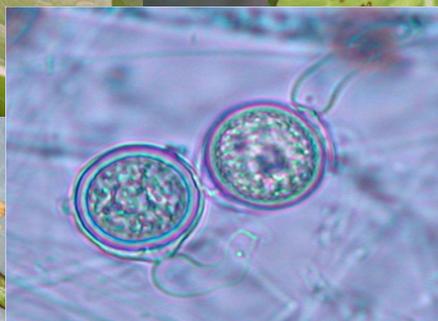


CULTIVOS HORTÍCOLAS: CONTROL DE ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS Y CROMISTAS

José Luis ANDRÉS ARES
Antonio RIVERA MARTÍNEZ

Ilustraciones – Manuel MARÍN RODRÍGUEZ



CONSULTORÍAS NOROESTE S.C.

CULTIVOS HORTÍCOLAS: CONTROL DE ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS Y CROMISTAS

JOSÉ LUIS ANDRÉS ARES

Dr. Ingeniero Agrónomo
Consultor en Protección de Cultivos

A. RIVERA MARTÍNEZ

Ingeniero Técnico Agrícola
Especialista en horticultura y protección vegetal

ILUSTRACIONES

Manuel Marín Rodríguez
Licenciado en Bellas Artes

FOTOGRAFÍAS

J.L. Andrés Ares & A. Rivera Martínez

CONSULTORÍAS NOROESTE S.C.

EDITA: CONSULTORÍAS NOROESTE S.C.
Rúa da Seca, Nº 36 – 4º D – 36002 PONTEVEDRA
TEL (+34) 986 859170
andresares@mundo-r.com

Copyright 2019 J.L. Andrés Ares
Copyright 2019 A. Rivera Martínez

Maquetación: Elvira García Sumay
Fotografías: J.L. Andrés Ares & A. Rivera Martínez
Ilustraciones: Manuel Marín Rodríguez

Diseño y Producción: José Luis Andrés García para Consultorías Noroeste S.C.
I.S.B.N. 978-84-09-18100-1
Depósito Legal : Po 32-2020

No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quiere mostrar su gratitud a todos aquellos agentes relacionados con el sector hortícola de Galicia y que han colaborado directa o indirectamente en la realización de esta obra: técnicos y gerentes de cooperativas hortícolas y centros de producción, analistas fitopatológicos, inspectores de sanidad vegetal, personal de investigación del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña) y técnicos de la Consellería do Medio Rural.

NOTAS METODOLÓGICAS

La presente obra trata de extraer la información de mayor interés del trabajo de los autores, como especialistas en los ámbitos de la protección vegetal, en el sector hortícola de Galicia. Para ello se han incluido en la misma las especies de patógenos con mayor relevancia en este sector a nivel mundial haciendo especial hincapié en aquellas que han tenido una especial incidencia en los centros de producción hortícola de Galicia.

Para cada uno de los patógenos abordados se describe la siguiente información: importancia de la enfermedad, datos de incidencia de patógenos en diferentes especies hortícolas, sintomatología descrita en la bibliografía especializada y observada por los autores en Galicia, descripción del patógeno, aspectos biológicos y epidemiológicos y métodos de control, tanto los descritos en la bibliografía especializada como los recomendados por los autores en las empresas de producción hortícola de Galicia. Todas las referencias de incidencia de las enfermedades específicas de Galicia han sido confirmadas con análisis fitopatológicos, realizados en laboratorios oficiales o en el laboratorio fitopatológico privado de uno de los autores. La totalidad de las fotografías de síntomas de enfermedades producidas por hongos y cromistas, que se incluyen en la obra, han sido realizadas por los autores en explotaciones y centros de producción hortícola de Galicia, habiendo sido previamente confirmado el agente patógeno causal por medio de análisis fitopatológicos oficiales o realizados por los propios autores. Las fotografías de hongos incluidas en la obra han sido realizadas por los autores en el Laboratorio de Patología Vegetal del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña). Todos los métodos y técnicas de control de hongos patógenos descritos en la obra para Galicia han sido probados por los autores, en el transcurso de su trabajo como consultores independientes, en centros de producción hortícola de Galicia. Las materias activas recomendadas disponen de formulados comerciales autorizados en los cultivos indicados en España, en el momento de la publicación de la obra –año 2019–, se recomienda, por tanto, revisar el registro de productos fitosanitarios que es específico no para materias activas sino para productos comerciales, en caso de que se consulte en años posteriores al de publicación. Los dibujos e ilustraciones han sido realizados por el ilustrador bajo la dirección y coordinación de los propios autores.

Los autores

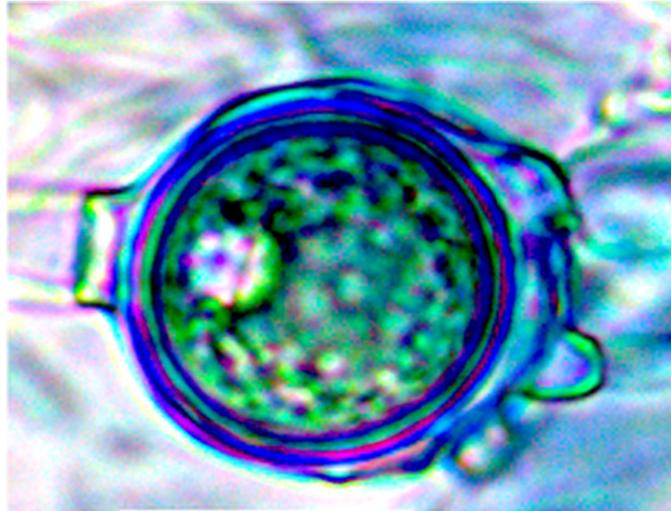
CONTENIDO

Agradecimientos y notas metodológicas

Capítulo 1. Cromistas hortícolas	1
Capítulo 2. Oídios hortícolas	75
Capítulo 3. Royas y carbones hortícolas.....	105
Capítulo 4. Micosis foliares hortícolas	121
Capítulo 5. Micosis productoras de podredumbres en frutos y tallos de especies hortícolas	171
Capítulo 6. Micosis vasculares hortícolas	197
Capítulo 7. Micosis productoras de podredumbres de cuello y radiculares en especies hortícolas	227

1

CAPÍTULO 1 CROMISTAS HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 1.1. Características generales de los cromistas de interés hortícola.
- 1.2. *Pseudoperonospora cubensis* en pepino.
- 1.3. *Peronospora destructor* en cebolla.
- 1.4. *Hyaloperonospora brassicae* en brásicas.
- 1.5. *Peronospora farinosa* en espinaca.
- 1.6. *Bremia lactuca* en lechuga.
- 1.7. *Peronospora crustosa* en zanahoria.
- 1.8. *Phytophthora infestans* en tomate.
- 1.9. *Phytophthora nicotianae* en tomate y pimiento.
- 1.10. *Phytophthora capsici* en solanáceas y cucurbitáceas.
- 1.11. *Phytophthora megasperma* en zanahoria.
- 1.12. *Phytophthora cryptogea* en escarolas y endivias belgas.
- 1.13. *Phytophthora fragariae* en fresa.
- 1.14. *Phytophthora cactorum* en fresa.
- 1.15. *Phytophthora porri* en puerro.

1.16. *Globisporangium debaryanum* en especies de interés hortícolas.

1.17. *Pythium aphanidermatum* en tomate.

1.18. *Globisporangium violae* en zanahoria.

1.19. *Globisporangium ultimum* en judía.

1.20. *Albugo candida* en brásicas.

1.21. Relación de cromistas que afectan a las especies hortícolas.

1.22. Referencias bibliográficas del capítulo.

Fotografías.

1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PERONOSPORALES

Los cromistas que tienen interés hortícola pertenecen a los órdenes de los Peronosporales, Pitiales y Albuginales, incluidos, a su vez, en el *Phylum Oomycota* (oomycetes). Se trata de un diverso grupo de organismos, muchos de los cuales son patógenos de plantas, que incluye, entre otros, especies del género *Phytophthora*, numerosos géneros de los patógenos denominados mildius, así como especies del género antiguamente denominado *Pythium*. Los oomycetes comprenden algunos de los patógenos de plantas más extendidos y destructivos siendo difíciles de controlar. Exhiben un hábito de crecimiento filamentoso similar al de los hongos, que hace que con frecuencia sean referidos erróneamente como pertenecientes al reino Fungi. Análisis bioquímicos en conjunción con análisis filogenéticos sugieren que los oomicetos comparten escasa afinidad taxonómica con los hongos filamentosos estando más relacionados con algas heterocarióticas del reino de los Protistas. Los oomicetos comprenden, por tanto, un grupo único de patógenos que han desarrollado la habilidad de infectar plantas de manera independiente a los hongos verdaderos (Kamoun *et al.*, 1999).

