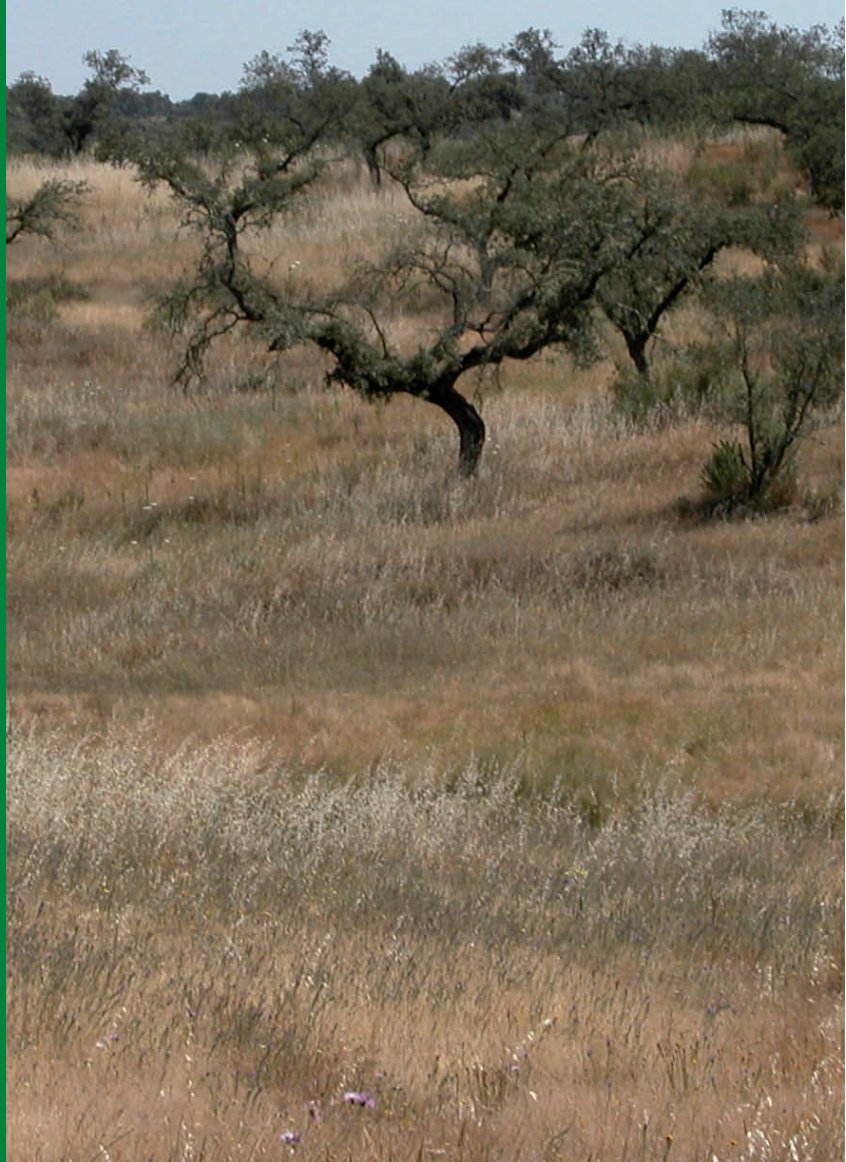


CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

# La podredumbre radical de encinas y alcornoques en la dehesa



# LA PODREDUMBRE RADICAL DE ENCINAS Y ALCORNOQUES EN LA DEHESA

## ¿Qué causa la podredumbre radical de encinas y alcornoques?

*Phytophthora cinnamomi* es uno de los principales hongos de suelo causantes de la podredumbre radical de encinas y alcornoques en la dehesa. Este hongo causa la muerte masiva de raíces absorbentes, reduciendo la capacidad del árbol para absorber agua y nutrientes. Es, actualmente, el principal problema fitosanitario que afecta al arbolado de las dehesas onubenses.

