



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



Castilla-La Mancha



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Pistacho 360°: manejo integral con enfoque científico y tecnológico

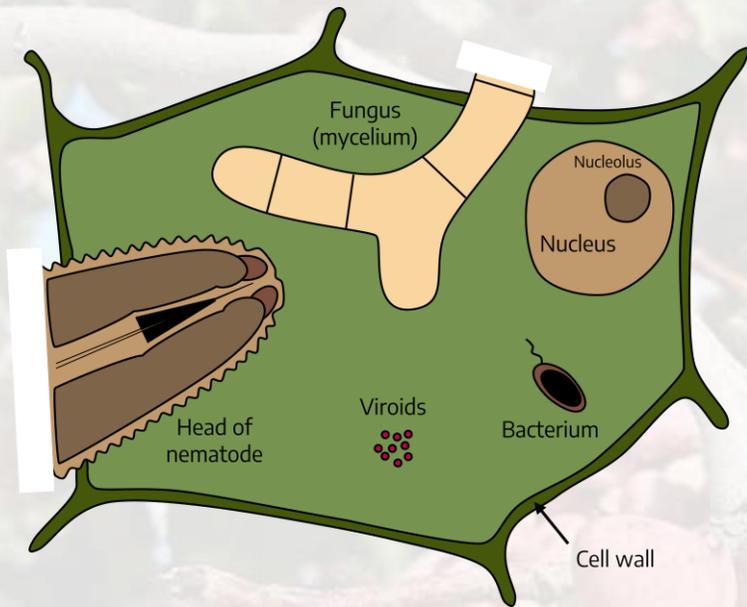
14 y 15 de Julio 2025

Estudio de las principales enfermedades del pistacho

Introducción

- Enfermedad: Agrios (1997) → Serie de respuestas invisibles o visibles en las células y tejidos vegetales ocasionadas por un microorganismo patógeno o un factor ambiental, las cuales resultan en cambios adversos en la forma, función o integridad de la planta y pueden conducir a su deterioro parcial o a la muerte de la misma, con la consiguiente pérdida de valor.

Factores bióticos → Enfermedad



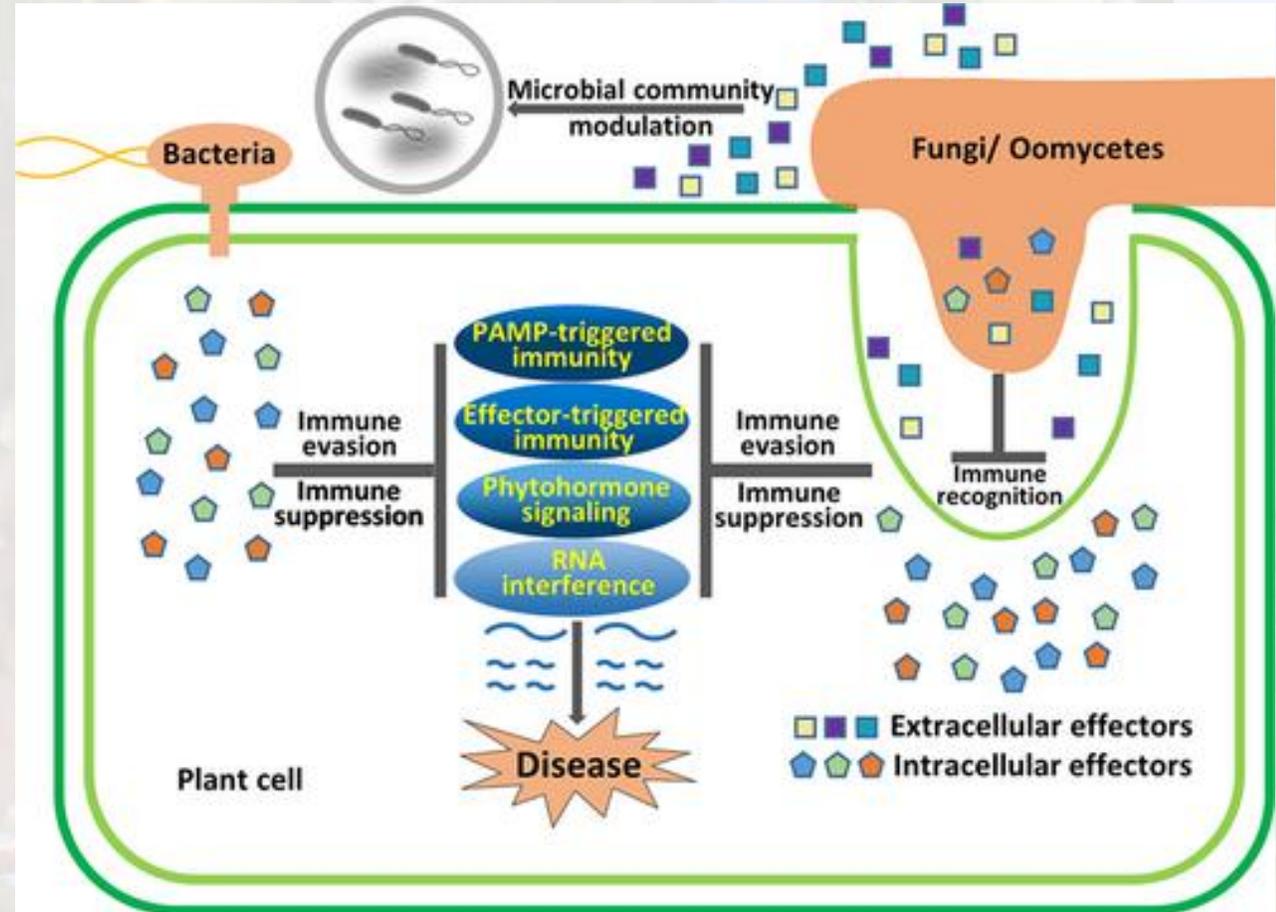
Factores abióticos → **Desorden**

- Nutricional
- Hídrico
- etc



Introducción

- Patogenicidad: Capacidad de un microorganismo para **causar o no** una enfermedad,
- Virulencia: Mayor o menor facilidad de un patógeno para **invadir** el tejido del huésped y **crecer y reproducirse** en él. Depende de la secreción de sustancias biológicamente activas (enzimas, toxinas, reguladores del crecimiento...)



