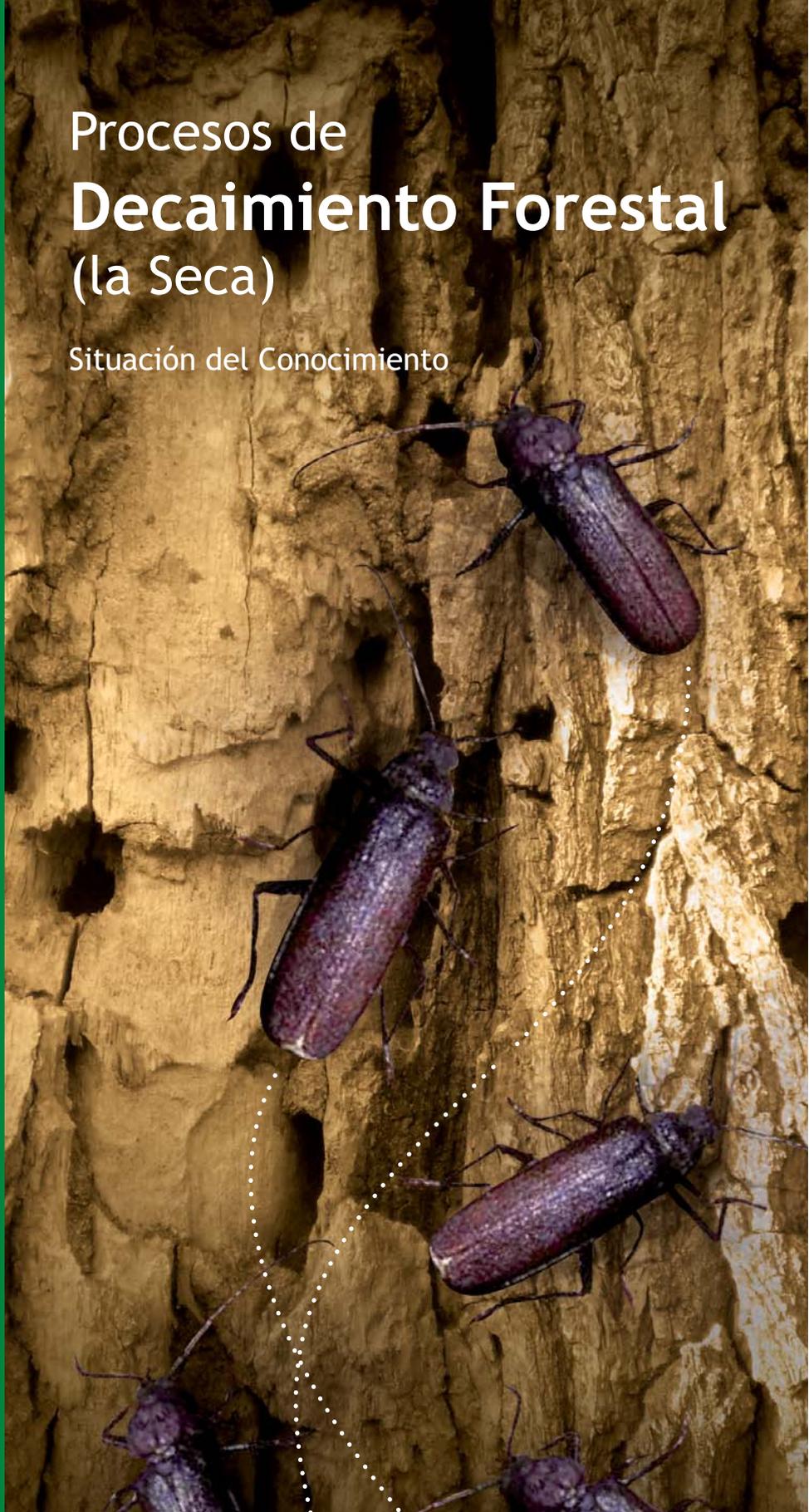


Procesos de Decaimiento Forestal (la Seca)

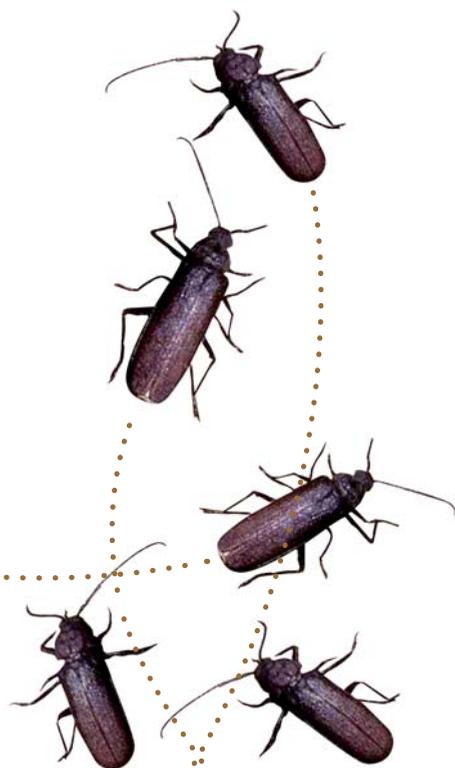
Situación del Conocimiento



Procesos de Decaimiento Forzamiento del Conocimiento Situacional (la Seca)

Procesos de Decaimiento Forestal (la Seca)

Situación del Conocimiento



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Procesos de Decaimiento Forestal (la Seca) Situación del Conocimiento

Edita:

Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Créditos:

CONSEJERA DE MEDIO AMBIENTE: María Cinta Castillo Jiménez
VICECONSEJERO DE MEDIO AMBIENTE: Juan Jesús Jiménez Martín
DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL: Francisco Javier Madrid Rojo
COORDINACIÓN GENERAL: Francisca de la Hoz Rodríguez
DIRECCIÓN FACULTATIVA: Ángel Carrasco Gotarredona
COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA: Juan Francisco Hernani Rodríguez; Sixto Rodríguez Reviriego; José Manuel Ruiz Navarro

Agradecimientos:

José Guirado Romero
Gumersindo Borrero Fernández

Por el impulso dado a estas líneas de trabajo en el ejercicio de sus cargos.

Diseño gráfico, maquetación e impresión:

Argos Impresores. Córdoba

2009, Consejería de Medio Ambiente

Queda terminantemente prohibida, sin la autorización expresa del titular del copyright y bajo las sanciones establecidas en la ley, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de la misma mediante venta o alquiler.

© Copyright de la 1ª edición: Consejería de Medio Ambiente.

ISBN: 978-84-92807-29-1

Depósito Legal: CO-1.092-2009

Impreso en España
2009, Córdoba

ESTE LIBRO DEBE CITARSE COMO:

Carrasco, A. y cols. 2009. Procesos de Decaimiento Forestal (la Seca), Situación del Conocimiento. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 112 pp. Córdoba.

Autores (por orden alfabético):

Ángel Carrasco Gotarredona (Director)⁵; Ángel Fernández Cancio²; Antonio Trapero Casas³; Gloria López Pantoja⁴; Israel Sánchez Osorio⁴; José Manuel Ruiz Navarro (Coordinación)⁶; Juan José Jiménez Molina²; Luis Domínguez Nevado⁴; María de los Ángeles Romero Martín³; María Dolores Carbonero Muñoz¹; María Esperanza Sánchez Hernández²; Paula Cristina Lucas Caetano²; Paula Gil Hernández²; Pilar Fernández Rebollo¹; Rafael María Navarro Cerrillo¹; Rafael Sánchez de la Cuesta¹; Rosa Raposo Llobet² y Sixto Rodríguez Reviriego (Coordinación)⁶.

¹Departamento de Ingeniería Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

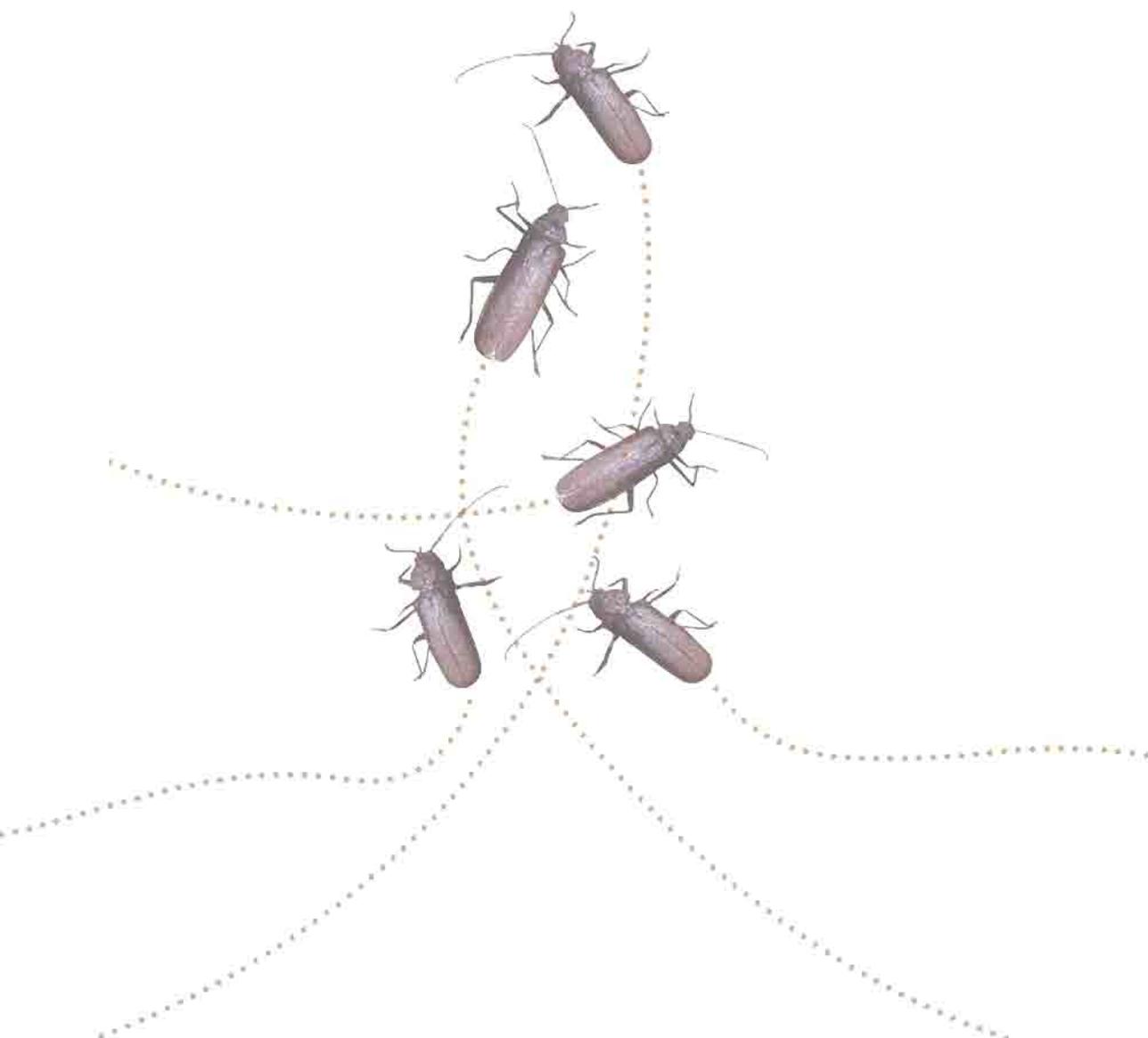
²Instituto de Investigación Agraria - Madrid.

³Grupo de Patología Agroforestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

⁴Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Forestales. Universidad de Huelva.

⁵Departamento de Equilibrios Biológicos. Servicio de Gestión Forestal Sostenible. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente.

⁶Red de Daños y Equilibrios. División de Sostenibilidad y Biodiversidad. Empresa de Gestión Medioambiental (EGMASA).



PRESENTACIÓN



La conservación y mejora del gran patrimonio forestal que posee Andalucía es una de las líneas básicas de actuación de la Consejería de Medio Ambiente, consciente de los grandes beneficios ambientales, sociales y económicos que estas masas arbóreas nos aportan.

Nuestro monte mediterráneo, que aglutina más de la mitad de la superficie forestal de Andalucía, tiene en la dehesa su máxima expresión, un valioso ecosistema que es soporte fundamental para el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales.

Nuestro empeño es contribuir en lo posible a poner en valor las potencialidades que nos ofrece el monte mediterráneo, aprovechamiento que en términos sostenibles es, en sí mismo, una de las garantías para su efectiva preservación.

En ese reto de conservación de nuestra dehesa, nos hemos implicado en una ardua lucha contra uno de los principales problemas que está sufriendo el arbolado base de este ecosistema: la Seca. Este fenómeno ha reclamado nuestra atención desde su irrupción misma hace más de una década. Desde entonces, la Consejería ha venido impulsando diversos estudios con el objetivo de arrojar un poco de luz en esta compleja problemática, en la que confluyen una diversidad de factores que hacen más complicada su resolución.

De la mano de la ciencia y la investigación, representada por las universidades de Córdoba y Huelva, hemos realizado exhaustivos trabajos encaminados a esclarecer las causas de este fenómeno. El resultado de esta labor conjunta, fruto de sendos convenios suscritos con las citadas universidades,

se plasma ahora en esta publicación, un detallado compendio de la ingente tarea de campo desarrollada durante los últimos años en esta materia.

El libro se convierte así en un valioso instrumento para la divulgación del conocimiento sobre este problema, sirviendo su riguroso análisis como guía para afrontar soluciones futuras que contribuyan a mitigarlo. En ese horizonte de búsqueda de soluciones, y una vez completada esta laboriosa etapa de investigación, se abre ahora una segunda fase orientada especialmente a promover la aplicación de las técnicas y métodos que coadyuven a frenar este decaimiento.

Esta iniciativa parte de la experiencia que las pruebas realizadas en este tiempo nos han brindado, con conclusiones y resultados contrastados. El colofón a estos fructíferos ensayos se traducirá en breve en la elaboración de un manual de buenas prácticas para la gestión de las fincas afectadas, una herramienta de gran utilidad que impulsaremos para mejorar el tratamiento y manejo de la vegetación.

En suma, con todo lo realizado, Andalucía ha sido pionera en el estudio y análisis de este fenómeno y se ha colocado a la vanguardia en la lucha para combatir sus causas. Nuestra labor es hoy referencia para otras comunidades en esta materia y representa todo un avance para el conocimiento de esta compleja problemática. Con todo, sabemos que nos queda todavía mucho por hacer para preservar la buena salud de nuestras encinas y alcornoques, un aspecto vital para la conservación de nuestro monte mediterráneo.

María Cinta Castillo Jiménez
Consejera de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

PRÓLOGO

El medio natural se ve continuamente amenazado por diferentes factores que ponen en peligro la permanencia del mismo tal y como lo conocemos. En ocasiones la amenaza es tal que, incluso poniendo los recursos y medios apropiados, podemos encontrarnos ante una sustancial modificación del ecosistema natural.

La Seca engloba toda una serie de procesos medioambientales que pueden llevar, con cierta frecuencia, a la muerte del arbolado. Se vinculó desde un principio a ciertas frondosas (encinas, alcornoques y robles en general) pero progresivamente va afectando a otros grupos de especies (pinares, abetales, etc.). Los múltiples agentes implicados en este decaimiento hicieron que la caracterización de este proceso fuera laboriosa, debiendo clarificar la contribución de cada uno de ellos al debilitamiento general de las masas.

La determinación de la extensión y ubicación de las zonas afectadas por este proceso de decaimiento, así como de la intensidad del mismo, permitió una zonificación del fenómeno. La caracterización, según localización geográfica, nivel de afectación y principales agentes presentes logró obtener una biogeografía de la Seca a nivel andaluz. Esto hizo posible diferenciar, dentro del término Seca, diferentes situaciones y, por lo tanto, abordar diferentes estrategias de lucha.

