



Actualmente existe constancia de la presencia de *P. ramorum* en EE.UU., Canadá y diversos países de Europa.

Phytophthora ramorum, patógeno de plantas ornamentales y forestales

L.A. ÁLVAREZ,
A. PÉREZ-SIERRA,
A. VICENT, J. ARMENGOL
Y J. GARCÍA-JIMÉNEZ

*Instituto Agroforestal Mediterráneo,
Universidad Politécnica de Valencia,
Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.*

Introducción: distribución y plantas afectadas

Phytophthora ramorum (Werres, De Cock & Man in't Veld) se detectó por primera vez en Alemania y Holanda en 1993 afectando a *Rhododendron*. Posteriormente, en 1998, se encontró también causando daños graves a *Viburnum* en Alemania. En principio estos daños fueron atribuidos a una nueva especie de *Phytophthora* no identificada. Estudios

Foto 1 y 2 -
Sintomatología
en *Rhododendron*
afectadas por *P.
ramorum* (CSL
crown copyright).

morfológicos, culturales y moleculares posteriores llegaron a identificar al agente causal como una nueva especie, *P. ramorum* (Werres et al., 2001). Se encontró que esta misma especie era la causante, desde 1995, de una alta mortandad de especies de *Quercus* y *Lithocarpus densiflorus* en California y Oregon (Rizzo et al., 2002). Desde entonces, la lista de hospedantes de este patógeno ha ido aumentando progresivamente

y una recopilación de éstos se detalla en el Cuadro 1.

Actualmente existe constancia de la presencia de este patógeno en EE.UU., Canadá y diversos países europeos (Alemania, Bélgica, Dinamarca, Eslovenia, España, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Polonia, Reino Unido y Suecia).

En Europa, *P. ramorum* se encuentra en la lista de alerta de patógenos de la EPPO (2005)



pero no está incluido en las listas A1 y A2 de patógenos de cuarentena. Se ha descrito principalmente en *Rhododendron* y *Viburnum* y, con una menor incidencia, en *Arbutus unedo*, *Camellia*, *Hamelis virginiana*, *Kalmia latifolia*, *Leucothoe fontanesiana*, *Pieris* y *Syringa vulgaris*. A finales de 2004 se encontraron afectados en el Reino Unido árboles de *Aesculus hippocastaneum*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Laurus nobilis*, *Quercus cerris*, *Q. falcata*, *Q. ilex* y *Taxus baccata*.

En el caso concreto de España, la primera detección se realizó en Mallorca en 2002 afectando a *Rhododendron* y posteriormente existe constancia oficial de su presencia en Pontevedra afectando a *Camellia* (2003), Badajoz sobre *Viburnum* (2003) y Asturias sobre *Viburnum* y *Rhododendron* (2004).

Síntomas de la enfermedad

Los síntomas se manifiestan en el tronco o en las ramas de sus hospedantes, de aquí la derivación de su nombre *ramorum* del latín "ramus" que significa rama. Los síntomas dependen de las es-

pecies de plantas afectadas; en troncos causa chancros en la corteza y en hojas puede causar manchas foliares necróticas localizadas o quemado de hojas con o sin seca de brotes y ramillas.

En *Quercus* forma chancros en el tronco. Al principio pueden observarse exudados de color ámbar o negruzco que parecen surgir de la corteza aparentemente intacta. Posteriormente se producen grietas en la corteza y la zona afectada acaba tomando una coloración marrón rojiza. Levantando la corteza se observa una coloración marrón del tejido floemático con una línea de color más oscuro que separa netamente las zonas afectada y sana.

**Foto 3-
Sintomatología
en hoja de
Rhododendron
(CSL crown
copyright).**

En Estados Unidos se ha llamado a esta enfermedad "muerte súbita del roble" (Sudden Oak Death, SOD) debido a la rapidez con que mueren los árboles, muchas veces sin un período prolongado de decaimiento aparente de la copa. Sin embargo, la sintomatología observada en Europa es principalmente de tipo foliar.