## ¿Cuáles son los síntomas?

La sintomatología aérea de los árboles afectados consiste en: amarillez y/o marchitez foliar, defoliación, muerte regresiva de brotes y ramas (puntiseado), todos ellos son síntomas secundarios originados por la falta de absorción de agua. Las raicillas infectadas muestran un color más oscuro y se descascarillan fácilmente. Si la infección se extiende hasta las raíces leñosas o la base del tronco, pueden aparecer lesiones de color pardo que se observan al retirar la corteza.

Los síntomas de la enfermedad pueden aparecer a las pocas semanas tras la infección, si ésta ha sido masiva o va seguida de un período de sequía. En estos casos los árboles afectados se colapsan rápidamente y mueren (síndrome de muerte súbita o apoplejía).

Si tras la infección no se produce una situación de sequía severa y cuando el árbol se encuentra vigoroso y bien nutrido, los síntomas pueden tardar varios meses o años en desarrollarse. En estos casos el proceso de muerte dura varios años (síndrome de muerte lenta o decaimiento).

El diagnóstico de la enfermedad se basa fundamentalmente en el aislamiento e identificación en laboratorio del patógeno a partir de las raicillas infectadas o de la rizosfera, ya que la sintomatología descrita es muy genérica y pueden producirla otros patógenos o problemas fisiológicos y/o ambientales.



### **¿Cómo se produce la infección?**

El hongo se encuentra en el suelo en forma de esporas de supervivencia que, en general, pueden subsistir durante un tiempo relativamente amplio (más de 3 meses) en latencia, habitualmente con densidades relativamente bajas. Estas esporas son resistentes a la sequía y a las temperaturas extremas.

Cuando las condiciones del suelo son favorables, germinan produciendo esporangios, que a su vez producen las esporas infectivas (zoosporas móviles). Este proceso de germinación tiene lugar cuando hay humedad en el suelo, su temperatura es relativamente alta (~25°C) y se ve estimulado por exudados radicales de la planta susceptible. El proceso de germinación se ve además favorecido por la acidez del suelo y la presencia de materia orgánica.

La existencia de agua libre facilita además la dispersión de las zoosporas, ya que tienen la capacidad de nadar, desplazándose activamente en la película de agua que rodea las partículas del suelo (pueden moverse por sí mismas varios centímetros), siendo atraídas por los exudados radicales de las especies vegetales susceptibles. También pueden ser transportadas por el agua del suelo, recorriendo entonces distancias más largas.



La infección suele producirse en la zona de elongación de las raicillas o bien a través de heridas en las mismas. Cuando infectan al árbol, el hongo desarrolla su micelio en el interior de las raíces y producen nuevos esporangios y multitud de zoosporas infectivas que dan lugar a un aumento de la población del patógeno mientras se mantengan las condiciones de saturación hídrica del suelo. Tras la colonización y muerte de las raíces infectadas o cuando las condiciones ambientales no son favorables, el hongo forma, a partir del micelio presente en las raíces, nuevas esporas de supervivencia que quedan en el suelo como estructuras de resistencia. Las plantas infectadas actúan,

por tanto, como fuente de inóculo. Este hongo puede vivir en el suelo como micelio, pero su capacidad saprofitica es muy limitada y las zoosporas pueden sobrevivir varias semanas en el suelo húmedo, pero en ausencia de huésped o cuando las condiciones ambientales no son favorables, mueren.

Las encinas y alcornoques situadas en suelos encharcadizos son particularmente susceptibles al ataque, apareciendo podredumbres radicales severas, con pérdida casi total de raicillas absorbentes y lesiones necróticas que afectan incluso al cuello y a la parte baja del tronco. Las zonas que padecen largas sequías estivales, pero con otoños y/o primaveras lluviosas que favorecen la dis-



persión de las zoosporas del patógeno y la infección de los árboles, son las más favorables para el desarrollo de la enfermedad.