La característica más significativa de los oomicetos es la reproducción sexual por medio de la producción de oosporas tras la unión de dos gametangios en los que la meiosis tiene lugar con anterioridad a la fertilización. El micelio es enteramente diploide y las zoosporas se forman a partir de esporangios característicos (Erwin & Ribeiro 1996).

En los peronosporales se puede observar una gradación progresiva en cuanto a especialización morfológica y parasitismo. Así, la liberación de zoosporas de los esporangios es reemplazada por la germinación mediante un tubo germinativo, según las condiciones ambientales exclusivamente. Los esporangios se suelen formar discretamente y se separan de las hifas parentales para dispersarse como conidias. La formación de los esporangios se realiza en esporangióforos aéreos que se liberan por giro higroscópico. La formación de esporangios pasa a ser, progresivamente, en cadenas en el interior de pústulas. La penetración del patógeno en las células del hospedador se produce por medio de haustorios determinados, cada vez más especializados. La infección pasa a ser de hojas y tallos en lugar de ser exclusivamente radicular. Esta especialización progresiva del estado reproductivo asexual contrasta con la constancia de los rasgos del estado sexual en todo el grupo y que comprende: oogonios fertilizados por

anteridios que se desarrollan dando oosporas, que son el principal medio de persistencia en el suelo o en restos vegetales (Smith *et al.*, 1992).

Las enfermedades conocidas como mildius son originadas por cromistas de la familia de los Peronosporaceos en el que destacan los géneros *Peronospora*, *Pseudoperonospora* y *Phytophthora* por englobar especies patógenas de plantas hortícolas: *Peronospora destructor*, *Pseudoperonospora cubensis* y hasta un total de 50 especies de *Phytophthora* patógenas de este tipo de especies hortícolas. Los mildius propiamente dichos –engloban los géneros *Peronospora*, *Pseudoperonospora* y *Hyaloperonospora*– se caracterizan por ser parásitos obligados, afectar severamente a cualquier órgano verde de la parte aérea, fundamentalmente a las hojas, necesitar condiciones de humedad relativamente elevada o agua sobre los tejidos, y temperaturas no elevadas para originar la infección. Forman esporangios y esporangióforos diferenciados en cada género y estructuras de resistencia u oosporas en el interior de los tejidos. Generalmente las esporas sexuales u oosporas son las estructuras de supervivencia que inician los ciclos primarios de infección, mientras que los esporangios, bien germinando directamente o mediante la producción de zoosporas, originan los ciclos secundarios de infección, que pueden ser numerosos y determinan la severidad de las epidemias (Llacer *et al.*, 1996).

Algunas de las enfermedades producidas por el otro género de importancia dentro de los Peronosporaceos –*Phytophthora*– son también denominadas mildius aunque el agente causal no responda a las características taxonómicas de los organismos que originan los verdaderos mildius. Filogenéticamente se encuentran muy próximos a los mildius propiamente dichos pero no son parásitos obligados, presentando algunas especies del género capacidades saprofitas elevadas (Llacer *et al.*, 1997). Su principal característica es que los esporangios se forman directamente sobre hifas no diferenciadas, o bien sobre esporangióforos de crecimiento indeterminado. En la reproducción sexual sólo se forma una oóspora por oogonio, que actuará como espora de resistencia. Existen más de 60 especies referenciadas de *Phytophthora* de las que 50 son patógenas de especies ornamentales leñosas (Erwin & Ribeiro, 1996).

La familia de los Pitiáceos –incluida dentro del orden de los Pitiales– agrupa a organismos parásitos semiobligados, no obligados o saprófitos facultativos. Producen pudriciones radiculares principalmente. Se caracterizan por disponer de zoosporangióforo de crecimiento indeterminado, zoosporangio .

el pasado como *Peronospora brassicae* o *Peronospora parasitica*. Ataca a la mayor parte de las especies cultivadas y silvestres de las crucíferas especialmente a coliflor, rábano y brócoli (Beltrán & García, 2006; Farr & Rossman, 2013).

Entre los cultivos de brásicas sobre los que ha sido referenciada como patógeno destaca *B. campestris*, *B. oleracea* –variedades *botrytis*, *capitata* y *oleraceae* principalmente–, *B. napus*, y *B. rapa*. Se extiende por todo el planeta habiéndose referenciado también su presencia ampliamente en la península ibérica (Gustavsson, 1991; Melgarejo *et al*, 2010).

Produce daño principal en semilleros, en los que la infección temprana en las plántulas puede resultar en la muerte de una importante proporción de las mismas. En las plantas adultas el efecto principal es sobre la calidad, especialmente si es destino de las mismas es la congelación o la conserva. Las infecciones también predisponen a las posteriores infecciones bacterianas en almacén (Smith *et al*, 1992).

1.4.2. Síntomas y daños producidos por la enfermedad

La sintomatología de la enfermedad se puede observar en todos los órganos de la planta huésped desde los cotiledones, hojas, tallos y cogollos hasta raíces y rizomas. En las hojas la sintomatología comienza con la aparición de manchas cloróticas generalmente limitadas por los nervios que, bajo condiciones de elevada humedad relativa, emiten esporangióforos de color blanquecino en el envés. Con el tiempo las clorosis terminan por secarse. Si el patógeno se torna sistémico la sintomatología pasa más desapercibida poniéndose de manifiesto ennegrecimientos superficiales y vasculares que se aprecian al realizar cortes longitudinales en los cogollos o tallos. En el rizoma del rábano infectado por el patógeno se pueden observar unas zonas oscuras a modo de veteado que se corresponden con zonas colonizadas por el patógeno cromista (Beltrán & García, 2006).

1.4.3. Descripción del patógeno

Denominación según Index Fungorum

Hyaloperonospora brassicae (Gäum.) Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw. 2003

Posición taxonómica

Peronosporaceae, Peronosporales, Peronosporidae, Peronosporae, Incertae sedis, Oomycota, Chromist.

Sinonimias

Hyaloperonospora parasitica

Peronospora parasitica

Peronospora brassicae

Botrytis parasitica

Peronospora alpestris

Peronospora cardariae-repentis

Peronospora crispula

Peronospora lepidii-sativi

Peronospora leptoclada

Perofascia lepidii

Peronospora cheiranthii

Peronospora dentaria

(Index Fungorum 2013; Farr & Rossman 2013; Melgarejo *et al* 2010).

La descripción del patógeno cromista realizada por la bibliografía especializada es la siguiente:

Esporangios: tienen forma de ovoide a elíptica, con un tamaño de 24-27 × 12-22 µm. No disponen de papila y disponen de la zona de inserción al esterigma del esporangióforo ligeramente en punta y con cicatriz.

Esporangióforos: salen a la superficie por los estomas, son largos, rectos y tienen una ramificación dicotómica que termina en forma de hoz.

Anteridios: son paraginos.

Oosporas: las maduras tienen una coloración marrón amarillento, suelen ser esféricas, de pared gruesa y de 26-45 µm de diámetro.

Micelio y haustorios: toman un color vinoso que resalta entre los espacios intercelulares.

(Melgarejo *et al* 2010; Beltrán & García, 2006).

Se trata de una especie que ha cambiado de denominación recientemente debido a la redefinición de la especie *Peronospora* así como al reconocimiento de nuevas especies genéticamente cercanas pero pertenecientes a diferente género como es el caso que nos afecta (Constantinescu & Fatehi, 2002). Se han señalado patotipos en esta especie aunque varía el grado de especificidad del huésped. Los aislamientos del patógeno estudiado son a menudo virulentos sobre especies diferentes de su hospedador original (Smith *et al*, 1992).