La Consejería de Medio Ambiente ha promovido, en colaboración con los principales centros universitarios que realizan investigaciones en Seca, una gran cantidad de estudios, ensayos y experimentos a fin de encontrar una estrategia válida para el control de daños y restauración del medio natural.

La Administración Forestal es consciente de la necesidad de comunicar los resultados de todos estos trabajos y sus principales conclusiones tanto al público en general como a los técnicos, gestores e investigadores en particular. Esta divulgación tuvo un hito importante en la celebración de las 1as Jornadas Sobre Decaimiento Forestal que tuvieron lugar en aquellas localidades más afectadas por la Seca, resultando ser todo un éxito tanto por el número como por la satisfacción de los asistentes.

Continuando con la función divulgativa de los conocimientos adquiridos en estos años de trabajo, toma forma este documento. Se ha tratado de hacer lo más entendible posible a pesar de su origen científico y técnico. Su estructura y expresión se han enfocado para conseguir este objetivo.

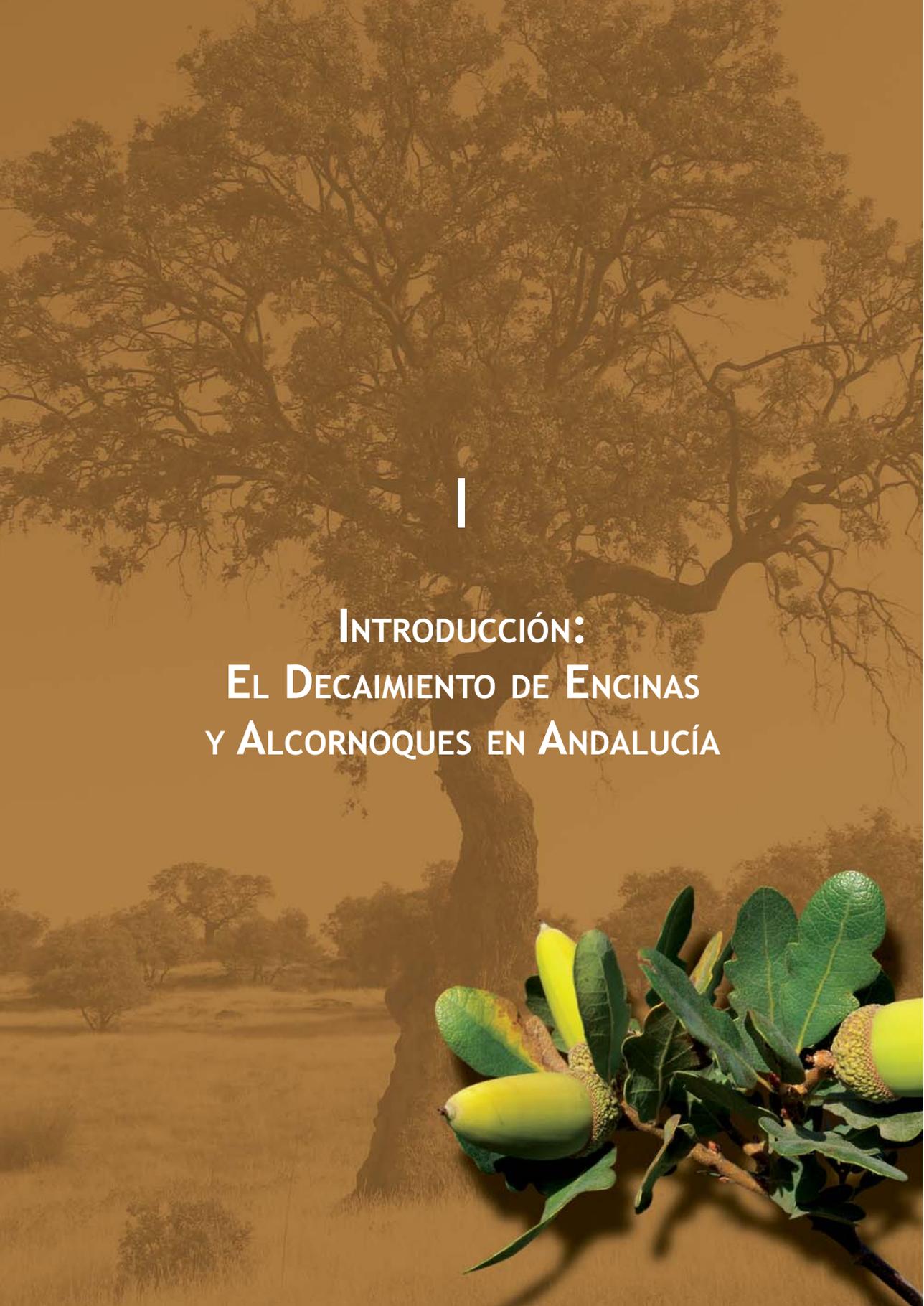
Se complementará este documento con la próxima publicación del Manual de Buenas Prácticas en explotaciones afectadas por Seca, texto con una vocación mucho más práctica. Ambos tratarán de comunicar y clarificar los conocimientos que la Consejería de Medio Ambiente posee sobre los Procesos de Decaimiento en Andalucía y contribuir a minimizar sus efectos en nuestros montes.

Índice

I. Introducción: El decaimiento de encinas y alcornoques en Andalucía ..	14
II. Red Andaluza de Equilibrios Biológicos	20
Una interpretación biogeográfica de la Seca en Andalucía	21
Red Andaluza de Seguimiento de Daños sobre Ecosistemas Forestales (Red Seda)	25
Evaluación de pérdida de arbolado en dehesas	28
III. Estudio fitoclimático de los procesos de Seca en Andalucía	32
Definición de un modelo fitoclimático	34
Escenarios de cambio climático y aplicación al alcornoque	36
Aplicación de la Red Seda y del modelo fitoclimático al decaimiento de los <i>Quercus</i> . El alcornoque	39
IV. La Selvicultura como factor de predisposición en el proceso de Seca ..	42
Las podas en encinares, alcornocales y dehesas	43
Los descorches en monte alcornocal	46
Los desbroces en monte alcornocal	47
El origen de la masa	48
Pastos, cultivos y gestión del pastoreo	49
El estado selvícola de las masas de <i>Quercus</i>	52

V. Enfermedades asociadas al decaimiento de encinas y alcornoques en Andalucía	54
Podredumbre radical causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands ...	55
Otros hongos oomicetos asociados al decaimiento de los <i>Quercus</i>	60
Chancros causados por <i>Botryosphaeria</i> spp	60
Chancro carbonoso causado por <i>Biscogniauxia mediterranea</i> (De Not.) Kuntze (≡ <i>Hypoxyton mediterraneum</i>)	63
VI. Los insectos xilófagos asociados a la Seca de encinas y alcornoques ...	66
Identificación de especies	67
Aspectos básicos de biología y ecología	68
Pautas de colonización de hospedantes	69
Recomendaciones	70
VII. Gestión integrada de la dehesa y del monte alcornocal: una alternativa al control de daños de Seca	72
Introducción	73
Gestión integral de encinar y monte alcornocal	74
VIII. A modo de Conclusión	80
IX. Bibliografía	84
1^{as} Jornadas sobre Decaimiento Forestal (La Seca). Estado del Conocimiento	98





I

INTRODUCCIÓN: EL DECAIMIENTO DE ENCINAS Y ALCORNOQUES EN ANDALUCÍA

Desde hace más de dos décadas, se viene observando en Andalucía un progresivo deterioro y muerte de encinas y alcornoques que se ha denominado Seca o decaimiento de los *Quercus*. La primera cuestión que planteamos es: **¿es lo mismo Seca que decaimiento?** Existe confusión entre los propietarios de explotaciones, gestores forestales y opinión pública en general, sobre la causa o causas de la Seca. Esta situación se deriva del hecho de llamar así a cualquier desviación del estado vegetativo normal de encinas y alcornoques, independientemente de los síntomas concretos que se observen, de su distribución, y del agente (infeccioso o no) que los origine. Se tiende a considerar como un único problema situaciones tan dispares como son los efectos negativos de una climatología adversa, una selvicultura inadecuada y la actividad de plagas y enfermedades concretas, buscando una solución única para causas múltiples y en muchas ocasiones, independientes.

15

Así, por ejemplo, las sequías afectan a grandes áreas geográficas (comarcas o regiones enteras) y actúan de forma homogénea en el tiempo y en el espacio, y sobre todas las especies vegetales, en mayor o menor medida dependiendo de la sensibilidad de cada una. Por otra parte, las enfermedades se comportan de forma heterogénea y, aunque pueden alcanzar proporciones epidémicas, no actúan con la misma gravedad y al mismo tiempo en grandes áreas, ni afectan a todas las especies vegetales, incluso cuando son causadas por patógenos poco específicos.

Los síntomas visibles de la pérdida de vigor del arbolado son muy genéricos (clorosis, defoliaciones, etc.), por lo que se hace difícil el diagnóstico preliminar en campo si lo basamos únicamente en la observación. Sin embargo, cuando se trata de decaimientos, la distribución espacial y la evolución temporal de los síntomas sí son diferentes de los efectos de una sequía o de una enfermedad infecciosa.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de decaimiento? El decaimiento forestal es una enfermedad de etiología compleja, resultado de la acción de un número variable de factores bióticos y abióticos que causan un deterioro gradual y general de los árboles afectados hasta su muerte. Los factores implicados en los decaimientos son típicamente múltiples y, lo más importante, ninguno de ellos por separado es capaz de reproducir los síntomas observados en campo. Otra característica fundamental es que los factores de decaimiento son intercambiables: actúan de manera inespecífica y pueden ser distintos en el tiempo y en el espacio, dando lugar, sin embargo, a los mismos síntomas.^{75,139}

Cuando se han estudiado en profundidad, algunas situaciones que fueron definidas como decaimientos han mostrado tener agentes causales únicos.⁷⁵ No sería raro que algunos decaimientos, aceptados como tales en la actualidad, pierdan esta categoría cuando se identifique un agente causal primario. Numerosos fitopatólogos consideran que las enfermedades de etiología compleja son una norma más que una excepción puesto que, en el desarrollo de cualquier enfermedad, aun estando identificado su agente causal primario, siempre están implicados varios agentes bióticos y abióticos.

En ocasiones, resulta difícil diferenciar cuándo nos encontramos ante una enfermedad de etiología compleja o decaimiento y cuándo el deterioro que se observa en una población se debe al decaimiento natural de árboles senescentes individuales, o incluso de la masa al completo, en el que no participan factores específicamente asociados. También hay que considerar que el normal desarrollo o deterioro de la masa forestal están íntimamente relacionados con las condiciones climáticas y, de hecho, la mayoría de los decaimientos se asocian con algún tipo de desviación acusada del clima local o regional.

Desde principios del siglo XX y a lo largo de toda Europa, las especies de *Quercus* han mostrado diversos episodios de estrés que, en ocasiones, han dado lugar a su muerte.¹⁴ El decaimiento de *Q. petraea* (Matt) Liebl. y *Q. robur* L. en el norte y centro de Europa en los años 20, la década de los 40 y 50 y también en los 80, estimuló el estudio de sus posibles causas.^{31,72,106} Después de descartar varias de las hipótesis, actualmente la atención principal recae sobre un agente de podredumbre radical (*Phytophthora*

quercina Jung, 1999) y sobre factores climáticos.^{14,62,68} De hecho, en los decaimientos de *Quercus* frecuentemente aparecen implicados episodios de sequía severa, encharcamientos prolongados, rápidas fluctuaciones del contenido hídrico del suelo y variaciones en los regímenes de temperaturas. Todos estos procesos pueden tener gran importancia a la hora de iniciar el síndrome de decaimiento, predisponiendo al arbolado a la invasión por insectos xilófagos y/o por hongos patógenos, ya sea a nivel radical o aéreo.¹⁴

En España y Portugal las especies más afectadas por los procesos de decaimiento son *Quercus suber* L. y *Q. ilex* L., aunque también se ha observado en *Q. pyrenaica* Willd., *Q. faginea* Lam, *Q. canariensis* Willd. y *Q. coccifera* L. A veces también afecta a otras especies leñosas asociadas a los *Quercus*, como *Cistus* sp., *Crataegus monogyna* Jacq., *Genista* sp. y *Arbutus unedo* L.⁸³ Y, en general, es un síndrome de amplia incidencia en otras formaciones forestales como en las especies del género *Pinus*, *Juniperus*, *Populus*, *Abies*, etc; no siendo exagerado decir que, en algunos casos, la mayor parte de la vegetación forestal peninsular está afectada. También se ha detectado el decaimiento de *Q. suber* en Túnez y Marruecos¹⁴ y *Q. cerris* L., *Q. frainetto* Ten. y *Q. pubescens* Mill. en Italia.^{14,116}

La sintomatología que presentan los árboles afectados es inespecífica: defoliación, muerte regresiva de ramillos y ramas, abundante emisión de brotes adventicios (chupones), necrosis del sistema radical y muerte del árbol completo.^{13,14,88,129}

Al igual que en Centroeuropa, en nuestro país se han citado toda una serie de factores implicados: sequías severas y recurrentes, encharcamientos estacionales, contaminación atmosférica, cambios en el uso tradicional de las dehesas y montes,^{82,83,88} ataques de insectos barrenadores como *Cerambyx wellensii* (Küster, 1846) ≡ *Cerambyx velutinus* y *Prinobius myardi* Mulsant, 1842 (≡ *Prinobius germari* Chevrolat, 1859) y de hongos patógenos, como *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Pythium spiculum* Paul, *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze (≡ *Hypoxylon mediterraneum*) y *Botryosphaeria corticola* Phillips (anamorfo *Diplodia corticola*).^{6,14,53,72-74,91,115,116,123,128-133,146,148} En España también se ha identificado a la bacteria *Brenneria quercina* Hildebrand and Schroth (≡ *Erwinia quercina*) como un factor de decaimiento.¹¹



Figura 1. Sintomatología asociada a la Seca de los *Quercus*: a) Muerte de ramillos producidos por *Botryosphaeria corticola* en encina, b) Chancro carbonoso producido por *Biscogniauxia mediterranea* en alcornoque, c) Chancro causado por *Botryosphaeria corticola* en alcornoque.

Actualmente parece claro que lo que se ha denominado Seca de encinas y alcornoques en Andalucía no tiene una única causa ni tampoco es el resultado de la suma de infinidad de ellas. Los árboles, como cualquier otro ser vivo, son susceptibles a diferentes enfermedades y sensibles a distintas condiciones medioambientales adversas. No parece razonable, en el estado actual de conocimiento del problema, admitir un término como el de Seca que englobe a cualquier factor que actúe deteriorando el arbolado; desde una sequía hasta el ataque de insectos defoliadores o un verdadero decaimiento forestal. Se deben diferenciar las situaciones en que el estado sanitario del arbolado se asocia a la presencia de una enfermedad o plaga, frente a otras propias de un decaimiento forestal complejo, entendido éste como una **enfermedad de etiología compleja, con múltiples factores intercambiables en el tiempo y el espacio**. Es importante recordar que una plaga o enfermedad siempre va a depender de la existencia de condiciones ambientales favorables, presentes en todo proceso de deterioro sanitario, sin que ello signifique la existencia de un proceso de decaimiento.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía está trabajando sobre el deterioro de las masas de *Quercus* en nuestra región con la

Universidad de Córdoba y la de Huelva. Se ha realizado una aproximación biogeográfica del problema global (al que seguiremos llamando Seca) y se han concretando estudios intensivos de ciertas plagas y enfermedades que afectan a encinas y alcornoques, ya actúen de forma independiente o como factores de decaimiento.

