

Les principals malalties de l'ametller a Catalunya

Gemma Pons-Solé,¹ Jordi Cabrefiga,² Jordi Sabaté,¹ Jordi Luque¹

1. Programa de Protecció Vegetal Sostenible, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Cabrils
2. Programa de Protecció Vegetal Sostenible, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Mas Badia

REBUT: 25 DE NOVEMBRE DE 2022 - ACCEPTAT: 15 DE MAIG DE 2023

RESUM

En els últims anys, el cultiu de l'ametlla està experimentant una conjuntura molt favorable arreu del món, impulsada per una demanda creixent. Catalunya no n'és una excepció, on les plantacions d'ametller ocupen 33.000 ha. L'augment de la producció s'ha pogut aconseguir gràcies a la intensificació del cultiu, mitjançant l'ús de sistemes de regadiu i noves varietats. Aquests canvis han comportat que hi hagi una preocupació més gran del sector productor per les malalties causades per bacteris, fongs i oomicets. En aquest treball fem un resum dels trets més importants de les diferents malalties de l'ametller que es troben —o que podríem trobar en un futur proper— a Catalunya.

PARAULES CLAU: bacteri, fong, malaltia, patogen, *Prunus amygdalus*.

Correspondència: Jordi Luque. Programa de Protecció Vegetal Sostenible, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Ctra. de Cabrils, km 2. 08348 Cabrils. Tel.: 937 507 511, ext. 1204. A/e: jordi.luque@irta.cat.

Main almond diseases in Catalonia

ABSTRACT

Almond production has increased worldwide in recent years, driven by growing demand. This increase has also occurred in Catalonia, where almond orchards cover 33,000 hectares. The increase in production has been achieved by introducing irrigation systems and new varieties into commercial orchards. The change towards a more intensive cultivation system has brought an array of new diseases caused by bacteria, fungi, and oomycetes. In this paper we summarize the most prevalent diseases that are currently affecting almond orchards in Catalonia or that could become more important in future.

KEYWORDS: bacterium, fungus, disease, pathogen, *Prunus amygdalus*.

Las principales enfermedades del almendro en Cataluña

RESUMEN

En los últimos años, el cultivo de la almendra está experimentando una coyuntura muy favorable en todo el mundo, impulsada por una demanda creciente. Cataluña no es una excepción, donde las plantaciones de almendro ocupan 33.000 ha. El aumento de la producción se ha conseguido gracias a la intensificación del cultivo, mediante el uso de sistemas de riego y nuevas variedades. Estos cambios han llevado a una mayor preocupación del sector productor por las enfermedades causadas por bacterias, hongos y oomicetos. En este trabajo presentamos un resumen de las características más importantes de distintas enfermedades del almendro que se encuentran —o que se podrían encontrar en un futuro cercano— en Cataluña.

PALABRAS CLAVE: bacteria, hongo, enfermedad, patógeno, *Prunus amygdalus*.

1. Introducció

L'ametlla és la fruita seca més consumida arreu del món; representa aproximadament el 30% del total de fruita seca comercialitzada anualment, uns 4,5 milions de tones (INC, 2022). A més, la seva producció i el seu consum en els darrers anys han anat augmentant més que els de cap altra fruita seca, fins i tot per a usos no alimentaris, com ara els cosmètics (INC, 2022). En paral·lel, les superfícies dedicades al cultiu també han augmentat considerablement a molts països productors. Espanya és el país amb la superfície de cultiu d'ametller més gran del món (FAOSTAT, 2022), amb més de 740.000 ha el 2021 (el 33% del total mundial), de les quals més de 200.000 han estat plantades en els últims deu anys (MAPA, 2022a). Catalunya no ha quedat fora del boom que ha viscut l'ametller els darrers anys, però al nostre país sols se'n conreen unes 33.000 ha (4,5% del total estatal) (MAPA, 2022a). En contrast amb les dades anteriors, la producció mundial d'ametlles es localitza majoritàriament a Califòrnia (el 60% de la producció mundial), seguida d'Àustria i Espanya (entre el 5% i el 8%, respectivament) i la resta de països de la Mediterrània i l'Orient Mitjà (FAOSTAT, 2022). A l'Estat espanyol, la raó de la desproporció entre la superfície cultivada i la producció cal buscar-la en el model productiu: les plantacions d'ametller es troben majoritàriament en terrenys pobres, de secà, amb densitats de plantació baixes i amb varietats de floració primerenca, sensibles a glaçades i menys productives (Miarnau *et al.*, 2010). Malgrat això, en els darrers anys s'ha fet un esforç per augmentar la productivitat de les explotacions. Cada cop són més habituals els models de producció més tecnificats i intensius, en els quals intervenen decisivament el reg i l'ús de noves varietats, autofèrtils, de floració tardana i més productives (Miarnau *et al.*, 2018).

