

CHANCRO DEL CASTAÑO



AGENTE CAUSAL

Cryphonectria parasitica (Murrill) Barr (Ascomycota, Diaporthales).
Sinónimo: *Endothia parasitica* Estado asexual (mitótico): *Endothiella parasitica* (Murrill) P.J. & H.W. Anderson.

OTROS NOMBRES

Chestnut blight o canker (inglés), Chancre de l'écorce du châtaignier (francés), Kastanienkrebs (alemán).

ARBOLES HOSPEDADORES

Castanea sativa (castaño europeo), *Castanea dentata* (castaño americano), diferentes especies de *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. pubescens*, *Q. petraea*), *Castanopsis*, *Acer*, *Rhus typhina* y *Carya ovata*.

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA

Se ha encontrado chancro en la mitad norte de España, en las comunidades de Galicia, Asturias, Castilla y León, País Vasco, Navarra y Cataluña.

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

C. parasitica se introdujo en America del Norte, procedente de China y Japón, en el siglo XIX. Se cree que la entrada del patógeno desde Japón a Estados Unidos tuvo lugar en 1876. La realidad es que hacia 1900 los viveros norteamericanos vendían castaños japoneses por todo el país y en 1904 se describieron los primeros síntomas de la enfermedad en castaños de la ciudad de Nueva York (Merkel, 1905). En 1912, el chancro americano había alcanzado el grado de catástrofe nacional (Metcalf, 1912) y en un intento de buscar el agente causal, en 1913, se introdujo desde China una cepa de *C. parasitica* que, al ser inoculada sobre *Castanea dentata*, en Washington DC, sirvió para diseminar nuevamente la enfermedad (Anagnostakis, 1987; 1989). En 1938 se descubre el patógeno en Europa, en un foco localizado cerca de Génova (Italia). Nuevamente, el patógeno se disemina rápidamente y a finales de los años 1960 casi todas las regiones del sur de Europa donde se cultivan los castaños presentan los síntomas de la enfermedad. Actualmente se ha detectado el chancro del castaño en cuatro continentes:

- *Europa*: Alemania, Austria, Bélgica, Bosnia-Herzegovina, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Hungría, Italia,

Macedonia, Polonia, Portugal, Rusia (costa del Mar Negro y Cáucaso), Suiza, Ucrania y repúblicas yugoslavas.

- *Africa*: Túnez
- *Asia*: China, Corea del Norte, Corea del Sur, Georgia, India (Uttar Pradesh), Japón (Honshu), Taiwán y Turquía.
- *América del Norte*: Canadá (Columbia Británica y Ontario) y Estados Unidos.

IMPACTO ECONÓMICO

Entre 1904 y 1950, *C. parasitica* ha causado la destrucción casi completa de los castaños de la costa oriental de los Estados Unidos. Sin embargo, los castaños europeos han corrido mejor suerte debido a la aparición de cepas hipovirulentas del patógeno que permiten la recuperación de los árboles una vez padecida la enfermedad (Grente, 1965). Las cepas europeas de *C. parasitica* son vegetativamente compatibles con las cepas virulentas. Esto significa que pueden transmitir, por contacto de las hifas, su incapacidad para atravesar el peridermo de las heridas antes de la suberización (Anagnostakis y Waggoner, 1981). Son muy pocos los grupos de compatibilidad vegetativa de *C. parasitica* detectados en Europa, por lo que la diseminación de la hipovirulencia se ve favorecida. Por el contrario, se han descrito más de 70 grupos de compatibilidad vegetativa entre las estirpes de *C. parasitica* americanas, con la consiguiente limitación de la transmisión de hipovirulencia. En China y Japón el patógeno es autóctono y causa daños poco relevantes en los castaños de esas zonas.

El chancro del castaño en España puede ser preocupante ya que la enfermedad afecta casi de forma generalizada a los castañares de la mitad norte de la Península Ibérica (Mansilla et al., 2003). Sin embargo, la situación actual de baja diversidad de grupos de compatibilidad vegetativa se presenta como la idónea para la aplicación del control biológico de la enfermedad. Es por ello, que una adecuada atención a los programas de control biológico del chancro, por medio de cepas hipovirulentas del patógeno, puede servir para reducir el peligro que supone la presencia en nuestros bosques de un patógeno tan devastador como *C. parasitica*.

