

ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DEL PISTACHO:

Situación actual

El pistachero se está consolidando en España como una alternativa rentable. Su expansión está dando lugar a nuevos retos fitosanitarios, donde el papel de las enfermedades puede llegar a ser determinante para garantizar la sostenibilidad del cultivo, y esto se consigue a través del conocimiento de los problemas fitopatológicos que pueden aparecer y una gestión preventiva e integrada.

DAVID RUANO ROSA¹, PABLO GARCIA-ESTRINGANA², SARA RODRIGO-GÓMEZ³,
JESÚS ALEGRE ÁLVARO², NOELIA RAMÍREZ-MARTÍN⁴

¹Área de Protección Vegetal Sostenible, IFAPA Las Torres, Alcalá del Río, Sevilla

²Área de Investigación Agroambiental, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca Exp. El Encín, Madrid

³Sanidad Vegetal. D.P. de Agricultura de Ciudad Real. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

⁴Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior de la Comunidad de Madrid

En la Cuenca Mediterránea, el pistachero (*Pistacia vera* L.) encuentra unas condiciones climáticas óptimas para su cultivo. Esto, junto a la necesidad de autoabastecimiento del mercado europeo (Gusella *et al.* 2024), han permitido que gane importancia en España en los últimos 10 años, multiplicando su superficie hasta alcanzar en 2024 las 83.786 ha. Esto representa el 10,3% de la superficie total dedicada a frutos secos y el mayor porcentaje relativo de cultivo ecológico (39%) (MAPA 2024).

Esta planta leñosa, caducifolia y de porte arbóreo, se caracteriza por un desarrollo lento con preferencia por suelos franco-arenosos, calizos, profundos, bien drenados y con valores de pH entre 6 y 8 y frutos de elevado valor nutricional y destacadas características organolépticas (Couceiro *et al.* 2013).

La sanidad del pistachero

Las primeras plantaciones se realizaron en secano, en zonas poco productivas, frías y secas. Esto, junto al escepticismo de los agricultores

españoles hacia un cultivo nuevo del que no se tenía mucha información, podrían estar detrás de unas condiciones iniciales que resultaron ser poco propicias para el desarrollo de enfermedades. En la última década, el uso de zonas con mejores condiciones edafoclimáticas, junto con el aumento del regadío y la intensificación, están dando lugar a la expansión del cultivo, y quizá sean los factores responsables del aumento de la incidencia y severidad de las enfermedades. Actualmente en España, las plagas y enfermedades no suponen un problema grave. Sin embargo, esta situación podría cambiar en el futuro (López-Moral *et al.* 2023).

Para su control, es necesario tener en cuenta las normativas vigentes. En concreto, la Directiva 2009/128/CEE, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, así como el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Estas establecen que la sanidad vegetal del sector agrario

se debe regir por los principios de la Gestión Integrada de Plagas (GIP). Para la aplicación de estos principios se deberá contar con estrategias basadas en:

1. Prevención.
2. Monitorización.
3. Establecimiento de un umbral.
4. Intervención (con métodos que impliquen preferentemente bajo riesgo para la salud y el medioambiente).
5. Seguimiento (comprobación de la efectividad de las medidas aplicadas).

Para poder actuar correctamente en la monitorización e intervención, se deberán consultar los Registros habilitados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, concretamente:

- Registro de Determinados Medios de Defensa Fitosanitaria: Se incluyen dispositivos de monitorización o trampas, así como organismos de control biológico.
- Registro de Productos Fitosanitarios: El producto a utilizar deberá estar autorizado tanto para el cultivo como para la plaga a tratar y se ten-

Delan[®] SC Ultracontacto

Alta eficacia y resistencia al lavado con una nueva materia activa en el almendro.

EL FUNGICIDA DE CONTACTO QUE QUE NO SE LAVA

2
APLICACIONES

UNA NUEVA
MATERIA ACTIVA
EN EL ALMENDRO

ALTA
ADHERENCIA

HERRAMIENTA
ANTI RESISTENCIAS

 **BASF**

We create chemistry

drán en cuenta todos los condicionamientos referidos en la etiqueta del producto.