Amb la intensificació del cultiu i la plantació d'ametllers en àrees noves, una de les preocupacions més grans que tenen els productors i industrials de l'ametlla és l'augment de les malalties causades per bacteris i fongs (Ollero-Lara *et al.*, 2019; Torguet, Maldonado i Miarnau, 2019). Per això és interessant fer un recull de les malalties més importants d'aquest cultiu a Catalunya. Anteriorment, ja s'havien publicat iniciatives semblants (DAAM, 2011). En qualsevol cas, en les pàgines següents trobareu les principals malalties de l'ametller agrupades segons la part de la planta en què majoritàriament es desenvolupen.

2. Malalties de la part aèria

2.1. *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa és un bacteri fitopatogen que afecta els vasos del xilema en un amplísim rang d'hostes, que avui en dia comprèn 679 espècies de 88 famílies botàniques, la majoria de les quals llenyoses tropicals i mediterrànies (EFSA, 2022). *Xylella fastidiosa* afecta de manera greu, fins a causar-ne la mort, conreus de gran importància econòmica i social, com ara la vinya, l'olivera, l'ametller, els cítrics, els fruiters de pinyol o la figuera (Dalmau-Sorlí *et al.*, 2021). El bacteri es transmet mitjançant la multiplicació vegetativa del material vegetal i, de manera natural, mitjançant cicadèl·lids, insectes xucladors de la família dels hemípters (EPPO, 2019).

La infecció en ametller provoca l'anomenat *escaldat* a les Illes Balears, *socarrat* a Alacant i *almond leaf scorch* a Califòrnia (figura 1). L'ametller s'ha mostrat com l'espècie conreada més severament afectada en tots els focus europeus excepte a Itàlia; és sensible a les tres subespècies del bacteri i a la gran majoria de soques. Els símptomes s'inicien en puntes de fulles cremades, amb una franja cloròtica de transició (figura 2). La malaltia afecta de manera desigual les branques i porta progressivament l'arbre al col·lapse vascular i a un marciment generalitzat, que acaba amb la mort del peu. Aquest decandiment pot ser ràpid (anomenat *golden death*, en anglès) o ser més progressiu i durar anys. En qualsevol dels casos, la pèrdua de producció d'ametlla és total, i sovint és una fase prèvia a l'aparició dels símptomes foliaris.

A Mallorca es calcula que poden estar afectats el 80% dels ametllers de l'illa, cosa que compromet absolutament el conreu d'aquest fruïter en aquest territori. Avui en dia el bacteri no s'ha detectat al principat de Catalunya, però l'amenaça queda clara veient la ràpida expansió per Europa i la proximitat dels focus al nostre país.

Actualment, no hi ha tractaments curatius o preventius directes de la malaltia, tal com passa, per norma general, en les malalties causades per bacteris. Només es pot evitar la dispersió del bacteri arrencant les plantes afectades, actuant contra els insectes transmissors i plantant material vegetal sa i tolerant a la malaltia.

El control del principal insecte transmissor de la malaltia a Europa, *Philaenus spumarius*, no és senzill, ja que aquest vector és extremament polífreq. Alterna hostes vegetals conreats i salvatges, herbacis i llenyosos, en funció del seu cicle vital i de la riquesa nutricional de l'hoste. *Philaenus spumarius* roman poc temps damunt els conreus, amb la qual cosa els tractaments insecticides tenen un efecte molt limitat en el control de la seva població i sobretot en el control de la transmissió del bacteri. Les mesures més efectives de control de les poblacions del vector són les que incideixen sobre les nimfes, ja sigui amb maneig (segues i labors) o amb tractaments insecticides.

FIGURA 1

Ametllers afectats pel decandiment lent de *Xylella fastidiosa* a Lluçmajor (Mallorca)



FONT: Jordi Sabaté, IRTA.

FIGURA 2

Ametller escaldat per *Xylella fastidiosa* a Manacor (Mallorca)



FONT: Jordi Sabaté, IRTA.

2.2. La taca bacteriana

La taca bacteriana és una malaltia provocada pel bacteri *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, que va aparèixer per primera vegada als Estats Units d'Amèrica (EUA) el 1903 i que actualment està distribuïda per tot el món degut al comerç de material vegetal. Aquesta malaltia afecta totes les espècies del gènere *Prunus*, però especialment l'ametller, el presseguer, l'albercoquer, la prunera, el cirerer i algunes espècies ornamentals. La malaltia pot produir pèrdues importants, no només perquè els fruits afectats no tenen valor comercial, sinó també perquè pot causar defoliacions severes que debiliten l'arbre i en disminueixen progressivament la productivitat. En l'ametller, a Espanya s'estimen pèrdues de l'entorn del 50% de la producció, i es pot arribar a perdre el 100% de la collita en casos excepcionals. A Espanya va ser detectada per primer cop el 2002 a Extremadura, a la província de Badajoz, i s'ha anat escampant per Andalusia (Huelva), la Comunitat Valenciana (Alacant, València), el País Basc (Guipúscoa), Navarra, Aragó (Saragossa, Osca, Terol), les Illes Balears (Mallorca) i Catalunya (Lleida, Tarragona) (Palacio-Bielsa *et al.*, 2014).

