

**M. Ângelo Rodrigues**

Coordenador Científico

**MANUAL TÉCNICO**

**AMENDOEIRA:  
ESTADO DA PRODUÇÃO**

Maio 2017

**EDITOR CNCFS**

Projeto “**Portugal Nuts**” Norte-02-0853-FEDER-000004

**Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos**

## **FICHA TÉCNICA**

**Título:** Amendoeira: Estado da Produção

**Coordenador Científico:** M. Ângelo Rodrigues

**Capa:** CNCFS

**Tiragem:**

**Impressão:**

**ISBN:** 978-989-99857-9-7

## **AUTORES**

**Carlos AGUIAR**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**José Alberto PEREIRA**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Margarida ARROBAS**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Arlindo ALMEIDA**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Albino BENTO**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Isabel López CORTÉS**

Universitat Politècnica de València, Departamento de Producción  
Vegetal, Camí de Vera, s/n, 46022 Valencia.

**Nuno RODRIGUES**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**M. Ângelo RODRIGUES**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**António Castro RIBEIRO**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Sónia A. P. SANTOS

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Maria Eugénia GOUVEIA

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Valentim COELHO

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Luísa MOURA

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana de  
Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima

## Índice

Índice de Quadros .....	1
Índice de Figuras .....	3
<b>Figura 1.1</b> - Relações de parentesco entre as espécies cultivadas e indígenas mais importantes de Portugal. Constituem cada um dos subgéneros e secções muito mais espécies do que as citadas na figura. Adaptado de Shi <i>et al.</i> (2013).....	5
<b>Figura 1.2</b> - Amendoeiras cultivadas nos vales de ombroclima seco da Terra Quente transmontana.....	9
<b>Capítulo 1 - Sistemática, domesticação, morfologia e hábitos de frutificação</b> .....	1
<b>1.1. Taxonomia e nomenclatura</b> .....	1
<b>1.2. Compatibilidade das enxertias e hibridação</b> .....	5
<b>1.3. Origem e domesticação</b> .....	8
1.3.1. O porquê da domesticação da amendoeira .....	8
1.3.2. Centro de origem e ancestralidade .....	11
1.3.3. Evolução da amendoeira sob domesticação .....	15
1.3.4. Síndrome de domesticação .....	20
<b>1.4. Morfologia</b> .....	21
1.4.1. Raiz, porte e ramos .....	21
1.4.2. A folha.....	22
1.4.3. A flor .....	23
1.4.4. Fruto e semente .....	27
<b>1.5. Meristemas e gomos</b> .....	29
<b>1.6. Órgãos e hábito de frutificação</b> .....	33
<b>1.7. Referências Bibliográficas</b> .....	38
<b>Capítulo 2 - Fenologia, dormência e biologia da reprodução</b> .....	42
<b>2.1. Fenologia</b> .....	42
2.1.1. Estádios fenológicos da amendoeira .....	42
2.1.2. Ciclo fenológico da amendoeira .....	47
<b>2.2. Dormência dos gomos</b> .....	51
<b>2.3. Crescimento vegetativo</b> .....	62
<b>2.4. Biologia da reprodução</b> .....	65

2.4.1. Juvenildade .....	65
2.4.2. Iniciação e diferenciação floral .....	66
2.4.3. Alternância.....	70
2.4.4. Floração e polinização .....	72
2.4.4.1. Floração.....	72
2.4.4.2. Dificuldades da polinização da amendoeira.....	74
2.4.4.3. A atividade das abelhas.....	78
2.4.4.4. Sistemas de auto-incompatibilidade. Consociações de variedades auto-incompatíveis.....	82
2.4.4.5. Uso de cultivares autocompatíveis .....	87
2.4.5. Germinação do tubo polínico e fecundação.....	88
2.4.6. Vingamento, desenvolvimento do fruto e maturação ..	90
<b>2.5. Referências bibliográficas.....</b>	<b>93</b>
<b>Capítulo 3 - Adaptação ecológica.....</b>	<b>98</b>
<b>3.1. O amendoal no mundo e em Portugal.....</b>	<b>98</b>
<b>3.2. Preferências climáticas e edáficas da amendoeira .....</b>	<b>105</b>
3.2.1. Clima .....	105
3.2.2. Solos .....	109
3.2.2.1. Textura .....	111
3.2.2.2. Profundidade efetiva do solo .....	114
3.2.2.3. Porosidade .....	115
3.2.2.4. Matéria orgânica.....	117
3.2.2.5. Capacidade de troca catiónica .....	119
3.2.2.6. Reação do solo .....	120
<b>3.3. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>124</b>
<b>Capítulo 4 - Instalação da cultura.....</b>	<b>127</b>
<b>4.1. Introdução.....</b>	<b>127</b>
<b>4.2. Preparação prévia de terreno .....</b>	<b>127</b>
<b>4.3. Desenho da plantação .....</b>	<b>131</b>
<b>4.4. Execução da plantação .....</b>	<b>134</b>
<b>4.5. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>139</b>
<b>Capítulo 5 - Porta-enxertos e variedades de amendoeira.....</b>	<b>140</b>
<b>5.1. Introdução.....</b>	<b>140</b>
<b>5.2. Porta-enxertos mais utilizados na amendoeira .....</b>	<b>142</b>
5.2.1. Porta-enxerto: <i>Franco de amendoeira</i> .....	145

5.2.2. Porta-enxerto: <i>Franco de pessegueiro</i> .....	147
5.2.3. Porta-enxerto: <i>Clonais de ameixeira</i> .....	149
5.2.4. Porta-enxerto: Híbridos interespecíficos .....	149
5.2.4.1 Porta-enxerto híbridos: <i>pessegueiro x amendoeira</i> .....	150
5.2.4.2. Porta-enxerto híbridos: <i>pessegueiro x ameixeira</i> .....	154
<b>5.3. Variedades de amendoeira mais utilizadas</b> .....	<b>157</b>
5.3.1. Fatores a considerar na seleção das variedades.....	159
5.3.2. Caracterização sumária das principais variedades .....	166
<b>5.4. Bibliografia</b> .....	<b>177</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>181</b>
<b>Capítulo 6 - Manutenção do solo</b> .....	<b>185</b>
<b>6.1. Introdução</b> .....	<b>185</b>
<b>6.2. Mobilização do solo</b> .....	<b>187</b>
<b>6.3. Utilização de herbicidas</b> .....	<b>194</b>
<b>6.4. Cobertos vegetais</b> .....	<b>205</b>
6.4.1. Cobertos de vegetação natural.....	207
6.4.2. Cobertos vegetais semeados .....	210
6.4.3. Cobertos de leguminosas anuais de ressementeira natural .....	213
<b>6.5. Sistemas mistos de gestão do solo</b> .....	<b>215</b>
<b>6.6. Adequação do coberto vegetal às características do pomar</b> .....	<b>217</b>
6.6.1. Pomares de regadio .....	218
6.6.2. Pomares de sequeiro .....	219
<b>6.7 Amendoais em modo biológico</b> .....	<b>223</b>
<b>6.8. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>226</b>
<b>Capítulo 7 – Fertilização</b> .....	<b>232</b>
<b>7.1. Introdução</b> .....	<b>232</b>
<b>7.2. Nutrientes essenciais</b> .....	<b>233</b>
<b>7.3. Diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional     das culturas</b> .....	<b>243</b>
7.3.1. Análise de terras .....	244
7.3.2. Análise de tecidos vegetais.....	248
<b>7.4. Fertilização do amendoal</b> .....	<b>253</b>

<b>7.4.1. Fertilização à instalação e em amendoal jovem .....</b>	<b>254</b>
7.4.2. Fertilização em amendoal adulto .....	258
7.4.2.1. Estabelecimento da dose .....	259
7.4.2.2. Momento da aplicação .....	261
7.4.2.3. Localização dos fertilizantes.....	264
7.4.2.4. Adubação foliar .....	266
7.4.2.5. Fertirrigação.....	268
<b>7.5. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>271</b>
<b>Capítulo 8 - Sistemas de condução e poda .....</b>	<b>275</b>
<b>8.1. Introdução.....</b>	<b>275</b>
<b>8.2. Aspectos morfológicos .....</b>	<b>277</b>
<b>8.3. Sistemas de condução.....</b>	<b>280</b>
<b>8.4. A poda.....</b>	<b>286</b>
8.4.1. Época de poda .....	288
8.4.3. Poda de formação.....	290
8.4.4. Poda de frutificação.....	294
8.4.5. Poda de rejuvenescimento .....	296
<b>8.5. Intensidade da poda .....</b>	<b>297</b>
<b>8.6. Poda mecânica .....</b>	<b>299</b>
<b>8.7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>301</b>
<b>Capítulo 9 - Rega .....</b>	<b>303</b>
<b>9.1 Introdução.....</b>	<b>303</b>
<b>9.2 Necessidades hídricas do amendoal.....</b>	<b>304</b>
9.2.1. Evapotranspiração de referência.....	305
9.2.2. Coeficientes culturais .....	307
<b>9.3. Balanço hídrico do solo e necessidades de rega .....</b>	<b>311</b>
9.3.1. Água disponível total no solo .....	312
9.3.2. Água facilmente disponível na zona radicular .....	313
9.3.3. Necessidades de rega .....	315
<b>9.4. Programação da rega .....</b>	<b>320</b>
9.4.1. Monitorização do teor de água no solo.....	321
9.4.2. Monitorização do potencial de água no solo.....	324
9.4.3. Monitorização do estado hídrico da planta.....	327
<b>9.5. Resposta da amendoeira ao stresse hídrico .....</b>	<b>331</b>
<b>9.6. Rega deficitária .....</b>	<b>335</b>

<b>9.7. Método de rega</b> .....	<b>338</b>
<b>Capítulo 10 - Pragas</b> .....	<b>346</b>
<b>10.1. Introdução</b> .....	<b>346</b>
<b>10.2. <i>Monosteira unicostata</i> (Mulsant &amp; Rey, 1852) –     <i>Monosteira</i></b> .....	<b>351</b>
<b>10.3. <i>Anarsia lineatella</i> Zeller</b> .....	<b>359</b>
<b>10.4. <i>Grapholita molesta</i> (Busck, 1916)</b> .....	<b>363</b>
<b>10.5. <i>Capnodis tenebrionis</i> (L.) – <i>Carocho-negro</i> (adultos) ou     <i>cabeça-de-prego</i> (larvas)</b> .....	<b>368</b>
<b>10.6. Ácaros tetraníquídeos</b> .....	<b>371</b>
<b>10.7. Afídeos</b> .....	<b>376</b>
<b>10.8. <i>Zeuzera pyrina</i> L. – <i>Zeuzera</i></b> .....	<b>379</b>
<b>10.9. <i>Cossus cossus</i> L</b> .....	<b>382</b>
<b>10.10. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>385</b>
<b>Capítulo 11 – Doenças</b> .....	<b>388</b>
<b>11.1. Introdução</b> .....	<b>388</b>
<b>11.2. Doenças dos ramos e troncos</b> .....	<b>389</b>
11.2.1. Cancro-da-Amendoeira .....	390
11.2.1.1. Sintomas do Cancro-da-Amendoeira .....	393
11.2.1.2. Epidemiologia da doença .....	396
11.2.1.3. Tratamentos preventivos: químicos e culturais .....	397
11.2.2. Cancro-Cytospora (Gomose) .....	399
11.2.2.1. Sintomas .....	401
11.2.2.2. Epidemiologia da doença .....	403
11.2.2.3. Medidas de luta culturais e preventivas .....	404
11.2.3. Doença-do-Chumbo .....	405
11.2.3.1. Sintomas .....	406
11.2.3.2. Epidemiologia da doença .....	407
11.2.3.3. Medidas de luta culturais e preventivas .....	408
<b>11.3. Doenças do lenho</b> .....	<b>409</b>
11.3.1. Cancro em Banda - Complexo de espécies <i>Botryosphaeriaceae</i> .....	409
11.3.1.1. Sintomas do Cancro em Banda .....	410
11.3.1.2. Epidemiologia da doença e meios de luta culturais .....	412
11.3.2. Doenças da madeira - Espécies do Filo Basidiomycota .....	413

<b>11.4. Doenças das folhas, flores, frutos e ramos jovens da amendoeira.....</b>	<b>416</b>
11.4.1. Crivado.....	418
11.4.1.1. Sintomatologia.....	418
11.4.1.2. Epidemiologia.....	420
11.4.1.3. Fatores de risco.....	421
11.4.1.4. Medidas de luta.....	421
11.4.2. Moniliose.....	422
11.4.2.1. Sintomatologia.....	423
11.4.2.2. Epidemiologia.....	423
11.4.2.3. Fatores de risco.....	424
11.4.2.4. Medidas de luta.....	424
11.4.3. Mancha Ocre.....	425
11.4.3.1. Sintomatologia.....	426
11.4.3.2. Epidemiologia.....	426
11.4.3.3. Fatores de risco.....	427
11.4.3.4. Medidas de luta.....	427
11.4.4. Lepra-da-Amendoeira.....	428
11.4.4.1. Sintomatologia.....	428
11.4.4.2. Epidemiologia.....	429
11.4.4.3. Fatores de risco.....	430
11.4.4.4. Medidas de luta.....	430
<b>11.5. Doenças associadas a bactérias em amendoeira.....</b>	<b>431</b>
11.5.1. Doença-do-Cancro-Bacteriano.....	431
11.5.1.1. Sintomas e epidemiologia.....	432
11.5.1.2. Meios de luta.....	435
11.5.2. Doença da Mancha Bacteriana.....	435
11.5.2.1. Sintomatologia.....	436
11.5.2.2. Epidemiologia.....	439
11.5.2.3. Prevenção e meios de luta.....	441
11.5.3. Xilella fastidiosa (almond leaf scorch –ALS).....	442
11.5.3.1. Hospedeiros.....	443
11.5.3.2. Sintomas.....	444
11.5.3.3. Suscetibilidade das cultivares.....	447
11.5.3.4. Epidemiologia.....	447
11.5.3.5. Meios de luta.....	449
<b>11.6. Bibliografia.....</b>	<b>451</b>
<b>Capítulo 12 - Colheita.....</b>	<b>464</b>

<b>12.1. Introdução .....</b>	<b>464</b>
<b>12.2. Destaque dos frutos .....</b>	<b>464</b>
<b>12.3. Recolha dos frutos .....</b>	<b>467</b>
<b>12.4. Descasque e secagem .....</b>	<b>472</b>
<b>12.5. Outros sistemas de colheita .....</b>	<b>473</b>
<b>12.6. Nota final .....</b>	<b>474</b>
<b>12.7. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>475</b>

## Capítulo 11 – Doenças

Maria Eugénia Gouveia, Valentim Coelho, Luísa Moura

### 11.1. Introdução

A cultura da amendoeira tem grande tradição em Portugal, em particular nas regiões com verões quentes e secos onde a espécie encontra as melhores condições ecológicas, integrando a paisagem natural e cultural (Figura 11.1). O renovado interesse pela cultura da amendoeira com a utilização de novas variedades e maior intensificação cultural exige um conhecimento mais aprofundado dos agentes patogénicos que reduzem a produção a longevidade das árvores e a rentabilidade da cultura.