DAÑOS

Se produce mortalidad de la parte distal del árbol, descendiendo desde los brotes hasta las ramas y tronco, pudiendo causar la muerte del mismo. Las

cepas hipovirulentas de *C. parasitica* causan chancros menos severos e infecciones superficiales de la corteza con daños más leves.

SINTOMATOLOGÍA EN EL ÁRBOL

El primer síntoma que se aprecia es el amarilleamiento y muerte del follaje y de las estructuras reproductivas del árbol, ya sean de una rama o del tronco principal, con marchitez posterior de las hojas y flores que pueden permanecer sobre el árbol durante largos periodos de tiempo (Figura 2). Cuando el follaje presenta estos síntomas, pueden aparecer en las ramas chancros elipsoidales, a menudo hundidos y con la madera expuesta en el centro (Figura 3). Los cinco síntomas más característicos del chancro son los siguientes (Mansilla et al., 2003):

- Presencia de ramas muertas con hojas marchitas de color marrón.
- Presencia de chancros en el tronco, ramas y brotes. Se reconoce la aparición de un chancro por el enrojecimiento e hinchazón de la corteza. Posteriormente, la corteza se rompe y se abre en fracturas longitudinales (Figura 4).
- También pueden aparecer sobre el chancro pústulas de color amarillo o naranja, especialmente cuando el clima es húmedo (Figura 5).
- Presencia de protuberancias acuosas por debajo del chancro.
- Desarrollo de micelio amarillo-parduzco en forma de abanico bajo la corteza (Figura 6).



Figura 2. Rama seca con hojas marchitas



Figura 3. Chancro con exposición de la madera



Figura 4. Fracturas longitudinales de un chancro



Figura 5. Chancro con pústulas de color amarillo

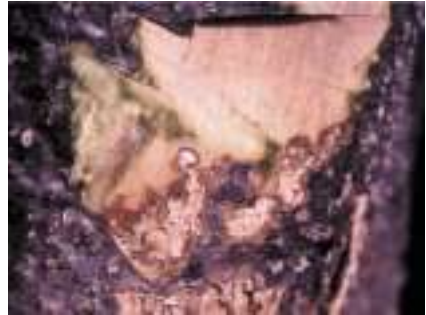


Figura 6. Micelio de *C. parasitica* bajo la corteza

IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO

Sobre las zonas más viejas de los chancros el hongo forma cuerpos fructíferos (conidiomas picnidiales o picnidios) muy pequeños y apreciables con una lupa, de color amarillento o naranja, en el interior de los cuales se producen esporas asexuales (conidios). En condiciones de humedad suficiente, los conidios exudan de los picnidios en forma de un cirro anaranjado.

Las muestras procedentes de ramas con chancros anaranjados se colocan en cámara húmeda y después de incubar a la temperatura del laboratorio durante 3-4 días se pueden observar picnidios con cirros amarillos.

Si las muestras no presentan chancros anaranjados, se toma una parte del floema, en la zona de avance del hongo donde se puede ver el típico micelio amarillento en forma de abanico, y se siembra en el medio de cultivo patata dextrosa agar. Después de varios días se puede apreciar un micelio blanco y los primeros cirros amarillos saliendo de los picnidios.

Los diferentes estudios realizados durante el verano de 2004 en castañares de Béjar, El Cerro y Lagunilla nos indican que existen síntomas de chancro en los bosques de la provincia de Salamanca, apreciándose en algunos casos la recuperación de los árboles una vez padecida la enfermedad (Figura 7). No se ha logrado aislar *C. parasitica* en el laboratorio a partir las muestras obtenidas en los tres municipios prospectados.