Haciendo referencia concreta a las plantas que se han visto afectadas en España, sobre *Rhododendron*, *P. ramorum* causa seca de ramas y brotes que toman una coloración marrón oscura que generalmente comienza por su ápice y va avanzando hacia abajo (Foto 1). En los tallos infectados el tejido cambial toma un aspecto marrón.

A partir de los tallos afectados (Foto 2), el hongo puede pasar a las hojas donde produce una necrosis que avanza desde el pecíolo por el nervio principal del limbo foliar (Foto 3).

En otros casos, la infección de la hoja se puede producir directamente sin que proceda del tallo, observándose entonces las necrosis en cualquier lugar del lim-

■ En España, la primera detección de *P. ramorum* se realizó en Mallorca en 2002 afectando a *Rhododendron*. Posteriormente se encontró en Pontevedra, afectando a *Camellia*, Badajoz, sobre *Viburnum*, y Asturias, sobre *Viburnum* y *Rhododendron*



bo foliar. Las raíces no suelen mostrar síntomas de infección.

En *Viburnum*, los daños suelen comenzar como necrosis de tallos en la base de la planta (Foto 6) provocando posteriormente la marchitez de la planta. Las hojas se ven afectadas por una necrosis apical (Foto 5). No se suele observar cambios de coloración en la corteza aunque sí en la zona interior del tallo. A veces se observan exudaciones gomosas en la zona afectada. Las raíces suelen aparecer sanas.

En *Camellia* se observa en el limbo foliar zonas de color oscuro con márgenes difusos (Foto 4) que pueden afectar también a los pecíolos necrosándolos. Estas hojas tienden a caer de manera prematura. Eventualmente puede observarse la marchitez y muerte de toda la planta.

Diagnóstico y caracterización morfológica

P. ramorum se aísla con relativa facilidad del material infectado utilizando los métodos habituales descritos para otras especies de *Phytophthora*. En nuestro

Foto 4- Síntomas en hojas de *Camellia* (CSL crown copyright).
Foto 5- Necrosis apical en hojas de *Viburnum* (CSL crown copyright).
Foto 6- Síntomas en tallos de *Viburnum* causados por *P. ramorum* (CSL crown copyright).

laboratorio el aislamiento se realiza en medio CMA (corn meal agar) suplementado con pimaricina, ampicilina, rifampicina y benomilo y repicando posteriormente a CMA. El porcentaje de aislamiento suele descender en los meses cálidos lo que comporta que se tengan que realizar un mayor número de puntos de aislamiento para asegurar su detección.

Se ha descrito también una metodología de diagnóstico molecular mediante la técnica PCR y, en muestras críticas, se puede recurrir también a la secuenciación.

Desde un punto de vista morfológico, *P. ramorum* se caracteriza por producir en medio de cultivo abundantes clamidos-

poras (Foto 7), de 22-80 mm de diámetro, principalmente terminales, al principio hialinas que con el tiempo cambian a pardo claro. Los esporangios también se producen abundantemente en medio de cultivo y son alargados (40-80 x 20-32 mm), con una media longitud: anchura de 2,16 (Foto 8), con base redondeada o a veces apuntada, papila simple y estrecha.

Son caducos, con un pedicelo corto (Foto 9) o, a veces, sin pedicelo. *P. ramorum* es un hongo heterotálico, formándose las estructuras sexuales (Foto 10) únicamente en cultivos duales con cepas complementarias. Su temperatura mínima de crecimiento es de 2 °C, óptima de 20 °C y máxima de 30 °C.

Epidemiología

La infección puede producirse a partir de zoosporas, esporangios y clamidosporas, a través del suelo o de plantas infectadas. Los esporangios germinan para producir zoosporas (Foto 11) que invaden los tejidos susceptibles. Dado que los esporangios son caducos existe la posibilidad de que puedan ser transportados por corrientes de aire pero esto no parece haberse demostrado todavía, así

como tampoco la posible transmisión por insectos.

La dispersión a distancias cortas es por salpicaduras de agua, mientras que a largas distancias se ha reportado que puede ser a través de movimiento de material contaminado tales como suelo, madera y plantas ornamentales y mediante actividades humanas y animales (Tjosvold et al., 2002).