**Figura 11.1** - Amendoeiras em flor (Museu do Côa)

Em Portugal as doenças da amendoeira têm sido pouco estudadas e não existe experimentação que priorize as situações sanitárias pelo que são apresentadas as doenças consideradas mais importantes e as mais frequentes, mas também as doenças emergentes que podem ser potenciadas pelas novas plantações e maior intensificação na cultura da amendoeira.

## **11.2. Doenças dos ramos e troncos**

Nos vegetais as doenças designadas por cancros são alterações morfológicas nos troncos, pernadas e ramos associadas à morte e necrose dos tecidos corticais. São frequentes em plantas perenes e causam doenças que provocam prejuízos elevados em muitas fruteiras, vinha e árvores florestais. As causas mais frequentemente associadas ao aparecimento dos cancros são os agentes patogénicos, ações mecânicas e condições ambientais adversas. Os cancros de origem parasitária provocam a morte dos ramos jovens no ano em que ocorre a infeção e quando se desenvolvem em ramos de maiores dimensões provocam declínio da árvore que se agrava a cada ciclo vegetativo. A infeção dos tecidos corticais dos troncos e ramos provocam graves alterações funcionais nas plantas que se manifestam por gomoses, cloroses das folhas, desfoliações, murchidões e dessecação dos ramos. A produtividade e longevidade das árvores fica comprometida de forma permanente. Em prunóideas e também em amendoeira a exsudação de gomas (polissacarídeos complexos que dão origem

a soluções coloidais viscosas) é muito característica e frequente nos cancros de origem parasitária.

Os fungos que se desenvolvem no lenho causam infeções crónicas que provocam a degradação da madeira com o aparecimento de zonas deterioradas que reduzem a longevidade e a produtividade das árvores.

As doenças dos ramos e troncos dos vegetais originam situações sanitárias de muito difícil solução porque não existem fungicidas eficazes e não se conhecem os genes de resistência das plantas em relação a este tipo de doenças. Os meios de luta disponíveis baseiam-se na eliminação dos ramos mortos e dos tecidos afetados, proteção das árvores da entrada do parasita e pela realização de todas as atividades fitotécnicas que garantam o vigor das árvores.

A utilização dos métodos moleculares em particular das recentes técnicas de Microarray e RNA-Seq possibilitam novas abordagens no estudo destas doenças, tanto no domínio da biologia e epidemiologia como no domínio da biologia funcional pela identificação dos genes diferencialmente expressos em resposta à infeção que abrem novas abordagens para encontrar meios de combate mais eficazes para estas doenças das plantas.

### **11.2.1. Cancro-da-Amendoeira**

A doença foi tradicionalmente associada ao fungo atualmente designado *Diaporthe amygdali* da ordem Diaporthales e família

Diaporthaceae. Recentemente muitas outras espécies foram associadas com a doença e o fungo foi identificado em muitos outros hospedeiros.

Nome atual do fungo (Index Fungorum)

*Diaporthe amygdali* (Delacr.) Udayanga, Crous & K.D. Hyde

Sinonímia

*Fusicoccum amygdali* Delacr. 1905

*Phomopsis amygdali* J.J.Tuset & M.T.Potilla

O género *Diaporthe/Phomopsis* inclui espécies fitopatogénicas e endofíticas em muitas espécies vegetais, espécies saprofíticas em ramos e folhas em decomposição e ainda espécies parasitas em mamíferos e no homem (Gomes *et al.*, 2013).

Identificado em 1898 por Delacroix a taxonomia das espécies foi baseada nas características morfológicas, micromorfológicas e de crescimento em meio de cultura a que acrescia a ligação ao hospedeiro onde tinha sido obtido o isolamento. No Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)) estão indicadas 983 espécies no género *Diaporthe* e 979 no género *Phomopsis* (forma anamórfica) o que ilustra a proliferação de nomes. Muitos autores consideram inadequados os critérios taxonómicos clássicos usados na delimitação das espécies de *Diaporthe/Phomopsis* (Gomes *et al.*, 2013, Udayanga *et al.*, 2012, Diogo *et al.*, 2010). Os

métodos moleculares com a sequenciação parcial dos genes, rDNA (Internal Transcrib Spacer) ITS, Fator de Elongação (EF1- $\alpha$ ),  $\beta$ -Tubulina (TUB) e Calmodulina (CAL) seguida de análise filogenética multi-locus são atualmente procedimentos de rotina na definição, delimitação e identificação das espécies (Udayanga *et al.*, 2012, Diogo *et al.*, 2010).

*D. amygdali* é a espécie associada ao Cancro-da-Amendoeira (*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb e Cancro-do-Pessegueiro (*Prunus persica* L.) em todos os locais de produção destas espécies. Recentemente a espécie foi associada a cancros em outros hospedeiros como *Pieris japonica* nos EUA (Bienapfl e Balci, 2013) e integrando o complexo de espécies *Diaporthe/Phomopsis* (diferentes espécies presentes no mesmo hospedeiro ou no mesmo cancro) como o verificado em videira na Africa do Sul (Niekerk *et al.*, 2005) e EUA (Baumgartner *et al.*, 2013) e ainda em pereira em diferentes províncias da China (Bai, *et al.*, 2015). Em Portugal (Diogo *et al.*, 2010) identificaram *D. amygdali* como a espécie dominante no cancro da amendoeira em todos os locais de produção no país e com características moleculares muito semelhantes aos isolados de amendoeira em Itália e Espanha e aos isolados obtidos em pessegueiro nos EUA. No mesmo estudo identificaram uma nova espécie, *Diaporthe neotheicola* associada a cancro em *Prunus dulcis* e *Prunus armeniaca*.

A taxonomia dos fungos, com a utilização dos métodos moleculares, tem introduzido alterações na organização sistemática dos fungos e com alterações na definição e delimitação das espécies o que aliado a uma identificação mais expedita (BarCode) tem alterado a compreensão da epidemiologia destas doenças, nomeadamente no que se refere à disponibilidade e presença de inóculo assim como no contributo de cada uma das espécies no processo de infeção permitindo equacionar novas estratégias de intervenção mais adequadas para evitar as novas infeções.

#### **11.2.1.1. Sintomas do Cancro-da-Amendoeira**

O Cancro-da-Amendoeira conhecido em Espanha por “Seca del Almendro” ou “Fusicicum” e na literatura inglesa como “Constriction Canker” é também uma doença importante em pessegueiro, ameixeira e damasqueiro.

Os sintomas do Cancro-da-Amendoeira são muito evidentes nos ramos jovens no início do ciclo vegetativo. Nos ramos com um ano de crescimento são visíveis manchas castanho-avermelhadas com forma elíptica alongada e centrada num gomo vegetativo ou num gomo floral. Os gomos afetados não se desenvolvem e ficam necrosados. As folhas que iniciaram o crescimento ficam secas e aderentes ao ramo. Durante a primavera e com tempo húmido os cancros aumentam de tamanho e ocorre exsudação de goma de

cor clara na zona do cancro. No verão, e se existir humidade, os cancros continuam a crescer o que lhes confere um aspeto zonado. No final do ciclo vegetativo e também durante o período de repouso os tecidos corticais afetados apresentam uma coloração esbranquiçada /acinzentada (Figura 11.2 e 11.3) onde são visíveis os picnídios do fungo de cor preta (Figura 11.4 e 11.5). O parasita também infeta diretamente as folhas onde aparecem manchas castanhas, circulares ou irregulares, que evidenciam no centro (por vezes) os picnídios pretos. As árvores manifestam declínio perdem vigor e ficam enfraquecidas (Figura 11.6 e 11.7).

O fungo *D. amygdali* produz uma fitotoxina, fusicoccina, que atua na enzima

H<sup>+</sup> ATPase localizada na membrana celular. A enzima regula muitas funções na célula relacionadas com o transporte, turgescência e manutenção do pH intercelular. A ação da toxina promove a absorção pelas células guarda dos estomas de K<sup>+</sup> e outros catiões, Cl<sup>-</sup> e água que provoca a abertura irreversível dos estomas (Knogge, 1996). A abertura permanente dos estomas dá origem à perda de turgescência e murchidão das folhas no sentido descendente do ramo. O recetor da fitotoxina é uma proteína localizada na membrana celular da superfamília de proteínas designadas por 14-3-3 que está presente em todas as plantas superiores o que confere a *D. amygdali* uma vantagem no processo de infeção. De referir que (Knogge, 1996) considerou que não se confirmava essa vantagem na prática uma vez que *D.*

*amygdali* tinha um número reduzido de hospedeiros. A definição dos novos critérios taxonômicos para as espécies do género *Diaporthe/Phomopsis* e a identificação atual de *D. amygdali* em muitos hospedeiros e incluída nas espécies de maior patogenicidade confirmará a intervenção da fitotoxina, fusicoccina como um fator de virulência desta espécie.



**Figura 11.2** - Ramos infetados por *Diaporthe amygdali* - presença de cor cinzento claro muito característico (pessegueiro)



**Figura 11.3** - Ramos mortos por *Diaporthe amygdali* (pessegueiro)



**Figura 11.4** - Cancro *Diaporthe amygdali* com morte dos gomos (pessegueiro)



**Figura 11.5** - Cancro *Diaporthe amygdali* - Cancro com picnidios pretos (pessegueiro)



**Figura 11.6** - Folhas necróticas (início do ciclo vegetativo)



**Figura 11.7** - Árvore em declínio com ramos mortos e folhas necrosadas (final do ciclo)

O estudo das fitotoxinas teve grande desenvolvimento científico a partir dos anos 90 tendo contribuído para o conhecimento dos processos de infecção e explicado o posterior desenvolvimento dos sintomas de murchidão e necrose nas folhas que se desenvolvem, por vezes, muito afastados dos locais de infecção do fungo parasita. Muitas outras fitotoxinas são produzidas por fungos que causam cancro nas plantas lenhosas.

#### **11.2.1.2. Epidemiologia da doença**

O fungo infeta os ramos essencialmente em dois períodos distintos, através das feridas naturais da queda das folhas no outono e na primavera pelas feridas do crescimento dos botões florais e foliares. Os picnídios maduros, com capacidade de produzir  $10^6$ ,  $10^7$  conídios por picnídio, estão presentes em maior quantidade nestes períodos, mas estarão sempre presentes no pomar durante todo o ano (Lalancette *et al.*, 2003) o que com

temperaturas amenas e presença de chuva, libertam os conídios e assim provocam infecção em qualquer época do ano, uma vez que sempre existirão feridas naturais ou mecânicas nas árvores.

### **11.2.1.3. Tratamentos preventivos: químicos e culturais**

O Cancro da Amendoeira é de difícil gestão e a diminuição da doença nos pomares só é em parte conseguida com a utilização de um conjunto de métodos que incluem aplicação de tratamentos químicos para evitar as novas infecções, redução de inóculo do parasita por eliminação dos ramos doentes, escolha de variedades com tolerância à doença e a gestão cultural cuidada do pomar.

Os fungicidas aplicados nas épocas de maior presença de inóculo do parasita e maior suscetibilidade da planta (queda da folha e abrolhamento dos gomos) têm como objetivo evitar as novas infecções. Os fungicidas com base em mercúrio e arsénio foram os inicialmente utilizados, e que a bibliografia (antiga) reporta com alguma eficácia, foram há muito tempo retirados do mercado pela toxicidade intrínseca destas substâncias. Lalancette e Robison, 2002 estudaram o efeito dos fungicidas “chlorotanil”, captana, azoxistrobina e miclobutanil, em pessegueiro, tendo obtido maior eficácia com “chlorotanil”, seguido da captana e azoxistrobina quando os tratamentos foram realizados no outono e na primavera. De referir que o ensaio foi realizado mantendo protegido todo o período da queda da folha e do intumescimento

dos gomos que correspondeu a oito tratamentos à queda da folha e cinco tratamentos na primavera. Por outro lado, Rhouma *et al.*, 2008, em estudos de eficácia de diferentes substâncias ativas para combater o Cancro-da-Amendoeira na Tunísia, concluíram que o benomil, tionfanato-metilo e carbendazima revelaram alguma eficácia e *Trichoderam viride* e *T. harzianum* quando aplicados diretamente nas cicatrizes da queda da folha reduziram o crescimento do micélio do fungo *D. amygdali* em 50%.

Em Portugal está homologado o oxicleto de cobre para tratamento do Cancro-da-Amendoeira (FUSCAM) à queda da folha, sendo aconselhado a realização de 3 tratamento (inicio, meio e fim).

As medidas culturais estão igualmente direcionadas para a redução do inóculo presente nos pomares e assim evitar as infeções. Gort e Sanchez (2011) referem a realização das seguintes ações: (1) durante a primavera e verão podar as árvores afetadas eliminando os ramos secos que devem ser queimados; (2) no final do ciclo eliminar as árvores doentes ou em declínio onde a doença é mais frequente. As árvores podem ser replantadas com variedades tolerantes à doença.

Em plantações novas a escolha das variedades deve ser muito criteriosa e ponderada considerando todas as condições e condicionantes do local pelo que é sempre necessário conhecer a lista de variedades disponíveis e suas características. Em relação ao Cancro da Amendoeira associado ao *D. amygdali* não existem

variedades resistentes (resistência vertical) e não estão identificados genes específicos que conferem resistência a esta doença. O comportamento das diferentes variedades em relação à suscetibilidade/tolerância à doença é também considerada uma componente genética intrínseca das variedades, estando associada a um conjunto variado de genes e designada em melhoramento vegetal como resistência horizontal ou resistência de campo. Vargas e Miarnau (2011) em programas de melhoramento da amendoeira em Espanha, Catalunha (IRTA-Estació Experimental de Lleida) quantificaram a reação da coleção das variedades de amendoeira e classificaram a severidade dos sintomas em 5 grupos de suscetibilidade à doença. Como “Muito Suscetíveis” identificaram, as variedades, Cambra (CITA), Ferragnès (INRA), Laurane (INRA), Marcona (INRA) e muitas variedades tradicionais de Espanha. Como variedades “Muito Tolerantes” incluíram, as variedades melhoradas (IRTA) Terraco, e Mosbovera e a variedade Primorsk da Ucrânia. Nesta categoria ficaram ainda incluídas algumas variedades tradicionais onde se destacam as variedades Portuguesas, Casanova, Duro Italiano e José Dias.

