

Prevención y control de LAS ENFERMEDADES FÚNGICAS EN FRUTALES

La fruticultura actual se enfrenta en nuestro territorio y en todas las áreas productoras mundiales a una serie de desafíos que comprometen la rentabilidad y, en ocasiones, la viabilidad de los cultivos. Casi todas estas amenazas tienen que ver, bien con la generalización de determinados modos de manejo de los cultivos (intensidad, pérdida de variabilidad y erosión génica, etc.), bien con el advenimiento de las nuevas condiciones bioclimáticas que el cambio global está imponiendo a los agroecosistemas a nivel mundial.

VICENTE GONZÁLEZ

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente. Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Zaragoza

Algunos de estos tipos de estreses que se han visto incrementados por las mencionadas circunstancias, son aquellos derivados de la acción perniciosa de numerosos agentes patógenos (Guarnaccia *et al.*, 2023). Algunas de éstas son patologías “tradicionales” o endémicas de ciertos huéspedes, bien conocidas y establecidas en el territorio, y otras emergentes, de aparición más reciente y relativamente desconocidas en lo tocante a aspectos relacionados con su etiología, epidemiología y control. El presente artículo tratará de describir y revisar algunas de las principales enfermedades causadas por hongos en frutales, así como las estrategias más actuales para su prevención y control.

Enfermedades asociadas a planta joven

Algunas de las patologías fúngicas que afectan a las diferentes especies de frutales cultivadas habitualmente en nuestras latitudes están causadas

por patógenos especializados en atacar plantas jóvenes, tanto en los viveros donde se produce el material de propagación, como en el campo durante los primeros años de la plantación. La mayoría de estas afecciones suelen estar relacionadas con especies de hongos polífagos y altamente destructoras. A continuación, se expondrán algunas de las más importantes.

Podredumbre de cuello y raíces tróficas (*Phytophthora* spp.)

Esta importante enfermedad afecta a la mayoría de los géneros y especies de frutales habitualmente cultivados (*Prunus*, *Pyrus*, *Malus*, etc.) y está causada por diferentes especies del género *Phytophthora* (oomicetos), un grupo de pseudohongos (actualmente no forman parte del reino Fungi) estudiados habitualmente en fitopatología por su incidencia en éstos y otros agroecosistemas de interés. Son organismos de vida mayoritariamente acuática, adaptados a la presencia de suelos pesados y ambientes húmedos

y fácilmente encharcables. Son capaces de sobrevivir en restos de cosecha o en el suelo desnudo en forma de estructuras de resistencia (oósporas o clamidósporas). La sintomatología más común en frutales está asociada a un decaimiento general de toda la planta, presencia de clorosis foliares, raquitismo en hojas y frutos, seca y defoliación de brotes apicales y pudrición de raíces tróficas (Ellis, 2008). En estadios avanzados de infección es frecuente la presencia de chancros gomosos en la base del tronco (Figura 1). Internamente, se producen fenómenos activos de podredumbre limitados a la parte más externa de la madera (cambium). Las infecciones se producen a través de heridas o aberturas naturales no protegidas. La podredumbre de cuello puede presentar una evolución media o lenta, desarrollándose generalmente en un tiempo prolongado (primeros años tras la plantación) o súbitamente, produciéndose el colapso de plantas jóvenes en pocos meses. El control y manejo de esta enfer-