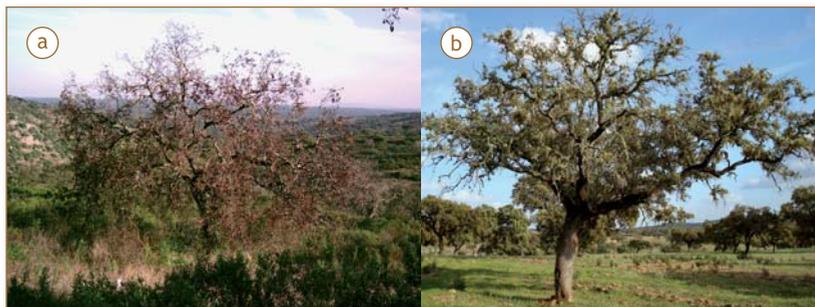
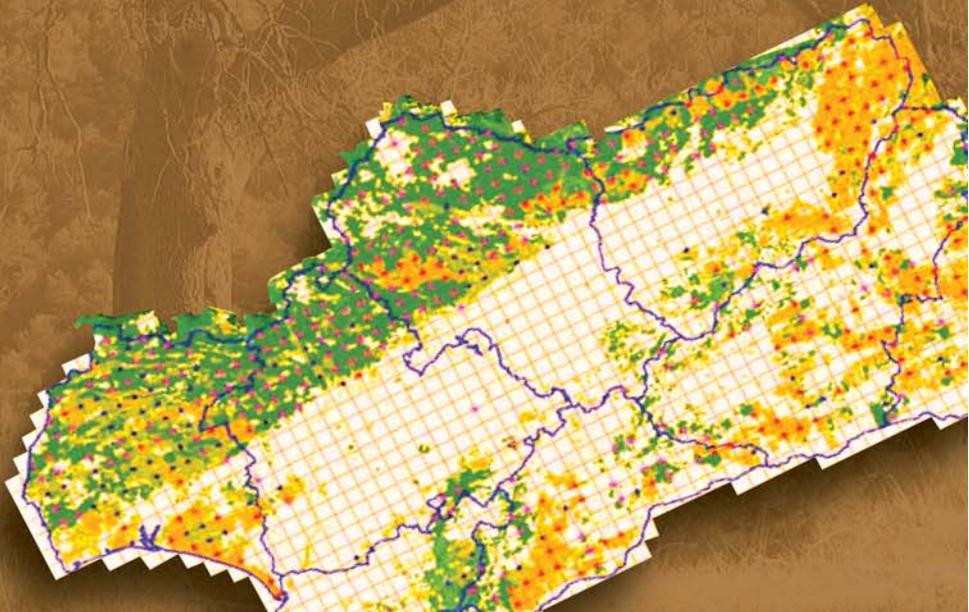


Figura 2. Desarrollo temporal del decaimiento: a) Síndrome agudo, muerte súbita o apoplejía, b) Síndrome de muerte lenta.

II

RED ANDALUZA
DE
EQUILIBRIOS BIOLÓGICOS



Una interpretación biogeográfica de la Seca en Andalucía

La Consejería de Medio Ambiente, una vez tuvo conocimiento de la situación de decaimiento y muerte del arbolado que se estaba produciendo, comenzó a recopilar información sobre la presencia de daños de Seca en Andalucía mediante un inventario de focos. Se establecieron los siguientes objetivos:⁹¹

- Completar un catálogo lo más amplio posible de la distribución de daños en nuestra Comunidad Autónoma.
- Contrastar la información recogida con estudios previos de distribución de daños de Seca en Andalucía.
- Estudiar las características ecológicas y selvícolas en las cuales aparecen los focos de Seca.
- Establecer los agentes bióticos más relevantes en el proceso de Seca en Andalucía.

El ***análisis territorial de los daños de Seca en Andalucía*** se empleó para definir una biogeografía de la Seca, tanto desde un punto de vista fitoclimático,^{2,3,22,35} como de agentes causales.^{91,94,95} Los estudios biogeográficos ayudan a sacar patrones de distribución de los daños, permitiendo definir con mayor precisión la importancia relativa de cada factor y ofreciendo alternativas en cada localización.

En el inventario realizado en Andalucía en 1999, el número total de focos de Seca en masas de *Quercus* fue de 465, siendo las provincias con mayor número: Cádiz (158), Huelva (110) y Sevilla (146). No obstante, Córdoba se considera una excepción al estimarse que el número de focos inventariados (32) no responde a la realidad de los daños. Otras provincias como Jaén (8) y

Granada (10) pueden poseer también una incidencia mayor que la recogida en el inventario.^{89,91,93}

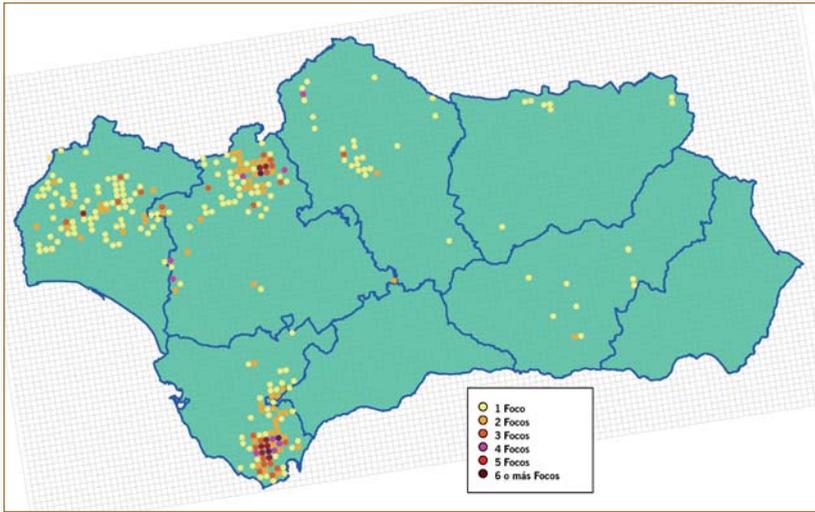


Figura 3. Distribución de focos de Seca según el censo realizado en 1999.

22

El análisis de las características de los focos y la identificación de los agentes bióticos presentes en cada provincia^{91,92,97} supuso el punto de partida para una primera biogeografía de la Seca en Andalucía, caracterizándose cuatro grandes áreas que responden a situaciones bien diferenciadas (Figura 4; Tabla 1):

Sector Occidental (Huelva - Andévalo)

En Andalucía occidental el patrón de daños se caracteriza por focos de tamaño pequeño, con un porcentaje medio de pies afectados, con patrones en el terreno de distribución al azar y dominancia de muertes progresivas. Los daños han sido asociados claramente a la presencia de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*, a partir de distintos muestreos realizados en más de 70 explotaciones en la comarca.^{124,130} Lo anterior coincide plenamente con los trabajos realizados en Portugal⁵¹ y con los primeros diagnósticos de Seca realizados en España.^{13,126}

En estas circunstancias puede hablarse ya, con cierta seguridad, de que en este sector estamos ante una enfermedad bien identificada y diagnosticada. La evaluación de los agentes bióticos en Huelva permite identificar a los

agentes secundarios de mayor importancia, tanto hongos (*Biscogniauxia mediterranea* y *Botryosphaeria* spp.) como insectos (*Cerambyx wellensii*, *Prinobius myardi* y *Kermes ilicis* L., 1758).⁹⁵ Es importante destacar que en esta zona también se ha comprobado un proceso de cambio fitoclimático trascendente que, posiblemente, ha contribuido a la severidad de los daños de *Phytophthora cinnamomi* y a su acelerada dispersión.

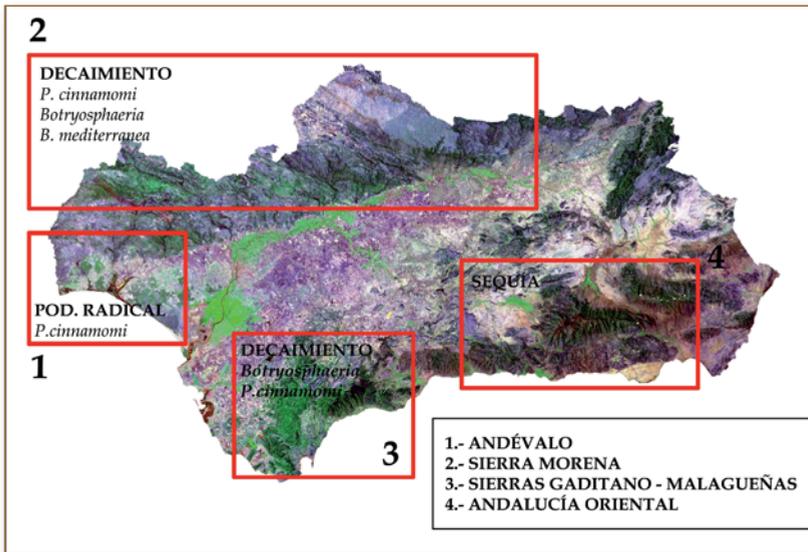


Figura 4. Distribución de los focos de Seca sobre masas de *Quercus* sp. en Andalucía según el inventario realizado por La Consejería de Medio Ambiente en el año 1999.

Sector de Sierra Morena (Huelva - Sierra Norte de Sevilla y Norte de Córdoba)

En Sierra Morena el patrón de daños se caracteriza por focos de tamaño variable (incluso mostrando daños difusos en grandes superficies), con un porcentaje medio de pies afectados, con patrones de distribución en el terreno al azar, y dominancia de muertes progresivas. En este caso, a pesar de haberse diagnosticado la presencia de *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*,^{124,131} no pueden asociarse los daños exclusivamente a estos agentes.

El debilitamiento progresivo de las masas se vincula, probablemente, a la tendencia de la región hacia fitoclimas más áridos.^{37,38} Este debilitamiento

contribuye al aumento de la incidencia de otro tipo de agentes causales, en particular insectos xilófagos (*Cerambyx wellensii* y *Prinobius myardi*), que están causando muertes generalizadas de pies debilitados y cuyas poblaciones se han disparado en todo el área. Los agentes secundarios de mayor importancia son *Biscogniauxia mediterranea* y *Botryosphaeria* spp.⁹⁵

Sector de las Sierras gaditano - malagueñas

En el sector correspondiente a las sierras gaditanas y malagueñas occidentales, el patrón de daños es diferente al de Sierra Morena; sus focos son de tamaño intermedio, con un porcentaje muy alto de pies afectados. La asociación de procesos climáticos y agentes causales es similar a la de Sierra Morena; además este sector es especialmente sensible a los cambios fitoclimáticos por encontrarse en las proximidades de las regiones donde se sustituyen las formaciones de alcornoque por los acebuchales con tendencias infrailicinas.^{38,138}

24

Se ha establecido un diagnóstico claro que asocia los daños positivamente a la presencia de *Botryosphaeria* spp.^{86,98,132} Los agentes secundarios más importantes son *Biscogniauxia mediterranea*, *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) y en menor medida los cerambícidos xilófagos.

Sector oriental de Andalucía (Sur de Córdoba, Granada, Málaga y Almería)

Los daños en el sector oriental de Andalucía se localizan en focos de gran tamaño, con mayor proporción de muertes súbitas. Los patrones de distribución se muestran concentrados en terrenos cuyas condiciones edáficas y de estación muestran una escasa disponibilidad hídrica, zonas rocosas o donde es posible un alto almacenamiento térmico.^{3,26}

En este caso, la tendencia hacia fitoclimas más áridos es más acentuada, con una mayor incidencia de golpes de calor. La participación de agentes bióticos no parece ser muy alta, siendo reducidos los daños atribuibles a plagas y enfermedades. Este sector es también especialmente sensible a los cambios fitoclimáticos por encontrarse en las proximidades de las regiones donde se sustituyen las formaciones de encinares por vegetación con tendencias infrailicinas.^{37,138}

Tabla 1. Biogeografía de la Seca en Andalucía. Principales agentes bióticos y problemas selvícolas detectados en distintas zonas de Andalucía

Zona	Tipo de síndrome	Agente primario	Agente secundario	Principal problema selvícola
Sector Occidental	Enfermedad	<i>Phytophthora cinnamomi</i> <i>Pythium spiculum</i>	<i>Biscogniauxia mediterranea</i> , <i>Botryosphaeria</i> spp. <i>Cerambyx welensii</i> , <i>Prinobius myardi</i> y <i>Kermes ilicis</i>	Falta de regeneración
Sector Sierra Morena	Decaimiento		<i>Biscogniauxia mediterranea</i> , <i>Cerambyx welensii</i> , <i>Prinobius myardi</i>	Falta de regeneración
Sector sierras gaditano-malagueñas	Enfermedad	<i>Botryosphaeria</i> spp.	<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	Falta de regeneración Origen de la masas
Sector Oriental	Decaimiento	Sequía fisiológica		Densidades excesivas

La biogeografía propuesta, a nuestro entender, es clarificadora en cuanto al diagnóstico de Seca en Andalucía. En el estado actual de conocimiento se puede diferenciar, con razonable seguridad, dónde estamos ante una enfermedad o plaga, y dónde el proceso todavía no tiene un diagnóstico fidedigno y, por tanto, debe seguir considerándose como un decaimiento forestal (Tabla 1). No obstante, de nuevo queremos insistir en la importancia de los factores fitoclimáticos y selvícolas, cuyo papel en el proceso de Seca se explica más adelante.

Red Andaluza de Seguimiento de Daños sobre Ecosistemas Forestales (Red Seda)

En 1985, se estableció el programa de cooperación internacional para la evaluación de los efectos de la contaminación atmosférica en los bosques (ICP - Forests), donde se fijan los procedimientos para el seguimiento del estado vegetativo del arbolado y su vinculación con los procesos de contaminación y estrés. A partir de 1987 se comenzó a realizar con periodicidad anual inventarios de la salud de los bosques. Se estableció una red de muestreo sistemático de 16x16 km, a nivel europeo y nacional, a fin de propor-

cionar una visión global del estado fitosanitario de los bosques en función de los factores antropogénicos y de estrés (Reglamento 1696/87; 926/93).

En estas circunstancias las Administraciones Forestales de las Comunidades Autónomas están mejorando la actual Red de Seguimiento de Daños en los Bosques⁸⁹ para la realización de series temporales y estudios más complejos, en los que se aborde la relación entre el estado de los bosques y los factores implicados en los daños.

La Red Andaluza de Seguimiento de Daños Sobre Ecosistemas Forestales (en adelante Red Seda) establece una segunda malla de muestreo de 8 x 8 km sobre la totalidad de la superficie forestal arbolada de Andalucía. En este caso se trata de aumentar la cobertura territorial de la muestra, manteniendo los criterios de afijación proporcional y establecimiento sistemático de arranque aleatorio, resultando una intensidad de muestreo de una parcela por cada 64 Km².

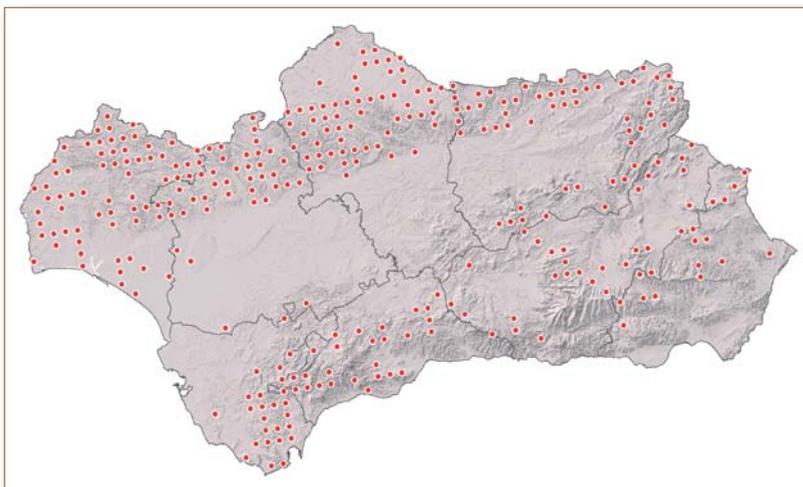


Figura 5. Asignación de los puntos de muestreo de la Red Andaluza de Seguimiento de Daños Sobre Ecosistemas Forestales (Red Seda) sobre una malla de 8 x 8 km.