### **11.2.2. Cancro-Cytospora (Gomose)**

A doença está presente na Europa, EUA e América do Sul sendo muito frequente em pessegueiro, nectarinas, ameixeira e cerejeira em regiões de primaveras frias (Ogawa *et al.*,1995). Na

amendoeira foi identificada nos EUA (Ogawa, *et al.*,1995) e também referenciada em amendoeira em Espanha. A doença foi identificada em muito outros hospedeiros da família Rosaceae como macieira e pereira e em espécies florestais como salgueiros, amieiros e robinia.

Ao Cancro *Cytospora* estão associadas duas espécies de fungos do Filo Ascomycota, ordem Diaporthales e família Valsaceae muito semelhantes tanto morfológicamente como nos sintomas que provocam nos diferentes hospedeiros. A taxonomia do género é complexa e com uma sinonímia muito extensa como pode ser verificado em diferentes bases de dados, Index Fungorum, Mycobank, GBIF, etc.

Nome atual

*Leucostoma persoonii* (Nitschke) Hohn

Sinonímia

*Valsa persoonii* Nitschke

*Leucostoma leucostoma* (Pers.) Togoshu

..., e muito outros nomes referidos no Index fungorum

Nome atual

*Valsaria insitiva* (Tode) Ces. & De Not

Sinonímia

*Cytospora amygdalina* (P. Karst.) Mussat

*Cytospora cincta* Sacc.

e mais 155 nomes indicados no Index Fungorum

As duas espécies são muito semelhantes. Biggs, 1995, refere que as diferenças morfológicas entre as espécies são avaliadas pelo tipo de crescimento em meios de cultura relacionado com a cor do

micélio e tamanho e forma dos picnídios. O micélio é inicialmente branco e depois fica verde azeitona em *V. insitiva* sendo branco e depois castanho-escuro em *L. persoonii*. Os picnídios de *V. insitiva* são maiores e os conídios não se libertam por cirros enquanto em *L. persoonii* os picnídios são pretos e de menor dimensão e produzem cirros, de cor laranja, para a libertação dos conídios, tendo ainda a capacidade de crescer em meio de cultura a 37 °C. *L. persoonii* forma peritecas com frequência em prunóideas enquanto em *V. insitiva* as peritecas são mais frequentes em pomóideas.

#### **11.2.2.1. Sintomas**

O Cancro-Cytospora conduz à morte dos ramos e pernadas resultando em perda parcial ou total das árvores. Mesmo que não sejam mortas as árvores infetadas florescem mais tarde do que as árvores saudáveis, o que resulta em atraso na maturação do fruto e produzem frutos de tamanho inferior ao normal (Pokharel, 2013). As infeções nos ramos de menor dimensão manifestam-se por áreas cloróticas em círculos concêntricos de tecido necrosado geralmente associados a gomos que morreram durante o inverno. Os tecidos afetados pela doença escurecem e exsudam goma de cor clara (Figura 11.8, 11.9). No início da primavera os cancros crescem rapidamente e atingem os ramos e pernadas de maiores dimensões aos quais estão ligados. Nos troncos e ramos de maiores dimensões os cancros são visualmente muito evidentes

(Figura 11.10, 11.11). Os cancrios são de forma elíptica e exsudam goma que inicialmente é de cor clara e que vai ficando mais escura com o passar do tempo.



© Valentim Coelho

**Figura 11.8** - Cancro *Cytospora* com exsudação de goma (amendoeira)



© Eugénia Gouveia

**Figura 11.9** - Cancro *Cytospora* com abundante exsudação de goma (cerejeira)



**Figura 11.10** - Cancro *Cytospora* com produção de calo de cicatrização (amendoeira)



**Figura 11.11** - Cancro *Cytospora* com calo de cicatrização (cerejeira)

A presença dos cancrios (necrose dos tecidos corticais) nos ramos dá origem a sintomas muito característicos e visíveis durante o ciclo vegetativo relacionados com a morte dos ramos na parte localizada acima da zona do cancro com as folhas secas e

aderentes ao ramo. A presença de goma é muito característica nos cancos dos ramos de maiores dimensões e no tronco razão pela qual a doença é muitas vezes designada por Cancro-Gomoso ou Cancro-perene mas também designado pelo nome do fungo, que foi mudando conforme os estudos taxonómicos, existindo assim diferentes nomes para a mesma doença como Cancro-Cytospora, Cancro-Leucostoma ou Cancro-Valsa (Pokharel, 2013).

No final da primavera e durante o verão a árvore resiste ativamente à invasão dos tecidos formando um calo de cicatrização à volta do cancro que impede o crescimento do fungo. No final do outono e no início da primavera, com temperaturas baixas e elevada humidade e quando a árvore está em repouso vegetativo, o fungo reinicia o crescimento, invade os tecidos do calo e continua a crescer (cancro-perene) nos tecidos ainda saudáveis do ramo ou tronco. O processo repete-se ao longo dos anos até que o ramo é completamente circundado.

#### **11.2.2.2. Epidemiologia da doença**

Nos ramos e tecidos mortos, depois de um a dois meses, são visíveis picnídios de cor escura que contêm os conídios, os esporos de origem assexuada do fungo. Os picnídios libertam os conídios envoltos numa substância gelatinosa (cirros) cor de laranja, pouco tempo depois de ficarem humedecidos. As peritecas com os ascósporos (estruturas sexuadas) formam-se

nestes cancos junto dos picnídios mas muito mais tarde, muitas vezes depois de dois ou mais anos (Biggs, 1995).

*L. personii* e *V. insitiva* não têm capacidade de invadir os tecidos intactos e necessitam de locais de entrada para causarem infecção. Os locais de entrada, mais comuns, são as feridas naturais relacionadas com o abrolhamento dos gomos, as feridas provocadas pelo frio durante o inverno, os cortes da poda quando realizada no repouso vegetativo e as lesões mecânicas nos ramos e troncos (Pokharel, 2013).

O inóculo primário para as novas infeções são os conídios. As condições de humidade favorecem a libertação dos conídios dos picnídios. Quando os pomares são regados existe a possibilidade dos conídios estarem presentes durante todo o ano (Grove and Biggs, 2006). Os conídios são dispersos pela água da chuva ou da rega. Os ascósporos são expulsos ativamente das peritecas a seguir a períodos de chuva em qualquer época do ano mas não se conhece o seu contributo na dispersão da doença (Biggs, 1995)

### **11.2.2.3. Medidas de luta culturais e preventivas**

Quando a doença está estabelecida no pomar as novas infeções são extremamente difíceis de controlar pelo que as intervenções devem iniciar-se logo que a doença seja detetada.

Os ramos doentes devem ser retirados das árvores cortando a 10 cm abaixo dos cancos e devem ser queimados. Nas pernasas e

troncos os tecidos doentes devem ser removidos retirando ainda 2-3 cm de tecido sã e a ferida deve ser tratada com substâncias protetoras. Os tecidos doentes devem ser queimados uma vez que o parasita continua a desenvolver-se como saprófita nesses tecidos.

Os produtos químicos fungicidas, embora eficazes no laboratório não têm sido uma solução no combate à doença e apenas as medidas preventivas e culturais têm algum efeito para reduzir a sua dispersão e incidência.

As medidas culturais relacionadas com a promoção do vigor e sanidade das árvores, realização das podas nas épocas em que a cicatrização das feridas é mais rápida, retirar e queimar os ramos doentes, instalar plantas com resistência ao frio para evitar os estragos são as atividades que podem em certa medida controlar e reduzir a dispersão da doença.

### **11.2.3. Doença-do-Chumbo**

A Doença-do-Chumbo (Silver Leaf na língua inglesa) é uma doença grave nos climas temperados em todo o mundo. Causa infecção em muitos hospedeiros lenhosos provocando prejuízos em amendoeira, pessegueiro, ameixeira, cerejeira e damasqueiro e outras fruteiras da família Rosaceae assim como em muitas espécies florestais como choupos, salgueiros e eucaliptos.

O fungo *Chondrostereum purpureum* (Pers.:Fr) Pouzar (= *Sterum purpureum* Pers.) (= *Thelophora purpurea* (Pers.) Pers., tem uma sinonímia extensa estando referidos no Index Fungorum mais outros 27 epítetos. O fungo é do Filo Basidiomycota, ordem Agaricales e família Cyphellaceae.

O fungo forma basidiocarpos de aspeto coriáceo e em forma de concha de cor variável que vai do castanho claro a cinzenta e que vão escurecendo com a idade.

### **11.2.3.1. Sintomas**

O fungo infeta os vasos do xilema e produz uma fitotoxina que transportada para as folhas provoca a separação da camada da epiderme que ao refletir a luz lhes confere uma cor cinzenta clara que vai ficando mais escura e que contrasta com a cor verde das folhas saudáveis. Os sintomas das folhas são muito evidentes na primavera e podem estar presentes em toda a árvore ou apenas nos ramos que foram infetados. As folhas ficam de tamanho mais reduzido e com o tempo enrolam ligeiramente para cima, podendo ficar necrosadas em fases mais adiantadas da doença.

Na madeira do tronco e ramos afetados desenvolvem-se manchas castanhas escuras muito características da doença. Quando a árvore ou os ramos morrem formam-se na parte exterior os basidiocarpos que aparecem em primeiro do lado norte e dispostos em camadas ao longo desses órgãos (Figura 11.12 e

11.13). Podem aparecer em qualquer época do ano mas são mais frequentes no outono.



**Figura 11.12** - *Chondrostereum purpureum* – basidiocarpos em tronco afetado pela Doença-do-Chumbo



**Figura 11.13** - *Chondrostereum purpureum* - basidiocarpos de aspecto coriáceo

A doença é frequente em árvores a partir dos 3 a 5 anos e também ocorre nos viveiros nas variedades mais vigorosas. A doença é muito importante em pessegueiro e pode ser transmitida pelos gomos e garfos da enxertia (Sofia e Franca, s/ data).

### 11.2.3.2. Epidemiologia da doença

Nas árvores mortas pelo fungo formam-se os basidiocarpos que libertam os basidiósporos, o inoculo primária da doença, nos períodos chuvosos com temperaturas entre os 4 e 21° C. Os basidiósporos são libertados pela parte inferior do basidiocarpo, durante mais de dois anos, nos períodos chuvosos e são transportados pelo vento e instalam-se nos tecidos do xilema geralmente exposto pelos cortes da poda. Os cortes da poda são

muito suscetíveis à doença durante a primeira semana depois do corte, suscetibilidade que vai diminuindo com o passar do tempo. Os esporos depositados na madeira durante os períodos chuvosos penetram nos vasos do xilema onde germinam e produzem micélio que se desenvolve e espalha na madeira. O risco de infecção é maior se as árvores são podadas durante o inverno ou no início da primavera quando os nutrientes como o azoto e os hidratos de carbono estão presentes em maior quantidade.

#### **11.2.3.3. Medidas de luta culturais e preventivas**

O combate à doença é difícil porque o fungo tem muitos hospedeiros, tanto espécies de prunóideas como árvores florestais e de sombra e desde que as condições de humidade se verifiquem existirá sempre inóculo para as novas infeções. Algumas práticas culturais devem ser promovidas para reduzir a entrada do parasita, nomeadamente evitar fazer cortes drásticos na poda, realizar a poda em tempo seco e tratar os cortes da poda logo a seguir à realização dos cortes. A madeira doente deve ser retirada dos pomares e queimada ainda antes se formem os basidiocarpos e ocorra a libertação dos basidiósporos.

A enxertia de borbulha proveniente de árvores contaminadas constitui uma forma de disseminação da doença e deve ser evitada garantindo que as plantas de onde se retiram os gomos estejam saudáveis (Sofia e Franca, s/ data).

### 11.3. Doenças do lenho

#### 11.3.1. Cancro em Banda - Complexo de espécies *Botryosphaeriaceae*

Os fungos da família Botryosphaeriaceae têm uma distribuição generalizada estando associadas a doenças da madeira que provocam prejuízos elevados em plantas lenhosas, como na vinha, amendoeira, abacateiro, nogueira, pistácio etc. A taxonomia de *Botryosphaeriaceae* é complexa e tem sofrido profundas alterações e rearranjos com a descrição de inúmeros taxa. Em amendoeira a espécie *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not (= *Sphaeria dothidea*, Moug.), fungo da ordem Botryosphaeriales e família Botryosphaeriaceae foi inicialmente associada em amendoeira ao Cancro em Banda por English (1974). Posteriormente, Inderbitzin *et al.* (2010) identificaram *B. dothidea*, *Neofusicoccum mediterraneum*, *Neofusicoccum parvum*, *Neofusicoccum nonquaesitum*, *D. seriata* e *M. phaseolina* da família Botryosphaeriaceae e todas com capacidade de induzir infecção nos ramos, em ensaios de campo, exceto a espécie *M. phaseolina*. Esta situação, varias espécies associadas a uma doença (complexo de espécies), é frequente em muitos outros hospedeiros. Nas doenças do lenho da videira em Portugal estão identificadas 6 espécies de *Botryosphaeria* (Vaz, 2008) sendo a nível global conhecidas mais de 60 espécies da família Botryosphaeriaceae em videira (Andolfi *et al.*, 2011).

### **11.3.1.1. Sintomas do Cancro em Banda**

Segundo a descrição de English *et al.*, 1974, a doença em amendoeira é caracterizada por uma banda estreita (Cancro em Banda) que circunda o tronco ou pernada, ao contrário dos outros cancros que tendem a crescer mais no sentido longitudinal. Está com frequência associado ao fendilhamento natural da casca dos ramos das variedades vigorosas. O cancro pode também manifestar-se nas lenticelas do caule onde se formam “bolhas” que durante o verão aumentam de tamanho e por vezes exsudam goma. Nas formas mais agressivas da doença os ramos podem morrer. Em cancros mais antigos a casca fica destruída e os cancros ficam profundos e mais evidentes. A casca fica castanha e a madeira também é afetada. Na madeira desenvolvem-se manchas alongadas que se prolongam longitudinalmente. Os cancros são ativos durante o ciclo vegetativo e não reativam o crescimento na estação seguinte (cancro anual). Em outros hospedeiros, abacateiro (Twizeyimana *et al.*, 2013) e pistácio (Michailides, 1991), por exemplo, o cancro cresce ano após ano (cancro perene) e na vinha os sintomas são muito variados com o aparecimento de cloroses nas folhas, morte dos ramos, necroses diversa no lenho, morte dos gomos, estrias e pontuações negras no lenho que no seu conjunto são designados por Esca (Vaz, 2008).