El papel fundamental del diagnóstico de enfermedades

Un correcto control pasa por conocer frente a qué actuar. Algunas enfermedades presentan síntomas inespecíficos difíciles de diferenciar haciendo que la identificación de la enfermedad sea compleja. Recomendaciones que puedan mejorar sus resultados:

1. Observación de síntomas.

Observar y documentar los síntomas, revisando todos los órganos de la planta. Tomar fotografías claras, con referencias y describir los síntomas en cada tejido.

2. Toma de muestras

Recogerse de plantas con síntomas visibles, preferiblemente en zonas de transición entre tejido sano y enfermo. Si bien cada laboratorio de referencia tiene sus protocolos, suele ser recomendable:

- Hojas: 10-20 unidades.
- Frutos: 5-10 racimos con síntomas incipientes e intermedios.
- Brotes: 4-5 unidades de 15-25 cm de largo y 5-10 mm de diámetro.
- Raíces: al menos 100 gramos de raicillas finas manteniendo el suelo que hay alrededor.
- Suelo: mínimo 500 gramos. Si estamos interesados en un análisis de suelo para conocer el estado fitosanitario del terreno, tomar varias muestras representativas del terreno.

3. Empaquetado y envío

Datos que deben estar en el etiquetado: especie, parte de la planta, síntomas, fecha y lugar de recolección. Usar bolsas de papel o plástico perforado para evitar la acumulación de humedad. Los frutos pueden transportarse en cajas pequeñas para evitar aplastamientos. Si no se pueden enviar de inmediato, deben conservarse refrigeradas (4-8°C).

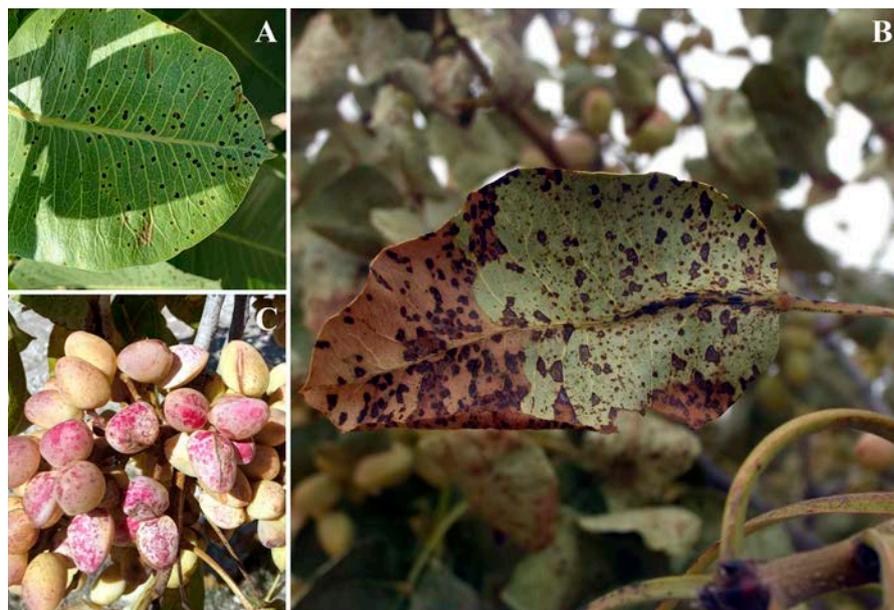


FIGURA 1
Síntomas de septoriosis en hoja, con pequeñas manchas necróticas que conforme avanza la enfermedad dan paso a zonas cloróticas (A) que evolucionan necrosando los tejidos (B). En ataques severos pueden darse daños en los frutos (C).

4. Consideraciones ambientales y del ciclo del patógeno

Algunos patógenos, ante condiciones adversas (como las altas temperaturas del verano) reducen mucho su presencia, forman estructuras de resistencia o simplemente se inactivan. En esta parte de su ciclo de vida, las dificultades para realizar una detección mediante aislamiento son muy elevadas, por lo que se debe de reconsiderar el momento de la toma de muestras, buscando el momento en el que la actividad del patógeno sea mayor, o la metodología utilizada para su detección, ya que un análisis molecular puede mejorar nuestro resultado.