La malaltia es manifesta inicialment en les fulles, en forma de petites taques translúcides, que adopten un aspecte oliós i fosc i, més tard, es necrosen. Les taques queden limitades pels nervis secundaris de la fulla, les quals adopten una forma angulosa. Les taques s'agrupen al llarg del nervi i se solen concentrar cap a la punta de la fulla (figura 3a). Quan les taques envelleixen, els símptomes són similars als de la perdigonada (vegeu p. 20). Posteriorment, les fulles groguegen i cauen prematurament, i s'arriba a produir una defoliació important. Els símptomes també es manifesten en els fruits (figura 3b), entre tres i cinc setmanes després de la caiguda dels pètals. A l'inici de l'atac, sobre el fruit s'observen taques deprimides de color fosc, que normalment produeixen exsudats gomosos. Més endavant, quan el mesocarpi del fruit s'asseca, les taques es presenten ressaltades sobre la superfície de la closca. Finalment, els fruits afectats cauen a terra, amb la pèrdua de producció consegüent.

Com passa amb la major part de les bacteriosis de plantes, la taca bacteriana de l'ametller és una malaltia difícil de controlar, degut a la falta de productes efectius per al control i al caràcter endòfit de la malaltia; és a dir, el desenvolupament a l'interior de la planta dificulta l'acció de productes fitosanitaris no penetrants. Per tal de ser efectiu, el control s'ha de fer sempre seguint estratègies integrades que incloguin mesures d'erradicació, de maneig del cultiu, de control químic i, en la mesura que sigui possible, d'ús de material vegetal resistent o de baixa sensibilitat. El control químic es basa fonamentalment en la utilització de compostos de coure que, juntament amb *Bacillus subtilis*, són els únics productes autoritzats pel Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (MAPA, 2022b) per a aquesta bacteriosi. Els tractaments químics es duen a terme de manera pre-

ventiva durant tot l'any, i tant el producte cúpric que cal utilitzar com la dosi varien en funció de l'estat del cultiu (Torguet *et al.*, 2016).

FIGURA 3

Síntomes de la taca bacteriana de l'ametller, causada per *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, en a) fulla i b) fruit



FONT: a) M. A. Cambra, Centre de Sanitat i Certificació Vegetal, Govern d'Aragó; b) Laura Torguet, IRTA.

2.3. La taca ocre

La taca ocre de l'ametller, causada pel fong *Polystigma amygdalinum*, és una de les malalties foliars més importants dels ametllers de la conca mediterrània, tot i que inexistents a Austràlia i Califòrnia. Es caracteritza per unes taques foliars difuses, en què es desenvolupa el fong, que la fan inconfusible. Inicialment, les taques són grogues i més tard adopten una coloració ataronjada-rogenca prou característica, per acabar finalment adquirint uns tons foscos (figura 4). Els atacs severos de la taca ocre sovint venen acompanyats d'una defoliació prematura dels arbres, la qual cosa s'associa a una reducció del seu rendiment.

La incidència de la taca ocre ha augmentat en les terres de l'interior de la península Ibèrica, on les condicions climàtiques són més adequades per al seu desenvolupament. A més, l'ús de varietats més susceptibles i l'ús de sistemes de producció més intensius han contribuït a incrementar la incidència d'aquesta malaltia (Pons-Solé *et al.*, 2021).

El control d'aquesta malaltia no és fàcil a causa de factors intrínsecs, com ara un període de latència —entre la infecció patògena i l'aparició dels primers símptomes visibles— molt ampli, d'entre cinc i deu setmanes. Això dificulta el control de la malaltia, perquè es desconeix el moment precís de la infecció. En conseqüència, els tractaments fitosanitaris preventius són difícils d'aplicar en aquest cas, mentre que els curatius són també poc efectius. Per sort, en els darrers anys s'ha avançat força en el coneixement i el control de la malaltia, gràcies a una estratègia integrada que inclou l'ús de varietats d'ametller més tolerants a la malaltia (Miarnau *et al.*, 2021), la gestió de la fullaraca de les plantacions —on resideix l'inòcul patògen— i l'ús de sistemes d'ajuda a l'aplicació de fungicides seleccionats i més efectius (Torguet *et al.*, 2022).

FIGURA 4

Símptomes de la taca ocre de l'ametller, causada per *Polystigma amygdalinum*



FONT: Gemma Pons-Solé, IRTA.

2.4. La moniliosi

Aquesta malaltia està causada per diversos fongs del gènere *Monilinia* en fruiters de piñol, encara que l'espècie *M. laxa* és la majoritària en l'ametller. El nom comú de la malaltia prové, doncs, d'una mala interpretació del nom científic. És una malaltia habitual en zones de pluviometria i/o humitat altes, però al mateix temps d'incidència variable segons les condicions meteorològiques específiques de cada temporada. En les zones en les quals és present, apareix quan la humitat ambiental és alta i les temperatures són suaus (10-15 °C). En aquest sentit, doncs, no té una distribució geogràfica restringida a determinades zones del país; pot ser present arreu.

