

## La Podredumbre radical del pinsapo



**Especie:** *Heterobasidion annosum sensu lato* (Fr.) Bref. = *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen  
 Sinónimo: *Fomes annosus* (Fr.) P. Karst.  
 Anamorfo: *Spiniger meinekellus* (Olson) Stalpers

**Clasificación:** *Fungi, Basidiomycota, Hymenomycetes, Aphyllophorales, Bondarzewiaceae*



Ficha Resumen

**PATÓGENO:** *Heterobasidion annosum s.l.* (*Heterobasidion abietinum*).

**ESPECIE AFECTADA:** *Abies pinsapo* Boiss.

**TIPO DE ENFERMEDAD:** Podredumbre radical.

**DISTRIBUCIÓN:** En toda el área de distribución del pinsapo en Andalucía: Sierra de las Nieves, Sierra de Grazalema y Sierra Bermeja.

**DIAGNÓSTICO:** Podredumbre de las raíces leñosas y de la parte baja del fuste, provocando la rotura de las raíces de anclaje y el vuelco del árbol. Los árboles afectados se presentan distribuidos en focos, con presencia de pies descalzados con acículas aún verdes, amarillas o marchitas. Bajo los pies descalzados se pueden observar los cuerpos fructíferos del hongo o basidiomas, irregulares y de color blanco.



## AGENTE CAUSAL

*Heterobasidion annosum sensu lato* (Fr.) Bref. = *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen.  
Sinónimo: *Fomes annosus* (Fr.) P. Karst.



## ESPECIES SUSCEPTIBLES

Los huéspedes preferenciales de *H. annosum s.l.* son las coníferas, aunque el hongo está considerado como polífago, estando descrito sobre más de 200 especies, entre ellas algunas frondosas como *Alnus glutinosa* (Aliso), *Populus tremula x tremuloides* (Chopo), *Quercus robur* (Roble albar) y *Betula pendula* (Abedul). Estas especies son atacadas sólo cuando crecen en terrenos que contienen aparatos radicales de coníferas colonizados por el patógeno. Entre las coníferas, *Pinus sylvestris* y *Picea sitchensis* se consideran especies particularmente susceptibles a la infección, mientras que *Pseudotsuga menziesii* muestra una cierta resistencia. Si bien *Abies alba* se ha considerado resistente en algunas zonas de Europa central, puede ser gravemente atacado por *H. annosum*, como ocurre en Italia. También se ha descrito provocando daños en masas de *Abies pinsapo*.

## DISTRIBUCIÓN

*Heterobasidion annosum s.l.* es un patógeno que ataca preferentemente a las coníferas del hemisferio norte (*Abies*, *Picea* y *Pinus*). En España se ha observado en *A. alba* en los Pirineos y se ha aislado de *A. pinsapo* en Andalucía.

## IMPORTANCIA Y PRESENCIA EN ANDALUCÍA

Está presente en todo el área de distribución del pinsapo en las sierras de Málaga y Cádiz. En la última década se ha observado una alta incidencia de esta podredumbre radical afectando a *A. pinsapo*, y provocando la muerte de ejemplares.

## DIAGNÓSTICO

La podredumbre radical del pinsapo se presenta generalmente distribuida en focos de varios árboles afectados. Los focos se caracterizan por un número variable de árboles tumbados por el viento, incluso con acículas todavía verdes y con las raíces leñosas podridas. Los árboles en pie situados a su alrededor suelen mostrar amarillez y marchitez de acículas. También se registran casos de defoliación completa, dando lugar a árboles muertos en pie. La podredumbre llega a alcanzar los 2 m de altura desde la base del tronco, estando localizada en áreas delimitadas, a menudo situadas excéntricamente.

Los basidiomas, irregulares, de color blanco y de superficie porosa, se encuentran cubriendo la superficie de las raíces principales en el interior de cavidades formadas al volcar el árbol.

## ETIOLOGÍA

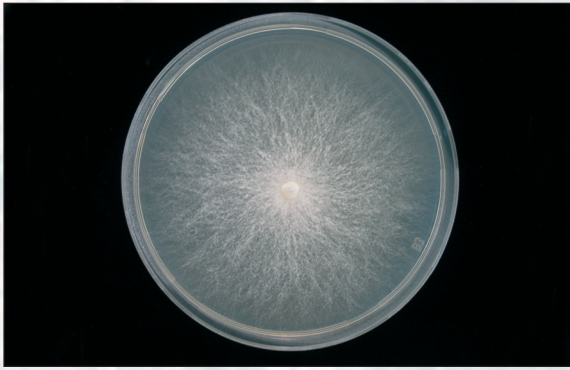
*Heterobasidion annosum s.l.* se caracteriza por formar cuerpos fructíferos (basidiomas, basidiocarpos, carpóforos) perennes, generalmente en forma de ménsula, que se forman al nivel del suelo en los tocones y en la base de las plantas muertas. La superficie inferior de la ménsula, de color blanco, presenta de una densa trama de poros, cada uno de los cuales corresponde a un túbulo cuyas paredes están revestidas del himenio basidiofóro. La superficie superior de la ménsula es de color pardo, más o menos oscuro.