5. Análisis en laboratorio

La identificación a nivel de especie mediante aislamiento puede ser difícil para algunos géneros (como *Alternaria* y *Fusarium*), precisando un análisis molecular que permita identificar la especie concreta. Es de importancia conocer la biología de esos «enemigos» a combatir, ya que, mientras algunos patógenos pueden

ser detectados en diversas partes de la planta debido a su movilidad, otros van a quedar limitados a determinados tejidos. Por ejemplo, *Rosellinia necatrix* que causa podredumbre en raíces, no se detectará en la copa, o *Septoria* sp. en las raíces.

Principales enfermedades en el pistachero

Las enfermedades de mayor importancia en el cultivo del pistacho en España están causadas por hongos y, en menor medida, por oomicetos. En general, estos microorganismos se desarrollan bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas moderadas, y pueden entrar en un estado de latencia cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas para su desarrollo. Su supervivencia suele estar ligada a estructuras de resistencia o reproductivas que encontramos en muchas ocasiones en restos vegetales infectados presentes en el cultivo. Cuando se producen las condiciones óptimas, germinan e infectan al huésped, completando así su ciclo biológico.

- Enfermedades aéreas

Entre las enfermedades causadas por hongos aéreos nos gustaría destacar, por su importancia, la septoriosis, la alternariosis o necrosis foliar y la marchitez de brotes y panículas (López-Moral *et al.* 2022; Moral *et al.* 2019).

- Septoriosis

Las especies más comunes son *Septoria pistaciarum*, *Septoria pistaciae* y *Pseudocercospora pistacina*. En España, encontramos a *S. pistaciarum* como único agente causal, con una sintomatología consistente en manchas necróticas de pequeño tamaño entre los nervios de las hojas (que en ataques severos pueden unirse dando manchas de mayores dimensiones) donde se desarrollarán las estructuras reproductivas, fuente de esporas y, por lo tanto, de potencial inóculo de nuevos focos. En años epidémicos puede darse defoliación prematura (principalmente en verano), disminución del desarrollo vegetativo, de la producción y del rendimiento, y manchas en el fruto en afecciones graves (López-Moral *et al.* 2022) (Figura 1). Las hojas y el material vegetal infectado son las principales fuentes de inóculo para próximos años. En la actualidad está considerada la enfermedad más prevalente en el pistachero en nuestro país, pudiendo suponer una limitación importante para el desarrollo del cultivo ante ataques graves (López-Moral *et al.* 2022). Su control, en ausencia de productos fitosanitarios autorizados en pistachero, recae en medidas culturales y físicas que reduzcan las fuentes de inóculo, como la eliminación del material vegetal infectado (quema o enterrado de hojas). También puede ser de gran ayuda controlar la fertilización (niveles nitrógeno y potasio). Cuando estas medidas no consiguen frenar el desarrollo de la enfermedad y la afección es demasiado alta se recomienda el adelanto de la cosecha para disminuir los daños en fruto (Guía GIP Pistachero MAPA 2024).



FIGURA 2
Sintomatología de alternariosis en hoja, donde se forman manchas necróticas de un tamaño que suele estar comprendido entre 3-7 mm (A), aunque en ataques severos puede ser de mayor tamaño (B).

La septoriosis está considerada como la enfermedad más prevalente en el pistachero en nuestro país

