



Enfermedades del algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.)

A. TRAPERO, R. VARO, M.E. SÁNCHEZ, L.F. ROCA, A. LÓPEZ-MORAL, C. AGUSTÍ-BRISACH

Grupo Patología Agroforestal, Departamento de Agronomía (DAUCO Unidad de Excelencia María de Maeztu 2020–23), ETSIAM, Universidad de Córdoba (UCO).

RESUMEN

La información sobre el cultivo del algarrobo, y especialmente sobre las enfermedades que le afectan, es muy limitada al tratarse de una especie escasamente domesticada. En este trabajo se revisa el conocimiento actual sobre las enfermedades del algarrobo, describiéndose los síntomas, agentes causales y ciclo biológico de las más importantes, así como las recomendaciones generales para su control.

Palabras clave: *Ceratonia siliqua*, Control, Enfermedades, epidemiología, etiología.

ABSTRACT

Diseases of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). Information on the carob tree, and especially on the diseases that affect this crop, is very limited because it is a scarcely domesticated species. In this work, the current knowledge on carob tree diseases is reviewed, describing the symptoms of the diseases, causal agents and life cycle of the most important ones, as well as general recommendations for their control.

Key words: *Ceratonia siliqua*, Control, Diseases, Epidemiology, Etiology.

El algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) es una leguminosa arbórea perennifolia originaria posiblemente de la costa oriental del Mediterráneo o de la Península Arábiga, aunque ampliamente distribuida por toda la región mediterránea desde antiguo, sobre todo debido a la acción de los árabes (CUBERO, 1999). Como árbol típicamente mediterráneo y escasamente domesticado, la información científico-técnica sobre esta especie es muy limitada. Aunque se menciona al algarrobo en prácticamente todos los escritos agronómicos antiguos desde Teofrasto, las referencias se refieren escuetamente a su identificación, las zonas de cultivo más adecuadas y algunas características agronómicas, como la plantación o el injerto, así como a su valor como alimento animal, o humano en tiempos de escasez, o bien a su valor paisajístico. Recientemente, el cultivo del algarrobo ha cobrado gran interés debido a su valor agronómico, medioambiental y nutricional (Tous, 2017).

España se considera como el primer país productor (unas 80.000 t/año) y exportador mundial de algarrobas o garrofas y de goma de garrofin (unas 8.000 t/año), aunque estas cifras varían marcadamente según la fuente de origen. No obstante, la tipología del cultivo y aprovechamiento del algarrobo en nuestro país es muy variable, desde plantaciones intensivas en riego y totalmente mecanizadas, como en algunas zonas de Cataluña, Comunidad Valenciana o Baleares, hasta árboles diseminados con poco



Figura 1. Tipologías del cultivo y aprovechamiento del algarrobo en España: **A**, plantación intensiva en regadío en Cataluña; **B**, árboles diseminados en Andalucía; **C**, ejemplar centenario productivo en la sierra de Córdoba.

o ningún cuidado agronómico, considerada más bien como especie forestal, como ocurre en numerosos lugares, y especialmente en Andalucía (Figuras 1A–B). La elevada rusticidad de esta especie, con su buena adaptación a distintos tipos de suelo en seco, ha podido contribuir a esta situación y a que se considere como un árbol bastante tolerante a todo tipo de adversidades, incluidas las plagas y enfermedades, lo que parece confirmar la existencia de numerosos ejemplares centenarios productivos (Figura 1C).

La falta de información sobre el algarrobo es especialmente destacada en relación a las enfermedades que le afectan, y más aún en el caso de España. En nuestro país, las referencias sobre enfermedades del algarrobo están limitadas a textos generales del cultivo que incluyen la descripción de sus principales enfermedades basada sobre todo en trabajos realizados en otros países (DARÍS OLMS, 1964; MARTINS Y BRITO, 1989; TOUS Y BATLLE, 1990; SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002). Uno de los escasos trabajos específicos

sobre enfermedades de esta especie corresponde a prospecciones de campo y viveros realizadas por nuestro grupo de investigación en Andalucía (VARO Y TRAPERO, 2001), donde se puso de manifiesto la alta incidencia de algunas enfermedades en ciertos años y localizaciones. Esta variabilidad de los ataques, relacionada con la variabilidad del clima mediterráneo, también es responsable de la falta de información sobre pérdidas del cultivo debidas a enfermedades y el escaso desarrollo de medidas de control. Asimismo, la intensificación del cultivo en algunas zonas, propiciada por las buenas perspectivas económicas del algarrobo, está favoreciendo la aparición de nuevos problemas fitosanitarios. En el presente trabajo se describen la sintomatología, etiología y posibilidades de control de las enfermedades del algarrobo en la cuenca mediterránea y en otros países con clima mediterráneo donde se ha introducido esta leguminosa (Cuadro 1). Paradójicamente, gran parte de la información sobre enfermedades de esta especie



Todo el mundo
tiene una estrategia
hasta que le sueltas
la primera hostia

-Mike Tyson-

GARANTÍZATE CULTIVOS 100% ECOLÓGICOS DE PRINCIPIO A FIN

...de verdad y sin sorpresas

Alguna vez te has preguntado... ¿Dónde se fabrican los fertilizantes líquidos ecológicos que consumes?. ¿Has visto las fábricas?. Pide a tu proveedor habitual que te enseñe su fábrica de líquidos ecológicos y después ven a vernos.

En Fertinagro contamos con la fábrica N°1 en fertilizantes líquidos ecológicos, posiblemente la única que cuenta con una producción ecológica 100% integrada, desde el origen de las materias primas hasta el producto final.

Cada día son más las grandes empresas de alimentación que exigen una trazabilidad total de las producciones ecológicas. Porque a los consumidores de tus frutas y hortalizas no les puedes fallar, **construye bien tu estrategia y no juegues con el futuro de tu negocio.**



Cuadro 1. Relación de enfermedades fúngicas del algarrobo según su importancia en España.

Enfermedad	Agente Causal	Importancia ¹
Micosis foliares		
Oídio	<i>Pseudoidium ceratoniae</i> (<i>Oidium ceratoniae</i>)	A
Cercosporiosis	<i>Pseudocercospora ceratoniae</i>	A
Otras micosis foliares	<i>Alternaria</i> , <i>Colletotrichum</i> *, <i>Cylindroseptoria</i> , <i>Dothiora</i> , <i>Hainesia</i> *, <i>Mycosphaerella</i> , <i>Pestalotia</i> , <i>Pestalotiopsis</i> *, <i>Phoma</i> *, <i>Phomopsis</i> , <i>Septoria</i> , etc.	M
Micosis de la madera		
Chancros y desecaciones de ramas	<i>Botryosphaeriaceae</i> , <i>Cytosporaceae</i>	M
Podredumbres de madera	<i>Fomes</i> , <i>Ganoderma</i> , <i>Laetiporus</i> , <i>Phellinus</i> , <i>Polyporus</i> , <i>Stereum</i> , etc.	B
Micosis del fruto		
Podredumbres de frutos	<i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Colletotrichum</i> , <i>Penicillium</i> , etc.	B
Micosis radicales		
Verticilosis	<i>Verticillium dahliae</i>	B
Podredumbres de raicillas	<i>Phytophthora</i> spp., <i>Pythium</i> spp.	B
Podredumbres de raíces leñosas	<i>Armillaria mellea</i> , <i>Rosellinia necatrix</i>	B
Bacteriosis y Fitoplasmosis		
Necrosis bacteriana	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>ciccaronei</i>	B
Tumor bacteriano	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	B
Virosis		
Mosaicos, manchas anulares, amarilleces	Desconocidos	B
Nematodos		
Agallas, lesiones y deformaciones radicales	<i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Xiphinema</i>	B
Abióticos, Fisiopatías, Daños		
Seca de ramas, decaimientos	Frío, exceso humedad, viento, actividad humana	B–M

(1) A=Alta, M=Moderada, B=Baja. Datos relativos aproximados basados en estudios propios, así como en diversas fuentes bibliográficas. * Patógeno poco importante en campo, pero de gran relevancia en vivero.

se ha generado en estos países allende la cuenca mediterránea. Este trabajo ha sido presentado como ponencia en la VIII Jornada Técnica EiG, Fomento y Mejora del Algarrobo (TRAPERO, 2021), la cual está disponible en la página web de EiG (<http://www.garrofa.org/>).

Micosis aéreas Oídio (*Pseudoidium ceratoniae*)

El oídio es, junto a la cercosporiosis, una de las dos enfermedades más comunes y ampliamente distribuidas del algarrobo en el mundo. Aunque ambas se consideran endémicas de la cuenca mediterránea, también se han descrito en numerosos países donde se cultiva el algarrobo, posiblemente debido al movimiento de planto-

nes de algarrobo infectados. Los síntomas y signos de este oídio son bastante característicos afectando sobre todo a las hojas jóvenes en las partes más sombreadas del árbol, por lo que su diagnóstico en base a los síntomas no presenta problemas. Estos consisten en manchas cloróticas en el haz de la hoja, que se corresponden con una coloración grisácea en el envés debida a la producción de micelio y conidios (*Figuras 2A–H*). Esta coloración evoluciona con el tiempo desde gris claro hasta gris oscuro casi negro. Asimismo, las lesiones foliares terminan necrosándose y provocan la deformación de los folíolos (*Figuras 2B–D*) y su caída (*Figura 2F*), pudiendo confundirse con manchas necróticas causadas por hongos o bacterias necrotrofos. Síntomas