El procedimiento seguido ha supuesto la superposición de la malla de la Red Seda sobre el Mapa Forestal de España, las ortofotos pancromáticas del Ministerio de Agricultura, y la base cartográfica 1:10.000 de Andalucía, y mediante una interpretación visual, seleccionar aquellos puntos que aparecen sobre vegetación forestal.

Durante el año 2000 se llevó a cabo el establecimiento de las parcelas de la Red Seda, adaptando el procedimiento empleado en la Red Nacional para la Red Andaluza de Seguimiento de Daños Sobre Ecosistemas Forestales.⁹⁰ Anualmente supone la revisión de más de 350 puntos distribuidos por toda la masa forestal andaluza, evaluándose más de 8.400 árboles.

La Red Seda realiza un seguimiento más detallado de los agentes causales de daños, en particular aquellos de naturaleza biótica, ya que se consideran trascendentales para poder interpretar la información, y poder definir cualquier actuación correctora. La información que genera la Red es amplia, y se integra dentro de los Sistemas de Información con que cuenta la Consejería de Medio Ambiente.²⁷

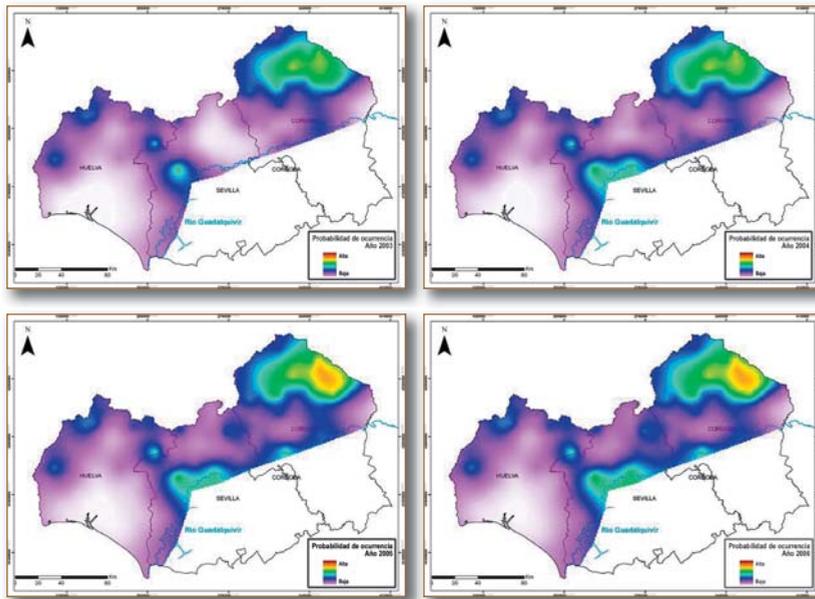


Figura 6. Evaluación espacial y temporal de *Cerambyx* sp. en Andalucía a partir de los datos de la Red Andaluza de Seguimiento de Daños Sobre Ecosistemas Forestales (Red Seda). Campañas 2003 - 2006

El trabajo que se está realizando actualmente con la Red Seda, pone en evidencia la importancia de este tipo de sistemas de seguimiento de cambios en la vegetación a nivel regional. **La Red permite una interpretación territorial de los cambios fitoclimáticos** relacionándolos con el estado sanitario del monte. Se emplea también para determinar el origen de los daños (vectores implicados, agentes bióticos, factores abióticos) y su evolución temporal;

todo lo cual, está ayudando a una mejor comprensión de los procesos de decaimiento que se están produciendo en Andalucía. Este tipo de trabajos es de una importancia fundamental en cualquier estudio que pretenda correlacionar los distintos aspectos de los procesos de decaimiento forestal.

Evaluación de pérdida de arbolado en dehesas

Como parte de los trabajos de evaluación de los daños producidos por Seca en Andalucía, se realizó en el año 2006 un ensayo local de evaluación de pérdida de arbolado a partir de ortofotos.¹²⁵ La ortofotografía es un producto cartográfico georreferenciado y corregido de deformaciones, manteniendo toda la información de la fotografía aérea, que permite medir a escala tanto distancias como superficies, garantizando el ajuste con mapas existentes a la misma escala.

La zona objeto de estudio se estableció en la provincia de Huelva. La determinación de la cobertura inicial de dehesa se hizo utilizando la Cartografía de Dehesa de Andalucía. Se eliminaron aquellas zonas que presentaban un subpiso importante de matorral, ya que la fotointerpretación no permite discriminar las copas de las encinas frente a la vegetación leñosa que cubre el suelo.

Tabla 2. Superficie de los términos municipales onubenses sobre los que se ha evaluado la pérdida de arbolado.

<i>Término Municipal</i>	<i>Superficie TM (ha)</i>	<i>Superficie dehesa (ha)</i>	<i>Dehesa %</i>
Alosno	19.238,91	3.573,06	18,57
Cabezas Rubias	10.868,73	3.351,59	30,83
Cerro del Andévalo (El)	28.675,08	6.353,71	22,15
Granado (El)	9.837,13	1.709,65	17,37
Paymogo	21.392,87	9.928,81	46,41
San Silvestre de Guzmán	4.908,87	2.641,71	53,81
Sanlúcar de Gadiana	9.694,24	5.662,04	58,40
Villanueva de las Cruces	3.434,72	2.316,39	67,44

Una vez generada la cobertura inicial de dehesa, se procedió a un proceso de binarización combinando las ortofotos de los años 1997 y 2002. El resultado obtenido es una imagen con dos colores, por una parte la copa de las encinas (y la sombra proyectada por el árbol) y, por otro, el resto de elementos de la imagen de partida. A partir de ellas, se estimó la variación en el número de copas observadas en el periodo 1997 - 2002.

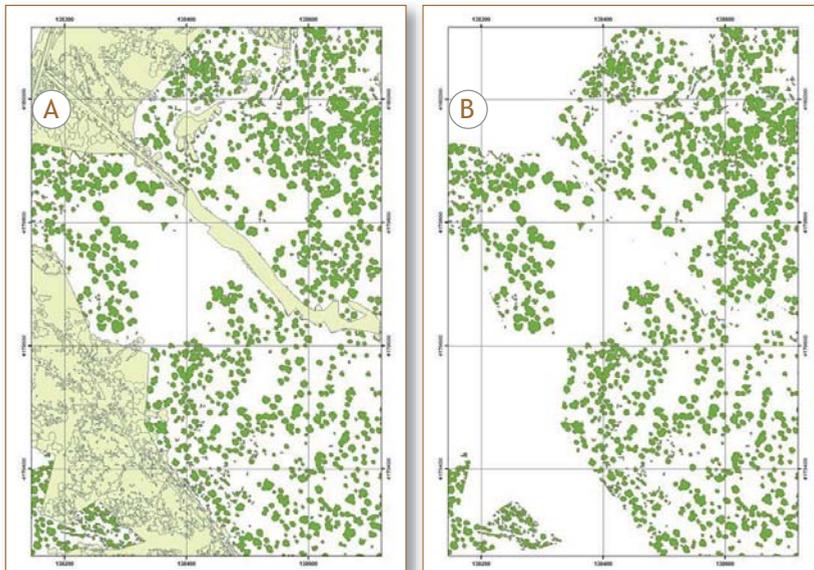


Figura 7. Ejemplo de máscara creada para eliminar la superficie de dehesa con presencia de matorral (a) y cobertura final utilizada en el proceso de evaluación de pérdida de arbolado y fracción de cabida cubierta (b).

El análisis de los resultados muestra como en los 8 municipios estudiados se perdieron un total de 93.608 pies de encina. El término municipal más afectado fue Paymogo (desaparición de 34.542 pies) seguido de Sanlúcar de Gadiana (30.180 pies) y San Silvestre de Guzmán (11.527 pies). La pérdida de individuos llevó asociada una pérdida de la fracción de cabida cubierta (Fcc), que mantiene un patrón territorial análogo al de la pérdida de individuos, con un valor medio para el conjunto de los términos municipales incluidos en este estudio del 7,2%.

Tabla 3. Evolución del número de pies y de la Fracción de Cabida Cubierta (Fcc) media en los ocho términos municipales estudiados en el periodo 1997-2002.

<i>Municipios</i>	<i>Nº de pies 1997</i>	<i>Nº año 2002</i>	<i>Diferencia (individuos)</i>	<i>Fcc 1997</i>	<i>Fcc 2002</i>	<i>Fcc Diferencia</i>
Alosno	69.405	63.040	- 6.365	26,1	19,2	- 6,9
Cabezas Rubias	61.594	59.685	- 1.909	16,1	13,0	- 3,1
Cerro del Andévalo (El)	97.115	96.304	- 811	19,2	16,7	- 2,5
Granado (El)	25.843	22.962	- 2.881	14,5	10,3	- 4,2
Paymogo	121.512	86.970	- 34.542	28,8	10,9	- 17,9
Sanlúcar de Gaditana	138.626	108.446	- 30.180	18,9	10,8	- 8,1
San Silvestre de Guzmán	34.390	22.863	- 11.527	14,8	7,5	- 7,3
Villanueva de las Cruces	46.136	40.743	- 5.393	21,9	13,7	- 8,2

La metodología seguida en este proyecto ha permitido caracterizar las coberturas de dehesa de encina a partir de ortofotos, y evaluar los procesos de cambio de cubierta (número de pies y fracción de cabida cubierta) para una secuencia temporal entre 1997 y 2002 en la comarca del Andévalo occidental. Ofrece una nueva propuesta en el campo de aplicación de las ortofotografías digitales georreferenciadas, haciendo posible la evaluación de los procesos de cambio de cubierta en una secuencia temporal determinada. La aplicación de este método proporciona una **herramienta nueva para analizar la pérdida de arbolado asociada a procesos de decaimiento forestal** de dehesas de encina no matorralizadas en grandes superficies. El diagnóstico en campo de los agentes bióticos asociados (enfermedades y plagas), podría ayudar a conocer los patrones temporales y espaciales de dichos agentes.





ESTUDIO FITOCLIMÁTICO DE LOS PROCESOS DE SECA EN ANDALUCÍA



Inicialmente se pensó que el principal factor de incitación en los procesos de Seca del género *Quercus* era la sequía.^{75,83} En la actualidad, se considera que este proceso parece estar más relacionado con el estrés hídrico resultante de combinar la precipitación y temperaturas. ***Las alteraciones sufridas por el clima en los últimos años tienen un claro reflejo en el empeoramiento del estado general de las coberturas vegetales*** y responden a un cambio climático^{4,37} que, en nuestro país, se caracteriza por una tendencia al aumento del estrés hídrico y una mayor irregularidad climática.^{4,76}

A lo largo del periodo 2003 - 2007 se ha realizado un estudio fitoclimático de la totalidad de los puntos que componen la Red Andaluza de Seguimiento de Daños Sobre Ecosistemas Forestales (Red Seda) reconstruyendo en cada uno estaciones meteorológicas simuladas, con resolución mensual, utilizando algoritmos GENPT³⁸. Esta red de estaciones permite analizar perfectamente las zonas donde la vegetación dominante es el encinar - alcornocal; es decir, principalmente en los fitoclimas IV₄, IV₂, IV₃, y de una forma más marginal en los IV(VI)₁, IV(VII), VI(IV)₁ y VI(IV)₂, propios sobre todo de zonas de montaña con pinsapos, pino laricio, melojos y encinares mas fríos y húmedos y, en el otro extremo, en los fitoclimas extrailicinos IV₁.³⁸

Se han analizado los cambios trascendentes, entendidos como modificaciones permanentes del subtipo fitoclimático compendial genuino. Los procesos de cambio global han producido variaciones y alteraciones en las variables fitoclimáticas que definen el rango de existencia de la especie. Estos cambios pueden originar desplazamientos y mortalidad en la vegetación actual al quedar la estación fuera del rango que permite la subsistencia de la especie.¹¹⁸

La red de estaciones ha detectado cambios en la estacionalidad de la precipitación y en las temperaturas que generan alteraciones abióticas y bióticas. Se ha puesto de manifiesto una pérdida general de la precipitación media anual cercana al 10% y una subida de las temperaturas medias que, con escasas excepciones, oscilaría entre 0,3° C y 0,5° C.

La mayor parte de la Red muestra una notable termicidad y, consecuentemente, la vegetación asociada puede sufrir un impacto importante ante el cambio climático. La valoración de la magnitud de este impacto sobre los taxones vegetales más importantes de Andalucía es el objetivo a conseguir mediante el análisis de los datos aportados por esta red de estaciones.

Definición de un modelo fitoclimático

Los procesos biológicos son tan complejos que, con los medios actuales, su descripción no es posible a través de modelos simples. La estructuración y definición, aunque sea estadística, de los límites de existencia de la vegetación real, permitiría que los modelos de aproximación se complementasen y enriquecieran. Se intenta ahora, basándose en las anteriores escuelas y metodologías, buscar un modelo nuevo de análisis fitoclimático con un enfoque muy flexible.

Un modelo lineal podría explicar suficientemente nuestros problemas. El modelo debe manejar bases de datos con información real y aplicarse sobre territorios, simulados por algoritmos, para aproximarse a un continuo según una serie de variables (Tabla 4).

Tabla 4. Directrices o variables de trabajo empleadas en la caracterización fitoclimática

<i>Nombre Variable</i>	<i>Descripción de las Directrices</i>
A	Precipitación global.
B	Temperaturas medias anuales, máximas y mínimas.
C	Temperaturas extremas.
D	Estacionalidad termo-pluviométrica.
E	Continentalidad - Oceanidad (por amplitud térmica, por altitud y por variabilidad térmica).
F	Altitud matizada por variables térmicas y ómblicas.

Nombre Variable	Descripción de las Directrices
G	Variabilidad térmica.
H	Estepicidad.
I	Mediterraneidad - Atlánticidad (efectos Centroeuropeos relacionados con la estacionalidad de precipitaciones).
J	Litoralidad (temperatura).
K	Aridez (intensidad, duración).
L	Ombricidad - Evapotranspiración real, de carácter global y estacional.
M	Limitación hídrica estival (precipitación mínima y sus relaciones con la temperatura).
N	Limitación hídrica invernal (heladas, innivación, relación entre precipitación invernal y temperaturas mínimas).
O	Convergencia rápida hacia los factores limitantes. Extremando las relaciones entre variables fitoclimáticas.
P	Fenología (temperatura invernal asociada a índices ómbricos estacionales).
Q	Aproximación al recinto fitoclimático real de existencia de los taxones.

A partir de estas directrices se han definido 63 parámetros fitoclimáticos³⁸ correlacionados con ellas. La elección se ha realizado atendiendo a criterios de manejabilidad y disponibilidad de datos.

Se ha considerado importante usar parámetros que permitan una aproximación máxima al recinto real de existencia de las especies.^{5,55} La base seleccionada identifica comarcas representativas y da una interpretación biogeográfica que no se habría podido alcanzar con conjuntos paramétricos más limitados.

El modelo debe permitir:

- Definir cuantitativamente la región de existencia en cada taxón, para que se puedan aplicar escenarios de cambio climático (refugios, distribución futura, etc.).
- Convertir distribuciones geográficas puntuales de los taxones en distribuciones territoriales y continuas usando algoritmos GENPT.
- Asociar, a cada punto seleccionado del territorio, una estación meteorológica y a cada estación meteorológica, real o simulada, un vector de vegetación.

