáticas no mesmo local do pomar. É considerada aleatória tanto a propagação dos sintomas nos ramos quanto à ocorrência da doença em determinadas plantas na mesma área (Figura 3A).



Figura 3 - Sintomas localizados da EFA em pomar da variedade Letícia. A - planta com ramos parcialmente e/ou totalmente infectados (à esquerda), e planta morta (à direita), em meio a plantas assintomáticas. B - Sintomas holonecroticos, com clorose do limbo foliar seguido de posterior necrose das bordas de folhas adultas. Fonte: Schneider, N.A.

Os primeiros sintomas da EFA manifestam-se nas folhas, geralmente entre os meses de janeiro e fevereiro, caracterizando-se por clorose marginal e apical das folhas adultas, evoluindo para necrose das mesmas regiões, e conseqüente ressecamento e queda. As áreas de transição, no limbo foliar, entre a parte sadia e a clorose adquirem cor amarelada, enquanto que as regiões necróticas possuem cor acinzentada ou marrom, apresentando o aspecto de uma escaldadura, ou seja, descoramento da epiderme e tecidos adjacentes, parecendo ter sido escaldada por água fervente ou sapecada pelo fogo, sendo considerado um sintoma holonecrotico (Figura 3B). Posteriormente, observa-se a morte de ramos, redução da produtividade de fruto, e, finalmente, morte da planta. A doença gera grande estresse para a planta, enfraquecendo-a, e predispondo-a ao ataque de insetos e fungos (CARVALHO & SOUZA, 1991; DUCROQUET *et al.*, 2001; MICHEREFF, 2001; MIZELL *et al.*, 2003, MULLER, 2013; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004; MARIANO *et al.*, 2007; CASTRO, 2010).

DISSEMINAÇÃO DA DOENÇA

A EFA é caracterizada como uma doença de rápida dispersão tanto entre quanto dentro dos pomares, e até mesmo mais contagiosa que a Clorose Variegada do Citrus (CVC), em razão do tamanho reduzido dos pomares de ameixa se comparado com áreas de citros. É considerada uma doença sem controle, em função do nível de tecnologia empregado ao cultivo. Assim, pode resultar em um grande número de plantas infectadas no pomar, antes mesmo da averiguação dos sintomas iniciais ou do decréscimo da

produção. Através de observações feitas por pesquisadores e produtores, sabe-se que, geralmente, após o surgimento dos primeiros sintomas são necessários de três a cinco anos para que o pomar torne-se improdutivo (DUCROQUET *et al.*, 2001), reduzindo drasticamente o período de rendimento econômico que esses produtores teriam, uma vez que o tempo de vida útil dos pomares de ameixa gira em torno de 14 anos (MADAIL, 2007).

A disseminação da EFA ocorre através de material de propagação, como enxertia realizada a partir de material infectado, mudas contaminadas e insetos vetores conhecidos como cigarrinhas (DUCROQUET *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2008c; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). Existem teorias sobre a disseminação da doença através dos utensílios de poda, porém testes realizados em Pelotas e divulgados por pesquisadores apresentaram resultados negativos. Os insetos atuam na disseminação local da EFA, enquanto outras formas de propagação contribuem para a disseminação em longas distâncias, com isso provavelmente, o controle de insetos vetores não seja suficiente para reduzir a expansão da escaldadura a um custo economicamente e ecologicamente viável (DUCROQUET *et al.*, 2001).