Os fungos da família Botryosphaeriaceae associados às doenças do lenho da videira produzem substâncias fitotóxicas que condicionam a manifestação dos sintomas da doença. Andolfi *et al.*, 2011 em *Neof. parvum* em videira, mas também um fungo presente no complexo de espécies associadas ao Cancro-em-Banda da Amendoeira, identificaram compostos hidrofílicos de alto peso molecular com propriedades fitotóxicas que identificaram como (3*R*,4*R*)-(-)-4-hydroxy-, (3*R*,4*S*)-(-)-4-hydroxy-melanina, “isosclerone” e “tyrosol” e em *Diplodia serratia*, também presente em amendoeira, identificaram, *cis*-(3*R*,4*R*)-4-hydroxymellin and 5-hydroxymelanina. Muitos outros fungos presentes no complexo das doenças do lenho da videira produzem igualmente algumas destas substâncias, mas apenas os fungos Botryosphaeriaceae produzem melanina na videira e que pode ser utilizado como identificador bioquímico destas espécies. Segundo os mesmos autores as toxinas produzidas pelo fungo originam sintomas localizados na madeira no local onde são produzidos e induzem a exsudação de goma e oclusão dos vasos xilémicos e que alguns destes metabolitos também atingem e se acumulam nas folhas onde se manifestam os sintomas. O modo de ação e a interação entre as substâncias produzidas pelas diferentes espécies não é ainda conhecido.

### 11.3.1.2. Epidemiologia da doença e meios de luta culturais

Existe pouca informação disponível relacionada com o ciclo de vida e epidemiologia de Botryosphaeriaceae em amendoeira e mesmo em videira é também pouco conhecido apesar de ser muito estudada na Europa nas últimas duas décadas. O elevado número de espécies de ocorrência nem sempre coincidente nos diferentes locais e a associação com outras espécies (saprófitas ou fitopatogénicas) tem dificultado esse conhecimento. Na amendoeira o fungo sobrevive nos tecidos mortos onde esporula profusamente. A dispersão ocorre pelos conídios, produzidos em picnídios imersos nos tecidos e que aparecem na superfície da casca em tempo húmido. A infeção é favorecida por condições que reduzam o vigor da árvore. O fungo causa infeção durante a primavera, verão e outono. Desenvolve-se no interior das células do floema e do xilema e cresce célula a célula através dos poros. As recentemente abordagens genómicas com o estudo do perfil dos genes transcritos (transcriptoma) utilizando as técnicas de Microarray ou RNA-Seq (Illumina Hi seq) e análise bioinformática permitem identificar os genes diferencialmente transcritos em resposta à infeção. Camps *et al.*, 2010 utilizaram a técnica Microarray para o estudo dos genes diferencialmente expressos em *Vitis vinífera* cv Cabernet- Sauvignon em resposta à infeção por *Eutypa lata* concluíram que o número de genes expressos foi muito mais elevado do que os genes reprimidos. Concluíram ainda que a resposta à infeção fúngica está mais orientada para a

estimulação de vias metabólicas do que para a cessação de determinados processos. Czemet *et al.*, 2015 utilizando a técnica RNA-Seq estudaram os genes diferencialmente expressos (DGEs) em plantas inoculadas e não inoculadas com *Neof. parvum*, tendo obtido 20 genes transcricionalmente ativados dos quais 4 foram identificados como marcadores da infecção mesmo ainda no período de latência da doença.

As recentes técnicas de genômica e proteômica proporcionam um maior entendimento dos processos genéticos e bioquímicos envolvidos na infecção contribuindo assim para encontrar novas estratégias para o combate às doenças dos ramos e tronco das diferentes espécies vegetais.

Os meios de luta atualmente disponíveis para combater as doenças da madeira são muito reduzidos e baseiam-se nas medidas preventivas como a proteção dos cortes da poda e eliminação das plantas doentes, que devem ser queimadas para evitar a produção de inóculo, logo que se manifestem os primeiros sintomas da doença.

### **11.3.2. Doenças da madeira - Espécies do Filo Basidiomycota**

Os problemas sanitários associados à madeira das prunóideas ocorrem em todos os locais onde estas espécies se desenvolvem. As doenças da madeira são mais frequentes em árvores adultas onde os sintomas se desenvolvem de forma muito rápida depois de um período de latência por vezes prolongado. São doenças que

limitam a longevidade e produtividade dos pomares e aumentam os custos de produção pela necessidade de retirar as árvores doentes ou mortas. Os sintomas são semelhantes nas diferentes espécies de *Prunus* mas muito variados podendo apresentar sintomas nas folhas, com fraco desenvolvimento (Figura 11.14) ou com cor de chumbo como acontece em *Chondrostereum purpureum* ou ficarem necróticas, podendo ainda ocorrer quebra de pernadas e ramos durante o ciclo vegetativo pelo peso dos frutos ou ventos fortes e ainda a queda das árvores devido ao fraco desenvolvimento em profundidade das raízes.



**Figura 11.14** - Infeção do gomo e morte das folhas

São conhecidos dois tipos de degradação da madeira designados por degradação castanha e degradação branca que resultam da destruição dos constituintes estruturais da madeira (Adaskaveg e

Gilbertson 1995). A degradação branca (podridão branca ou podridão branda) são as mais frequentes e têm aspeto esponjoso ficando a madeira mais clara e mais branda que a madeira saudável. Todos os constituintes estruturais das células do lenho são degradados incluindo celulose, hemicelulose e lenhina. Adaskaveg e Gilbertson, 1999 e Adaskaveg *et al.* 2016a, referem um conjunto alargado de fungos Basidiomycota dos quais se assinala a espécie *Trametes hirsuta* (Wulfen. FR.) Quel., *T. versicolor* (L.:Fr.) Pilát. e *Phellinus gilvus* (Schwein.Fr.) Pat., como parasitas dos ramos e tronco e que entram na planta pelas feridas da poda e outras feridas resultantes de atividades culturais. Na figura 11.15 pode ser observado o aspeto da degradação branca da madeira e frutificações de algumas das espécies associadas a este tipo de podridão da madeira do Filo Basidiomycota.

Nas podridões castanhas a madeira doente fica mais escura que a madeira saudável com aspeto seco e com fissuras longitudinais e transversais e a lenhina não fica alterada ou apenas ligeiramente. (Adaskaveg et Gilbertson, 1995) referem os fungos *Antrodia albida* (Fr.Fr.) Donk e *Laetiporus sulphureus* (Bull. Fr.) Murrill que se desenvolvem nas pernadas e ramos. Os fungos instalam-se na árvore pelos cortes da poda, troncos e ramos e também pelas feridas mecânicas das atividades culturais.



**Figura 11.15** - Fungos do filo basidiomicota associados à degradação branca do lenho. a) Degradação dos tecidos do lenho; b, c, d) Basidiocarpos de diferentes espécies.

O ciclo epidemiológico destas doenças é pouco conhecido. O seu estudo tem sido dificultado pelo elevado número de espécies envolvidas e também porque as doenças são detetadas numa fase muito adiantada do processo infeccioso. A doença entra na árvore pelo xilema secundário quando se realizam grandes cortes de poda e outras atividades culturais pelo que a proteção das feridas é sempre recomendado para evitar as infeções.

#### **11.4. Doenças das folhas, flores, frutos e ramos jovens da amendoeira**

Na amendoeira vários fungos causam infeções que se desenvolvem nas folhas, flores, frutos e nos ramos jovens. As

doenças foliares interferem com a fotossíntese, manifestando-se por manchas foliares sob diferentes colorações e formas. A maior parte dos fungos que causam doenças foliares são extremamente sensíveis às condições ambientais, sendo de esperar uma grande incidência da doença quando se verificam períodos frescos e húmidos na primavera e no verão. As doenças foliares comprometem a produção e o vigor das árvores.

As doenças mais importantes que se desenvolvem nas folhas, flores e ramos jovens da amendoeira são, na região mediterrânea e em Portugal, a Moniliose, o Crivado, a Mancha Ocre e a Lepra da Amendoeira. A Mancha Ocre causada pelo fungo *Polystigma amygdalinum* P.F. Cannon e o Crivado causada pelo fungo *Wilsonomyces carpophilus* (Lév) Adaskaveg, Ogawa, e Butler são doenças que resultam da ação direta do parasita, em que ocorre a destruição da superfície da folha, do qual resulta uma interferência com os processos de síntese da planta. Embora as manchas sejam mais comuns nas folhas, podem estar presentes em flores, frutos ou ramos jovens. A Moniliose (*Monilinia laxa* (Aderhold e Ruhland) Honey ex Whetzel) tem ação sobre os botões florais ramos jovens e frutos e a Lepra da amendoeira (*Taphrina deformans* (Berk.) Tullasne) tem ação sobre as folhas, flores e frutos.

### **11.4.1. Crivado**

O parasita que causa esta doença é um fungo da família Botryosphaeriaceae, *Wilsonomyces carpophilus* (Lév) Adaskaveg, Ogawa, e Butler (= *Stigmina carpophyla* (Lév) M.B. Ellis) e (= *Coryneum beijerinckii* Oud.) sendo a sua presença detetada em espécies do género *Prunus* em regiões temperadas da Europa, América do Norte e do Sul, África, Austrália e Nova Zelândia (Ogawa *et al.*, 1995).

#### **11.4.1.1. Sintomatologia**

Os sintomas desta doença podem aparecer em ramos jovens, folhas, flores e frutos, no entanto, as lesões das flores e ramos jovens são relativamente escassas ou difíceis de encontrar (Gubler *et al.*, 2009). As lesões das folhas começam como minúsculas manchas que se expandem progressivamente para manchas de cor castanha e margens purpúreas com 3-10 mm de diâmetro (OEPP/EPPO, 2004). Quando o fungo esporula, as estruturas de frutificação aparecem como pequenas manchas escuras (o esporodóquio e os esporos) no centro da mancha. Em folhas jovens estas manchas geralmente separam-se da folha e caem (UCIPMP, 1985; Gubler *et al.*, 2009), deixando as folhas com um aspeto de crivo, sintomatologia que dá o nome à doença (crivado). Normalmente, a doença não desfolha as árvores.



**Figura 11.16** - Sintomas do crivado em folhas

As manchas em frutos são pequenas, com margens purpúreas, de aspeto cortíceo, ligeiramente levantadas, produzindo às vezes uma goma (Teviotdale, 1997) sendo encontradas na parte superior do fruto. Uma intensa infeção de frutos jovens pode causar queda dos frutos e sucessivos ataques nas folhas afetam a árvore e reduzem a produção (Highberg e Ogawa, 1986; UCIPMP, 1985). Nos rebentos, as lesões podem desenvolver-se para formar cancrios abertos produzindo gomas (UCIPMP, 1985; OEPP/EPPO, 2004).

#### **11.4.1.2. Epidemiologia**

A disseminação da doença faz-se por conídios transportados pelo vento e água. O parasita passa o inverno sob a forma de micélio ou conídios latentes em gomos infetados (mais comum em climas temperados), lesões nos ramos, no exsudado de cancrios, frutos mumificados e folhas caídas infetadas (OEPP/EPPO, 2004). Os conídios são libertados e transportados pela água ou vento, podendo permanecer infeciosos durante largos meses, enquanto decorre o desenvolvimento vegetativo. O tempo de germinação dos conídios, em condições favoráveis de tempo húmido (100 % de humidade e/ou chuva) e temperatura superior a 2°C, pode, no entanto, ocorrer após três horas (Ramos e Soares, 2013a). As portas de entrada do fungo, depois de germinado, são as aberturas naturais; estomas das folhas e cutícula das folhas, ramos ou frutos e lesões provocadas por diversos agentes (insetos, granizo, etc.) (Ramos e Soares, 2013a).

O período de incubação da doença varia de 5 a 14 dias, dependendo da temperatura e tipo de tecido infetado, observando-se, geralmente, lesões após cinco dias a 20°C. Em Invernos propícios pode evoluir, infetar e destruir gomos dormentes e pode permanecer infecioso nos gomos durante dois anos. A ocorrência da doença é favorecida por longos períodos de pluviosidade e tempo quente (temperatura entre 18°C a 21°C e humidade entre os 70 - 100%) (Ramos e Soares, 2013a).

### **11.4.1.3. Fatores de risco**

Condições favoráveis ao desenvolvimento desta doença são: temperatura acima de 2°C e até 23°C, presença de sintomas da doença e ocorrência de humidade elevada e/ou precipitação (Ramos e Soares, 2013a).

### **11.4.1.4. Medidas de luta**

As podas de inverno permitem retirar parte dos órgãos atacados, diminuindo as fontes de inóculo. Recomenda-se a utilização de cultivares resistentes e a destruição dos tecidos infetados das plantas (OEPP/EPPO, 2004).

Na presença de sintomas ou condições favoráveis para o desenvolvimento da doença, aplicar os fungicidas homologados para a cultura (captana, hidróxido de cobre, oxiclóreto de cobre e sulfato de cobre tribásico, mancozebe, tirame, zirame (DGAV, 2015). As aplicações de fungicidas na primavera justificam-se apenas com a ocorrência de fortes ataques. Segundo (Gort e Sánchez, 2011), em ataques graves desta doença que podem provocar intensa desfoliação, podem-se realizar tratamentos curativos com o fungicida bitertanol. Recomendam-se pulverizações no outono para reduzir o potencial de inóculo.

Gort e Sánchez (2011) referem que para as condições de climáticas da região do Valle del Ebro (Espanha), não é necessário controlar a doença salvo ataques pontuais com mais gravidade.

A informação fornecida sobre os fungicidas corresponde às autorizações concedidas para cada um dos produtos comerciais existentes no mercado nacional para a cultura da amendoeira em 2015. Para a escolha dos produtos comerciais a serem utilizados, para a cultura da amendoeira, deve ser sempre consultada a lista dos produtos com venda autorizada publicada na página da DGAV (<http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/lista/>).

#### **11.4.2. Moniliose**

A moniliose é uma das mais importantes doenças do amendoal e é causada pelo fungo *Monilinia laxa* (Aderhold e Ruhland) Honey ex Whetzel e mais raramente pelo fungo *Monilinia fructicola* (Adaskaveg et al., 2016b). Esta última é uma doença de quarentena da lista A1 da EPPO, sendo mais agressiva e específica em pessegueiro (OEPP/EPPO, 2004).

São fungos do filo Ascomycota com reprodução sexual por ascos, formados em apotecas sobre os frutos mumificados. A reprodução sexual é feita mediante cadeias de conídios agrupados em esporodóquios (IIFAP, 2007).