- Definir regiones de existencia reales sin establecer ninguna hipótesis previa y con fitoclimas homogéneos, usando técnicas estadísticas que complementen a los subtipos fitoclimáticos y al modelo de vegetación potencial.^{1,117,119}

Una aplicación general de esta metodología se está realizando en Andalucía, ya que es la Comunidad Autónoma más afectada por el cambio climático, expresado a través del decaimiento de los *Quercus*. Se ha estudiado, entre otras numerosas especies, el decaimiento de la encina y el alcornoque en los escenarios globales de cambio climático según la aproximación de 1999 de la Fundación para la Investigación del Clima (FIC) y del INM¹²⁰. Las predicciones de los escenarios globales, que son más rápidos y fáciles de implementar que los locales de precisión, tienen un horizonte localizado en 2050 - 2080 en el que se contempla una subida homogénea de 2 °C, junto a diversos patrones de precipitación que oscilan en la banda $\pm 15\%$.

Escenarios de cambio climático y aplicación al alcornoque

36

El escenario denominado E-1 tiene un aumento de temperatura en 2°C y la precipitación se mantiene como la del período 1900 - 2003. No contempla modificaciones estacionales de la precipitación por lo que, según las estimaciones de los Modelos de Cambio Global, no parece probable que se implante. Los estudios realizados sobre los datos en el siglo XX muestran que fue un periodo altamente variable. Los valores de sus precipitaciones no han sido superados en este segundo milenio por lo que no se descarta que, localmente en la península ibérica, los efectos atlánticos y mediterráneos mantengan la media estacional de precipitaciones en el futuro como en el periodo entre 1900 y 2003.

El escenario E-2 tiene un aumento de 2°C y una pérdida general de precipitaciones, generalizada, de un 15%. Es un escenario que supera en un 5% a las pérdidas de precipitación que predicen los Modelos de Cambio Global para el 2050 en el mediterráneo occidental. Es un escenario más probable que el anterior.

El escenario E-3 tiene un aumento de 2°C y una subida estacional de precipitación en las cuencas. Es improbable, pero hay que considerarlo como primera respuesta a las aplicaciones locales de los Modelos de Cambio Global en España.¹²⁰

El escenario E-4 tiene un aumento de 2°C y un cambio estacional de precipitación en las cuencas, según el patrón definido entre 1980 - 2005. Este escenario mantiene una pérdida entre un 5 - 7% en la precipitación media, sin especificar las cuencas afectadas ni las frecuencias de sequías recurrentes. La permanencia de este régimen dependerá de las diferencias térmicas entre el atlántico y el mediterráneo. Por el momento, es el escenario más probable junto al E-2.

La elección de estos cuatro escenarios pretende cubrir todas las estrategias posibles dentro de las probables y es bastante seguro que el verdadero escenario que finalmente se establezca, se mantendrá dentro de estas consideraciones. Por tanto, un efecto final predecible podría corresponder a la intersección de todos los escenarios. **Los refugios serán aquellos lugares en los que las especies persistan bajo estas condiciones.**

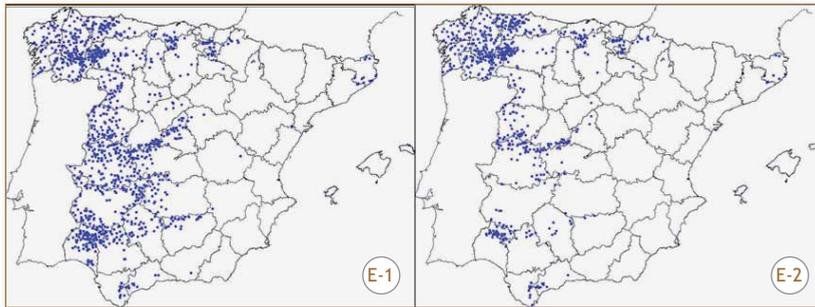


Figura 8. Escenarios E-1, subida homogénea de 2 °C de temperatura y precipitaciones como las actuales; y escenario E-2, subida de 2 °C de temperatura y disminución de la precipitación en un 15% en toda el área de distribución.

En estos escenarios (Figuras 8 y 9) se representan las estaciones españolas compatibles con los límites de existencia del alcornoque sobre suelos ácidos, como aplicación a unas de las formaciones vegetales más amenazadas por los procesos de decaimiento. Se representa el desplazamiento del alcornoque hacia estaciones que tienen compatibilidad con él en las 63 variables analizadas.

Los usos del territorio y la capacidad de desplazamiento de la especie decidirán donde será viable el alcornoque en los distintos escenarios. De forma general, se observa una tendencia al *desplazamiento del alcornoque hacia el norte y, en la mitad sur, tendiendo a instalarse en el pie de monte de los sistemas montañosos.*

En el escenario E-1 hay permanencia del alcornocal en una gran cantidad de sus enclaves andaluces naturales del norte. Toda Sierra Morena y Parque Natural de los Alcornocales estarían en condiciones de mantener esta especie. La zona onubense y gaditana podría perder parte de sus alcornocales de baja altitud.

En el escenario E-2 se muestra como principal característica la sensibilidad del alcornoque al régimen de precipitaciones. Hay una contracción general de su área y sólo los enclaves que mantienen precipitaciones altas pueden aguantar la subida térmica y su aridez asociada. El alcornoque se mantiene en Galicia y franja cantábrica, perdiendo algunas estaciones orientales y se deteriora en el resto, sobre todo en Extremadura y Andalucía. Mantienen sus núcleos más sólidos en Gredos, Parque Natural de los Alcornocales y Sierra Morena Occidental. En Cataluña también se debilita.

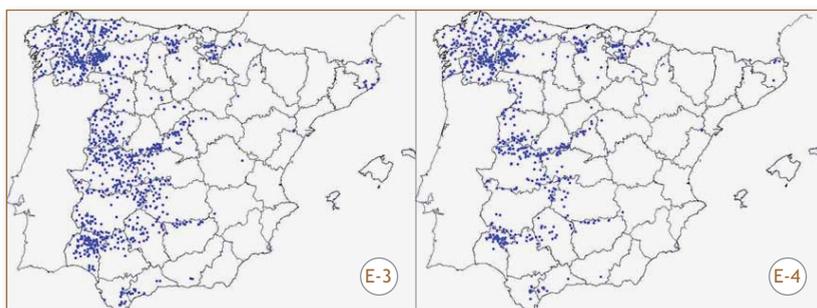


Figura 9. Escenarios E-3, Aumento de 2°C de temperatura e incremento de la precipitación occidental y Escenario E-4. Aumento de 2°C de temperatura y precipitaciones siguiendo la pauta 1980 - 2005.

El escenario E-3 sigue mostrando la sensibilidad de los alcornocales a las precipitaciones, ya que el análisis de los parámetros coloca a la especie fuera de sus límites actuales de existencia. Este escenario es muy parecido al E-1.

El Escenario E-4 es muy importante ya que es el actual. La pérdida de precipitación media no es muy grande (7%), pero la estacionalidad está fuertemente alterada por la fuerte caída de precipitaciones primaverales. En Andalucía y Extremadura se observa una mejora en el área de distribución con respecto al Escenario E-2. Este escenario supone el abandono progresivo del alcornocal en las zonas térmicas de Andalucía, manteniéndose en Sierra de Aracena, Sierra Morena y Parque Natural de los Alcornocales.

La intersección de todos los escenarios con un aumento general de 2°C da la posibilidad de establecer refugios para el 2050 con independencia del patrón de precipitaciones que se establezca, (Figura 10). Los lugares de refugio ocuparán en Andalucía, con excepción de Cádiz, altitudes típicas entre 400 y 800 m. y, salvo en el noroeste, abandonando prácticamente la banda próxima a la costa.



Figura 10. Estaciones refugio para el alcornoque en un escenario de intersección entre E-1 y E-4.

Aplicación de la Red Seda y del modelo fitoclimático al decaimiento de los *Quercus*. El alcornoque

La aplicación de la Red Seda junto con el modelo fitoclimático al estudio del decaimiento biótico de los *Quercus* concretado para alcornoque, puede permitir clarificar el deterioro de las masas en relación con determinadas patologías.

La reconstrucción de estaciones meteorológicas simuladas en los puntos de la Red Seda permite relacionar las variables ambientales que se obtienen de ellas con las evaluaciones procedentes de los árboles que componen cada uno de los puntos de la Red Seda.

La Red Seda realiza una valoración del estado fitosanitario del arbolado en cada uno de los puntos, identificando los agentes y cuantificando la contribución de cada uno de ellos a su estado vegetativo. El cruce de las bases de datos meteorológicas de cada punto, con las evaluaciones de los agentes bióticos permite definir posibles zonas de riesgo ante dichos agentes en función de la ubicación y características climáticas de la zona.

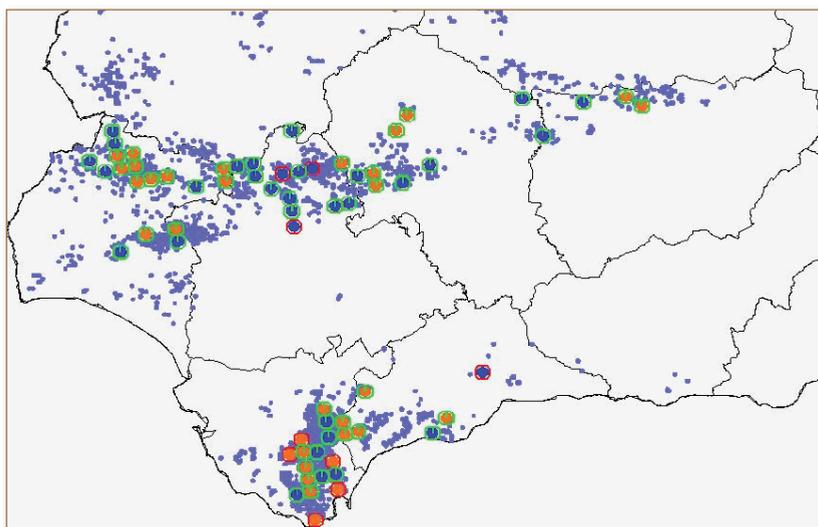


Figura 11. Distribución de alcornoque según el II Inventario Forestal. a) En naranja, los puntos donde se han detectado alcornoques con *Botryosphaeria* b) En rojo donde se han detectado alcornoques con *Biscogniauxia mediterranea*. c) En azul oscuro donde se han detectado alcornoques sin *Botryosphaeria* y d) en verde donde se han detectado alcornoques sin *Biscogniauxia mediterranea*.

En una primera aproximación existe una relación estadísticamente significativa entre la presencia - ausencia de *Botryosphaeria* y las variables climáticas. En este caso el análisis de las relaciones entre el índice ómbrico otoñal (IOO, que hace referencia al estrés térmico del otoño) muestra que es una variable significativa (más de un 99,9%). Esto supone que en zonas con IOO por debajo de 0,34 la infección es menos probable, mientras que en zonas con $IOO > 0,48$, la infección siempre aparece. Así, para valores altos de IOO la presencia de *Botryosphaeria* es mucho más probable, como sucede en Cádiz, Málaga y la zona más ómbrica de Huelva. La provincia de Sevilla, con IOO bajo, parece estar menos expuesta a la presencia de *Botryosphaeria* en el alcornoque.

Por otro lado, un análisis similar para *Biscogniauxia mediterranea* con la variable AIC (que relaciona la aridez anual con el índice de continentalidad no estacional) es significativo en más de un 95%. Los valores altos de AIC (mayor aridez) son proclives a la aparición de *Biscogniauxia mediterranea*, de forma que para $AIC > 2,6$ la probabilidad de aparición de *Biscogniauxia mediterranea* en alcornoque es ya muy alta.

Esto permite determinar que la forma del establecimiento de los procesos de decaimiento por chancros en alcornocales es diferente en *Biscogniauxia mediterranea* y en *Botryosphaeria*, por lo que las zonas más áridas con presencia de alcornocal (Sevilla y el oriente de Málaga) presentan *Biscogniauxia mediterranea*, mientras que tienden a excluir a *Botryosphaeria*. En las zonas con otoños más ómbricos sucede al revés; ya que, a priori, estos dos hongos parecen climáticamente complementarios.³⁸ Relaciones obtenidas similares a ésta permitirán justificar la toma de decisiones y planificar las actuaciones con un mayor detalle y rigor.



IV

LA SELVICULTURA COMO FACTOR DE PREDISPOSICIÓN EN EL PROCESO DE SECA

Según la terminología más empleada,⁷⁵ el factor de predisposición más importante en el proceso de Seca es de tipo selvícola.^{31,69,82} Las prácticas selvícolas aplicadas a las masas de *Quercus* son muy variadas tanto en forma como en intensidad. Por su posible influencia en el estado vegetativo del arbolado se deben destacar: podas, descorches, desbroces, laboreo del suelo y, en las dehesas, realización de cultivos, la gestión de los pastos y el pastoreo.

Las podas en encinares, alcornoques y dehesas

43

Las podas al arbolado son un tratamiento selvícola habitual en encinares y alcornoques. La selvicultura en dehesas se ha centrado más en labores culturales dirigidas al árbol, como las podas, en detrimento de la gestión dirigida a la masa.

La función principal de las podas en las encinas es la consecución de una estructura adecuada del árbol para la producción de bellota y obtención de leñas. El objeto de estos tratamientos en alcornoques es optimizar la producción de corcho. Estas labores suponen la realización de heridas, en distintos momentos durante la vida del árbol, que pueden afectar a su vigor y salud. ***De una correcta observación de las técnicas de poda puede llegar a depender la vida de muchas encinas y alcornoques.***

La necesidad de las podas de formación al comienzo de la vida del árbol, en especial en aquellas masas en espesura baja, no se pone en duda. Las podas de mantenimiento, muy habituales en las dehesas, afectan principalmente a ramas de pequeño calibre y son menos discutidas en el ámbito científico y técnico.^{16,17,80,112,149} Sin embargo, los altos costes económicos, el escaso valor de la leña y el ramón, los resultados poco concluyentes sobre los efectos en

la mejora de la fructificación^{16,17} y, especialmente, el papel tan importante que juegan en la entrada y transmisión de plagas y enfermedades obliga a cuestionar su interés ambiental y económico.

La Consejería de Medio Ambiente analiza desde el año 2001 el efecto de las podas de mantenimiento en el vigor del arbolado y en la producción, morfología y calidad de las bellotas en dehesas tipo, con un arbolado de encinas con niveles de defoliación ligeros y moderados.²⁹ Los resultados obtenidos en seis campañas de muestreo indican que la poda de mantenimiento no mejora la producción de bellotas de forma clara en dehesas de encina con densidades medias o bajas.^{16,17,19,34} Se detecta un ligero efecto positivo sobre el calibre de las bellotas, sin resultar significativas las diferencias observadas en los parámetros de calidad. No obstante, el aumento observado en el peso de la bellota el año siguiente a la realización de la poda, es de la misma magnitud que el observado los años de baja cosecha en la dehesa.³⁴

Las podas de mantenimiento no han mostrado un efecto negativo sobre el estado general del arbolado, evaluado mediante el nivel de defoliación de la copa, que se ha mantenido en niveles similares en las campañas muestreadas hasta ahora. Se ha observado, sin embargo, en algunos cortes de poda, la presencia de perforaciones producidas por insectos xilófagos principalmente en las dehesas de Huelva, Sevilla, Córdoba y Málaga.⁴³

Las podas sanitarias son uno de los tratamientos realizados con mayor frecuencia en los focos de Seca para intentar recuperar el arbolado y limitar la difusión de plagas y algunas enfermedades. Suelen ser intensas, realizándose a menudo sobre ramas gruesas, y producen en el árbol un desequilibrio que puede provocar la aparición de brotes chupones.