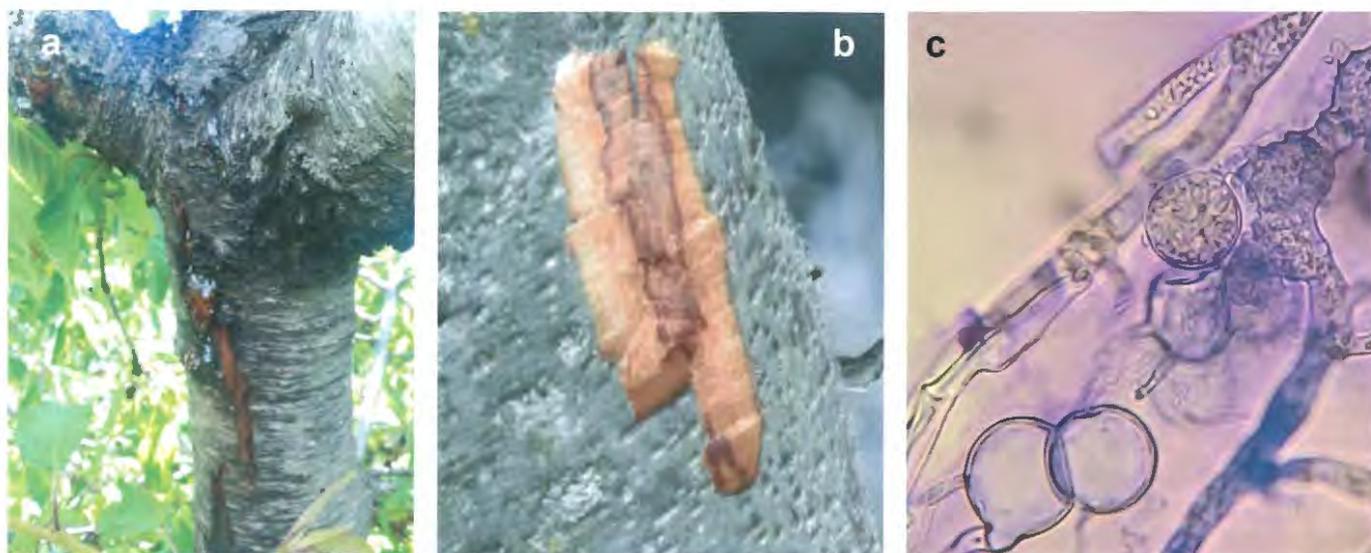


FIGURA 1
 Síntomas asociados a la podredumbre de cuello y raíces. a: chancros en la base del tronco; b: avance subcortical de *Phytophthora*; c: aspecto de esporangios en cultivo

medad está basado sobre todo en la implementación de medidas preventivas y culturales. Resulta fundamental el empleo de cultivares resistentes, aunque en la mayoría de las especies cultivadas no existen patrones 100% tolerantes a la infección, y el éxito del control dependerá tanto de la especie de *Phytophthora* responsable como de la combinación portainjerto/variedad escogida. Mantener un buen drenaje (evitando acumulación de agua en épocas lluviosas), descartando suelos compactos que impidan el desarrollo radicular y practicar riegos cortos y frecuentes que no mantengan inundado mucho tiempo el terreno, suelen ser prácticas que reducen la presencia e incidencia del patógeno. Otros métodos de control serían minimizar la existencia de lesiones u orificios de entrada del patógeno, o la eliminación completa (incluyendo tocones y raíces) de pies de planta afectados y/o restos vegetales infectados. En viveros y nuevas plantaciones es esencial el trabajo con materiales certificados y no aportar demasiada materia orgánica a las plantas. En lo referente al control biológico, se ha venido ensayando en las últimas décadas (con resultados y eficacia variables) la efectividad de formulaciones a base de antagonistas clásicos como *Trichoderma*, *Bacillus* e incluso aislados hipovirulentos de determinadas especies de *Phytophthora*.

Verticilosis (*Verticillium dahliae*)

La verticilosis, causada por *Verticillium dahliae* Kleb., resulta especialmente importante desde el punto de vista económico en cultivos de frutales de hueso como albaricoque, cerezo y almendro (Hiemstra, 1998). Es un típico hongo de suelo, con propagación a base de conidios, capaz de sobrevivir en este medio en condiciones adversas produciendo estructuras de resistencia denominadas microesclerocios. La infección produce una micosis vascular, con el marchitamiento de pies de planta aislados, desecación (punitisecado) foliar y posterior caída de hojas, con un debilitamiento general de toda la copa. La evolución y severidad de la patología dependerá de factores tales como la disponibilidad de inóculo, la presencia del patógeno en cultivos adyacentes, la temperatura y humedad favorables o la presencia de agua encharcada. Un factor clave es también la presencia de material vegetal infectado proveniente de vivero, ya que *V. dahliae* es considerado como un patógeno “clásico” en viveros, capaz de infectar numerosas especies diferentes. El control de la verticilosis con fungicidas químicos de síntesis es especialmente complicado y poco efectivo en huéspedes leñosos debido a la naturaleza vascular de la acción del patógeno, por lo que los métodos de manejo han de comenzar en el vivero,