A maioria dos estudos descrevem *M. laxa* em diferentes hospedeiros, nos quais causa sintomas similares. No amendoal,

este parasita, provoca murchidão das flores, sendo que as infecções ocorrem sobretudo no momento da floração em presença de chuva e em variedades que são mais suscetíveis. É uma doença que pode ser grave em zonas húmidas e no momento da floração (Gort e Sánchez, 2011).

#### **11.4.2.1. Sintomatologia**

*M. laxa*, causa a necrose dos botões florais sobre os quais aparecem os conidióforos acinzentados. Segundo Adaskaveg *et al.* (2016b) uma exsudação de goma pode aparecer na base das flores infetadas. A infecção progride até ao ramo provocando lesões mais ou menos profundas nos tecidos (cancros), que impedindo a circulação da seiva originam a sua morte. Os frutos quando atacados cobrem-se de conídios isolados que depois confluem de forma irregular formando uma “massa” algodonosa. Estes frutos acabam por mumificar e permanecer na árvore (COTHN, 2011). Em amendoeira, os estigmas, as anteras e as pétalas são muito suscetíveis à infecção por esta doença (Adaskaveg *et al.*, 2016b).

#### **11.4.2.2. Epidemiologia**

O fungo hiberna nos cancos dos ramos, nos frutos mumificados e caídos e nas escamas dos gomos, e em partes de flores que ficam na árvore, ou no solo (frutos não decompostos) (Ramos e Soares, 2013b). Na primavera quando surgem condições favoráveis

(temperatura entre os 16-18°C e humidade relativa elevada) o micélio dos cancos e dos frutos mumificados produz novos conídios (COTHN, 2011). A germinação dos conídios verifica-se com temperaturas que variam entre 0–25°C, sendo *M. fructigena* mais sensível ao tempo frio, produzindo infeção ao fim de poucas horas. No caso da *M. laxa* a esporulação ocorre com temperaturas baixas (10°C). A disseminação dos conídios efetua-se pelo vento, pela água das chuvas e salpicos ou às vezes por insetos (COTHN, 2011).

#### **11.4.2.3. Fatores de risco**

Condições favoráveis ao desenvolvimento desta doença são: temperaturas entre 16-18°C ou entre 22-25°C e presença de sintomas da doença, ocorrência de humidade elevada e/ou precipitação, queda de granizo, sensibilidade varietal (Ramos e Soares, 2013b).

#### **11.4.2.4. Medidas de luta**

Para evitar o aparecimento e dispersão da doença deve-se eliminar e destruir os frutos mumificados e os ramos atingidos de modo a reduzir o inóculo (OEPP/EPPO, 2004; Gort e Sánchez, 2011). Outras medidas preventivas envolvem podas apropriadas de modo a permitir o arejamento da copa, fertilizações equilibradas de azoto e evitar regas prolongadas. Recomenda-se também a

utilização de variedades resistentes. Gort e Sánchez (2011) referem em Espanha as variedades Marcona, Llargueta ou Francolí como as mais atacadas pela doença.

Os tratamentos químicos devem ser feitos em pré-abrolhamento, pulverizando com um produto cúprico na fase de botão rosa (Adaskaveg et al., 2016b). Para prevenir infeções no próximo ano, recomenda-se a realização de um tratamento à queda das folhas, utilizando um fungicida à base de oxicloreto de cobre (DRAPN, 2016).

#### **11.4.3. Mancha Ocre**

A Mancha Ocre da amendoeira é uma doença das folhas largamente distribuída através das regiões produtoras de amêndoa da Europa e Ásia e é considerada de grande importância económica (Tuset e Portilla, 1987, Saad e Masannat, 1997). Esta doença é causada pelo fungo, *Polystigma amygdalinum* P.F. Cannon (= *Polystigma ochraceum* (Whalenb.) Sacc) ou *Polystigma fulvum* Pers. Ex DC., causando desfoliações prematuras nos seus hospedeiros (Suzuki et al., 2008) originando uma queda significativa da produção (Gort e Sánchez, 2011). A espécie *P. fulvum* está citada como presente em Portugal (Cannon, 1996).

### **11.4.3.1. Sintomatologia**

Em folhas atacadas observam-se manchas de tamanho variável, de cor amarela que vão progredindo para castanho-avermelhado, acabando por necrosar. Estas manchas encontram-se distribuídas aleatoriamente pela folha, podendo afetar metade da superfície foliar ou uma só zona sectorial, e podem ser observadas em ambos os lados da folha (Gort, 2014). Quando as infeções são intensas as manchas podem aumentar de tamanho reduzindo a capacidade de fotossíntese da árvore. Em variedades muito sensíveis como Guara, Tuono, pode produzir forte desfoliação e enfraquecimento da árvore (Arquero *et al.*, 2013).

### **11.4.3.2. Epidemiologia**

O parasita sobrevive nas folhas que caem ao solo durante o outono, formando ascósporos durante o inverno. Durante a primavera e sob condições favoráveis de humidade e temperatura, e sobretudo na presença de chuva, ocorre a libertação dos ascósporos que dará lugar as primeiras infeções nas folhas (Gort, 2014). Os esporos dispersam-se pelo vento e infetam as folhas novas após a queda das pétalas sendo aparentemente o único inóculo responsável pela infeção foliar (Arquero *et al.*, 2013). As lesões nas folhas, a partir dos meses de abril e maio, produzem um estroma micelial em ambos os lados da folha, o qual conduz à formação de picnídios na página inferior da folha que contêm os

conídios ou esporos assexuados a partir de Junho. Estes conídios podem dar lugar, por sua vez, a novas infeções, embora não sejam consideradas relevantes (Gort, 2014).

#### **11.4.3.3. Fatores de risco**

As condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são: quantidade de inóculo disponível que pode iniciar novas infeções, condições climáticas favoráveis (chuva e temperatura) e presença de variedades suscetíveis (Gort, 2014).

#### **11.4.3.4. Medidas de luta**

Segundo Gort e Sánchez, (2011), destruir as folhas caídas no outono poderia ser interessante para reduzir o inóculo, embora seja uma medida difícil de concretizar. Gort (2014) refere como medidas para destruir o inóculo presente nas folhas que se encontram no chão, a utilização de ureia cristalina pela passagem de picadoras de material vegetal. Recomenda-se a utilização de variedades resistentes. Diferentes estudos mostraram que as variedades Ferragens, Vayro, Marta, Desmayo, Texas, entre outras, apresentaram algum grau de resistência a esta doença (Gort, 2014).

Pode-se controlar facilmente com produtos químicos, fazendo-se a aplicação do fungicida a partir da queda das pétalas (Gort, 2014).

Em Portugal não existem fungicidas homologados para esta doença.

#### **11.4.4. Lepra-da-Amendoeira**

Esta doença é causada pelo fungo *Taphrina deformans* (Berk.) Tullasne (= *Exoascus deformans* (Berk.) Fuckel e *Exoascus amygdali* (Jaczewski)) e afeta principalmente as folhas mas também pode afetar frutos jovens. Este parasita infecta espécies do género *Prunus*, incluindo a amendoeira e o pessegueiro (Mix, 1956). A sua presença no amendoal tem sido registada na Europa e Nova Zelândia (Atkinson, 1971) sendo considerada uma doença pouco importante no amendoal.

##### **11.3.4.1. Sintomatologia**

Esta doença manifesta-se sobretudo nas folhas, apresentando um aspeto deformado característico (limbo engrossado) de cores castanho-amarelado (Figura 11.17). À medida que as folhas aumentam de tamanho produzem-se uma mudança de cor nas partes atacadas, tornando-se avermelhada e por fim, toda a zona atacada fica necrosada (Arquero *et al.*, 2013). As folhas atacadas secam e acabam por cair.



**Figura 11.17** - Sintomas de *Taphrina deformans* em diferentes fases de desenvolvimento da doença nas folhas (pessegueiro) (em amendoeira os sintomas são semelhantes)

Nos frutos atacados formam-se manchas irregulares de cor avermelhada podendo provocar a queda dos frutos (IIFAP, 2007). Nas flores, esta doença provoca o aborto, deformando-as completamente.

#### **11.4.4.2. Epidemiologia**

O parasita persiste com facilidade no inverno nas brácteas dos gomos (Arquero *et al.*, 2013). Na primavera, quando se dá a rebentação dos gomos começa a sua fase patogénica, infetando os tecidos jovens e formando ascósporos que vão estabelecer as novas infeções. No entanto estas novas infeções são breves ou cessam quando sobe a temperatura e baixa a humidade relativa. Os esporos podem sobreviver durante meses em condições quentes e secas (Arquero *et al.*, 2013).

O desenvolvimento desta doença está relacionado com a temperatura ambiental e o momento do abrolhamento. Períodos frescos e húmidos favorecem o desenvolvimento da doença. A temperatura ótima para o desenvolvimento da doença é 20°C (IIFAP, 2007). É necessária a presença de chuva para que ocorram infeções, e chuvas prolongadas favorecem surtos de doença ao nível do amendoal, no entanto o fungo pode começar a crescer com 95% de humidade relativa (Lorenz, 1976).

#### **11.4.4.3. Fatores de risco**

As condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são: períodos frescos e húmidos e chuvas prolongadas na primavera (OEPP/EPPO, 2004).

#### **11.4.4.4. Medidas de luta**

Recomenda-se, se possível, a eliminação de folhas infetadas assim como ramos jovens, na primavera de modo a reduzir os focos de inóculo (OEPP/EPPO, 2004). Na Turquia foi observado por Kavak (2005) que algumas variedades de amendoeira podem apresentar alguma resistência a esta doença. Arquero *et al.* (2013) referem as variedades Desmayo, Largueta, Francoli, Guara, Supernova e Tuono como muito suscetíveis.

Os tratamentos contra esta doença são essencialmente preventivos, no inverno, ou antes da floração quando se preveja

períodos de chuva (Gort e Sánchez, 2011). Em Portugal, estão homologados contra esta doença os seguintes fungicidas: hidróxido de cobre, oxiclureto de cobre e sulfato de cobre tribásico, enxofre, tirame, zirame) (DGAV, 2015).

### **11.5. Doenças associadas a bactérias em amendoeira**

As principais bactérias que causam doenças na amendoeira e também em prunóideas, considerando a incidência, os prejuízos económicos e a ameaça que representam são a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, responsáveis pela necrose de ramos, manchas de frutos e folhas e cancrios em troncos e ramos, *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, agente da mancha bacteriana das prunóideas e da amendoeira e *Xilella fastidiosa*. Pela sua perigosidade, algumas destas bactérias são consideradas organismos de quarentena pela Organização Europeia para a Proteção das Plantas (EPPO).

#### **11.5.1. Doença-do-Cancro-Bacteriano**

*Pseudomonas syringae* (van Hall 1902) é uma bactéria Gram-negativa, ubíqua na natureza que ocupa numerosos e diversos nichos ecológicos. Esta espécie reside em comunidades bacterianas na filosfera como uma bactéria comensal (Hirando e Upper, 2000). É membro da classe *Gammaproteobacteria*, e pertencente à família *Pseudomonaceae*, causando doenças em mais de 200 espécies de plantas, incluindo pereira, amendoeira,

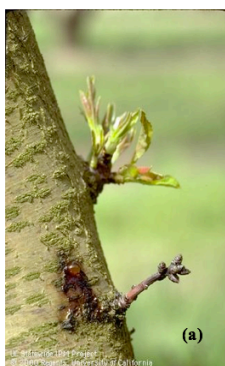
cerejeira, alperce, maçã, trigo, milho (Young, 1991; Scortichini, 2010). Dada a diversidade de hospedeiros que infecta, esta espécie pode ser subdividida em cerca de 60 patovares (Lu et al., 2017), nomeadamente *P. syringae* pv. *syringae*, que nas prunóideas e na amendoeira causa a doença do Cancro Bacteriano (Scortichini, 2010).

#### **11.5.1.1. Sintomas e epidemiologia**

Na amendoeira, *P. s.* pv. *syringae* causa necroses nas folhas, gomos, inflorescências, ramos e caules. (Rezaei e Taghavi, 2014). As folhas dos ramos infetados não se desenvolvem, ficam muito pequenas, amarelecem e acabam por morrer (Borkar e Yumlembam, 2017). Podem também ser observados necroses e dessecamento dos gomos e inflorescências (Figura 11.18), podendo ocorrer a morte dos ramos. Nos caules e no tronco da amendoeira, a bactéria pode causar cancras podendo ocorrer a exsudação de goma (Figura 11.19a). Debaixo da casca, e em correspondência com as zonas afetadas pelos cancras, podem-se observar manchas avermelhadas na madeira (Figura 11.19b).



**Figura 11.18** - Sintomas do Cancro-Bacteriano em amendoeira (*P. syringae* pv. *syringae*) com dessecamento e morte de gomos florais  
Photo by Jack Kelly Clark, courtesy University of California Statewide Integrated Pest Management Program (Cortesia do autor, janeiro 2017)



**Figura 11.19** - Sintomas do Cancro Bacteriano (*P. syringae* pv. *syringae*) em amendoeira: (a) formação de um cancro e exsudação de goma no tronco da árvore; (b) manchas avermelhadas debaixo da casca em correspondência com as zonas afetadas pelo cancro  
Photos by Jack Kelly Clark, courtesy University of California Statewide Integrated Pest Management Program. (Cortesia do autor, janeiro, 2017)

Se os cancros ocorrem no caule principal, provavelmente toda a planta morrerá (Borkar e Yumlembam, 2017). *P. s.* pv. *syringae*

pode também dar origem a cancrios localizados à volta dos gomos (Samavatian, 2006). O Cancro-Bacteriano pode ser facilmente confundido com a gomose, um desequilíbrio das prunóideas, que usualmente ocorre em condições de temperaturas muito baixas. As exsudações de goma aparecem à superfície dos ramos e dos troncos, sendo proveniente de madeira sã, enquanto no Cancro Bacteriano tem origem em tecidos doentes infetados pela bactéria (Borkar e Yumlembam, 2017). A doença é favorecida por elevada humidade e baixas temperaturas na primavera, e usualmente associada a condições de stresse, a árvores enfraquecidas, e a variações de temperatura entre calor e frio e que em condições severas, pode levar à morte da árvore.

Tal como para a maioria das doenças, os fatores bióticos, abióticos e edáficos, têm um papel importante na epidemiologia das doenças causadas por *P. s. pv. syringae*. Estes fatores podem enfraquecer as defesas da planta, predispondo-as para infeções causadas pela bactéria. As geadas de inverno e na primavera, tempestades de granizo e a poda, causando danos ou feridas na árvore, podem favorecer dramaticamente a penetração e/ou dispersão das bactérias no pomar, e entre outros pomares (Scortichini, 2010). As práticas culturais que influenciam a densidade de plantação também podem aumentar a suscetibilidade à bactéria (Lamichlane *et al.*, 2015).