Figura 7. Castaño sano con chancro cicatrizado. El Castañar (Béjar, Salamanca)

MORFOLOGÍA

El ciclo biológico de *C. parasitica* aparece representado en la Figura 8. Los picnidios son de color amarillo o marrón amarillento, con un ostiolo, y de tamaño variable hasta 300 μm . Desde la pared interna de los picnidios surgen conidióforos ramificados, tabicados, hialinos, de superficie lisa, con una longitud hasta 60 μm y anchura de 1.5 μm . Las células conidiógenas son enteroblásticas y los cirros amarillos contienen conidios hialinos, rectos o ligeramente curvados, unicelulares y redondeados en sus extremos, con un tamaño 3-5 x 1-1.5 μm (CABI, 1994). Las masas de conidios aparecen en primavera.

Durante el verano y otoño surgen las formas sexuales de *C. parasitica* que se agrupan en estromas de 10 a 20 peritecios globosos (Figura 9) con un cuello alargado, de color marrón oscuro, que aparece de color negro en el interior del estroma, y tamaño hasta 400 μm . Las ascas son alargadas (32-55 x 7-8.5 μm .), unitunicadas y con 8 ascosporas. Las ascosporas son elípticas, redondeadas en sus extremos, con un tabique central poco constreñido, y un tamaño entre 7-12 x 3-5.5 μm (CABI, 1994) (Figura 10).

CICLO BIOLÓGICO

Los conidios y ascosporas de *C. parasitica* se diseminan por el viento y lluvia, pero también por insectos, ácaros y pájaros. Para la dispersión del cirro de conidios se necesita agua. La entrada en la madera del árbol se realiza por las heridas causadas por la poda, fenómenos climáticos o insectos vectores.

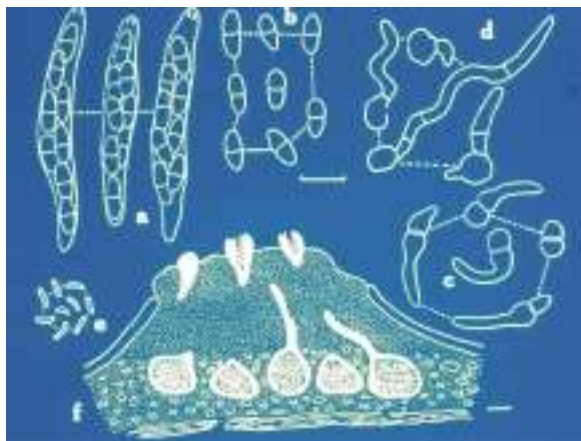


Figura 8. *Cryphonectria parasitica*: a) ascas con ascosporas, b) ascosporas, c,d) ascosporas germinadas, e) conidios, f) estroma con peritecios y picnidios.



Figura 9. Peritecios (cuerpos fructíferos sexuales) de *Cryphonectria parasitica* aislado en Castilla y León

La diseminación en el hospedador es rápida, salvo en algunos tipos de chancro en los que el hongo puede aparecer temporalmente restringido. El hongo también puede vivir de forma saprofita sobre árboles con follaje abundante. Es típico el micelio desarrollado en forma de abanico, en la cara interna de la corteza y el cambium, que puede sobrevivir hasta 10 meses en la corteza seca del árbol. En los frutos se asocia *C. parasitica* a la cáscara y no parece afectar a la germinación de semillas ni al desarrollo de plántulas. Aunque la transmisión por insectos parece ser menos importante que la transmisión eólica, se han descrito 69 especies de insectos que son capaces de transmitir inóculo de *C. parasitica*.

El patógeno no penetra la corteza íntegra y sana del castaño. Los castaños se infectan cuando las esporas del patógeno, diseminadas a largas

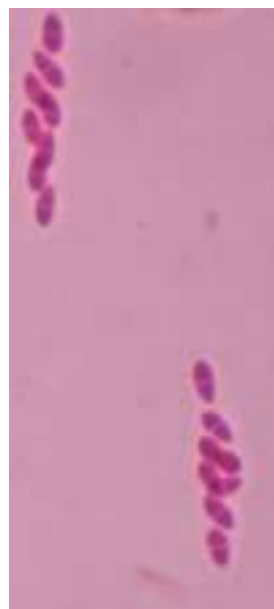


Figura 10. Ascas con ocho ascosporas de una cepa de *Cryphonectria parasitica* presente en castaños de Castilla y León.

distancias fundamentalmente por el viento, alcanzan heridas recientes en la corteza, fisuras naturales o daños mecánicos.