El papel de las podas sanitarias en la recuperación de arbolado con distinto grado de decaimiento, también es un campo sobre el que la Consejería de Medio Ambiente viene realizando estudios desde 1999. Se eliminaron todas las ramas secas o moribundas, con presencia de perforaciones de insectos xilófagos, chancros, lesiones, corteza necrosada y ramas defoliadas. Las heridas se sellaron con un producto cicatrizante a la vez que fungicida - bactericida y se eliminaron de la explotación todos los restos de poda.

Las observaciones realizadas con posterioridad a la actuación ponen de manifiesto que el grado de defoliación de la copa se ha mantenido sin encontrar diferencias en las tendencias entre árboles podados o no poda-

dos. Cuando se ha detectado un empeoramiento del estado de la masa se ha debido más al incremento en la defoliación de árboles cuyas copas eran muy frondosas a principios del estudio, que al deterioro o la muerte de árboles muy defoliados.⁴⁰

Estos mismos resultados se obtienen del análisis de los crecimientos del arbolado. No se detectan diferencias significativas que permitan hablar de un posible efecto a corto plazo de la poda sanitaria sobre el desarrollo y la morfología de los brotes y, por tanto, de la posible evolución del grado de defoliación de la copa. El desarrollo de los ramillos procedentes de árboles podados y no podados, independientemente del grado de defoliación previo del árbol, es similar.^{12,41}

Conviene resaltar que, en las evaluaciones realizadas en campo, no se ha observado presencia de perforaciones producidas por insectos xilófagos en las heridas de poda sobre las que se ha aplicado un producto sellador. Este hecho, unido a lo observado en numerosas explotaciones de dehesa en las que no se usan productos cicatrizantes, permite afirmar que ***la aplicación de productos protectores a los cortes de poda puede constituir una barrera eficaz que evita la invasión de insectos xilófagos.***

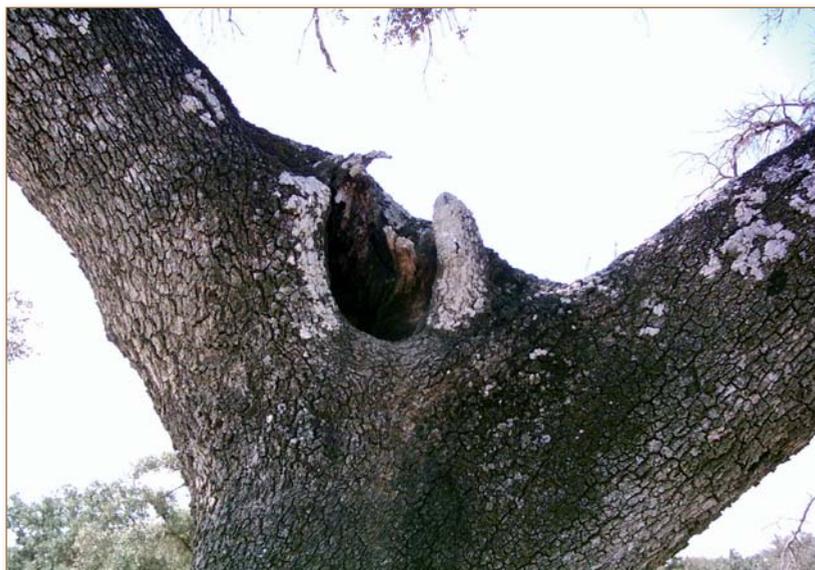


Figura 12. Presencia de oquedades en encina fruto de podas mal realizadas hace unos 30 años.

Los descorches en monte alcornocal

El monte alcornocal ha sido estudiado en numerosos trabajos descriptivos tanto en nuestro país como en Portugal y, en menor medida, en otros países del área mediterránea.^{7,79,81,150} Sin embargo, y aunque pueda parecer sorprendente, existe un notable déficit de información sobre su silvicultura, en particular del efecto de la misma en el aprovechamiento del corcho, en la longevidad y vigor del arbolado.^{78,79,142}

El efecto producido por el descorche sobre el estado del árbol está condicionado por el aumento de la pérdida de agua a través de la superficie expuesta, que induce una reducción de la actividad estomática.^{26,150,151} Se produce la muerte del tejido expuesto, con la consecuente formación traumática de una peridermis aproximadamente a los 30 días tras la pela.

El crecimiento leñoso de la planta se ve afectado por la extracción del corcho. Según algunos autores⁵⁸ la pela se traduce en una reducción del crecimiento diametral y una alteración anatómica, aunque otros trabajos han puesto de manifiesto un gran crecimiento diametral en los años siguientes al descorche.^{21,150}

Los resultados obtenidos en los estudios realizados por la Consejería de Medio Ambiente en el Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz) indican que el descorche no afecta de forma sustancial al crecimiento diametral. Los árboles descorchados muestran inicialmente un desarrollo diametral algo menor, aunque esta situación se compensa en los siguientes años reflejando un cambio de ritmo de crecimiento tras el estrés que

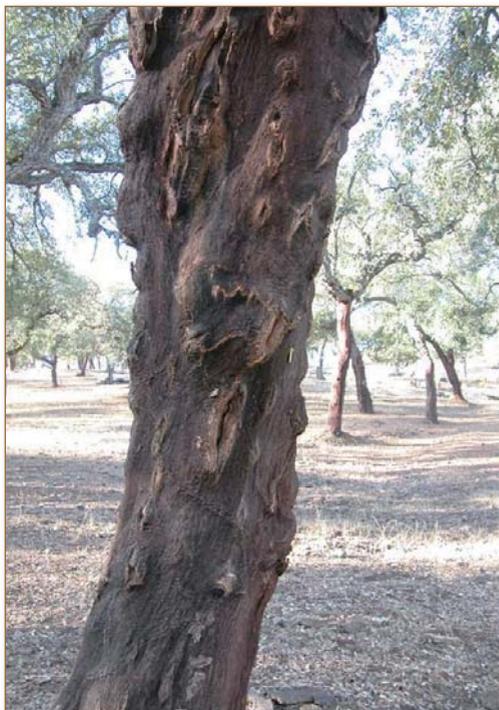


Figura 13. Daños en el arbolado como consecuencia de un mal descorche.

supone el descorche.^{92,99} No hay duda, sin embargo de que ***el árbol, después del descorche, es más susceptible al fuego y a los ataques de plagas y enfermedades.***¹⁵⁰ Un adecuado descorche requiere de una serie de consideraciones de enorme relevancia para el mantenimiento del monte alcornocal, más acentuadas en los casos en que se haya observado un decaimiento más o menos generalizado del arbolado.

Los desbroces en monte alcornocal

Los desbroces son una práctica tradicional realizada con un objetivo silvo-pastoral o bien para facilitar la saca de los productos, pero cuya utilidad como tratamiento selvícola no es clara. Tradicionalmente, la supresión del matorral, se ha considerado favorable para el arbolado ya que reduce durante algún tiempo la competencia por el agua y nutrientes y reduce el riesgo de incendio.

Los estudios sobre la influencia del desbroce y el pastoreo sobre el crecimiento apical del alcornoque muestran que, en las zonas sometidas a desbroce y, más significativamente, en las sometidas a desbroce y pastoreo, el desarrollo apical de los árboles es mayor.²⁰ Los resultados procedentes de los ensayos de campo realizados por la Consejería de Medio Ambiente han puesto de manifiesto un aumento significativo del crecimiento diametral de los alcornoques tras un desbroce pleno. Sin embargo, estas diferencias se atenúan hasta desaparecer en las mediciones siguientes, indicando que este efecto inmediato del desbroce, liberando nutrientes y reduciendo la competencia, se ve mitigado por el proceso de recuperación de la vegetación, aunque éste sea incipiente.⁹²

Los desbroces continuados e intensos pueden dar lugar a importantes pérdidas de vigor en alcornoques.^{69,79,109,150} Si los desbroces se hacen coincidir con los descorches, se observa una influencia negativa sobre el crecimiento diametral del alcornoque.^{92,99} Algunos autores señalan, incluso, que los distintos tratamientos (rozas, laboreos, fertilizaciones, etc.) no mejoran la producción de corcho ni las condiciones del regenerado.^{78,80}

Los desbroces totales pueden llegar a considerarse perjudiciales para la regeneración del alcornocal.⁷⁹ Se desaconseja su realización en repoblaciones de alcornoque por la elevada temperatura e intensa evaporación que

se produce en el suelo durante el periodo estival llegando a morir árboles durante el primer o segundo año de su plantación.¹⁵⁰ Se ha sugerido, incluso, un efecto negativo de los desbroces sobre el comportamiento microclimático del suelo.³⁶



Figura 14. Desbroce selectivo en monte alcornocal.

El origen de la masa

La influencia del origen de la masa es uno de los aspectos más controvertidos de la silvicultura de especies del género *Quercus*. Se recomienda la regeneración de las masas como montes altos frente a los chirpiales a fin de asegurar un buen estado de vigor de los árboles.

El origen de muchos de nuestros montes es difícil de definir. El uso al que han sido sometidos ha variado con el tiempo comprometiendo o impidiendo, en muchos casos, la propia regeneración lo que ha conducido a montes envejecidos. Sin embargo, hay un enorme vacío de estudios científicos que den respuesta a estas cuestiones.⁵⁷ Podemos preguntarnos ¿Cuál es el origen de los montes de encinar - alcornocal de Andalucía? ¿El origen de la masa está comprometiendo su estado de vigor y, por tanto, es un elemento deter-

minante en los procesos de decaimientos forestal? ¿Puede la selvicultura por sí sola revertir este proceso? Las respuestas a estas preguntas pueden enmarcar futuras líneas de trabajo de la Consejería de Medio Ambiente.

En muchas de las masas de *Quercus* resultaría recomendable tratamientos de conversión⁶¹ a montes medios o, preferiblemente, a montes altos mediante resalvos de conversión, reducción de la biomasa existente, realces y ordenación del aprovechamiento ganadero.

Pastos, cultivos y gestión del pastoreo

La gestión de los pastos y cultivos y el aprovechamiento ganadero tienen efecto sobre la vitalidad del arbolado y su regeneración. ***El ganado actúa directamente disminuyendo el potencial regenerador al consumir tanto las bellotas como los brinzales y chirpiales***, e indirectamente por las modificaciones que la defoliación continuada de los pastos y el pisoteo, producen en las condiciones microclimáticas y edáficas. Si el aprovechamiento ganadero se realiza de forma adecuada estos efectos no deben comprometer la vitalidad de las encinas y alcornos ni su persistencia en el tiempo si no que, en muchas ocasiones, pueden verse claramente beneficiados.²⁰

La intensificación ganadera de las dehesas con aumentos en la carga y en el carácter sedentario del ganado, ha dado lugar a que muchas de ellas hayan sido sobrepastoreadas. Así, esta situación, junto con el aumento en los últimos años de la superficie cultivada y el acortamiento de los periodos de descanso entre cultivos, son la causa de la práctica ausencia de regenerado en muchas fincas.^{25,29,39,112,114}

El sobrepastoreo produce cambios, más o menos difusos, en las condiciones edáficas y microclimáticas, que pueden afectar al establecimiento del nuevo arbolado y al estado vegetativo del ya presente. Puede, incluso, crear condiciones favorables para el desarrollo y avance de agentes fitopatógenos como es el caso de la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi*.

El aumento de la compactación del suelo, disminuyendo la porosidad,^{113,152} origina una mayor resistencia mecánica al crecimiento de las raíces.^{28,56} Esta situación se traduce en una disminución de la velocidad de infiltración del agua,¹¹³ de la conductividad hidráulica y del drenaje del suelo.⁶⁰ La presión del animal en pastoreo es superior a la realizada por maquinaria cuando

el animal está en movimiento. La compactación por pastoreo sólo afecta a las capas más superficiales,³⁰ aunque en suelos húmedos o recientemente cultivados, pueden extenderse en profundidad.⁵⁹

Las experiencias llevadas a cabo por la Consejería de Medio Ambiente en dehesas pastoreadas han puesto de manifiesto que la compactación del suelo producida por el ganado ovino se limita a los 5 primeros centímetros, siendo aún más superficial cuando el pastoreo lo realiza el ganado porcino y situándose a mayor profundidad cuando pasta ganado vacuno.^{48,70} En zonas acotadas al pastoreo durante cuatro años se produce una recuperación del horizonte superficial del suelo, presentando un máximo de compactación a 15 - 20 centímetros de profundidad como recuerdo de antiguas labores. Por tanto, ***el perfil superficial de un suelo compactado por el pisoteo del ganado puede volver a recuperarse tras un periodo sin actividad ganadera.***^{9,140}

El pastoreo altera el ciclo de los nutrientes en el suelo al modificar las entradas, salidas y transformaciones de los mismos. En las zonas pastadas, el aporte al suelo de materia vegetal senescente, disminuye considerablemente ya que una parte importante de los pastos es consumida.⁴² Por el contrario, el pastoreo incorpora nutrientes a través de las deyecciones del ganado.

50

El pastoreo modifica el valor del pH del suelo, la acidez del suelo es menor en ausencia de pastoreo.¹⁰⁴ Las experiencias realizadas señalan como, tras cuatro años de ausencia de pastoreo, el pH del suelo se incrementa en 0,44 unidades.⁴⁵ La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) es un parámetro que indica la fertilidad del suelo mostrando, en las zonas acotadas al pastoreo, valores mayores. Tras cuatro años sin ganado la C.I.C ha llegado a ser aproximadamente un 18% mayor que en las zonas vecinas que mantienen pastoreo. Los cationes de cambio más sensibles al pastoreo son el calcio, el sodio y el potasio, mostrando las zonas sin pastoreo valores más altos de los dos primeros. Las zonas pastoreadas presentan valores elevados de potasio.⁵⁴

Tradicionalmente las estrategias de mejora de los pastos llevadas a cabo en la dehesa se han basado en la gestión del pastoreo, fertilización e introducción de especies más productivas y de mayor calidad. En general, ***los suelos de las dehesas son ácidos, con bajo contenido en materia orgánica y pobres en nutrientes*** y, sin pretender restar importancia a otras deficiencias que se puedan presentar, el elemento que limita en mayor medida la producción y calidad de los pastos es el fósforo.⁴⁶

La mejora de los pastos tiene repercusión en el vigor del arbolado y en la severidad con la que se pueden manifestar algunas enfermedades. Existe una correlación significativa y positiva entre el contenido en potasio y fósforo asimilable en suelo y la frondosidad de la copa de encinas y alcornoques.⁴⁶ Los árboles con alto grado de defoliación recuperan en menor tiempo su copa cuando vegetan en suelos que tienen una dotación normal o alta en estos elementos.¹⁸ Por tanto, cabe recuperar las fertilizaciones fosfóricas, potásicas y las enmiendas calizas (que aminoran el impacto del pastoreo sobre la acidez del suelo) no solo para mejorar la producción de los pastos en la dehesa, sino también para mantener el arbolado en buenas condiciones.

En las dehesas con presencia de *P. cinnamomi* en suelo y a fin de limitar su dispersión, se debe evitar el laboreo. Además, no se deben establecer cultivos susceptibles a esta infección radical, como es el caso de el altramuza amarillo (*Lupinus luteus* L.) que multiplica el inóculo en el suelo aumentando el número de sus esporas de resistencia.⁴⁷



Figura 15. El pastoreo continuado con cargas ganaderas elevadas, aparte de eliminar la regeneración del arbolado, modifica las condiciones del suelo. Entre los efectos cabe citar la compactación de las capas superficiales que disminuye la velocidad de infiltración del agua, pudiendo afectar a la vitalidad del arbolado adulto.