- Alternariosis

Está causada por diversas especies de género *Alternaria*, destacando *Alternaria alternata* (Khabbaz-Jolfae *et al.* 2023). Da lugar a lesiones foliares de tipo angular o redondeadas de entre 3-7 mm de diámetro que pueden estar también en el peciolo y las nervaduras de la hoja. Su coloración va del marrón oscuro al negro y es común observar la esporulación tí-

pica del hongo en el centro de dichas lesiones. El avance de la enfermedad y el crecimiento de las necrosis foliares puede dar lugar a que estas se unan. En ataques severos, puede verse afectado el fruto y darse defoliación, actuando como fuente de inóculo primario para la siguiente campaña (Guía GIP Pistachero MAPA 2024) (Figura 2). Las especies de este género presentan un elevado número de huéspedes alternativos que tienen importantes implicaciones asociadas a su ciclo biológico y estrategias de control. Actualmente, las materias activas autorizadas tienen base de cobre, cuya aplicación está limitada al periodo desde que la planta pierde las hojas hasta el periodo de brotación. Sin embargo, debido a las continuas variaciones en las autorizaciones de materias activas, recuerde consultar siempre el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPA antes de cualquier uso. Cabe destacar que las especies de *Alternaria* están catalogadas por la FRAC (*Fungicide Resistance Action Committee*) como altamente sensibles a la aparición de resistencias, debiendo extremarse las precauciones y la alternancia de pro-



FIGURA 3
Seca de ramas asociadas a la enfermedad de marchitez de brotes y panículas ocasionado especies de la familia *Botryosphaeriaceae*.

ductos fitosanitarios (FRAC 2024). Se recomienda el uso preventivo, debido a las dificultades que implica su manejo, con una sola aplicación desde floración hasta verano. Las situaciones con alta humedad favorecen la enfermedad (riego por aspersión, inundación, suelos mal drenados, etc.) buscando siempre favorecer la aireación de la copa. Otras medidas complementarias son el control de fertilización y de las malas hierbas (que podrían ser huéspedes alternativos) (Rhouma *et al.* 2024).

- Marchitez de brotes y panículas

Esta enfermedad, en la que están implicadas numerosas especies de la familia *Botryosphaeriaceae*, se ha convertido en uno de los principales problemas en el pistachero a nivel mundial, causando en algunos países importantes pérdidas de rendimiento en años con condiciones climáticas favorables (como elevada humedad y temperatura). Estos patógenos pueden encontrarse en brotes, racimos, frutos, pecíolos, raquis, hojas y ramas, en ocasiones de forma activa, causando enfermedad o en estado latente. La sintomatología más común, que comienza a observarse en primavera,

Las enfermedades de mayor importancia en el cultivo del pistacho en España están causadas por hongos y, en menor medida, por oomicetos

consiste en marchitez y necrosis de brotes y racimos (generalmente en la zona superior del árbol), chancros, manchas necróticas en fruto que en ocasiones evoluciona a la seca de todo el racimo (quedando momificado), lesiones en hojas (que pueden dar lugar a defoliación generalizada a final de verano) y exudados (**Figura**

3). El fruto puede verse infectado a partir de las lesiones ocasionadas por las picaduras de las chinches. En la madera, al realizar un corte transversal, pueden encontrarse lesiones necróticas sectoriales. Sobrevive en tejidos infectados, donde produce las esporas asexuales, que podrán ser dispersadas principalmente por viento y lluvia (o riego por aspersión). Las infecciones primarias se dan en primavera, pudiendo darse infecciones secundarias durante el verano bajo condiciones de elevada humedad. Las condiciones de alternancia de periodos húmedos con secos pueden agravar la enfermedad.

Su control pasa por medidas preventivas y culturales. Evitar en la medida de lo posible las heridas que permitan la entrada del patógeno y los estreses abióticos (como el déficit hídrico), retirar el material infectado, evitar el exceso de humedad ambiental, desinfectar las herramientas, evitar condiciones medioambientales adversas durante la poda, y realizar fertilización equilibrada. En la actualidad disponemos de productos fitosanitarios autorizados solo para hacer frente a *Botryosphaeria dothidea* (de nuevo, dado el carácter cambiante de las autorizaciones, consulte siempre el Registro de Productos Fitosanitarios del MAPA antes de cualquier uso). Aunque los citados anteriormente son los que presentan mayor importancia actualmente, se han descrito otros hongos pertenecientes a otras familias (*Diaporthaceae*, *Diatrypaceae* o *Cytosporaceae*) que dan lugar también a chancros en la madera y muerte de ramas (Gusella *et al.* 2024). A estos se suman otros patógenos aéreos de menor importancia causantes de enfermedades como la botrytis o el oídio, aunque su situación podría cambiar.