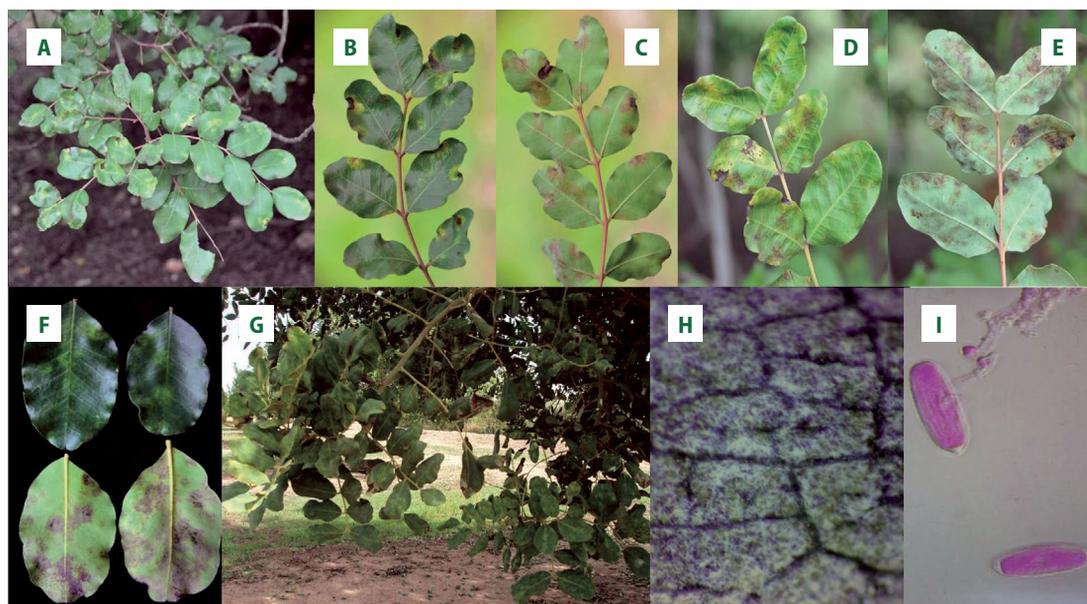


Figura 2. Síntomas y signos del oídio del algarrobo causado por *Pseudoidium ceratoniae*: **A**, manchas cloróticas en el haz de los folíolos; **B-F**, detalle de las manchas en el haz y envés de los folíolos; **G**, defoliación; **H**, micelio del hongo en la superficie del folíolo; **I**, conidios del patógeno.

similares también pueden desarrollarse en los frutos, aunque son menos comunes y severos que los foliares, pero se desconoce si se produce infección de las semillas.

El hongo causante de la enfermedad es un ascomiceto de la familia Erysiphaceae (en la que se incluyen todos los oídios) descrito por primera vez como *Oidium ceratoniae* en 1884 en el sur de Italia. Esta especie ha sido reclasificada en 2012 como *Pseudoidium ceratoniae*, debido a las características del estado asexual, ya que no se conoce su fase sexual productora de ascosporas. Por ello, el único tipo de esporas que produce son conidios formados individualmente, sin constituir cadenas, con la forma típica de barril y de dimensiones 26–36 x 12–14 μm (Figura 2I). Se trata de un biotrofo obligado específico del algarrobo que puede sobrevivir como micelio en los tejidos tiernos del árbol, como hojas, frutos, yemas y tallos jóvenes. Como en otros oídios, la producción de conidios, su dispersión por el viento y la infección es favorecida por la elevada humedad ambiental, aunque la lluvia es desfavorable; así como temperaturas moderadas, en torno a 20°C,

aunque el óptimo puede variar sensiblemente en función de la especie patógena y del huésped. Aunque no se conoce con precisión el ciclo vital de *O. ceratoniae* en algarrobo, en la Figura 3 se muestra el ciclo biológico de esta enfermedad basado en otros oídios similares.

En general, al ser el algarrobo una especie poco estudiada, no se han desarrollado estrategias y medidas específicas para el control de las enfermedades que le afectan, por lo que las recomendaciones de control se basan en las utilizadas para enfermedades similares de especies arbóreas (TRAPERO *et al.*, 2000). Asimismo, en lo que respecta a productos fitosanitarios, apenas hay productos autorizados para algarrobo, con la excepción de dos fungicidas contra el oídio y varios tratamientos biológicos contra podredumbres de raíces y nematodos (MAPA, 2021). En lo que se refiere al oídio, las medidas de control se basarían en podas de aclareo para favorecer la aireación de la copa, sobre todo en las partes bajas más sombreadas, eliminación o enterrado de las hojas afectadas que caen al suelo y la aplicación de fungicidas antioídico (ej. azufre, metra-

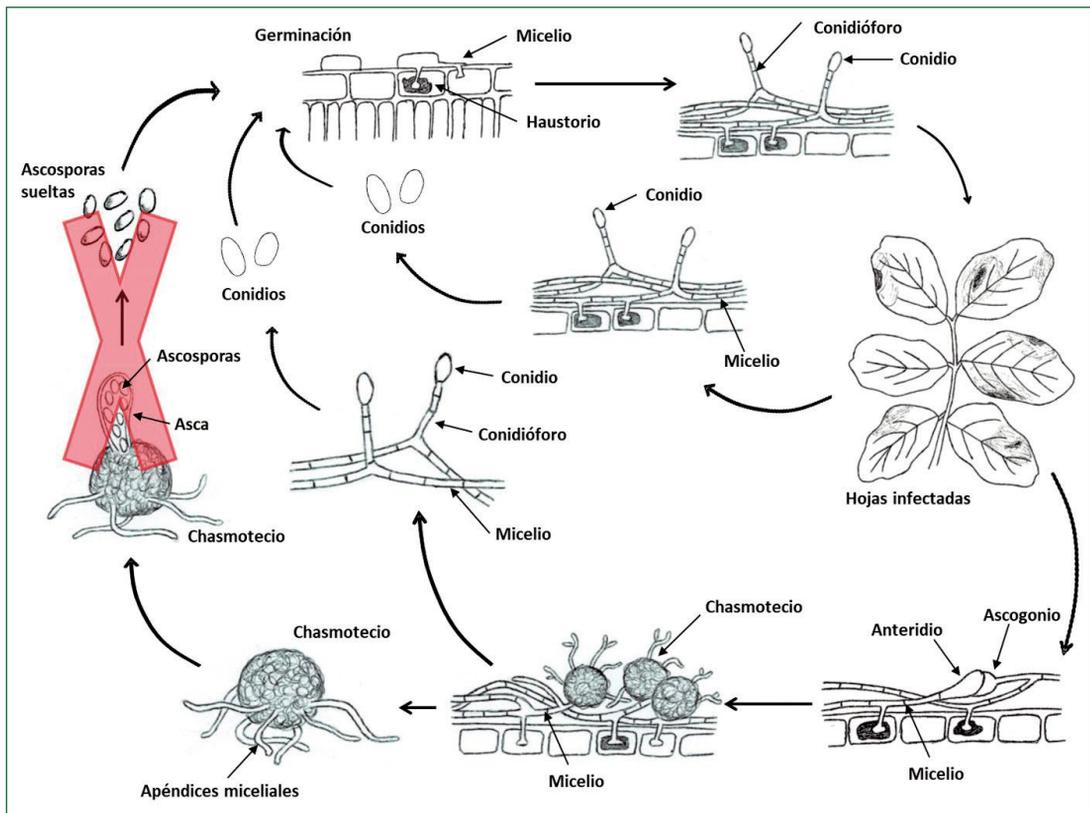


Figura 3. Ciclo biológico del oídio del algarrobo causado por *Pseudoidium ceratoniae*.

fenona, miclobutanol), generalmente en primavera cuando se detecten los primeros síntomas.

Cercosporiosis (*Pseudocercospora ceratoniae*)

Al igual que el oídio, la cercosporiosis también está ampliamente distribuida en las zonas del mundo donde se cultiva algarrobo, aunque se considera también nativa de la cuenca mediterránea. Los síntomas de esta enfermedad son también bastante distintivos, aunque no permiten su diagnóstico con total seguridad, como ocurre con el oídio, al poder confundirse con los de otras manchas foliares (VARO *et al.*, 2005). Los síntomas más característicos son lesiones necróticas con un halo amarillento (Figuras 4A-G), cuyo tamaño puede variar desde pequeñas puntuaciones o pecas (Figuras 4B-C) hasta grandes áreas necróticas irregulares que pueden llegar a

extenderse al foliolo completo (Figura 4D). Estas lesiones provocan la caída de los folíolos, pudiendo originar graves defoliaciones (Figura 4F) y un debilitamiento progresivo del árbol, si las condiciones ambientales son favorables para la enfermedad (PERROTA *et al.*, 1998). En las prospecciones realizadas en Andalucía, se pudieron detectar ejemplares gravemente defoliados por la cercosporiosis, tanto en campo como en viveros (VARO y TRAPERO, 2001).

El agente causal de esta enfermedad es el hongo *Pseudocercospora ceratoniae*, descrito por primera vez como *Cercospora ceratoniae* en Argelia en 1903. Se trata de un ascomiceto de la familia Mycosphaerellaceae cuyo estado sexual productor de ascosporas no es conocido, por tanto, las únicas esporas que produce son conidios alargados formados en pequeños esporodocios (Figuras 4H-I) que se desarrollan en las

COBRE NORDOX®

50

FUNGICIDA-BACTERICIDA CÚPRICO DE ALTA CONCENTRACIÓN

Composición: 50% p/p Cu (500 g/Kg) en forma de óxido cuproso. Polvo mojable (WP)



Ahora en
**ALMENDRO,
AVELLANO, NOGAL, y
PISTACHO**

www.massogro.com



COMERCIAL QUÍMICAMASSÓ, S.A.
C/ Viladomat, 321, 5ª planta - 08029 Barcelona
Tel.: 934 952 500 - Fax: 934 952 502
E-mail: massogro@cqm.es