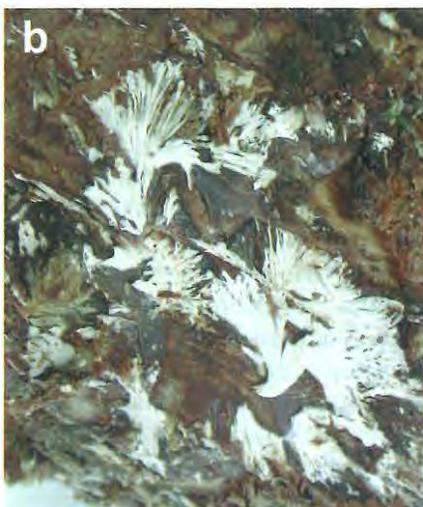
en donde resultan de especial interés estrategias como la de establecer la zona de producción de plantas en áreas sin histórico previo de especies sensibles (tomate, melón, fresa, etc.). En plantaciones jóvenes y en el caso de existencia de altas concentraciones, se han de realizar procesos de desinfección (fumigación, solarización o rotación con gramíneas como cobertura vegetal). Cuando estén disponibles, se deben escoger portainjertos y variedades poco sensibles. Evitar un aporte de agua excesivo y realizar un control de la fertilización nitrogenada resultan prácticas minimizadoras del riesgo y la incidencia. Finalmente, en parcelas ya infectadas resulta básica la reducción de la potencia de inóculo mediante la poda (con desinfección de herramientas) de las partes afectadas, con la retirada y posterior quema de las mismas.

Podredumbre blanca de raíces (*Armillaria mellea*)

Esta enfermedad está causada por el basidiomiceto *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., una especie cosmopolita que suele afectar a varias especies frutales,

sobre todo melocotonero, ciruelo o almendro, y que suele confundirse con *Rosellinia necatrix* Berl. ex Prill., un ascomiceto también muy común que causa síntomas similares (Cox *et al.*, 2004). Los producidos por *A. mellea* suelen consistir en una destrucción más o menos severa de los tejidos radiculares de la planta, que se suele manifestar a nivel de los órganos aéreos como un debilitamiento general, presencia de crecimiento retardado, clorosis, disminución de la brotación y depreciación de frutos. En las infecciones por *Armillaria*, las raíces de la planta atacada presentan un olor característico a seta fresca (“champañón”), además de la presencia de rizomorfos, cordones miceliares blancos o micelios en abanico (Figura 2). Las infecciones se producen exclusivamente a través de las raíces previamente heridas o encharcadas, progresando hacia la base del trouco. El patógeno puede causar infecciones por contacto entre raíces de plantas adyacentes. Los principales propágulos infectivos son las esporas que se producen en los cuerpos fructíferos (“setas”) del hongo, que, tras ser liberadas, germinan y pueden sobrevivir largo tiempo en el suelo de forma saprofítica, pudiendo reinfectar nuevas plantaciones.

FIGURA 2
Podredumbre blanca por *Armillaria mellea*. a: micelio colonizando raíces; b: micelio en abanicos (foto: Miguel Cambra); c: cuerpos fructíferos



El control y manejo de la enfermedad resulta más efectivo en el vivero y plantaciones jóvenes para evitar su persistencia a lo largo de toda la vida del cultivo. En nuevas plantaciones con episodios de infección anteriores, se aconseja la retirada de tocones y restos radiculares con labores profundas o incluso retrasar la plantación unos años. En lo tocante al empleo de material vegetal certificado, la mayoría de los patrones empleados en fruticultura son altamente sensibles a *Armillaria*, aunque hoy en día se está explorando activamente la potencialidad de determinados genotipos. Desde el punto de vista de los métodos de control clásicos, existen algunas alternativas de control químico (fungicidas), pero éstas han de ser aplicadas en estadios muy tempranos de infección, incluso preventivamente en vivero antes de la plantación.

