

João Pedro Luz



DOENÇAS BACTERIANAS DAS POMÓIDEAS

FOGO BACTERIANO
DEPERECIMENTO BACTERIANO
TUMORES OU GALHAS BACTERIANAS



Figura 1. - Sintoma de corimbos mortos em macieira Bravo de Esmolfe (foto: Carlos Santos).



Figura 2. - Sintoma de rebento a necrosar com presença de cancrós e exsudado bacteriano (foto: Bruno Fernandes).

FOGO BACTERIANO

Erwinia amylovora (Burrill)

Importância económica e distribuição

O Fogo Bacteriano das Rosáceas, causado por *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al., é uma das doenças mais destrutivas das fruteiras e foi a primeira bactéria descrita, em 1893 por Burrill, como agente causador de doença infecciosa nas plantas. Por este facto ocupa um lugar especial na história da Fitopatologia.

Desde que foi observado pela primeira vez, em 1780, e descrito numa carta escrita por William Denning em 1793, a importância económica da doença tem sido crescente devido à sua dispersão para novas áreas de produção de maçã e pera. Novos registos de entrada do agente patogénico têm ocorrido no Oriente Médio, Europa e regiões do Mediterrâneo, como a sua recente entrada na Argélia, em 2011. O Fogo Bacteriano tem uma distribuição mundial, estando presente em 49 países, em todos os continentes com exceção da América do Sul (EPPO, 2012). Em Espanha, detetou-se pela primeira vez em 1995, em macieiras, na província de São Sebastião, a 10 Km da fronteira com França.

O primeiro aparecimento do Fogo Bacteriano das Rosáceas em Portugal data de 2005, mas o agente causal só foi identificado em maio de 2006, pelo Laboratório de Proteção Vegetal da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, que foi prontamente confirmado pela extinta Direção-Geral de Proteção das Culturas (DGPC), instituição que tutelava a introdução de organismos de quarentena em Portugal, tendo dado origem à Circular n.º 2/DSF/2006 de 10 de agosto e à Portaria n.º 908/2006, de 4 de setembro, que estabelece medidas adicionais e de emergência temporárias de proteção fitossanitária destinadas à erradicação no território nacional da bactéria responsável pela doença vulgarmente designada por Fogo Bacteriano. Nessa altura, foram identificados dois focos da doença, no concelho do Fundão, e as árvores afetadas eram macieiras das cultivares Fuji e Bravo de Esmolfe e pereiras da cultivar Rocha. Estes focos foram, aparentemente, erradicados após a eliminação e destruição dos pomares atacados.

Em 2007, foram novamente identificados focos em macieira Bravo de Esmolfe, no concelho de Viseu, e, em 2010, apareceram os primeiros focos da doença na região de Alcobaça, tendo, em 2011, se agudizado a situação por causa das condições climáticas extraordinariamente favoráveis à evolução da doença durante toda a primavera.

Na sequência da sua disseminação em regiões de várias condições climáticas, tornou-se óbvio que a doença é consideravelmente mais grave em áreas quentes e húmidas do que nas mais frias e/ou mais secas, o que pode confirmar o alto risco de perigosidade em Portugal.

O impacto económico provocado pelo Fogo Bacteriano deve-se fundamentalmente às seguintes razões: afeta espécies de grande interesse comercial, nomeadamente pereira, macieira, nespereira, marmeleiro e várias espécies ornamentais; é altamente contagioso e por isso de rápida expansão; não existem métodos de combate eficazes.

Quando as condições climáticas são favoráveis e as variedades sensíveis, a doença progride rapidamente, provocando quebra na produção das árvores e consequentemente uma diminuição da rentabilidade do pomar.

O Fogo Bacteriano tem também consequências negativas para o sector viveirista de espécies fruteiras e ornamentais, já que afeta a produção e proíbe a exportação para países onde não foi detetada esta doença.

Estima-se que em Marrocos, desde o aparecimento da doença em 2006, até 2010, cerca de 2000 ha de pomares, fundamentalmente de pereira e marmeleiro, foram arrancados e as plantas incineradas, provocando quebras de rendimento de 55 milhões de euros.

No entanto, as estratégias de combate envolvendo sistemas de avaliação e previsão do risco associados aos produtos químicos e agentes de luta biológica, práticas culturais em pomares e viveiros e às cultivares selecionadas pela sua resistência, têm possibilitado e continuarão a permitir a produção comercial de maçã e pera em áreas onde o Fogo Bacteriano está presente.

Hospedeiros

O Fogo Bacteriano já foi descrito em cerca de 200 espécies de plantas de 40 géneros, todos eles pertencentes à família das Rosaceae. Os hospedeiros principais e mais suscetíveis estão na subfamília Maloideae da família Rosaceae. As seguintes fruteiras são consideradas hospedeiros importantes, tanto do ponto de vista económico como epidemiológico: macieiras, pereiras, marmeleiros e nespereiras. Várias plantas ornamentais são também muito suscetíveis, entre as principais encontram-se: *Crataegus* spp. – pilriteiros, *Cotoneaster* spp. e *Pyracantha* spp.