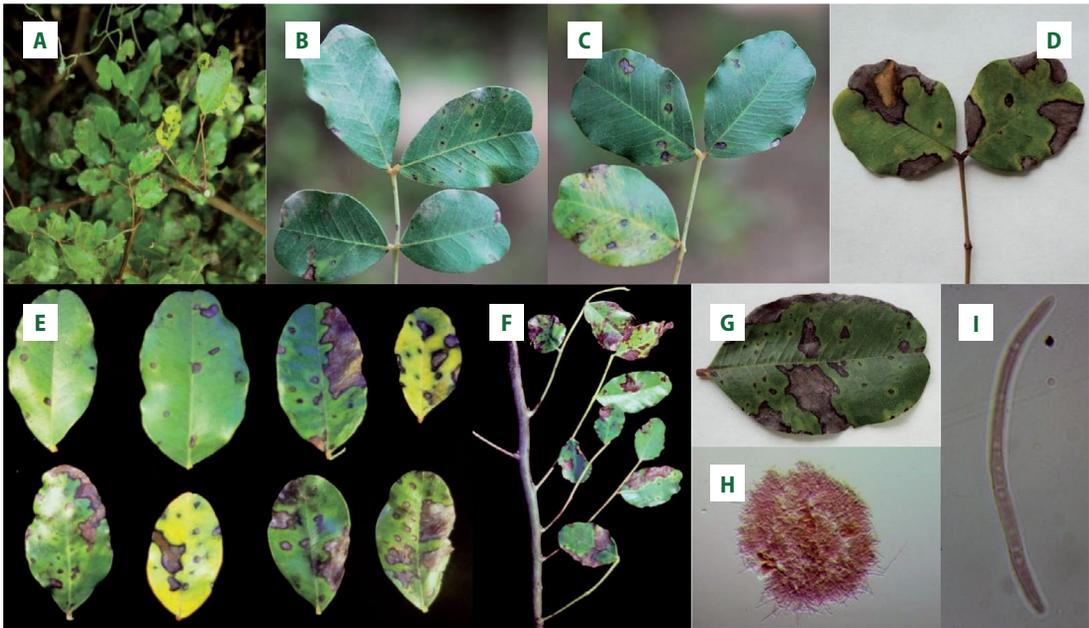


Figura 4. Síntomas y signos de la cercosporiosis del algarrobo causada por *Pseudocercospora ceratoniae*: **A**, manchas necróticas en el haz de los folíolos; **B–E**, detalle de las manchas necróticas; **F**, defoliación; **G**, detalle de las necrosis con estructuras del patógeno; **H**, detalle de un esporodocio del patógeno tomado de la superficie del folíolo; **I**, conidio del patógeno.

lesiones de hojas y frutos. Los conidios se dispersan por salpicaduras de gotas de lluvia y el viento y son responsables de las infecciones en los tejidos verdes y jóvenes del algarrobo, que es el único huésped descrito del patógeno. En base a esta información, el ciclo de la enfermedad se describe en la *Figura 5*.

Las recomendaciones para el control de la cercosporiosis son similares a las que se han indicado para el oidio, con la salvedad de que no hay productos fitosanitarios autorizados para esta enfermedad.

Otras micosis foliares (*Alternaria*, *Colletotrichum*, *Dothiora*, *Hainesia*, *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Septoria*, etc.)

Además de la cercosporiosis, el algarrobo es afectado por numerosas manchas foliares causadas por diversos hongos, cuyos síntomas comunes son lesiones necróticas variables en forma y tamaño, que presenta una coloración oscura, a veces casi negra, por lo que suelen re-

cibir el nombre genérico de “mancha negra” (*Figura 6*). Al presentar una morfología bastante similar, el diagnóstico en base a los síntomas es muy difícil o imposible, por lo que resulta necesario realizar un análisis de laboratorio para identificar el agente o agentes asociados. Aunque las infecciones por estos hongos suelen ser menos severas, también se han registrado graves ataques que provocan defoliaciones intensas del árbol, al igual que las dos enfermedades anteriores (*Figura 7*). Además de las hojas y brotes tiernos, las algarrobas también pueden ser afectadas por estos patógenos, originando lesiones necróticas similares a las observadas en hojas.

A nivel mundial, se han identificado unas 25 especies de ascomicetos pertenecientes a diversos órdenes y familias asociados con manchas foliares del algarrobo (FARR y ROSSMAN, 2021). La gran mayoría de estas especies se han descrito en la cuenca mediterránea, aunque también se han observado algunos casos en Australia, China, Congo, Honduras, India, Ma-

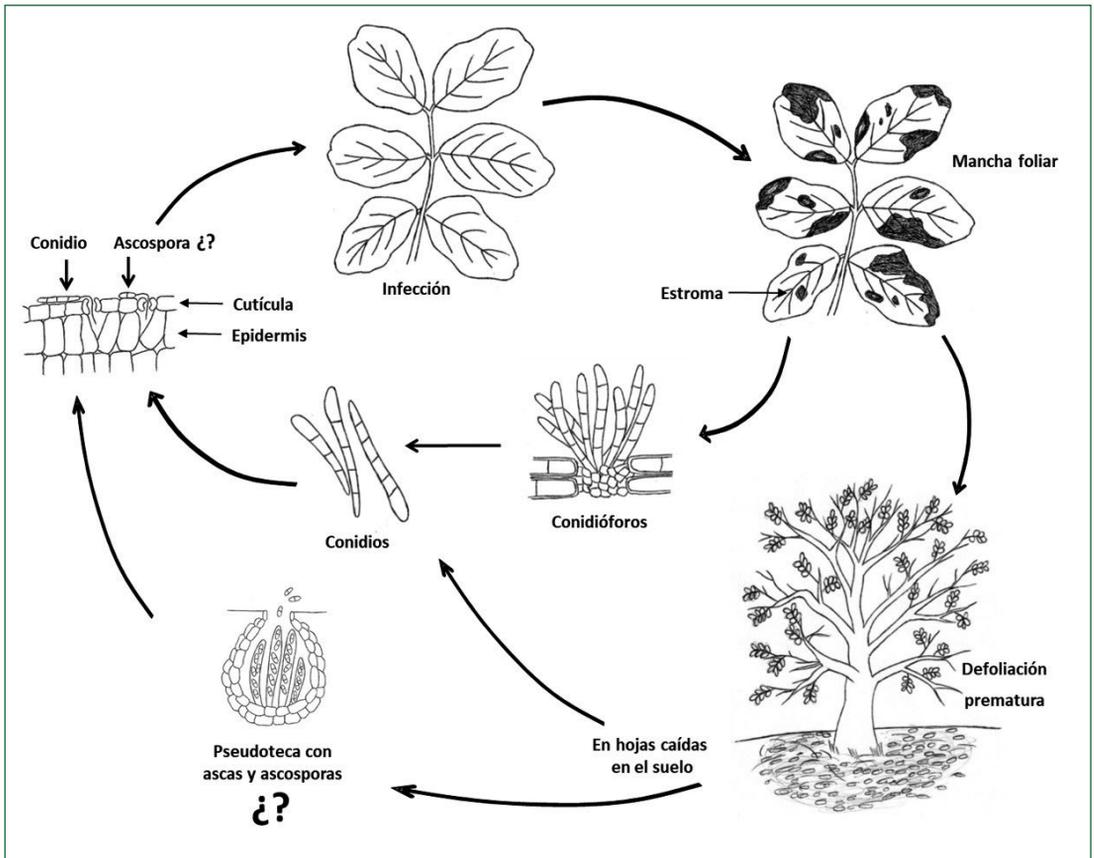


Figura 5. Ciclo biológico de la cercosporiosis del algarrobo causada por *Pseudocercospora ceratoniae*.

deira y Uruguay. Entre estas especies, las más importantes asociadas con lesiones necróticas del síndrome de “mancha negra” son *Alternaria alternata* (Turquía), *Colletotrichum gloeosporioides* (Italia), *Dothiora ceratoniae* (España), *Pestalotia curta* (Italia), *Pestalotiopsis uvicola* (Italia) y *Septoria ceratoniae* (Italia, Australia) (FARR y ROSSMAN, 2021). En las prospecciones de campo y viveros realizadas en Andalucía (VARO y TRAPERO, 2001) y de los análisis de muestras de algarrobo recibidas en el Servicio de Diagnóstico y Análisis Fitopatológicos de la UCO (SeDAF-UCO), se han podido identificar hasta 12 especies de ascomicetos asociados con necrosis foliares, entre las que destacaron *Colletotrichum acutatum*, *Hainesia* sp., *Pestalotiopsis maculans* y *Phomopsis archeri* (TRAPEIRO et al., 2000; 2003).

Aunque el ciclo biológico y las recomendaciones de control para estas micosis foliares podrían variar en función del agente causal, en general, se puede asumir que son similares a lo descrito para la cercosporiosis.

Finalmente, conviene indicar que se han citado en algarrobo otras micosis foliares que no se corresponden con manchas necróticas. Una de ellas es la negrilla o tizne (Figura 8) causada por hongos saprofitos (ej. *Capnodium* spp.). Se trata de una enfermedad común en numerosas especies leñosas en condiciones de alta humedad relativa, que en el caso del algarrobo está asociada con ataques de la cochinilla *Aspidiotus ceratoniae* (SALAZAR-HERNÁNDEZ et al., 2002). Otro caso que conviene citar es la roya del algarrobo, supuestamente causada por el basidiomiceto *Pileolaria ceratoniae* en el sur de Italia en

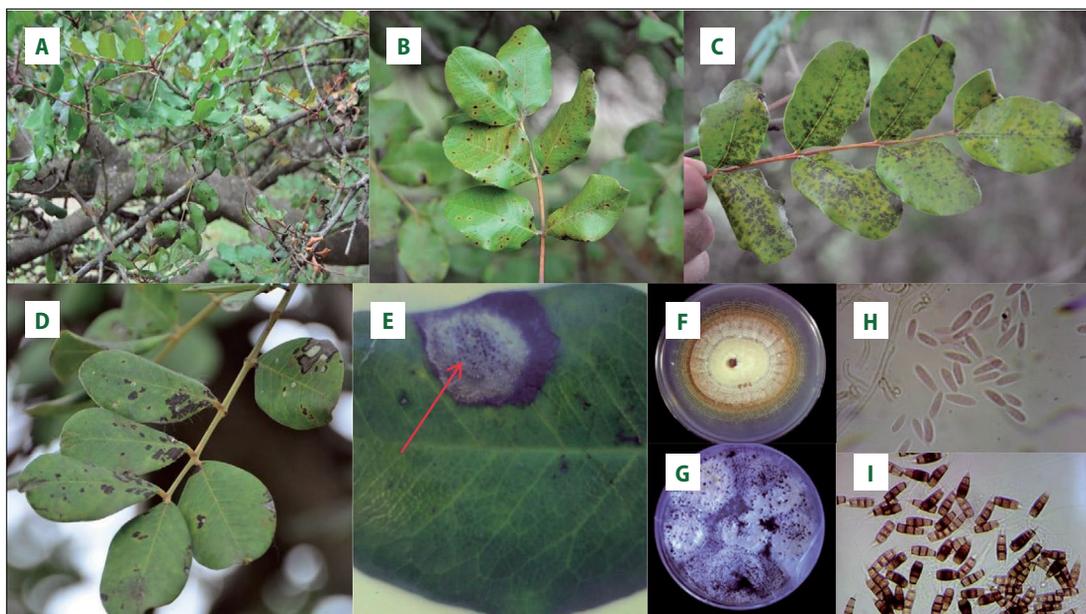


Figura 6. Síntomas y signos de las manchas necróticas del algarrobo causadas por diversos hongos: **A**, ramas con folíolos afectados; **B-D**, detalle de las lesiones necróticas de los folíolos; **E**, lesión necrótica con estructuras del patógeno; **F-G**, colonia y conidios de *Colletotrichum acutatum*; **H-I**, colonia con picnidios y conidios de *Pestalotiopsis maculans*.