Enfermedades en campo. Órganos aéreos

- Moniliosis / Podredumbre parda (*Monilinia* spp.)

Actualmente se identifican tres especies de *Monilinia* como causantes de la patología: *M. laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey (la más común), *M. fructigena* (Pers.) Honey y *M. fructicola* (G. Winter) Honey (patógeno de cuarentena). La podredumbre parda afecta prácticamente a todas las especies de hueso y pepita habitualmente cultivadas en nuestro territorio, y es especialmente

incidente en cultivos como el melocotonero o el cerezo (Rungjindamai *et al.*, 2014).

Desde el punto de vista de su evolución, la enfermedad es anual y está sincronizada con la fenología y ciclo vital de los cultivos. De este modo, el patógeno pasa el invierno en momias, ramas y restos vegetales en suelo; en primavera y con humedad, se producen infecciones florales que generan nuevos ciclos de infección, alcanzando frutos (que pueden activar también infecciones latentes). *Monilinia* es un patógeno común en zonas frutícolas del interior peninsular, ya que resiste amplitudes térmicas grandes (climas continentales) y esporula a temperaturas relativamente bajas. En lo referente a la sintomatología, son característicos la marchitez en flores y brotes, la presencia de chancros abiertos característicos en ramillos, con posterior afectación a frutos en forma de podredumbres pardo-grisáceas extensas, concéntricas hasta la momificación de todo el fruto (Figura 3).

El empleo de cultivares tolerantes a la infección está recomendado cuando éstos se encuentren disponibles. El uso de este tipo de variedades está especialmente recomendado en áreas de incidencia endémica, donde sea habitual plantar en terrenos con fondos húmedos y con poca aireación. La aplicación de fungicidas está justificada en variedades altamente susceptibles a partir de floración (preferentemente en estadio de yemas florales) y en forma



de tratamientos sucesivos si se dan episodios de infección severa. No obstante, se recomienda tener precaución con los tratamientos químicos debido a una probada aparición de resistencias a sustancias tipo benzimidazoles. Las densidades de plantación bajas, junto con la aplicación de podas que abran la copa, favorecen la aireación, facilitan entrada de los fungicidas (humectación) y contribuyen a disminuir la incidencia. Además, es vital la eliminación de todos los órganos afectados del terreno para reducir la presencia de inóculo primario y secundario. En lo referente a los métodos de control biológico, la aplicación de microorganismos antagonistas para reducir la incidencia de la moniliosis ha sido ampliamente investigada especialmente en cultivos como el melocotón o el cerezo, empleando antagonistas de origen tanto fúngico (mediante el uso de géneros como *Epicoccum*, *Penicillium*, etc.) como bacteriano empleando diversas especies del género *Bacillus* (*B. velezensis*, *B. thuringiensis*, *B. subtilis*, etc.).

Enfermedades de la madera de los frutales (Emplomado, Caries)

Este tipo de patologías están causadas generalmente por especies de basidiomicetos lignícolas que invaden el leño de planta adulta a través de cortes, heridas de poda y otras cavidades, con la excepción de la ya descrita *Armillaria* que penetra a través de raíces incluso en planta joven. Prácticamente todas las especies de frutales cultivadas son susceptibles de ser afectadas por este

grupo de síndromes, ya que los agentes causales de las mismas son poco específicos a nivel de huésped. Los responsables son especies de hongos superiores (generalmente pertenecientes al orden Poliporales) capaces de degradar lignina (molécula altamente compleja), hemicelulosa y celulosa. Las infecciones se suelen producir a través de basidiósporas traídas por viento y producidas en carpóforos (cuerpos fructíferos) maduros en pies de planta adyacentes que presentan estadios de infección muy avanzados. Estas micosis suelen tener una evolución muy lenta durante casi toda la vida del árbol; en este sentido la aparición de carpóforos se suele observar en estadios muy avanzados (planta prácticamente muerta). Los síntomas más visibles de este complejo patogénico son la existencia de podredumbres muy activas (caries) con muerte de madera afectada que se refleja en tejidos aéreos (clorosis, defoliaciones, escasa brotación, etc.).