Uma das consequências da expansão da EFA e da redução do plantio desde 1998 é a falta de tecnologia e atividades direcionadas ao problema (DUCROQUET *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2008b). Segundo Castro *et al.* (2008a; 2008b) as pesquisas atuais visam obter informações relacionadas aos problemas referentes ao potencial produtivo dos pomares, indentificando os obstáculos que impedem a expansão da cultura, assim como, buscam novas estratégias tecnológicas. Apesar de todo investimento na área tecnológica e de melhoramento genético, existe atualmente uma lacuna em relação ao abastecimento de novas cultivares resistentes à EFA no mercado interno. Ducroquet *et al.* (2001) e Castro *et al.* (2008b; 2008d) afirmam que, caso não ocorram maiores investimentos e mudanças estratégicas e tecnológicas na oferta de muda aos produtores, os problemas econômicos irão se agravar e ocorrerá novamente uma enorme redução na produção de ameixa. Assim, deve ser ressaltada a importância de educar os produtores para identificar os sintomas iniciais e erradicar as plantas contaminadas dos pomares, sendo essas soluções efetivas para reduzir a disseminação da escaldadura na área.

A BACTÉRIA *Xylella fastidiosa* WELLS *et al.*, 1987

Isolada pela primeira vez em 1978, em meio de cultivo, apresentando crescimento lento, parede celular ondulada e ainda conhecida como “rickettsia like bacteria” (bactéria do tipo rickettsia). Posteriormente, diversas pesquisas surgiram, o conhecimento a respeito de suas características se expandiu e foram identificados novos hospedeiros da bactéria (COLETTA FILHO & MACHADO, 2001; ALVES, 2003). Em 1987 Wells *et al.*, criou o gênero *Xylella* (*xylon*: madeira), tendo como estirpe um isolado proveniente de videiras, passando a abrigar organismos fastidiosos que habitam o xilema e que estão associados e/ou são causadores de doenças em plantas. A espécie *Xylella fastidiosa* também foi descrita (*fastidiosus*: altamente crítico, referente à nutrição altamente exigente e lenta do organismo, particularmente no isolamento primário), desviando-a das comparações as “rickettsias” (WELLS *et al.*, 1987; ALVES, 2003).

Este tipo de bactéria apresenta forma de bastonete reto e ligeiramente curvo, de 1-3,5mm de comprimento por 0,3-0,5 mm de diâmetro, não flagelada, gram-negativas, aeróbias estritas, altamente exigentes quanto o meio de crescimento, exigindo diversos

aminoácidos, micro e macronutrientes para que seu desenvolvimento ocorra perfeitamente (ALVES, 2003; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004). Apesar de seu crescimento exigente, os surtos de doenças causadas por esse microorganismo podem ocorrer sempre que as condições sejam favoráveis para sua propagação tanto dentro quanto entre plantas, incluindo chuvas sazonais e outros fatores que afetem as populações dos vetores das doenças (MIZELL *et al.*, 2003).