Foto 19. Síntomas de infección por *Phytophthora infestans* en tomate



Foto 20. Síntomas de infección por *Phytophthora infestans* en tomate



Foto 21. Síntomas de infección por *Phytophthora infestans* en tomate



Foto 22. Síntomas de infección por *Phytophthora infestans* en tomate



Foto 23. Podredumbre de base radicular de pimiento producida por *Phytophthora nicotianae*

2

CAPÍTULO 2 OIDIOS HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 2.1. Características generales de los oídios de interés hortícola.
- 2.2. *Golovinomyces cichoracearum* en cucurbitáceas.
- 2.3. *Erysiphe polygoni* en judía.
- 2.4. *Erysiphe umbelliferarum* en zanahoria.
- 2.5. *Laveillia taurica* en solanáceas y cucurbitáceas.
- 2.6. *Sphaerotheca alchemillae* en fresa.
- 2.7. *Sphaerotheca fuliginea* en pepino.
- 2.8. *Sphaerotheca macularis* en fresa.
- 2.9. *Podosphaera fusca* en cucurbitáceas.
- 2.10. *Golovinomyces cichoracearum* en lechuga hidropónica.
- 2.11. *Erysiphe cruciferarum*.
- 2.12. *Erysiphe pisi*.
- 2.13. Referencias bibliográficas del capítulo.

En EE.UU se recomienda el empleo alterno de fungicidas sistémicos como Miclobutanil, Triflumizole, Tebuconazol con Quinoxifeno no sistémico.

En España las materias activas para su empleo contra oídio en cucurbitáceas son: Bupirimato, Cliflufenamid, Clortalonil, Metil-tiofanato, Metrafenona, Miclobutanil y Quinoxifen (MAGRAMA, 2019).

2.2.6. Medidas de cuarentena

Erysiphe cichoracearum no se encuentra incluida dentro de las listas A1 y A2 de enfermedades de cuarentena de la EPPO (EPPO, 2017).

2.3. ERYSIPIHE POLYGONI EN JUDÍA

2.3.1. Importancia económica

La enfermedad de oídio producida por el agente patógeno *Erysiphe polygoni* ha sido reconocida, bajo condiciones de campo, en explotaciones de éste cultivo en todo el mundo desde 1880, siendo la enfermedad un problema clave de cultivo. Fue descrito por primera vez en 1889, infectando las explotaciones de judía de Bermuda (Sherf & Macnab, 1986). Afecta a la mayoría de las especies hortícolas cultivadas siendo la sintomatología menos apreciable en la judía comercial debido a la incorporación de genes de resistencia en los cultivares comerciales. La enfermedad reduce los rendimientos al provocar la disminución y el número de vainas así como el periodo de recolección. La calidad de las vainas puede quedar mermada de forma significativa por el patógeno (FAO, 2007).

El patógeno ha sido citado en *Phaseolus vulgaris* en todo el mundo, siendo además agente causal de la enfermedad sobre otras especies de *Phaseolus* como *acutifolius*, *adenanthus*, *limensis*, *aureus*, *coccineus*, *limensis*, *lunatumungo* y *radiatus* (Farr & Rossman, 2015). En España ha sido citada como una enfermedad devastadora en las plantaciones tradicionales de judía del norte del país, particularmente en los cultivares de judía de clase fabada, encontrándose la enfermedad en aumento en los últimos años (Pérez-Vega *et al.*, 2011; Trabanco *et al.*, 2012).

El patógeno ha sido referenciado, así mismo a nivel mundial, sobre otros cultivos hortícolas como *Beta vulgaris*, *Brassica campestris*, *Brassica campestris*, *B. napus*, *B. oleracea*, *B. rapa*, *Daucus carota*, *Lycopersicum esculentum*, *Pisum sativum* y *Raphanus sativus* entre otros (Farr & Rossman, 2015).

2.3.2. Daños y síntomas de la enfermedad

Los primeros síntomas de la enfermedad se caracterizan por la aparición de pequeñas manchas de color blanco o grisáceo en la superficie foliar así como en los tallos. Bajo la capa de micelio del patógeno se puede apreciar como la superficie foliar cambia de color tomando una tonalidad rojiza o marrón. Estos primeros síntomas derivan en el agrandamiento de las manchas formando una capa blanca en el haz de las hojas que asemeja al polvo de talco, especialmente en las hojas de más edad. En las vainas el patógeno puede provocar pequeños chancros de color grisáceo, pudiendo quedar las mismas, así mismo, deformadas. La planta completa puede quedar cubierta por el micelio del patógeno provocando la caída prematura de hojas y vainas. (Sherf & Macnab, 1986; Trabanco *et al.*, 2012). Si la infección es prematura las hojas pueden quedar enanizadas, tomar una coloración amarillenta y caer (Hagedorn & Inglis, 1986).

2.3.3. Descripción del patógeno

El oídio de la judía ha sido habitualmente atribuido a *Erysiphe polygoni* aunque existen autores que lo sitúan cerca de *Erysiphe diffusa* anteriormente denominado *Microsphaera diffusa* (Almeida *et al.*, 2008).

Denominación según Index Fungorum

Erysiphe polygoni DC.

Posición taxonómica

Erysiphaceae, Erysiphales, Leotiomyetidae, Leotiomyetes, Pezizomycotina, Ascomycota, Fungi.

Sinonimias

Erysiphe communis f. *fagopyri*.

Erysiphe polygoni f. *muehlenbeckiae*.

Elsnochaeta poligoni.

(Index Fungorum 2012; Farr & Rossman 2015).

La descripción del patógeno realizada por la bibliografía especializada es la siguiente:

Micelio: delgado y escasamente desarrollado en la superficie foliar del hospedador.

Conidias: solitarias, con forma de barril e hialinas aunque ocasionalmente desarrolladas en cadenas, con tamaños que oscilan entre los 31-38 μm \times 17-21 μm .

Conidióforos: cortos.

Cleistotecas: infrecuentes pudiendo ser gregarias o aisladas con tamaños que oscilan entre los 85-126



Foto 69. *Golvonomyces cichoracearum*. Oidio en lechuga hidropónica



Foto 71. *Erysiphe cruciferarum*. Oidio del repollo



Foto 70. *Golvonomyces cichoracearum*. Oidio en lechuga hidropónica

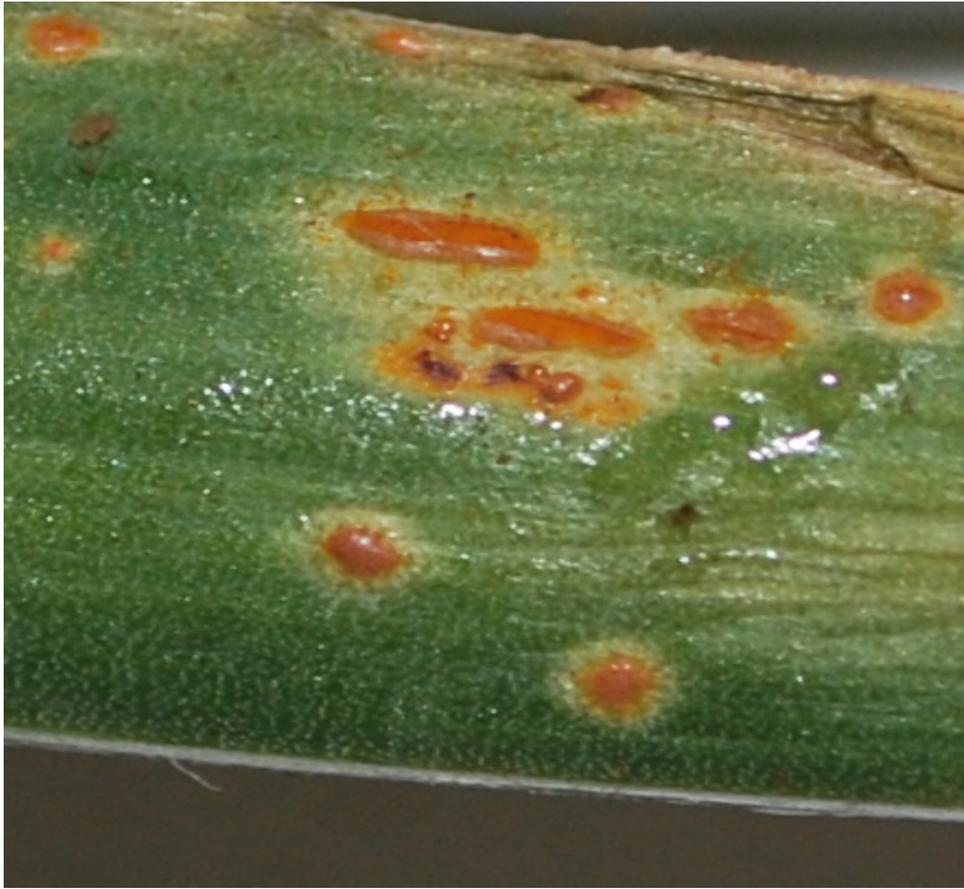


Foto 72. *Erysiphe cruciferarum*. Oidio del repollo

3

CAPÍTULO 3

ROYAS Y CARBONES HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 3.1. Características generales de las royas y carbones de interés hortícola.
- 3.2. *Puccinia allii* en ajo.
- 3.3. *Puccinia asparagi* en espárrago.
- 3.4. *Puccinia cichorii* en endivias.
- 3.5. *Urocystis cepulae* en cebolla.
- 3.6. *Uromyces appendiculatus* en judía.
- 3.7. *Puccinia porri*. Roya del puerro.
- 3.8. Referencias bibliográficas del capítulo.

(Mancoceb, Metalaxil y Zineb), mezclados estos últimos con Metildinocap (Marras, 1960).

3.4.6. Medidas de cuarentena

Puccinia cichorii no es considerado patógeno de cuarentena en ningún país del mundo (PQR – EPPO 2014).

3.5. UROCYSTIS CEPULAE EN CEBOLLA

3.5.1. Importancia económica

La enfermedad del carbón de la cebolla provocada por el patógeno *Urocystis cepulae* afecta además a especies estrechamente relacionadas como el ajo, puerro, chalotas, puerro salvaje y otras especies silvestres del género *Allium*.

La enfermedad ha sido referenciada por vez primera en EE.UU en 1850 y está presente en todas las áreas de cultivo de la cebolla. Ha sido citada en Europa, Asia occidental, Canadá y Estados Unidos; también en Australia, Chile, Egipto, India, Japón, Corea, México, Marruecos, Perú, Filipinas y Tailandia. La enfermedad puede sobrevivir durante al menos 15 – 20 años en el suelo.

3.5.2. Daños y síntomas de la enfermedad

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan como manchas o bandas negras un poco hinchadas en los cotiledones y primeras hojas de las semillas germinadas. Más tarde estas manchas se abren y eclosionan, liberando un gran número de esporas. Las plantas infectadas sufren retrasos en el crecimiento y si la infección es importante morirán después de tres o cuatro semanas. Los síntomas de la enfermedad están visibles durante toda la época de cultivo, llegando incluso a afectar a los bulbos. La enfermedad no se desarrolla en bulbos almacenados, pero las lesiones provocadas los convierten en más sensibles a patógenos secundarios que causan las pudriciones en almacenamiento.

Las plantas que sobreviven a la enfermedad muestran crecimientos cortos y hojas distorsionadas sobre las que aparecen lesiones longitudinales. El desarrollo del bulbo es escaso. Las esporas se extienden por el viento, la lluvia las partículas del suelo y residuos vegetales. No se trasmite por semilla, pero en lotes de semillas almacenados puede haber esporas contaminantes y reproducirse una vez germinen estas. La temperatura óptima para la infección es de 13 a 22°C.

Las hifas patógenas atraviesan la epidermis de las hojas cotiledónicas y penetran en el mesofilo donde crecen a la par que las hojitas. Allí se producen los soros. Si el hongo penetra el meristema de la base de la hoja cotiledónica, entonces puede infectar las demás hojas también. Los daños visibles ocurren principalmente en abril y mayo, pero pueden aumentar luego. Las esporas se encuentran principalmente en las capas exteriores de los bulbos.

La enfermedad es común en regiones templadas, especialmente cuando las cebollas se cultivan a partir de semillas.

3.5.3. Descripción del patógeno

Denominación según Index Fungorum

Urocystis cepulae Frost

Posición taxonómica

Urocystidaceae, Urocystidales, Incertae sedis, Ustilaginomycetes, Ustilaginomycotina, Basidiomycota, Fungi.

Sinonimias

Tuburcinia cepulae (Frost) Liro.

Urocystis magica Pass.

Tuburcinia magica (Pass.) Liro.

Urocystis colchici var. *cepulae* Cooke.

La descripción del patógeno realizada por la bibliografía especializada es la siguiente:

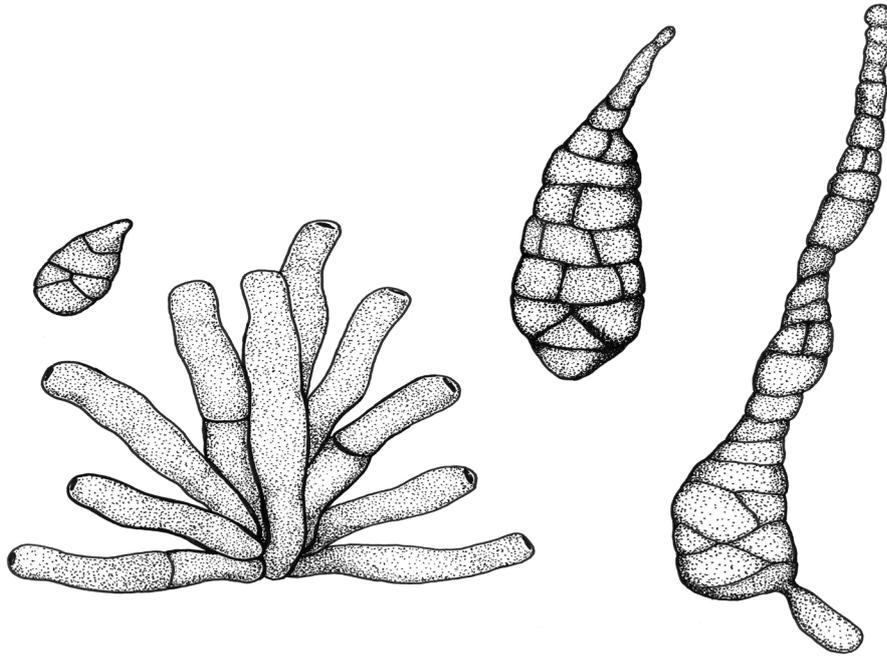
Micelio: septado, intercelular, escasamente ramificado, dicariótico que produce las conexiones de gancho.

Clamidosporas: es una célula central negra de paredes gruesas (raramente variadas), a las cuales van adheridas una serie de células más pequeñas, hialinas de paredes delgadas. Tienen un tamaño de 18–24 µm.

Esporas: color pardo-rojizo, paredes de superficie lisa, miden 11–14 µm de diámetro.

3.5.4. Aspectos biológicos y epidemiológicos de la enfermedad

El hongo causal se transmite de un campo a otro en bulbos y conjuntos infestados, por el agua de drenaje superficial, por el viento, en las herramientas o maquinaria agrícola, en los pies de humanos, animales domésticos y aves, o por cualquier otro agente que

**CONTENIDO DEL CAPÍTULO**

- 4.1. Características generales de de las micosis foliares hortícolas.
- 4.2. *Alternaria dauci* en zanahoria.
- 4.3. *Alternaria solani* en solanáceas.
- 4.4. *Alternaria brassicae* en brásicas.
- 4.5. *Alternaria raphani* en rábano.
- 4.6. *Alternaria porri* en cebolla.
- 4.7. *Alternaria longipes* en pimiento.
- 4.8. *Alternaria alternata* en fresa.
- 4.9. *Botrytis squamosa* en cebolla.
- 4.10. *Fulvia fulva* en tomate.
- 4.11. *Colletotrichum lagenarium* en pepino.
- 4.12. *Colletotrichum phomoides* en tomate.
- 4.13. *Colletotrichum lindemutianum* en judía.
- 4.14. *Colletotrichum gloeosporioides* en pimiento.
- 4.15. *Colletotrichum spinaceae* en espinaca.

- 4.16. *Cladosporium cucumerinum* en pepino.
 - 4.17. *Stemphyllium botryosum* en tomate y cebolla.
 - 4.18. *Stemphyllium radicinum* en zanahoria.
 - 4.19. *Septoria apiicola* en apio.
 - 4.20. *Mycosphaerella citrulina* en pepino.
 - 4.21. *Mycosphaerella brassicicola* en brásicas.
 - 4.22. *Phoma lingam* en brásicas.
 - 4.23. *Macrophoma phaseolina* en judía.
 - 4.24. Referencias bibliográficas.
- Fotografías.

marchitamientos en coliflores. Las infecciones pueden incrementarse durante el almacenamiento, en el caso de repollos y coliflores (CABI, 2017).

Este patógeno causa la enfermedad de senescencia: tanto las plantas como las hojas más maduras son más susceptibles a la infección que sus estadios más jóvenes. También origina un efecto de “isla verde” en las lesiones foliares.

Las infecciones de semillas reducen el poder germinativo de las mismas proporcionando una fuente de inóculo primario (CABI, 2017).

4.4.3. Descripción del patógeno

Denominación según Index Fungorum

Alternaria brassicae (Berk.) Sacc., *Michelia* 2 (n° 6): 129 (1880)

Posición taxonómica

Pleosporaceae, Pleosporales, Pleosporomycetidae, Dothideomycetes, Pezizomycotina, Ascomycota, Fungi.

Sinonimias

A. allariae-officinallis.

A. brassicae var. *exitiosa*.

A. brassicae var. *macrospora*.

Macrosporium brassicae.

Cercospora bioxami.

Puccinia brassicae.

Sporidesmium brassicae.

Sporidesmium exitiosum.

Macrosporium herculeum.

Cercospora lepidii.

Cercospora moldavica.

Sporidesmium onii.

(Index Fungorum 2017; Farr & Rossman, 2017; Grupo de Trabajo de laboratorio de diagnóstico, 1996).

La descripción del patógeno realizada por la bibliografía especializada es la siguiente:

Colonias: en cultivo in vitro el patógeno desarrolla colonias de crecimiento rápido de color verde oscuro o blanco grisáceo con el reverso negro o marrón.

Hifas: el hongo produce un micelio inmerso en hifas ramificadas, septadas, hialinas y lisas.

Conidióforos: salen en grupos de 2 a 10 desde las hifas a través de los estomas. Son simples erectos o flexuosos, frecuentemente doblados, hinchados en la base y de color gris oliváceo.

Conidias: de color verde oliva pálido, muy largas (75-300 × 20×30 μm), con un pico pronunciado de la mitad de su longitud. Son solitarios, ocasionalmente forman pequeñas cadenas de hasta 4. Son erectos ligeramente curvados con 6-9 tabiques trasversales y de 0 a 8 longitudinales u oblicuos.

(Grupo de Trabajo de laboratorio de diagnóstico, 1996; Melgarejo *et al.*, 2010)

4.4.4. Aspectos biológicos y epidemiológicos de la enfermedad

Alternaria brassicae pasa el invierno en forma de micelio en material vegetal infectado y en forma de micelio y conidias sobre o en el interior de semillas. El patógeno, transportado por el viento, infecta la semilla, generalmente tras la emergencia, causando “damping-off” o lesiones de cuello o de tallo. Las esporas producidas en el material vegetal enfermo o malas hierbas se traslada por medio del viento. El agua libre es necesaria para la germinación de las conidias. Las temperaturas óptimas para la germinación de las esporas, crecimiento miceliar e infección de plantas van de los 17 a los 24°C. Las condiciones que favorecen la producción de conidias son los rocíos fuertes y las lluvias frecuentes. Las conidias germinadas penetran los tejidos de forma directa o a través de heridas, produciendo nuevas conidias que son así mismo dispersadas por el viento, el agua de lluvia o los aperos (www.zor.zut.edu.pl).

La producción de conidias tiene lugar predominantemente por la noche o durante largos periodos encapotados. La producción de conidias es mayor en hojas cloróticas. Las esporas se liberan durante el día a medida que la humedad relativa se reduce. Tanto la maquinaria como el personal y el viento facilita la dispersión de las conidias. Se han podido capturar esporas hasta a una milla de distancia del cultivo infectado liberador de las mismas (Kucharek, 2000).

Tras aterrizar en tejidos susceptibles las esporas de *Alternaria brassicae* pueden permanecer en los mismos hasta que reciben agua libre procedente del rocío, la lluvia o el riego, tras lo cual germinan. La germinación de esta especie tiene lugar entre los 2 y los 40°C con el óptimo de 15 a 35°C. La penetración del tejido del hospedador tiene lugar sin dañar el mismo (Kucharek, 2000). A medida que los periodos de humedad foliar se prolongan, debido a largos



Foto 104. Manchas foliares provocadas por *Alternaria brassicae* en acelga



Foto 105. Manchas foliares provocadas por *Alternaria brassicae* en acelga

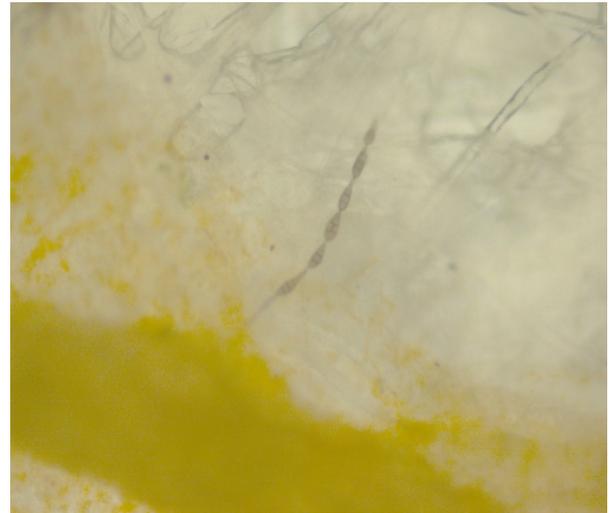


Foto 106. Cadena de conidios de *Alternaria* sp.



Foto 107. Síntomas de infección por *Colletotrichum lindemutianum* en fruto

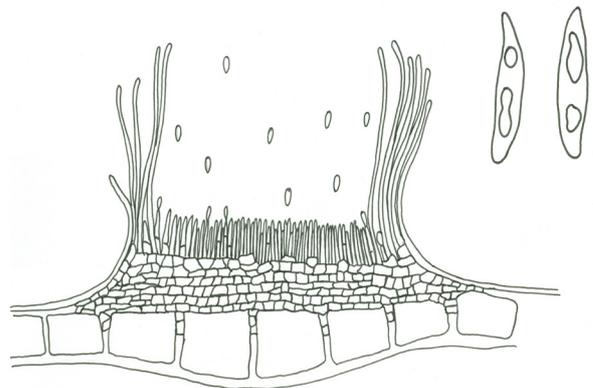
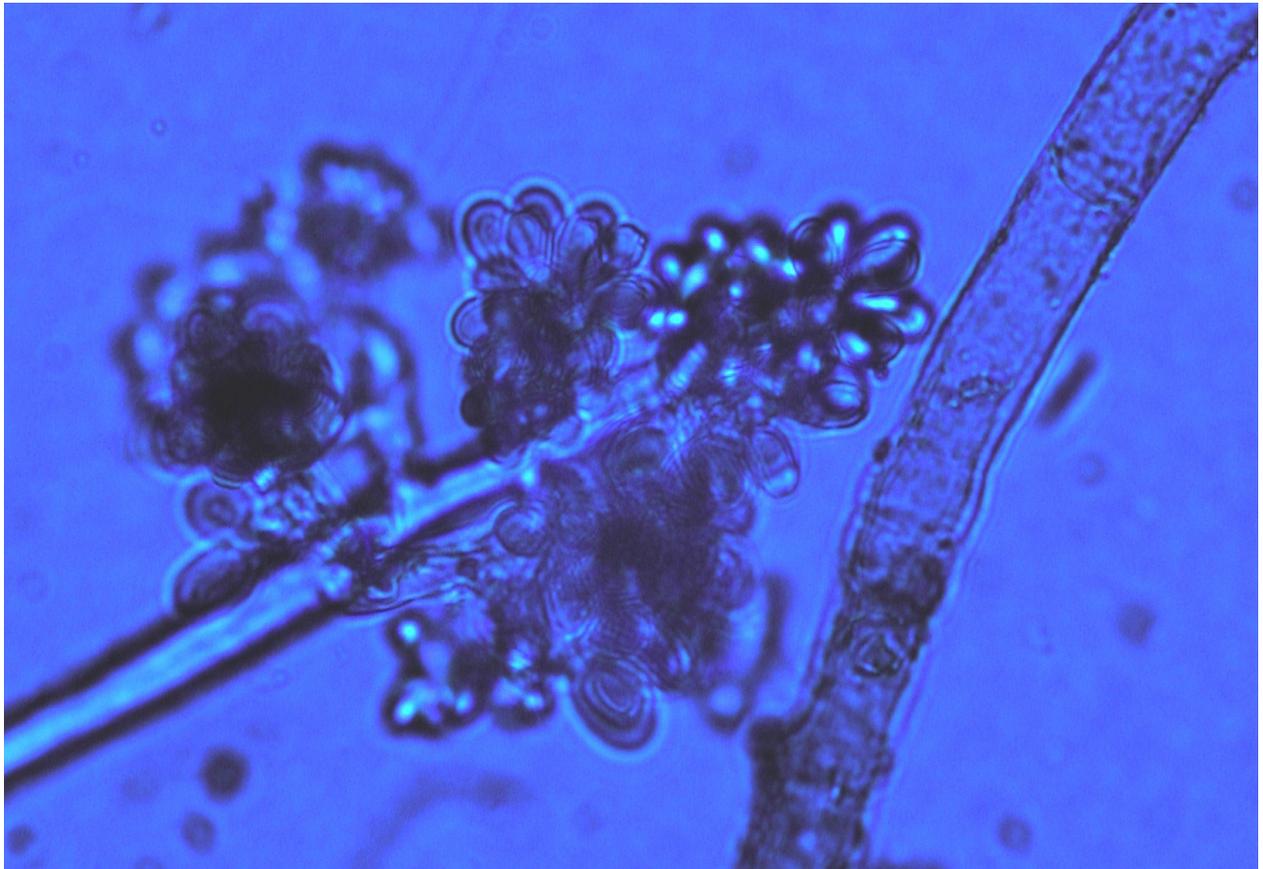


Figura 8. *Colletotrichum lindemutianum*. M. Marín para Consultorías Noroeste S.C.

5

CAPÍTULO 5

MICOSIS PRODUCTORAS DE PODREDUMBRES EN FRUTOS Y TALLOS DE ESPECIES HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 5.1. Características generales de micosis productoras de podredumbres de frutos y tallos.
- 5.2. *Botrytis cinerea* en especies hortícolas.
- 5.3. *Colletotrichum acutatum* en fresa.
- 5.4. *Sclerotinia sclerotiorum* en especies hortícolas.
- 5.5. *Didymella bryoniae* en pepino.
- 5.6. *Colletotrichum coccodes* en tomate.
- 5.7. Referencias Bibliográficas.

en el interior o en el linde de la parcela productiva; por medio del micelio invernante que se encuentra en residuos vegetales del anterior cultivo; por medio de esporas activas procedentes de cultivos adyacentes infectados por el patógeno (Koike & Bolda, 2016).

Bajo condiciones favorables de temperaturas templadas y húmedas el micelio del hongo producirá masas de conidias que serán dispersadas por medio del viento y las salpicaduras de agua hasta alcanzar el cultivo de fresa, receptivo. Para que tenga lugar la infección es necesaria la presencia de agua libre sobre la superficie foliar. Las infecciones se incrementan tras periodos de lluvias y largos periodos húmedos en las parcela de cultivo al aire libre. La producción de esporas se hace óptima a un rango de temperaturas que oscila entre los 15 y los 22°C (Koike & Bolda, 2016).

Las esporas que caen sobre hojas jóvenes sin expandir pueden infectarlas sin provocar síntomas. El patógeno se localiza en el tejido en un estado de dormición hasta que la hoja comienza a secar por madurez, es en este momento en el que el patógeno se hace activo colonizando los tejidos en fase de degradación, produciendo esporas que pueden alcanzar las flores y los frutos. Las hojas maduras completamente expandidas no son receptivas a este tipos de infección. Las esporas caen en las flores causando la fase de marchitamiento floral. Dichas flores marchitas desarrollan lesiones formando frutos deformes o mueren. Una vez que el tejido floral muera el patógeno vuelve a esporular provocando nuevos ciclos de infección (Koike & Bolda, 2016).

Las pérdidas en postcosecha pueden tener lugar por varias razones: en frutos asintomáticos recolectados con normalidad pero que disponen del inóculo del patógeno; en frutos parcialmente dañados o que se dañan durante el proceso de recolección y que son infectados por el patógeno ya en la fase de postcosecha; en los frutos completamente sanos y sin dañar que se contagian por proximidad con otros infectados (Koike & Bolda, 2016).

5.2.5. Control de la enfermedad

5.2.5.1. Medidas generales de control de la enfermedad

El control de esta enfermedad pasa irremediablemente por la integración de diferentes métodos de control, siendo muy difícil conseguir un control aceptable empleando una sola de las técnicas especificadas en exclusiva.

Entre las técnicas varietales o genéticas resulta fundamental el empleo de semilla de alta calidad, libre de patógenos y de variedades con tolerancia al patógeno, a ser posible.

Las técnicas culturales resultan vitales para el control de la enfermedad. Entre las mismas hay que destacar las siguientes:

- Realizar la plantación en una parcela de textura ligera, bien preparada, fertilizada y en el momento más indicado para las condiciones climáticas de la comarca así como para la variedad a cultivar.

- Evitar el empleo de suelos pesados, densidades elevadas, plantaciones profundas y sobrefertilizadas.

- Tratar de conseguir plantas fuertes y vigorosas pero no ahiladas y blandas. La fertilización basada en los análisis de suelo resulta fundamental.

- Mantener el invernadero y semillero seco tras la plantación. Es importante que las plantas reciban luz suficiente. Las estructuras y cubierta del invernadero deberán estar limpia y no gotear sobre las plantas.

- Tanto en invernaderos como en semilleros se deberá proporcionar el máximo de circulación del aire, evitar la humedad en exceso y evitar que se forme agua en el follaje. Por la noche se deberá mantener una temperatura superior al exterior con la finalidad de evitar la condensación del agua en las hojas

- Emplear sistemas de riego localizados evitando el sistema por aspersión o microaspersión. Regar las plantas a primera hora del día con la finalidad de que lleguen secas al final del día.

Las técnicas sanitarias también resultan fundamentales para regular el inóculo del patógeno y facilitar su control. Entre las mismas cabe mencionar las siguientes:

- Eliminar el material vegetal infectado, retirarlo del invernadero o parcela de producción y quemarlo.

- Evitar dañar la producción durante la recolección y almacenamiento eliminando la dañada o en estado de pudrición. Las temperaturas de almacenamiento de las frutas y hortalizas deberán acercarse a los 0°C para evitar infecciones.

- Tras el cultivo se deberá retirar y quemar los restos del cultivo anterior en la mayor brevedad posible.

Los métodos fundamentales y de mayor eficacia para el control de la enfermedad son los métodos de protección química:



Foto 114. Síntomas de infección por *Botrytis cinerea* en lechuga hidropónica

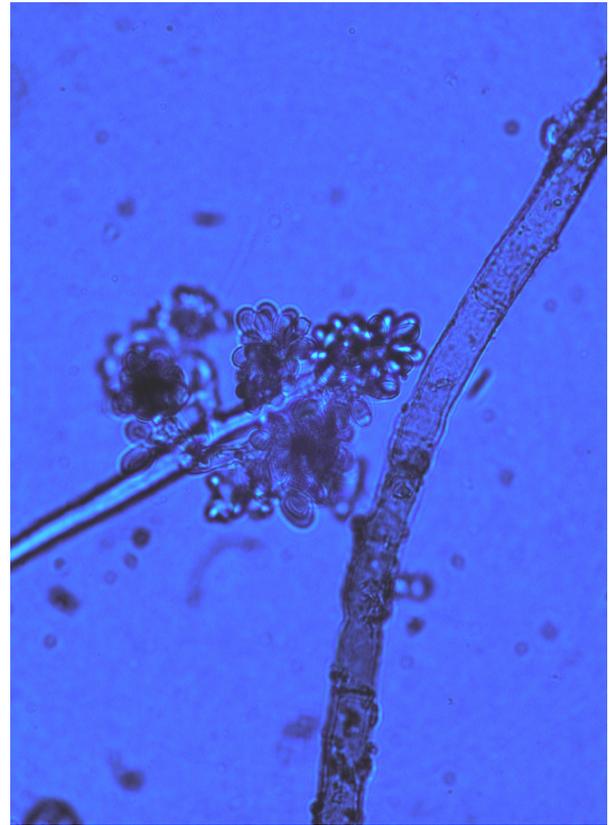


Foto 116. Estructuras reproductivas de *Botrytis cinerea*



Foto 115. Síntomas de infección por *Botrytis cinerea* en tomate convencional

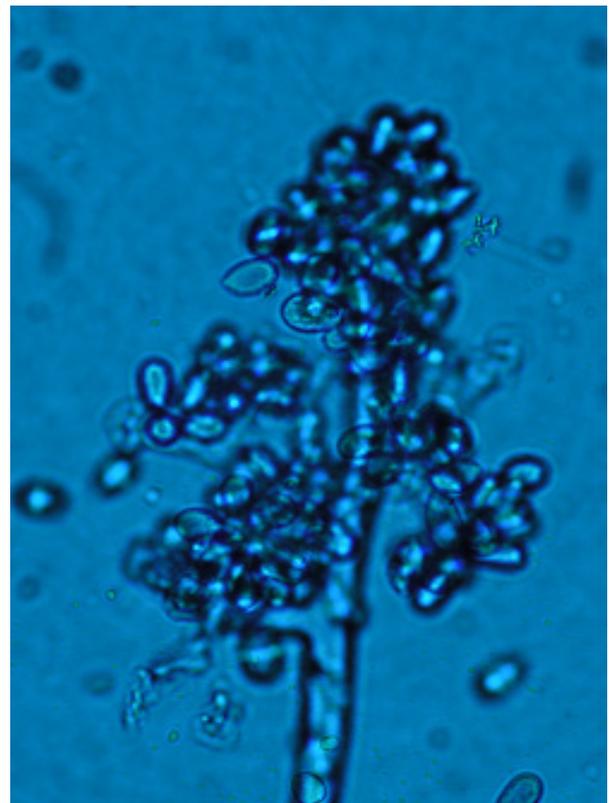


Foto 117. Estructuras reproductivas de *Botrytis cinerea*

6

CAPÍTULO 6

MICOSIS VASCULARES HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 6.1. Características generales de las micosis vasculares hortícolas.
- 6.2. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en tomate.
- 6.3. *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* en tomate.
- 6.4. *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en judía.
- 6.5. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* en melón.
- 6.6. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* sobre cebollas.
- 6.7. *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* sobre brásicas.
- 6.8. *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* sobre sandía.
- 6.9. *Verticillium dahliae* en solanáceas.
- 6.10. *Verticillium albo-atrum* en solanáceas.
- 6.11. Referencias bibliográficas del capítulo.

6.3.6. Medidas de cuarentena

Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici* es un patógeno de cuarentena en Perú (Ley General de Sanidad Agraria) y en Brasil (EPPO-PQR).

6.4. *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *PHASEOLI* EN JUDÍA

6.4.1. Importancia económica

Fusarium oxysporum Schlecht. Emmend. Snyder. & Hans. f. sp. *phaseoli* Kendr. & Snyder. fue descrito por primera vez como agente causante de marchitamientos en *Phaseolus vulgaris* por Harter en 1929 en California siendo posteriormente citado como agente causal en otras zonas de producción de judía en el mundo como Brasil, Colombia, Perú así como otros estados de EEUU y Costa Rica. Particularmente en Sudamérica es una enfermedad de gran importancia económica. En Europa ha sido descrita en Holanda e Italia en 1983. Una enfermedad similar ha sido referenciada en el Reino Unido provocando la enfermedad en *Phaseolus coccineus* (Woo *et al.*, 1996; Toledo-Souza *et al.*, 2012).

Se han referenciado pérdidas de cultivo provocadas por este patógeno tanto en Sudamérica como en África. En España es la enfermedad más importante que afecta a los cultivos de judías locales de determinadas regiones como Ávila (Alvés-Santos, 2002).

6.4.2. Daños y síntomas de la enfermedad

Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* provoca, en las condiciones del noroeste español, dos tipos de sintomatología externa los marchitamientos severos y repentinos y los amarilleamientos progresivos. En condiciones de temperaturas templadas las plantas infectadas toman una coloración amarillenta que va progresivamente aumentando y que provoca la muerte final de las plantas. En condiciones de repentina subida de temperatura provoca los marchitamientos severos que producen la muerte repentina de la planta. Esta sintomatología está provocada por la localización del patógeno en el sistema vascular de las plantas interfiriendo así en el transporte hídrico (Andrés & Rivera, 2017).

Si se secciona la planta a nivel del cuello o del tallo se aprecia como el sistema vascular se encuentra completamente necrosado debido a la emisión de gomas por parte de la planta como mecanismo de

defensa del hospedador frente a la invasión del hongo (Andrés & Rivera, 2017).

El efecto de la infección por *Fusarium oxysporum* se hace más aparente durante el periodo de la floración en inicio de formación de vainas, aunque el patógeno puede provocar la muerte de plantas incluso después de la formación del fruto. El hongo puede provocar que las plantas infectadas maduren su fruto de 2 a 3 semanas antes de lo normal (Schwartz *et al.*, 2007).

6.4.3. Descripción del patógeno

Denominación según Index Fungorum

Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder.

Posición taxonómica

Nectriaceae, Hypocreales, Hypocreomycetidae, Sordariomycetes, Pezizomycotina, Ascomycota, Fungi.

La descripción del patógeno realizada por la bibliografía especializada es la siguiente:

Micelio: septado que produce tres tipos de conidias diferenciadas: microconidias, macroconidias y clamidosporas.

Microconidias: con forma elíptica ($3 \times 6-15 \mu\text{m}$) con 1-2 células. Se producen en falsas cabezas, sobre filalidas cortas.

Macroconidias: con forma de canoa, pluricelulares, siempre con menos de 7 septos ($4 \times 30 \mu\text{m}$) y que presentan una célula pie típica con forma de tacón. Normalmente se producen en esporodogios.

Clamidosporas: de 1 a 2 células, con pared engrosada, forma redondeada, producidas terminal o intercaladamente. Son esporas de resistencia, con gran estabilidad en condiciones adversas.

(Nelson *et al.*, 1983).

Hasta la fecha se han identificado un total de 7 razas fisiológicas, una de las cuales ha sido recopilada en el centro de España, la raza 6. El comportamiento varietal frente a diferentes patotipos es significativamente diferente lo cual confirma la necesidad de la determinación de raza fisiológica en cada comarca de producción de cara a la correcta selección de líneas comerciales o locales de mayor resistencia al patógeno (Alves-Santos *et al.*, 2002).