Se ha comprobado que los esporangios se producen abundantemente sobre las hojas en diversos hospedantes, entre ellos *Rhododendron* spp. y esto puede jugar un papel importante en el ciclo de *P. ramorum* porque actúan como fuente de inóculo.

Las clamidosporas son producidas abundantemente en los tejidos afectados y pueden sobrevivir en los tejidos muertos y pueden ser diseminadas en el suelo.

Hasta hace poco, el grupo de apareamiento A1 estaba presente

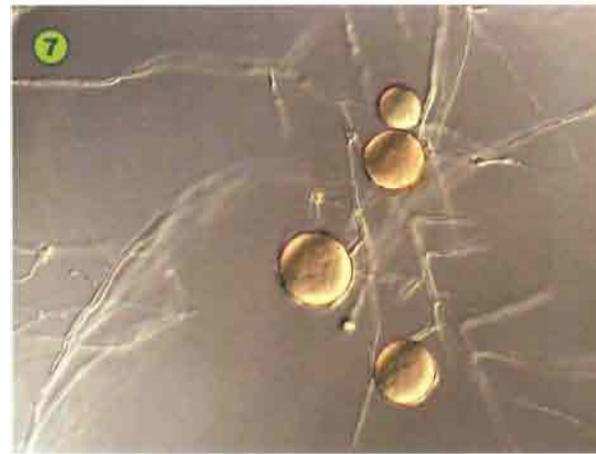


Foto 7- Clamidosporas de *P. ramorum* en medio de cultivo V8.



Foto 8- Esporangio de *P. ramorum*.

sólo en Europa y el A2 en EE.UU. (Werres et al., 2001). Sin embargo, el grupo de apareamiento A2 ha sido detectado en una importación de *Viburnum* en Bélgica (Werres y De Merlier, 2003), y el grupo de apareamiento A1 ha sido detectado sobre plantas de *Viburnum* y *Pieris* en Oregon (Hansen et al., 2003).

Impacto medio ambiental

En aquellos países donde se ha reportado la incidencia de infecciones de *P. ramorum* en bosques tales como EE.UU. y el Reino Unido, se han observado pérdidas de habitats de vida silvestre y áreas recreacionales pobladas con especies susceptibles.