X. fastidiosa (Xanthomonadales: Xanthomonadaceae) é uma bactéria limitada ao xilema de um grande número de plantas, incluindo plantas e árvores cultivadas, ornamentais e silvestres (ALVES, 2003; MIZELL *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2007; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). Em algumas espécies vegetais é considerada agente causal de doenças, porém em outras não, sendo essas plantas consideradas hospedeiras da bactéria (ao menos 28 famílias de mono e dicotiledôneas). A primeira doença associada a *Xylella fastidiosa* foi na cultura de videira, conhecida como mal de Pierce (ALVES, 2003). Atualmente, inúmeras outras doenças, além da Escaldadura das Folhas da Ameixeira, são conhecidas e causam problemas em culturas ao redor do mundo, dentre as quais podemos citar o nanismo da alfafa, escaldadura da amendoeira (*Prunus amygdalus*), escaldadura da folha do olmo (*Ulmus americana*), escaldadura das folhas do cafeeiro, "phony" do pessegueiro (*Prunus persica*), queima das folhas da pereira (*Pyrus pyrifolia*), queima das folhas do carvalho (*Quercus rubra*), queima das folhas em pecan (*Carya illinoensis*) e em sicamore (*Plantanus occidentalis*), queima das folhas do oleandro (*Nerium oleander*), clorose variegada dos citros (CVC), estas com registros nos Estados Unidos, Brasil, Argentina, Taiwan e Paraguai (ALVES, 2003; MIZELL *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2007; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). Registros provenientes do sudeste da Ásia e Austrália associam a bactéria à doença Sumatra do cravo e à doença da dobra da folha de *Hibiscus cannabinus* L. (WELLS *et al.*, 1987). De acordo com Hopkins e Purcell (2002), essas doenças são consideradas emergentes pelo fato de não serem notadas com tanta facilidade, ou então, por surgirem repentinamente e tornarem-se um problema relevante. Devido à introdução de novas linhagens de *X. fastidiosa*, novas combinações entre patógeno/hospedeiro ocorrem, como a clorose variegada do citros e a queima das folhas do oleandro (HOPKINS & PURCELL, 2002). Alguns estudos apontam a semelhança genética de estirpes da bactéria provenientes de laranjeiras e café, enquanto que estirpes de ameixeira obtiveram uma diferença bem maior. Já um estudo realizado através do método RAPD apontam semelhanças em estirpes provenientes de laranjeiras infectadas com CVC de acordo com a região geográfica de cultivo, indicando estratificação da população de *X. fastidiosa* (COLETTA FILHO & MACHADO, 2001; MULLER, 2013). Além das doenças já conhecidas, estudos recentes comprovam a presença da bactéria em hospedeiros alternativos presentes nos pomares, que atuam como reservatórios do microorganismo e possíveis fontes de inóculo do agente causal da doença. Dentre essas plantas podemos citar *Bidens pilosa* (picão-preto), *Parthenium hysterophorus* (losna branca), *Rumex* sp. (língua-de-vaca) e *Solanum americanum* (maria-pretinha) comprovadamente hospedeiras de *X. fastidiosa*, a qual foi detectada tanto na parte aérea quanto nas raízes das ervas daninhas, além de ocorrerem abundantemente em pomares de ameixas (ESTEVES *et al.*, 2011).

A multiplicação da bactéria dentro do vaso xilemático é lenta e ocorre a partir do ponto de infecção movendo-se por motilidade pulsante, através de pili tipo IV (MENG *et al.*, 2005), tanto para parte aérea quanto para as raízes das plantas, restringindo a translocação de água e nutrientes no sistema vascular. Porém, os verdadeiros mecanismos bioquímicos e biofísicos envolvidos nas manifestações dos

sintomas, movimentação vaso a vaso, translocação sistêmica, comportamento inseto/vetor e até mesmo em relação à adesão nos vasos não são claros (ALVES, 2003; MIZELL *et al.*, 2003). Segundo Alves (2003) a adesão de *Xylella fastidiosa* pode estar associada à mediação de radicais tióis (SH) e cargas hidrofóbicas de superfície o qual seriam responsáveis pela mediação e adesão inicial da bactéria. Após esse processo inicial, a bactéria começa a produção da goma fastidiana, cuja função está envolvida com a arquitetura do biofilme formado pela bactéria no interior dos vasos xilemáticos, enquanto a velocidade de translocação parece ser influenciada pela estirpe da bactéria, resistência e idade da planta hospedeira. Com relação os mecanismos de patogênese, existem três hipóteses diferentes relacionadas às disfunções do sistema condutor de água, a produção de fitotoxinas e as alterações na concentração de reguladores de crescimento. Contudo, o principal mecanismo de patogênese, de fato, é a falta de translocação de água e nutrientes devido à oclusão de vasos xilemáticos, reação de resistência como deposição de goma, pectina, formação de tiloses e de cristais de cálcio resultando em estresse hídrico e possível destruição das membranas da pontuação causando cavitação nos vasos com embolia (ALVES, 2003).