Emplomado / Hoja plateada (*Chondrostereum purpureum*)

Es una enfermedad causada por *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar, basidiomiceto lignícola polífago que suele infectar los géneros *Prunus* (almendro, albaricoque, melocotón, cerezo, ciruelo), *Malus* (manzana), *Pyrus* (Peral), *Cydonia* (membrillo), etc. (Ogawa & English, 1991). Los síntomas consisten en la aparición de hojas con coloración gris-plateada; en infecciones severas las hojas se arquean hacia arriba y necrosan. Se

FIGURA 3

Moniliosis (podredumbre parda). a y b: síntomas en flores y ramillos; c: esporulación en frutos (foto: Miguel Cambra)

produce además una brotación pobre y defoliación de parte de la copa. Internamente, la madera atacada presenta al corte una podredumbre del leño y el cilindro medular de tonos pardo-rojizo osenos (Figura 4; a). La evolución de la enfermedad suele ser lenta, a veces con recuperación de árboles afectados que tras 5-10 años vuelven a sufrir decaimientos severos con aparición de carpóforos (Figura 4; d) que producen esporas capaces de infectar nuevos pies de planta.

Caries de la madera de los frutales

La afección es provocada por diferentes especies de basidiomicetos poliporáceos que degradan los diferentes materiales del leño de los frutales, provocando diferentes tipos de podredumbres, conocidas genéricamente como caries de la madera. En las especies más cultivadas son especialmente activos los géneros *Phellinus*, *Stereum*, *Fomitiporia*, *Schizophyllum* o *Trametes* (Adaskaveg & Ogawa, 1990). A nivel de su sintomatología, se produce un decaimiento general de los árboles atacados, brotación poco vigorosa y degradación de duramen y médula de ramas y troncos. Al corte, la madera muestra diferentes podredumbres en función de los materiales degradados (Figura 4; b y c). Como consecuencia de la destrucción de los materiales lig-