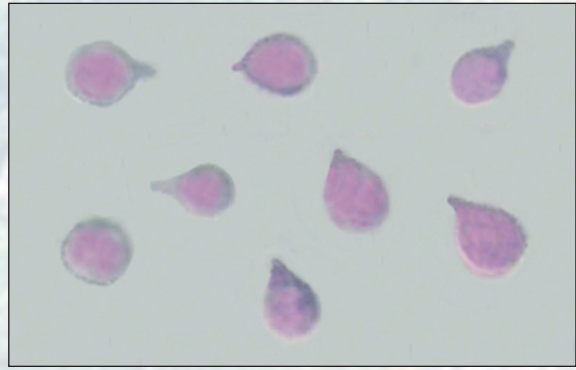
■ Basidioma de *Heterobasidion annosum s.l.*

El micelio está formado por hifas septadas que a menudo presentan uniones en fíbulas. Las colonias que se desarrollan en medios de cultivo de agar muestran un micelio blanco, con escaso desarrollo de micelio aéreo, donde se forman los conidióforos, estructuras de reproducción asexual del estado anamórfico (*Spiniger meineckellus*). Los conidióforos son visibles al microscopio estereoscópico en forma de pequeños grumos de color blanco y están formados por un solo eje que termina en un engrosamiento con gran cantidad de espículas donde se insertan las esporas asexuales (conidios). Los conidios son lisos e hialinos, con un pequeño pedúnculo por el que se unen al conidióforo.

En *H. annosum s.l.* se han descrito distintos grupos de intersterilidad (Ig), tres de ellos en Europa. Estos grupos, aunque desde el punto de vista morfológico resultan prácticamente idénticos, constituyen poblaciones separadas entre sí debido a su incapacidad para reproducirse sexual-



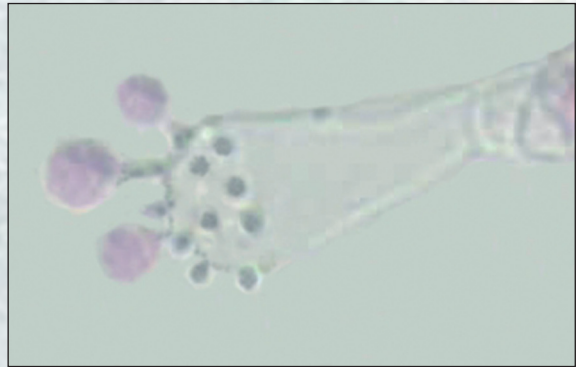
■ Colonia de *Heterobasidion annosum s.l.* en medio de agar - malta



■ Conidios de *Heterobasidion annosum s.l.*



■ Basidiomas formados bajo las raíces afectadas



■ Conidióforo de *Heterobasidion annosum s.l.*

mente entre ellos y además presentan especificidad de huésped. Así el Ig P (o la especie *H. annosum sensu stricto*) infecta especies de *Pinus*, el Ig S (*H. parviporum*) infecta *Picea* spp. y el Ig F (*H. abietinum*), afecta únicamente a especies de *Abies*. Los aislados obtenidos de *A. pinsapo* pertenecen a este último grupo.

## PATOGÉNESIS Y EPIDEMIOLOGÍA

Los síntomas de la enfermedad (decaimiento y amarillez gradual de la copa ligada a la podredumbre del aparato radical) se manifiestan sólo cuando el hongo lleva tiempo instalado en la raíz. Generalmente el desarrollo de la enfermedad presenta distinto aspecto en función de la especie afectada; de hecho, todos los árboles atacados presentan podredumbre radical, pero las siguientes fases de la colonización varían en función del huésped. En *Abies*, el hongo causa podredumbre interna del fuste, colonizando sobre todo el duramen, donde puede desarrollarse durante años hasta vaciar la parte basal de tronco. Se ha calculado que en situaciones óptimas el micelio puede avanzar a una velocidad de 20 cm por año, alcanzando una altura de 2-3 m en el fuste. En algunos casos el patógeno invade todo

el fuste hasta alcanzar la zona del cambium. En estas condiciones el árbol muere en 2-3 años, apareciendo en la corteza fendas características de las que fluye resina en abundancia.