### **11.5.1.2. Meios de luta**

*P. s. pv. syringae* está frequentemente presente na superfície de muitas plantas, e conseqüentemente deve ser dado ênfase à utilização de meios de luta preventivos, evitando as condições que predisõem a árvore a infeções pela bactéria. Os ramos com cancrios devem ser removidos e queimados.

### **11.5.2. Doença da Mancha Bacteriana**

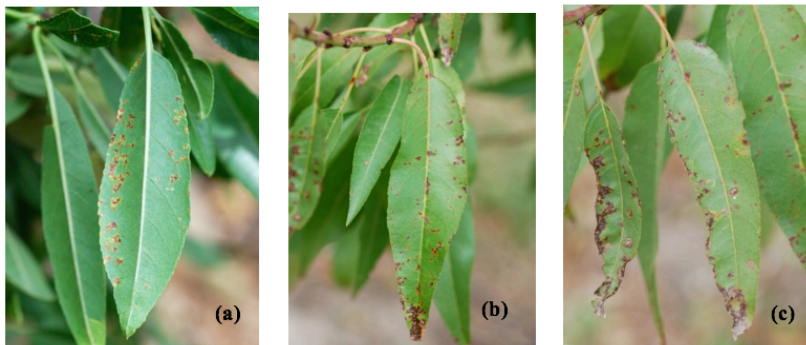
*Xanthomonas arboricola* é uma bactéria Gram-negativa, da classe *Gammaproteobacteria*, e da família *Xantomonaceae* causando doenças em várias plantas como a aveleira, nogueira, prunóideas, amendoeira, choupo, jarro, morangueiro e várias espécies ornamentais do género *Prunus*. Dada a diversidade de hospedeiros que infeta está dividida em patovares (Fischer-Le-Saux *et al.*, 2015), incluindo *Xanthomonas arboricola* *pv. pruni* (Vauterin *et al.*, 1995), responsável pela doença da mancha bacteriana das prunóideas, da amendoeira e de algumas plantas ornamentais do género *Prunus*. É considerada atualmente como uma das mais graves doenças das prunóideas devido ao grande impacto económico que causa, pois, a maioria das cultivares de pessegueiro, ameixeira Japonesa, alperce e amendoeira são suscetíveis à bactéria (EPPO, 2006; Stefani, 2010; Palacio-Bielsa *et al.*, 2010b). Por esta e outras razões, esta bactéria está listada como organismo de quarentena na legislação fitossanitária da

União Europeia (Directiva EU 2000/29/EC) e incluída na lista A2 da Organização Europeia e Mediterrânea de Proteção das Plantas (OEPP) (EPPO, 2006).

A doença foi inicialmente descrita na América do Norte em 1903 em ameixeira Japonesa (Smith, 1903) e mais tarde *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Xap) foi descrita nas principais áreas de produção de prunóideas dos cinco continentes. Na Europa este patogénio está presente em Itália, e foi detetado na Bélgica, França, Alemanha, Holanda, Suíça, Espanha e em alguns países da Europa de Leste (López *et al.*, 2012; EPPO, 2016a).

#### **11.5.2.1. Sintomatologia**

Os sintomas na amendoeira são observados em folhas e frutos, e podem causar a morte dos tecidos (OEPP, 2006; Palacio-Bielsa *et al.*, 2010a). Nas folhas, é possível observar pequenas manchas necróticas escuras e poligonais, visíveis na página inferior ou superior da folha, que por vezes estão rodeadas por um halo de cor amarelada (Figura 11.20). Com a evolução da doença as manchas podem confluir, e ocorrer a queda dos tecidos, produzindo-se um sintoma semelhante ao crivado. Estas manchas localizam-se preferencialmente nas folhas da base dos rebentos e nas que se desenvolvem a partir da madeira com dois ou três anos.



**Figura 11.20** - Sintomas da Doença-d- Mancha-Bacteriana (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*) em folhas de amendoeira em amendoeira: (a) manchas necróticas poligonais rodeadas por halo amarelo, na página inferior da folha; (b) manchas na página inferior, concentradas no ápice da folha; (c) manchas necróticas na página superior da folha, mais concentradas no ápice da folha

Fotos de Dr. Miguel A. Cambra (Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. Gobierno de Aragón. España) (Cortesia do autor, janeiro 2017)

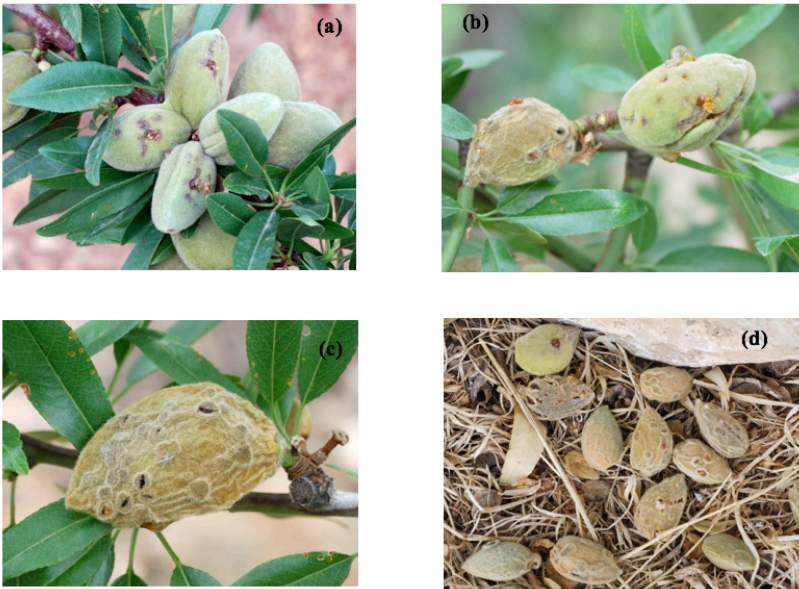
As manchas aparecem por vezes agrupadas na margem do limbo e concentradas no ápice da folha, onde as bactérias se acumulam, devido às gotas de chuva (Figura 11.20 b,c). As folhas fortemente infetadas ficam amarelas ocorrendo desfoliação intensa (Palacio-Bielsa *et al.*, 2010a,b; Lamichhane, 2014).

Nos frutos, os sintomas são mais característicos e surgem no início da primavera. Observam-se manchas escuras e incorporadas no mesocarpo, sendo muito frequente o aparecimento de exsudações de goma (Figura 11.21a). Estes sintomas evoluem durante o verão com a desidratação natural do mesocarpo (Figura 11.21b), e as manchas que antes surgiam incorporadas e em depressão, aparecem nesta altura salientes na superfície do fruto, adotando uma forma circular (Figura 11.21c).

Por vezes surgem manchas escuras no endocarpo que podem afetar a amêndoa. Os frutos infetados podem cair prematuramente (Figura 11.21d) ou ficar na árvore após a colheita, acabando por mumificar com o tempo. Estes frutos mumificados estão carregados de bactérias viáveis, que servem de fontes de inóculo potencial para novas infeções (Palacio-Bielsa *et al.*, 2010a, b). Nos caules e ramos podem surgir cancros (Palacio-Bielsa *et al.*, 2010a) junto do ponto de inserção do pecíolo, que podem envolver todo o ramo.

Os sintomas causados por *Xap* podem por vezes ser confundidos com os sintomas causados por outras bactérias, fungos, vírus, ou fatores abióticos. Assim, *P. syringae* pv. *syringae* pode também causar a morte dos tecido e cancros em amendoeira, que se confundem com os sintomas causados por *Xap*.

*P. amygdali* também é uma bactéria patogénica na amendoeira, causando cancros hiperplásticos nos ramos (Psallidas, 1997). Por estas razões é importante detetar e identificar a doença através de protocolos laboratoriais adequados (EPPO, 2006; López *et al.*, 2012; Garita-Cambronero *et al.*, 2014; Lopez-Soriano *et al.*, 2016) que permitem o correto diagnóstico da doença, a adoção de meios de proteção adequados e o estabelecimento de medidas de quarentena efetivas.



**Figura 11.21** - Sintomas da Doença-da-Mancha-Bacteriana (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*) em frutos de amendoeira: (a) manchas escuras e incorporadas no mesocarpo, e exsudações de goma; (b) início da desidratação do fruto e intensificação dos sintomas com exsudação de goma; (c) lesões em elevação e circulares na superfície do fruto; (d) queda prematura de frutos infetados pela bactéria. Fotos de Dr. Miguel A. Cambra (Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. Gobierno de Aragón. España) (Cortesia do autor, janeiro, 2017)

### 11.5.2.2. Epidemiologia

Apesar da sua importância económica, pouco se sabe sobre a biologia e epidemiologia da população desta bactéria de quarentena. *Xap* sobrevive durante o inverno nos gomos dormentes, cicatrizes dos pecíolos e nos cancrios sem manifestação de sintomas (Zaccardelli *et al.*, 1971; EPPO, 2006; Lamichhane, 2014), que constituem fontes de inóculo para as infeções primárias de *Prunus* sp.. Durante a primavera *X.*

*arboricola* começa a multiplicar-se e a propagar-se nas folhas novas, onde tem uma fase epifítica colonizando diferentes órgãos da planta assintomaticamente (Shepard e Zehr, 1994). Sob condições meteorológicas favoráveis, os primeiros sintomas aparecem nas folhas, e mais tarde nos frutos. Para se multiplicar ativamente a bactéria necessita de temperaturas relativamente elevadas (20-25°C) e humidade elevada durante cerca de oito horas, que pode ser resultante de chuvas frequentes na primavera, granizo, orvalho e neve. Se estas condições se registarem nas seis semanas após a floração (período crítico), a gravidade das infeções aumentará, e as perdas serão maiores. Condições semelhantes ao longo da estação de crescimento proporcionam infeções secundárias, podendo ocorrer vários ciclos de multiplicação da bactéria, e, por conseguinte, várias infeções num ciclo vegetativo (Palacio-Bielsa *et al.*, 2009), podendo as infeções ocorrer até ao fim do outono.

A disseminação da bactéria a grandes distâncias é realizada através de transporte de material vegetal contaminado (gomos, plantas). A chuva, vento, folhas caídas infetadas durante o ciclo vegetativo, máquinas agrícolas, mãos e roupas dos trabalhadores podem dispersar a doença entre árvores e parcelas próximas (curta distância). A disseminação e transmissão de *Xap* através da propagação por semente da amendoeira, onde a bactéria sobrevive, foi demonstrada pela primeira vez recentemente (Palacio-Bielsa *et al.*, 2014), o que evidencia uma nova via

potencial de dispersão da bactéria, cujo estudo permitirá uma melhor compreensão da epidemiologia deste patógeno de quarentena na EU.

### **11.5.2.3. Prevenção e meios de luta**

*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* é uma bactéria de quarentena na União Europeia não estando declarada em Portugal, pelo que se devem adotar medidas para evitar a sua introdução e dispersão. O uso de plantas sãs exclui a introdução do patógeno na sua forma latente, o que implica a adoção de métodos de deteção precoces e eficazes. A deteção do patógeno em material de viveiro é a única maneira de evitar o seu movimento através do comércio internacional, sendo essencial que o material vegetal (gomos, plantas) utilizado para instalação de novos pomares, seja proveniente exclusivamente de viveiros registados, devendo ser acompanhados do respetivo passaporte fitossanitário. Deve-se ainda evitar as variedades mais sensíveis, como Antoñeta, Guara, Marta, Mas Bovera, e Vayro (Palacio-Bielsa, 2010b) e Fritz e Ne Plus (Gouk, 2016), especialmente se as plantações se localizam em áreas com elevada humidade. Como qualquer outra doença bacteriana, as medidas profiláticas são muito importantes para limitar a propagação da doença. São benéficas todas as práticas culturais que proporcionem maior ventilação do pomar, especialmente a poda. É também desejável que as fertilizações azotadas e as regas sejam ajustadas às

necessidades do pomar. Durante a poda de qualquer espécie suscetível a *Xap* é muito recomendável desinfetar os instrumentos e maquinaria, principalmente antes de se iniciar o trabalho numa nova parcela. Dado tratar-se de uma doença de quarentena, a legislação obriga a que, no caso de se observarem sintomas suspeitos, devem ser informados os serviços oficiais para confirmação laboratorial da presença da bactéria através de protocolos estabelecidos e, em cada caso serem aplicadas as medidas oficiais previstas para evitar a dispersão e instalação da doença.

### **11.5.3. *Xylella fastidiosa* (almond leaf scorch –ALS)**

*Xylella fastidiosa* é uma bactéria Gram-negativa da classe *Gammaproteobacteria*, pertencente à família *Xanthomonadaceae*. Dada a sua perigosidade esta bactéria está listada como organismo de quarentena na legislação fitossanitária da União Europeia (Directiva EU 2000/29/EC) estando incluída na Lista A1 da Organização Europeia para a Proteção das Plantas (EPPO, 2016b). O género *Xylella* possui uma única espécie, e 3 subespécies: *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*, *X. fastidiosa* subsp. *Multiplex* e *X. fastidiosa* subsp. *pauca* (EPPO 2016d; Marcelletti e Scortichini, 2016).

Durante muitos anos, esta bactéria esteve apenas limitada ao continente americano, mas em 1994 foi observada na Ásia (Taiwan e Irão). Na região da EPPO foi detetada em 2013 em

oliveira (*Olea europaea*) em Itália, e também em loendro (*Nerium oleander*), amendoeira (*Prunus dulcis*) e *Quercus* sp., representando a primeira deteção confirmada na Europa (Saponari *et al.*, 2013; EPPO, 2016c). Simultaneamente foi identificado o inseto *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae), espécie polífaga, comum na Europa, que é vetor da bactéria (EPPO, 2016d). Em 2015 foi detetado o primeiro foco da bactéria, subespécie *multiplex* em França em plantas da espécie *Polygala myrtifolia* (EPPO, 2015, 2016c; Palacio-Bielsa *et al.*, 2015). Muito recentemente, a bactéria (subsp. *Fastidiosa*) foi detetada em Espanha nas ilhas Baleares, infetando várias espécies, incluindo a amendoeira (EPPO, 2016c). Para evitar a dispersão de *X. fastidiosa* na União Europeia foram adotadas medidas fitossanitárias de emergência, e em Portugal foi implementado o Plano de Contingência para *Xylella fastidiosa* e seus vetores (DGAV, 2016).