Por lo tanto

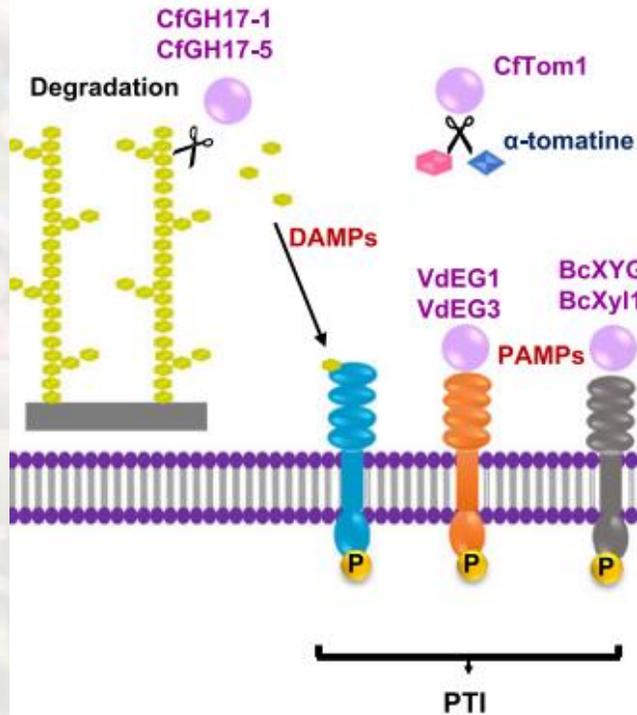
→ Virulencia = Mayor o menor gravedad de la enfermedad

→ Patogenicidad = capacidad o no de la enfermedad (no solo depende del patógeno)

CWDEs degrade various cell wall constituents

Apoplast

CWDEs:
 β-1,3 glucanase
 β-1,4-xylanase
 Xyloglucanase
 Cutinase
 Cellulase
 Pectinase

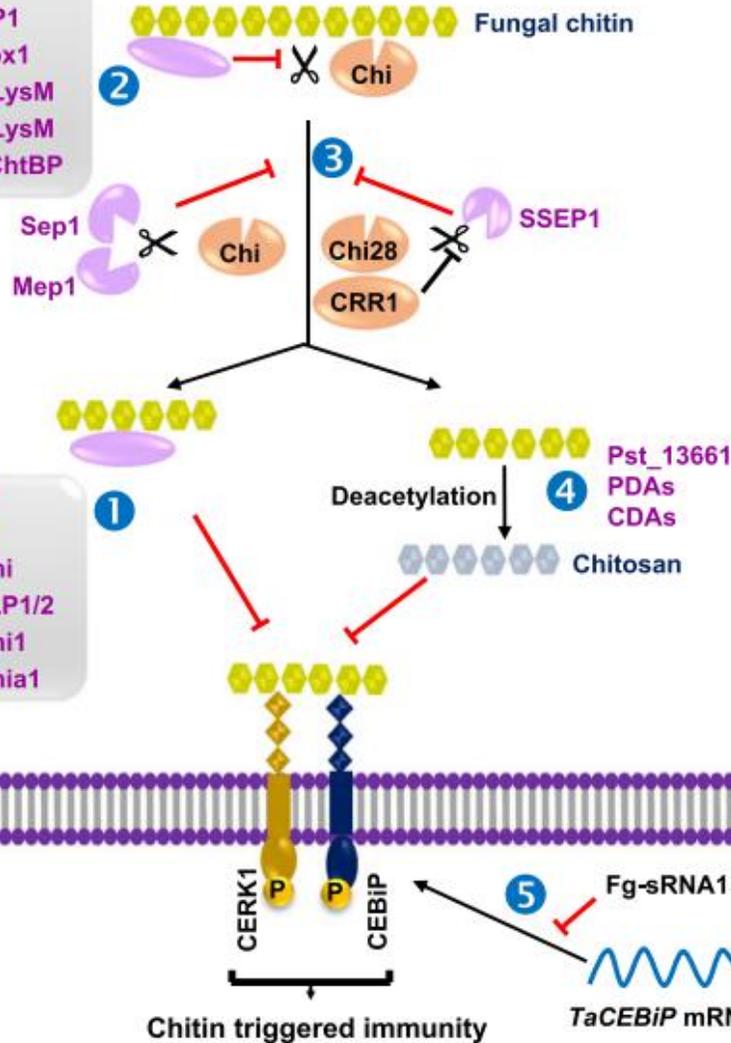


Degradar la pared vegetal

Effectors disarm chitin triggered immunity in different ways

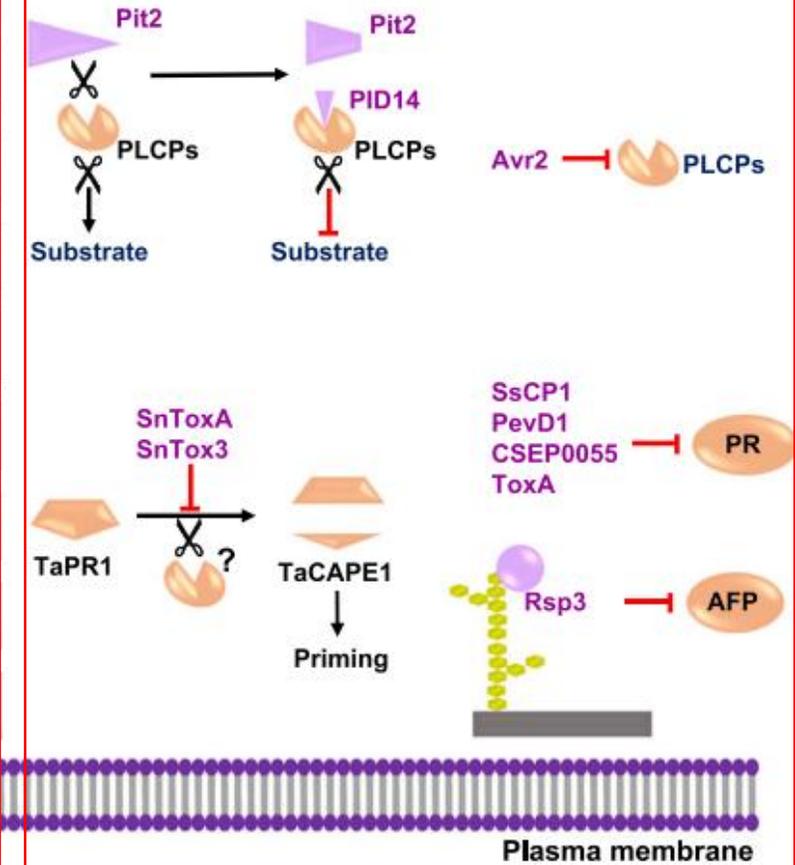
Avr4
VdCP1
SnTox1
Mg1LysM
Mg3LysM
VnaChtBP

Slp1
Ecp6
MpChi
ChELP1/2
MoChi1
MoChia1



Inhibir los sistemas de reconocimiento de patógenos

Effectors inhibit PLCPs, PR and AFP proteins



Inhibir la acción de moléculas defensivas de la planta

CWDEs degrade various cell wall constituents

Apoplast

CWDEs:
 β -1,3 glucanase

Effectors disarm chitin triggered immunity in different ways

Avr4
VdCP1
SsTox1

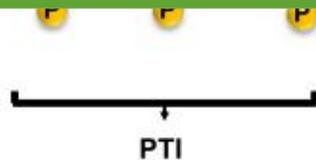
Fungal chitin

Effectors inhibit PLCPs, PR and AFP proteins

Pit2

Pit2

- Todos estos mecanismos han ido surgiendo de manera gradual durante la coevolución de patógenos y plantas durante millones de años.
- La presión de la selección natural ha llevado a los patógenos a modificar o adquirir nuevos mecanismos (efectores) para evadir las defensas vegetales y a las plantas a desarrollar nuevos métodos de resistencia frente a los patógenos.
- El conocimiento de estos mecanismos constituye el núcleo actual de la fitopatología y su comprensión resulta imprescindible para el desarrollo de nuevas variedades vegetales resistentes frente a determinadas enfermedades, especialmente desde el uso de las tecnologías -ómicas.
- Sin embargo, debido al gran número de mecanismos existentes y su complejidad hace que aún quede mucho camino por recorrer.