Las ascosporas y conidios procedentes de un árbol infectado son capaces de germinar a temperaturas comprendidas entre 18 y 38 °C, e infectar a nuevos árboles.

FACTORES DE RIESGO

Las heridas de poda son el principal factor de riesgo.

MEDIDAS PREVENTIVAS

El Real Decreto 58/2005, relativo a las medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea, de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como la exportación y el tránsito hacia países terceros, es la normativa básica legal en la Unión Europea, en lo concerniente a la sanidad de los materiales vegetales.

La Sección 2 de la Parte A del Anexo II de ese Real Decreto se refiere a los organismos nocivos de cuya presencia se tiene constancia en la Comunidad Europea y cuyos efectos son importantes para toda ella. En esa Sección se incluye *C. parasítica* como patógeno de cuarentena en la UE y se especifica que los materiales objeto de contaminación son los vegetales de *Castanea* y *Quercus* destinados a la plantación, excepto las semillas, madera y corteza aislada de *Castanea*. Igualmente, se prohíbe la introducción en la UE de vegetales con hojas de *Castanea* y *Quercus* procedentes de países no europeos; y la importación de corteza de *Castanea* de terceros países.

En las Secciones 1 y 2 de la Parte A del Anexo IV de ese mismo Real Decreto, se especifica que la movilidad de la madera dentro de la UE deberá contar con una declaración oficial de que los vegetales son originarios de zonas en las que se sabe están exentas de *C. parasítica* y que no se han observado síntomas de este patógeno en la parcela de producción ni en las inmediaciones desde el principio del último ciclo completo de vegetación. Para destruir el hongo en la madera es recomendable desinfectarla durante cinco minutos con una solución al 5% de formaldehído (40%) y pentaclorofenolato sódico (5%). Los métodos de prevención de *C. parasítica* han ido evolucionando y actualmente no se conoce uno realmente eficaz. Las medidas preventivas más frecuentes son:

- Evaluación del arbolado para determinar la presencia de chancros
- Eliminar las ramas infectadas

- Desinfectar las herramientas de poda
- Destrucción de los residuos de poda

CONTROL

Son tres las estrategias que han demostrado ser más eficaces en el control de *C. parasitica*: a) la mejora genética, b) el acolchado con lodo y c) el control biológico con cepas hipovirulentas.

a) Mejora Genética

La producción de híbridos resistentes, a partir de cruzamientos entre castaños europeos y japoneses o chinos, no ha dado los resultados deseados, no existiendo, por tanto, un híbrido totalmente resistente. Sin embargo, los avances en este terreno son notables y se dispone de metodología adecuada para poder tener éxito en esta forma de control.

b) Acolchado con lodo

Se trata de una adaptación del método Doromaki, aplicado por los agricultores japoneses de finales del siglo XIX para combatir los chancros producidos por hongos del género *Valsa* en manzanos. Se necesita suelo que no haya sido tratado con pesticidas, o compost; una bolsa de plástico o una cortina de ducha, y cuerda. Se aplica agua para formar lodo que se dispondrá sobre el chancro. Para mantener la humedad, el lodo situado sobre las heridas del árbol se tapa con el plástico apretado fuertemente con la cuerda. Después de dos meses, se retira el plástico y la corteza del árbol aparecerá hinchada y el patógeno estará muerto. Aunque un chancro se cure, el patógeno podrá desarrollar nuevos chancros en el mismo árbol, por lo que habrá que repetir la operación cuantas veces sea necesario. El método no resulta práctico cuando se tenga que aplicar a un gran número de árboles (Weidlich, 1978).

c) Hipovirulencia

La hipovirulencia es una enfermedad de *C. parasitica*, causada por un virus, que fue descrita por primera vez por el francés J.Grente en 1965. El virus impide que el hongo mate a los árboles que infecta y puede ser transmitido entre poblaciones de *C. parasitica* siempre que pertenezcan al mismo grupo de compatibilidad vegetativa (Milgroom y Cortesi, 2004).