El primer símptoma que s'observa a les plantacions afectades és el pansiment dels brots florals, que causa l'assecament de la flor, que queda enganxada al brot (figura 5). Posteriorment, i si les condicions ambientals continuen sent favorables, la infecció continua avançant en forma d'un xancre que afecta tot el brot floral i el branquilló adjacent, que queda sec i roman a l'arbre. Aquesta malaltia, en assecar els brots florals, disminueix sensiblement el nombre de fruits que prosperen i pot provocar pèrdues de collita significatives segons la gravetat dels atacs. El patogen també pot infectar directament els fruits quan encara són tendres, en els quals provoca l'aparició de taques seques, ovalades i grisques, i més tard en causa la momificació.

El fong passa l'hivern en forma de miceli a les parts afectades: brots florals, fruits momificats i branques infectades. Sobre aquestes parts infectades es formen els conidis (espores asexuals del fong), que es dispersen mitjançant el vent i l'aigua de la pluja, principalment a la primavera, i infecta les flors i els fruits. Per disminuir la font d'inòcul i el risc d'infecció associat, es recomana eliminar les branques afectades, així com els fruits momificats.

En aquelles plantacions en les quals la malaltia és endèmica, es pot fer un tractament fungicida preventiu abans de l'inici de la floració o en les primeres fases (10% de la floració), ja que el període més sensible a la malaltia té lloc des de l'inici de la floració fins a la caiguda dels pètals. En el mercat hi ha diversos productes fungicides a l'abast.

2.5. El xancre de les branques

El xancre de les branques, causat pel fong *Diaporthe amygdali*, es coneix en l'àmbit del sector productor amb diversos noms (com ara «fusicocum», «fomopsis»), tots derivats dels noms científics que anteriorment havia tingut aquesta espècie fúngica (*Fusicocum amygdali* o *Phomopsis amygdali*). A banda de l'ametller, també infecta el presseguer, el nectariner i l'albercoquer. Aquesta malaltia té preferència per les zones litorals del país, on les temperatures són més suaus que a les zones interiors.

El símptoma més característic de la malaltia és l'assecament dels brots i de les branques. A les branques afectades s'observen uns xancre de formes ovalades, una mica deprimits en superfície i de color marró fosc, que s'estenen generalment al voltant dels borrons, tant foliars com florals (figura 6). En el cas d'afectar els borrons florals, els símptomes que causa *Diaporthe* es poden confondre fàcilment amb els causats per *Monilinia*. Quan el xancre anella les branques, les asseca i moren. El fong produeix una toxina anomenada *fusicoccina*, que també participa en el marciment dels brots. Si els atacs de la malaltia són prou intensos es pot arribar a produir una pèrdua de collita important.

Les condicions meteorològiques que afavoreixen la infecció són les temperatures suaus, la humitat alta, les pluges i la rosada. Aquestes condicions són les que determinen la major part d'infeccions que es donen durant la primavera, sobretot en els mesos de maig i juny. L'altre període que cal tenir en compte és la tardor, quan es produeix la cai-

FIGURA 5

Símptomes de la moniliosi de l'ametller, causada per *Monilinia laxa*



FONT: Laura Torquet, IRTA

FIGURA 6

Xancre de les branques, causat per *Diaporthe amygdali*



FONT: Jordi Luque, IRTA

guda de les fulles. La pluja i les humitats elevades provoquen un degoteig, que arrossega els conidis (espores) d'un brot a un altre, fet que concentra les infeccions a la part baixa de la capçada dels arbres.

El control de la malaltia és complex, ja que es desconeixen aspectes de la biologia del patogen que són importants en el procés infectiu, com ara l'alliberament de les espores i les condicions ambientals òptimes per a la infecció, entre d'altres. Algunes mesures generalistes proposen eliminar les parts afectades per mitjà de la poda —sempre en temps fred i sec— i l'ús de cultivars tolerants en àrees propenses a l'aparició de la malaltia (Beluzán *et al.*, 2022b). Aquests autors han observat que, en general, les varietats de floració tardana i les de maduració primerenca són més susceptibles al patogen.

2.6. Altres malalties foliars i del fruit

A banda de les malalties anteriors, hi ha altres malalties amb més o menys presència a Catalunya que no necessàriament presenten conseqüències menys greus. Per no allargar aquest text, hem decidit agrupar-les en un únic apartat. Es tracta de l'antracnosi, l'arrufat i la perdigonada o mal anomenada «malaltia del cribat».

L'antracnosi és causada per diferents espècies fúngiques del gènere *Colletotrichum* (principalment *C. acutatum* i *C. godetiae*). La malaltia pot afectar tots els òrgans de la part aèria de l'arbre: flors, fruits, fulles, brots i branques, però els símptomes principals són l'assecament de flors i fruits (figura 7a). L'afectació de les flors recorda la moniliosi o el xancre de *Diaporthe*, per la qual cosa només un laboratori de diagnòstic especialitzat les pot diferenciar. En els fruits, es manifesta com unes taques arrodonides, de superfície deprimida i amb coloració ataronjada i formació de goma posterior. A mesura que el fruit creix, la coloració s'enfosqueix. En cas que la infecció arribi al gra (ametlla), se n'observa la podridura. Ara per ara no sembla rellevant a Catalunya, però al sud de Portugal i a Andalusia ha tingut un fort impacte en els darrers anys. Hauríem d'estar alerta en la seva evolució.