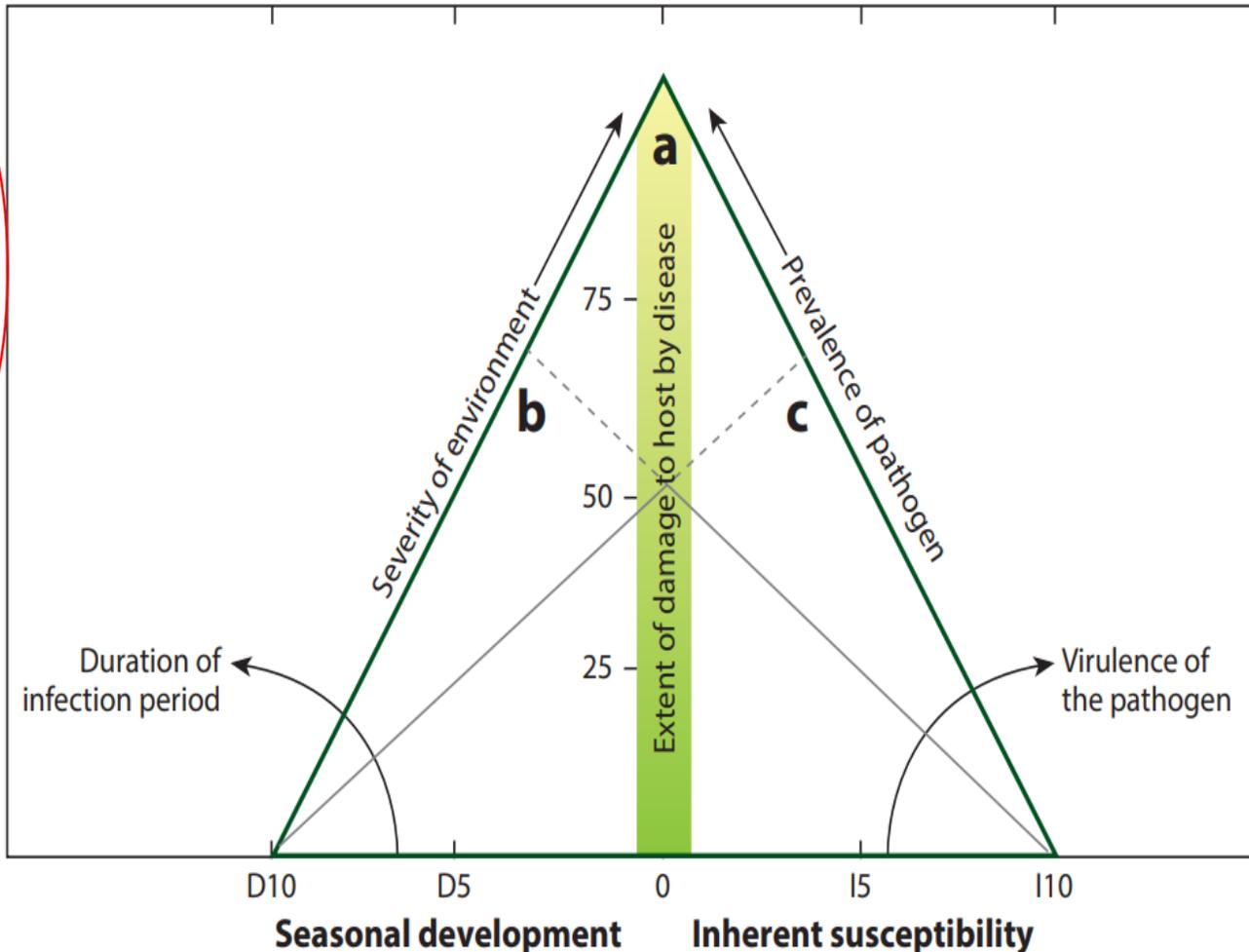


Degradar la pared vegetal

Inhibir los sistemas de reconocimiento de patógenos

Inhibir la acción de moléculas defensivas de la planta

El triángulo de la enfermedad



IMPACT OF THE ENVIRONMENT

INOCULUM POTENTIAL OF PATHOGEN

SUSCEPTIBILITY OF HOST

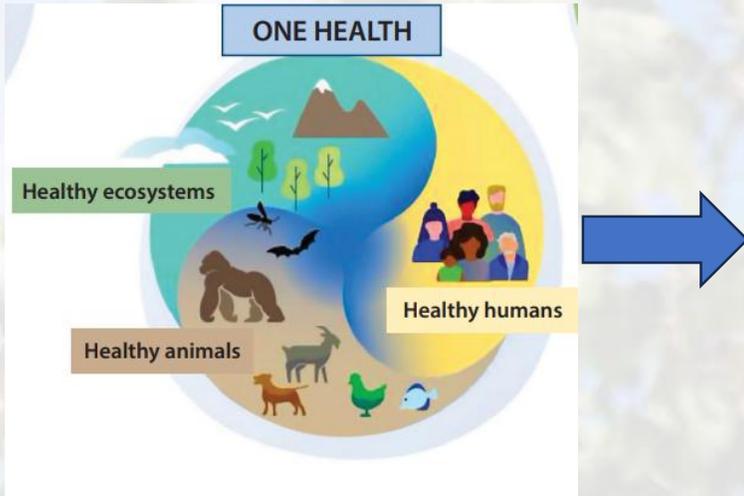
Propuesto por George McNew (1960) para describir la aparición de enfermedades en plantas, se basa en la interacción entre tres vértices:

- **Huésped:** susceptibilidad genética, estado fisiológico, edad, desarrollo.
- **Patógeno:** virulencia, variabilidad genética, adaptación.
- **Ambiente:** temperatura, humedad, tipo de suelo, contaminantes, estreses abióticos.