## ¿Se puede controlar la podredumbre radical?

El control de *P. cinnamomi* es complicado debido a su amplia gama de huéspedes, al período a veces largo entre el establecimiento de la infección y la manifestación de síntomas en el árbol, a la relativa longevidad de sus esporas de resistencia en el suelo y a que densidades de inóculo bajas en el suelo son suficientes para producir infecciones cuando las condiciones ambientales son adecuadas.

El control de la podredumbre radical en las dehesas debe entenderse como un conjunto de actuaciones orientadas a:

1. disminuir la densidad e infectividad de las esporas en el suelo (medidas preventivas).
2. evitar la dispersión y aumento de las esporas en el suelo (medidas preventivas).
3. remitir o limitar la severidad de la enfermedad en los árboles infectados (medidas terapéuticas).

Poner en práctica actuaciones tendentes exclusivamente a curar el arbolado infectado (medidas terapéuticas), olvidándose de las medidas preventivas, no conduce a una solución del problema, ya que, si las condiciones ambientales son adecuadas, se producirán nuevas infecciones (de árboles sanos o ya infectados y curados). Algunas actuaciones para atenuar la severidad de la enfermedad en el árbol pueden tener también un efecto sobre la densidad e infectividad del inóculo y viceversa. Actualmente están abiertas líneas de trabajo que evalúan el efecto de distintos métodos para el control eficaz de la enfermedad. Algunos de los resultados obtenidos hasta ahora son los que se presentan a continuación.

## A. Acciones para disminuir la densidad e infectividad de las esporas en el suelo (medidas preventivas)

### A.1. Aplicación de estiércoles

El uso de estiércoles frescos y maduros aumenta las poblaciones de organismos de suelo antagonistas de *P. cinnamomi*, limitando la capacidad del pató-

geno para provocar enfermedad. Asimismo, el estiércol es un fertilizante que además, puede estimular el crecimiento del sistema radical de las plantas, pudiendo disminuir por tanto, la severidad de los síntomas de la enfermedad en árboles infectados. Los resultados obtenidos hasta ahora en diversos ensayos, han puesto de manifiesto que los estiércoles procedentes de ganado vacuno y de ovino así como el purín disminuyen el potencial de enfermedad en condiciones controladas. Los ensayos en condiciones de campo aún no han ofrecido resultados definitivos. No obstante, y dado que muchas dehesas producen y disponen de estiércol de ganado y purín, cabe recomendar su distribución preferentemente en aquellas zonas de la explotación con presencia del hongo en el suelo. Las dosis máximas a aplicar vendrán limitadas por el contenido en nitrógeno, cuya cuantía no debería exceder de 170 Kg/ha.

## A.2. Biofumigación

La biofumigación o enterrado en verde de algunos cultivos es un método de control de hongos fitopatógenos basado en el efecto biocida de determinados compuestos volátiles que tienen esas plantas, por lo tanto orientado a disminuir la densidad e infectividad de las esporas en el suelo. Actualmente, el efecto del enterrado en verde de cultivos de la familia *Brassicaceae* se está ensayando en la dehesa y en el olivar, ya que ayudan no sólo a controlar las poblaciones patógenas (*Verticillium*, *Fusarium* y *Phytophthora* entre otros) sino que mejoran la microflora del suelo. Los ensayos realizados en condiciones controladas han puesto de manifiesto la capacidad de estos volátiles de inhibir el crecimiento de *P. cinnamomi*. Aunque estas crucíferas presentan características muy adecuadas para su empleo en Andalucía, son necesarias más investigaciones de carácter agronómico para adecuar su cultivo en la dehesa.

## B. Acciones para disminuir la densidad e infectividad de las esporas en el suelo (medidas preventivas) y al mismo tiempo remitir o limitar la severidad de la enfermedad en los árboles infectados (medidas terapéuticas)

### B.1. Tratamientos fertilizantes

Actualmente, se está estudiando el efecto del calcio y del potasio sobre la viabilidad de las esporas en el suelo y también su posible papel en el aumento de la tolerancia de la encina a la podredumbre radical, limitando la severidad de la

enfermedad en árboles infectados. Se ha demostrado que las encinas con un contenido en Ca superior al habitual se hacen tolerantes a la enfermedad.

