



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DEL AVANCE DE LA SECA EN SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES MEDITERRÁNEOS

LIFE REGENERATE (LIFE16 ENV/ES/000276)



Noviembre 2021

Manual de buenas prácticas para el control del avance de la seca en sistemas agrosilvopastoriles mediterráneos

Objetivo de esta guía

El proceso de decaimiento que está generando graves daños en la dehesa debe ser abordado ya desde un punto de vista realista y práctico. Por ello el objetivo fundamental de esta publicación es aportar soluciones prácticas que **todo propietario pueda aplicar** en sus terrenos y así **evitar** el **avance** de la **seca** con todas sus consecuencias. Con esta visión realista, en esta publicación se presentan una serie de tratamientos bien definidos encaminados a mejorar el estado de los árboles y empeorar el estado de los patógenos, causantes en última instancia de la muerte de gran número de ejemplares. Por tanto, se trata de un manual que permite seguir las metodologías propuestas de forma sencilla y que se publica con el único ánimo de ser útil.

¿Qué es la seca?

La seca es un **progresivo deterioro y muerte** de encinas y alcornoques en los sistemas agrosilvopastoriles mediterráneos (como dehesas, montados y meriagos) que se viene observando especialmente en la Península Ibérica desde los años 80 del siglo XX (Pérez-Sierra *et al.*, 2013).

Si bien el decaimiento estos sistemas agrosilvopastoriles es de etiología compleja resultado de la acción de numerosos **factores** tanto **abióticos como bióticos** (Casas *et al.*, 2006), la importancia del oomiceto *Phytophthora cinnamomi* en la muerte del arbolado ha sido reconocido como uno de los principales causantes por la comunidad científica (Brasier *et al.*, 1993; Sánchez *et al.*, 2002).



Figura 1: Encinas con síntomas de seca. Fuente propia.

¿Cuál es el ciclo de vida de *Phytophthora cinnamomi*?

Phytophthora cinnamomi está ampliamente distribuido a nivel mundial y es capaz de colonizar un elevado número de hospedadores, lo que dificulta enormemente su control (Serrano Moral 2012).

Este patógeno realiza todo su ciclo vital en el suelo, donde en donde la **humedad** es un **factor fundamental** en su **desarrollo y propagación** (Zentmyer, 1980). Allí se encuentra en forma de estructuras de supervivencia (oosporas y clamidosporas) que pueden sobrevivir latentes durante largos periodos de tiempo y habitualmente en densidades bajas (Sanchez *et al.*, 2002). Cuando las condiciones de germinación son las adecuadas (elevadas temperaturas y elevada humedad en el suelo), estas esporas germinan produciendo esporangios, que a su vez germinan emitiendo

zoosporas flageladas (móviles) (Serrano Moral 2012). Las zoosporas son capaces de desplazarse activamente en la película de agua que rodea las partículas del suelo, y se ven atraídas químicamente por los exudados radicales de las especies vegetales susceptibles de ser infectados. Una vez dentro de las raíces, el microorganismo produce micelio que crece en el interior de las mismas con rapidez, produciendo nuevos esporangios y zoosporas y aumentando rápidamente la población del patógeno. Las plantas infectadas actúan por tanto como fuente de inóculo siempre que se mantengan las condiciones de saturación hídrica del suelo (Serrano Moral 2012). En el momento en el que las condiciones ambientales dejan de ser favorables el oomiceto formará nuevas clamidosporas que permanecerán en el suelo como estructuras de supervivencia comenzando de nuevo el ciclo.

La gran capacidad de producir esporas infectivas de *P. cinnamomi* junto a la elevada susceptibilidad de las plantas más jóvenes con muchas raíces absorbentes resulta una combinación letal para estos ecosistemas en suelos con una elevada saturación hídrica (Sánchez et al. 2010).

¿Cuáles son sus síntomas?

La destrucción del sistema de absorción del árbol debido a la necrosis de las raíces finas provoca carencias hídricas y nutricionales en las plantas (Trindade et al 2020).

Los **síntomas observados** en la parte aérea del árbol son similares a los que produciría una situación de debilitamiento debida a déficit hídrico:

- ✓ amarilleamiento o **marchitamiento** de las **hojas**,
- ✓ **defoliación** (pérdida de hojas que provoca copas más transparentes),
- ✓ **puntisecado** de **brotos** y **ramillas** (muerte regresiva de los mismos).

Además, a nivel **radicular** se puede observar:

- ✓ ausencia de raicillas secundarias absorbentes
- ✓ necrosis en las raicillas existentes.



Figura 2: marchitamiento de las hojas. Fuente propia

La aparición de síntomas evidentes en la copa de los árboles es indicativo de la existencia de una importante afectación a nivel radicular.

La muerte del arbolado debido a la acción de este patógeno puede desarrollarse de forma súbita, colapsando repentinamente en un corto periodo de tiempo (pocos meses e incluso semanas) o durante un proceso más lento, pudiendo durar incluso varios años. Que ocurra de una u otra manera depende tanto de la susceptibilidad del árbol como de las condiciones ambientales, siendo más frecuente la muerte lenta en climas frescos y húmedos (Sánchez et al. 2006).

¿Cómo se detecta?

La sintomatología aérea de la seca es muy inespecífica, lo que dificulta el diagnóstico de la enfermedad. Para un diagnóstico preciso, es necesario **aislar el patógeno** en las **raicillas infectadas** o en el suelo de la rizosfera mediante técnicas específicas de laboratorio. También existen en el mercado mediante **kits de detección** de *Phytophthora* que pueden ser utilizados por cualquier usuario directamente en campo. Es necesario tener en cuenta que, aunque estos test pueden ser de utilidad como una primera aproximación, no son del todo específicos, y debe ser complementando con el envío de muestras a laboratorios especialistas



Figura 3: Los test de *Phytophthora* son de fácil utilización por cualquier usuario y se pueden realizar directamente en campo. Fuente propia

¿Qué podemos hacer para controlar su avance?

Líneas en la que se basan las técnicas propuestas

Como se ha indicado durante los últimos años se han estudiado las causas que han permitido el avance de la seca tanto en encina como en alcornoque especialmente en el sur de España. Se conoce que el proceso por el que árboles de gran tamaño y con gran resistencia natural llegan a morir se debe a varias causas acumuladas.

Podemos resumir estos factores en 3:

1. Largos periodos de sequía e irregularidad en las lluvias que llegan a debilitar al árbol.
2. Tratamientos culturales agresivos que a largo plazo generan una mayor debilidad al árbol.
3. Avance de un patógeno agresivo como *Phytophthora*, capaz de causar graves daños en plantas debilitadas.

Conociendo estos factores determinantes se plantea trabajar en dos líneas estratégicas fundamentales que permiten controlar en gran medida el avance de esta patología:

1. Mejorar el vigor de los árboles.
2. Dificultar el desarrollo de *Phytophthora*.

Con esta visión, a continuación se muestran las tareas a realizar para conseguir estos fines.

Es de destacar que estas medidas no deben tomarse de forma independiente, sino que **deben aplicarse todas en su conjunto**. El concepto es que cada una de estas tareas aumentan la probabilidad de supervivencia en un porcentaje bajo, pero todas ellas integradas en un conjunto de medidas de gestión permiten obtener resultados satisfactorios.

Medidas encaminadas a mejorar el estado y vigor de los árboles.

- **Aplicación de hongos micorrícicos.** Se ha seleccionado un coctel de hongos micorrícicos capaces de desarrollarse rápidamente en un entorno como la dehesa tanto en pH ácido como básico. Estas especies son *Pisolithus arhizus* (también conocido como *Pisolithus tinctorius*), *Scleroderma meridionale* y *Hebeloma* spp. Las esporas de estos hongos se aplicarán en un medio líquido con un mínimo de 1×10^5 esporas/ml. Esta suspensión esporal se aplicará junto con los dos productos que se detallan a continuación (Bacterias + Trichodermas).
- **Aplicación de Bacterias Facilitadoras.** Estas bacterias realizan una doble función. En primer lugar ayudan a la planta y el hongo a conseguir la micorización de forma más eficiente. Además estas bacterias son capaces de solubilizar nutrientes del suelo (especialmente fósforo) para que la planta los tenga disponibles y consiga una mejor nutrición y por tanto mayor vigor. Las bacterias se aplicarán en un medio líquido con un mínimo de 1×10^6 esporas/ml
- **Aplicación de agentes de control biológico (*Trichodermas*).** Estos hongos son capaces de limitar el avance de varios hongos patógenos haciendo un efecto de control biológico. Su efecto es doble: por un lado limita el crecimiento de los patógenos por competición en el suelo y en segundo lugar debido al efecto elicitor que permite activar el sistema de prevención de daños en las plantas. Las esporas de las *Trichodermas* se aplicarán en un medio líquido con un mínimo de 1×10^4 esporas/ml.

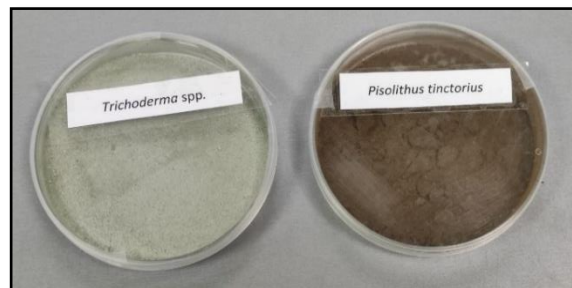


Figura 4: Inóculos de *Trichodermas* y *Pisolithus tinctorius* (*P. arhizus*) en polvo listos para diluir en agua para su aplicación.

Aplicación: se utilizará un depósito de productos fitosanitarios en agitación y se hará una inyección en el suelo en 10 puntos si el árbol es adulto (10 m de diámetro de copa), 5 puntos si es de edad media (5 m de diámetro de copa) y 3 puntos en encinas o alcornoques jóvenes (1-3 m de diámetro de copa). Estos puntos se seleccionarán en el borde de la proyección de la copa del árbol. Con la herramienta de la imagen, se introducirá el inyector a una profundidad de entre 5 y 15 cm, asegurándose de que todo el producto queda en el suelo y no en la superficie.



- **Podas moderadas y limpieza de las herramientas de trabajo.** Es muy importante no causar heridas de poda que limiten el vigor de la planta. Esto ocurre con la corta de ramas de más de 15 cm que será importante evitar. Además, un exceso de poda también perjudica el vigor del árbol cuando el balance ente biomasa y fotosíntesis queda desequilibrada. No eliminar nunca más de un 30% de la masa foliar del árbol. La limpieza de las herramientas se realizará siempre al cambiar de árbol mediante el uso de peróxido de hidrógeno al 10%.

- **Nuevas plantaciones.** Son el futuro de las dehesas y en muchos casos, debido a la presencia del ganado, la regeneración es difícil. Así, se realizarán nuevas plantaciones siempre con protector para el ganado. En el hoyo de plantación se aplicarán los mismos microorganismos mencionados anteriormente (hongos micorrícicos, bacterias facilitadoras y Trichodermas). Esto permite a la planta desarrollarse superando el efecto de *Phytophthora*. Es recomendable diversificar las plantaciones con otras especies que no sean susceptibles a *Phytophthora* (almez, fresnos, quejigos, acebuches, incluso pino piñonero, según condiciones de humedad del suelo) y estar atento a los programas de selección de genéticas de encinas y alcornoques resistentes a esta enfermedad.

- **Evitar el daño en las raíces:** procurar que los gradeos o laboreos no dañen las raíces para evitar debilitar a los árboles. Priorizar el uso de desbrozadoras sobre el laboreo para el control de matorral.

Medidas encaminadas a perjudicar el desarrollo de *Phytophthora*.

- **Aplicación de carbonato cálcico o sulfato cálcico.** El carbonato cálcico en polvo es un producto muy barato y fácil de aplicar. Se utilizará una abonadora centrífuga acoplada a tractor con la que se aplicarán 3 toneladas por hectárea asegurándonos de que el producto se asienta en el entorno de los árboles. También es posible aplicar sulfato cálcico (yeso agrícola), con mayor solubilidad y por tanto con mayor potencial de alcanzar las profundidades a las que se encuentra la *Phytophthora*.



Figura 5: Aplicación de carbonato cálcico en polvo mediante tractor y abonadora centrífuga. Fuente propia

- **Aplicación de microorganismos antagonistas.** Aunque esta aplicación se ha mencionado en el apartado anterior (medidas encaminadas a mejorar el estado y vigor de los árboles), los microorganismos señalados realizan un importante efecto en la limitación del desarrollo de *Phytophthora*. Los hongos micorrícicos hacen un efecto de antibiosis frente al patógeno a la vez

que generan una barrera física en las micorrizas con el tejido llamado “manto”. La forma de aplicación ya que ha mencionado y se aconseja realizarlo anualmente.

- **Manejo del agua:** Siempre que sea posible es necesario realizar medidas encaminadas a evitar el encharcamiento de las zonas afectadas que favorezcan el avance de la enfermedad. Se recomienda realizar una red de drenaje que canalice parte del agua de escorrentía fuera de la zona afectada. Debe realizarse aguas arriba, antes de llegar a la zona afectada.

- **Laboreo del suelo:** Debido a las características de *Phytophthora*, la forma de realizar el manejo del suelo resulta crucial para controlar su avance. Dado que que la diseminación de *P. cinnamomi* es mayor en suelos pesados y compactos, con baja capacidad de infiltración, ya que estos favorecen la aparición de encharcamientos y escorrentías superficiales, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- ✓ **Evitar compactación:** No realizar laboreo en suelos húmedos o encharcados.
- ✓ **Favorecer infiltración:** Mantener especies de matorrales no susceptibles a la enfermedad en laderas y junto cursos de agua para favorecer la infiltración y evitar escorrentías.
- ✓ **Planificación:** Procurar planificar los trabajos comenzando siempre por las zonas no afectadas y terminando por las afectadas.
- ✓ **Limpieza de vehículos:** Contar con piscinas de limpieza (rodiluvios) para las ruedas de los vehículos o asegurar una limpieza exhaustiva de las mismas entre las diferentes zonas.
- ✓ **Limpieza de aperos:** Al igual que las herramientas de poda y las ruedas de los vehículos, los aperos pueden transportar esporas o micelio de hongos patógenos y en especial de *Phytophthora*. Por esta razón, siempre que se realice un laboreo se hará una limpieza exhaustiva del apero, primero con agua y jabón y posteriormente con peróxido de hidrógeno al 10%. Se dejará actuar 10 minutos y se limpiará con agua para evitar corrosiones.

- **Manejo del ganado:**

- ✓ Evitar sobreexplotación ganadera que produzca una mayor compactación edáfica.
- ✓ Limpiar de las patas de los animales (mediante pediluvios) al pasar de una zona a otra.

Referencias

- Brasier, C. M., Robredo, F., & Ferraz, J. F. P. (1993). Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant pathology*, 42(1), 140-145.
- Carrasco, A. (2009). Procesos de decaimiento forestal (la Seca): situación del conocimiento. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba.
- Casas, A. T., Romero, M. A., Sánchez, J. E., & Jiménez, J. J. (2006). La seca de encinas y alcornoques en Andalucía: decaimiento y enfermedad. *Boletín Informativo CIDEU*, (1), 7-14.
- Cardillo E. (2019). Gestión de la presencia de *Phytophthora cinnamomi*. In Buenas Prácticas Generadoras de Valor en la Gestión de la Dehesa. Mérida. España. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. pp 69-79.
- Duque-Lazo J., Navarro-Cerrillo R.M., van Gilsb H. & Groen T.A. (2018). Forecasting oak decline caused by *Phytophthora cinnamomi* in Andalusia: Identification of priority areas for intervention. *Forest Ecology and Management*, 417: 122-136.
- Hardham A.R. & Blackman L.M. (2018). *Phytophthora cinnamomi*. *Molecular Plant Pathology*, 19 (2): 260-285.
- Pérez-Sierra A., Lopez-Garcia C., Leon M., Garcia-Jimenez J., Abad-Campos P., & Jung T. (2013). Previously unrecorded low-temperature *Phytophthora* species associated with *Quercus* decline in a Mediterranean forest in eastern Spain. *Forest Pathology*, 43: 331-339.
- Sánchez, M. E., Caetano, P., Ferraz, J., & Trapero, A. (2002). *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in south-western Spain. *Forest Pathology*, 32(1), 5-18.
- Sánchez, M. E., Caetano, P., Romero M.A., Navarro R.M. & Trapero A. (2006). *Phytophthora* root rot as the main factor of oak decline in southern Spain. En: *Progress in Research on Phytophthora Diseases of Forest Trees*. Forest Research, Farnham. pp. 149-154.
- Sánchez, M. E., Fernández-Rebollo, P. & Trapero A. (2010). Podredumbre radical de la encina y el alcornoque. En: *Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos. Naturaleza y control integrado*. Phytoma, Valencia. pp. 135-147.
- Serrano Moral, M. S. (2012). Control cultural de la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* en dehesas de encina. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- Trindade, M., Moreira, A.C., Cardillo, E., Costa e Silva, F., Santos Silva, M.C., Gonçalves, M.C., Ribeiro, D., Antunes Santos, G. Rodríguez Molina, M.C. & Soares David, T., (2020). Gestión y prevención de la enfermedad causada por *Phytophthora cinnamomi* en dehesas y montados. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.) y Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). ISBN: 978-84-09-20350-5.
- Zentmyer G.A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. APS Monograph 10. Minnesota, USA: American Phytopathology Society Press. 96 pp.

Exclusión de responsabilidad

Las opiniones, resultados, conclusiones o recomendaciones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Comisión Europea o del programa LIFE.

***Para citar el informe, utilice la siguiente referencia:
Biotecnología Forestal Aplicada, Guía de buenas prácticas para el control del avance de la seca en sistemas agrosilvopastoriles mediterráneos (2022).***

*La reproducción de cualquier texto, imagen o gráfico de esta guía está restringida por Biotecnología Forestal Aplicada S.L. Para consultas/solicitudes, póngase en contacto con **info@idforest.es***

Esta publicación está cofinanciada por la Comisión Europea a través del proyecto LIFE Regenerate (LIFE16 ENV/ES/000276).