Figura 7. Defoliaciones en cultivos de algarrobo causadas por diversos hongos; **A**, detalle de rama afectada; **B**, grave defoliación en cultivo intensivo (Fotos cortesía de Joan Tous). En general, el principal agente causante de defoliaciones en algarrobo es el hongo *Pseudocercospora ceratoniae*.

1850. Así es como aparece en las bases de datos micológicas, pero se trata de un error de identificación de huéspedes, por lo que fue confundida con la roya del terebinto y pistachero (*Pistacia* spp.) causada por *Pileolaria terebinthi*. Este error de identificación ha sido confirmado por la ausencia de referencias sobre roya del algarrobo

a partir de 1908, cuando Trotter puso de manifiesto esta posible confusión (TROTTER, 1908). No obstante, el error ha persistido en publicaciones antiguas sobre algarrobo y ha podido propiciar que aparezca un fungicida autorizado para el control de la roya del algarrobo en el registro actual de productos fitosanitarios (MAPA, 2021).

ERANTHIS

Reduce el estrés
térmico

Mejora el uso
eficiente del agua
(water use efficiency)

Reduce el problema
del fruto doble



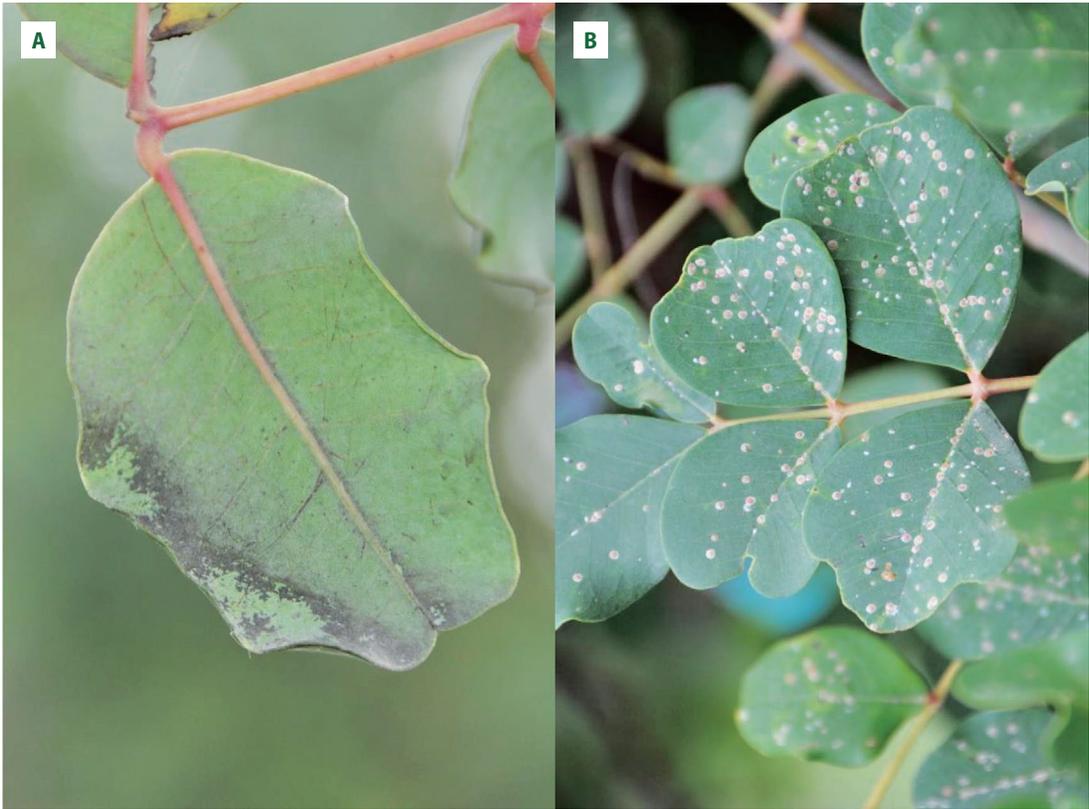


Figura 8. Síntomas y signos de la negrilla o tizne del algarrobo causada por *Capnodium* spp.: **A**, detalle del micelio oscuro del hongo en el envés del folíolo; **B**, detalle de los adultos de la cochinilla *Aspidiotus ceratoniae* asociada con el hongo.

Chancros y desecaciones de ramas (*Botryosphaeria*, *Cytospora*, *Diplodia*, *Neofusicoccum*, *Valsaria*, etc.)

Los chancros y desecaciones de ramas son síndromes comunes en plantas leñosas, tanto en árboles cultivados como en masas forestales, siendo frecuentes en árboles adultos. En algarrobo, estos síndromes han sido descritos en los principales países mediterráneos en los que se implanta esta especie leñosa, como Italia, Grecia o España. Los síntomas típicos que podemos encontrar en los árboles afectados son la seca progresiva de brotes, ramas y ramillas, que se presenta siempre en sentido descendente desde el punto de infección (Figuras 9A–B). La madera de las ramas afectadas presenta decoloración y necrosis sectoriales, y en ocasiones, se forman chancros. Con el progreso de la enfermedad,

las ramas terminan secándose completamente, pudiendo causar un decaimiento general y la muerte del árbol (Figuras 10A–D).

En general, los agentes causales asociados con estos síndromes son hongos ascomicetos de las familias Botryosphaeriaceae, Cytosporaceae, Diaporthaceae, Diatrypidae, o Valsaceae, siendo los de la primera familia mencionada los más frecuentes y agresivos. Todos ellos se encuentran ampliamente distribuidos por todo el mundo, afectando a gran diversidad de especies leñosas (LOVERA *et al.*, 2019). Con lo que respecta al algarrobo, las principales especies de hongos descritas en el mundo asociadas con este síndrome pertenecen a las familias Botryosphaeriaceae y Cytosporaceae, principalmente. En cuanto a la familia Botryosphaeriaceae, destacan *Botryodiplodia aterrima* (Sicilia, Italia), *Botryosphaeria dothidea* (Italia), *Diplodia cera-*

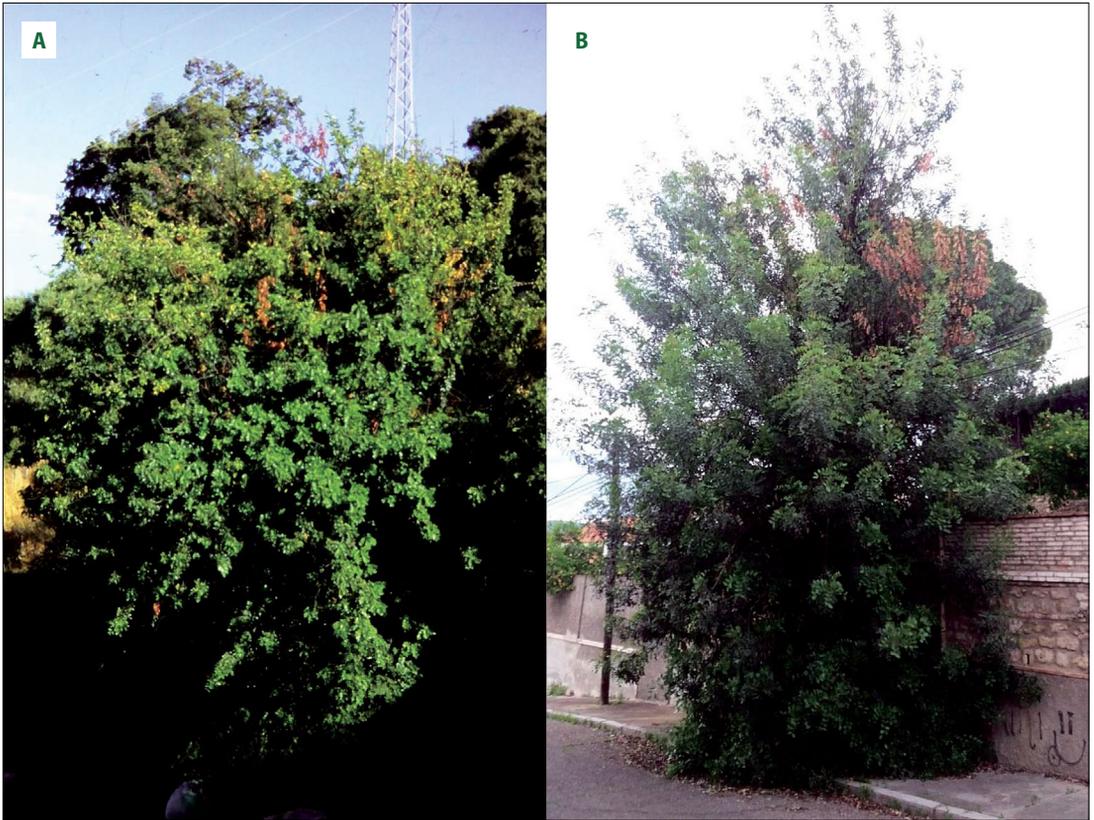


Figura 9. Ejemplares de algarrobo afectados por chancros y desecaciones de ramas: **A**, algarrobo en campo; **B**, algarrobo en una calle de Córdoba.

toniae (Grecia); *D. mutila* (Grecia), *D. olivarum* (Italia); *Diplodia* spp. (España), *Lasiodiplodia theobromae* (Chipre), *Neofusicoccum mediterraneum* (California, EE. UU.) y *N. ribis* (California, Grecia). Por su parte, dentro de la familia Cytosporaceae, se han citado las siguientes especies: *Cytospora acacia* (España), *Cy. sacculus*, *Valsaria ceratoniae*, y *V. spartii*, estas tres últimas descritas en Grecia (FARR y ROSSMAN, 2021).