Existe uma suscetibilidade varietal acentuada entre as diferentes cultivares de macieira (Tabela 1) e de pereira (Tabela 2), onde se pode verificar que a pereira Rocha foi considerada pouco sensível, mas próxima da sensibilidade média.



Figura 3 - Presença de ramos mortos com o sintoma característico de "caxado de pastor" (foto: João Pedro Luz).

Tabela 1. - Suscetibilidade varietal da macieira ao Fogo Bacteriano.

POUCO SENSÍVEL	MEDIANAMENTE SENSÍVEL	SENSÍVEL	MUITO SENSÍVEL
Early Red One	Gala	Rome Beauty	Idared
Golden Delicious	Granny Smith	Fuji	Reine de Reinettes
Lysgolden	Jonagold	Gloster	
Mutsu	Reinette Gries	Jonathan	
Oregon Spur		Melrose	
Red Chief		Verde Doncella	
Reinette Blanca			
Royal Gala			
Starking Delicious			
Starkimson			
Topred			

Tabela 2. - Suscetibilidade varietal da pereira ao Fogo Bacteriano.

MUITO POUCO SENSÍVEL	POUCO SENSÍVEL	MEDIANAMENTE SENSÍVEL	SENSÍVEL	MUITO SENSÍVEL
Harrow Sweet Conférence Beurré Bosc Blanquilla Coscia (Ercolini)	Dr. Jules Guyot Beurré Hardy Beurré d'Anjou Rocha	Abbé Fetel	Passe Crassane Williams (Bartlett) Packham's Triumph	Doyenné du Comice



Figura 4. - Sintoma de corimbos com frutos jovens mortos com presença de exsudado bacteriano (foto: Bruno Fernandes).



Figura 5. - Sintoma de infecção no porta-enxerto, com presença de cancos (foto: Carlos Santos).

Sintomas

Todas as partes aéreas dos hospedeiros podem ser infetadas por *Erwinia amylovora*. Os sintomas mais comuns e característicos são: (a) murchidão e morte de flores; algumas ou todas as flores do corimbo podem morrer; as flores mortas secam e ficam com uma cor castanha escura a negra e geralmente permanecem agarradas à planta (Figura 1); (b) murchidão e morte de rebentos e ramos jovens; os rebentos e os raminhos jovens infetados secam, ficam castanhos (Figura 2) e na maioria dos casos a ponta encurva, ficando com a forma característica do sintoma conhecido como “cajado de pastor” (Figura 3); (c) sintoma nas folhas: as folhas infetadas mostram manchas necróticas que se iniciam ou a partir da margem da folha ou da nervura central e no pecíolo, dependendo da forma como a infecção ocorreu; (d) sintoma nos frutos: frutos infetados também ficam castanhos ou negros, murcham e, assim como as flores, permanecem agarrados ao esporão (Figura 4), assumindo uma aparência mumificada; (e) sintomas no tronco: a partir das flores, raminho e frutos infetados, a doença espalha-se através dos vasos xilémicos para ramos maiores causando cancos e, em seguida, pode continuar para pernadas e tronco (Figura 5). Os cancos causam a morte rápida dos ramos ou da árvore inteira quando rodeiam os ramos ou o tronco, respetivamente. Os cancos são reconhecidos, externamente, porque sua superfície é ligeiramente deprimida, variando em tamanho e rodeado por fendas irregulares na casca. Internamente os tecidos da área morrem apresentando uma cor vermelha ou acastanhada que se difunde para os tecidos saudáveis. Lesões características castanho-avermelhadas são encontradas muitas vezes na zona dos tecidos subcorticais. Na casca dos ramos, pernadas, ou mesmo do tronco desenvolvem-se cancos de cor castanha a negra. O colo da planta e as raízes podem também ser afetados pela bactéria, provocando rapidamente a morte da planta.

A designação de **Fogo Bacteriano** deve-se aos sintomas mais característicos apresentados pelas plantas, nomeadamente o aspeto acastanhado dos ramos, flores e folhas, assemelhando-se este aspeto ao de uma queima provocada pelo fogo.

Em condições quentes e húmidas, uma exsudado bacteriano mucoide esbranquiçado pode surgir nos tecidos infetados: pecíolos, casca da árvore, flores e frutos infetados (Figuras 2 e 4). Uma caracterização dos diferentes tipos de sintomas e infeções, é exposta na Tabela 3.

Tabela 3. - Caracterização dos múltiplos sintomas e infeções associados com o Fogo Bacteriano.