El estado selvícola de las masas de *Quercus*

En la actualidad podemos afirmar que la situación actual en muchas zonas de encinar-alcornocal se caracteriza por:

- Un envejecimiento generalizado del arbolado, con pies explotados intensivamente durante periodos muy prolongados, que en muchos casos superan los 200 años.
- Una ausencia casi total de regeneración, debido al sobrepastoreo, al cultivo o al descuido de los propietarios de asegurar un reemplazo adecuado de los pies senescentes o decrépidos.
- Presencia de árboles con daños o heridas producto de malas prácticas culturales como podas excesivas, daños mecánicos, pudriciones parciales, etc.
- Acumulación de biomasa en el monte por falta de cuidados culturales o por el abandono total o parcial de aprovechamientos.
- Árboles con un importante desequilibrio estructural y que acumulan una cantidad de biomasa inadecuada al haber estado sometidos a un aprovechamiento, ya abandonado, que ha influido sobre su crecimiento y forma de colonizar el terreno.

52

La mala ejecución de los trabajos selvícolas o su abandono pueden actuar como un factor de predisposición en los procesos de decaimiento y, en consecuencia, la selvicultura puede entenderse como un elemento preventivo en este tipo de daños. Es necesario incorporar la situación de decaimiento forestal como un factor importante en la selvicultura y ordenación de montes, buscando la mejora del estado vegetativo del arbolado y su adecuada regeneración.

La Consejería de Medio Ambiente está elaborando un Manual de Buenas Prácticas para la Gestión de Explotaciones Afectadas por Seca como complemento del *Plan Técnico de Gestión para Explotaciones Silvopastorales*^{87,88} propuesto para la gestión integral de la dehesa. En ambos documentos se insiste en la necesidad de identificar, planificar y definir todas las actuaciones necesarias para el control de daños de Seca en cada explotación.

El Plan Técnico es un documento esencial si se quiere realizar una acción coordinada y eficaz, tanto en el ámbito técnico como administrativo, y

supone una garantía de buena gestión y de continuidad ante la sociedad, justificando las ayudas y exenciones fiscales que pueda percibir una explotación. La existencia de una asistencia técnica apropiada para las explotaciones permitiría la realización de un Plan adecuado y ajustado a las necesidades.⁸⁷



Figura 16. Distribución de las Asociaciones de Tratamiento Integral (ATRIAS) de dehesa en Andalucía.

En un marco más amplio, se está promoviendo la creación de Asociaciones de Tratamiento Integral en encinares y alcornoques, como sistema de organización de propietarios eficaz para mejorar la selvicultura y el estado sanitario de nuestros montes.⁹⁶ Las asociaciones coordinan las solicitudes de ayudas de particulares en sus diferentes modalidades vigentes (Consejería de Medio Ambiente en decreto 312/1998, de 17 de febrero de 1998 - BOJA núm. 35 de 28 de marzo de 1998 y sucesivas; Consejería de Agricultura y Pesca en orden de 6 de abril de 1999-BOJA núm. 50 de 29 de abril de 1999).



V

ENFERMEDADES ASOCIADAS AL DECAIMIENTO DE ENCINAS Y ALCORNOQUES EN ANDALUCÍA



Las investigaciones dirigidas a enfermedades vinculadas a los procesos de decaimiento de *Quercus* spp. en Andalucía se vienen desarrollando desde 1998 en colaboración con el Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba.¹⁴⁵ Actualmente las líneas de trabajo que la Consejería de Medio Ambiente mantiene se dirigen al control y prevención.

Podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands

55

Phytophthora cinnamomi es uno de los hongos patógenos de plantas leñosas más destructivos del mundo. **Causa la muerte masiva de las raíces absorbentes, reduciendo la capacidad del árbol para absorber agua y nutrientes y ocasionando síntomas foliares parecidos a los de la sequía.** En ocasiones, los árboles infectados se colapsan repentinamente (síndrome de muerte súbita o apoplejía), aunque en otros casos sobreviven durante varios años (síndrome de muerte lenta).^{128,129,131}

Sintomatología y distribución: Los efectos de la actividad del hongo se manifiestan sobre áreas generalmente extensas, mostrándose los síntomas sobre una gran parte de los árboles allí situados. Estos focos se ubican preferentemente en valles o depresiones topográficas y zonas estacionalmente inundables, aunque también se localizan en suelos alterados, como márgenes de caminos y áreas con una alta carga ganadera. **La enfermedad puede presentarse bajo una amplia gama de circunstancias, desde suelos profundos, húmedos y llanos hasta montes con fuertes pendientes y suelos poco profundos.**^{124,128,129,130,131,135}

Los síntomas aéreos de la enfermedad (clorosis, marchitez foliar, defoliación, puntisecado de ramas, etc.) son consecuencia de la muerte radical y/o ausencia de raíces absorbentes.^{128,129,131,143,145}



Figura 17. Aspecto de una dehesa con daños atribuidos a *Phytophthora cinnamomi*.

La Consejería de Medio Ambiente ha realizado prospecciones fitopatológicas en las provincias más afectadas por el decaimiento (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla). El hongo se encontró asociado a la podredumbre radical de encinas y alcornoques en un alto porcentaje de los focos de Seca, especialmente aquellos localizados en Huelva.^{49,124,144} La actividad de este hongo trasciende el complejo de agentes implicados en los procesos de decaimiento, siendo un patógeno de capital importancia por sí sólo. Es decir, ***aquellas masas afectadas por este agente no se deberían considerar como decaimientos***, entendidos como la actividad conjunta de una serie de agentes, sino como afectados por una enfermedad causada por un único agente y extremadamente peligrosa.

El seguimiento realizado a los focos muestra que el estado vegetativo del arbolado ha ido empeorando, apareciendo síntomas en árboles que al inicio del estudio no los mostraban.^{128,130,131} Por tanto, a la hora de abordar el control de la enfermedad, se ha de incidir tanto en los tratamientos preventivos del arbolado asintomático como en los tratamientos curativos de los árboles poco afectados.



Figura 18. La muerte de raíces absorbentes provoca un decaimiento de la parte aérea del árbol que puede llegar a matar al arbolado en un plazo de tiempo extremadamente breve.

Caracterización de aislados: La caracterización morfológica, fisiológica y molecular de los aislados de *P. cinnamomi* procedentes de encinas y alcornoques ha mostrado la existencia de dos poblaciones distintas del patógeno.

En los primeros estudios morfológicos, se detectaron dos formas distintas de micelio.³¹ En un principio se pensó que estas diferencias podrían estar asociadas al huésped de origen,^{131,135} sin embargo, nuevos análisis sobre aislados de diferentes zonas de Andalucía, mostraron que las diferencias estaban asociadas con el origen geográfico de los aislados.¹⁵ Los estudios fisiológicos realizados sobre cada tipo de micelio han puesto de manifiesto diferencias en las temperaturas de crecimiento. Estos resultados sugieren una mayor adaptabilidad de uno de los aislados frente al otro para sobrevivir a un rango más amplio de temperaturas. La caracterización molecular de los aislados ha mostrado que cada uno corresponde a poblaciones genéticas diferentes.¹⁵ Sin embargo, no se ha podido demostrar ninguna diferencia de patogenicidad entre ellas cuando se han realizado experimentos de inoculación artificial en condiciones óptimas para la infección y el desarrollo de la enfermedad.^{15,130}

Se puede concluir que **existen dos poblaciones diferentes de *P. cinnamomi* que causan podredumbre radical de los *Quercus* en Andalucía.** Una

de ellas, muy agresiva y procedente de Portugal, predomina en la provincia de Huelva y se considera que actúa, en la mayoría de los casos, causando una enfermedad de etiología simple. La segunda población se localiza en la zona central de Andalucía, siendo un factor más del decaimiento de los *Quercus*, sin haberse extendido hacia Andalucía oriental debido a condiciones ambientales menos propicias.

Epidemiología: Los estudios epidemiológicos realizados tienen como objetivo establecer un protocolo que permita una aplicación racional de los métodos de control. El desarrollo de un método eficaz para cuantificar los propágulos de *P. cinnamomi* fue el punto de inicio para el desarrollo de estas estrategias de control.^{63,124}

A fin de establecer el efecto que los factores ambientales y del huésped tienen en el establecimiento de la infección y en el desarrollo de los síntomas fue necesaria la puesta a punto de técnicas de inoculación eficaces.^{128,130,131,134} La infección tiene lugar en un amplio rango de temperaturas (desde 5 a 35 °C) sin que se hayan observado diferencias significativas en la severidad de los síntomas radicales (podredumbre) ni foliares (marchitez y defoliación) en función de la temperatura ambiente.¹⁵

El exceso de agua en el suelo es la condición fundamental que favorece la infección de las raíces acelerando el desarrollo de los síntomas.¹³⁴

Por ello en suelos pesados, arcillosos, con gran capacidad de retención de agua y tendencia al encharcamiento, la enfermedad radical es más severa. Sin embargo, en igualdad de condiciones hídricas, la composición del suelo (arenoso o arcilloso) no tiene influencia en la tasa de infección ni en su severidad.¹⁵

Control: El control de *P. cinnamomi* es complicado debido a la amplia gama de huéspedes, a la longevidad de sus estructuras de resistencia en el suelo y al período, a veces largo, entre el establecimiento de la infección y la manifestación de síntomas foliares.

Los métodos de control químico, como la aplicación de fungicidas, deben ser respetuosos con el medio ambiente, estar debidamente autorizados y ser compatibles con cualquier otra práctica cultural y/o biológica. Existen en el mercado diversos fungicidas sistémicos eficaces en el control de *Phytophthora* spp., aunque la información sobre su eficacia en el patosistema *P. cinnamomi* / *Quercus* es aún escasa.^{48,50,135}

La Consejería de Medio Ambiente ha evaluado la actividad de fungicidas sistémicos (fosfitos) y productos fertilizantes (fosfatos) en condiciones controladas. Los resultados obtenidos en laboratorio al aplicar al suelo los fosfitos muestran como se reducen significativamente los síntomas de la enfermedad, revelando una elevada eficacia preventiva y curativa.^{100,101,102} Sin embargo, los ensayos con fosfito potásico en campo mediante inyección al tronco,⁵⁰ generaron **resultados variables, no deteniéndose en todos los casos el desarrollo de la enfermedad.**¹³⁵



Figura 19. Ensayo en campo de fosfito potásico mediante inyección al tronco para determinar el efecto sobre el arbolado y el desarrollo de la enfermedad.

Se continúan realizando investigaciones a fin de determinar qué productos, dosis, métodos y frecuencias de aplicación ofrecen garantías de efectividad para el control de la podredumbre radical.

Actualmente se está trabajando en nuevas líneas de investigación como la selección de individuos resistentes, biofumigaciones (enterrado en verde de

distintos cultivos) y empleo de varios tipos de estiércoles. También se ha comenzado el estudio de enmiendas inorgánicas que puedan crear suelos supresivos para el patógeno.

Otros hongos oomicetos asociados al decaimiento de los *Quercus*

A partir de muestras de suelo y/o raíces se han obtenido, ocasionalmente y con bajas frecuencias de aislamiento, otras especies de *Phytophthora*, como *P. megasperma* Drechsler y *P. drechsleri* Tucker¹³⁵ así como una especie no identificada denominada *Phytophthora* sp.¹³⁵ En tests de patogenicidad, los aislados de *Phytophthora* sp. resultan tan patogénicos como los de *P. cinnamomi*, siendo más agresivos en encina que en alcornoque.^{130,135}

Recientemente se han identificado dos nuevas especies de *Pythium* aisladas de encinas y alcornoques afectados de decaimiento: *Pythium spiculum*¹⁰⁸ y *Pythium sterilum*.⁸ Desde 2003, *Pythium spiculum* se viene aislando frecuentemente de raíces y rizosfera en el sur de España y Portugal.¹²³ Los síntomas aéreos observados fueron siempre inespecíficos y similares a los que causa *P. cinnamomi* pudiendo también matar al árbol.¹²³ Estos microorganismos, *Pythium spiculum* y *Phytophthora cinnamomi*, pueden sobrevivir juntos sin competir en la colonización de las raíces de los *Quercus*, y ésta es una cuestión que actualmente se está investigando.

Los tests de patogenicidad realizados en condiciones controladas han demostrado que ***Pythium spiculum* es un patógeno agresivo de las raíces de encina**, aunque produce síntomas significativamente menos severos que *P. cinnamomi*.¹²³ Se han detectado diferencias de virulencia entre distintos aislados de *Pythium spiculum* e incluso aquellos menos agresivos, son capaces de infectar la raíz de los *Quercus* y causar la enfermedad.¹²³ *Pythium spiculum* debe ser tenido en cuenta como un factor de decaimiento, sobre todo en aquellos casos en los que los síntomas de podredumbre radical no se asocian a la presencia de *P. cinnamomi*.

Chancros causados por *Botryosphaeria*

Botryosphaeria corticola Phillips es un hongo ascomiceto causante de chancros. Se ha descrito como el principal agente fúngico asociado al decaimiento de *Quercus* en Italia,^{115,116} Marruecos,³³ y nordeste español.^{73,74} Sin embargo ningún autor hacía referencia a la actividad de este hongo en

Andalucía ni sobre su posible implicación en el decaimiento de encinas y alcornoques.

Sintomatología y distribución: Las prospecciones realizadas por la Consejería de Medio Ambiente en Andalucía sobre masas afectadas de decaimiento detectaron la presencia de *Botryosphaeria corticola*. **Los chancros, si se localizan en las ramillas, provocan síntomas foliares muy inespecíficos tales como amarillez, empardecimiento y marchitez.** Estas lesiones aparecen como zonas alargadas necróticas, que se hacen más visibles al retirar la corteza externa.^{132,133}

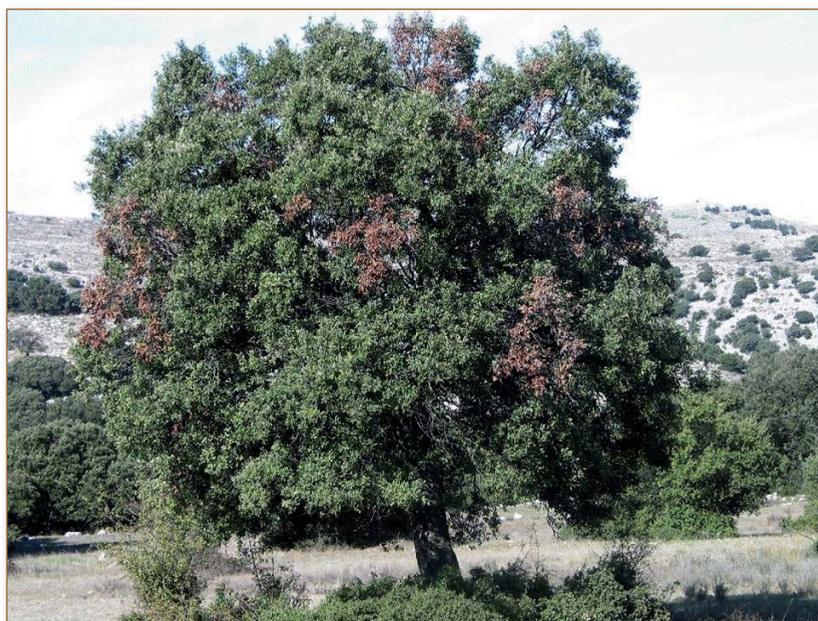


Figura 20. Copa de encina muy afectada por el hongo *Botryosphaeria corticola* y que no sufre decaimiento.