CIGARRINHAS COMO VETORES DO FITOPATÓGENO

As cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) pertencem a um dos grupos mais abundantes dentre os insetos (em torno de 20.000 espécies de Cicadellidae já descritas) com estimativas da existência de aproximadamente 100.000 espécies (WILSON, 2007). Estes insetos vêm tornando-se mais conhecidos e ganhando espaço nas pesquisas científicas ao longo das últimas décadas por serem vetores da bactéria *Xylella fastidiosa*. O grupo apresenta desenvolvimento paurometabólico (o qual compreende fases de ovo, ninfa e adulta), reprodução sexuada em que o acasalamento entre adultos pode ocorrer, dependendo da espécie, a partir de 60 horas após sua emergência. Os ovos são depositados pelas fêmeas diretamente no solo, em restos vegetais ou na superfície de folhas (SOUZA *et al.*, 2008). Cigarrinhas do grupo Cicadellinae (Proconiini) produzem brocossomos, que são estruturas de corpos reticulados, ultramicroscópicos produzidos pelos túbulos-de-Malpighi. Os brocossomos de ovos são encontrados na porção apical das asas anteriores, de diversas espécies vetoras de *X. fastidiosa*, acumuladas formando uma massa convexa de cor esbranquiçada. Essas estruturas estão relacionadas à oviposição, pois após depositar os ovos na epiderme das plantas, as cigarrinhas removem parte dos brocossomos com as pernas metatorácicas e recobrem o local da postura. Essas ultraestruturas estão relacionadas diretamente com a proteção dos ovos, dentre outras possíveis funções que ainda estão sendo estudadas (AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004). Os espécimes pertencentes à Cicadellinae possuem uma musculatura forte que envolve o clípeo e o cibário permitindo que esses insetos alimentem-se do xilema a altas tensões negativas. Essas espécies variam significativamente de tamanho, desde grandes (>20mm) a pequenas (3,4-4,5mm) apresentando cores chamativas e contrastantes (REDAK *et al.*, 2004; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004).

Segundo Paiva *et al.* (2001) e Redak *et al.* (2004) algumas espécies pertencentes à Cicadellidae (Cicadellinae) e Cercopidae são transmissoras da bactéria *Xylella fastidiosa* e vetoras de diversas doenças de importância econômica, como a Escaldadura das Folhas da Ameixeira. Contudo, a grande maioria das espécies não apresenta importância econômica e não estão associadas à disseminação de doenças. Dessa forma,

os danos produzidos por estes insetos à planta podem acarretar diferentes problemas, sendo divididos em dois tipos: danos diretos, os quais resultam da sucção da seiva e ação tóxica da saliva comprometendo a vitalidade da planta, mas não ocasionando a morte e danos indiretos relacionados às doenças causadas por fitopatógenos em que as cigarrinhas atuam como vetores, podendo resultar na morte da planta (AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004). Assim, os insetos vetores, que se alimentam estritamente do xilema, local onde a bactéria pode estar presente, acabam por contaminar-se e a disseminam de modo propagativo e não circulativo (AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). De acordo com Gai (2006), a bactéria é capaz de sobreviver tanto no vaso de xilema quanto no lúmen do canal alimentar anterior das cigarrinhas, acreditando-se, portanto, que sua adesão à planta e/ou ao inseto sejam vitais para o microorganismo. A bactéria aloja-se na parte anterior do tubo digestivo, chamada estomodeu, aderida ao **forro cuticular do pré-cibário**, do **cibário** e da porção **anterior do esôfago** (GAI, 2006; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). A presença da bactéria não causa nenhum dano ao inseto, e sua localização na porção externa da cutícula do aparato bucal foi evidenciada através de técnicas de microscopia, confirmando as suspeitas de que os vetores param de transmitir a bactéria após a realização da muda, uma vez que toda a cutícula externa é perdida e substituída por uma nova camada e voltam a transmitir o fitopatógeno a partir do momento que entram em contato com uma planta infectada (REDAK *et al.*, 2004). No entanto, uma vez que cigarrinhas adultas entram em contato com a seiva infectada por *X. fastidiosa*, podem transmitir o patógeno indefinidamente devido à capacidade da bactéria de multiplicar-se no vetor e também pela ausência de novas mudas realizadas pelos insetos no período de crescimento (GAI, 2006; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004).