TIPO	LOCAL DA INFEÇÃO PRIMÁRIA	CONDIÇÕES PARA A INFEÇÃO	SINTOMAS INICIAIS CARACTERÍSTICOS
Flor	Nectários e estigmas das flores abertas com pétalas intactas.	1. Flores abertas com pétalas intactas; 2. Acumulação de 110 GH > 18,3°C durante os últimos 44 (macieira) ou 66 (pereira) GD > 4,4°C; 3. Período de chuva ou orvalho \geq 0,25 mm ou \geq 2,5 mm no dia anterior; 4. Temperatura média diária \geq 15,6°C.	Gotículas de exsudado bacteriano ou estrias escuras no pecíolo da flor; murchidão seguida de morte do cacho floral.
Cancro	Parênquima cortical e xilémico em torno de cancrios hibernantes.	Presença de cancrios hibernantes com margens difusas; acumulação de aproximadamente 52 GD > 12,7°C após a ponta verde.	Zonas estreitas (> 1 mm) húmidas no tecido da casca verde adjacente ao tecido necrosado na margem do cancro margem, normalmente coincidentes com a acumulação de 109 GD > 12,7°C após a ponta verde. Os rebentos perto de cancrios mostram uma descoloração amarelo alaranjada na ponta do gomo antes de murcharem e as folhas basais podem apresentar estrias escuras no pecíolo e na nervura central.
Rebento	Primeiras 1-2 folhas de cima do rebento.	Normalmente presença de sintomas em flores ou cancrios; feridas de várias causas; temperatura média \geq 15,6°C.	As primeiras infeções da extremidade dos rebentos aparecem como murchidão, que inicialmente permanece verde, mas normalmente a terceira folha a contar da extremidade, mostra necrose junto da base da nervura central; frequentemente coincide com a acumulação de 57 GD > 12,7°C após o aparecimento de sintomas nas flores ou cancrios; infeções posteriores da extremidade dos rebentos, aparecem mais ou menos ao acaso.
Ferimentos	Não específico; inclui folhas, frutos, casca da árvore.	Acumulação de 110 GH > 18,3°C nos últimos 44 GD > 4,4°C; feridas causadas por geadas tardias (\leq -2°C), granizo ou ventos fortes que causem danos na folhagem (chuva, não é obrigatória, mas pode aumentar o número e a gravidade das infeções).	Necrose de folhagem aparece 57 GD > a 12,7°C após o evento traumático; em caso de danos antes ou na queda da pétala, os sintomas podem aparecer nas flores, mas as folhas do esporão ficam mais necróticas do que com as infeções normais à flor.
Porta-enxerto	Células parenquimatosas do xilema na casca do porta-enxerto (especialmente M.26 e M.9, mas pode afetar outros, como M.7 e M.111).	Infeção dos corimbos de flores ou rebentos.	(i) Exsudado bacteriano evidente na superfície da casca do porta-enxerto; (ii) crescimento rápido dos cancrios no porta-enxerto; (iii) colapso repentino da árvore a meio da época; (iv) cores da folhagem avermelhada no início do outono; (v) cancrios de desenvolvimento ascendente para o tronco da cultivar com posterior morte da árvore na primavera após a infeção.

GH - graus-hora; GD - graus-dia.

Bioecologia

Embora o ciclo da bactéria ainda não seja completamente bem conhecido, sabe-se que *Erwinia amylovora* pode sobreviver, durante períodos variáveis de tempo, como endófito ou epífita, dependendo dos fatores climáticos. A primeira infecção do ano ou infecção primária ocorre na primavera, quando o agente patogénico invade as flores ou rebentos da planta hospedeira. A origem destas bactérias pode ser cancras do ano anterior, que se ativam no início da primavera e/ou bactérias que se mantiveram nos tecidos das plantas. O local de hibernação de *E. amylovora* não são os tecidos mortos do cancro, mas sim os aparentemente são adjacentes, geralmente não mais além de cinco centímetros da borda da margem. É consensual para diversos autores, que os cancras formados no final do ciclo vegetativo sejam os principais responsáveis pela produção de inóculo primário no ano seguinte. O inóculo produzido por estes cancras pode formar gotas visíveis de exsudado bacteriano na superfície da casca. Além disso, não é necessária a presença de cancras porque a bactéria pode sobreviver dentro dos tecidos vegetais sem mostrar sintomas, durante o inverno, e desenvolver infecções primárias a partir da migração para órgãos saudáveis.

Na primavera, o inóculo primário é disseminado através dos diversos vetores, principalmente insetos polinizadores ou eventos que provoquem feridas. As ferramentas da poda não desinfetadas também contribuem para a disseminação a curtas e médias distâncias. Após atingir os tecidos do potencial hospedeiro, nomeadamente as flores e os jovens raminhos e em condições de elevada humidade, a bactéria penetra nos tecidos através das aberturas naturais como estomas e feridas provocadas pela queda das pétalas ou por feridas causadas por diversos agentes externos, nomeadamente feridas provocadas pelo granizo, picaduras de insetos, poda, etc. Quando as condições climáticas são favoráveis e o hospedeiro apresenta sensibilidade, a bactéria multiplica-se rapidamente e a infecção avança no sentido descendente invadindo pedúnculos, ramos, raminhos jovens ou frutos imaturos. Os tecidos afetados que inicialmente parecem humedecidos, tornam-se avermelhados ou acastanhados e acabam por necrosar.

Depois de originadas as infecções primárias e a bactéria tiver alcançado vários tecidos, produz-se grande quantidade de inóculo secundário, que será disseminado mediante diversos agentes bióticos. As principais fontes de inóculo secundário são os exsudados formados nos rebentos, folhas, frutos ou ramos que podem ser produzidos durante a primavera, verão e outono e habitualmente estão associados com abrolhamentos ou crescimentos tardios de

rebentos e abundância chuva. As infecções secundárias são habitualmente mais numerosas que as infecções primárias e podem causar maiores prejuízos nas plantas. O inóculo secundário pode ser disseminado pelos agentes bióticos e abióticos atrás mencionados. Durante o período vegetativo pode haver vários ciclos de infecções em função das condições ambientais.

No outono, a bactéria instala-se nos tecidos lenhificados e produz cancras, onde *E. amylovora* sobrevive durante o repouso vegetativo.

Os ladrões que emergem da base do tronco sendo muito sensíveis às infecções bacterianas, são importantes veículos de transmissão da bactéria ao tronco e ao sistema radicular provocando rapidamente a morte da planta.

A principal via de dispersão da doença a longa distância é a introdução de material vegetal contaminado, nomeadamente através da plantação de fruteiras e plantas ornamentais, assim como a utilização de material vegetal para enxertia, provenientes de zonas afetadas pelo Fogo Bacteriano. Uma vez instalado o primeiro foco numa nova zona, os insetos, especialmente os polinizadores, a chuva, o vento, a rega por aspersão, os instrumentos de poda e outros utensílios, a maquinaria e até o próprio agricultor, disseminam a bactéria com facilidade entre árvores e parcelas próximas. A formação de cancras está dependente da espécie hospedeira, da cultivar, das condições ambientais e da idade e estado nutricional da planta. Árvores jovens e vigorosas são mais suscetíveis ao Fogo Bacteriano que as mais velhas ou com menores crescimentos. Assim, árvores adubadas com excesso de fertilizantes azotados, crescem mais rapidamente e tornam-se mais suscetíveis às infecções face às que têm um balanço nutricional mais equilibrado. A taxa de formação e de expansão dos cancras também pode ser atribuído a elevados teores de água no solo. Este excesso pode ser devido a regas excessivas ou frequentes ou ainda à má drenagem dos solos.

Meios de luta

Os conhecimentos epidemiológicos sobre a doença são fundamentais para encontrar pontos fracos ou áreas onde o agente patogénico pode ser eliminado ou reduzido. Saber que não está normalmente presente sistemicamente em toda a árvore e que a poda completa de cancras hibernantes irá eliminar a maioria das bactérias sobreviventes, fornece a base para uma poda cuidadosa das árvores. Além disso, ajuda-nos a entender porque uma poda conveniente e atempada do Fogo Bacteriano é fundamental, mas uma poda tardia é muitas vezes uma perda de tempo.



Uma vez que não existem meios de luta totalmente eficazes de combate ao Fogo Bacteriano, o seu controlo deve ser efetuado com base numa estratégia integrada que assenta não só, em medidas que visam reduzir o inóculo, mas também a evitar o estabelecimento da bactéria no hospedeiro, e ainda diminuir a suscetibilidade deste à infeção.

O conhecimento que *E. amylovora* se multiplica preferencialmente na superfície estigmática das flores assegura-nos que podemos monitorizar os estigmas para a presença, antecipando a necessidade de combate a surtos de Fogo Bacteriano. As informações que temos sobre os locais de colonização e o papel da chuva, permite-nos oferecer uma mais adequada calendarização das pulverizações.

Existem diversos sistemas de previsão, tais como **Maryblyt™**, **Cougarblight** e o sistema de **Billing** revisto, que podem ajudar a avaliar a necessidade de intervenção. Na verdade, o grande sucesso dos programas de combate das infeções à floração usando um bom sistema de previsão para a oportunidade dos tratamentos, pode eliminar qualquer ataque sério à floração desde que disponhamos de produtos eficazes. Isto, por sua vez, reduziu aparentemente a incidência de infeções secundárias aos rebentos, de modo a que as infeções que mesmo assim ocorrem, podem geralmente ser rapidamente removidas, com menor quantidade de trabalho.

A informação disponibilizada pelos sistemas de previsão de risco de Fogo Bacteriano, contribui para a realização de tratamentos nos momentos mais oportunos, isto é, quando os riscos de desenvolvimento da doença são mais elevados, programar as datas para as inspeções, colheita de amostras e de poda sanitária e ainda delimitar as áreas com maiores riscos de contágio. De facto, o risco de infeção não é uniforme ao longo do ciclo cultural, pois depende, fundamentalmente, da combinação dos seguintes fatores: da quantidade de inóculo e da virulência do agente patogénico, da sensibilidade do hospedeiro e das condições climáticas, nomeadamente da temperatura e disponibilidade de água, quer seja proveniente da chuva ou do orvalho.

Posteriormente, foram desenvolvidos modelos mais complexos que, para além dos parâmetros climáticos incluem a atividade dos insetos como agentes dispersores da doença. Salienta-se o Sistema de **Billing Original (BOS)**, o **Sistema de Billing Revisto (BRS)** e o **Sistema de Billing Integrado (BIS95 e BIS98)**, em que a partir dos parâmetros climáticos de temperatura e humidade e dados fenológicos, permitem prever não só o início das infeções como também o período de incubação das mesmas e consequentemente o momento de aparecimento dos sintomas. O modelo **Parefeu** integrou o potencial de risco associado às condi-

ções climáticas ao potencial de inóculo. Este é obtido através dos dados históricos do local.

Atualmente, os modelos de previsão mais utilizados são os designados por **Maryblyt** e o **Cougarblight**.

O **modelo Maryblyt** foi o primeiro modelo totalmente informatizado. A partir de dados relativos a temperaturas máximas e mínimas diárias, chuva ou orvalho, tipo de fruteira e dados fenológicos, são calculados os graus-dia (GD) e os graus-hora (GH). Entram em funcionamento três subsistemas com diferentes limiares, a partir dos quais se determina a percentagem de flores suscetíveis de serem infetadas, a percentagem de flores infetadas pela bactéria e o desenvolvimento dos sintomas depois de iniciadas as infeções. A evolução dos sintomas em ramos e cancro também pode ser determinada por este modelo. O modelo Maryblyt permite então determinar os momentos de infeção e de desenvolvimento das várias fases da doença, no entanto pressupõe a existência de inóculo na zona em causa.

O **modelo Cougarblight** prevê o risco de infeção bacteriana mas não o seu desenvolvimento por isso não determina o aparecimento dos sintomas. O modelo baseia-se no pressuposto de que a bactéria sobrevive nas flores, durante três a cinco dias. Utiliza na sua função os valores de temperatura, chuva e humidade e só se utiliza durante o período de floração. Este modelo introduz ainda quatro níveis para o potencial de inóculo que varia desde o não aparecimento da doença na parcela nos últimos dois anos, deteção da doença na zona em estudo mas não nas parcelas vizinhas, doença presente na parcela e nas parcelas em redor durante o ano anterior e atribuindo o maior valor de potencial de inóculo quando existe a presença de cancro na parcela ou nas parcelas vizinhas. Com base nos valores de temperatura, obtêm-se os valores de graus-dia (GD) dos últimos quatro ou cinco dias para a macieira e pereira, respetivamente. Caso ocorra chuva ou humidade elevada num período superior a três horas, em função destes parâmetros climáticos e do potencial de inóculo, estabelece-se o risco de infeção classificando-o em baixo, moderado, alto e extremo.

Os modelos atualmente disponíveis não podem ser considerados perfeitos uma vez que existem sempre fontes de infeção que não são passíveis de prever ou de serem tomadas em consideração por isso, a sua utilização nunca pode ser dissociada dos outros meios de luta. A estratégia integrada de combate consiste em utilizar todas as ferramentas disponíveis e que incluem tanto os sistemas de previsão (predição) de risco e de monitorização, como as medidas de controlo baseadas na prevenção e na convivência (coexistência) com a doença.



Logo que o Fogo Bacteriano se tenha introduzido e estabelecido numa determinada região, devem ser tomadas medidas de convivência para minimizar os seus efeitos e conduzir à sua erradicação. Estas medidas obrigam muitas vezes a profundas transformações no tecido produtivo.

O controlo químico, como medida de contenção do desenvolvimento bacteriano, consiste na aplicação de produtos de carácter bacteriostático (cobre) e outros que estimulam os mecanismos de defesa das plantas.

O combate ao Fogo Bacteriano deve centrar-se no saneamento rigoroso do pomar durante o repouso e no ciclo vegetativo, juntamente com tratamentos oportunos durante o período de floração. Um esquema de tratamentos é apresentado na Tabela 4.

Os produtos disponíveis mostram uma débil penetração nos tecidos vegetais, não atuando a nível sistémico, pelo que apenas podem evitar o estabelecimento e penetração da bactéria na planta. Os produtos cúpricos baseiam-se na libertação controlada do ião cobre. Os exsudados bacterianos contêm compostos capazes de solubilizar o cobre, causando a morte celular ou a inibição de algumas atividades biológicas na célula, no entanto não deverão ser usados após a ponta verde uma vez que provocam sintomas de fitotoxicidade prejudicando folhas e frutos. Os produtos cúpricos induzem o estado “viável não cultivável” da bactéria. Este estado pode ser uma estratégia de sobrevivência do organismo face às

condições adversas provocadas pela presença do cobre. Quando as condições adversas desaparecem, as células podem multiplicar-se e recuperarem a patogenicidade, podendo infetar de novo o hospedeiro.

Os antibióticos são os produtos que têm apresentado melhores resultados no combate químico ao Fogo Bacteriano, especialmente a estreptomicina, no entanto a sua utilização está proibida na União Europeia, consequência da possibilidade de transferência de resistências a bactérias patogénicas que infetam o homem e os animais. Na Suíça, onde o agente patogénico é considerado como não podendo ser erradicado, a utilização da estreptomicina é autorizada para o combate ao Fogo Bacteriano, em situações pontuais. Nos EUA, onde a aplicação de antibióticos é permitida e a estreptomicina apresenta problemas de resistência, os estudos com antibióticos alternativos a esta substância continuam a ser realizados.

Existem outro tipo de compostos químicos, que não apresentando ação inibitória direta sobre a bactéria, possuem atividade de controlo do Fogo Bacteriano. De entre aqueles produtos salientamos o fosetil-alumínio e a prohexadiona-cálcio. O fosetil-alumínio tem demonstrado bons resultados em determinadas concentrações e condições, mas os resultados de campo têm mostrado alguma falta de consistência. A prohexadiona-cálcio é um regulador de crescimento utilizado para controlar o vigor em

TABELA 4. - Esquema de tratamentos recomendado para o combate ao Fogo Bacteriano.

ÉPOCA DE APLICAÇÃO	PRODUTOS	CONCENTRAÇÃO
Prefloração (após o estado de botão inchado, mas antes do abrolhamento)	Compostos cúpricos: cobre (sulfato) + 1% óleo ou cobre (oxicloreto) + 1% óleo ou cobre (hidróxido) + 1% óleo	250 g Cu/hl ^a
Floração ^(b)	Compostos cúpricos ou fosetil-alumínio	50-100 g Cu/hl 300 g/hl
Verão (após chuvadas fortes) ^(c)	O mesmo que na floração	
Outono ^(d)	Compostos cúpricos, de preferência cobre (sulfato)	250 g Cu/hl

(b) Em intervalos de 3-5 dias, ou de acordo com a recomendação do sistema de previsão.

(c) Os produtos devem ser aplicados dentro de 24 h após a chuvada ou, se possível, imediatamente após.

(d) Dois tratamentos cúpricos durante a queda das folhas em pomares onde tenha ocorrido Fogo Bacteriano são recomendados para reduzir o número de cancos ativos.

plantas de macieira e pereira e apresenta uma eficácia moderada no combate ao Fogo Bacteriano. A prohexadiona-cálcio não tem atividade antimicrobiana contra *E. amylovora*, no entanto, ao reduzir o vigor das plantas, através das giberelinas de síntese, aumenta a resistência do hospedeiro à doença. As árvores mais jovens (dois a cinco anos) são habitualmente as mais afetadas pelo Fogo Bacteriano, mas aplicações de prohexadiona-cálcio em árvores jovens poderá trazer inconvenientes graves pois as plantas ainda não estão instaladas e a aplicação do produto durante os primeiros anos, pode comprometer o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente a instalação do pomar.

Se a nível mundial, os produtos químicos apresentam problemas de eficácia no combate ao Fogo Bacteriano, em Portugal a situação torna-se ainda mais preocupante uma vez que não existem produtos fitofarmacêuticos autorizados para combate à doença. Contudo, foram recentemente concedidas autorizações de uso, ao abrigo dos "Usos Menores", aos produtos com base em prohexadiona-cálcio e fosetil-alumínio. Também produtos cúpricos (oxicloreto de cobre), homologados e autorizados para as pomoídeas podem ser aplicados para redução do inóculo.

Os métodos de luta biológica são complementares aos métodos de luta química e baseiam-se no uso de bactérias antagonistas ou competidores de *E. amylovora*. A aplicação destes produtos mostra-se mais eficaz durante a floração uma vez que a sua atividade se baseia em impedir a infeção e colonização das flores por *E. amylovora*, no entanto, a sua eficácia está muito dependente das condições ambientais. Quando as condições são favoráveis, vários micro-organismos podem colonizar pereiras, macieiras e outras plantas hospedeiras e diminuir o inóculo de *E. amylovora*, mas se as condições não são as ideais, não atingem a concentração necessária para exercerem a luta biológica expectável. **Em Portugal, foi concedida autorização extraordinária para a utilização do fungo *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud, a ser aplicado durante a floração e autorização, ao abrigo do reconhecimento mútuo, para a utilização da bactéria *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn na luta contra o Fogo Bacteriano.** A nível da luta biotécnica, têm sido testados metabolitos produzidos por micro-organismos antagonistas de *E. amylovora*, extratos de plantas ou péptidos antimicrobianos. No nosso país foi concedida autorização extraordinária, para a utilização do produto à base de um polissacárido (laminarina), a ser aplicado desde o botão verde até à queda das pétalas.

O melhoramento genético para o Fogo Bacteriano iniciou-se com a procura de cultivares naturalmente resistentes à doença, no en-

tanto observou-se que, a suscetibilidade não é apenas conferida pelo genótipo mas também pelas condições ambientais e pelas práticas culturais. Face à crescente severidade de Fogo Bacteriano em macieiras instaladas em porta-enxertos M9 e M26, tornou-se prioritário o desenvolvimento de estudos para obtenção de porta-enxertos resistentes ao Fogo Bacteriano. Estes estudos conduziram à obtenção, pela Universidade de Cornell (USA), dos porta-enxertos Geneva resistentes à doença. Os porta enxertos Geneva, para além de mostrarem resistência ao Fogo Bacteriano, conferem uma eficiência produtiva cumulativa igual ou superior ao M9, especialmente o Geneva 41 e o Geneva 935.

Para além das medidas mencionadas, devem ser tomadas em consideração medidas de carácter agronómico, especialmente, nas zonas onde a doença já se instalou. Algumas medidas eficazes para minimizar os surtos de Fogo Bacteriano são a não utilização de cultivares e porta-enxertos sensíveis ou muito sensíveis nas novas plantações e não plantar espécies ornamentais hospedeiras de *E. amylovora* junto de pomares. As podas drásticas devem ser evitadas porque estimulam a rebentação excessiva e os crescimentos jovens são mais sensíveis à instalação do inóculo. Durante o período de repouso vegetativo devem ser removidos todos os tecidos afetados incluindo os cancrios formados durante o ano anterior, pois estes são as principais fontes de inóculo primário para a primavera seguinte. Também ao longo do ciclo vegetativo devem ser retirados todos os órgãos da planta que apresentem sintomas da doença. O período crítico corresponde à época de floração primaveril, no entanto deve ser dada atenção similar às florações tardias. Os ramos ladrões, sendo muito sensíveis à doença, são veículos importantes para a formação de cancrios no tronco e nos porta-enxertos pelo que devem ser retirados. A poda deverá ser realizada durante o período de repouso vegetativo. Durante o ciclo vegetativo a poda em verde é de evitar, só sendo aconselhável a poda fitossanitária durante este período. O material proveniente da poda de árvores contaminadas deve ser queimado no próprio local para evitar a propagação do inóculo. Em situação de infeção generalizada por toda a planta, estas devem ser arrancadas e queimadas. Para obviar a propagação da doença entre ramos e entre plantas, o material de poda deve ser desinfetado, entre cada corte, com uma solução alcoólica ou de hipoclorito de sódio, especialmente durante o período de atividade vegetativa das plantas.

As fertilizações devem ser equilibradas, especialmente a azotada, pois o excesso de azoto promove a rebentação jovem e esta é mais suscetível ao Fogo Bacteriano que a rebentação mais velha.



A expansão dos cancrios bacterianos também pode ser incrementada por elevados teores de humidade no solo, quer devido a regas excessivas ou frequentes, quer à má drenagem do solo.

Dadas as dificuldades para controlar o Fogo Bacteriano, torna-se indispensável a adoção de medidas preventivas para evitar a introdução da doença e consequentemente evitar os prejuízos causados pela mesma. Uma destas medidas consiste na utilização de material vegetal isento da bactéria. Assim, não podem ser introduzidas plantas ou qualquer material vegetal proveniente de zonas ou países onde a doença está presente, salvo se dispuserem de todas as garantias sanitárias. Como consequência, a aquisição de plantas que são potenciais hospedeiras da doença, deve ser efetuada em viveiros autorizados e as plantas devem fazer-se acompanhar do respetivo passaporte fitossanitário com a menção ZP:b2 (Zona Protegida para o organismo *Erwinia amylovora*). Caso sejam efetuadas plantações com material proveniente de países afetados pela doença, mesmo sendo as plantas acompanhadas pelo passaporte fitossanitário ZP:b2, devem realizar-se inspeções periódicas durante a primavera, verão e outono. Esta necessidade prende-se com o facto de poderem ter sido introduzidas plantas assintomáticas portadoras de bactérias endófitas de *E. amylovora* ou em que estas estejam presentes num nível abaixo do limite de deteção das técnicas utilizadas na despistagem da doença.

Também o transporte de frutos maduros acarreta riscos, embora baixos, de disseminação de *E. amylovora*. Os estudos de, em frutos maduros de maçã, demonstraram que a bactéria pode adotar o estado não cultivável, durante pelo menos 35 dias, em condições de stresse semelhantes às utilizadas no transporte dos frutos para comercialização. A habilidade de recuperar a culturabilidade e patogenicidade sugere que os frutos podem ser um potencial portador da bactéria contribuindo para a disseminação da doença. Por este facto, a importação de frutos provenientes de zonas infetadas também não deve ser descurada.

A colaboração dos agricultores nas inspeções regulares é fundamental. A observação de qualquer sintoma suspeito deve ser comunicado de imediato às entidades oficiais para que sejam tomadas as medidas de erradicação dos focos iniciais da doença. Só a deteção precoce do Fogo Bacteriano permite adotar, rapidamente, as medidas de erradicação necessárias e impedir que a doença se instale. Torna-se muito claro depois de analisar as inúmeras formas em que *E. amylovora* sobrevive e é disseminada, que uma luta satisfatória é uma grande tarefa, em que tanto os produtores, como as suas associações, e os serviços oficiais têm que trabalhar conjuntamente.



DEPERECIMENTO BACTERIANO

Pseudomonas syringae van Hall

O deperhecimento bacteriano ocorre principalmente em pereira e é caracterizado por um conjunto de sintomas que vão desde as necroses internas de gomos de madeira e de flor, seca de flores, manchas nas folhas e frutos jovens, e cancrios nos ramos ou tronco. Na maioria das vezes tem um efeito negativo sobre a produção, mas só ocasionalmente causa a morte.

O deperhecimento bacteriano nas pereiras é causado por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall.

Sintomas

O deperhecimento bacteriano inicia-se muito cedo na primavera. Os ataques à flores iniciam-se na zona do cálice e estendem-se aos estames e pedúnculo, infetando completamente a flor e posteriormente o corimbo. Os botões florais podem ser infetados antes de abrir. As infeções podem atacar os rebentos dando assim à planta um aspecto de semelhante às do Fogo Bacteriano, mas a sua progressão termina rapidamente e não são produzidos os mesmo tipo de exsudados. As flores e os corimbos secos ficam normalmente agarrados à árvore. Nas folhas, as manchas são arredondadas, castanhas com um halo amarelado e podem coalescer e tornar-se castanho escuras ou negras brilhantes, morrendo rapidamente. Nos frutos jovens, as infeções manifestam-se como manchas negras superficiais com contornos irregulares. As plantas infetadas tendem a ser mais propensas a lesões durante o inverno.

Bioecologia

Esta bactéria pertencente à flora epifítica da pereira só causando danos após um evento particular (por exemplo, geadas tardias). O frio provoca a destruição da epiderme, permitindo que a bactéria se instale na flor. As baixas temperaturas e condições de humidade elevada favorecem o desenvolvimento da doença. Como a maioria das doenças bacterianas, esta é também mais prevalente enquanto os tecidos são mais jovens, principalmente quando a época decorre chuvosa. As bactérias hibernam nos tecidos do hospedeiro e invadem os tecidos sãos ou feridas em qualquer altura desde que persistam condições de tempo frio e húmido. As condições ótimas para a multiplicação da bactéria e manifestação dos sintomas da doença são temperaturas por volta de 15°C e humidade relativa superior a 90%.

As infeções têm lugar principalmente através de estomas e lenticelas. A deficiência de boro e níveis baixos de cálcio são descritos como tornando as árvores mais suscetíveis à doença.

Meios de Luta

Remover rebentos infetados, cortando vários centímetros abaixo de cancrios visíveis. Podar quando o tempo está seco, durante o repouso vegetativo, e desinfetar os instrumentos de poda entre os cortes. Podar as plantas de modo a permitir um bom fluxo de ar dentro da copa e ao redor das plantas. A secagem rápida das plantas desencoraja a infeção. Como os tecidos jovens são mais suscetíveis à infeção, deveremos aplicar uma dose equilibrada de fertilizante azotado. Os fungicidas cúpricos podem fornecer algum benefício na prevenção quando usados durante o estado de intumescimento dos gomos (estado B-C).





Figura 6 - Tumores causados por *Agrobacterium tumefaciens*.



Figura 7 - Vários tumores causados por *Agrobacterium tumefaciens*.

TUMORES OU GALHAS BACTERIANAS

Agrobacterium tumefaciens Smith & Townsend

Esta doença causada pelas bactérias *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend ou *A. rhizogenes* (Riker) Conn não tem sido bem avaliada por nem sempre reduzir o rendimento de maneira sensível, mas pode afetar quase todas as fruteiras e até algumas plantas herbáceas. Os problemas são especialmente graves em viveiros, sobretudo em porta-enxertos mais sensíveis, podendo mesmo levar ao abandono das parcelas com populações bacterianas elevadas, porque o agente patogénico vive no solo. As plantas de viveiro são especialmente suscetíveis ao ataque, por serem submetidas a muitas feridas durante o manuseamento.

Sintomas

As galhas bacterianas aparecem primeiro como como tumores pequenos, arredondados, nas raízes e no caule perto do colo das árvores. O tamanho pode variar desde o tamanho de uma ervilha até cerca de 30 cm em diâmetro. Estes crescimentos são primeiro esbranquiçados e macios, mas lenhificam rapidamente tornando-se castanhos e duros. Alguns tumores têm um aspecto esponjoso e podem desfazer-se ou desprenderem-se das plantas e outros, tornam-se lenhosos e duros (Figura 6). Vários tumores podem ocorrer na mesma raiz ou caule (Figura 7). As plantas afetadas podem atrofiar-se e ficarem mais suscetíveis a condições ambientais adversas. O depercimento e a morte das plantas afetadas deve-se, por um lado, à obstrução mecânica que os tecidos tumorais opõem ao fluxo da seiva, e por outro lado, ao facto de que estes tumores acumulam de modo exagerado substâncias fundamentais à planta.

Bioecologia

A bactéria hiberna em solos infestados, onde pode viver como saprófita por vários anos. Aparentemente pode adaptar-se a diversos tipos de solo, ainda que pareça ter preferência pelos calcários e de pH básico. A bactéria entra nas raízes ou caules perto do colo através de feridas recentes feitas pelas práticas culturais, enxertia e insetos. Uma vez no interior do tecido estimulam as células hospedeiras vizinhas a se dividirem a uma taxa muito rápida. O tempo de incubação varia entre 8 e 15 dias. As novas células não mostram nenhuma diferenciação ou orientação e formam uma intumescência que se desenvolve num tumor. O esmagamento dos vasos xilémicos causado pelos tumores pode reduzir a quantidade de água que atinge a parte superior da planta em cerca de 80%.

Meios de Luta

Não existe nenhum tratamento contra os tumores já estabelecidos, por isso o combate a esta bacteriose deve ser baseado em métodos preventivos, utilizando apenas material vegetal saudável e o que apresente tumores deverá ser rejeitado. Se possível, antes da plantação os porta-enxertos deverão ser submersos numa solução cúprica e deve evitar-se provocar feridas na raiz e no colo das árvores jovens, durante a plantação.