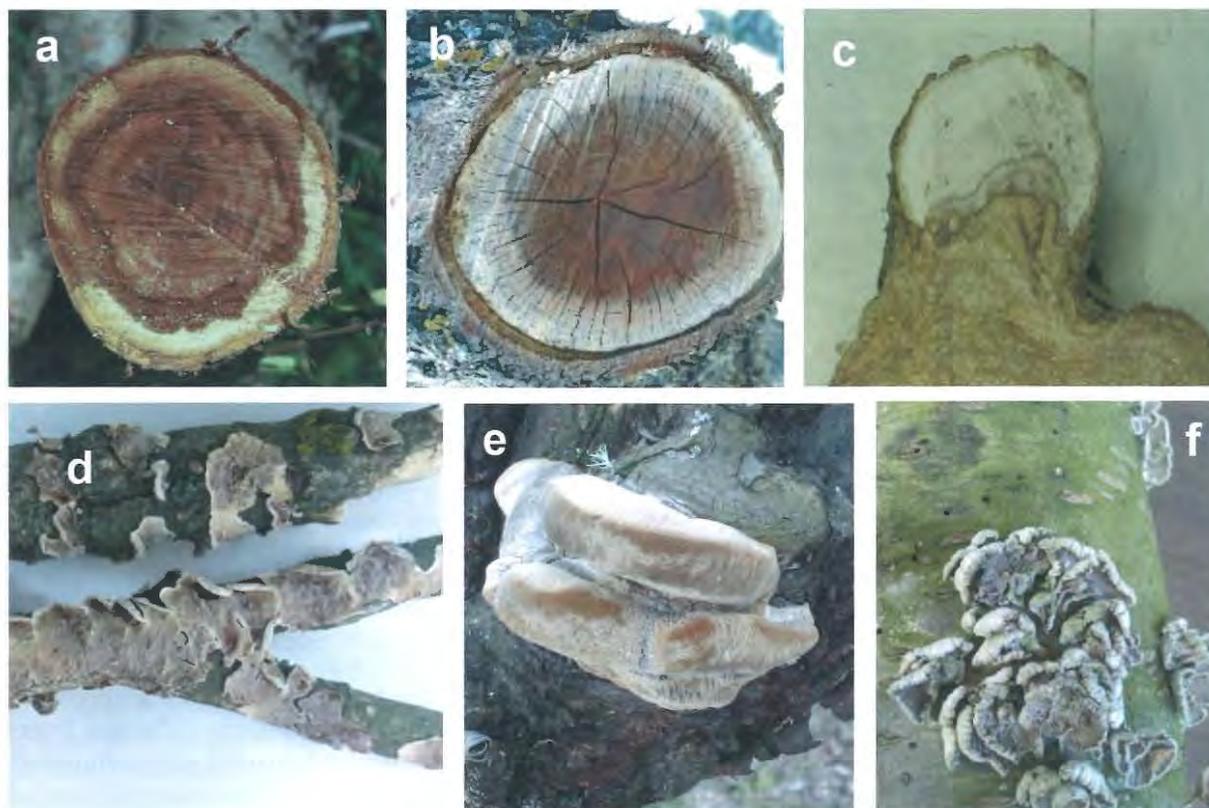


FIGURA 4
Enfermedades de madera en frutales.
a y d: podredumbre de madera y
cuerpo fructífero de *Chondrostereum*
purpureum (emplomado); b y c:
caries; e y f: cuerpos fructíferos de
Phellinus y *Schizophyllum*

nocelulósicos, a veces no se produce la maduración de los frutos. La infección se produce a través de esporas producidas en cuerpos fructíferos (Figura 4; e y f) y traídas por viento que penetran por heridas de poda, rotura de ramas o chancros antiguos. Al igual que el emplomado (que no sería más que un tipo muy específico de caries de la madera de frutales) la evolución de la patología es lenta, dándose tanto en plantas de 15-20 años (con historial previo de poda severa) como jóvenes (en especial reinjertadas).

La prevención y control de las enfermedades de la madera en frutales es difícil a través de la aplicación de sustancias químicas, ya que las infecciones se producen en el duramen y la médula que son muy poco accesibles a los fungicidas. De este modo, resulta imprescindible la protección de heridas

de poda como vía de entrada de basidiósporas, siendo también necesario realizar labores de vigilancia en injertos y reinjertos, con especial atención a los reinjertos en púa. Desde el punto de vista del manejo, se recomienda arrancar todos los cuerpos fructíferos productores de esporas incluso fuera de tiempo húmedo (se producen carpóforos plurianuales que generan capas de himenio fértil todos los años), ya que constituyen los focos de infección primaria. Finalmente, cuando se eliminan pies de plauta en parcelas con niveles altos de infección que hacen inviable el cultivo, es necesaria una retirada completa de todos los restos vegetales incluyendo el destocoado, ya que algunas de estas especies fructifican en la base de los mismos.

Conclusión y perspectivas

En resumen, el uso de planta certificada elimina muchos de los problemas asociados a las patologías anteriormente descritas. Además, la correcta elección (en la medida de lo posible) de combinaciones patrón/variedad se configura como una herramienta de control barata y ambientalmente

respetuosa. También una preparación y análisis previo del terreno pueden proporcionar una reducción significativa del potencial de inóculo en algunas de estas patologías (e.g. *Armillaria*, *Verticillium*). En líneas generales, tanto los tratamientos fungicidas como los métodos de control biológico resultan más efectivos en fase de vivero que en campo (Sholberg & Kappel, 2008). Finalmente, y en el plano del manejo cultural, la gestión hídrica resulta de vital importancia tanto en la producción de material de propagación como en los primeros años de plantación, junto con una gestión racional de los restos vegetales generados tras cada ciclo de cultivo para realizar una exclusión efectiva de las fuentes de infección primaria. Además de todo lo anterior, la realización de análisis previos se configura como una herramienta más de control para prevenir el desarrollo y la entrada de patologías conocidas y emergentes.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com