- Enfermedades de suelo

Por otro lado, encontramos las enfermedades causadas por hongos de suelo. Aquí destacaremos la verticilosis, causada por *Verticillium dahliae*. A pesar de su baja incidencia, se presenta como una de las mayores

preocupaciones de los agricultores. Quizá el hecho de que este patógeno sea un viejo conocido por su presencia en otros cultivos clave, la ausencia de tratamientos y la cercanía de muchos productores con el sector olivarero, podrían ser la clave de dicha preocupación (Ruano Rosa *et al.* 2024). También encontramos otros patógenos, en este caso oomicetos del género *Phytophthora*, cuya incidencia no es muy elevada, que pueden dar podredumbre de raíz y cuello. Dada la mayor importancia de la verticilosis, será esta la que se desarrolle a continuación.

- Verticilosis

Verticillium dahliae forma estructuras de resistencia llamadas microesclerocios capaces de sobrevivir en condiciones desfavorables y en ausencia de huésped durante mucho tiempo. Constituyen la fuente primaria de inóculo que, al germinar, penetra en la planta por las raíces llegando a los haces vasculares y desarrollándose

por el interior de la planta. Este crecimiento y la obstrucción de dichos haces vasculares son los principales responsables de la sintomatología de marchitez, seca de ramas e incluso muerte que observamos en la planta (Figura 4). La forma más eficaz de hacerle frente es la prevención y el uso de patrones tolerantes (Couceiro *et al.* 2017). Para su prevención debemos: evitar terrenos con antecedentes de la enfermedad, realizar análisis previos de suelo si desconocemos su historial, evitar el estrés hídrico, limpieza de maquinaria y herramientas, y usar material libre de enfermedades (Guía GIP Pistachero MAPA 2024). *Pistacia vera* presenta bastante susceptibilidad a *V. dahliae*, aunque existen patrones con elevada tolerancia que pueden dar lugar a una mejor convivencia con este patógeno. El patrón más extendido en España es *Pistacia terebinthus*, nativo de la región mediterránea pero altamente susceptible a la verticilosis, como ocurre con *Pistacia atlantica*, otro

patrón común que también muestra alta susceptibilidad. Sin embargo, encontramos patrones con alta tolerancia a la verticilosis, como el híbrido 'UCB I' (*P. atlantica* x *P. integerrima*) cada vez más extendido (Epstein *et al.* 2004) o 'Platinum' (clon del híbrido PGII que ha mostrado una elevada tolerancia) (Sheikhi *et al.* 2019). Estudios más recientes en la Universidad de Córdoba apuntan a la importancia de la especie de portainjerto y del genotipo, o incluso de la población de semillas utilizada, así como de la concentración de inóculo del patógeno en el suelo para el desarrollo de la enfermedad en condiciones naturales (Antón-Domínguez *et al.* 2024). Por último, también se ha demostrado el éxito del uso de compost de orujo, como inhibidor de la germinación de microesclerocios (Mulero-Aparicio *et al.* 2020) así como el uso de la bio/solarización (López-Escudero y Blanco-López 2001) frente a este patógeno.

Agradecimientos

P.G.E. agradece la financiación del Proyecto FP-24 Veradiagnóstico por IMIDRA.

Bibliografía

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



FIGURA 4
Rama seca ocasionada por *Verticillium dahliae* (A). Cuando se realiza un corte transversal de las ramas afectadas pueden observarse necrosis vasculares (B).

A MODO DE CONCLUSIÓN

El pistachero es un cultivo prometedo, pero su expansión e intensificación hace prever el aumento de los problemas fitopatológicos. La detección temprana, el diagnóstico preciso y el cumplimiento de las normativas son claves para una gestión que permita realizar estrategias de control eficaces. Para ello, el conocimiento de las enfermedades que permita mejorar su prevención y manejo es un aspecto fundamental para preservar su rentabilidad y estado fitosanitario a largo plazo.