La mayoría de estas especies fúngicas se consideran saprofitos o endófitos, por lo que pueden sobrevivir en estado latente en los tejidos muertos o poco activos de las plantas (corteza, madera, restos de poda) durante periodos de tiempo muy prolongados. Por tanto, se consideran patógenos facultativos u oportunistas, atacando en momentos de debilidad del huésped, generalmente asociados con condiciones de es-

trés. A su vez, es importante destacar que la infección y colonización de la madera por parte de estos hongos está directamente asociada con la producción de heridas mecánicas, bien por la mano del hombre (poda, recolección, etc.) o por factores ambientales (viento, granizo, etc.), ya que necesitan de la presencia de heridas para poder penetrar. En este sentido, hay que tener en cuenta el papel preponderante que tienen las herramientas de poda en la dispersión de estos patógenos (AGUSTÍ-BRISACH *et al.*, 2017). Tras la infección, estos hongos son capaces de producir cuerpos fructíferos (picnidios) tanto en la corteza o madera de árboles afectados como en los restos de poda que quedan en campo, generando en su interior masas ingentes de esporas que supondrán la fuente de inóculo primario para infecciones futuras (Figuras 10E-J). En la Figura 11

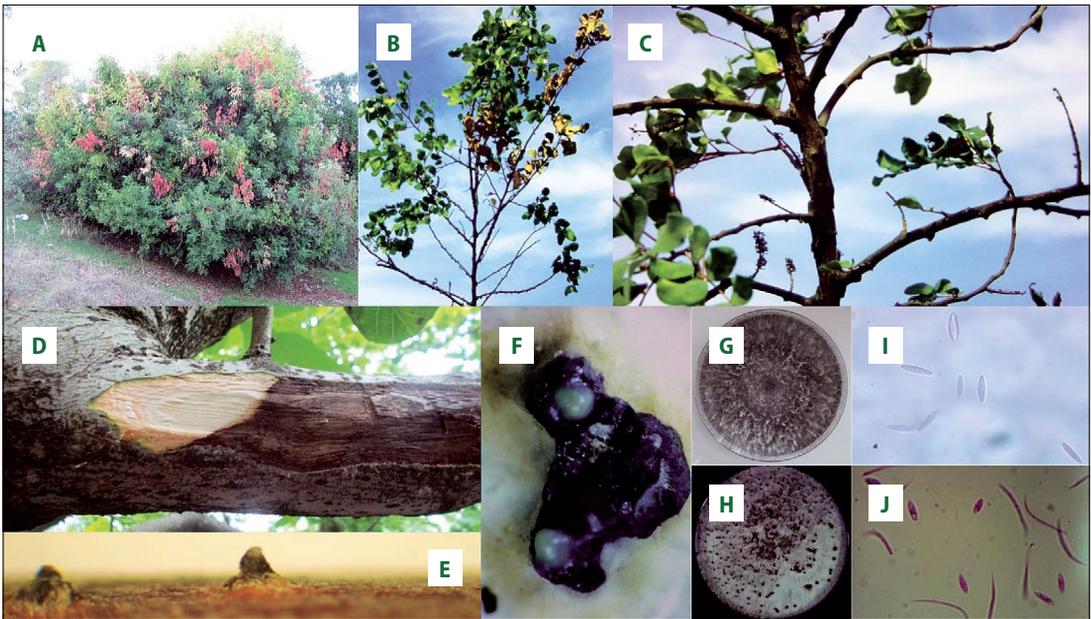


Figura 10. Síntomas y signos de los chancros y desecaciones de ramas del algarrobo causados por diversos hongos: **A–D**, detalles de chancros y desecaciones de ramas; **E–F**, detalle de las estructuras de los patógenos formadas en las lesiones necróticas de los chancros; **G–H**, colonia y conidios de *Neofusicoccum mediterraneum*; **I–J**, colonia con picnidios y conidios de *Phomopsis archeri*.

se ilustra el ciclo biológico genérico de las enfermedades asociadas con síndromes de chancros y seca de ramas.

Un claro ejemplo del papel oportunista de estos hongos, se observó en los estudios llevados a cabo en la población de algarrobos del Parque Natural “Sierra de Hornachuelos” a finales de los años 90, en la que los árboles mostraban una desecación de ramas que llegaba a ocasionar la muerte de los ejemplares severamente afectados (Figura 12). Todos los árboles afectados presentaban descortezados severos, similares a los descritos previamente en Cataluña y en el Algarve portugués, ocasionados por roedores (MARTINS Y BRITO, 1989; TOUS Y BATLLE, 1990). Además, se pudo observar una abundante colonia de ratas en los algarrobos de la zona afectada. A partir de las ramas de los algarrobos afectados por este descortezado se aisló consistentemente una especie fúngica del género *Diplodia*, y aunque en su momento no se evaluó su patogenicidad sobre algarrobo, los severos descortezados observados descartan la implicación

de este hongo como único agente causal, por lo que *Diplodia* sp. podría actuar como parásito secundario o simplemente como saprófito (VARO Y TRAPERO, 2001).

Actualmente, no existen estudios específicos de control de estas enfermedades en algarrobo. Por lo que su manejo debe ir dirigido a prevenir infecciones, fundamentalmente mediante la prevención de las heridas y su protección con tratamientos fungicidas (p.e. triazoles, estrobilurinas), así como evitando las situaciones de estrés en la plantación. Las podas de saneamiento dirigidas a eliminar las ramas y ramillas afectadas, así como la retirada y destrucción de los restos de poda son altamente recomendables para el control de estas enfermedades.

Podredumbres de madera (*Fomes*, *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Phellinus*, *Polyporus*, *Stereum*)

Las alteraciones y podredumbres de la madera son también frecuentes en el algarrobo, afectando principalmente a árboles debilitados por

fertilizante con bioestimulantes
HaifaStim™
 inside
 mejora la resistencia de tu cultivo



Poly-Feed Stim
 Soluble NPK Fertilizer with a Natural Stimulating Activity

SPARK
 Natural stimulation for better nutrient assimilation

22-11-22+Micronutrients

Product analysis		Microelements	
Ammonium-N (N-NH ₄)	22%	Water soluble Boron (B)	200 ppm
Active Nitrogen (N-NO ₃)	11%	Water soluble Copper (Cu)	100 ppm
Active Nitrogen (N-NO ₃)	11%	Water soluble Iron (Fe)	100 ppm
Phosphorus (P ₂ O ₅)	11%	Water soluble Manganese (Mn)	100 ppm
Potassium (K ₂ O)	22%	Water soluble Zinc (Zn)	100 ppm
Water Soluble Phosphorus (P ₂ O ₅)	11%	Water Soluble Zinc (Zn)	100 ppm
Water Soluble Potassium (K ₂ O)	22%		
Water Soluble Nitrogen (N)	33%		
Water Soluble Phosphorus (P ₂ O ₅)	11%		
Water Soluble Potassium (K ₂ O)	22%		
Water Soluble Nitrogen (N)	33%		

25 KG

Haifa NUE Technology

Haifa www.haifa-aroud.com



**Poly-Feed Stim de Haifa.
 Doble acción en un solo producto.**

Cada vez mejor.

Haifa presenta una nueva gama de productos que combinan las ya conocidas ventajas de las fórmulas NPK de Poly-Feed™ con la más alta calidad y eficiencia de HaifaStim™.

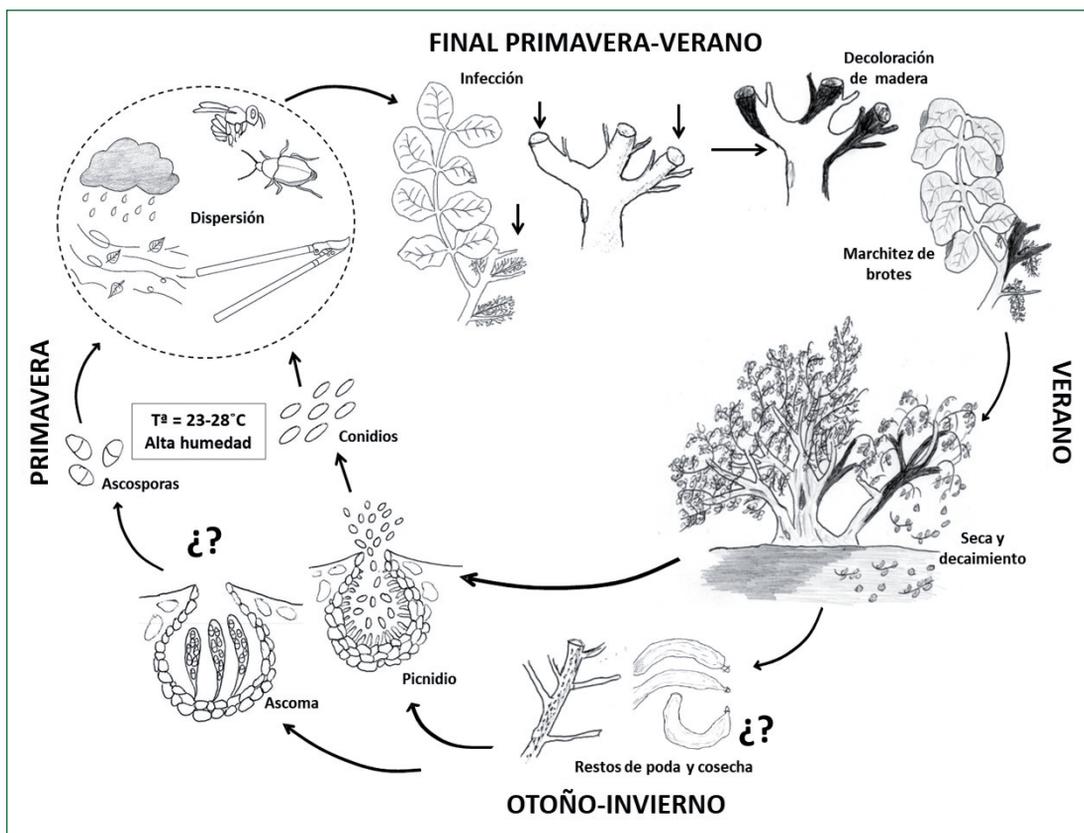


Figura 11. Ciclo biológico de los chancros y desecaciones de ramas del algarrobo causados por diversos hongos de las familias Botryosphaeriaceae y Cytosporaceae.

otros agentes bióticos o estreses abióticos. Estas alteraciones suelen estar causadas por hongos basidiomicetos, generalmente saprófitos, que afectan exclusivamente a la madera y aprovechan heridas o daños en el tronco o en las ramas para colonizar y degradar la madera. En condiciones de debilitamiento de los árboles, algunos de estos hongos pueden actuar como patógenos afectando a los tejidos corticales vivos.