No total, 39 espécies encontradas no Brasil e nos Estados Unidos, pertencentes a 19 gêneros dentro de Cicadellinae, são consideradas vetores de *X. fastidiosa* (REDAK *et al.*, 2004). No país, já foram identificadas doze espécies comprovadas como vetores da bactéria para a cultura de citros pertencentes à Cicadellidae: *Acrogonia citrina* Marucci e Cavichioli, *A. virescens* (Metcalf), *Bucephalogonia xanthophis* (Berg), *Dilobopterus costalimai* Young, *Ferrariana trivittata* (Signoret), *Fingeriana dubia* (Signoret), *Homalodisca ignorata* Melichar, *Macugonalia leucomelas* (Walker), *Oncometopia facialis* (Signoret), *Parathona gratiosa* (Blanchard), *Plesiommata corniculata* Young e *Sonesimia grossa* (Signoret) (REDAK *et al.*, 2004; GAI, 2006; AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). Porém, algumas dessas espécies também podem ocorrer em pomares de ameixa (Figura 4). Testes Elisa realizados em cigarrinhas provenientes de pomares de ameixa identificaram a presença da bactéria nas seguintes espécies: *P. corniculata* (Walker), *Hortensia similis* (Walker), *Haldorus* sp. (Stål), *Exitianus obscurinervis* (Stål) e *Balclutha hebe* (Kirk) (AZEVEDO FILHO *et al.*, 2011). Nos últimos estudos, as espécies *Sibovia sagata* (Signoret), *Macugonalia cavifrons* (Stål) e *Macugonalia leucomelas* (Walker) também foram indicadas como vetoras da bactéria (MULLER, 2013). Redak *et al.* (2004) também destaca que mesmo com possíveis vetores pertencentes a outros táxons, o grupo dos cicadelineos é de fato, o mais abundante em relação ao total de espécies de importância econômica já identificadas.

Dois pontos importantes ainda são motivos de estudos: as formas de aquisição da bactéria pela cigarrinha e sua eficiência de transmissão. A maioria das pesquisas é realizada nos Estados Unidos já que parte dos vetores identificados é Neártica. Porém, o maior número de cicadelineos ocorre na região Neotropical, onde os estudos ainda são escassos (REDAK *et al.*, 2004; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004). Redak *et al.*

(2004) informa que a eficiência de aquisição de *X. fastidiosa* pelos vetores está diretamente relacionada com a concentração da colônia bacteriana na planta. Miranda *et al.* (2008) complementa informando que o local de alimentação na planta, a taxa de ingestão de seiva e as condições hídricas do solo estão envolvidas no processo. Como as doenças provocadas pelo patógeno apresentam sintomas localizados, o ponto de alimentação do vetor na planta é fundamental. Conforme estudos publicados, realizados com *Bucephalagonia xanthophis* (Berg), *Dilobopterus costalimai* Young e *Oncometopia facialis* (Signoret), cada espécie tem sua preferência por determinados locais de alimentação, seja na haste ou na folha, em ramos novos ou mais desenvolvidos, na parte superior ou inferior da planta ou até mesmo restrita às brotações (MIRANDA *et al.*, 2008). A partir do momento que o inseto entra em contato com a bactéria estará apto a disseminá-la. Gai (2006) afirma que a comunidade bacteriana presente no aparelho bucal da cigarrinha varia de acordo com a espécie e época do ano. Com relação ao mecanismo de inoculação de *X. fastidiosa* pelos vetores, algumas hipóteses são discutidas. Uma delas trata da tensão negativa do xilema, o qual seria capaz de deslocar células bacterianas do canal alimentar em direção ao vaso xilemático através do refluxo. Este, por sua vez, estaria relacionado com o assincronismo da abertura da válvula pré-cibarial e da dilatação do cibário durante a ingestão de seiva. Já a segunda hipótese, aborda a regurgitação de seiva durante o processo de seleção do local de alimentação, pois caso a seiva não induza o processo de fagoestimulação a mesma é regurgitada, com isso algumas células da bactéria poderiam se desprender sendo inoculadas no vaso do xilema (GAI, 2006; AZEVEDO FILHO & CARVALHO, 2004).