En cuanto a su efecto directo sobre el hongo en el suelo, hasta ahora los mejores resultados en condiciones controladas y de campo se han obtenido con la aplicación de sales de calcio y en especial con aquellas que incrementan en mayor medida el pH del suelo, alejándolo del óptimo para la germinación de las esporas del hongo. El encalado del suelo estimula la germinación de las esporas de resistencia en ausencia de plantas susceptibles, por lo que disminuye de forma efectiva su densidad. Aunque no llega a impedir completamente la infección de las encinas plantadas en suelos previamente encalados, sí limita la infección reduciendo significativamente los síntomas de la enfermedad y, además, induce un aumento significativo en la emisión de nuevas raíces absorbentes en comparación con plántones creciendo en sustrato no encalado. Estos resultados apuntan a una ventaja adicional del encalado: favorecer que los árboles se encuentren mejor facultados para sobrevivir a periodos de fuerte presión de enfermedad, a pesar de la destrucción de raíces causada por el hongo.

A la luz de los resultados actuales, se pueden recomendar los siguientes tratamientos fertilizantes:

Zonas con arbolado: aplicación de carbonato cálcico en otoño en dosis que pueden fluctuar entre 750-1.500 Kg/ha. Puede reducirse la aplicación al entorno de los árboles, aunque el tratamiento es de mayor eficacia si se aplica al total de la superficie. La aplicación de superfosfato de cal, tradicionalmente utilizado en la fertilización de los pastos en la dehesa, puede tener también un efecto en el control de la enfermedad por su contenido en calcio. Para este último producto las dosis habituales fluctúan entre 100 y 300 Kg/ha de superfosfato de cal con una riqueza del 18%. Los superfosfatos dobles y triples tienen menor efecto en el control de la enfermedad por su menor contenido en cal. La aplicación de estos productos se hace en cobertera y penetran en el suelo con el agua de lluvia.

Zonas que han perdido el arbolado: aplicación de cal apagada, de mayor poder neutralizante y velocidad de actuación, en dosis que oscilan entre 550-1.100 Kg/ha. La aplicación de la cal apagada puede hacerse en cobertera o incorporándolo al suelo mediante laboreo superficial.

### C. Acciones para evitar la dispersión y aumento de las esporas en el suelo (medidas preventivas)

Si importante es tratar de disminuir la densidad de esporas en el suelo, no lo es menos evitar su diseminación, especialmente desde suelos infestados a suelos aún libres del hongo. Para ello se debe:

Evitar, en la medida de lo posible, el tránsito de personas, vehículos, maquinaria y animales desde zonas donde exista *P. cinnamomi* en suelo, a otras áreas. Si no es posible evitar este tránsito es recomendable la limpieza (desinfestación) de calzado, aperos y ruedas de vehículos y maquinaria. Para ello basta con utilizar lejía comercial diluida en agua al 10-20%.

Asegurar un buen drenaje del suelo para limitar la dispersión de las esporas en el agua de escorrentía. Algunas prácticas pueden ayudar en la dehesa a disminuir la escorrentía superficial. Entre estas, cabe destacar:

- Descanso temporal del pastoreo (unas semanas) a finales de otoño y especialmente en primavera, para que el pasto pueda desarrollar con mayor intensidad el sistema radical, el cual realiza una importante labor de descompactación superficial.
- Evitar cargas ganaderas altas, especialmente en condiciones de elevada humedad del suelo.





Evitar la erosión del suelo, ya que se mueve tierra con esporas del hongo que queda depositada en otras zonas. No apurar mucho el pasto y dejar un residuo herbáceo al comienzo del otoño, ayuda a disminuir la erosión que producen las primeras lluvias, especialmente en dehesas onduladas y cuando aquellas son torrenciales.