Entre las podredumbres de madera del algarrobo, destaca la podredumbre roja, también denominada caries, carcoma fúngica o madera roja. El síntoma típico de esta enfermedad es el reblandecimiento y acorchamiento de la madera de los árboles afectados, que se torna en colores rojizos y termina por descomponerse produciendo un serrín característico, y contribuyendo al envejecimiento del árbol (Figuras 13A-B). Con-

secuentemente, se producen oquedades tanto en el tronco como en las ramas afectadas (Figura 13C), que hacen que el algarrobo sea sensible a caídas por fuertes vientos, así como a otros patógenos. El agente causal de la enfermedad es el hongo basidiomiceto *Polyporus sulphureus*, hongo xilófago, saprofito oportunista que ataca la madera de algarrobos debilitados, penetrando generalmente por cortes de poda gruesos. Este hongo desarrolla carpóforos en forma de repisa de tonalidades grises o marrones, y que pueden tardar en desarrollarse alrededor de 15 años desde la infección (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

En el algarrobo también se han descrito otros tipos de alteraciones y podredumbres de la madera de menor importancia como la podredumbre o caries blanca asociada con *Stereum hirsutum* (Chipre) o *Phellinus torulosus* (Chi-

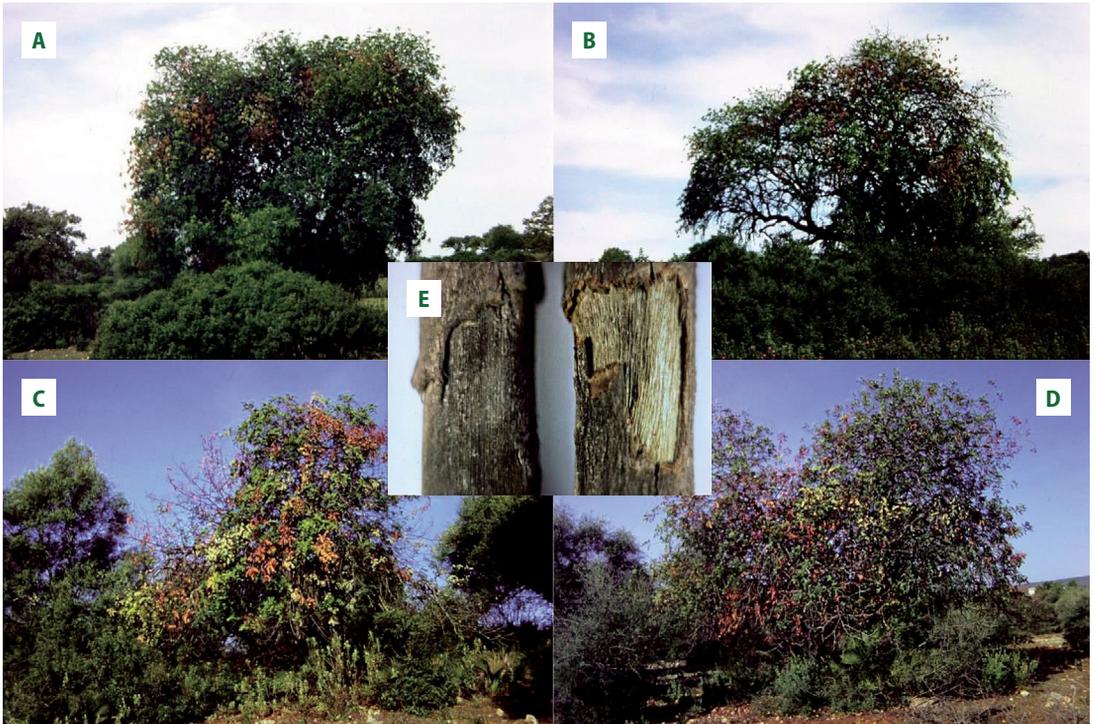


Figura 12. Síntomas y daños de la “seca” del algarrobo en la Sierra de Hornachuelos, Córdoba: **A–D**, progreso de los síntomas de marchitez y decaimiento de los árboles; **E**, detalle de los daños de roedores en la corteza de las ramas afectadas por *Diplodia* sp.

pre, Grecia), o la podredumbre parda causada por *Laetiporus sulphureus* (California, Chipre). Otros basidiomicetos que también han sido asociados con alteraciones y podredumbres de la madera del algarrobo son: *Ganoderma applanatum* (Chipre); *G. australe* (Grecia); *G. enigmaticum* (Sudáfrica); y *Ganoderma* sp. (Florida); *Peniophora caesia* (Chipre); *Peniophora meridionalis* (España); *Septobasidium* sp. (Sudáfrica); *Spongiporus caesius* (Portugal); *Coriulus versicolor* y *Schizophyllum comune* (SALAZAR–HERNÁNDEZ et al., 2002; FARR y ROSSMAN, 2021).

El control de estas enfermedades es muy difícil, si no imposible, una vez el patógeno ha colonizado la madera y el algarrobo muestra un elevado grado de severidad de la enfermedad. Por tanto, al igual que hemos indicado previamente para los chancros y secas de ramas, el control de las podredumbres de la madera debe ir dirigido también a prevenir infecciones, fundamen-

talmente mediante la protección de las heridas de poda en ramas gruesas mediante compuestos cúpricos y mástics, así como evitando las situaciones de estrés. Por su parte, en los algarrobos afectados se recomienda realizar un saneado quirúrgico eliminando la madera degradada en troncos y ramas, y realizando posteriormente tratamientos a base de cobre y protección con mástics. A su vez, la retirada y destrucción de los restos de poda y/o material vegetal saneado es altamente recomendable para evitar la dispersión del patógeno.

Podredumbres de frutos

Aunque la mayoría de los hongos descritos como causantes de necrosis en la parte aérea del árbol pueden originar infecciones y podredumbres de los frutos, existen también algunos hongos que, aunque puedan establecer infecciones, no tienen capacidad de atacar los tejidos acti-



Figura 13. Podredumbres de madera y oquedades desarrolladas en algarrobos que han sufrido podas severas: **A-B**, podredumbres internas de la madera; **B-D**, oquedades del tronco.

vos de los árboles y causar enfermedad en campo. Sin embargo, algunos de ellos pueden causar podredumbres de frutos y semillas después de la recolección, si existen condiciones de humedad elevada durante la conservación de las algarobas. Entre estos hongos se podría destacar en algarrobo especies de los géneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Penicillium*. La conservación con baja humedad de las algarobas secas es suficiente para prevenir el desarrollo de estos hongos.

Micosis radicales Verticilosis (*Verticillium dahliae*)

La marchitez vascular o verticilosis, causada por el hongo *Verticillium dahliae*, que afecta a numerosos huéspedes herbáceos y leñosos también ha sido citada en algarrobo. Sin embargo, se trata de una única cita en California (FARR y ROSSMAN, 2021), por lo que no podemos considerar a esta enfermedad como un problema rele-

vante del algarrobo. De hecho, en las prospecciones realizadas en Andalucía y en las muestras recibidas en el SeDAF-UCO, no se ha diagnosticado la verticilosis, aunque algunos de los muestreos se realizaron en zonas donde existían graves ataques de *V. dahliae* en olivar.

Podredumbres de raicillas (*Phytophthora*, *Pythium*, *Cylindrocarpum*, etc.)

La podredumbre de raicillas es una enfermedad común en plántulas de vivero en gran diversidad de huéspedes, entre las que se incluye el algarrobo. Los síntomas típicos de estas enfermedades son la podredumbre, el descascarillado y la necrosis de raicillas, así como la podredumbre y necrosis del cuello de las plantas afectadas. Como consecuencia, los síntomas aéreos que se manifiestan incluyen escaso desarrollo de brotes, clorosis, marchitez, defoliación y muerte prematura de la planta ("damping-off"). Los agentes causales

asociados con podredumbres de raicillas y muerte de plántulas son oomicetos (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp.) y hongos muy diversos (p.ej. *Fusarium* spp., '*Cylindrocarpon*' spp.), todos ellos considerados habitantes del suelo, con alta capacidad de supervivencia y con una amplia gama de huéspedes (GARCÍA-JIMÉNEZ *et al.*, 2010). En el caso particular del algarrobo, se han descrito las especies *Phytophthora cactorum* (California), *Ph. nicotianae* (Francia, España), y *Pythium intermedium* (Australia) (FARR y ROSSMAN, 2021).

En las prospecciones realizadas en viveros forestales en Andalucía durante la década de los noventa, este tipo de enfermedades se detectaron en partidas de plántulas de algarrobo con infecciones foliares, las cuales mostraron también el sistema radical deprimido y necrosado. De las raicillas necróticas de estas plántulas, se aislaron de forma consistente el hongo *Fusarium oxysporum* y el oomiceto *Pythium irregulare*, ambos responsables de los síntomas observados, según se demostró mediante los ensayos

de patogenicidad (Figuras 14A–B; VARO y TRAPEIRO, 2001; SÁNCHEZ *et al.*, 2010).

Las medidas generales para el control de estos patógenos incluyen la utilización de suelo o sustratos libres de patógenos y el tratamiento preventivo con fungicidas. Cabe destacar, que también existe un producto biológico a base de *Trichoderma harzianum* registrado para el control de *Pythium* spp. en algarrobo (MAPA, 2021).

Podredumbres de raíces leñosas

Algunos patógenos radicales, como *Armillaria mellea* (basidiomiceto) y *Rosellinia necatrix* (ascomiceto), se caracterizan por colonizar el cambium de las raíces gruesas de muchos cultivos leñosos, siendo frecuentes también sus ataques en algarrobo. Estos actúan parasitando el sistema radical del huésped durante largos periodos de tiempo, dando lugar a podredumbres del tejido leñoso de la raíz y consecuentemente al debilitamiento progresivo del árbol, que se manifiesta en un menor crecimiento y desarrollo de

NAVEGA POR ESTA EXPERIENCIA
QUE HEMOS CREADO PARA TI.