Esses insetos ganharam o *status* de pragas em diferentes cultivos, não só no Brasil como no mundo e o controle desses indivíduos passou a ser um tópico discutido entre agricultores e pesquisadores. O método mecânico, até o momento, é o mais eficiente para Cicadellidae com destaque para a manutenção dos pomares. Assim, é fundamental a poda e queima de ramos, galhos/plantas infectadas e a limpeza dos corredores eliminando a vegetação rasteira. Também é importante fazer a remoção e queima dos restos vegetais, do interior dos pomares, diminuindo o número de nichos para esses insetos (SOUZA *et al.*, 2008).

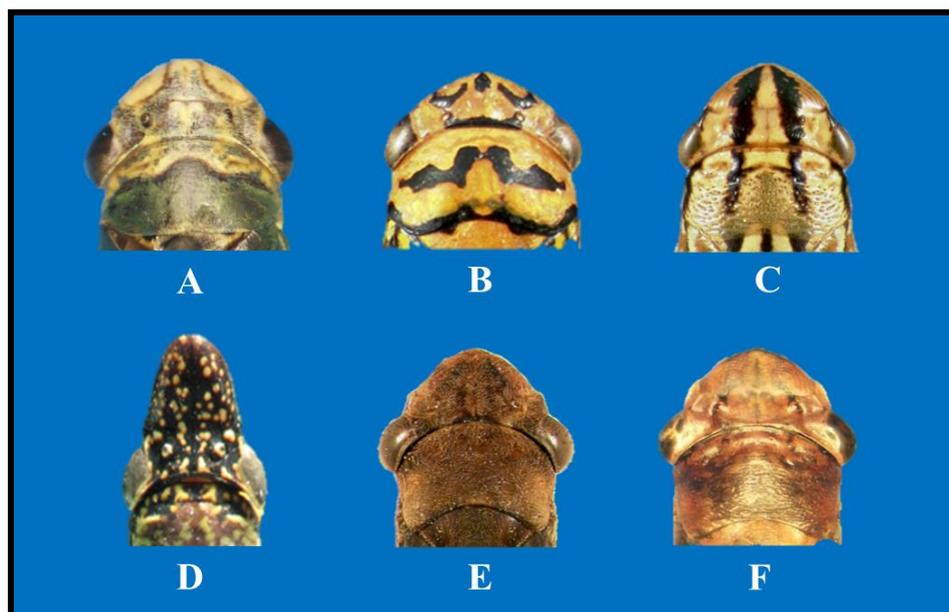


Figura 4 - Cigarrinhas (Cicadellidae: Cicadellinae) potenciais vetoras de *X. fastidiosa* associadas a pomares de ameixeira. Cicadellini: A. *Bucephalogonia xanthophis* (Berg, 1879); B. *Parathona gratiosa* (Blanchard, 1840); C. *Sonesimia grossa* (Signoret, 1854); Proconiini: D. *Acrogonia citrina* Marucci & Cavichioli, 2002; E. *Homalodisca ignorata* Melichar, 1924; F. *Oncometopia facialis* (Signoret, 1854).

REFERÊNCIAS

ALVES, E. *Xylella fastidiosa* – Adesão e colonização em vasos do xilema de laranjeira doce, cafeeiro, ameixeira, fumo e espécies de cigarrinhas vetoras e formação de biofilme sobre película de poliestireno. 2003. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Entomologia Fitopatologia e Zoologia Agrícola. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2003.

AZEVEDO FILHO, W. S.; CARVALHO, G. S. **Guia para coleta e identificação de cigarrinhas em pomares de citros no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2004. 87p.

AZEVEDO FILHO, W. S.; PALADINI, A.; BOTTON, M.; CARVALHO, G. S.; RINGENBERG, R.; LOPES, J. R. S. **Manual de Identificação de Cigarrinhas em Videira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2011. 95p.

CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Escaldadura das Folhas da Ameixeira: provável responsável pelo declínio da cultura no sul do estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 26, p. 2015-2020, 1991.

CASTRO, L. A. S. Protocolo para diagnóstico de Escaldadura das Folhas da Ameixeira. **Documento** 324. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2010.

CASTRO, L. A. S.; MADAIL, J. C. M. Ameixa: pólos produção. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Disponível (online)**. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/> (17 de outubro). 2011.

CASTRO, L. A. S.; MADAIL, J. C. M.; TREPTOW, R. O.; SIMONETTO, P. R.; GOMES, C. B.; RASEIRA, M. C. B.; CASTRO, C.; PEREIRA, J. F. M.; COUTO, M. E. O. Monitoramentos realizados no cultivo da ameixeira na região sul do Brasil visando adaptações das recomendações técnicas. **Documentos** 235. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008a.

CASTRO, L. A. S.; NAKASU, B. H.; PEREIRA, J. F. M. Ameixeira: Histórico e Perspectivas de Cultivo. **Circular Técnica** 70. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008b.

CASTRO, L. A. S.; NAKASU, B. H.; SILVEIRA, C. A. P.; ABRANTES, V. L.; ROCHA, N. E. M. Stanley C21: Cultivar de ameixeira testada (*Prunus domestica*). **Circular Técnica** 69. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008c.

CASTRO, L. A. S.; RASEIRA, M. C. B.; BARBOSA, W.; NAKASU, B. H. Ameixeira: cultivares indicadas para plantio nas regiões produtoras brasileiras. **Circular Técnica** 81. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2008d.

COLETTA FILHO, H. D.; MACHADO, M. A. Hospedeiros, transmissão, e técnicas de diagnóstico da bactéria *Xylella fastidiosa*. **Revista de Fitopatologia** 22, p. 121-132. 2001.

DUCROQUET, J-P. H. J.; ANDRADE, E. R.; HICKEL, E. R. A escaldadura das folhas da ameixeira em Santa Catarina. **Boletim Técnico** 118. EPAGRI. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 2001.

EIDAM, T.; PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 34, p. 001-319. 2012.

ESTEVES, M. B.; LIVA, K. B.; MÜLLER, C.; LOPES, J. R. S. Identificação de hospedeiros alternativos de *Xylella fastidiosa* em pomares de ameixeira. In: **IXX SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2011. **Resumo** 2158. Universidade de São Paulo. 2011.

FAOSTAT. Production quantities by country. Production: Crops. **Food and Agricultural Organization of the United States**. Disponível (online). <http://www.fao.org/home/en/> (17 de outubro). 2011.

FRENCH, W. J.; FELICIANO, A. Distribution and severity of Plum Leaf Scald in Brazil. **Plant Disease** 66, p. 515-517. 1982.

FRENCH, W. J.; KITAJIMA, E. W. Occurrence of plum leaf scald in Brazil and Paraguay. **Plant Disease Reporter** 62, p. 1035-1038. 1978.

GAI, C. S. **Comunidade bacteriana associada às cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae), insetos vetores de *Xylella fastidiosa***. 2006. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Genética e Melhoramento de Plantas. Escola Superior de Agricultura “Luiza de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2006.

GLOBO RURAL. Cai produção de ameixas no Brasil. **Disponível (online)** <http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/cai-producao-de-ameixas-no-brasil-31192#y=800> (16 de outubro). 2010.

GPP. Ameixa. **Gabinete de Planeamento e Políticas**. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Governo de Portugal. 2007.

HOPKINS, D. L.; PURCELL, A. H. *Xylella fastidiosa*: Cause of Pierce’s disease of grapevine and other emergent diseases. The American Phytopathological Society. **Plant Disease** 86, p. 1056-1066. 2002.

MADAIL, J. C. M.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M. Custo de produção da ameixa, um caso da Serra Gaúcha. **Comunicado Técnico** 157. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2007.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; PONTES, M. F. C.; COSTA, F. M.; SILVA, S. J. C. Transmissão de fitobacterioses por insetos. Anais. **Academia Pernambucana de Ciências Agrônomicas** 4, p. 214-239. Recife, Brasil. 2007.

