



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Implementación y primeros resultados del Equipo de Diagnóstico de la Seca en Andalucía

SILLERO ALMAZÁN, M. L.¹, ALARCÓN ROLDÁN, R.², GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.³, CARRASCO GOTARREDONA, A.³, ARIAS GARCÍA, M. J.¹, FERNÁNDEZ GARCÍA, F. J.¹, FERNÁNDEZ TRIGUERO, J. I., FRAGA GRAELLS, M. J.¹, MARCHAL GALLARDO, F.¹, NAVARRO BURGOS, C.¹, PÉREZ LIMÓN, M.¹ y RODRÍGUEZ REVIRIEGO, S.¹

¹ Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

² Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

³ Dirección General del Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

Resumen

El Equipo de Diagnóstico de la Seca (EDS) es un proyecto promovido por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía que ofrece apoyo a los propietarios de dehesa y monte alcornocal, para el diagnóstico de las causas que se encuentran detrás del problema de “seca” que afecta a los *Quercus*, proporcionando además asesoramiento personalizado a través de recomendaciones de gestión. Es un servicio gratuito, disponible para los propietarios de Andalucía de dehesa o monte alcornocal que lo soliciten.

El gran volumen de información procesada por el EDS en materia de “seca” lo convierte en una poderosa fuente de información en materia fitosanitaria a nivel regional que ayudará a ampliar el conocimiento sobre los procesos de mortandad de *Quercus* en Andalucía.

Desde su puesta en marcha en octubre de 2019 hasta la fecha, el EDS ha recibido 221 solicitudes y ha realizado 100 visitas a explotaciones, de las que se han tomado 294 muestras y se han efectuado 700 determinaciones de laboratorio.

Asimismo, el EDS tiene una importante labor de difusión, configurándose también como una potente herramienta para mejorar la conexión entre la dehesa y la investigación, la formación y la transferencia de resultados.

Palabras clave

seca de la encina, decaimiento, dehesa, podredumbre radical, extensionismo.

1. Introducción

El fenómeno de la seca en las formaciones de *Quercus* en la Península Ibérica ha sido constatado desde el último cuarto del siglo XX, produciéndose elevadas mortalidades de arbolado a partir de la década de 1980 (TUSET y SÁNCHEZ, 2004). Inicialmente se identificó como un fenómeno de etiología compleja, si bien desde el aislamiento del patógeno exótico *Phytophthora cinnamomi* en los años 90 (BRASIER et al., 1992, BRASIER, 1996) se considera que una proporción destacada de procesos de “seca” son debidos a su intervención (SÁNCHEZ et al., 2002; CAMILO et al., 2013). No obstante, no en todos los episodios de “seca” se identifica el patógeno, por lo que existe un margen de incertidumbre relevante en relación con las causas y factores contribuyentes de estos episodios.

“Seca” se ha convertido en un concepto coloquial asociado a todo tipo de daño del arbolado de las dehesas que se manifiesta por un desarrollo vegetativo deficiente, lánguido, moribundo o, llegado el caso, muerto; el encuadrar situaciones semejantes pero provocadas por causas muy diferentes hace difícil encontrar soluciones (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2012). En aras a la clarificación, cuando sea conocida la actuación de algún agente fitopatógeno concreto, es recomendable abandonar el término genérico “seca” en favor de la correspondiente enfermedad (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2012; ZAMORA et al., 2016).

En el caso de la afección por *Phytophtora cinnamomi* (ROBIN et al., 2001; SÁNCHEZ et al., 2002; LEÓN et al., 2017; RUIZ GÓMEZ et al., 2019) es aconsejable utilizar el término podredumbre radical (CARBONERO et al., 2016; ZAMORA et al., 2016). Este patógeno actúa destruyendo las raíces absorbentes de los árboles, que en su estadio más severo mueren por deshidratación. Su agresividad le ha llevado a ser catalogada como una de las 100 especies exóticas invasoras más perjudiciales (LOEWE et al., 2000), afectando gravemente a ecosistemas forestales de todo el mundo (SENA et al., 2018) y llegando a dificultar la regeneración de los sistemas en su conjunto (RODRÍGUEZ et al., 2002; DUQUE et al., 2018; MATÍAS et al., 2019).

Desde los primeros episodios graves de mortalidad se puso de manifiesto la necesidad de disponer de conocimiento científico que permitiera abordar el problema (véase textos recopilatorios y bibliografía en TUSET y SÁNCHEZ, 2004), comenzando por la identificación de los agentes implicados, tanto bióticos como abióticos, en su diferente grado de implicación (de predisposición, detonadores, ejecutores). Desde al menos mediados de los años de 1990 la producción científica se ha multiplicado, abarcando diferentes facetas sobre la “seca”. Al cada vez mayor número de referencias se le une la mayor especialización, lo que exige una continua actualización del conocimiento y un seguimiento de la literatura científica.

Los avances en los últimos años han sido muchos e importantes en aspectos como los factores ambientales y de localización implicados (CORCOBADO et al., 2014; HERÁNDEZ LAMBRAÑO et al., 2018; FERNÁNDEZ HABAS et al., 2019; CARDILLO et al., 2021; SÁNCHEZ CUESTA et al., 2021), la necesaria atención al estado del suelo (GÓMEZ APARICIO et al., 2012; CORCOBADO et al., 2013), las interacciones con la vegetación natural y el rol de la diversidad vegetal, fúngica y edáfica (NEVES et al., 2014; CORCOBADO et al., 2014, 2015; IBÁÑEZ et al., 2015; MAGHIA et al., 2019), el papel de posibles especies hospedantes como *Lupinus lutea* o determinadas cistáceas (SERRANO et al., 2010, 2012; MOREIRA y MARTINS, 2005) o la diferente respuesta en función de los ecotipos de *Quercus* (SERRANO et al., 2012). En cuanto a las medidas de prevención y control se han hecho propuestas concretas, como la aplicación de fertilizaciones cálcicas (SERRANO et al., 2011, 2012, 2013), las inyecciones con fosfonatos (SOLLA et al., 2009; ROMERO et al., 2019; GONZÁLEZ et al., 2020), la biofumigación con especies del género *Brassica* (RÍOS et al., 2017; RODRÍGUEZ MOLINA et al., 2021), la búsqueda de soluciones en base a la selección de progenies (LEÓN, 2013; CUENCA et al., 2017; MOREIRA et al., 2018) o se ha continuado prestando atención al enfoque recomendable del manejo integrado (SERRANO et al., 2017) y la aplicación de una selvicultura adaptativa (MURILLO et al., 2021).

A través de diferentes mecanismos de transferencia es recomendable convertir este conocimiento científico en información relevante para los diferentes actores de la dehesa, sobre todo los propietarios y gestores preocupados por su conservación. Entre estas pasarelas de conocimiento para facilitar el acceso se pueden citar ejemplos como los manuales y publicaciones divulgativas (CARRASCO et al., 2009; CARBONERO et al., 2016; CARRASCO et al., 2018; NAVARRO et al., 2018; MOREIRA et al., 2018; TRINIDAD et al., 2020) o las revisiones bibliográficas con vocación de selección de conocimiento consolidado (ZAMORA et al., 2016; TRINIDAD et al., 2019; AGRESTA, 2021).

Hemos de reparar en que disponer de conocimiento de calidad, ya sea a través de las publicaciones originales o de las pasarelas de conocimiento consolidado relevante, es un factor necesario pero no suficiente para que se produzca la transferencia, máxime en una época caracterizada por la sobreabundancia de información. Se requieren de mecanismos de asesoramiento que canalicen de forma efectiva este conocimiento hasta los usuarios finales. Por otro lado, ante un problema como la “seca” en el que resulta importante identificar el agente causal concreto (en caso de existir éste), el asesoramiento puede actuar, a su vez, como apoyo para esta identificación, contando con un equipo personal experimentado y formado, tanto en tareas de campo como de laboratorio, de manera que le permita realizar una aproximación al problema existente y a sus posibles soluciones.

En base a este análisis, en el marco del proyecto Life bioDehesa (Life11/BIO/ES//000726, 2012-2018) se incluyó como acción la puesta en marcha de forma piloto del Servicio para el

Diagnóstico de la Seca, con el objetivo de que a la finalización del proyecto se contase con una herramienta de apoyo al diagnóstico y asesoramiento en materia de “seca” de los *Quercus* en Andalucía. Como material complementario, se elaboraron diversos protocolos para unificar procedimientos relacionados con el diagnóstico y prevención de la podredumbre radical: Protocolo para el diagnóstico del decaimiento en la explotación de dehesa, Protocolo de laboratorio para el aislamiento de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* a partir de muestras de raíz y suelo y el Protocolo para el control de oomicetos causantes de podredumbre radical en viveros de encina y alcornoque (LIFE BIODEHESA, 2018). Adicionalmente, se prepararon y editaron materiales divulgativos y para el asesoramiento (CARBONERO et al., 2016; NAVARRO et al., 2018).

La anterior experiencia piloto fue el germe del Equipo de Diagnóstico de la Seca, que comenzó su andadura en octubre de 2019 como una iniciativa pública para proporcionar información sobre el estado del arbolado al propietario o gestor de formaciones de encinas, alcornoques y castaños que manifiesten procesos de decaimiento o “seca”. Presta especial atención a la enfermedad de la podredumbre radical o tinta del castaño causada por *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*, aportando las herramientas suficientes, en cuanto a información y conocimiento técnico disponible, para frenar la propagación de esta enfermedad y tratar de minimizar los daños causados por la misma.

Sin embargo, este no es su único objetivo, ya que el Equipo de Diagnóstico de la Seca se ideó también, y así se ha convertido en la actualidad, como una herramienta de transferencia y conocimiento compartido entre los principales grupos de investigación sobre podredumbre radical y los propietarios de dehesa, ya sea a través del asesoramiento directo en las explotaciones como a través de las jornadas divulgativas realizadas en el marco de estos trabajos.

2. Objetivos

Los objetivos de esta comunicación son los siguientes:

- 1.- Describir el funcionamiento del Equipo de Diagnóstico de la Seca de la Junta de Andalucía como servicio de asesoramiento al propietario de dehesa y de monte alcornocal preocupado por el estado de salud de su arbolado.
- 2.- Presentar los primeros resultados de su desarrollo (octubre 2019-septiembre 2021).
- 3.- Presentar los resultados preliminares de la incidencia de los patógenos vinculados con la enfermedad de la podredumbre radical en Andalucía (*Phytophthora cinnamomi*, *Pythium spiculum* y *Phytophthora* sp.).

3. Metodología

Se presentan los datos de las solicitudes e informes realizados en el desarrollo de la actividad del Equipo de Diagnóstico de la Seca entre octubre de 2019 y septiembre de 2021, si bien los trabajos del EDS siguen realizándose desde esta última fecha.

La toma de muestras para el análisis de patógeno se lleva a cabo siguiendo las siguientes pautas, las cuales están recogidas en un protocolo de trabajo:

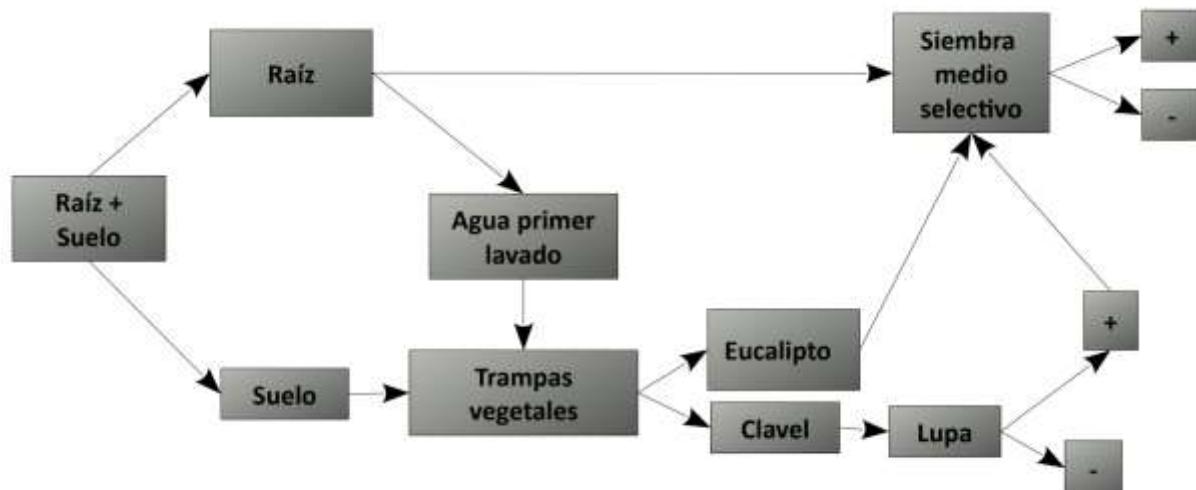
1. La época de recogida de muestras está condicionada por las condiciones de humedad y temperatura más favorables para la detección de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*. De esta manera, la recogida de muestras se realiza con temperaturas que oscilan entre los 8-10°C y los 20-25°C. Asimismo, el suelo debe estar húmedo, pero no encharcado, siempre con una humedad superior al 25%, siendo la óptima entre 50-100%.
2. Se selecciona la zona afectada o foco, que es aquella que presenta daños en el arbolado o algún estado de deterioro, estando definida la situación de daños al arbolado por la existencia de defoliaciones medias moderadas (30%), presencia de árboles con muerte súbita o existencia de mortandades anteriores.

3. Se seleccionan los árboles a muestrear por zona afectada o foco, estableciéndose un mínimo de dos árboles. Estos deben ser sintomáticos, con hojas verdes prendidas, representativos de la masa y ubicados en las zonas más favorables a la presencia del patógeno.
4. En cada árbol se realizan un mínimo de tres excavaciones, siempre aguas abajo del tronco del árbol seleccionado, a una distancia suficiente del tronco (1 metro).
5. En cada excavación del suelo se elimina la hojarasca y material orgánico de los primeros centímetros de suelo y se cava hasta una profundidad de entre 5 y 25 cm, debiendo localizar raíces absorbentes.
6. Una única muestra se conforma con el suelo y las raíces absorbentes tomadas en todos los hoyos efectuados alrededor de cada árbol, de tal manera que cada árbol constituye una única muestra.

El análisis de patógenos (*Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* y otras especies de *Phytophthora* sp.) se realiza en el Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de la CAGPDS según el siguiente procedimiento recogido el documento de trabajo “Protocolo de aislamiento de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* a partir de muestras de raíz y suelo” (PÁEZ et al, 2019), el cual está a su vez, adaptado del protocolo EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) para *Phytophthora cinnamomi*:

7. Preparación de muestras
8. Aislamiento a partir de muestras de suelo mediante trampas vegetales usando trampas de pétalos de clavel y trampas de filodios de eucalipto.
9. Para las trampas de pétalos de clavel se usa el agua del primer lavado de raíces. Se vierte parte del sobrenadante en 4 placas de petri sobre las que se colocan flotando 5-6 pétalos inmaduros de clavel (extraídos de botones cerrados). Se incuban las placas en la estufa a 22-25 °C durante 4-7 días.
10. Para las tramas de filodios de eucalipto, se cortan trozos de filodo de eucalipto de 4-5 mm² de superficie. Se colocan 2-3 cm de suelo y, encima, 3-4 cm de agua (usando parte del agua del primer lavado de las raíces). Se colocan flotando 5-10 trozos de eucalipto y se preparan 5-6 vasos por muestra de suelo. Posteriormente se incuban los vasos a 22-25°C durante 4 días.
11. Aislamiento a partir de raíces: Se seleccionan raicillas finas de *Quercus* con síntomas de podredumbre. Se siembran en medio de cultivo selectivo (V8-PARPHN o CMA-PARPHN) y se incuban las placas durante 4-7 días entre 22 y 25°C en oscuridad.

El esquema del procedimiento de laboratorio se resume en la **Figura 1**.



*Figura 1. Esquema del resumen del proceso de aislamiento de análisis de patógenos (*Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* y otras especies de *Phytophthora* sp.).*

En relación con lo anterior, conviene aclarar que si bien los análisis están centrados en el aislamiento de los patógenos identificados por la bibliografía como relacionados con la podredumbre

radical, *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*, se ha considerado también el aislamiento de *Phytophthora* sp. a nivel de género, ya que otras especies del género se han encontrado asociadas con el declive de la encina en España, Portugal, Italia y Francia (CATALÁ et al., 2017; CORCOBADO et al., 2010; PÉREZ-SIERRA et al., 2013). Por tanto, se consideran casos con podredumbre radical cualquier aislamiento de laboratorio de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* o otras especies de *Phytophthora* sp.

4. Resultados

4.1.- Implementación del Equipo de Diagnóstico de la Seca (EDS): descripción de su funcionamiento

El EDS está formado por un equipo técnico de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía que cuenta con la participación de la Red de Laboratorios de Producción y Sanidad Vegetal de la CAGPDS (AGAPA) bajo la coordinación de la Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera y la Dirección General del Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos y el apoyo técnico y asesoramiento de un grupo científico asesor.

El Equipo de Diagnóstico de la Seca recibe la solicitud para llevar a cabo sus servicios tras la cumplimentación de ésta por la propiedad de la finca o por una representación suya. Esta solicitud se rellena de forma telemática desde el Catálogo de Procedimientos y Servicios de la página web de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía (<https://juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/servicios/procedimientos/detalle/19371/como-solicitar.html>), que permite acceder al formulario, así como llevar a cabo el trámite electrónico, siendo necesario, para la tramitación electrónica, disponer de certificado digital.

Con objeto de facilitar el acceso a los servicios del EDS, sobre todo para aquellos solicitantes que no dispongan de certificado digital, se cuenta con la colaboración de las organizaciones profesionales agrarias y forestales de Andalucía, así como con las Oficinas Comarcales Agrarias (OCA), la unidad administrativa de la Consejería más cercana al medio rural. Estas entidades prestan apoyo para cumplimentar y presentar la solicitud de los interesados. Aunque los datos incluidos en la solicitud son sencillos, se requiere que ésta esté cumplimentada en su totalidad de cara a facilitar el trabajo posterior del EDS.

Una vez recibida la solicitud, el equipo técnico de coordinación la procesa y contacta con el solicitante para realizar una visita de campo. Previamente se prepara la misma mediante trabajo de gabinete, analizando los datos aportados en el formulario de solicitud y recopilando la información necesaria para que la visita sea lo más completa y fructífera posible.

Esta visita de campo es el eje central del trabajo del EDS. El personal técnico del EDS, acompañado por una persona conocedora, realiza un análisis y caracterización del estado de la explotación, recopilando datos de su manejo, situación actual y pasada, e identificando y localizando las zonas en las que se evidencian síntomas de deterioro o mortandad del arbolado. Estos datos tomados en campo son fundamentales para establecer un correcto diagnóstico del estado fitosanitario del arbolado y el posterior análisis de resultados.

Aunque el enfoque de trabajo del EDS es integral, abordando de manera global la problemática de la dehesa y tratando de identificar las causas que pueden estar detrás del declive y muerte del arbolado, dada la gran importancia que tiene la presencia de los patógenos de suelo *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* como responsables de graves problemas de mortandad de las especies de *Quercus*, se lleva a cabo un seguimiento especial de dichos organismos nocivos. Para ello, durante la visita de campo se presta especial atención a los posibles síntomas de podredumbre radical, así como a la localización y delimitación de focos de esta enfermedad. La localización, georreferenciación e identificación de los árboles que presenten estos síntomas es, por consiguiente, una parte fundamental de la visita, incluyendo la selección de los pies de los que se toman las muestras de suelo (hasta 3 por dehesa o monte alcornocal), tal y como se ha descrito en el apartado de metodología.

Una vez recogidas y codificadas las muestras de tierra y raíz, se envían a los laboratorios de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, donde se realizan los análisis para el posible aislamiento de los patógenos relacionados con la enfermedad de la podredumbre radical.

Con la información recabada en la visita a la explotación, la toma de muestras y los resultados de laboratorio, el EDS redacta un informe técnico en el cual se identifican (hasta la máxima precisión posible) la causa o las causas responsables de la mortandad del arbolado (sean éstas de tipo biótico, abiótico o como consecuencia del manejo) y se proponen un conjunto de recomendaciones en función de lo anterior. Especial importancia reciben las recomendaciones en aquellos casos en los que se detecta un problema de podredumbre radical por la presencia de *Phytophthora cinnamomi* o *Pythium spiculum* u otra especie de estos géneros sin precisar. La identificación y delimitación de focos de podredumbre radical es asimismo crítica, al objeto de que mediante esta información el propietario incorpore actuaciones de manejo para intentar frenar el avance del patógeno y que no se expanda al resto de la explotación o a fincas vecinas. De esta forma, las recomendaciones van dirigidas a que la enfermedad quede aislada dentro de los límites del foco y a reducir la severidad de los síntomas del arbolado.

En caso de obtener un resultado negativo de laboratorio y no encontrar agente causante del daño observado en el arbolado, el informe de resultados se basa en recomendaciones para evitar la entrada de la enfermedad de la podredumbre radical y, sobre todo, en criterios selvícolas para la mejora del vigor de las formaciones arbóreas.

Este informe se hace llegar al solicitante de los servicios del EDS, haciendo hincapié en la comunicación en las recomendaciones de gestión.

4.2.- Número de solicitudes recibidas y fincas analizadas

Entre octubre de 2019 y septiembre de 2021 se han recibido 261 solicitudes, de las cuales el 55% ha sido durante el primer trimestre (**Figura 2**). En el año 2020 se recibieron 79 solicitudes y en 2021 (enero – septiembre) fueron 189.

Huelva es la provincia con mayor número de solicitudes (162), seguida de Sevilla (57), Córdoba (20), Cádiz (19) y, por último, Jaén (8) y Málaga (3).

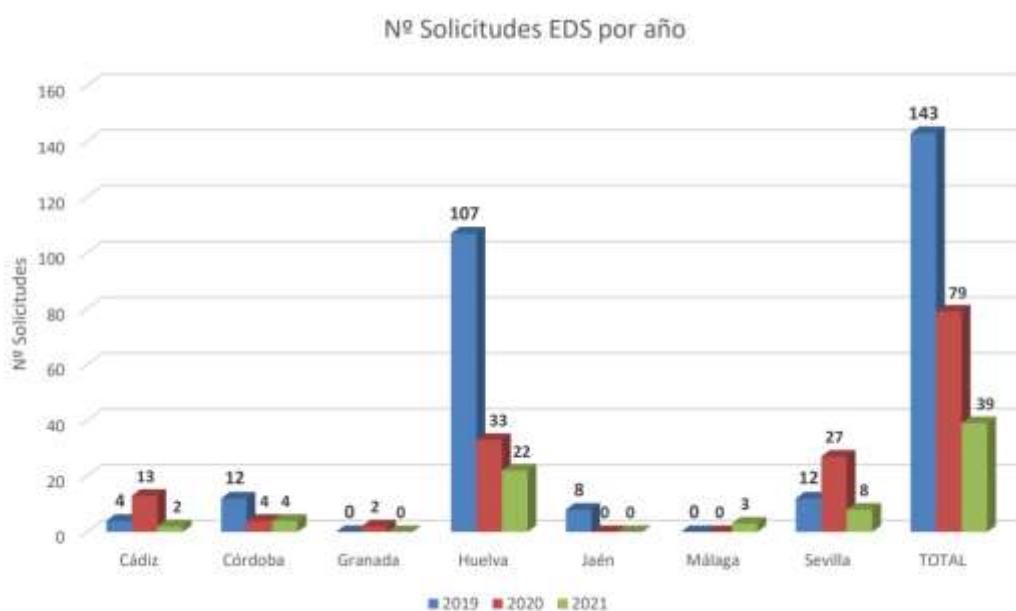


Figura 2. Número de solicitudes enviadas al EDS (datos a 30 de septiembre de 2021).

En cuanto al avance de los trabajos del EDS, a fecha del cierre de los datos en septiembre de 2021 se han visitado un total de 234 fincas de dehesa o monte alcornocal, lo que supone el 90% del total de solicitudes (**Figura 3**).



Figura 3. Solicitudes recibidas y fincas visitadas (datos a 30 de septiembre de 2021).

4.3.- Número de muestras analizadas

De las 234 explotaciones visitadas, se han recogido muestras en un total de 230, sumando 646 muestras de suelo y raíces, lo que se corresponde con una media de 3 muestras por finca (**Figura 4**). Las características del arbolado presente en la finca, su tamaño y el número de focos que presenta determinan la necesidad o no de recolectar muestras, así como el número de muestras que se recogen durante el trabajo de campo de los técnicos del EDS.

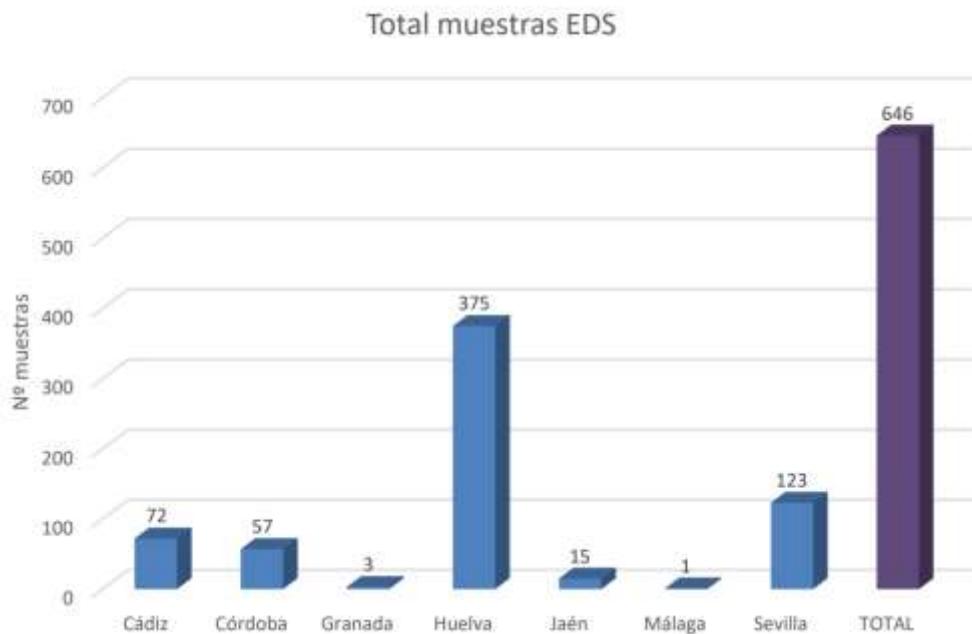


Figura 4. Muestras de suelo y raíz recogidas (datos a 30 de septiembre de 2021).

4.4.- Presencia de patógenos en las muestras analizadas

De las 646 muestras de raíz y suelo recogidas, se ha aislado algún patógeno en 123 de ellas, lo que supone un 20% de las muestras.

De este 20% de muestras en las que se ha aislado algún patógeno, *P. cinnamomi* y *P. spiculum* han sido aislados en el 35% y el 36% de las muestras con resultado positivo, respectivamente. A este 35% habría que sumar el 7% de las muestras en las que se ha aislado *P. cinnamomi* y *Pythium spiculum* en la misma muestra y otro 7% de *P. cinnamomi* y *Phytophthora* sp. Por último, en el 15% de las muestras con resultado positivo se ha aislado únicamente *Phytophthora* sp. a nivel de género, tal y como se muestra en el en la **Figura 5** y la **Tabla 1**.

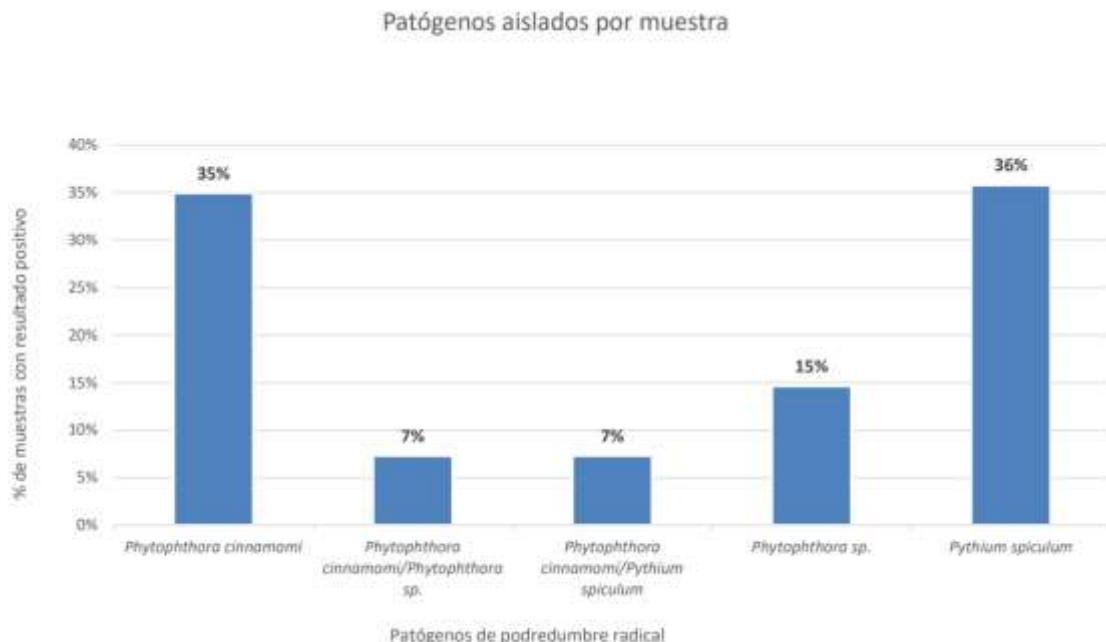


Figura 5. Patógenos aislados por muestra (datos a 30 de septiembre de 2021).

Tabla 1. Patógenos de podredumbre radical aislados por muestra (datos a 30 de septiembre de 2021).

Patógenos de podredumbre radical aislados	Nº Muestras	% Muestras con resultado positivo
<i>Pythium</i> spiculum	44	36%
<i>Phytophthora</i> cinnamomi	43	35%
<i>Phytophthora</i> sp.	18	15%
<i>Phytophthora</i> cinnamomi/ <i>Phytophthora</i> sp.	9	7%
<i>Phytophthora</i> cinnamomi/ <i>Pythium</i> spiculum	9	7%

La **Figura 6** muestra la distribución de patógenos a nivel provincial, con una marcada tendencia de aislamiento de *P. cinnamomi* en Huelva, mientras que en Cádiz y Sevilla el patógeno aislado con mayor frecuencia es *Pythium spiculum*.

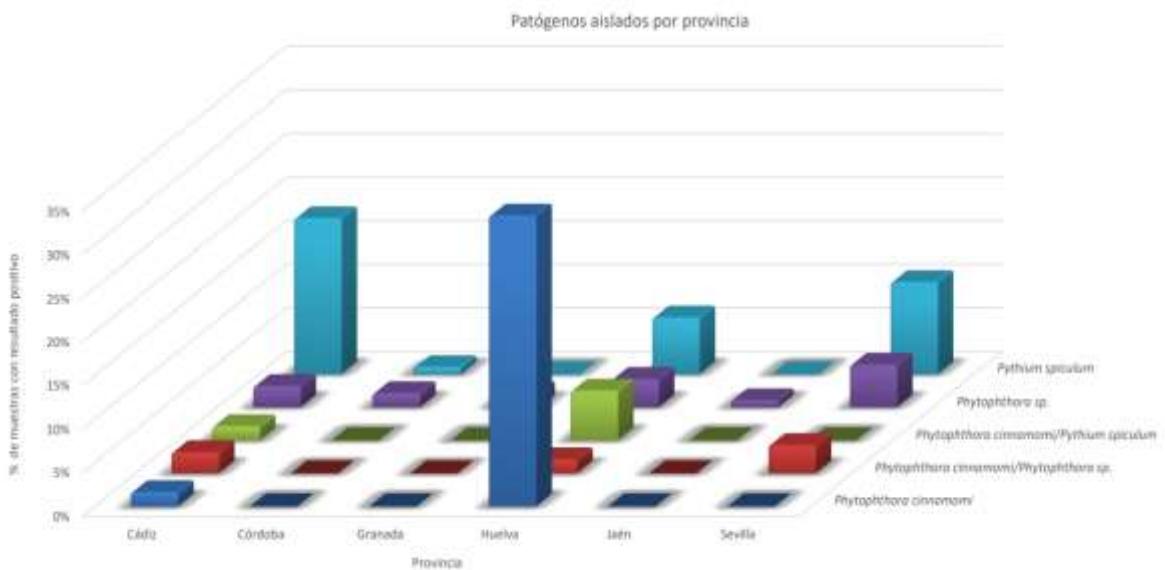


Figura 6. Patógenos aislados por muestra (datos a 30 de septiembre de 2021).

4.4.- Presencia de patógenos en las fincas analizadas

De las 230 fincas en donde se recogieron muestras, se ha aislado algún patógeno en 88 de ellas, lo que se corresponde con el 40% del total de las explotaciones muestreadas (**Tabla 2**).

Los datos que se presentan en este apartado, tanto a nivel regional como provincial, se han simplificado agrupando, bajo el nombre de *Phytophthora cinnamomi*, todos los casos en los que se ha aislado este patógeno, ya sea aislado o en combinación con los patógenos *Pythium spiculum* o *Phytophthora* sp.

De esta manera, *Phytophthora cinnamomi* es el patógeno que ha sido detectado con una mayor frecuencia, aislado o en combinación con *Pythium spiculum* o *Phytophthora* sp. (53 fincas - 60% del total de con análisis positivo). *Pythium spiculum* es el segundo patógeno más encontrado (21 fincas- 24%) y, por último, otras especies del género *Phytophthora* sp. se ha aislado en un total de 14 fincas, que se corresponden con el 16% del total de fincas con positivo.

Tabla 2. Patógenos de podredumbre radical aislados por finca de dehesa o explotación (datos a 30 de septiembre de 2021).

Patógenos de podredumbre radical aislados	Nº de fincas	Porcentaje de fincas
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	53	60%
<i>Pythium spiculum</i>	21	24%
<i>Phytophthora</i> sp.	14	16%

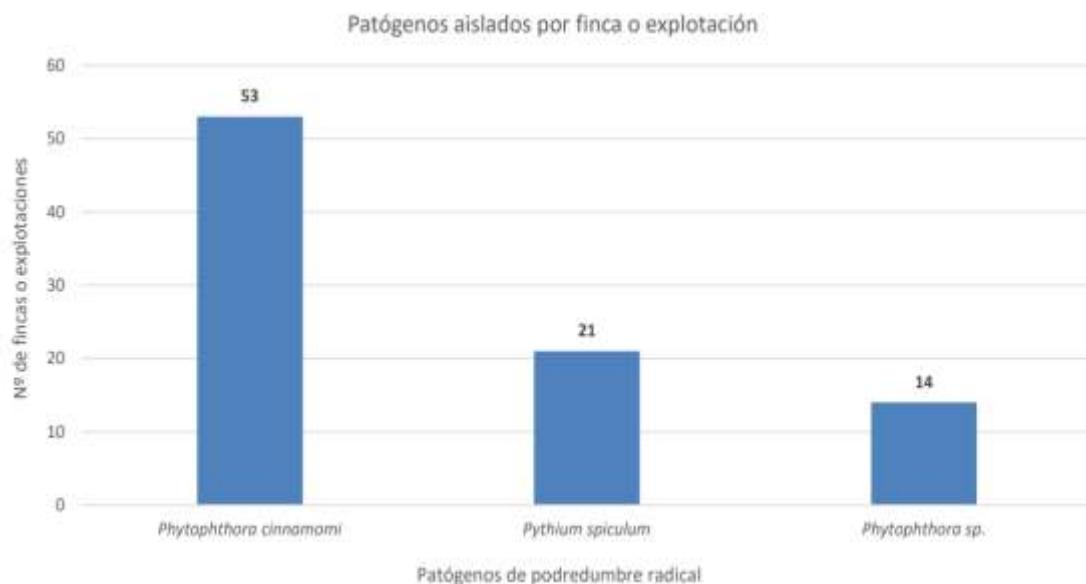


Figura 7. Patógenos aislados por finca o explotación (datos a 30 de septiembre de 2021).

Respecto a la tasa de aislamiento de patógenos a nivel provincial (**Figura 8**), Cádiz presenta 12 fincas con resultados positivos frente a 6 con resultados negativos. Sevilla muestra una proporción de 17 con positivo frente a 24 en las que no se ha aislado ningún patógeno. De las 143 explotaciones de Huelva, en 53 se han aislado patógenos. Por último, Córdoba muestra una proporción de 3 positivos frente a 15 y en Jaén tan solo se han detectado patógenos en 1 finca de un total de 7.

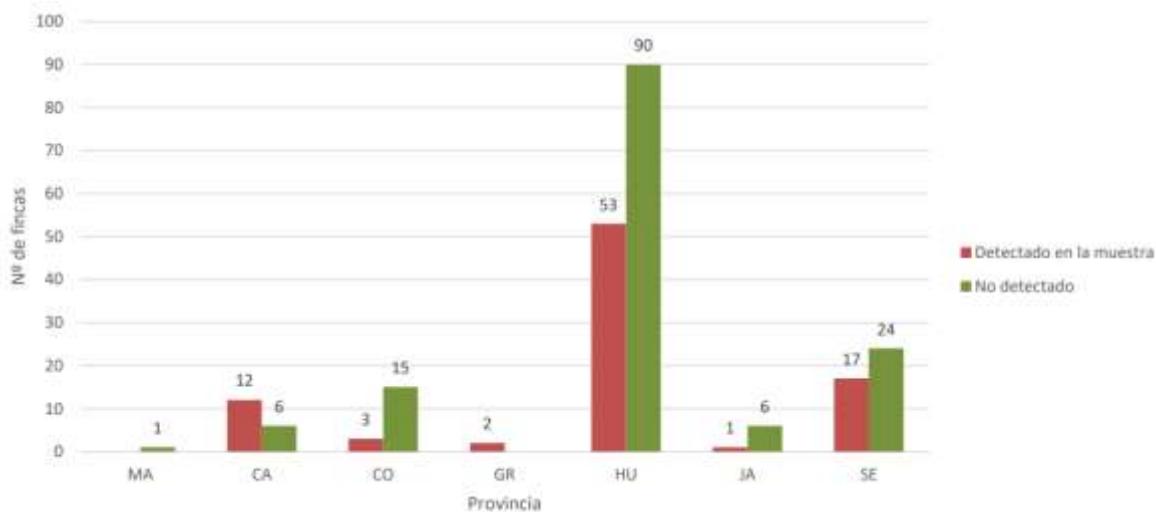


Figura 8. Grado de aislamiento de patógenos en las explotaciones analizadas de dehesa o monte alcornocal (datos a 30 de septiembre de 2021).

La **Figura 9** muestra la distribución de patógenos por explotación a nivel provincial. En la provincia de Huelva el aislamiento encontró rastro de *P. cinnamomi* y *P. spiculum*. En Cádiz, es *Pythium spiculum* el patógeno aislado con más frecuencia. En Sevilla predomina *P. spiculum* frente a *P. cinnamomi* y otros patógenos del género *Phytophthora* sp. En las provincias de Córdoba, Granada y Jaén no se ha aislado *P. cinnamomi*, tan solo se ha aislado *Pythium spiculum* y otros patógenos del género *Phytophthora* sp.

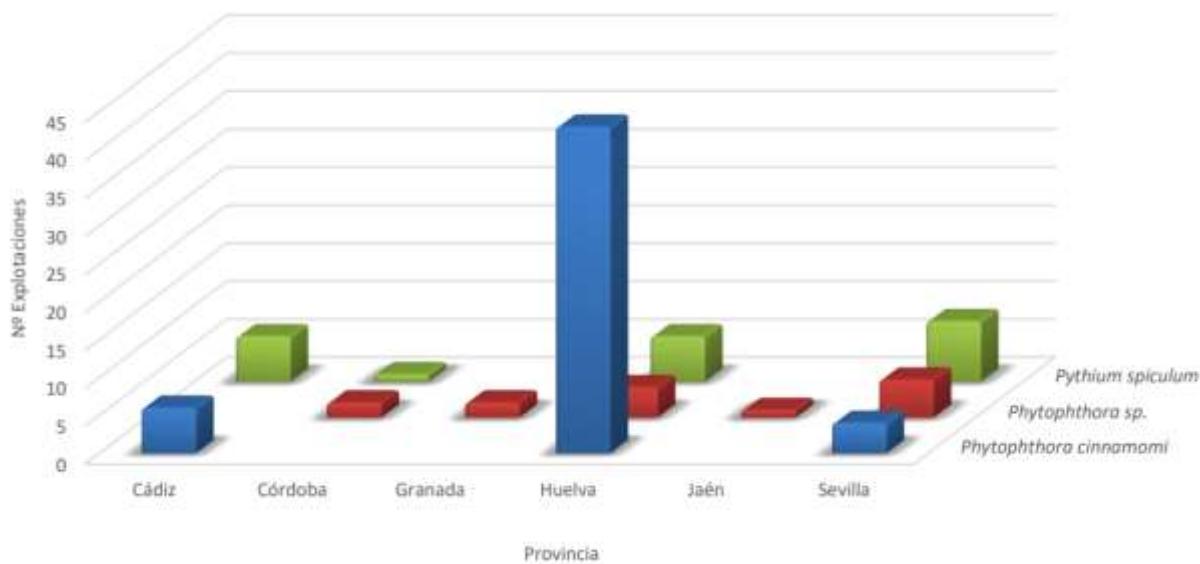


Figura 9. Distribución de patógenos por explotación (datos a 30 de septiembre de 2021).

5. Discusión

El Equipo de Diagnóstico de la Seca actúa como un servicio público para el diagnóstico de la podredumbre radical aportando asesoramiento personalizado en gestión integral de la podredumbre radical desde el punto de vista de la contención y la prevención.

Hasta el momento, esta iniciativa de la Junta de Andalucía de contar con un equipo específico para el diagnóstico y asesoramiento en podredumbre radical de la Junta de Andalucía ha tenido carácter pionero en España, que complementa a otras iniciativas a nivel regional relacionadas con la seca que se llevan a cabo en las comunidades autónomas o bajo la coordinación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El EDS aporta como novedad en ser un servicio a la demanda que se activa a partir de una solicitud por parte de propietarios o gestores de dehesas o monte alcornocal que presentan problemas de deterioro del arbolado. La identificación visual de posibles focos es solamente una parte del trabajo, puesto que los principales valores añadidos son el asesoramiento en base a un diagnóstico de laboratorio y la elaboración de un informe de recomendaciones con el objetivo de evitar la propagación de la podredumbre radical, mejorar el estado de vigor del arbolado y minimizar los daños derivados de agentes bióticos, abióticos o resultantes de su interacción.

6. Conclusiones

El EDS es un servicio de asesoramiento sobre la “seca” que ha tenido una buena acogida, como así lo demuestra el número de solicitudes recibidas hasta la fecha.

Se han visitado 234 explotaciones de dehesa y monte alcornocal, el 90% de las solicitudes recibidas, que suponen aún un porcentaje bajo del total de explotaciones de dehesa estimadas en Andalucía (14.050 explotaciones, en JUNTA DE ANDALUCÍA, 2017).

Se han identificado patógenos de podredumbre radical en el 40% de las fincas visitadas, a las que se les ha proporcionado un informe de recomendaciones de contención de la enfermedad y minimización de los daños. En el restante 60% - aquellas las fincas en donde no se han aislado patógenos de podredumbre radical – el informe de asesoramiento está basado en la prevención de infestación y la mejora del estado de vigor del arbolado.

Phytophthora cinnamomi es el patógeno que se ha aislado con mayor frecuencia de todas las fincas muestreadas, siendo también el más frecuente en la provincia de Huelva. En Cádiz, los patógenos más frecuentes han sido *Pythium spiculum* y *Phytophthora cinnamomi*. En Sevilla predomina *P. spiculum* y otros patógenos del género *Phytophthora* sp. En las provincias de Córdoba y Jaén, con tasas de aislamiento inferiores a otras provincias, solo se ha aislado *Pythium spiculum* y otros patógenos del género *Phytophthora* sp.

7. Bibliografía

AGRESTA; 2021. Revisión bibliográfica sobre publicaciones científicas sobre dehesa https://prodehesamontado.eu/ficheros/archivos/2021_06/descodificacion-publicaciones-cientificas-dehesa.pdf

BRASIER, C. M.; ROBREDO, F.; FERRAZ, J. F. P.; 1992. Evidences for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathology*, 42: 140-145. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1993.tb01482.x>

BRASIER, C. M.; 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in Southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Annales des Sciences Forestières*, 53: 347-358. <https://doi.org/10.1051/forest:19960217>

CAMILO-ALVES, C.; DA CLARA; M. I. E.; DE ALMEIDA RIBEIRO, N. M. C.; 2013. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *European Journal of Forest Research*, 132(3), 411-432. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0688-z>

CARBONERO MUÑOZ, M. D.; FERNÁNDEZ REBOLLO, P.; GARCÍA MORENO, A. M.; 2016. Podredumbre radical, descripción y control aplicado a los ecosistemas de dehesa. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera – Life bioDehesa. Córdoba.

CARDILLO, E.; ABAD, E.; MEYER, S.; 2021. Iberian oak decline caused by *Phytophthora cinnamomi*: a spatiotemporal analysis incorporating the effect of host heterogeneities at landscape scale. *Forest Pathology*, e12667. <https://doi.org/10.1111/efp.12667>

CARRASCO GOTARREDONA, A.; FERNÁNDEZ CANCIO, A.; TRAPERO CASAS, A.; LÓPEZ PANTOJA, G.; SÁNCHEZ OSORIO, I.; RUIZ NAVARRO, J. M.; JIMÉNEZ MOLINA, J. J.; DOMÍNGUEZ NEVADO, L.; ROMERO MARTÍN, M. A.; CARBONERO MUÑOZ, M. D.; SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, M. E.; LUCAS CAETANO, P. C.; GIL HERNÁNDEZ, P.; FERNÁNDEZ REBOLLO, P.; NAVARRO CERRILLO, R. M.; SÁNCHEZ DE LA CUESTA, R.; RAPOSO LLOBET, R.; RODRÍGUEZ REVIRIEGO, S.; 2009. Procesos de decaimiento forestal (la seca). Situación del conocimiento. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Córdoba.

CARRASCO GOTARREDONA, A.; GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.; RUIZ NAVARRO, J. M.; RODRÍGUEZ REVIRIEGO, S.; 2018. Manual de diagnóstico fitosanitario. Life bioDehesa, Junta de Andalucía. Sevilla

CATALÀ, S.; BERBEGAL, M.; PÉREZ-SIERRA, A.; ABAD-CAMPOS, P.; 2017. Metabarcoding and development of new real-time specific assays reveal *Phytophthora* species diversity in holm

oak forests in eastern Spain. *Plant Pathol.*, 66: 115–123. <https://doi.org/10.1111/ppa.12541>

CORCOBADO, T.; CUBERA, E.; PÉREZ-SIERRA, A.; JUNG, T.; SOLLA, A.; 2010. First report of *Phytophthora gonapodyoides* involved in the decline of *Quercus ilex* in xeric conditions in Spain. *New Disease Reports*, 22: 33. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2010.022.033>

CORCOBADO, T.; SOLLA, A.; MADEIRA, M. A.; MORENO, G.; 2013. Combined effects of soil properties and *Phytophthora cinnamomi* infections on *Quercus ilex* decline. *Plant and Soil*, 373(1), 403-413. <https://doi:10.1007/s11104-013-1804-z>

CORCOBADO, T.; VIVAS, M.; MORENO, G.; SOLLA, A.; 2014. Ectomycorrhizal symbiosis in declining and non-declining *Quercus ilex* trees infected with or free of *Phytophthora cinnamomi*. *Forest Ecology and Management*, 324: 72-80.

CORCOBADO, T.; CUBERA, E.; JUÁREZ, E.; MORENO, G.; SOLLA, A.; 2014. Drought events determine performance of *Quercus ilex* seedlings and increase their susceptibility to *Phytophthora cinnamomi*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 169: 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.02.007>

CORCOBADO, T.; MORENO, G.; AZUL, A. M.; SOLLA, A.; 2015. Seasonal variations of ectomycorrhizal communities in declining *Quercus ilex* forests: interactions with topography, tree health status and *Phytophthora cinnamomi* infections. *Forestry*, 88: 257-266.

CUENCA VALERA, B.; RODRÍGUEZ NÚÑEZ, L.; GRAGERA FACUNDO, J.; BERDÓN BERDÓN, L.; LUQUERO RAMOS, L.; OCAÑA BUENO, L.; SOLLA, A.; 2017. Mejora de alcornoques y encinas de Extremadura ante *Phytophthora cinnamomi*: selección de genotipos resistentes. VII Congreso Forestal Español, Plasencia.

DUQUE-LAZO, J.; NAVARRO-CERRILLO, R. M.; VAN GILS, 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. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.045>

FERNÁNDEZ-HABAS, J.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; CASADO, M. R.; GARCÍA MORENO, A. M.; ABELLANAS, B.; 2019. Spatio-temporal analysis of oak decline process in open woodlands: a case study in SW Spain. *Journal of Environmental Management*, 248, 109308. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109308>

GALLEGOS, F. J.; PEREZ DE ALGABA, A.; FERNANDEZ-ESCOBAR, R.; 2008. Etiology of oak decline in Spain. *European Journal of Forest Pathology*. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.1999.00128.x>

GÓMEZ-APARICIO, L.; IBÁÑEZ, B.; SERRANO, M. S.; DE VITA, P.; ÁVILA, J. M.; PÉREZ-RAMOS, I. M.; GARCÍA, L. V.; SÁNCHEZ, M. E.; MARAÑÓN, T.; 2012. Spatial patterns of soil pathogens in declining Mediterranean forests: implications for tree species regeneration. *New Phytologist*, 194: 1014-1024. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04108.x>

GONZÁLEZ, M.; ROMERO, M. A.; SERRANO, M. S.; SÁNCHEZ, M. E.; 2020. Fosetyl aluminium injection controls root rot disease affecting *Quercus suber* in Southern Spain. European Journal of Plant Pathology, 156: 101-109. <https://doi:10.1007/s10658-019-01865-1>

HERNÁNDEZ-LAMBRAÑO, R. E.; GONZÁLEZ-MORENO, P.; SÁNCHEZ-AGUDO, J. A.; 2018. Environmental factors associated with the spatial distribution of invasive plant pathogens in the Iberian Peninsula: the case of *Phytophthora cinnamomi* Rands. Forest Ecology and Management, 419-420: 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.026>

IBÁÑEZ, B.; GÓMEZ-APARICIO, L.; ÁVILA, J.M.; PÉREZ-RAMOS, I.M.; GARCÍA, L.V.; MARAÑÓN, T.; 2015 Impact of tree decline on spatial patterns of seedling-mycorrhiza interactions: implications for regeneration dynamics in Mediterranean forests. Forest Ecology and Management, 353: 1-9

JUNTA DE ANDALUCÍA; 2017. Plan Director de las Dehesas de Andalucía. Sevilla

LEÓN, I. M.; 2013. Selección de progenies de encina (*Quercus ilex* L. spp. *ballota*) y alcornoque (*Quercus suber* L.) tolerantes al patógeno *Phytophthora cinnamomi*. Universidad de Huelva, Tesis Doctoral

LEÓN, I.; GARCÍA, J. J.; FERNÁNDEZ, M.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; TAPIAS, R.; 2017. Differences in root growth of *Quercus ilex* and *Quercus suber* seedlings infected with *Phytophthora cinnamomi*. Silva Fennica, 51, article id 6991. <https://doi.org/10.14214/sf.6991>

LIFE BIODEHESA; 2018a. Protocolo para el Diagnóstico del Decaimiento en la Explotación de Dehesa". Junta de Andalucía. Sevilla.

LIFE BIODEHESA; 2018b. Protocolo de aislamiento de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* a partir de muestras de raíz y suelo. Junta de Andalucía. Sevilla.

LIFE BIODEHESA; 2018c. Protocolo para el control de oomicetos causantes de podredumbre radical en viveros de encina y alcornoque. Junta de Andalucía. Sevilla.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M.; 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the global Invasive Species Database. IUCN.

MAGHNIA, Z.; ABBASE, Y.; MAHÉAB, F.; PRIN, Y.; EL GHACHTOULI, N.; DUPONNOIS, R.; SANGUIN, H.; 2019. The rhizosphere microbiome: a key component of sustainable cork oak forests in trouble. Forest Ecology and Management, 434: 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.002>

MATÍAS, L.; ABDELAZIZ, M.; GODOY, O.; GÓMEZ-APARICIO, L.; 2019. Disentangling the climatic and biotic factors driving changes in the dynamics of *Quercus suber* populations across the species latitudinal range. Diversity and Distributions, 25: 524-535. <https://doi.org/10.1111/ddi.12873>

MORA SALA, B.; BERBEGAL, M.; ABAD CAMPOS, P.; 2018. The use of qPCR reveals a high frequency of *Phytophthora quercina* in two Spanish holm oak areas. *Forests*, 9: 11697. <https://doi.org/10.3390/f9110697>

MOREIRA, A. C.; MARTINS, J. M. S.; 2005. Influence of site factors on the impact of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak stand in Portugal. *Forest Pathology*, 35: 145-162.

MOREIRA, A. C.; TAPIAS, R.; FERNANDES, L.; RODRIGUES, A.; 2018. Field susceptibility of cork oak trees with different provenances to *Phytophthora cinnamomi*. *Forest Pathology*, e12461. <https://doi.org/10.1111/efp.12461>

MOREIRA, A. C.; COSTA E SILVA, F.; TRINIDADE, M.; GONÇALVES, M. C.; SOARES DAVID, T.; SANTOS SILVA, C.; CARDILLO, E.; FERNÁNDEZ SANTOS, A. M.; RODRÍGUEZ MOLINA, M. C.; 2019. Gestión y prevención de fitóftora en alcornocales y encinares. Proyecto POCTEPT Prodehesa Montado.

MURILLO VILANOVA, M.; MONTERO CALVO, A. J.; CARDILLO AMO, E.; BERDÓN BERDÓN, J.; LANZO PALACIOS, R.; MAYA BLANCO, V.; SANTIAGO BELTRÁN, R.; 2021. Selvicultura adaptativa para la gestión de los alcornocales en Extremadura. Mérida (Badajoz): Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal. Junta de Extremadura. Mérida.

NAVARRO BURGOS, C.; SILLERO ALMAZÁN, M. L.; RUIZ NAVARRO, J. M.; GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.; ALARCÓN ROLDÁN, R.; 2018. Recomendaciones para el control de la podredumbre radical. Life bioDehesa. Junta de Andalucía. Sevilla.

NEVES, D.; CAETANO, P.; OLIVEIRA, J.; MAIA, C.; HORTA, M.; SOUSA, N.; SALGADO, M.; DIONISIO, L.; MAGAN, N.; CRAVADOR, A.; 2014. Anti-*Phytophthora cinnamomi* activity of *Phlomis purpurea* plant and root extracts. *European Journal of Plant Pathology*, 138: 835-846. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0357-6>

PAÉZ SÁNCHEZ, J.; ORTA, S.; AGUILAR, I.; LÓPEZ MONTOYA, O.; 2019. Protocolo de aislamiento de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum* en *Quercus* a partir de muestras de raíz y suelo. Junta de Andalucía. Sevilla.

PÉREZ-SIERRA, A.; LÓPEZ-GARCÍA, C.; LEÓN, M.; GARCÍA-JIMÉNEZ, 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.

RÍOS, P.; GONZÁLEZ, M.; OBREGÓN, S.; CARBONERO MUÑOZ, M. D.; LEAL MURILLO, J. R.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; HARO BAILÓN, A.; SÁNCHEZ, M. E.; 2017. Brassica-based seedmeal biofumigation to control *Phytophthora cinnamomi* in the Spanish “dehesa” *Phytopathologia Mediterranea*, 56: 392-399

RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C.; TORRES-VILA, L. M.; BLANCO-SANTOS, A.; PALO NÚÑEZ, E. J.; TORRES-ÁLVAREZ, E.; 2002. Viability of holm and cork oak seedlings from acorns sown in

soils naturally infected with *Phytophthora cinnamomi*. Forest Pathology, 32: 365-372. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00297.x>

ROBIN, C.; CAPRON, G.; DESPREZ-LOUSTAU, M. L.; 2001. Root infection by *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of three oak species. Plant Pathology, 50: 708-716.

RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; SERRANO-PÉREZ, P.; DE SANTIAGO, A.; HIDALGO-FERNÁNDEZ, M. T.; CAMPOS-NAVARRO, F. J.; 2021. Biofumigation with *Brassica* seed-based products combined with calcium carbonate to control *Phytophthora cinnamomi* root rot in cork and holm oaks. European Journal of Plant Pathology. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02175-7>

ROMERO, M. A.; GONZÁLEZ, M.; SERRANO, M. S.; SÁNCHEZ, M. E.; 2019. Trunk injection of fosetyl-aluminium controls the root disease caused by *Phytophthora cinnamomi* on *Quercus ilex* woodlands. Annals of Applied Biology. <https://doi.org/10.1111/aab.12503>

RUIZ-GÓMEZ, F. J.; SÁNCHEZ CUESTA, R.; NAVARRO CERRILLO, R. M; PÉREZ DE LUQUE, A.; 2012. A method to quantify infection and colonization of holm oak (*Quercus ilex*) roots by *Phytophthora cinnamomi*. Plant Methods, 8: 39. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-8-39>

RUIZ-GÓMEZ, F. J.; PÉREZ-DE-LUQUE, A.; NAVARRO-CERRILLO, R. M.; 2019. The Involvement of *Phytophthora* Root Rot and Drought Stress in Holm Oak Decline: from Ecophysiology to Microbiome Influence. Current Forestry Reports. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00105-3>

SÁNCHEZ, M. E.; CAETANO, P.; FERRAZ, J.; TRAPERO, A.; 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in South-western Spain. Forest Pathology, 32: 5-18. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00261.x>

SÁNCHEZ-CUESTA, R.; RUIZ-GÓMEZ, F. J.; DUQUE-LAZO, J.; GONZÁLEZ-MORENO, P.; NAVARRO-CERRILLO, R. M.; 2021. The environmental drivers influencing spatio-temporal dynamics of oak defoliation and mortality in dehesas of Southern Spain. Forest Ecology and Management, 485, 118946. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118946>

SENA, K.; CROCKER, E.; VINCELLI, P.; BARTON, C.; 2018. *Phytophthora cinnamomi* as a driver of forest change: Implications for conservation and management. Forest Ecology and Management, 409: 799–807. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.022>

SERRANO, M. S.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; DE VITA, P.; CARBONERO, M. D.; TRAPERO, A.; SÁNCHEZ, M. E.; 2010. *Lupinus luteus*, a new host of *Phytophthora cinnamomi* in Spanish oak-rangeland ecosystems. European Journal of Plant Pathology, 128: 149-152. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9652-7>

SERRANO, M. S.; DE VITA, P.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; SÁNCHEZ, M.; 2011. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos III: efecto de la aplicación al suelo de fertilizantes cálcicos y potásicos. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 37.

SERRANO, M.; DE VITA, P.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, M.; 2012. Calcium fertilizers induce soil suppressiveness to *Phytophthora cinnamomi* root rot of *Quercus ilex*. European Journal of Plant Pathology, 132(2), 271-279. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9871-6>

SERRANO, M. S; DE VITA, P.; CARBONERO, M. D.; FERNÁNDEZ, F.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; SÁNCHEZ, M. E.; 2012. Susceptibility to *Phytophthora cinnamomi* of the commonest morphotypes of Holm oak in Southern Spain. Forest Pathology, 42: 345-347. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2011.00758.x>

SERRANO, M. S.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; DE VITA, P.; CARBONERO, M. D.; SÁNCHEZ. M. E.; 2012. The role of yellow lupin (*Lupinus luteus*) in the decline affecting oak agroforestry ecosystems. Forest Pathology, 41: 382-386. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2010.00694.x>

SERRANO, M.; FERNÁNDEZ REBOLLO, P.; DE VITA, P.; SÁNCHEZ, M. E.; 2013. Calcium mineral nutrition increases the tolerance of *Quercus ilex* to *Phytophthora* root disease affecting oak rangeland ecosystems in Spain. Agroforestry Systems, 87: 173-179. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9533-5>

SERRANO, M. S.; RÍOS, P.; GONZÁLEZ, M.; ROMERO, M. A.; FERNÁNDEZ, P.; SÁNCHEZ, M. E.; 2017. A review of integrated control of *Phytophthora* root rot in oak rangeland ecosystems. IOBC-WPRS Bulletin, 127: 139-146.

SOLLA, A.; GARCÍA, L.; PÉREZ, A.; CORDERO, A.; CUBERA, E.; MORENO, G.; 2009. Evaluating potassium phosphonate injections for the control of *Quercus ilex* decline in SW Spain: implications of low soil contamination by *Phytophthora cinnamomi* and low soil water content on the effectiveness of treatments. Phytoparasitica, 37: 303-316. <https://doi.org/10.1007/s12600-009-0042-7>

TRINIDADE, M.; COSTA E SILVA, F.; MOREIRA, A. C.; SANTOS SILVA, C.; CARDILLO, E.; SOARS DAVID, T.; 2019. *Phytophthora cinnamomi* em espécies de *Quercus* e do sobcoberto de montados e dehesas. Análise de publicações científicas. INIAV-Proyecto POCTEP Prodehesa-Montado.

TRINIDADE, 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 – Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. Proyecto POCTEP Prodehesa-Montado. Badajoz.

ZAMORA ROJAS, E.; ANDICOERRY DE LOS REYES, S.; SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, E.; 2016. El decaimiento y la podredumbre radical en las dehesas andaluzas. Revisión bibliográfica. Life bioDehesa. Junta de Andalucía. Sevilla.