Evitar el laboreo del suelo, especialmente en otoño, pues tiende a poner en superficie esporas del patógeno y contribuye a su dispersión y homogeneización espacial. Parece prudente no establecer cultivos en las zonas con podredumbre radical, a menos que tengan una finalidad biofumigante, ni tratar de controlar los matorrales con aperos que muevan el suelo.

Evitar prácticas que puedan dar lugar a un aumento de la densidad de esporas en el suelo, en especial el cultivo de plantas hospedantes. *Phytophthora cinnamomi* presenta una amplia gama de huéspedes, principalmente especies leñosas y pocas herbáceas, entre las que se encuentran algunas especies del género *Lupinus*, como *L. albus*, *L. angustifolius* y *L. luteus* (altramuz amarillo o tremosilla). La infección de estos huéspedes herbáceos sirve para la multiplicación y dispersión del patógeno. Actualmente se está evaluando la susceptibilidad de otras especies herbáceas cultivadas en la dehesa a la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi*.





## **D. Acciones para remitir o limitar la severidad de la enfermedad en los árboles infectados (medidas terapéuticas)**

### **D.1. Tratamientos fungicidas**

Orientados principalmente a remitir o limitar la severidad de la enfermedad en los árboles infectados, al potenciar su respuesta defensiva frente a la infección y colonización fúngica, pueden tener, no obstante, un efecto sobre la densidad de inóculo al limitar el desarrollo del hongo en la raíz y la producción de esporas. El fungicida más utilizado ha sido el fosfito potásico, aunque aún quedan muchos aspectos de su posible uso por investigar. Hasta ahora, los mejores resultados se han obtenido mediante aplicación por inyección al tronco, cuidando las siguientes premisas:

- La dosis depende del tamaño del árbol, oscilando entre una única inyección de 125 ml para árboles con tronco de escaso diámetro, hasta cuatro-seis para árboles de mayores clases diamétricas.

- Son preferibles los tratamientos de otoño frente a los de primavera.
- Se deben tratar árboles que presenten una defoliación moderada de la copa (menos del 50%). La respuesta al tratamiento en árboles con defoliaciones elevadas no es satisfactoria.

## **E. Otras acciones para mantener el árbol vigoroso y reducir situaciones adicionales de estrés**

La severidad de la enfermedad que manifiestan los árboles infectados y su recuperación, está relacionada con el vigor y el contenido en nutrientes del arbolado. En general, aquellas prácticas que ayudan a conservar el suelo, el agua y la diversidad de la vegetación en la dehesa contribuyen a fortalecer al arbolado, reduciendo los síntomas y el avance de la enfermedad. El mantenimiento de la materia orgánica del suelo y una dotación adecuada y equilibrada de nutrientes; la diversidad de la vegetación herbácea con importante presencia de leguminosas; el mantenimiento de vegetación leñosa en los márgenes de los arroyos y cauces que actúa a modo de filtro verde, son algunos objetivos a considerar en la gestión de las dehesas.

Dado que la poda supone un estrés para el árbol, hay que evitar la poda de mantenimiento de las encinas y alcornoques afectados por la podredumbre radical, especialmente cuando el grado de defoliación no es muy elevado, dado que esta operación reduce el volumen del sistema radical ya de por sí mermado por la enfermedad. Sin embargo, sí pueden eliminarse las ramas muertas. Por el mismo motivo, sería conveniente no descorchar aquellos alcornoques infectados que presenten defoliaciones elevadas.

Fernández Rebollo P., Sánchez Hernández ME., Serrano Moral M., García Moreno A., Carbonero Muñoz MD.  
Grupo de Patología Agroforestal y Silvopascicultura. UCO.

Esta información procede de un convenio de colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Universidad de Córdoba.

© Edita: Junta de Andalucía  
Consejería de Agricultura y Pesca  
Consejería de Medio Ambiente

Publica:  
Secretaría General Técnica  
Servicio de Publicaciones y Divulgación

Depósito Legal: SE - 6278 - 2009



**JUNTA DE ANDALUCÍA**  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA**  
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE**