

Podredumbre radical (Colapso Tardío) de *Quercus* spp. en vivero



Especies: a) *Cylindrocarpon destructans*, *Cylindrocarpon dydimum*
b) *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cryptogea*,
Phytophthora drechsleri

Clasificación: a) *Fungi*, *Deuteromycota*, *Hyphomycetes*
b) *Stramenopila*, *Oomycota*, *Pythiales*, *Pythiaceae*



Ficha Resumen

PATÓGENOS: *Cylindrocarpon destructans*, *Cylindrocarpon dydimum*, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cryptogea*, *Phytophthora drechsleri*.

ESPECIES AFECTADAS: Plantones de *Quercus coccifera*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*.

TIPO DE ENFERMEDAD: Podredumbre radical en vivero (colapso tardío).

DISTRIBUCIÓN: Plantones de *Quercus* spp. cultivados en viveros forestales en Andalucía.

DIAGNÓSTICO: Las plántulas presentan clorosis, desecación y marchitez foliar. Los sistemas radicales aparecen reducidos y con necrosis extensas en las raicillas absorbentes aún unidas a la raíz principal leñosa, que sin embargo no presenta lesiones. En estas raíces absorbentes necrosadas frecuentemente se aprecia un desprendimiento de la corteza externa, dando lugar al síntoma denominado “raíz pelada”.



AGENTE CAUSAL

Cylindrocarpon destructans, *Cylindrocarpon dydimum*, *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora drechsleri*, *Phytophthora cryptogea*.

ESPECIES SUSCEPTIBLES

Plantones de *Quercus coccifera*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Quercus suber* producidos en viveros forestales.

DISTRIBUCIÓN

Viveros forestales de Andalucía donde se cultivan especies de *Quercus*.

IMPORTANCIA

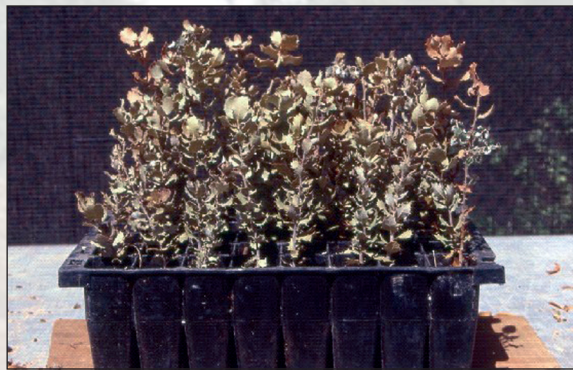
Estas enfermedades producen regularmente unas pérdidas del 15% o superiores en viveros forestales. En condiciones favorables a la infección, y si no se adopta ninguna medida de control, las pérdidas pueden llegar a ser casi totales.

PRESENCIA EN ANDALUCÍA

La podredumbre radical o colapso tardío de plantones de *Quercus* se ha detectado en viveros forestales de las provincias de Almería, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga y Sevilla.

DIAGNÓSTICO

Independientemente de la especie fúngica responsable de la infección, el diagnóstico de la



■ Marchitez foliar en plántulas de encina afectadas de podredumbre radical (colapso tardío)

podredumbre radical o colapso tardío de los *Quercus* se basa en los síntomas que aparecen en los plantones afectados, que son similares en las distintas especies de *Quercus* y en el aislamiento del patógeno de las raíces infectadas.

Las plántulas muestran clorosis, desecación y marchitez foliar, que comienza por los márgenes y va avanzando hacia el nervio principal hasta la completa marchitez de las hojas. Estos síntomas, ocasionados por la falta de absorción radical debida a la podredumbre de las raicillas absorbentes, no difieren de los que causa el déficit hídrico.

En algunos casos se produce defoliación, pero en general las hojas marchitas permanecen prendi-



■ Marchitez en los márgenes foliares



■ Síntoma de "raíz pelada" en raíces absorbentes de encina

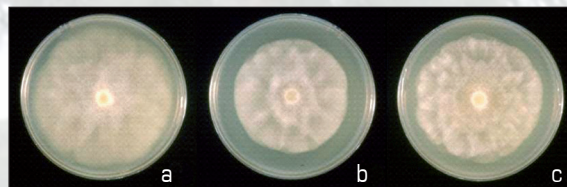
das al tallo. Los sistemas radicales aparecen reducidos y con necrosis extensas en las raicillas absorbentes aún unidas a la raíz principal leñosa, que sin embargo no presenta lesiones. En estas raíces absorbentes necrosadas frecuentemente se aprecia un desprendimiento de la corteza externa, dando lugar al síntoma denominado “raíz pelada”.

ETIOLOGÍA

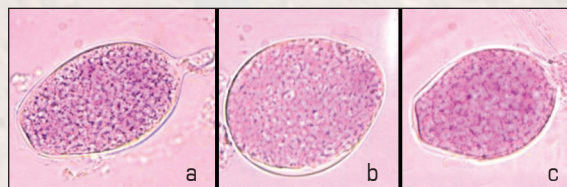
Aunque se han descrito más de 30 especies fúngicas diferentes causantes de podredumbres radicales de plántulas en especies forestales cultivadas en vivero, en Andalucía y sobre especies de *Quercus*, los patógenos detectados pertenecen a dos géneros muy distintos: *Phytophthora* y *Cylindrocarpon*. De las tres especies de *Phytophthora* identificadas como patógenos en vivero (*P. cinnamomi*, *P. drechsleri* y *P. cryptogea*), sólo *P. cinnamomi* ha sido descrita causando enfermedades radicales en pies adultos de *Q. ilex* y *Q. suber*. Ninguna de las dos especies de *Cylindrocarpon* identificadas como causantes de podredumbre radical en vivero se han descrito causando enfermedad en pwwies adultos de *Quercus* en condiciones de campo. No se ha apreciado especificidad de huésped para ninguno de los patógenos causantes de la enfermedad en vivero, tal y como cabe esperar de hongos causantes de muerte de plántulas o “damping-off”.

***Phytophthora* spp.:** Las tres especies de *Phytophthora* causantes de colapso tardío de plantones de *Quercus* se caracterizan por ser heterotálicas, con anteridios anfiginos y oosporas pleróticas. Los esporangios, que aparecen en posición terminal en el esporangióforo, son no-papilados y persistentes.

Los aislados de *P. cinnamomi* forman colonias de color blanco, con abundante micelio aéreo algodonoso y crecimiento uniforme o ligeramente petaloide. Las colonias de *P. drechsleri* presentan formaciones miceliarias blanquecinas a modo de pétalos, dando lugar a colonias tipo “roseta”, con micelio aéreo escaso. Por último, *P. cryptogea* forma colonias blancas tipo “crisantemo”, con pétalos pequeños e imbricados, micelio aéreo escaso y pulverulento. Las tres especies presentan un micelio cenocítico muy ramificado, con ramificaciones botriosas. *P. cinnamomi* muestra además hinchazones hifales grandes, esféricas, terminales e intercalares, simples y en racimo.



■ Colonias de *Phytophthora* spp. creciendo en medio de cultivo de agar, a) colonia ligeramente petaloide de *P. cinnamomi*, b) colonia tipo roseta de *P. drechsleri*, c) colonia tipo crisantemo de *P. cryptogea*.



■ Esporangios de *Phytophthora* spp., a) esporangio ovoide-elipsoide de *P. cinnamomi*, b) esporangio subsférico de *P. drechsleri*, c) esporangio obpiriforme de *P. cryptogea*.

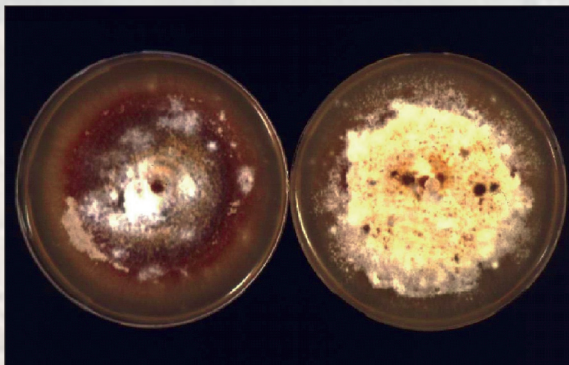


■ Gametangios de *Phytophthora* spp.: oogonios esféricos, de pared lisa y con oosporas pleróticas y anteridios anfiginos, a) *P. cinnamomi*, b) *P. drechsleri*, c) *P. cryptogea*.

Las estructuras de reproducción asexual (esporangios) de *P. cinnamomi* son de forma ovoide-elipsoide, con un alto porcentaje de esporangios con ápice truncado. Los esporangióforos son en su mayoría simples y largos, aunque también los hay ramificados simpodialmente. *P. drechsleri* produce esporangios subsféricos y en menor proporción ovoides, y sólo un pequeño porcentaje presentan el ápice truncado. Los esporangióforos son en su gran mayoría simples y largos, con proliferación externa, generalmente no ramificados. Los esporangios de *P. cryptogea* son obpiriformes y elipsoides, con ápices truncados y esporangióforos simples.

Las estructuras de reproducción sexual (gametangios) consisten, para las tres especies, en oogonios esféricos, de pared lisa y con oosporas pleróticas. Los anteridios son anfiginos y unicelulares, salvo en *P. cinnamomi*, que presenta también anteridios bicelulares. La relación entre el diámetro de la oospora y la longitud del anteridio para *P. cinnamomi* y *P. drechsleri* oscila entre 2,3 y 2,6, y tiene un valor de 1,2 en *P. cryptogea*.

Cylindrocarpon spp.: Se han aislado dos especies de este género fúngico causando colapso tardío de plantones de *Quercus* en vivero: *C. destructans* y *C. dydimum*. *C. destructans* se caracteriza



■ Colonias de *Cylindrocarpon* spp. creciendo en medio de cultivo de agar. Izquierda, *C. destructans*, derecha, *C. dydimum*.



■ Estructuras asexuales de *Cylindrocarpon destructans*, a) macroconidios, b) clamidosporas en cadena.



■ Estructuras asexuales de *Cylindrocarpon dydimum*, a) conidióforo con macroconidio, b) clamidosporas en cadena.

por producir esporas asexuales (macroconidios) cilíndricas, con 1-2-3 septas transversales en conidióforos ramificados y esporas de resistencia (clamidosporas), de pared gruesa y rugosa, que aparecen simples o en cadenas. Por su parte, *C. dydimum* produce macroconidios cilíndricos con

0-1-2 septas y clamidosporas de pared lisa, frecuentemente en cadenas. En ninguna de las dos especies se ha detectado la presencia de estructuras de reproducción sexual.

PATOGÉNESIS Y EPIDEMIOLOGÍA

El ciclo de patogénesis de las especies de *Phytophthora* causantes de enfermedades en vivero es similar a las enfermedades radicales sobre pies adultos en campo: inicialmente, el hongo se encuentra en el sustrato de cultivo en forma de estructuras de supervivencia (oosporas o clamidosporas). Cuando el plantón empieza a producir raíces, estas esporas germinan produciendo zoosporas flageladas móviles. Las zoosporas nadan, desplazándose activamente en la película de agua que rodea las partículas del suelo, hasta alcanzar los ápices radicales. La infección se produce en la zona de elongación de estas raicillas o bien a través de heridas. Cuando se produce la infección del huésped aumenta la población del patógeno, que se desarrolla rápidamente en sucesivos ciclos de producción de esporangios y esporulación, originando multitud de zoosporas infectivas bajo condiciones de saturación hídrica del suelo. La muerte de las raíces absorbentes como consecuencia de la actividad del hongo reduce el aporte de agua y nutrientes a la plántula, dando lugar a la marchitez de la parte aérea.

La patogenicidad de *P. cinnamomi*, *P. drechsleri* y *P. cryptogea* viene determinada por el contenido hídrico del suelo, ya que la aparición de la enfermedad en los viveros está asociada a un estado de saturación hídrica periódica de los sustratos en los que crecen los plantones. Estas condiciones de encharcamiento favorecen la producción de esporangios y zoosporas infectivas, de forma que lo que se ha venido considerando como alta sensibilidad de los *Quercus* a la asfixia radical por encharcamiento de los sustratos de cultivo, se debe contemplar más apropiadamente como una muy elevada susceptibilidad a estos patógenos en condiciones de saturación hídrica.

El ciclo de patogénesis de *Cylindrocarpon* spp. en vivero puede iniciarse con la germinación de esporas de resistencia (clamidosporas) presentes en el sustrato, que originan un micelio fúngico donde se diferencian los esporodocios pro-





ductores de esporas infectivas (conidias). Sin embargo, la infección de las raíces y también la formación de conidias, puede originarse directamente a partir del micelio presente en los sustratos de cultivo, ya que *Cylindrocarpon* tiene una mayor capacidad de sobrevivir en el suelo de forma saprofítica que las especies de *Phytophthora*. Una vez infectadas las raíces, el proceso de muerte radical y marchitez es similar al descrito anteriormente.

En cuanto al posible origen del inóculo en los viveros afectados por *Phytophthora*, el suelo de monte añadido al sustrato de cultivo aparece como la fuente de inóculo más probable en el caso de *P. cinnamomi*. De hecho, este patógeno extremadamente virulento, sólo ha sido aislado bajo estas condiciones especiales, por lo que no debe ser considerado como un agente que habitualmente cause pérdidas en vivero. En cuanto a las otras dos especies, específicas de vivero, el posible origen del inóculo hay que buscarlo en el sustrato de cultivo o en el agua de riego.

En el caso de la podredumbre causada por especies de *Cylindrocarpon*, aunque las infecciones se ven favorecidas por el exceso de humedad en los sustratos de cultivo, esta condición no resulta tan determinante como en el caso de *Phytophthora*. En estos casos, el origen del inóculo suele estar en los sustratos de cultivo, que frecuentemente incluyen en su composición arena o limo procedente de riberas o antiguas tierras de cultivo infestadas con esporas de resistencia o micelio del patógeno. En cualquier caso, para todos los patógenos, no debe olvidarse la semilla como otra posible vía de entrada al vivero del inóculo inicial.

CONTROL

La constatación de que el exceso de agua es la condición fundamental que favorece la infección de las raíces por especies de *Phytophthora*, y puesto que su capacidad saprofítica en el suelo es muy limitada, la mejor medida de control preventivo contra estas infecciones radicales en el contexto del vivero, consiste en evitar los encharcamientos periódicos que sufren los plantones, bien por instalaciones inadecuadas, excesos de riego, empleo de sustratos poco porosos y/o con gran capacidad de retención de agua, etc. El material de vivero ha de cultivarse asegurando una buena aireación y drenaje de los sustratos.

Actualmente, existen varios fungicidas sistémicos disponibles comercialmente (carbamatos, acetamidas y otras amidas, acilalaninas y fosfonatos) que son eficaces en el control de oomicetos, aunque la información sobre su eficacia y fitotoxicidad en especies forestales es escasa. No obstante, los tratamientos experimentales con fosfitos aplicados al sustrato de cultivo mediante riego, han mostrado una alta eficacia preventiva contra la infección por *P. cinnamomi* en plantones de encina y alcornoque.

En el caso de infecciones radicales causadas por *Cylindrocarpon* la influencia del encharcamiento del sustrato no es tan determinante, por lo que la aplicación de medidas tendentes a evitarlo no es suficiente. Como medida de control preventivo hay que utilizar sustratos y contenedores libres de patógenos. Los contenedores que se reciclen deben sumergirse, tras su lavado, en una solución de hipoclorito sódico (lejía blanca) diluida al 20% en agua. Tras 12-24 h de inmersión, se aclararán con agua abundante y se dejarán secar al aire antes de su reutilización. Si existe el riesgo de que el sustrato de cultivo pueda estar contaminado por el patógeno, puede desinfestarse con biocidas (dazomet, metam-sodio, etc.), fungicidas de amplio espectro (metil toclofos, tiram, etc.) o fungicidas biológicos (*Trichoderma* spp.) antes de su utilización. Sin embargo, no interesa su completa esterilización, ya que el vacío biológico que se crea puede favorecer el establecimiento de cualquier patógeno que pueda llegar al vivero por otras vías. También son recomendables los tratamientos preventivos de las plántulas con productos fungicidas sistémicos de amplio espectro (ej. benzimidazoles), que se pueden aplicar al sustrato de cultivo con el riego.

BIBLIOGRAFÍA

ANDICOBERRY, S.; LORA, F.; SÁNCHEZ, E.; TRAPERO, A. 2001. Etiología de las podredumbres radicales de plántulas de *Quercus* spp. y *Pinus halepensis* en viveros forestales de Andalucía. Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 6: Protección y restauración del medio natural, Granada. pp. 153-158.

LORA, F.; SÁNCHEZ, M.E.; TRAPERO, A. 2001. *Cylindrocarpon* root rot of *Quercus* spp. in forest nurseries. Proceedings of the 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Évora (Portugal). pp. 288-290.

NAVARRO, R.M.; GALLO, L.; SÁNCHEZ, M.E.; FERNÁNDEZ, P.; TRAPERO, A. 2004. Efecto de la fertilización fosfórica y la aplicación de fosfitos en la resistencia de brinzales de encina y alcornoque a *Phytophthora cinnamomi* Rands. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 13: 550-558.

SÁNCHEZ, M.E.; VARO, M.R.; ANDICOBERRY, S.; TRAPERO, A. 1999. Enfermedades que afectan a la producción de planta forestal en viveros andaluces. Agricultura, 809: 1030-1034.

SÁNCHEZ, M.E.; TRAPERO, A. 2001. Etiología y control de enfermedades de plántulas en viveros forestales andaluces. I Curso de Gestión de Viveros Forestales, Sevilla. pp. 1-11.

SÁNCHEZ, M.E.; LORA, F.; TRAPERO, A. 2002. First report of *Cylindrocarpon destructans* as a root rot pathogen of Mediterranean *Quercus* species in Spain. Plant Disease 86: 693.

SÁNCHEZ, M.E.; ANDICOBERRY, S.; TRAPERO, A. 2005. Pathogenicity of three *Phytophthora* spp. causing late seedling rot of *Quercus ilex* ssp. *ballota*. Forest Pathology 35: 115-125.

Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba
S. Andicoberry, F. Lora, M.E. Sánchez y A. Trapero