Foto 130. *Verticillium dahliae*. Tristeza en *Capsicum annum*



Foto 132. *Verticillium dahliae*. Tristeza en *Capsicum annum*



Foto 131. *Verticillium dahliae*. Tristeza en *Capsicum annum*

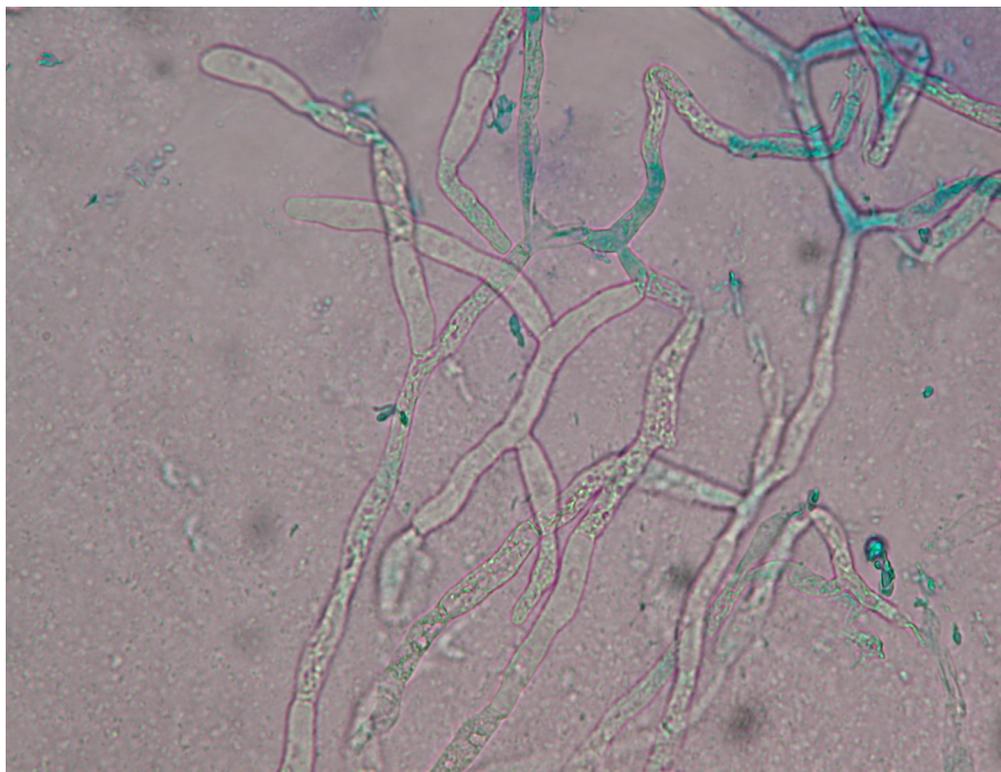


Foto 133. *Verticillium dahliae*. Tristeza en *Capsicum annum*

7

CAPÍTULO 7

MICOSIS PRODUCTORAS DE PODREDUMBRES DE CUELLO Y RADICULARES EN LAS ESPECIES HORTÍCOLAS



CONTENIDO DEL CAPÍTULO

- 7.1. Características generales de las micosis productoras de podredumbres de cuello y raíz en especies hortícolas.
- 7.2. *Rhizoctonia solani* sobre especies hortícolas.
- 7.3. *Rhizoctonia violaceae* en zanahoria y espárrago.
- 7.4. *Rhizoctonia fragariae* en fresa.
- 7.5. *Pseudopyrenochaeta lycopersici* en tomate.
- 7.6. *Spongospora subterranea* en patata.
- 7.7. *Thielaviopsis basicola* –*Berkleyomyces basicola*– en especies hortícolas.
- 7.8. *Sclerotium cepivorum* en ajo y cebolla.
- 7.9. *Mycocentrospora acerina* en zanahoria.
- 7.10. *Phoma exigua* en judía.
- 7.11. *Oplidium brassicae* en lechuga.

7.12. *Sclerotinia minor* en lechuga.

7.13. *Plasmodiophora brassicae* en brásicas.

7.14. *Didymella lycopersici* en tomate.

7.15. Referencias bibliográficas del capítulo.

que nadan hacia las raíces y estolones de la patata. Tras penetrar en las células epidérmicas forman plasmidios que generan zoosporas secundarias que infectan otras raíces y tubérculos. El hongo se extiende lateralmente bajo la epidermis formando nuevos plasmidios y causando verrugas por aumento de tamaño y del ritmo de multiplicación de las células afectadas, mientras que el crecimiento y división de las células del huésped fuerzan la ruptura de la piel hasta desarrollar las típicas lesiones en forma de verruga. En suelos muy húmedos las heridas de la piel no se desarrollan pero las lesiones se expanden en profundidad y en anchura dando lugar a áreas huecas o a verrugas de varios centímetros. Con la formación de nuevos cistososos se completa el ciclo de la enfermedad.

7.6.5. Control de la enfermedad

Como medidas preventivas en parcelas en las que se haya detectado la enfermedad:

- Se deben usar cultivares resistentes y rotaciones largas.
- Sembrar semilla libre de inóculo.
- No utilizar estiércol procedente de animales alimentados con tubérculos infectados.
- Evitar los suelos encharcadizos y dosificar bien el riego.

El control químico para esta enfermedad es muy complicado, de hecho en España la única materia activa que dispone de productos comerciales autorizados es el pencicuron, por lo que las medidas a aplicar han de basarse, fundamentalmente, en los métodos de prevención (MAPA, 2019). Sin embargo, el uso de fungicidas y fumigantes ha sido señalado en otras partes del mundo (Bathacharya and Raj, 1982; Nachmias and Krikun, 1988) controlaron la enfermedad, fumigando los suelos infestados con metano de sodio. Por otro lado, la desinfección de tubérculos en otros países con productos como benlate, mancozeb puede reducir el inóculo y proteger a las nuevas plantas en los primeros estados de desarrollo.

En la bibliografía se señalan como cultivares resistentes a la enfermedad las variedades King Edward, Rooster y Galactica.

7.6.6. Medidas de cuarentena

Spongospora subterranea está incluida en la lista A1 como patógeno de cuarentena en los países

de Argentina y Uruguay desde 1995. En Barein en la lista A1 desde 2003. En la lista A2 del COSAVE (Comité Regional de Sanidad del Cono Sur) desde 1995. Además figura en la lista de alerta de organismos perjudiciales desde 2002 de la NAPPO (Organización Norteamericana de Protección a las Plantas).

7.7. THIELAVIOPSIS BASICOLA – ACTUALMENTE DENOMINADA BERKELEYOMYCES BASICOLA– EN HORTÍCOLAS

7.7.1. Importancia económica

El patógeno *Thielaviopsis basicola* –sinónimo de *Chalara elegans* y recientemente reclasificado a *Berkeleyomyces basicola*– es el agente causal de la enfermedad denominada de la podredumbre negra de la raíz. El hongo infecta a una amplia gama de hospedadores pertenecientes a al menos 15 familias estando extendido por todo el mundo (Walker, 2008). También ha sido referenciada como un importante hongo postcosecha en cultivos ya recolectados de zanahoria (Weber & Tribe, 2004).

Esta hongo ha sido referenciado, tan bajo la forma de *Thielaviopsis basicola* como la de *Chalara elegans*, como patógeno de las siguientes especies de importancia hortícola: *Allium sativum*, *Lycopersicum* sp., *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Pisum* sp., *Beta vulgaris*, *Capsicum annum*, *Capsidum frutescens*, *Cicer arietinum*, *Citrullus lanatus*, *Citrullus vulgaris*, *Daucus carota*, *Daucus sativus*, *Fragaria* sp., *Lactuca sativa*, *Lycopersicum esculentum*, *Phaseolus coccineus*, *P. limensis*, *P. lunatus* y *P. vulgaris* (Farr & Rossman, 2019).

7.6.2. Síntomas de la enfermedad

La sintomatología de la enfermedad de la podredumbre negra de la raíz es típica y similar a la de otros problemas radicales. Dentro de la amplia variedad de síntomas que manifiesta se pueden destacar los siguientes: amarillos de la planta, defoliación, marchitamientos severos y repentinos, así como la aparición de lenticelas de color marrón e hinchamientos del cuello. El hongo produce esporas negras en las raíces que, en caso de ser abundantes, provocan las lesiones negras típicas de la enfermedad. También puede infectar plántulas quedando el hipocotilo bajo el suelo infectado junto con las raíces (Walker, 2008).

Los tejidos infectados se observan primero con lesiones rojizas alargadas que eventualmente se vuelven



Foto 141. *Rhizoctonia solani* en tirabeque



Foto 142. Parcela de repollo infectada por *Plasmodiophora brassicae*



Foto 143. *Plasmodiophora brassicae* en lombarda



Foto 144. Síntomas de *Plasmodiophora brassicae* en raíz de repollo



Foto 145. Síntomas externos de *Plasmodiophora brassicae* en repollo

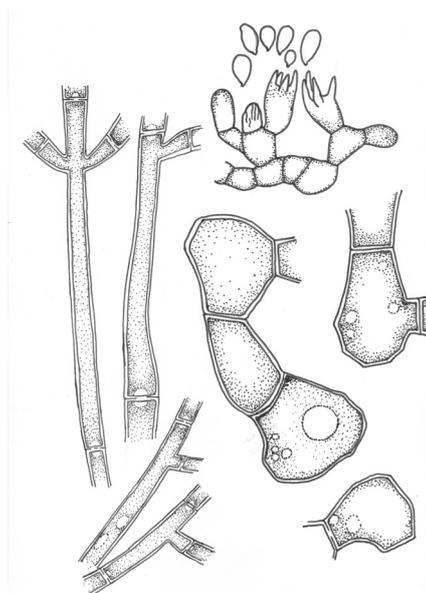


Figura 14. Estructuras reproductivas de *Rhizoctonia solani*. M. Marín para Consultorías Noroeste S.C.