Campus4.0
NEW HOLLAND



NUEVO PORTAL ONLINE

Te invitamos a disfrutar del nuevo Campus 4.0. Descubre los últimos lanzamientos de producto, pruebas de campo en condiciones reales y mucho más.

campusnewholland.es



EL CAMPUS

Ofrecemos un sinfín de actividades, desde formaciones, cursos, pruebas de campo, talleres...



AGROCONSEJOS

Te invitamos a leer nuestros artículos sobre curiosidades, consejos e información sobre agricultura y maquinaria.



LANZAMIENTO DE PRODUCTOS

Descubre las últimas novedades de la maquinaria y las soluciones New Holland.



GRANJA NH

Explora nuestra sección dedicada a la Granja Virtual, la agricultura 4.0 y la agricultura de precisión-PLM.



PRUEBAS DE CAMPO

Podrás ver el funcionamiento de nuestros productos en condiciones reales dentro de nuestro Campus.



NH VINTAGE

Conoce nuestros mayores hitos a lo largo de nuestros 125 años de historia.

Disfruta de la visita
escaneando este código QR:



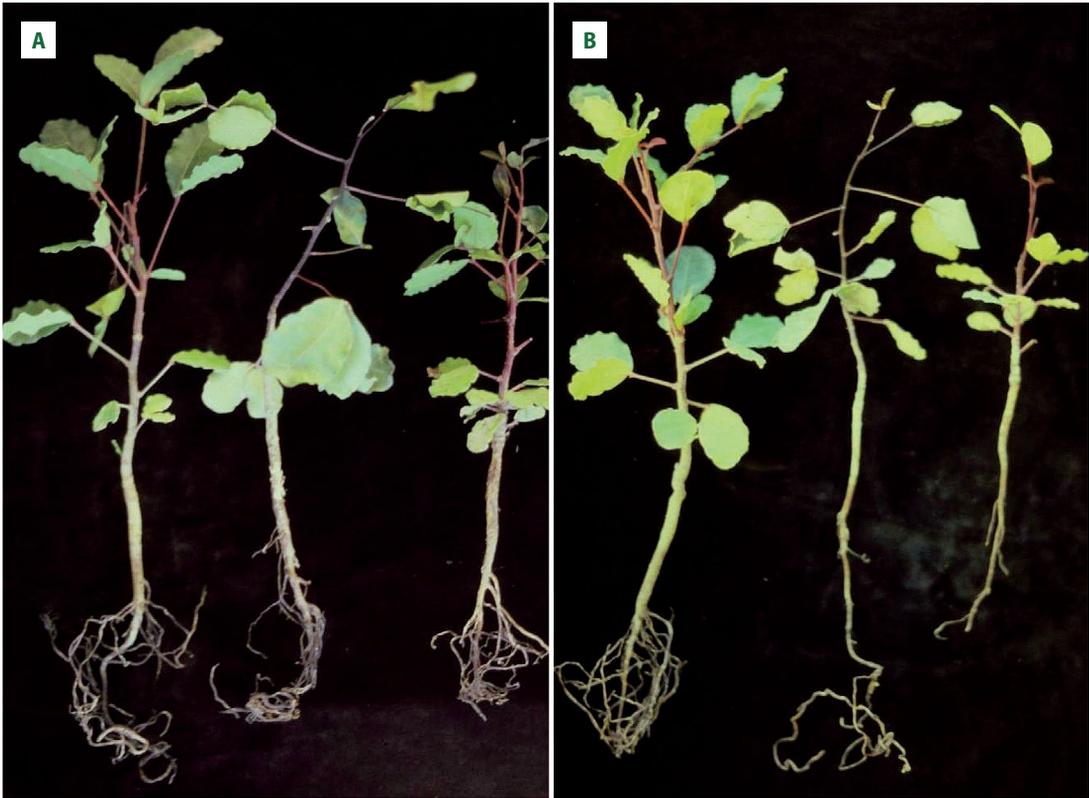


Figura 14. Plántulas de algarrobo afectadas de podredumbre de raicillas: **A**, plántulas inoculadas con *Fusarium oxysporum* (izquierda, testigo no inoculado); **B**, plántulas inoculadas con *Pythium irregulare* (izquierda, testigo no inoculado).

árboles aparentemente sanos, que finalmente acababan muriendo en el largo plazo.

El control de este tipo de patógenos de suelo es muy complicado debido a la inexistencia de materias activas autorizadas para su aplicación en suelo. Por lo que este debe ser fundamentalmente preventivo, teniendo en cuenta el historial del cultivo anterior, y en el caso de que le preceda un cultivo susceptible al patógeno, deben de eliminarse en la medida de lo posible las raíces del suelo (raígenes) mediante sucesivos pases cruzados de laboreo para exponerlos en superficie, ya que las condiciones secas y de temperaturas elevadas no favorecen la supervivencia de estos hongos en los tejidos. El biocontrol con microorganismos antagonistas como *Trichoderma viride* puede ser efectivo en el control de estos patógenos, principalmente frente a *A. mellea* (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

Bacteriosis y fitoplasmosis **Necrosis bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *ciccaronei*)**

La necrosis bacteriana del algarrobo, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *ciccaronei*, es una enfermedad descrita por primera vez en Italia en 1972 (ERCOLANI y CALDAROLA, 1972). El patógeno puede afectar a todos los órganos aéreos de la planta, causando necrosis en los folíolos de los brotes afectados, y chancros alargados en las ramas y ramillas, que pueden presentar secreciones como consecuencia de la producción de exudados bacterianos. Las algarrobos también pueden verse afectadas, mostrando lesiones alargadas, suberificadas y agrietadas. Aunque esta especie bacteriana solo se ha diagnosticado en Italia, síntomas similares a los de esta enfermedad se han observado en otros países como España (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002). También han sido

asociadas con estos síntomas en algarrobo otras bacterias de este género, como *Burkholderia* (= *Pseudomonas*) *andropogonis* (VARO y TRAPERO, 2001). Además de los síntomas descritos anteriormente, en ocasiones, también se han observado necrosis de brotes e inflorescencias que, aunque pueden atribuirse a *Pseudomonas* spp., normalmente han sido asociadas con *Xanthomonas arboricola*. Esta bacteria causa, aunque de forma ocasional, la marchitez de brotes jóvenes, que se terminan secando, mostrando 'escobillas' o 'banderolas' en los brotes laterales de las ramas afectadas (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

En el caso particular de las prospecciones llevadas cabo en una repoblación con algarrobos en Andalucía se obtuvieron dos especies de bacterias asociadas consistentemente con necrosis de hojas y defoliación. En base a la sintomatología se sugirieron como posibles agentes *Ps. syringae* pv. *ciccaronei* y *Burkholderia andropogonis*, aunque no fueron identificadas específicamente (VARO y TRAPERO, 2001).

En general, estas bacterias se diseminan mediante sus propios exudados en condiciones de alta humedad y agua libre, infectando a través de cualquier tipo de herida que pueda existir en los tejidos susceptibles. En este sentido, las heridas producidas tanto en la poda como en el vareo durante la recolección suponen una vía de entrada del patógeno. El control de la enfermedad debe ser de carácter preventivo, evitando la producción de heridas en tiempo húmedo, y en el caso de que estas se produzcan, se recomiendan los tratamientos con cobre. Las podas de saneamiento y la eliminación y destrucción de los restos de poda son necesarios para evitar la supervivencia y dispersión de la bacteria en campo (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

Tumor bacteriano (*Agrobacterium tumefaciens*)

Los tumores bacterianos son frecuentes en plantas leñosas, incluyendo el algarrobo. El síntoma característico de la enfermedad es el desa-

¿LENTO?
¡LOS DEMÁS!

Con nuestros productos EPSO, se asegura de que sus cultivos reciban magnesio y azufre por la vía más rápida.

EPSO^{Top}

EPSO^{Combitop}

EPSO^{Microtop}

K+S Minerals and Agriculture GmbH
A K+S Company

www.kpluss.com ·    K+S Agrar





Figura 15. Foliolos de algarrobo con síntomas de posibles virusis: **A**, mosaico clorótico y amarillez de nerviaciones; **B**, detalle de manchas anulares y de la amarillez y necrosis de nerviaciones.

rollo de tumores en las raíces y el tronco de la planta, los cuales pueden llegar a alcanzar gran tamaño. Como consecuencia de esta hipertrofia, los algarrobos afectados reducen la capacidad de emisión de nuevas raíces y, por ende, se reduce significativamente el vigor, la producción y la vida del árbol. En el caso del algarrobo, esta no resulta una enfermedad importante en plantaciones ya establecidas una vez han desarrollado su sistema radical de forma óptima. Sin embargo, esta enfermedad resulta importante en viveros, ya que tanto las plantas procedentes de semilla como de enraizado de estaquillas infectadas por el patógeno mueren o no progresan, mostrando enanismo, endurecimiento del tallo y escaso desarrollo de raíces secundarias.

Esta enfermedad está causada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, aunque en algarrobo todavía no se ha logrado demostrar su patogenicidad. La bacteria penetra en los tejidos de la planta a través de cualquier tipo de herida, estableciéndose en las células de los tejidos infectados, generando hiperplasias. Se disemina por el viento, por el agua y a través del material vegetal de propagación. La bacteria es capaz de sobrevivir largos periodos de tiempo en el suelo, por lo que la eliminación de restos de raíces del suelo antes de establecer una nueva plantación de algarrobos es altamente recomendable para prevenir infecciones. Para su control, se recomienda encarecidamente emplear material de propagación sano, libre del patógeno (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

Otras enfermedades causadas por procariotas

Además de las bacterias clásicas, otros procariotas, como las bacterias fastidiosas tanto del xilema como del floema y los fitoplasmas, pueden causar graves infecciones vasculares en numerosos huéspedes arbóreos. Sin embargo, en el caso del algarrobo, no se han detectado infecciones causadas por estos agentes. En este sentido, cabe destacar que el algarrobo se ha propuesto como cultivo alternativo al almendro tras la detección de *Xylella fastidiosa* en el norte de la provincia de Alicante (IVIA, 2018).