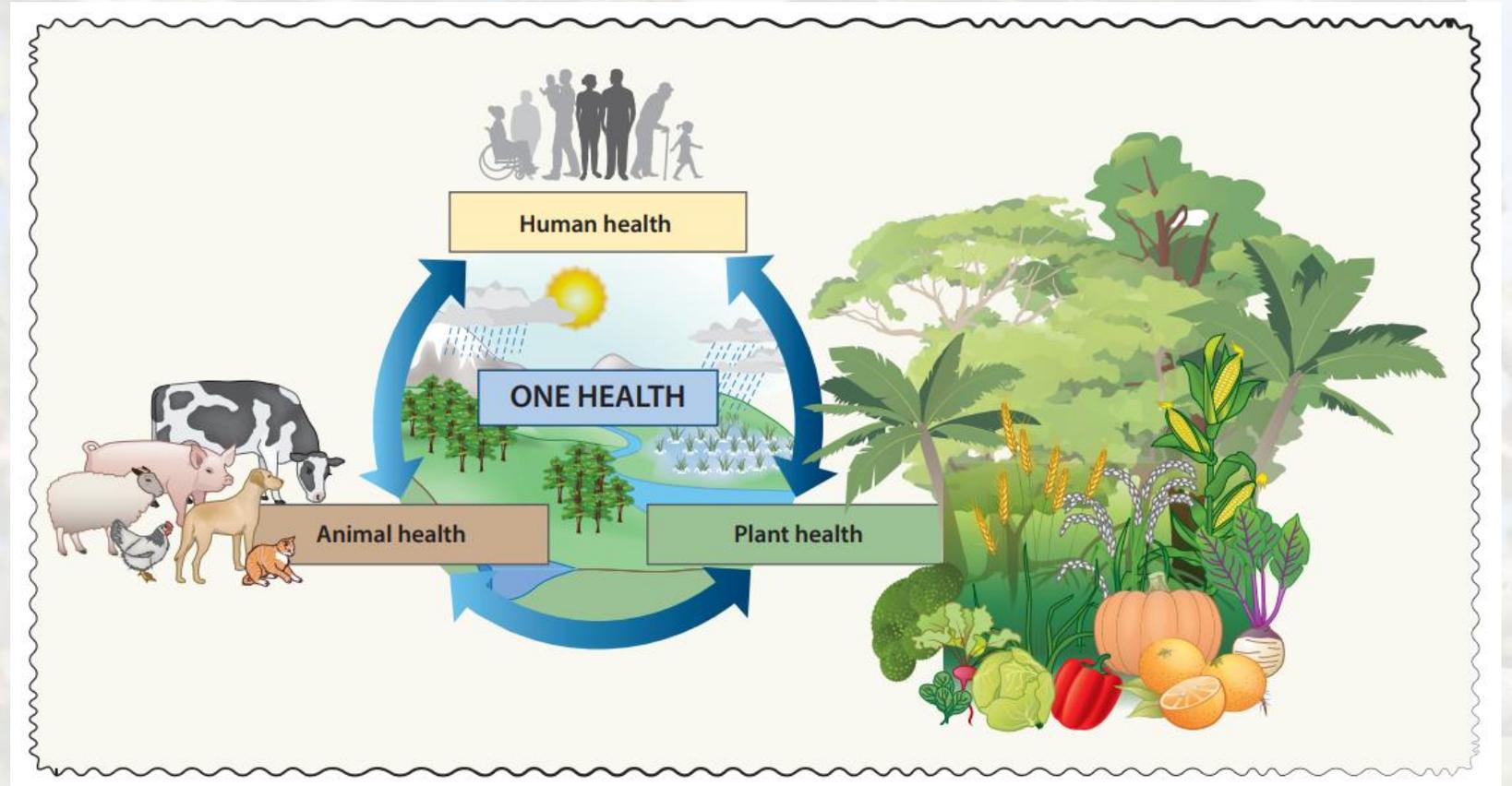
No podemos centrarnos solo en el patógeno ya que tenemos poca perspectiva de éxito

- Podemos elegir huéspedes resistentes frente a determinadas enfermedades. P. ej: UCB1 frente a *Verticillium*
- En el caso de tener un ambiente favorable frente a determinadas enfermedades podemos utilizar determinadas prácticas culturales para evitar la enfermedad:

Hacia el concepto de **One Health**: una sola salud



- Concepto que integra la salud, humana, animal y ecosistémica en un solo concepto, **una única salud**
- Nace de la veterinaria y la medicina, pero hasta ahora había descuidado la salud vegetal.
- Vivimos en un ecosistema antropogénico el cual afronta numerosos problemas como cambio climático, incendios, sequía, tormentas extremas, desertificación...



- Esto afecta la productividad de cultivos, la nutrición, la seguridad alimentaria y, por ende, la **salud humana y animal**.
- Exigen soluciones transdisciplinarias, no desde compartimentos estancos.
- Ejemplo: un pesticida puede controlar una plaga, pero generar resistencia o contaminar aguas.

ICPP
2023
ONE HEALTH
for all plants,
crops and trees
LYON
20-25 August, France



Enfermedades en el pistachero. Aspectos generales

- Hasta el momento el estado sanitario del cultivo no era un problema, ya que se encontraba en expansión (poco terreno dedicado a este cultivo), sin embargo, esto ha cambiado en los últimos años.
- El cultivo se había restringido a zonas de secano, frías y secas (la Mancha)
- Actualmente se está extendiendo a zonas más cálidas y húmedas y con posibilidad de riego (zona del tajo y Andalucía)
- Debido a esto, se espera que la incidencia y severidad de las enfermedades se incremente en los próximos años
- Limitaciones en su tratamiento, pocos agentes químicos autorizados
- La mayoría de las enfermedades están causadas por hongos



Enfermedades aéreas:

- Marchitez de brotes y flores (*Botrytis cinérea*)
- Marchitez de brotes y panículas (Hongos de la familia Botryosphaeriaceae)
- Septoriosis (*Septoria pistaciarum*)



Algunas especies como *Diplodia* pueden permanecer como endófitos mucho tiempo antes de causar enfermedad

Suelen ser las más graves y a menudo ocasionan la muerte del árbol



Micosis de raíz:

- Verticilosis (*Verticillium dahliae*)
- Podredumbre de raíz (*Phytophthora*)

Marchitez de brotes y flores (*Botrytis cinerea*)

El agente causal es *Botrytis cinerea*, ascomiceto de la familia Sclerotiniaceae

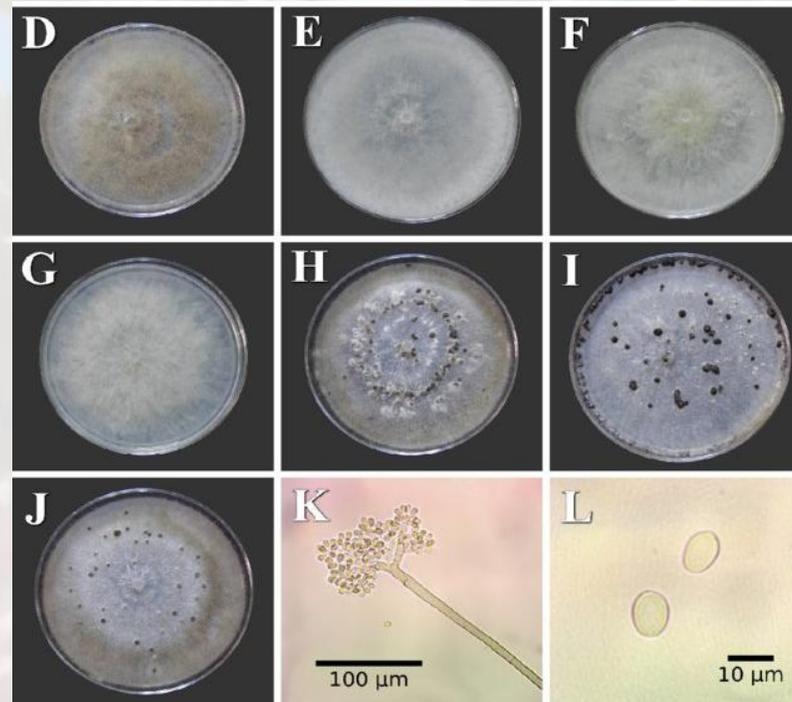
Es una **enfermedad esporádica**, aunque puede causar daños significativos en primaveras frías y **húmedas**

Suele provocar **más daños en machos que en hembras**, especialmente en las flores
→ **Atención con la polinización**

El debilitamiento y heridas causadas por esta enfermedad **facilitan la futura infección** por hongos de la familia **Botryosphaericeae**

El **síntoma principal** es el **marchitamiento de los brotes tiernos**, los cuales se **arquean** de una manera muy característica

La muerte de los brotes jóvenes **reduce el crecimiento y la cosecha en años siguientes.**



P. García Estringana



P. García Estringana



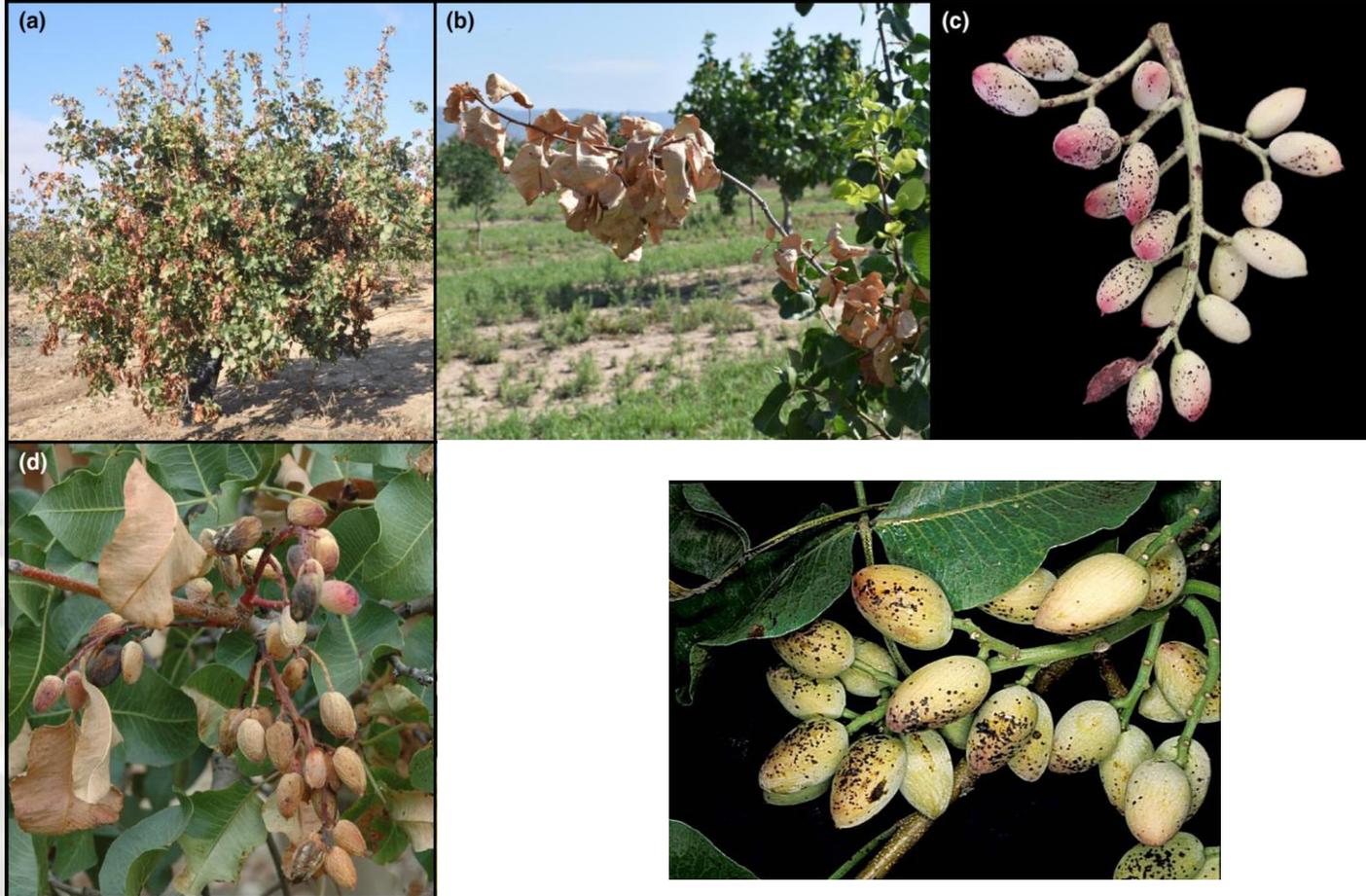
MARCHITEZ DE BROTES Y PANÍCULAS (Botryosphaeriaceae spp.)



J. Morales

- La infección se produce en primavera entre marzo y mayo, en periodos de alta humedad y temperaturas moderadas (15-25°C)
- El hongo puede permanecer como endófito hasta que las condiciones ambientales faciliten el desarrollo de la enfermedad, especialmente las temperaturas superiores a 30°C, por lo que es en verano cuando vemos la mayor incidencia.
- Esta incidencia puede aumentar si se alternan periodos de alta humedad relativa y periodos secos en poco tiempo

MARCHITEZ DE BROTES Y PANÍCULAS (Botryosphaeriaceae spp.)



Síntomas:

- A finales de primavera y principios de verano se observan manchas en los pecioloos o en el punto de inserción de los foliolos
- A continuación, se produce marchitez de la rama y pérdida de las hojas
- También se produce infección en frutos, el patógeno penetra a través de las lenticelas del pellejo, ocasionando pequeñas lesiones redondeadas necrosada
- Las panículas también se pueden ver afectadas, zona del raquis necrosada cuando suben las temperaturas → Muerte de la panícula y del brote asociado a ese racimo. Pueden aparecer chancros en la rama y desembocan en la muerte de la misma

Septoriosis (*Septoria pistaciarum*)



E. Martínez

- Enfermedad presente en todos los países productores causada fundamentalmente por un Ascomiceto: *Septoria pistaciarum*
- Ha aumentado su incidencia en los últimos años
- Una importante fuente de inóculo son las hojas caídas infectadas de años pasados
- Los primeros síntomas aparecen en primavera, mediados de mayo, después de las lluvias de abril, y pueden prolongarse hasta finales de otoño con la caída de la hoja
- Normalmente hay una parada estival debido a las altas temperaturas. La Tº óptima de germinación de las conidias está entre 18-26ºC, inhibiéndose por encima de los 30º

Septoriosis (*Septoria pistaciarum*)



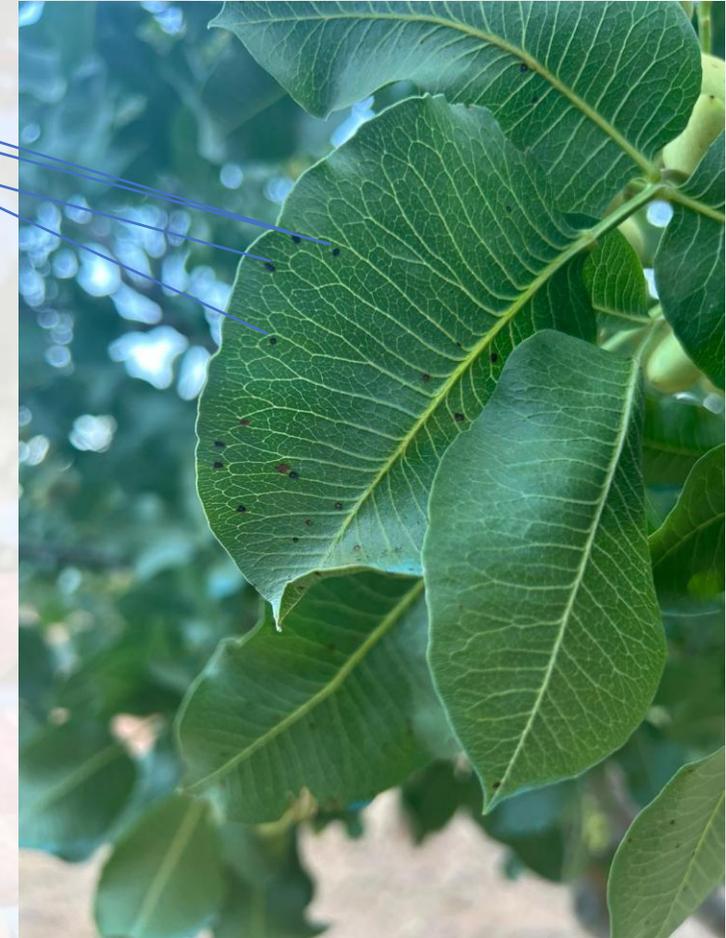
Síntoma característico:
Aparición de pequeñas punteaduras
necrosadas en las hojas



En etapas avanzadas de la
enfermedad se produce la defoliación
total del árbol (normalmente en
otoño, antes de la caída natural de la
hoja)



Esto debilita al árbol y conlleva una
perdida importante de las reservas
para el año siguiente, con lo que la
producción futura se ve afectada



Tratamientos químicos

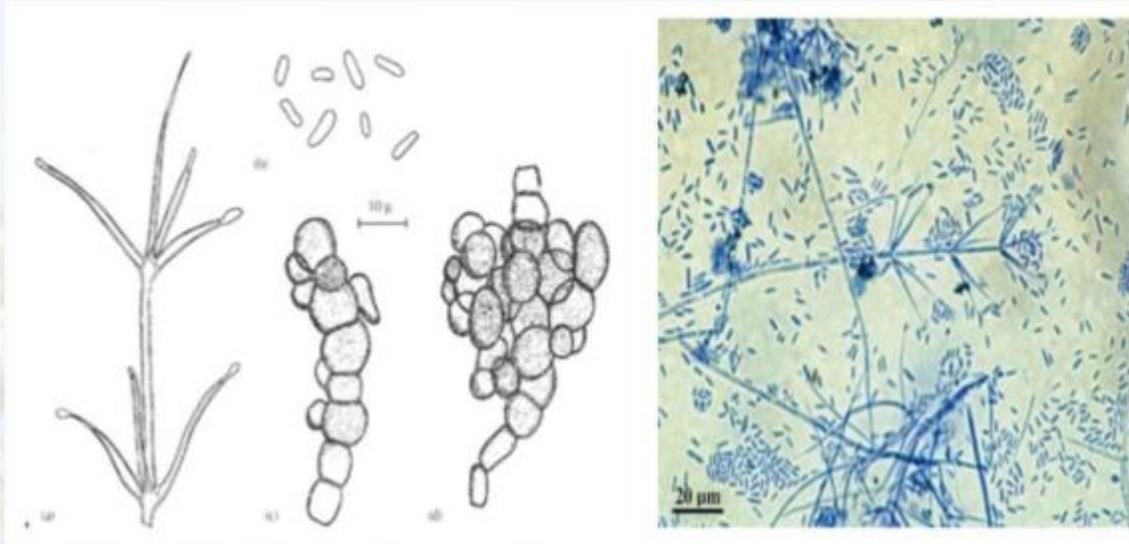
CONVENCIONAL	Boscalida 26,7% + Piraclostrobin 6,7% (SIGNUM) para Botriosfaeria y Septoria	
ECOLÓGICO	COMPUESTOS CÚPRICOS preventivos	Hidróxido cúprico
		Oxicloruro de cobre
		Hidróxido Cu + Oxicloruro Cu
		Sulfato cuprocálcico
ECOLÓGICO	HIDROGENOCARBONATO DE POTASIO Para Septoria y hongos de hoja	

Verticilosis (*Verticillium dahliae*)



- Afecta a multitud de plantas, tanto leñosas como herbáceas
- Los síntomas más acusados se producen a finales de primavera y Verano debido al estrés hídrico y al llenado del fruto.
- Hay diferente susceptibilidad en función del portainjerto utilizado *Pistacia terebinthus* y *P. atlantica* son muy susceptibles, UCB1 es resistente
- Muy difícil de erradicar, tratamientos poco efectivos

Verticilosis (*Verticillium dahliae*)



- El hongo puede permanecer en el suelo más de 15 años mediante la formación de estructuras de resistencia: los microesclerocios
- Se puede propagar fácilmente a través del agua de riego, aperos de labranza, herramientas de poda, semillas y material de reproducción, por lo que hay que extremar las medidas higienicas



Verticilosis (*Verticillium dahliae*). Sintomatología



- Coloración oscura de los haces vasculares
- Primeros síntomas externos, marchitamiento de una rama, coincidiendo con la zona donde el hongo ha afectado al flujo de savia
- La enfermedad se puede desarrollar de forma rápida o lenta:

Rápida



Muerte de las ramas afectadas, pudiendo llegar a morir el árbol en poco tiempo

Lenta



Pérdida progresiva de vigor, acompañada de un retraso en el crecimiento de la planta y una pérdida de rendimiento.

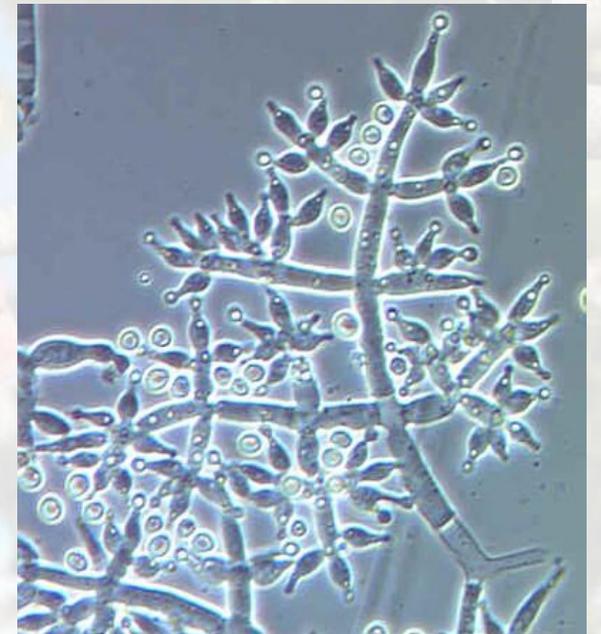
Verticilosis (*Verticillium dahliae*). Control

Prácticas culturales:

- Antes de elegir el portainjerto
 - ✓ Conocer los antecedentes de cultivos en la parcela
 - ✓ Hacer un análisis de suelo con el fin de detectar microesclerocios
- Buen manejo de la cubierta vegetal, especialmente con el uso de brasicáceas
- Buen manejo del riego, evitando alternancia entre estrés hídrico y encharcamiento
- Controlar el abonado (evitando exceso de Nitrógeno)
- Utilizar portainjertos tolerantes

Tratamientos:

- **NO EXISTEN TRATAMIENTOS QUÍMICOS EFECTIVOS**
- La solarización previa puede reducir el número de propágulos infectivos
- Eliminar los árboles enfermos adecuadamente y sustituir por individuos injertados sobre patrones tolerantes
- El control biológico mediante *Trichodermas* puede ser beneficioso, una o dos veces al año (primavera y otoño). Preparar el terreno previamente con abonado (ácidos fúlvicos)



Podredumbre de raíz (*Phytophthora spp.*)

Enfermedad causada por una serie de Oomicetos (no son hongos verdaderos)

Ataca a la raíz y al cuello (zona de transición entre las raíces y el tronco) del árbol

Las condiciones ambientales (edáficas) resultan fundamentales para el desarrollo de la enfermedad: suelos arcillosos con tendencia a encharcarse, alta humedad en el suelo a consecuencia de riegos excesivos o de periodo de lluvias intensas

El patógeno puede permanecer en el suelo durante mucho tiempo hasta que las condiciones sean las adecuadas



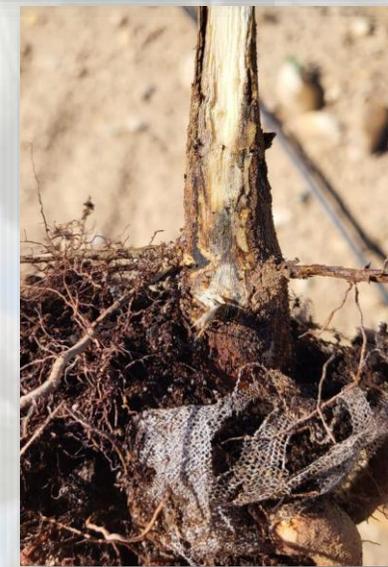
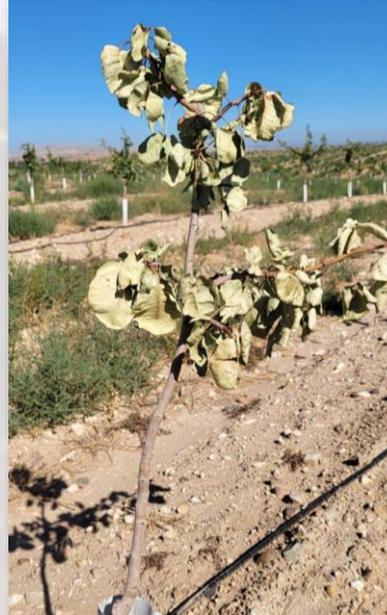
Podredumbre de raíz (*Phytophthora spp.*). Sintomatología

Generalmente los síntomas aparecen paulatinamente y se desarrollan de manera lenta en el tiempo, durante varios años

Los primeros síntomas son una pérdida de vigor generalizada, con una reducción en el crecimiento y en la copa y una defoliación temprana durante varios años

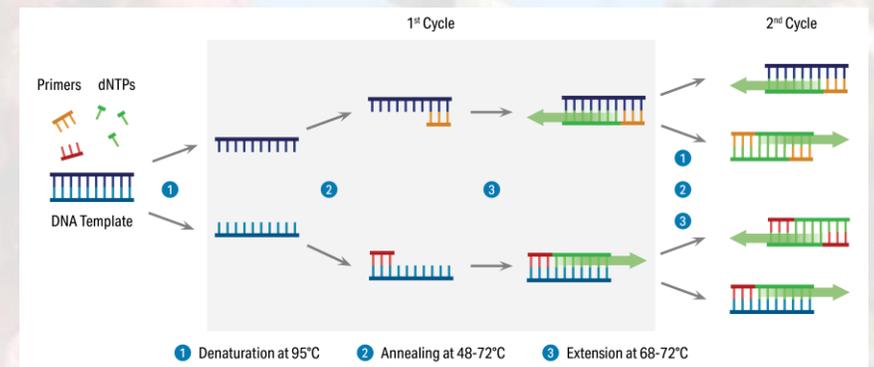
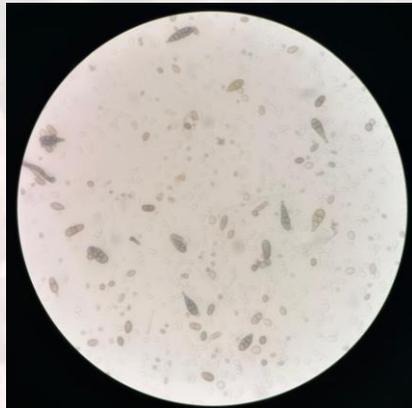
Los síntomas más característicos es la podredumbre del cuello de la raíz, acompañada de exudados gomosos y coloración oscura de la madera en dicha zona. Además la madera tiene un fuerte olor a podrido y a ácido acético

El control de la enfermedad se basa en prácticas culturales, especialmente el buen manejo del riego, evitando encharcamientos



Diagnostico

- Resulta complicado, imposible determinar el patógeno solo a través de una fotografía.
- La sintomatología se puede confundir entre varias enfermedades, especialmente aquellas relacionadas con el suelo
- Podemos sospechar de una enfermedad, pero necesitamos confirmarlo en un laboratorio, ya sea mediante la obtención de cultivos o mediante técnicas moleculares como PCR
- Para esto la toma de muestras es fundamental. Evitaremos tomar muestras cuando el árbol se encuentra ya muerto.
 - ✓ Para enfermedades aéreas tomaremos muestras foliares y de ramas afectadas
 - ✓ Para micosis edáficas tomaremos muestras del área del cuello de la raíz, en la zona de transición entre la parte necrosada y la parte viva. Se pueden tomar muestras de suelo (especialmente en el caso de verticilosis).
 - ✓ Los patógenos son seres vivos, si las condiciones son desfavorables para su desarrollo (P.ej temperaturas muy altas), pueden estar muertos, sin posibilidad de poder cultivarlos y teniendo que recurrir a técnicas moleculares más complejas (y caras)



Estado sanitario actual

Principales fitopatógenos edáficos que afectan al cultivo del pistachero (*Pistacia vera* L.) en Castilla-La Mancha, España.

David Fariña-Flores^{1*}; Rosa Mérida-García¹; Esaú Martínez²; Raquel Martínez Peña¹;

Julián Guerrero¹

¹CIAG "El Chaparrillo", IRIAF Castilla-La Mancha. Ctra. de Forzuna s/n, 13071, Ciudad Real
²Autor de correspondencia: dfarina@jccm.es

Introducción

El cultivo de *Pistacia vera* en España ha experimentado un incremento notable en los últimos años, siendo el cuarto país con mayor superficie dedicada a este cultivo en el mundo, con un incremento anual de 10.000 hectáreas en los últimos 5 años. Castilla-La Mancha, debido a sus condiciones edafoclimáticas especialmente favorables para el desarrollo del cultivo, representa aproximadamente el 80% de la superficie nacional, lo que dota al pistachero de una gran importancia económica y social en la región.

En las plantaciones comerciales de *P. vera* L. es necesario injertar el pistachero sobre otras especies del género *Pistacia* con el fin de mejorar su resistencia frente a determinadas plagas, mejorar la adaptación a las condiciones edafoclimáticas regionales y, especialmente, disminuir o mitigar la susceptibilidad frente a diversos fitopatógenos edáficos. Entre estos patógenos, por su frecuencia de aislamiento destacan el género *Fusarium*, con varias especies patógenas que presentan gran incidencia en numerosas especies vegetales; El género *Verticillium*, destacando la especie *V. dahliae*, agente causal de la verticilosis, enfermedad fúngica que afecta a numerosas especies, y que, además, presenta una creciente incidencia en España como consecuencia del cambio climático; y el género *Phytophthora*, oomiceto agente causal de la gomosis en el pistachero.

Objetivo y metodología

En este trabajo se han evaluado los principales fitopatógenos presentes en Castilla-La Mancha a partir de una muestra representativa de árboles enfermos procedentes de 50 fincas agrícolas de la región. El aislamiento se ha realizado a partir de madera de pistacho con síntomas de decaimiento, y se han identificado patógenos fúngicos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Verticillium* y *Phytophthora* mediante caracteres morfológicos.

El principal objetivo de este trabajo es determinar la frecuencia de aislamiento de los 3 patógenos edáficos más comunes en la principal zona productora de pistacho de España

Resultados

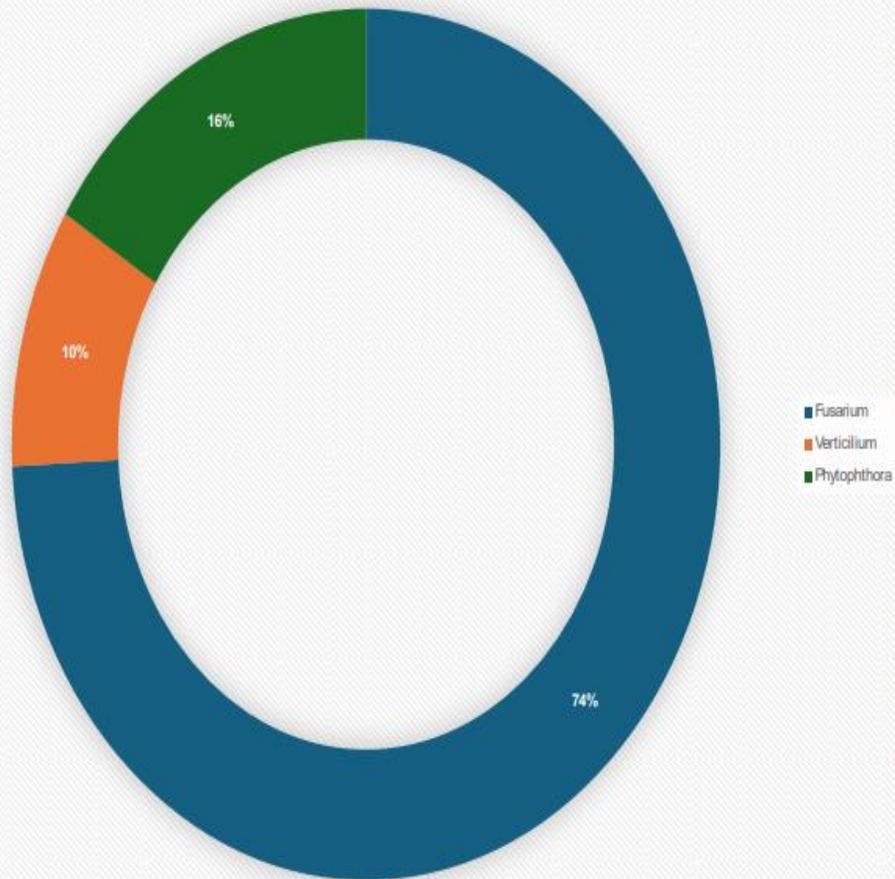
Daños en pistacho asociados con hongos patógenos de suelo

- Verticilosis:** Marchitez parcial (una o dos ramas), desecación y coloración oscura de la madera. Los primeros síntomas normalmente en las ramas con frutos
- Podredumbre de cuello y raíz (*Phytophthora*):** Decaimiento general acompañado de marchitez súbita, especialmente en verano o tras riegos abundantes. Aparición de chancros en la zona del cuello de la raíz, normalmente con exudados de color oscuro, desprendimiento de la corteza y necrosis del cámbium
- Fusarium*:** Hasta ahora el menos común. Se ha determinado reciente de *Fusarium solani* como patógeno para pistacho. Marchitez progresiva acompañada de reducción del crecimiento y follaje escaso. Chancros en el cuello de la raíz y coloración parduzca del tejido vascular (xilema)



Estado sanitario actual

Porcentaje de fincas



Conclusiones

- ***Verticillium dahliae***. es el hongo patógeno con menor porcentaje de aparición. Esto puede estar relacionado al uso cada vez más frecuente de portainjertos resistentes frente a la enfermedad como el UCB1, el cual se está utilizando preferentemente en las nuevas plantaciones
- ***Phytophthora***. Frecuentemente ligado a áreas de regadío o a suelos con muy baja permeabilidad, condiciones poco comunes dentro de Castilla-La Mancha. Su incidencia se concentra mayoritariamente en plantaciones de la cuenca del Tajo.
- ***Fusarium***. Ha ganado importancia recientemente, habiéndose determinado especies como *Fusarium solani* como patógenas para pistacho. Su sintomatología es difícil de distinguir de la causada por otros patógenos como los mencionados anteriormente. Además, puede encontrarse como saprofito, por lo que resulta necesario realizar estudios específicos centrados en este hongo como fitopatógeno en pistacho, evaluando la susceptibilidad de los portainjertos actualmente en uso

Gracias por su atención