TUBERÍA CON GOTERO INTEGRADO



ADI - ADO GOTERO AUTOCOMPENSANTE



GEOFLOW: Reutilización de EFLUENTES URBANOS



Riego por goteo BAJO SUPERFICIE
GEODRIP: Tecnología ROOTGUARD



IDL
GOTERO TURBULENTO



AGROMETZER S.A



Barcelona:
93 729 44 47

barcelona@agro-systems.com

Madrid:
91 630 06 53

madrid@agro-systems.com

Sevilla:
95 577 66 69

sevilla@agro-systems.com

Valencia:
96 166 89 23

valencia@agro-systems.com

Cuadro 1:**Hospedantes citados de *P. ramorum*.**

Familia	Nombre latino	Tipo de daño	Localización	Referencia
Aceraceae	<i>Acer macrophyllum</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Anon. (2001)
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron diversilobatum</i> (Syn. <i>Rhus diversiloba</i>)	Síntomas foliares	USA (CA, OR)	Anon. (2001, 2003)
Betulaceae	<i>Corylus cornuta</i>	Síntomas foliares	USA (CA)	Anon. (2001)
Caprifoliaceae	<i>Lonicera hispidula</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Anon. (2003)
	<i>Viburnum spp</i>	Necrosis en tallos, muerte regresiva de hojas y brotes	Alemania, España, Eslovenia, Holanda USA (CA, OR, WA), Reino Unido	Werres <i>et al.</i> (2003) De Merlier <i>et al.</i> (2003), Lane <i>et al.</i> (2003), Zerjav <i>et al.</i> (2004).
Ericaceae	<i>Arbutus menziesii</i>	Manchas foliares, chancros en brotes y seca de ramas	USA (CA)	Anon. (2001)
	<i>Arbutus unedo</i>		España	Anon. (2003)
	<i>Arctostaphylos manzanita</i>	Manchas foliares, chancros en brotes y seca de ramas	USA (CA)	Anon. (2001)
	<i>Kalmia latifolia</i>	Quemado de hojas	Reino Unido	Anon. (2004a)
	<i>Leucothoe fontanesiana</i>	Quemado de hojas	Reino Unido	Anon. (2004a)
	<i>Pieris spp</i>	Quemado de hojas y secado de brotes	Reino Unido, USA (CA, OR)	Anon. (2003) Inman <i>et al.</i> (2003)
	<i>Rhododendron spp</i>	Manchas foliares y chancro de brotes.	Bélgica, Canadá, Dinamarca, Irlanda, Polonia, Eslovenia, España, Reino Unido USA, (CA, OR)	Anon. (2003), Lane <i>et al.</i> (2002), De Merlier <i>et al.</i> (2003), Zerjav <i>et al.</i> (2004), Moralejo <i>et al.</i> (2002), Orlikowski y Szkuta (2002)
	<i>Vaccinium ovatum</i>	Chancro de tallos y secado de brotes	USA (CA, OR)	Anon. (2001), Goheen <i>et al.</i> (2002a)
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	Chancros en corteza, secado de hojas y brotes	Reino Unido	Anon. (2004a)
	<i>Fagus sylvatica</i>	Chancro en troncos	Reino Unido	Anon. (2004a)
	<i>Lithocarpus densiflorus</i>	Chancro en troncos, secado de brotes y quemado de hojas	USA (CA, OR)	Goheen <i>et al.</i> (2002a) Rizzo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Quercus kelloggii</i>	Chancro en troncos	USA (CA)	Rizzo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Quercus parvula shrevei</i>	Chancro en troncos	USA (CA)	Rizzo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Quercus agrifolia</i>	Chancro en troncos	USA (CA)	Rizzo <i>et al.</i> (2002)
	<i>Quercus cerris</i>	Chancro en troncos, secado de brotes y ramas	Reino Unido	Anon. (2004a)
	<i>Quercus chrysolepsis</i>	Chancro en troncos	USA (CA)	Anon. (2001)
	<i>Quercus falcata</i>	Chancro en troncos	Reino Unido	Anon. (2004a)
<i>Quercus ilex</i>	Seca de brotes y ramas	Reino Unido	Anon. (2004a)	
<i>Quercus rubra</i>	Chancro en troncos	Holanda	Anon. (2004a)	
Hamamelidaceae	<i>Hamamelis virginina</i>	Quemando de hojas y secado de ramas	Reino Unido	Giltrap <i>et al.</i> (2004)
Hippocastanaceae	<i>Aesculus californica</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Anon. (2001)
	<i>Aesculus hippocastaneum</i>	Chancro en troncos	Reino Unido	Anon. (2004a)
Lauraceae	<i>Umbellularia californica</i>	Manchas foliares y secado de ramas	USA (CA, OR)	Anon. (2004a)

Familia	Nombre latino	Tipo de daño	Localización	Referencia
Liliaceae	<i>Maianthemum racemosum</i> (Syn. <i>Smilacina racemosa</i>)	Quemado de hojas	USA (CA)	Hüberli <i>et al.</i> (2005)
Oleaceae	<i>Syringa vulgaris</i>	Quemado de hojas	Reino Unido	Beales <i>et al.</i> (2004b)
Pinaceae	<i>Abies grandis</i>	Secado de ascículas y quemado de brotes	USA (CA)	Anon. (2004a)
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Seca de ascículas y quemado de brotes	USA (CA)	Anon. (2001), Davidson <i>et al.</i> (2002)
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Anon. (2001),
Primulaceae	<i>Trientalis latifolia</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Hüberli <i>et al.</i> (2003)
Rhamnaceae	<i>Rhamnus californica</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Anon. (2001),
	<i>Rhamnus purshiana</i>	Síntomas foliares	USA (OR)	Anon. (2001),
Rosaceae	<i>Heteromeles arbutifolia</i>	Manchas foliares y chancro de ramas	USA (CA)	Anon. (2001),
	<i>Rubis spectabilis</i>	Síntomas foliares	USA (OR)	Anon. (2001),
	<i>Rosa gymnocarpa</i>	Manchas foliares	USA (CA)	Hüberli <i>et al.</i> (2004)
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i>	Secado de ascículas y quemado de ramas	Reino Unido	Lane <i>et al.</i> (2004)
Taxodiaceae	<i>Sequoia sempervirens</i>	Seca de ascículas y quemado de brotes	USA (CA)	Anon. (2001), Maloney <i>et al.</i> (2002)
Theaceae	<i>Camelia</i> spp	Quemado de hojas y secado de brotes	España, USA, (CA) Reino Unido	Anon. (2001), Beales <i>et al.</i> (2004a), Pintos Varela <i>et al.</i> (2003)