Mientras el chancro arrasaba los bosques de castaños americanos, los castaños europeos parecían recuperarse de la enfermedad en el norte de Italia. Los aislamientos de *C. parasitica* obtenidos de chancros cicatrizados eran “hipovirulentos”,

infectaban *C. sativa* pero rara vez causaban infecciones letales. Años más tarde, también se aislaron cepas hipovirulentas de *C. parasitica* en castaños americanos del estado de Michigan. Además tanto las colonias hipovirulentas de *C. parasitica* italianas como las americanas presentaban una morfología anormal en el desarrollo de las colonias cuando se cultivaban en el laboratorio (Figura 11) y ello era debido a que contenían un virus RNA de doble cadena (Figura 12), responsable de su escasa agresividad sobre el castaño (MacDonald y Fullbright, 1991). Hoy sabemos que los virus causantes de hipovirulencia en *C. parasitica* pertenecen a tres familias distintas, con amplia variación en sus efectos sobre el hongo y, por tanto, en su capacidad de biocontrol de la enfermedad (Choi y Nuss, 1992).

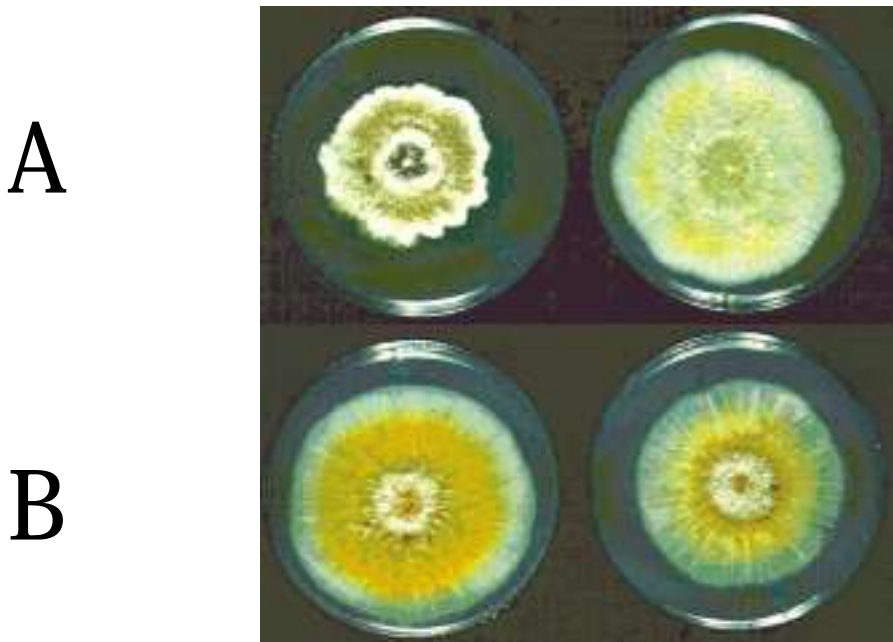


Figura 11. Cepas hipovirulentas con menor crecimiento y esporulación (A) y virulentas (B) de *C. parasitica*.