Los abetos colonizados, en particular los que tienen sistemas radicales superficiales, presentan profundas alteraciones en su resistencia mecánica y son más sensibles a los daños causados por el viento, como roturas o desarraigo. En árboles vigorosos la reacción de los tejidos vivos de la albura limitan la proliferación del patógeno gracias a la síntesis de sustancias antifúngicas, como fitoalexinas, taninos, fenoles, terpenoides, quinonas y resina. Los individuos debilitados por condiciones ambientales adversas muestran una mayor susceptibilidad y difícilmente consiguen parar el avance del parásito. *Heterobasidion annosum s.l.*, gracias a su equipamiento enzimático, puede degradar y asimilar prácticamente toda la materia orgánica del huésped, incluyendo hemicelulosa, lignina, pectinas y celulosa, necrosando el tejido vivo y causando su muerte.

*Heterobasidion annosum s.l.* se encuentra siempre en las raíces u órganos leñosos vivos. De hecho, tiene escasísimas posibilidades de vege-



■ Síntomas de marchitez y defoliación en pinsapos afectados por *Heterobasidion annosum* s.l.

tar en el suelo y de colonizar materiales leñosos ya muertos debido a la competencia de la microflora saprofita, particularmente la del suelo. Las basidiosporas producidas en el himenio se dispersan por vía aérea, infectando tocones recién cortados o la parte basal del fuste herido durante las labores de corta y desbroce. Las basidiosporas de *H. annosum* dan origen a un micelio homocariótico caracterizado por sus células multinucleadas con núcleos haploides (n) idénticos y septas simples. Ese tipo de micelio se encuentra normalmente sólo en la fase inicial de la colonización del huésped. En general, el hongo coloniza al huésped en la fase dicariótica, que se produce cuando se encuentran dos homocariaciones sexualmente compatibles, produciéndose un acoplamiento por somatogamia. La infección se propaga fácilmente también a través de contactos radicales (anastomosis) entre las raíces de árboles infectados y sanos. Los cuerpos fructíferos de *H. annosum*, originados a partir del micelio dicariótico, están constituidos, en la parte inferior de la ménsula, por un gran número de túbulos con poros pequeños. Dentro de éstos se forman las basidiosporas que posteriormente se desprenderán dispersándose en el ambiente circundante. Las basidiosporas que se depositan sobre un sustrato orgánico adecuado germinan rápidamente, produciendo un nuevo micelio homocariótico.



■ Pinsapos descalzados con la raíz leñosa podrida

Los conidios de *H. annosum* tienen menos capacidad, respecto a las basidiosporas, de establecer la infección; también porque su producción en la naturaleza es escasa. Sin embargo, gracias a la distinta estructura de su pared celular, son más resistentes a las altas temperaturas y a los rayos ultravioleta que las basidiosporas, asumiendo un papel importante en la dispersión del hongo a larga distancia o en períodos de sequía.

## CONTROL

La lucha contra este patógeno es fundamentalmente de tipo preventivo. Se puede intentar reducir su diseminación a través de intervenciones culturales o de tratamientos biológicos y químicos. Las intervenciones selvícolas consisten en evitar efectuar repoblaciones monoespecíficas, favoreciendo la mezcla de especies foresta-





■ Foco de mortandad causado por *Heterobasidion annosum s.l.*



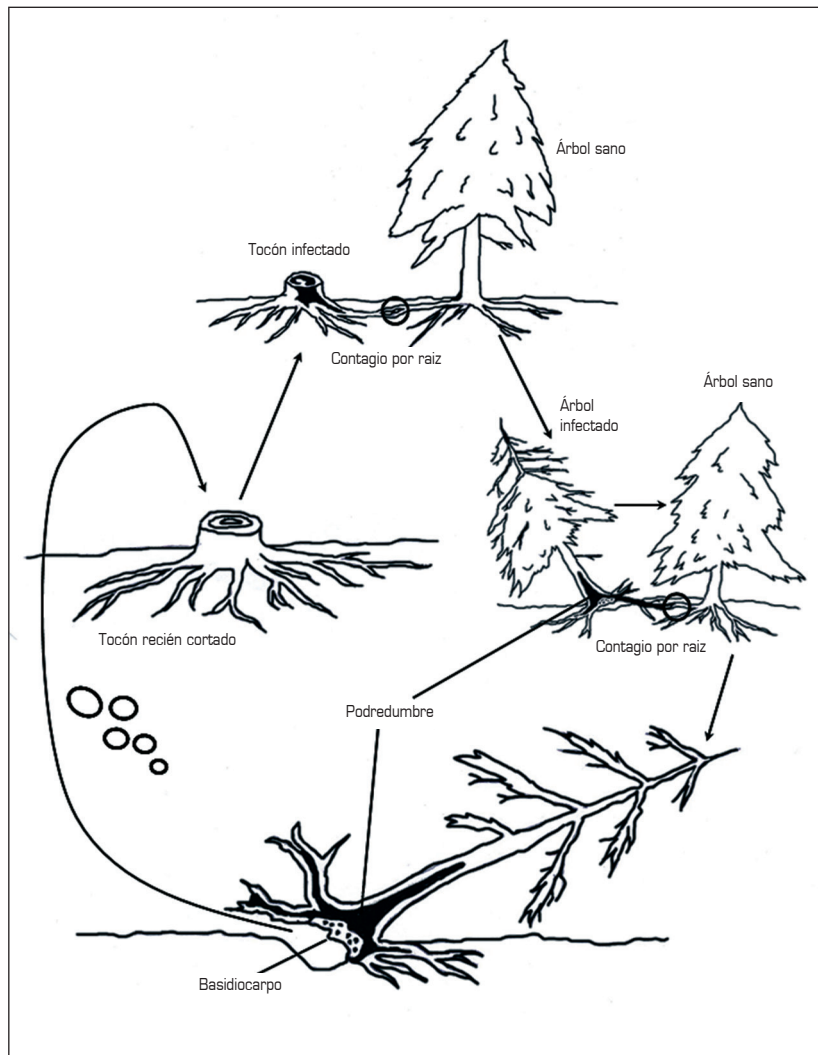
■ Podredumbre de la parte basal del tronco de *A. pinsapo* causada por *Heterobasidion annosum s.l.*