MENG, Y.; Li, Y.; GALVANI, C. D.; HAO, G.; TURNER, J. N.; BURR, T. J.; HOCH, H. C. Upstream Migration of *Xylella fastidiosa* via Pilus-Driven Twitching Motility. American Society for Microbiology. *Journal of Bacteriology*. 187(16), p. 5560-5567. 2005.

MICHEREFF, S. J. Fundamentos de Fitopatologia. *Departamento de Agronomia*. Área de Fitossanidade. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil. 2001.

MIRANDA, M. P.; VIOLA, D. N.; MARQUES, R. N.; BONANI, J. P.; LOPES, J. R. S. Locais de Alimentação da Cigarrinha vetora de *Xylella fastidiosa*, *Bucephalogonia xanthophis* (Berg) (Hemiptera: Cicadellidae), em mudas cítricas. **Revistas Brasileira de Fruticultura** 30, p. 913-918. 2008.

MIZELL, R. F.; ANDERSEN, P. C.; TIPPING, C.; BRODBECK, B. ***Xylella fastidiosa* diseases and their leafhopper vectors**. Institute of Food and Agricultural Sciences. Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. 2003.

MÜLLER, C. ***Xylella fastidiosa* de ameixeira: transmissão por cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e colonização de plantas hospedeiras**. 2013. 105p. Tese

(Doutorado em Ciências) - Departamento de Entomologia Fitopatologia e Zoologia Agrícola. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, R. S.; RAMOS, J. D.; OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, M. C. M. Crescimento vegetativo e fenologia de ameixeira sob cultivo orgânico na região de Delfim Moreira – MG. **Revista Agrarian** 5, p. 198-205. 2012.

PAIVA, P. E. B.; BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S. Aspectos Biológicos das cigarrinhas *Acrogonia gracilis* (Osborn), *Dilobopterus costalimai* Young e *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em *Citrus sinensis* L. Osbeck. **Neotropical Entomology** 30(1), p. 25-28. 2001.

PURCELL, A. H. **Leafhopper vectors of xylem-borne plant pathogens**. In: Harris, K.F.; Maramorosch, K. Leafhopper vectors and plant disease agents. New York: Academic Press. pp 615-625. 1979.

REDAK, R. A.; PURCELL, A. H.; LOPES, J. R. S.; BLUA, M. J.; MIZELL III, R. F.; ANDERSEN, P. C. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. **Annual Review of Entomology** 49, p. 243-270. 2004.

SILVA, M. R. L.; MENEGUIM, A. M.; PAIÃO, F. G.; MENEGUIM, L.; CANTERI, M. G.; LEITE Jr. R. P. Infectividade natural por *Xylella fastidiosa* Wells *et al.* de Cicadélíneos (Hemiptera:Cicadellidae) de lavouras cafeeiras do Paraná. **Neotropical Entomology** 36(2), p. 274-281. 2007.

SOUZA, J. C.; SILVA, R. A.; REIS, P. R.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, D. B. Cigarrinhas-das-pastagens: histórico, bioecologia, prejuízos, monitoramento e medidas de controle. **Circular Técnica** 42. EPAMIG. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2008.

WELLS, J. M.; RAJU, B. C.; HUNG, H-Y.; WEISBURG, W. G.; MANDELCO-PAUL, L.; BRENNER D.J. *Xylella fastidiosa* gen. nov., sp. nov: Gram-negative, xylem-limited, fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. **International Journal of Systematic Bacteriology** 37, p. 136-143. 1987.

WILSON, M. R. A handbook of leafhopper and planthopper vectors of plant disease. **Bulletin of Insectology** 60(2), p. 175-176. 2007.

WREGG, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M. C. B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J. F. M.; CASTRO, L. A. S.; BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul. **Documentos** 151. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2005.