### **11.5.3.1. Hospedeiros**

*Xylella fastidiosa* possui mais de 300 espécies de plantas hospedeiras de 75 famílias botânicas, causando doenças em algumas espécies de grande valor económico como a amendoeira (*Prunus dulcis*), cafeeiro (*Coffea* spp.), citrinos (*Citrus* spp., *Fortunella*), luzerna (*Medicago sativa*), oliveira (*Olea europaea*), pessegueiro (*P. persica*), videira (*Vitis vinifera*, *V. labrusca*, *V. riparia*), plantas ornamentais, entre outras (EFSA, 2016; EPPO,

2016d). Na amendoeira causa a doença conhecida por *almond leaf scorch* (ALS), associada a sintomas de queimaduras foliares.

### **11.5.3.2. Sintomas**

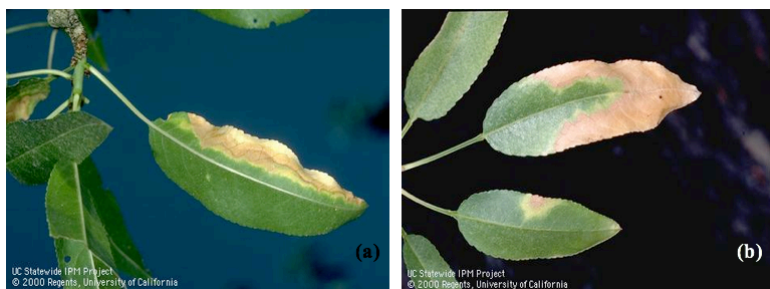
Os sintomas de *X. fastidiosa* são variáveis e dependem do hospedeiro infetado. A bactéria coloniza os vasos xilémicos, ocorrendo o bloqueio da circulação de nutrientes minerais e água da raiz para a zona apical, causando murchidão, debilitando toda a planta e podendo ocorrer a morte das plantas infetadas (EPPO, 2016d).

Os sintomas mais característicos de *X. fastidiosa* na amendoeira, são queimaduras foliares, que progridem a partir da zona apical e/ou lateral das folhas (Figura 11.22 e 11.23) e que surgem em meados de junho. Usualmente, observa-se uma pequena zona de tecidos amarelos (cloróticos) localizados entre os tecidos castanhos necrosados, e os tecidos verdes na parte central da folha, ver na Figura 11.23; no entanto, quando as temperaturas são elevadas esta zona clorótica de transição pode não se manifestar (Teviotdale e Connell, 2003).

À medida que a doença avança, os ramos morrem a partir do ápice (Mircetich *et al.*, 1976), seguindo-se um declínio generalizado da árvore e diminuição da produtividade dos pomares ao fim de 3-5 anos, podendo as árvores acabar por morrer (Mircetich *et al.*, 1976; EPPO, 2016d).



**Figura 11.22** - Sintomas de *Xylella fastidiosa* em folha de amendoeira. Courtesy Dr. Donato Boscia, CNR-Institute for Sustainable Plant Protection, UOS, Bari, Italy (in <https://gd.eppo.int/taxon/XYLEFA/photos>)



**Figura 11.23** - Sintomas de *Xylella fastidiosa* em folha de amendoeira: (a) queimadura marginal unilateral da folha, observando-se uma pequena faixa clorótica entre os tecidos necrosados e sãos; (b) queimadura apical e marginal da folha, com faixa clorótica entre os tecidos necrosados e sãos  
Fotos de Jack Kelly Clark, courtesy University of California Statewide Integrated Pest Management Program. (Cortesia do autor, janeiro, 2017)

Quando os sintomas são generalizados, a árvore fica com uma coloração dourada que dá outro nome à doença designada por morte dourada (Figura 11.24). No caso da amendoeira, as árvores infetadas pela primeira vez, usualmente, exibem sintomas nas folhas num único ramo terminal e, posteriormente, nos ramos adjacentes, sendo visíveis em toda a árvore, 2-5 anos após a infecção.



**Figura 11.24** - Sintomas generalizados em amendoeira infetada com *Xylella fastidiosa*. Foto de Jack Kelly Clark, courtesy University of California Statewide Integrated Pest Management Program. (Cortesia do autor, janeiro, 2017)

Os sintomas causados por *X. fastidiosa* podem ser confundidos com os sintomas causados por fatores outros patogénios, stresse ambiental, défice da água, poluição ambiental, problemas nutricionais, golpes de calor, etc.). Os excessos de sais (cloretos e sódio) no solo ou na água, podem causar sintomas que por vezes não se distinguem dos causados por *X. fastidiosa* na amendoeira. Contudo, quando os sintomas são causados por excesso de sais, um grande número de árvores é afetado em zonas concentradas do pomar, em vez de se observarem sintomas em árvores individualizadas e dispersas, tal como acontece com *X. fastidiosa*. Os sintomas nas folhas também são diferentes, ficando as folhas queimadas numa zona mais próxima do ápice, não se observando usualmente a faixa clorótica/dourada entre os

tecidos necrosados e são, associados a infecções da bactéria (Teviotdale e Connell, 2003). Por estas razões, quando se observam sintomas suspeitos da doença, é absolutamente necessário realizar análises laboratoriais para confirmar a presença da bactéria através de protocolos de diagnóstico oficial de referência. Estas medidas são determinantes para a deteção precoce de *X. fastidiosa* e para a implementação de medidas de erradicação da doença eficazes, impedindo assim a sua disseminação numa nova área ou país.

#### **11.5.3.3. Suscetibilidade das cultivares**

A severidade da doença e o padrão de evolução dos sintomas na árvore dependem da suscetibilidade da cultivar e das condições climáticas (Mircetich *et al.*, 1976). *X. fastidiosa* é mais comum e mais severa na cultivar de amendoeira “Peerless”, seguida pela “Sonora”. “Nonpareil” é também suscetível e pode ser significativamente afetada. A doença é rara nas cultivares “Carmel” e “Butte” e, raramente observada noutras cultivares (Teviotdale e Connell, 2003).

#### **11.5.3.4. Epidemiologia**

A doença causada por *X. fastidiosa* resulta de interações biológicas e ecológicas complexas, que ocorrem em períodos de tempo curtos ou longos. É transmitida por insetos vetores,

nomeadamente *Draeculacephala minerva*, *Graphocephala atropunctata*, *Homalodisca vitripennis* (= *H. coagulata*) e *Xyphon fulgidum*, igualmente incluídos na lista A1 da EPPO (EPPO, 2016a). A bactéria coloniza dois habitats distintos, o xilema das plantas hospedeiras, e a cutícula da cavidade bucal de cigarras e cigarrinhas da ordem Hemiptera, subordem Auchenorrhyncha (Redak *et al.*, 2004), passando de algumas células a um filme bacteriano ao fim de duas semanas. Os adultos e ninfas infetados transmitem a bactéria de forma persistente, quando se alimentam de novas plantas sãs. A bactéria não se transmite à descendência através dos ovos, e não persiste entre estados ninfaís (com a muda, a bactéria é eliminada) (Freitag, 1951). Assim, em cada nova geração os insetos terão de se alimentar de plantas infetadas, para adquirir e transmitir a bactéria. *X. fastidiosa* sobrevive durante o inverno nas raízes e na madeira das árvores adjacentes, ou nos próprios hospedeiros cultivados, em infestante. Estes habitats são também local de refúgio para os insetos vetores (Palacio-Bielsa *et al.*, 2015).

A via de introdução de *X. fastidiosa* a longas distâncias a partir de países onde a bactéria está presente, ocorre através do comércio de material vegetal infetado, como aconteceu recentemente com plantas de café infetadas que foram intercetadas após importação de diferentes países (Jacques *et al.*, 2016). A dispersão a curta distância, entre árvores num mesmo pomar, é realizada pelos insetos vetores. Contrariamente ao que ocorre na vinha, nos

pomares de amendoeira, a distribuição de árvores sintomáticas é aleatória e não existem gradientes da doença distintos associados com o habitat dos insetos vetores.

#### **11.5.3.5. Meios de luta**

Não existem meios de luta eficazes contra *X. fastidiosa*, pelo que as medidas a utilizar são preventivas, passando pela utilização de variedades resistentes, realização de ações de prospeção em hospedeiros suscetíveis, insetos potencialmente vetores da doença, e controlo e certificação do material de multiplicação vegetativa destinada a novas plantações, que devem obrigatoriamente circular com passaporte fitossanitário. Tendo em conta que a bactéria ainda não foi detetada em Portugal, e para diminuir o risco da introdução desta grave e destrutiva bactéria, um Plano de Contingência foi implementado, tendo como objetivos estabelecer um conjunto de ações com vista a garantir uma rápida e eficaz resposta em caso de deteção da *X. fastidiosa* em Portugal. (DGAV, 2016). No caso de observação de sintomas da doença, obriga a legislação a que sejam informados os serviços oficiais, nomeadamente a Direção Regional de Agricultura e Pescas ou o Instituto de Conservação da Natureza e Florestas na região onde se observem os sintomas.

## **Agradecimentos**

Ao Doutor Donato Boscia do CNR - Institute for Sustainable Plant Protection, UOS, Bari, Itália;

À Universidade da Califórnia, IPM Program, pela disponibilização de fotografias com sintomas de *Xilella fastidiosa* e *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* em amendoeira;

Ao Doutor Miguel Cambra do Centro de Protección Vegetal, CPV, Aragón, Espanha por disponibilizar as excelentes fotografias com os sintomas causados por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* em amendoeira.

## 11.6. Bibliografía

Adaskaveg, J.E.; Gubler, W.D.; Duncan, R.; Stapleton, J.J. e Holtz, B.A. (2016<sup>a</sup>). *Woody –Decay Fungi*. UC IPM Online. University of California, Agriculture and Natural Resources publication, 3431, available at <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r3100111.html>

Adaskaveg, J. e Gilbertson, R. (1995). *Compendium of Stone Fruit Diseases*. J. M. Ogawa, E. I Zehr, G. W. Bird, D. F. Ritchie, K., Uriu, J. K. Uyemoto. St. Paul, MN, eds. American Phytopathological Society.

Adaskaveg, J.E.; Gubler, W.D.; Duncan, R.; Stapleton, J.J. e Holtz, B.A. (2016<sup>b</sup>). *Brown Rot Blossom Blight*. UC IPM Online, University of California, Agriculture and Natural Resources publication 3431, available at <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r3100111.html>.

Andolfi, A.; Mugnai, L.; Luque, J.; Surico, G.; Cimmino, A e Evidente, A. (2011). Phytotoxins Produced by Fungi Associated with Grapevine Trunk Diseases. *Toxins*.3:1569-1605.

Arquero, O.; Lovera, M.; Roca, L. e Trapero, A. (2013). *Manual del cultivo del almendro: Plagas y Enfermedades*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. 80pp.

Atkinson, J.B. (1971). *Diseases of tree fruits in New Zealand*. Wellington, A. R. Sherrer.

Bai, Q.; Zhai, L. F.; Chen, X. R.; Hong, N.; Xu, W. X. e Wang, G. P. (2015). Biological and molecular characterization of five *Phomopsis*

species associated with pear shoot canker in China. *Plant Disease*, 99:1704-1712.

Baumgartner, K.; Fujiyoshi, P. T.; Travadon, R.; Castlebury, L. A.; Wilcox, W. F. e Rolshausen, P. E. (2013). Characterization of species of *Diaporthe* from wood cankers of grape in eastern North American vineyards. *Plant Disease*, 97:912-920.

Bienapfl, J. C. e Balci, Y. (2013). Phomopsis blight: A new disease of *Pieris japonica* caused by *Phomopsis amygdali* in the United States. *Plant Disease*, 97:1403-1407.

Biggs, A.(1995). Leucostoma canker. In. *Compendium of Stone Fruit Diseases*. J. M. Ogawa, E. I Zehr, G. W. Bird, D. F. Ritchie, K., Uriu, J. K. Uyemoto. St. Paul, MN., eds. American Phytopathological Society.

Borkar, S.G. e Yumlembam, R.A. (2017). *Bacterial Diseases of Crop Plants*. CRC Press.

Camps, C.; Kappel, C.; Lecomte, P.; Leon, C.; Gomes, E.; Coutos, P. e Delrot, S. (2010). A transcriptomic study of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Cabernet-Sauvignon) interaction with the vascularascomycete fungus *Eutypa lata*. *Journal of Experimental Botany*, 61(6):1719–1737.

Cannon, P.F. (1996). Systematics and diversity of the Phyllachoraceae associated with Rosaceae, with a monograph of *Polystigma*. *Mycological Research*, 100 (12): 1409-1427.

COTHN (2011). *Moniliose*.  
<http://infoagro.cothn.pt/portal/index.php?id=1982>. (acedido em 19/12/2016).

Czemmet, S.; Galarneau, E.R.; Travadon, R.; McElrone, A.J.; Cramer, G.R. e Baumgartner, K. (2015). Genes Expressed in Grapevine Leaves Reveal Latent Wood Infection by the Fungal Pathogen *Neofusicoccum parvum*. *PLoS ONE* 10(3):e0121828.

DGAV.  
(2015).[http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades\\_guia/InseceFung/Culturas/amendoeira.htm](http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades_guia/InseceFung/Culturas/amendoeira.htm) (acedido em 16/12/2016).

DGAV. (2016). *Plano de Contingência Xylella fastidiosa e seus vetores*. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. 60pp.  
[http://www.drapc.min-agricultura.pt/drapc/servicos/fitossanidade/files/plano\\_contingencia\\_xylella\\_2016.pdf](http://www.drapc.min-agricultura.pt/drapc/servicos/fitossanidade/files/plano_contingencia_xylella_2016.pdf).

Diogo, E.; Santos, J. e Phillips, A. (2010). Phylogeny, morphology and pathogenicity of *Diaporthe* and *Phomopsis* species on almond in Portugal. *Fungal Diversity*, 44: 107-115.

DRAPN. (2016). *Avisos agrícolas*. Estação de avisos da Terra Quente, Circular nº6/2016.

EFSA (2016). European Food Safety Authority. Scientific report on the update of a database of host plants of *Xylella fastidiosa*: 20 November 2015. *EFSA Journal*, 214, 4378. doi:[10.2903/j.efsa.2016.4378](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4378) (regularly updated).

English, H.; Davis, J. e DeVay, J. (1974). Relationship of *Botryosphaerea dothidea* and *Hendersonula toruloidea* to canker Disease of Almonds. *Phytophatology*, 65:114-122.

EPPO (2000). Council directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the community. *Official Journal of European Community L1*, 69:1–112.