■ Podredumbre avanzada con necrosis del tejido leñoso en forma de acebolladuras

les y en particular la presencia de frondosas que son menos susceptibles al patógeno. También es oportuno reducir la intensidad de las cortas, efectuándolas en períodos de escasa esporulación del hongo y eliminar troncos y tocones infectados para que no produzcan carpóforos, fuentes de inóculo para los árboles cercanos. Últimamente se va difundiendo más el empleo de métodos biológicos; el más común consiste en aplicar sobre los tocones recién cortados suspensiones que contienen esporas de *Phlebia gigantea*, hongo antagonista del patógeno, que coloniza y degrada los tocones, evitando la infección de *Heterobasidion*. Sin embargo, este antagonista sólo resulta efectivo en la protección de tocones de *Pinus*, pero no de *Picea* ni de *Abies*. También se pueden utilizar productos químicos, tratando los tocones con soluciones al 20-30% de urea u orto-

borato de sodio, ambos con potente actividad antifúngica. Ambos tipos de tratamiento son efectivos con carácter preventivo, pero no curativo. Su aplicación impide la infección de los tocones inmediatamente después de la corta de árboles sanos, por lo que no resulta posible su aplicación en los bosques de pinsapo, ya que al tratarse de una especie protegida, no se somete a aprovechamiento maderero. Al cortarse únicamente los pies ya infectados, resulta inútil el tratamiento posterior, químico o biológico, de los tocones ya colonizados por *Heterobasidion*.



■ Ciclo de vida de *Heterobasidion annosum* s.l. causando podredumbre radical en *Abies pinsapo*

## BIBLIOGRAFÍA

DE VITA, P.; JIMÉNEZ, J.J.; TRAPERO, A.; CAPRETTI, P.; SÁNCHEZ, M.E. 2007. La podredumbre radical del pinsapo II: Diseminación de *H. abietinum* en bosques de *Abies pinsapo*. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 33: 539-547.

LUCHI, N.; SÁNCHEZ, M.E.; CAPRETTI, P. 2008. Preliminary notes on the population structure of *Heterobasidion abietinum* from *Abies pinsapo* in Spain. Phytopathologia Mediterranea 47: 277-281.

NAVARRO, R.M.; CALZADO, C.; SÁNCHEZ, M.E.; LÓPEZ, J.; TRAPERO, A. 2003. Censo de focos de *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. en ecosistemas de pinsapo. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 29: 581-592.

SÁNCHEZ, M.E.; LUCHI, N.; JIMÉNEZ, J.J.; DE VITA, P.; SÁNCHEZ, J.E.; TRAPERO, A.; CAPRETTI, P. 2007. An isolated population of *Heterobasidion abietinum* on *Abies pinsapo* in Spain. Forest Pathology 37: 348-356.

SÁNCHEZ, M.E.; LUCHI, N.; SÁNCHEZ, J.E.; JIMÉNEZ, J.J.; TRAPERO, A.; CAPRETTI, P. 2007. La podredumbre radical del pinsapo I: Identificación específica del agente causal. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 33: 529-537.

WOODWARD, S.; STENLID, J.; KARJALAINEN, R.; HUTTERMANN, A. (eds.). 1998. *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. CAB International, Wallington, Oxon, UK.

Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba  
J.J. Jiménez, A. Trapero y M.E. Sánchez