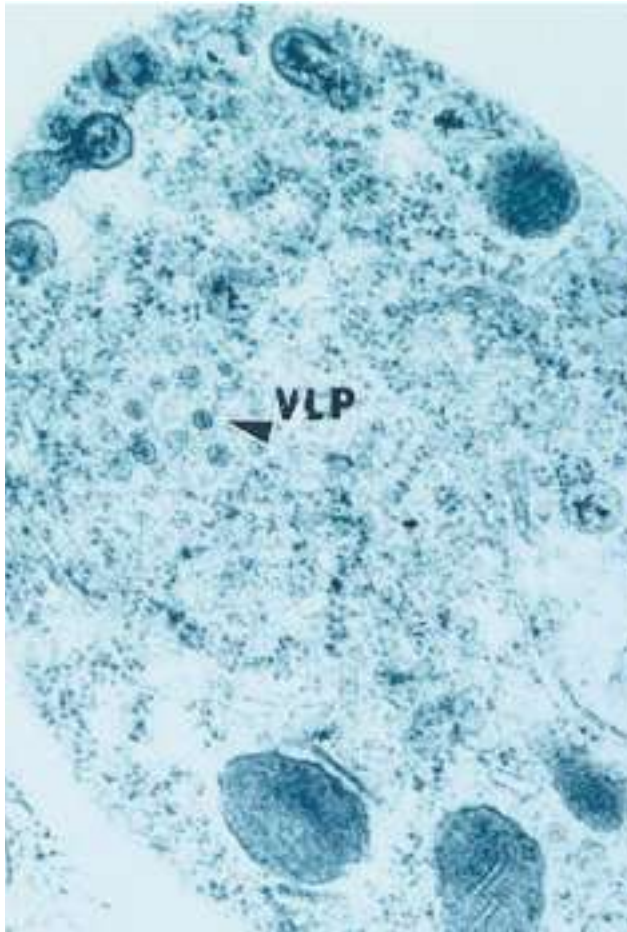


Figura 12. Partículas víricas (VLP) en el interior de una hifa de *C. parasitica*.

Cuando se inoculan cepas hipovirulentas de *C. parasitica* en agujeros efectuados en la corteza del castaño, alrededor de los chancros, los virus pueden transmitirse a las cepas virulentas (Figura 13). El resultado es el cese en la expansión del chanco y el éxito de las propias defensas del árbol que mantienen al patógeno controlado (Heiniger y Rigling, 1994). Una vez que la hipovirulencia se ha establecido en un árbol, las esporas hipovirulentas de *C. parasitica* se desplazan hacia otros árboles, transmitiendo su capacidad de control a las cepas virulentas que pudieran estar presentes en los mismos.



Figura 13. Aplicación de *C. parasitica* hipovirulenta en la corteza de un castaño

Alrededor de un 10 % de los conidios producidos por cepas hipovirulentas de *C. parasitica* no contienen el virus. Esto significa que siempre habrá inóculo virulento dispuesto a producir un chancro. Por otro lado, la existencia de diversos grupos de compatibilidad vegetativa disminuye las probabilidades de que dos cepas de *C. parasitica* puedan transmitirse la hipovirulencia. Estos problemas pueden obviarse con el uso de mezclas de cepas hipovirulentas de *C. parasitica* (Jaynes y Elliston, 1980) y, posteriormente, con la utilización de cepas del patógeno que llevan insertado en su genoma los genes de hipovirulencia del virus (Chen et al., 1993).

Existen evidencias de que las cepas hipovirulentas de *C. parasitica* producen menos enzimas hidrolíticas, del tipo lacasa, cutinasa y pectinasa, que juegan un papel fundamental en la penetración y establecimiento de la enfermedad, que las cepas virulentas (Varley et al., 1992). Se ha observado que la presencia del RNA vírico de doble cadena provoca en las cepas hipovirulentas

de *C. parasitica* la expresión de una proteína G heterotrimérica, una celobiohidrolasa, una endopoligalacturonasa, una lacasa, dos feromonas sexuales y una hidrofobina de pared celular (Choi et al., 1995; Rigling y van Alfen, 1991; Wang y Nuss, 1995; Milgroom y Cortesi, 2004). El papel de los niveles y patrones de transcripción de estos genes necesita ser elucidado en los fenotipos hipovirulentos de *C. parasitica*.

La hipovirulencia ha sido utilizada con éxito en Italia y Francia, estando en fase de experimentación en Galicia, Navarra y Cataluña.

Conclusiones

- 1) El chancro del castaño no parece ser un problema grave en los castañares de la provincia de Salamanca, pero no tenemos datos que nos permitan asegurar que no lo será en un futuro próximo.
- 2) La existencia de chancros aislados parece confirmar la presencia de *C. parasitica*. El desarrollo de la enfermedad parece restringido pero existe el riesgo de que la enfermedad pueda alcanzar cotas importantes.
- 3) Los métodos existentes para el control del chancro del castaño han demostrado su eficacia allí donde se han aplicado.
- 4) No se disponen de programas de control biológico en Castilla y León, y sería deseable que se establezcan medidas de control de las enfermedades del castaño.