Enfermedades causadas por otros agentes

Las referencias sobre enfermedades del algarrobo causadas por otros agentes bióticos, como virus, viroides, nematodos y plantas parásitas, son casi inexistentes y generalmente se tratan de citas de la ocurrencia de un determinado parásito, sin información adicional sobre su relevancia como problema fitosanitario del algarrobo.

Respecto a posibles virus o viroides, en la literatura y sobre todo durante las prospecciones realizadas en Andalucía, se han descrito síntomas de mosaicos cloróticos, manchas anulares y amarilleces de nerviaciones (*Figuras 15A–B*), que recuerdan a infecciones víricas en otros cultivos. No obstante, y a pesar de que se han detectado infecciones radicales causadas por nematodos transmisores de virus, no se ha identificado ningún agente vírico asociado con dichos síntomas. Por lo que, a día de hoy, no podemos confirmar ninguna virosis asociada a este cultivo.

En cuanto a las enfermedades causadas por nematodos, tampoco existen estudios específicos sobre este tipo de afecciones en algarrobo. Sin embargo, en este caso sí se encuentran algunos registros en la literatura que describen la detección de nematodos en raicillas de algarrobo, tanto en viveros forestales como en campo. Las primeras referencias que encontramos en España en relación a estudios de poblaciones de nematodos en



cerezas sweet®



Gala SCHNICOred

Vivers TECNIPLANT 2010, S.L.

Ctra. Vall d'Aran, 11
25123 Torrefarrera (Lleida)

Comercial: Josep Cussó
Tel. 696 459 309
info@josepcusso.com

Técnico: Jordi Camarasa
Tel. 664 213 428
tecniplant2010@gmail.com

www.viverostecniplant2010.es





Figura 16. Ejemplar centenario singular de algarrobo desmochado para instalar un tendido eléctrico.

algarrobo datan de 1967, detectándose especies de *Xiphinema* en plantaciones de algarrobo en Málaga y Granada. Posteriormente, también se describieron especies de *Xiphinema* transmisoras de virus (*X. italiae*, *X. pachtaicum*) en raíces de algarrobos de Murcia y la Comunidad Valenciana (ARIAS *et al.*, 1985). Especies de este mismo género también se han descrito en prospecciones de viveros forestales llevadas a cabo en Portugal, en las que se detectó *Xiphinema sahelense* como único nematodo fitoparásito en raicillas de algarrobo, además de otros nematodos libres de los géneros *Aporcelaimellus*, *Aporcelaimus* y *Nygolaimus* (MACARA, 1988). En el levante español, existen referencias de la presencia de nematodos del género *Meloidogyne* (*M. hapla*, *M. hispanica*) causando deformaciones y agallas en raíces primarias; así como otros nematodos fitoparásitos causantes de deformaciones de raíces y productores de quistes como *Heterodera goettingiana*, *Pratylenchus vulnus*, y *Tylenchulus semipenetrans*. Estos últimos se detectaron en plantaciones de algarrobo próximas a campos de frutales en Cataluña y la Comunidad Valen-

ciana, por lo que se sospecha que esta fuese la razón de los ataques de nematodos en estas plantaciones de algarrobo (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002). En cualquier caso, las infecciones por nematodos no han dado lugar a ninguna enfermedad relevante del algarrobo, por lo que no hay referencias de las enfermedades causadas por nematodos, ni de su importancia y daños en este cultivo. No obstante, existe un producto biológico a base de *Paecilomyces lilacinus* registrado para el control de nematodos en algarrobo y dirigido principalmente al tratamiento en viveros (MAPA. 2021).

Asimismo, se han descrito ataques de plantas parásitas de la especie *Viscum album* en algarrobo (SALAZAR-HERNÁNDEZ *et al.*, 2002), pero al igual que en los casos anteriores, sin vinculación a un problema fitosanitario de relevancia en este cultivo.

Finalmente, debemos de considerar que el algarrobo también puede sufrir otras fisiopatías y alteraciones causadas por agentes abióticos, principalmente por heladas, ya que es altamente sensible al frío; así como por viento, nieblas y

humedades ambientales, tanto en la parte aérea como en el suelo. Entre ellos, el viento se considera uno de los factores meteorológicos más importantes que afectan al algarrobo, fundamentalmente en árboles debilitados por ataques previos de insectos barrenadores o de hongos descomponedores de la madera, causando la rotura de ramas. El viento también causa daños de interés por rotura de injertos jóvenes, o por provocar la caída de frutos. Por su parte, las nieblas y altas humedades, además de que causan una mayor incidencia de enfermedades por las condiciones favorables para la infección tanto de hongos como bacterias fitopatógenas, afectan a la fecundación, provocando una falta de cuajado. Los daños por granizo también han sido descritos en la zona del levante español como un factor meteorológico importante causando fundamentalmente la rotura y caída de frutos. Sin embargo, cabe destacar que el algarrobo es un árbol altamente tolerante a la salinidad y a la sequía, tolerando altas concentraciones de caliza en suelo, así como estados prolongados de déficit hídrico (SALAZAR–HERNÁNDEZ *et al.*, 2002). Un apartado especial en relación con los daños, merecen los derivados de la actividad humana que, debido a la rusticidad del algarrobo y al ser considerado en algunas regiones como especie forestal sin necesidad de cuidados agronómicos, ha propiciado prácticas de aprovechamiento abusivas (podas, ramoneo, carboneo) que han contribuido al deterioro y decaimiento de los árboles, como se ilustra la *Figura 16* donde un ejemplar centenario singular (el Algarrobo de la Loma de los Escalones en la sierra de Córdoba) fue desmochado para facilitar la instalación de un tendido eléctrico. •

Bibliografía

- AGUSTÍ-BRISACH, C., MORAL, J., PÉREZ-RODRÍGUEZ, M., ROCA, L.F., RAYA-ORTEGA, M.C., ROMERO, J., TRAPERO, A., (2017). Etiología y perspectivas de control de los chancros y desecaciones de ramas de olivo causados por hongos. *Phytoma* 292: 54–60.
- ARIAS, M., NAVAS, A., BELLO, A. (1985). Nematodos ectoparásitos y transmisores de virus de la familia *Longidoridae*. Su distribución en España continental. *Boletín del Servicio de Plagas* 11: 275–337.
- CUBERO, J.I. (1999). El libro de Agricultura de Al-Awam (edición y comentarios). D.A.P., Junta de Andalucía, Sevilla. 985 pp.
- DARÍS OLMS, M. (1964). Cultivo del Algarrobo. Ed. Sintés, Barcelona.
- ERCOLANI, G.L., CALDAROLA, M. (1972). A bacterial leaf spot of carob tree in Apulia, caused by *Pseudomonas ciccaronei* sp. n. *Phytopathologia Mediterranea* 11: 71–73.
- FARR, D.F., ROSSMAN, A.Y. (2021). Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. <https://nt.ars-grin.gov/fungal-databases/>
- GARCÍA-JIMÉNEZ, J., MONTE, E., TRAPERO, A. (2010). Los hongos y oomicetos fitopatógenos. En: Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos. Naturaleza y control integrado. Jiménez-Díaz, R.M., Montesinos, E., eds. Phytoma, Valencia, España, pp. 23–50.
- IVIA (Institut Valencià d'Investigacions Agràries) (2018). Cultivos alternativos al almendro tras la detección de *Xylella fastidiosa* en el norte de la provincia de Alicante. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural, Generalitat Valenciana.
- LOVERA, M., LÓPEZ-MORAL, A., RAYA, M.C., CORTÉS-COSANO, N., ARQUERO, O., TRAPERO, A., AGUSTÍ-BRISACH, C. (2019). Etiología de la seca de ramas y marchitez de brotes del nogal en el sur de España. *Revista de Fruticultura* 72: 6–19.
- MACARA, A.M. (1988). Nematodos asociados a plantas forestales en Portugal. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 14:185–225.
- MAPA. (2021). Registro de Productos Fitosanitarios. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>
- MARTINS, M.A., BRITO, J.H. (1989). *A cultura da alfarrobeira*. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Lisboa, pp. 16–21.
- PERROTA, G., CACCIOLO, S.O., PANE, A., FAEDDA, R. (1998). Outbreak of a leaf disease caused by *Pseudocercospora ceratoniae* on carob in Sicily. *Plant Disease* 82: 1401.
- SALAZAR-HERNÁNDEZ, D., MELGAREJO-MORENO, P., LÓPEZ-CORTÉS, I., MARTÍNEZ-FONT, R., MARTÍNEZ-NICOLÁS, J.J., HERNÁNDEZ-GARCÍA, F. (2002). El Cultivo del Algarrobo. AMV Ediciones, Madrid.
- SÁNCHEZ, M.E., ROMERO, M.A., VARO, R., ANDICOBERRY, S., LORA, F., TRAPERO, A. (2010) Principales enfermedades detectadas en viveros forestales de Andalucía. *Vida Rural* 311: 39–43.
- TOUS, J. (2017). El algarrobo, especie de gran biodiversidad y con interés agronómico, medioambiental y nutricional. *Revista de Fruticultura* 58: 132–143.
- TOUS, J., BATLLE, I. (1990). El algarrobo. Mundi-Premsa, Madrid.
- TRAPERO, A. (2021). Enfermedades que afectan al cultivo del algarrobo. VIII Jornada Técnica EIG "Fomento y mejora del Algarrobo". EIG y Universidad de Córdoba, Córdoba. <http://www.garrofa.org/>
- TRAPERO, A., ROMERO, M.A., VARO, R., SANCHEZ, M. (2003) First report of *Pestalotiopsis maculans* causing necrotic leaf spots in nursery plants of *Arbutus unedo* and *Ceratonia siliqua* in Spain. *Plant Disease* 87: 1263.
- TRAPERO, A., SÁNCHEZ, M.E., PÉREZ, A., ROMERO, M.A., NAVARRO, N., VARO, R., GUTIÉRREZ, J. (2000). Enfermedades de especies forestales en Andalucía. *Agricultura* 821: 822–824.
- TROTTER, A. (1908). Uredinales. *Flora Italica Cryptogama* 4: 1–144.
- VARO, R., SÁNCHEZ, M.E., TRAPERO, A. (2005). La Cercosporiosis del algarrobo. Hoja divulgativa, Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, pp. 1–4.
- VARO, R., TRAPERO, A. (2001). Las enfermedades del algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en Andalucía. III Congreso Forestal Español, 25–28 Septiembre, Granada, pp. 116–120.