L'arrufat està provocat pel fong *Taphrina deformans*, àmpliament distribuït per tota la península Ibèrica. A banda de l'ametller, afecta principalment el presseguer i el nectariner. La malaltia es manifesta sobretot a les parts verdes de la planta, com són les fulles —principalment— i els fruits tendres, i causa unes deformacions característiques (figura 7b). El miceli del fong és el responsable de la hipertròfia que provoca l'engruiximent del limbe i la formació d'unes ondulacions característiques a les fulles que poden presentar un aspecte verd-blanc, rosa brillant o vermell. Les infeccions tenen lloc principalment a la primavera, coincidint amb l'inici de la brotada i en presència de períodes de pluges i temperatures suaus. Tot i la seva àmplia distribució, no és una malaltia excessivament

preocupant i es pot controlar força bé amb productes fitosanitaris aplicats principalment abans de la floració.

La perdigonada de l'ametller (en castellà, *cribado*) és una malaltia causada pel fong *Wilsonomyces carpophilus* (sinònim: *Stigmina carpophila*), que ataca diferents espècies del gènere *Prunus* i es troba arreu de la península Ibèrica. El fong provoca petites taques marrones, necròtiques, en fulles, fruits i branques. Les taques de les fulles s'assequen i es desprenen, la qual cosa provoca unes perforacions que fàcilment s'assimilen a les d'una perdigonada (figura 7c). Els atacs forts poden produir defoliacions importants i reduir l'activitat fotosintètica de l'arbre. A la pell dels fruits s'hi observen petites taques necròtiques, que acostumen a ser superficials. A les branques, aquestes taques formen xancres foscos, petits i amb exsudat de goma. Aquest fong passa l'hivern als xancres o borrons infectats de l'any anterior. Les primaveres humides augmenten el ritme de propagació del patògen. Durant l'estiu, i si les temperatures són molt altes, el fong s'inactiva, però a la tardor es pot reprendre la fase infectiva en baixar les temperatures i augmentar la humitat.

FIGURA 7

Símptomes característics de: a) antracnosi en fruit, b) arrufat i c) perdigonada



Font: a) R. Santiago, Servei de Sanitat Vegetal, Junta d'Extremadura; b) Laura Torguet, IRTA; c) Jordi Luque, IRTA.

3. Malalties del tronc i de les arrels

3.1. La podridura per *Phytophthora*

Els atacs de *Phytophthora* no havien estat mai problemàtics en l'ametller fins fa ben poc; el motiu: l'ametller ha estat tradicionalment un cultiu de secà estricte i, a més, s'havia cultivat habitualment sobre peu franc. Actualment, cada cop són més les plantacions —especialment les noves— en què s'aplica el reg i s'usen portaempelts híbrids, molts dels quals provenen del presseguer —més sensible a malalties de l'arrel. Ambdós factors, però especialment el reg, afavoreixen l'expansió de *Phytophthora*, un gènere d'oomicets patògens causants de les podridures d'arrel i del coll de l'arrel. Aquest és un bon exemple del que hem comentat en el paràgraf introductori d'aquest treball: la tecnificació del cultiu pot comportar l'emergència de nous problemes fitopatològics.

Diferents espècies de *Phytophthora* i d'altres gèneres afins poden atacar l'ametller (Beluzán *et al.*, 2022a). Produeixen podridures tant de l'arrel com del coll de l'arrel, i fins i tot poden progressar pel tronc de l'arbre en sentit ascendent (figura 8a i 8b). L'entollament i la humitat excessiva —sigui per pluja o per excés de reg— afavoreixen el desenvolupament del patògen, que és capaç de romandre a terra de manera saprofítica, sobre substrats orgànics com ara les restes vegetals i l'humus, cosa que en dificulta, i molt, el control.

L'acció de *Phytophthora* es localitza al coll de l'arrel i a les arrels principals. L'escorça d'aquesta zona es va podrint i deshidratant progressivament, i adquireix una coloració més fosca. Els teixits vasculars moren i deixen de ser funcionals a mesura que el patògen progressa per l'interior de la planta. La malaltia sol avançar ràpidament, de manera que els arbres atacats presenten símptomes més o menys accentuats, com ara el decandiment generalitzat, el marciment i la caiguda de les fulles, així com els fruits de poc calibre i mala maduració. Si l'atac és greu, s'arriba al col·lapse i a la mort de l'arbre, fet que no és infreqüent.