EPPO (2006). Diagnostic *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. Diagnostic. *EPPO Bulletin*, 36: 129–133.

EPPO (2015). EPPO Reporting Service 2015/181 *Xylella fastidiosa* detected in *Coffea* spp. plants imported into Switzerland. <https://gd.eppo.int/reporting/article-5128>.

EPPO (2016a). *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (XANTPR). Distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/XANTPR/distribution>.

EPPO (2016b). EPPO A1 List of pests recommended for regulation as quarantine pests (**version 2016-09**) <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA1.htm>.

**EPPO (2016c)**. First report of *Xylella fastidiosa* in Spain. EPPO Global Database. **EPPO Reporting Service no. 11 – 2016 Num. article: 2016/213**. <https://gd.eppo.int/reporting/article-5958>.

EPPO (2016d.) PM 7/24 (2) *Xylella fastidiosa*. *EPPO Bulletin*, 46: 463–500. doi:10.1111/epp.12327.

Fischer-Le Saux, M.; Bonneau, S.; Essakhi, S.; Manceau, C. e Jacques, M.A. (2015). Aggressive emerging pathovars of *Xanthomonas arboricola* represent widespread epidemic clones distinct from poorly pathogenic strains, as revealed by multilocus sequence typing. *Applied and Environmental Microbiology*, 81: 4651-4668.

Freitag, J.H. (1951). Host range of Pierce's disease virus of grapes as determined by insect transmission. *Phytopathology*, 41: 920–934.

Garita-Cambronero, J.; Ferragud, E.; Gorris, M.T.; López, M.M.; Palacio-Bielsa, A.; Cambra, M.; Mitidieri, M. e Cubero, J. (2014). *Detección de Xanthomonas arboricola pv. pruni mediante inmunocaptura magnética y PCR en tiempo real*. XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Resumo, p. 123, Lleida, 7-10 octubre. <http://hdl.handle.net/10532/2710>

Gomes, R.; Glienke, C.; Videira, S.; Lombard, L. e Groenewal, J. (2013). *Diaporthe*: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi. *Persoonia*, 31, 2013: 1-41.

Gort, J.A. (2014). Síntomas, daños y métodos de control de la mancha ocre del almendro. *Vida Rural*, 389: 28-32p.

Gort, J.A. e Sánchez, J.P.M. (2011). Control de plagas y enfermedades en el cultivo del almendro. *Vida Rural*, 332: 68-74p.

Gouk, C. (2016). Almond diseases and disorders. *Acta Horticulturae*, 1109: 249-254.

Grove, G. G. e Biggs, A. R. (2006). Production and dispersal of conidia of *Leucostoma cinctum* in peach and cherry orchards under irrigation in eastern Washington. *Plant Disease*, 90:587-591.

Gubler, W.D.; Adaskaveg, J.E.; Duncan, R.; Stapleton, J.J. e Holtz, B.A. (2009). Almond Shot Hole. UC IPM Online, University of California, Agriculture and Natural Resources publication 3431, available at <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r3100211.html>.

Hayward, A.C. e Waterston, J.M. (1965). *Xanthomonas pruni*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 50. CAB International, Wallingford, UK.

Highberg, L.M. e Ogawa, J.M. (1986). Yield reduction in almond related to incidence of shot-hole disease. *Plant Disease*, 70: 825-828.

Hirano, S.S. e Upper, C.D. (2000). Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae* - a pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiology and Molecular Biology Review*, 64: 624–653.

IIFAP (2007). *Manual práctico para el cultivo del almendro*. Sevilla (España), Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Inderbitzin, P.; Bostock, R.; Truoulass, F. e Michailides, T. (2010). A six locus phylogeny reveals high species diversity in Botryosphaeriaceae from California almonds. *Mycologia*, 102(6):1350–1368.

Jacques, M.A.; Denancé, N.; Legendre, B.; Morel, E.; Briand, M. e Mississippi, S. (2016). New variants of coffee-infecting *Xylella fastidiosa*

issued from homologous recombination. *Applied Environmental Microbiology*, 82 (5): 1556-1568.

Kavak, H. (2005). Reactions of some almond (*Prunus dulchis*) varieties to leaf curl disease caused by *Taphrina deformans* in Şanlıurfa province of Turkey. *Journal of Agriculture Faculty HR. U.*, 2005, 9 (3): 9-12.

Knogge, W. (1996). Fungal infection of plants. *The Plant Cell*, 8: 1711-1722.

Lalancette, N., e Robison, D. M. (2002). Effect of fungicides, application timing, and canker removal on incidence and severity of constriction canker of peach. *Plant Disease*, 86:721-728.

Lalancette, N.; Foster, K. A. e Robison, D. M. (2003). Quantitative models for describing temperature and moisture effects on sporulation of *Phomopsis amygdali* on peach. *Phytopathology*, 93:1165-1172.

Lamichhane, J.R. (2014). *Xanthomonas arboricola* Diseases of Stone Fruit, Almond, and Walnut Trees: Progress Toward Understanding and Management. *Plant Disease*, 98: 1600-1610.

Lamichhane, J.R.; Messe, A. e Morris, C.E. (2015). Insights into epidemiology and control of diseases of annual plants caused by the *Pseudomonas syringae* species complex. *Journal General Plant Pathology*, 81: 331–350.

López, M.M.; Peñalver, J.; Morente, M.C.; Quesada, J.M.; Navarro, I.; López-Soriano, P.; Lopez-Soriano, P.; Boyer, K.; Cesbron, S.; Morente, M.C.; Peñalver, J. e Palacio-Bielsa, A. (2016). Multilocus Variable Number of Tandem Repeat Analysis Reveals Multiple

Introductions in Spain of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, the Causal Agent of Bacterial Spot Disease of Stone Fruits and Almond. *PLoS ONE* 11(9): e0163729. doi:10.1371/journal.pone.0163729.

Lorenz, D.H. (1976). Beiträge zur weiteren Kenntnis des Lebenszyklus von *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. Unter besonderer Berücksichtigung der Saprophase. *Phytopathologische Zeitschrift*, 86: 1-15.

Lu, S.; Tian, Q.; Zhao, W. e Hu, B. (2017). Evaluation of the Potential of five Housekeeping Genes for Identification of Quarantine *Pseudomonas syringae*. *Journal of Phytopathology*, 165: 73–81.

Marcelletti, S. e Scortichini, M. (2016). Genome-wide comparison and taxonomic relatedness of multiple *Xylella fastidiosa* strains reveal the occurrence of three subspecies and a new *Xylella* species *Archives of Microbiology*, 198: 803. doi:10.1007/s00203-016-1245-1.

Michailides, J. (1991). Pathogenicity, distribution, source of inoculum, and infection courts of *Botryosphaeria dothidea* on pistachio. *Phytopathology*, 81:566-573.

Mircetich, S.M.; Lowe, S.K.; Moller, W.J. e Nyland, G. (1976). Etiology of almond leaf scorch disease and transmission of the causal agent. *Phytopathology*, 66: 77–24.

Mix, A.J. (1956). "Notes on Some Species of *Taphrina*". *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 59 (4): 465-482.

Niekerk, J.; Groenewald, J.; Farr, C, D.; FourieA, P.; Halleen, F. e Crous, A. (2005). Reassessment of *Phomopsis* species on grapevines. *Australasian Plant Pathology*, 34: 27–39.

OEPP/EPPO (2004). Bulletin OEPP/EPPO *Bulletin*, 34: 425-426.

Ogawa, J.; Zehr, E.; Bird, G.; Ritchie, K.; Uriu, D. e. Uyemoto, J. (1995). *Compendium of Stone Fruit Diseases*. St. Paul, MN, American Phytopathological Society.

Palacio-Bielsa, A.; Barber, A.S.; Ballestín, P.M.; Martínez, A.M.A. e Cambra, M.A. (2015). *Xylella fastidiosa* Wells *et al.* 1987. Dirección General de Alimentación y fomento agroalimentario. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. *Informaciones Técnicas* 1/2015.

Palacio-Bielsa, A.; Cambra, M.A. e Tomás, C.L. (2009). La mancha bacteriana de los frutales de hueso y del Almendro *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. Dirección General de Alimentación y fomento agroalimentario. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. *Informaciones Técnicas* 1/2009.

Palacio-Bielsa, A.; Cambra, M.A.; Berruete, I.M.; Collados, R.; Palazón, M.; Cubero, J.; Garita Cambronero, J.; Roselló, M. e López, M.M. (2014). *Capacidad de supervivencia y transmisión por semilla de Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* en almendro. XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Libro de resúmenes: Lleida, 7 - 10 octubre 2014, p. 111 <http://hdl.handle.net/10532/2708>.

Palacio-Bielsa, A.; Cambra, M.A. e Tomás, C.L. (2010<sup>a</sup>). Sintomatología en Almendro de la mancha bacteriana de los frutales de hueso *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*. Dirección General de Alimentación y fomento agroalimentario. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. *Informaciones Técnicas* 1/2010.

Palacio-Bielsa, A.; Roselló, M.; Cambra, M.A. e Lopez, M.M. (2010b). First report on almond in Europe of bacterial spot disease of stone fruits caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. *Plant Disease*, 94:786.

Pokharel, R. (2013). *Cytospora Canker in Tree Fruit Crops Crop Series/Diseases*. Fact Sheet No. 2.953. Colorado State University.

Psallidas, P.G. (1997). Hyperplastic canker—a perennial disease of almond caused by *Pseudomonas amygdali*. *OEPP/EPPO Bulletin*, 27: 511-517.

Ramos, N. e Soares, C. (2013<sup>a</sup>). *Ficha de divulgação n° 13*. Estação de Avisos Agrícolas do Algarve. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve.

Ramos, N. e Soares, C. (2013b). *Ficha de divulgação n° 6*. Estação de Avisos Agrícolas do Algarve. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve.

Redak, R.A.; Purcell, A.H.; Lopes, J.R.S.; Blua, M.J.; Mizell III, R.F. e Andersen, P.C. (2004). The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annual of Review Entomology*, 49: 243–270.

Rezaei, R. e Taghavi, S.M. (2014). Host specificity, pathogenicity and the presence of virulence genes in Iranian strains of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* from different hosts. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 19: 2377-2391.

Rhouma, A.; Triki, M. A.; Ouerteni, K. e Mezghanni, M. (2008). Chemical and biological control of *Phomopsis amygdali* the causal

agent of constriction canker of almond in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3: 69-77.

Saad, A.T. e Masannat, K. (1997). Economic importance and cycle of *Polystigma ochraceum*, causing red leaf blotch disease of almond in Lebanon. *OEPP/EPPO Bulletin* 1997, 27: 481–485.

Samavatian, H. (2006). Identification and distribution of bacterial disease agent of almond tree canker in Isfahan province. Proceedings of the IVth International Symposium on Pistachios and Almonds. *Acta Horticulturae* 726: 667-671.

Saponari, M.; Boscia, D.; Nigro, F. e Martelli, G.P. (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): 659-668.

Scortichini, M. (2010). Epidemiology and predisposing factors of some major bacterial diseases of stone and nut fruit trees species. *Journal of Plant Pathology*, 92: 73-78.

Shepard, D.P. e Zehr, E., I. (1994). Epiphytic persistence of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* on peach and plum. *Plant Disease*, 78: 627-629.

Smith, E. (1903). Observations on a hitherto unreported bacterial disease, the cause of which enters the plant through ordinary stomata. *Science*, 17: 456-457.

Sofia, J. e Franca, M. (s/ data). *O Chumbo das Prunóideas*. Coimbra, MADRP- DRABL. Divisão de Controlo Fitossanitário, Laboratório de Sanidade Vegetal.

Stefani E. (s/d). Economic significance and control of bacterial spot/canker of stone fruits caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. *Journal of Plant Pathology*, 92 (Supplement 1): S1.99-S1.103.

Suzuki, Y.; Tanaka, K.; Hatakeyama, S. e Harada, Y. (2008). *Polystigma fulvum*, a red leaf blotch pathogen on leaves of *Prunus* spp., has the *Polystigmata pallescens* anamorph/andromorph. *Mycoscience*, 49: 95–98.

Tate, K., G. (1995). *Compendium of Stone Fruit Diseases*. Eds. J. M. Ogawa, E. I Zehr, G. W. Bird, D. F. Ritchie, K., Uriu, J. K. Uyemoto. St. Paul, MN.eds., American Phytopathological Society.

Teviotdale, B.L. e Connell, J.H. (2003). Almond leaf scorch. ANR Publication 8106, University of California. <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8106.pdf>.

Teviotdale, B.L.; Goodell, N. e Harper, D. (1997). Effect of infection by the shot-hole fungus, *Wilsonomyces carpophilus*, on drop and quality of almond fruit. *OEPP/EPPO Bulletin*, 27: 493-500.

Tuset, J.J. e Portilla, M.T. (1987). Principales alteraciones del almendro causadas por hongos en el área Mediterránea Española. *Fruticultura Profesional*, 11: 13–17.

Twizeyimana, M.; McDonald, V.; Mayorquin, J. S.; Wang, D. H.; Na, F.; Akgül, D. S. e Eskalen, A. (2013). Effect of fungicide application on the management of avocado branch canker (formerly *Dothiorella* canker) in California. *Plant Dis.* 97:897-902.

UCIPMP (1985). *Integrated Pest Management for Almonds*. University of California, Statewide Integrated Pest Management

Project, Division of Agriculture and Natural Resources, 1985. Universidade do Minnesota.

Udayanga, W.; Liu, X.; Crous, P.; McKenzie, E.; Chukeatirote, E. e Hyde, K. (2012). A multi-locus phylogenetic evaluation of *Diaporthe* (Phomopsis). *Fungal Diversity*, 56:157–171.

Vargas, F.J. e Miarnau, X. (2011). Field susceptibility to *Fusicoccum* canker of almond cultivars. 5th International Symposium on Pistachios and Almonds, Outubro, 2009, Sanliurfa (Turquía). *Acta Horticulturae*, 912: 751-755.

Vaz, A. (2008). *Doenças causadas por fungos Botryosphaeriaceae em videira: Caracterização fenotípica e molecular de isolados e sensibilidade a fungicidas*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Young, J.M. (1991). Pathogenicity and identification of the lilac pathogen, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Van Hall 1902. *Annals of Applied Biology*, 118: 283– 298.

Zaccardelli, M.; Malaguti, S. e Bazzi, C. (1998). Biological and epidemiological aspects of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* on peach in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 80: 125-132.

Zehr, E.I.; Shepard, D.P. e Bridges, W.C. (1996). Bacterial spot of peach as influenced by water congestion, leaf wetness duration and temperature. *Plant Disease*, 80: 339-341.