Adaptado de Henricot & Prior, 2004.

En España y otros países europeos donde las infecciones se han encontrado en viveros y jardines, el impacto es principalmente económico por los costos asociados a la prospección y erradicación de las plantas infectadas.

Control

Medidas legales: Los ataques de *P. ramorum* pueden producirse en dos situaciones diferentes: de un lado, bosques extensos y, de otro, los que se refieren a viveros, jardines y, en general, zonas localizadas. En el primer caso el control se hace muy difícil por los problemas en el uso de fungicidas y el manejo del agua.

Los esfuerzos en estos casos deben ir dirigidos a impedir la dispersión del patógeno a nuevas áreas. Esto puede hacerse restringiendo el acceso a las zonas afectadas ya que el tránsito humano y el trasiego de vehículos puede suponer el arrastre de suelo infestado a zonas libres de la enfermedad. En algunos casos se ha propugnado el lavado de coches que han circulado por las áreas afecta-



Foto 9- Esporangio caduco de *P. ramorum*.

das. Con todo, la efectividad de estas medidas es muy aleatoria y puede resultar poco efectiva en zonas de alta densidad de población humana.

La otra situación, referida a viveros, jardines y zonas localizadas resulta más manejable y los esfuerzos deben ir dirigidos a la erradicación del patógeno destruyendo las plantas afectadas y los posibles hospedantes que pueda haber en los alrededores seguido de una evaluación secuencial de esa zona y limítrofes.

En este sentido, existe la Decisión 2002/757 de la CE de 19 de septiembre sobre medidas fitosanitarias de emergencia para impedir la introducción y propagación en la CE de este patógeno modificada parcialmente por la Decisión 2004/426 de 29 de abril. La Decisión de 2002 contemplaba los vegetales, madera y corteza sensibles con una serie de normas que se deben cumplir referidas a las importaciones de material vegetal de Estados Unidos y el movimiento de las plantas en el interior de la CE.

En el caso de que se hayan encontrado plantas afectadas esta Decisión contempla que se deben destruir las plantas afectadas y las plantas sensibles en un radio de 2

■ Los ataques de *P. ramorum* pueden producirse en bosques extensos, viveros, jardines y zonas localizadas. En el primer caso el control se hace muy difícil por los problemas en el uso de fungicidas y el manejo del agua

m. de las plantas afectadas. Las plantas de especies vegetales sensibles situadas en un radio de 10 m. y todo el material del lote afectado deben ser retenidos en el lugar de producción realizándose al menos dos inspecciones en los tres meses siguientes a la detección del foco del patógeno.

El resto de vegetales sensibles del lugar de producción deben ser objeto de una nueva inspección (en la Decisión no dice en qué momento se debe realizar esta inspección aunque podría entenderse que se refiere también a los tres meses después de la localización del foco). La Decisión 2004/426 amplía la lista de vegetales sensibles incluyendo, entre otros, camelia, castaño, madroño y haya e indica que se deberán seguir haciendo prospecciones de la enfermedad tanto en vegetales cultivados como en los no cultivados/no gestionados. Señala asimismo que en los vegetales sensi-



Foto 10 - Oospora de *P. ramorum*.

bles situados en un radio de 10 m. alrededor de los focos del patógeno no se deben realizar tratamientos que pudieran eliminar los síntomas de la enfermedad.

Prácticas culturales

El patógeno puede venir con el material vegetal adquirido, por lo que es necesaria una observación cuidadosa de dicho material

en las primeras semanas y en el caso de que se detecte alguna planta sospechosa debe ser analizada por un laboratorio oficial de la Comunidad Autónoma correspondiente a fin de identificar claramente la etiología de la afección.

Se debe utilizar preferentemente el riego por goteo, evitando la dispersión del patógeno con el agua de riego de superficie o las salpicaduras que produce el riego por aspersión. Es recomendable también la utilización sobre el sustrato de una cubierta que impida las salpicaduras de la lluvia. En los viveros se deben alternar bloques de vegetales susceptibles y resistentes al patógeno a fin de limitar su diseminación y no abusar del abonado nitrogenado.

Un cuidado especial debe adoptarse cuando en el vivero exista un sistema de recirculación del agua de riego. No deben reutilizarse los sustratos o los contene-







**INVERNADEROS DE AVANZADA
TECNOLOGÍA Y PROYECTOS
“LLAVE EN MANO”**









Tel: 972-8-9493620 • Fax: 972-8-9493640 • E-mail: azrom@azrom.com • www.azrom.com

dores donde han crecido plantas afectadas por el patógeno

Estudios llevados a cabo en el USDA (United States Department of Agriculture) han demostrado que *P. ramorum* muere en el proceso de compostaje, pero los autores señalan que debe haber un buen control del proceso sobre todo desde el punto de vista de las temperaturas.

Tratamientos químicos

Garbelotto et al. (2002) realizaron estudios en EEUU "in vitro" e "in vivo" sobre *Quercus agrifolia* encontrando que algunos productos como el metalaxil, sulfato de cobre, fosfito o fosetil Al eran efectivos en el control del hongo. Sin embargo, señalan que estos tratamientos sólo pueden realizarse en situaciones urbanas y en especímenes seleccionados descartando que puedan realizarse de manera generalizada en bosques.



Por el contrario, estos productos serían perfectamente aplicables en viveros (con la salvedad señalada anteriormente en la Decisión 2004/426), al menos con carácter preventivo, ya que las plantas afectadas deberían destruirse.

Foto 11- Esporangios vacíos de *P. ramorum* y liberación de zoosporas.

Agradecimientos:

Los autores desean expresar su agradecimiento a Central Science Laboratory (CSL) del Reino Unido por la cesión de las fotografías de síntomas ocasionados por *P. ramorum* en plantas ornamentales.

Bibliografía

El presente artículo dispone de una extensa Bibliografía que se puede consultar completa en www.horticom.com?60612

Para saber más...

- www.defra.gov.uk/plant/pramorom.htm
- www.defra.gov.uk/plant/pestnote/newram.pdf
- www.forestry.gov.uk/forestryWCAS-4Z5JLL
- www.cnr.berkeley.edu/comtf/index.html
- <http://cemarin.ucdavis.edu/symptoms.html>

NOTICIAS

En 1998 AZUD revoluciona los sistemas de filtración

La empresa que siempre ha estado a la vanguardia en sistemas de riego y filtración lanza un innovador filtro con efecto helicoidal que marca las tendencias del sector.



En Azud vamos por delante. Azud es pionera en investigación y desarrollo de nuevos productos de alta tecnología. Más de 25 años de experiencia internacional en un sector que cambia continuamente y en el que la investigación y la anticipación son piezas clave. Muchos años de trabajo que permiten ofrecer una amplia gama de soluciones orientadas a obtener los mejores resultados.

SISTEMA AZUD, S.A. Polígono Industrial Oeste • Avda. de las Américas P. 6/6. Apdo 1.47 • 30820 ALCANTARILLA - MURCIA - SPAIN
Tel.: +34 968 808 402 • Fax: +34 968 808 302 • azud@azud.com • www.azud.com

AZUD
La Cultura del Agua