En general, poca cosa es pot fer per controlar les malalties de l'arrel. Donada la impossibilitat de tractar el terra de la plantació amb fungicides, l'estratègia contra la malaltia es basa en les mesures de prevenció i de maneig del cultiu. Les mesures que es poden aplicar són: utilitzar portaempelts tolerants (els de prunera són més resistents que els de presseguer o híbrids de presseguer i ametller) i, especialment, disposar de bons drenatges a la finca, que evitin l'acumulació d'aigua en èpoques de pluges abundants. També cal evitar fer les plantacions en sòls compactes i modificar la gestió del reg per tal de fer regs més freqüents però més curts, per evitar els entollaments.

FIGURA 8

Síntomes de la podridura d'arrel i coll d'arrel causada per *Phytophthora*: a) aspecte general d'una planta afectada i b) xancre en el tronc



FONT: Jordi Luque, IRTA.

3.2. La podridura per *Armillaria*

Armillaria mellea és el principal agent causant de la també anomenada *podridura blanca*. Es tracta d'un fong basidiomicet, el cos fructífer del qual s'identifica plenament amb la imatge popular del que entenem per «bolet». No sempre, però, trobem el bolet fructificat a les plantacions d'ametller.

El miceli del fong es propaga pel sòl gràcies a les habilitats saprofítics d'aquesta espècie, capaç de viure de la matèria orgànica morta —com ara les restes d'arrels mortes—, i la formació de rizomorfs. Els rizomorfs són uns òrgans que recorden les arrels pel seu aspecte de cordons i que proporcionen al fong un cert grau de protecció enfront de condicions adverses del medi. La infecció s'inicia quan els rizomorfs s'adhereixen a les arrels de l'arbre, penetren sota l'escorça i el miceli del fong creix formant uns ventalls característics, de color blanquinós. El miceli del fong podreix els teixits de les arrels i del

coll de l'arbre, de manera que la planta es debilita i les fulles es tornen cloròtiques i cauen. La progressió de la malaltia és prou lenta i pot durar anys, de manera que el decandiment general de l'arbre també és acompanyat d'una reducció del creixement i de pèrdues de collita successives. L'arbre, finalment, mor (figura 9).

Com que el fong es transmet activament pel terra, els atacs d'*Armillaria* a les plantacions es produeixen en forma de rodals, la superfície dels quals creix i s'estén com una taca d'oli. Aquests rodals ja són un bon indicatiu de l'afectació per *Armillaria*. Les infeccions són més ràpides en plantacions joves, i més si són en regadiu.

El més preocupant del cas és que el terra de la plantació pot quedar infectat durant força anys, gràcies a la capacitat saprofítica del fong. Això dificulta enormement el control de la malaltia. Malauradament, no hi ha mitjans curatius per fer front a *Armillaria*. L'estratègia contra la malaltia es basa principalment en les mesures de prevenció —durant la preparació de les plantacions noves— i a actuar ràpidament quan se'n detecten els primers símptomes. En cas de confirmar-se que ja hi havia plantes afectades en el cultiu anterior, la nova plantació s'hauria d'endarrerir una sèrie d'anys, durant els quals s'han de fer tasques profundes de llaurada per llevar tantes restes d'arrels com sigui possible. En plantacions ja establertes, s'ha arribat a suggerir la realització de rases profundes al voltant dels arbres afectats, per tal de crear una discontinuïtat en el sòl que dificulti la progressió del patogen.

3.3. El xancre escumós

El xancre escumós o *foamy canker* va ser descrit per primera vegada als EUA el 1974, concretament a Califòrnia. Es desconeix l'agent causant d'aquesta patologia, però es creu que és un bacteri, tot i que tampoc no s'ha pogut confirmar. L'escuma associada a la malaltia es deu a l'acció d'uns bacteris fermentatius (*Zymomonas* spp.) que es troben dins del sistema vascular de l'arbre. Aquest bacteri provoca una acumulació de gasos i fluids que esclaten quan la pressió generada a l'interior de l'arbre és prou gran per trencar la superfície de l'escorça. Tot i això, no s'ha pogut confirmar que *Zymomonas* sigui l'únic agent causal. La malaltia s'ha trobat principalment en ametllers de dos o tres anys, però també més grans. La malaltia no segueix cap patró concret ni se'n coneix cap relació amb el maneig del cultiu (Flint, 2002). A Espanya es detecta per primera vegada el juny del 2012, en una finca d'ametllers en regadiu de Lleida (Torguet *et al.*, 2016). Actualment, ja es coneix a Andalusia, Aragó i Extremadura, on afecta diferents varietats i gairebé sempre arbres de dos a quatre anys.

Els símptomes de la malaltia són molt evidents: el tronc de l'ametller s'esquerda amb vessament de gran quantitat de goma de color vermellós, que regalima pel tronc, a la qual segueix una escuma més blanquinosa (figura 10). Aquests símptomes van acompanyar

nyats d'una olor molt forta d'alcohol, que fa pensar que s'està produint un procés fermentatiu. Sota l'escorça del tronc s'observa la fusta podrida, blanca i tova, que posteriorment es torna de color negre. Finalment, l'arbre acaba morint. El xancre de l'escuma, igual que altres malalties bacterianes, provoca lesions de manera irregular; per això s'observen zones sanes capaces de produir brots, envoltades de teixits malalts. Tot i així, aquests brots no viuen gaire temps i acaben morint com la resta. La malaltia és activa només els mesos de màxim creixement de l'arbre i els xancres es poden guarir durant l'hivern. Si el tronc o les branques tenen la fusta anellada per la malaltia les fulles moren i es mantenen seques a l'arbre sense caure.

És una malaltia força desconeguda; queda molt per aprendre sobre el xancre escumós de l'ametller. Desconeixent l'epidemiologia de la malaltia, no hi ha recomanacions directes que es puguin fer al productor. En aquest cas, es recomana eliminar els arbres malalts quan se'n faci evident l'afectació.

FIGURA 9

Aspecte d'un ametller afectat per *Armillaria mellea*



FONT: Jordi Luque, IRTA.

FIGURA 10

Síntomes del xancre escumós (*foamy canker*), d'etiologia desconeguda



FONT: Jordi Luque, IRTA.

4. Conclusions

El cultiu de l'ametller arreu del món viu una conjuntura molt favorable en les darreres dècades, que es tradueix en augments significatius i simultanis de la producció i del consum d'ametlla. La demanda creixent d'aquest producte ha comportat una tecnificació del cultiu, per augmentar el rendiment i la productivitat arreu de les diferents regions productores i cobrir així les necessitats mundials. Això passa per l'ús de varietats d'ametller més productives, la plantació intensiva o superintensiva dels arbres i l'aplicació del reg i la fertilització a les noves plantacions, entre altres factors.

La tecnificació del cultiu ha comportat el ressorgiment d'algunes malalties de l'ametller que, o bé ja eren prou conegudes però minoritàries, o bé han aparegut de nou. Si ens centrem en el marc geogràfic de Catalunya, dins de la categoria de la reemergència de malalties conegudes hi podríem incloure la taca bacteriana, la taca ocre i el xancre de les branques causat per *Diaporthe*. En particular, la taca bacteriana és força preocupant; en els darrers anys s'està estenent a una gran velocitat per les terres de Lleida i Tarragona.

Tant o més preocupant que aquestes malalties reemergents és l'aparició de malalties noves o poc conegudes. Aquí hi hauríem d'incloure necessàriament l'escaldat causat per *Xylella*. Tot i que no sembla present al Principat avui en dia, el seu gran potencial destructiu i la proximitat dels focus, com ara el de l'illa de Mallorca, fan que sigui una de les malalties més amenaçadores i que cal vigilar de manera molt estreta.

La podridura d'arrels causada per *Phytophthora*, una malaltia que es veu afavorida pel reg —a vegades excessiu— de les noves plantacions, i per la propagació comercial del material vegetal infectat, també pot considerar-se una malaltia *nova*. D'una altra banda, tot i que no present o molt poc present a Catalunya, no podem deixar de vigilar l'expansió de l'antracnosi pel sud-oest de la península Ibèrica. Segurament, és només qüestió de temps que arribi al nostre país. I tampoc no podem oblidar el cas, preocupant i molt poc estudiat, del xancre escumós. Ara com ara les incidències semblen ser esporàdiques, fins i tot dins d'una mateixa plantació, però el mateix desconeixement de la malaltia i la seva evolució potencial són el que la fan realment preocupant.

Finalment, un problema recurrent i insidiós a Catalunya és el cas de la podridura per *Armillaria*. Molt present a les terres de Tarragona, i potser una mica menys a les de Lleida, és una problemàtica molt complicada i de difícil control. És freqüent en casos de replantació, de substitució de cultius (afecta també altres fruiters i vinya), i fins i tot de noves plantacions en terrenys guanyats al bosc, perquè també afecta espècies forestals.

L'estudi de les malalties de les plantes —conreades, en aquest cas— i del seu control proporcionen a la disciplina de la patologia vegetal un rol important en la protecció dels conreus i el manteniment d'una agricultura productiva. Els canvis continuats que observem en el medi i en l'activitat agrícola, com els que hem comentat aquí en el cas de

l'ametller, fan necessari —més que mai— el fet de mantenir-se contínuament al dia sobre el control de les amenaces dels nostres cultius.

Bibliografia

- AUTORITAT EUROPEA DE SEURETAT ALIMENTÀRIA (EFSA) (2022). «Update of the *Xylella* spp. host plant database – systematic literature search up to 30 June 2022». *EFSA Journal*, núm. 21 (1), article e07726.
- BELUZÁN, F.; MIARNAU, X.; TORGUET, L.; ARMENGOL, J.; ABAD-CAMPOS, P. (2022a). «Survey of oomycetes associated with root and crown rot of almond in Spain and pathogenicity of *Phytophthora niederhauserii* and *Phytophthora vexans* to ‘Garnem’ Roots-tock». *Agriculture*, núm. 12, article 294.
- BELUZÁN, F.; MIARNAU, X.; TORGUET, L.; ZAZURCA, L.; ABAD-CAMPOS, P.; LUQUE, J.; ARMENGOL, J. (2022b). «Susceptibility of almond (*Prunus dulcis*) cultivars to twig canker and shoot blight caused by *Diaporthe amygdali*». *Plant Disease*, núm. 106 (7), p. 1890-1897.
- DALMAU-SORLÍ, V.; FERRER-MATOSÉS, A.; JAQUES-MIRET, J. A.; MIRANDA, M. A.; VICENT, A. (2021). «*Xylella fastidiosa* a la conca mediterrània». *Quaderns Agraris*, núm. 51, p. 31-60.
- DEPARTAMENT D'ACCIÓ CLIMÀTICA, ALIMENTACIÓ I AGENDA RURAL (DAAM) (2011). «Sanitat vegetal en producció ecològica de l'ametller i l'avellaner». Fitxa tècnica núm. 12, producció agrària ecològica. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. 12 p. També disponible en línia a: <http://pae.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/fitxapae12_sv.pdf> [Consulta: 7 novembre 2022].
- FLINT, M. L. (ed.) (2002). *Integrated pest management for almonds*. 2a ed. Oakland, CA (EUA): Universitat de Califòrnia. Division of Agriculture and Natural Resources, publication 3308. 199 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE STATISTICAL DATABASE (FAOSTAT) (2022). «Food and agriculture data» [en línia]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>> [Consulta: 7 novembre 2022].
- INTERNATIONAL NUT & DRIED FRUIT COUNCIL (INC) (2022). «Nuts & dried fruits statistical yearbook 2019/2020» [en línia]. International Nut & Dried Fruit Council. <<https://inc.nutfruit.org/>> [Consulta: 7 novembre 2022].
- MIARNAU, X.; TORGUET, L.; ZAZURCA, L.; MALDONADO, M.; GIRABET, R.; BATLLE, I.; ROVIRA, M. (2018). «El futuro del almendro en España: ¿será posible producir 4.000 kg de grano/ha?». *Horticultura*, núm. 337, p. 16-26.

- MIARNAU, X.; VARGAS, F. J.; MONTSERRAT, R.; ALEGRE, S. (2010). «Aspectos importantes en las nuevas plantaciones de almendro en regadío». *Revista de Fruticultura*, núm. extraordinari 2010, p. 94-103.
- MIARNAU, X.; ZAZURCA, L.; TORGUET, L.; ZÚÑIGA, E.; BATLLE, I.; ALEGRE, S.; LUQUE, J. (2021). «Cultivar susceptibility and environmental parameters affecting symptom expression of red leaf blotch of almond in Spain». *Plant Disease*, núm. 105 (4), p. 940-947.
- MINISTERI D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ (MAPA) (2022a). «Avances de superficies y producciones anuales de cultivos, año 2021» [en línia]. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. <<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>> [Consulta: 7 novembre 2022].
- MINISTERI D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ (MAPA) (2022b). «Registro de productos fitosanitarios» [en línia]. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. <<https://servicio.mapa.gob.es/regfiweb>> [Consulta: 7 novembre 2022].
- OLLERO-LARA, A.; AGUSTÍ-BRISACH, C.; LOVERA, M.; ROCA, L. F.; ARQUERO, O.; TRAPERO, A. (2019). «Field susceptibility of almond cultivars to the four most common aerial fungal diseases in southern Spain». *Crop Protection*, núm. 121, p. 18-27.
- ORGANITZACIÓ EUROPEA I MEDITERRÀNIA PER A LA PROTECCIÓ VEGETAL (EPPO) (2019). «PM 7/24 (4) *Xylella fastidiosa*». *EPPO Bulletin*, núm. 49 (2), p. 175-227.
- PALACIO-BIELSA, A.; CAMBRA, M. A.; CUBERO, J.; GARITA-CAMBRONERO, J.; ROSELLÓ, M.; LÒPEZ, M. M. (2014). «La mancha bacteriana de los frutales de hueso y del almendro (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), una grave enfermedad emergente en España». *Phytoma*, núm. 259, p. 36-42.
- PONS-SOLÉ, G.; MIARNAU, X.; TORGUET, L.; ZAZURCA, L.; ZÚÑIGA, E.; LUQUE, J. (2021). «La mancha ocre del almendro: ¿qué sabemos de esta enfermedad y su control?». *Tierras Agricultura*, núm. 298, p. 74-82.
- TORGUET, L.; BATLLE, I.; ALEGRE, S.; MIARNAU, X. (2016). «Nuevas plagas y enfermedades emergentes, una amenaza para el cultivo del almendro en España». *Fruticultura*, núm. 49, p. 152-165.
- TORGUET, L.; MALDONADO, M.; MIARNAU, X. (2019). «Importancia y control de las enfermedades en el cultivo del almendro». *Agricultura*, núm. 1026, p. 72-76.
- TORGUET, L.; ZAZURCA, L.; MARTÍNEZ, G.; PONS-SOLÉ, G.; LUQUE, J.; MIARNAU, X. (2022). «Evaluation of fungicides and application strategies for the management of the red leaf blotch disease of almond». *Horticulturae*, núm. 8 (6), article 501.