Los chancros causados por este hongo sobre troncos sólo se han detectado en alcornoques, a veces asociados a las líneas de descorche. Las lesiones provocadas aparecen como hinchazones o abultamientos en el corcho de 5 a 20 cm. de longitud, con una grieta central que deja al descubierto la casca necrosada y un desarrollo muy pobre del corcho que queda circundado por los abultamientos. El área afectada adquiere un aspecto aplanado que puede hacer perder al fuste su forma cilíndrica normal.¹³³ A pesar de

que la superficie de tronco afectada puede ser extensa, en Andalucía no se ha registrado ningún caso de anillamiento que diera lugar a la muerte del alcornoque, al contrario que en Cataluña.⁷⁴

Etiología: A partir de muestras de las cuatro provincias andaluzas más afectadas por el decaimiento (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla), se aislaron tres especies diferentes de hongo asociadas a chancros de ramas en encinas y alcornoques: *Botryosphaeria corticola* (anamorfo *Diplodia corticola*),⁶ *B. iberica* (anamorfo *Dothiorella iberica*)¹¹⁰ y *Botryosphaeria dothidea* (anamorfo *Fusicoccum aesculi*).

La inoculación sobre ramas cortadas indica que las tres especies presentan una gran capacidad para infectar y sobrevivir en el tejido cortical debilitado, actuando como patógenos de debilidad o saprofitos oportunistas. Sin embargo, los resultados obtenidos en inoculaciones sobre árboles sanos en campo, sugieren que **la debilidad del huésped no es necesaria para que se desarrollen las lesiones**.

Aunque las tres especies originaron chancros, únicamente *B. corticola* fue capaz de producir el anillamiento, marchitez foliar y muerte de la rama.¹³² El desarrollo de los chancros está claramente favorecido por las altas temperaturas. Los resultados de los ensayos muestran que *B. corticola* es un patógeno primario de *Quercus* en Andalucía, al igual que sobre alcornoque en Cataluña⁷³ y para diferentes especies de *Quercus* en Italia.⁵² *B. iberica* y *B. dothidea* actúan principalmente como factores de decaimiento, causando lesiones en ramas de árboles debilitados.^{132,133}

Control: **Las medidas de control de chancros deben ser preventivas ya que, una vez presente la lesión, las acciones curativas son ineficaces.** Debido a que no es posible impedir el estrés del descorche, la saca debe realizarse de manera que se reduzca al mínimo las posibilidades de establecimiento y dispersión del patógeno. Para ello el control del momento de la pela, la minimización de heridas en la casca, la desinfección de las herramientas y el sellado de las heridas de poda es fundamental.

La Consejería de Medio Ambiente se encuentra desarrollando estudios sobre la pulverización de la superficie recién descorchada con productos fungicidas como medida preventiva. Estos productos pueden ser sistémicos (absorbibles por la casca), protectores (no absorbibles) o mezcla de ambos. Aún están en fase experimental, aunque los resultados son prometedores.^{98,124}

Los resultados obtenidos muestran que los fungicidas sistémicos de la familia de los bencimidazoles, y también, aunque en menor medida, los fungicidas protectores de cobre, aplicados a la casca inmediatamente tras el descorche, dan lugar a una reducción significativa en el número de lesiones y en el tamaño de éstas. Si la aplicación se demora 24 horas tras la pela, estos mismos productos ya no resultan eficaces.¹²⁴ Por tanto se determina **el momento del descorche como la fase crítica para el establecimiento de las infecciones**. En la actualidad se continúan con los ensayos hasta conseguir resultados que por su efectividad y aplicabilidad sean generalizables y puedan ser avalados por la Consejería de Medio Ambiente.

El control biológico de la enfermedad, utilizando microorganismos que han resultado antagonistas del patógeno en experimentos *in vitro*, no se ha mostrado eficaz en condiciones de campo.

Chancro carbonoso causado por *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze (≡ *Hypoxyton mediterraneum*)

El chancro carbonoso, causado por *Biscogniauxia mediterranea* (≡ *Hypoxyton mediterraneum*), es una enfermedad ampliamente distribuida en toda la cuenca mediterránea y ha sido destacado en Italia como un factor contribuyente en el decaimiento de los *Quercus*.¹¹⁶ En España la enfermedad se conoce desde 1963, pero pasó prácticamente desapercibida hasta 1985 cuando se denunciaron graves daños en encinas y en alcornoques.¹⁴¹ Más recientemente, el chancro carbonoso ha sido asociado con el decaimiento de los *Quercus* en Andalucía.^{88,129}

Sintomatología y distribución: El síntoma característico es la aparición de placas carbonosas visibles a través de grietas de la corteza. Las placas aparecen en ramas y zonas muertas del tronco y en leñas. La infección, tradicionalmente, se ha asociado a la presencia de heridas de poda y descorche.¹⁴¹ Sin embargo, en la actualidad, se considera a este hongo como un endofito habitual en *Quercus*^{10,23,24,66,77,116} y que, ante la debilidad o decaimiento del árbol, pasa a la fase patogénica.^{64, 66,147}

Aunque la presencia de heridas en la corteza puede favorecer la infección, **las esporas de *B. mediterranea* son capaces de infectar ramas debilitadas de encina y alcornoque aun con ausencia de heridas**.⁶⁶

El crecimiento del hongo y la formación de la capa carbonosa tiene lugar en grietas ya existentes, no desarrollándose en ningún caso bajo la corteza intacta. No se asocia a la presencia de secreciones.^{65,131}

Se atribuye a *B. mediterranea* la capacidad de degradar el leño y producir la rotura de la rama afectada.¹²⁴ En la actualidad se considera que, si bien el estroma de *B. mediterranea* puede encontrarse sobre madera en descomposición, cuando el leño no ha sufrido aún los procesos de degradación de hongos de podredumbre, permanece inalterado aún después de la formación del carbón.⁶⁵



Figura 21. El chancro carbonoso causado por *Biscogniauxia mediterranea* puede tener un importante desarrollo exterior si se asocia a estados de debilidad del arbolado

Los muestreos realizados por la Consejería de Medio Ambiente han asociado principalmente la presencia de este hongo a las masas de alcornoque de Cádiz¹⁴³ y, más secundariamente, a las masas envejecidas de encinas de Córdoba.⁶⁵ La provincia de Huelva es la que menor incidencia de la enfermedad ha mostrado tanto en alcornoque como en encina.⁴⁹

Caracterización de aislados: Los ensayos de patogenicidad entre las diferentes poblaciones de *B. mediterranea*, aisladas en los muestreos realizados en Andalucía, sobre ramas cortadas de encina y alcornoque, ponen de manifiesto la ausencia de diferencias significativas tanto en la tasa de infección como en la severidad de las necrosis.⁶⁶

Los ensayos de inoculación sobre plantas vigorosas revelan que tanto el micelio como las esporas de *B. mediterranea* son capaces de infectar en ausencia de heridas y sin que los árboles estén sometidos a estrés hídrico, permaneciendo la infección latente hasta que se producen situaciones de estrés. Cuando esto ocurre el hongo coloniza la corteza causando su necrosis en alcornoque.⁶⁶

El comportamiento del hongo en encinas es distinto. En este caso el estrés severo no llega a inducir la colonización de la corteza por parte del hongo, apareciendo las placas carbonosas únicamente cuando la corteza ya ha muerto debido a la falta de agua.⁶⁶

Epidemiología: Los ensayos realizados en parcelas experimentales han permitido cuantificar las esporas del hongo en el aire mediante un captador volumétrico (Burkard®). Se han relacionado estos valores con diferentes parámetros meteorológicos (precipitación, días de lluvia, humedad, temperaturas, etc.) en los períodos en los que hubo esporulación. La lluvia ha resultado la única variable que influye significativamente en la descarga de ascosporas en las condiciones climáticas andaluzas.⁶⁷

Se detectó un desfase entre las horas con lluvia y las horas con esporulación,⁶⁷ mostrando que, aunque la lluvia es necesaria para provocar la descarga de ascosporas, el principal vehículo de dispersión de ascosporas es el viento.⁶⁷

El hongo *B. mediterranea* en Andalucía es un factor contribuyente de los procesos de decaimiento. Su comportamiento como patógeno oportunista, indica que ***en los debilitamientos por sequía o infecciones radicales, el hongo encuentra una situación muy favorable para pasar de la fase endofítica a la patogénica, sobre todo en alcornoque, y causar necrosis corticales.***

La producción del estroma carbonoso con posterioridad a la muerte de la rama o la corteza del tronco puede dar lugar a que, en muchos casos, se esté sobrevalorando la importancia de este agente como causa primaria de muerte en procesos de decaimiento, actuando más bien como saprófito en ramas muertas por otros agentes bióticos o abióticos.

VI

LOS INSECTOS XILÓFAGOS ASOCIADOS A LA SECA DE ENCINAS Y ALCORNOQUES



Desde el año 2002 la Consejería de Medio Ambiente, a través de la Universidad de Huelva, realiza ensayos para determinar la repercusión de la actividad de los cerambícidos xilófagos sobre la vitalidad de encinas y alcornoques. **Estos insectos son perforadores de gran tamaño que, cuando menos, disminuyen la resistencia estructural del árbol al horadar galerías en troncos y ramas principales.** Su implicación en la transmisión de enfermedades al actuar como vectores parece completamente descartada.

Los primeros estudios se iniciaron con la caracterización bioecológica de estos insectos y se continuaron con la evaluación de las posibilidades de control de estas poblaciones mediante compuestos semioquímicos.

La caracterización bioecológica permitió determinar las especies implicadas así como los daños que producen, las líneas principales de su comportamiento poblacional y las preferencias de oviposición de las hembras. Los estudios dirigidos al control de la población se basaron en la evaluación de la respuesta olfativa de estos insectos frente a los compuestos volátiles más característicos de encinas y alcornoques.

Los ensayos se han venido desarrollando en varias localizaciones de la provincia de Huelva, sobre masas adhesionadas de encinas y alcornoques con aprovechamiento pascícola y corchero.

Identificación de especies

La determinación de la especie a la que pertenecen los aproximadamente 3000 cerambícidos capturados en los muestreos, muestra que casi un 70% se correspondían a *Cerambyx welensii*, mientras el resto se describió como *Prinobius myardi*. Otras especies, de presencia y actividad más limitada,

fueron *Dorcus parallelipedus* (Linneo, 1758) y el escarabajo - avispa *Xylotrechus antilope* (Schönherr, 1817). Se ha constatado la presencia en árboles muy afectados pero aún vivos de *Oryctes nasicornis* (L. 1758), un descomponedor de madera de cuya contribución al proceso de decaimiento está aún por determinar.



Figura 22. Los dos principales cerambícidos asociados a los procesos de decaimiento. A: *Prinobius myardi* Mulsant (≅ *Prinobius germari*) y B: *Cerambyx* sp.

Aspectos básicos de biología y ecología

Para el estudio del comportamiento de estos insectos, se empleó el método de captura - marcaje - recaptura. A fin de poder establecer relaciones entre su conducta y el arbolado, se procedió a la descripción del estado vegetativo del mismo mediante parámetros.

El análisis de los resultados establece una clara relación entre la presencia de los adultos en un árbol determinado y la decrepitud del mismo.⁷¹ Así pues, **los árboles más viejos y enfermos son los más visitados por los insectos y sobre los que producen un mayor nivel de daño**, en línea con la consideración tradicional.^{32,122} A pesar de esto, no debe descartarse la posibilidad de ataque, sobre todo por parte de *C. welensii*, sobre árboles jóvenes y *a priori* sanos.^{84,95,105}

Los ensayos han permitido estimar, para masas muy afectadas por estos agentes, los tamaños poblacionales. Para *C. welensii* se determinaron valores comprendidos entre 54,8 y 112 adultos / ha frente a los 5,55 - 30,21 adultos / ha de *P. myardi*. La distancia de vuelo determinada es amplia, más de 300 metros, por lo que el campo de acción de esta especie puede abarcar una superficie cercana a las 30 ha.

Los estudios en cautividad sobre alcornoque parecen indicar que las hembras eligen para realizar la puesta aquellas porciones del árbol donde la capa de corteza o

corcho es menor o no existe y, dentro de ellas, las que presentan heridas. No obstante, las hembras también buscan activamente pequeñas oquedades.



Figura 23. La cantidad de galerías provocadas por los niveles altos de ataque disminuyen la resistencia estructural del árbol aumentando el riesgo de roturas de tronco y ramas principales.

Pautas de colonización de hospedantes

Las dos especies principales de cerambícidos estudiados, *C. welensii* y *P. myardi*, responden olfativamente de manera significativa ante un amplio grupo de compuestos volátiles, especialmente monoterpenos.¹³⁶ Este mecanismo es empleado por estos insectos para localizar un hospedante óptimo para su reproducción. La proporción y composición de los volátiles emitidos por las encinas y alcornoques está relacionada con la atracción, positiva o negativa, que ejerce sobre estos cerambícidos.¹³⁷

*Los ensayos realizados por la Universidad de Huelva y promovidos por la Consejería de Medio Ambiente sobre la emisión de volátiles permitirán, en un futuro, poder determinar aquellas sustancias que actúan como atrayentes o repelentes y emplearlas en el Control Integrado de Plagas Forestales.*¹¹¹

Recomendaciones

La Consejería de Medio Ambiente establece, para el control integrado de las poblaciones de estos insectos, presupuestos de eficacia, selectividad de acción, respeto al equilibrio biológico y economía. Requiere un conocimiento preciso de su biología, de las características del arbolado y de las condiciones de estación.

La actividad de estos insectos es fundamental para el mantenimiento del equilibrio natural del ecosistema. Su control únicamente deberá llevarse a cabo en el caso de que su población supere un cierto umbral de daño, valor que aún está por definir.⁸⁴ Además, cualquier iniciativa debe partir de la confirmación de la presencia o ausencia de *C. cerdo*, especie protegida por el Convenio de Berna, en las zonas con infestación por cerambícidos.

Para un efectivo control de la población de cerambícidos es necesario tomar medidas de carácter selvícola. En ellas, el rejuvenecimiento de la masa arbórea es fundamental.^{85,103} A pesar de su innegable eficacia, su aplicación no se lleva a cabo adecuadamente en la mayoría de los casos, y nuestras dehesas siguen el camino hacia la "dehesa fósil".¹²⁷ En estas circunstancias, el riesgo de aumento de población de estos insectos se incrementa y, con ello, el peligro de infestación del arbolado adulto y de los pies jóvenes.

Como medidas encaminadas a reducir la población de estos insectos deben ser prácticas frecuentes la retirada de leñas y árboles caídos. ***Las heridas en tronco y ramas principales, producidas por podas o aperos, cuando no se tratan adecuadamente, benefician la infestación ya que facilitan la puesta de huevos.*** El descorche de árboles debilitados puede perjudicar su estado vegetativo, predisponiéndolos a una eventual colonización por estos insectos.

La Consejería de Medio Ambiente plantea, dentro de la estrategia de control integrado de esta plaga, medidas basadas en el comportamiento que estas especies tienen respecto a los compuestos semioquímicos. La determinación de sustancias repelentes, atrayentes o de confusión y su aplicación en el momento adecuado, aseguraría, en un porcentaje alto, la selectividad de acción y el respeto al equilibrio biológico.



Figura 24. Las grandes heridas de poda y los chancros dejan expuesto el leño, principal zona de salida de los cerambícidos xilófagos y vía de inicio de las pudriciones.

Se han establecido nuevas líneas de investigación. Las observaciones preliminares parecen sugerir la ausencia de una feromona de acción a distancia para *C. welensii*, por lo que se continuará estudiando la influencia de los compuestos volátiles. Respecto a *P. myardi* se estudiará con más detalle, además, la posibilidad de existencia en los machos de una feromona con actividad a distancia sobre las hembras.

VII

GESTIÓN INTEGRADA DE LA DEHESA Y DEL MONTE ALCORNOCAL: UNA ALTERNATIVA AL CONTROL DE DAÑOS DE SECA



Introducción

Los conocimientos que la Consejería de Medio Ambiente posee sobre los procesos de decaimientos en general, junto a la información que en estos años le han proporcionado los numerosos ensayos, estudios y experimentos, quedan recogidos en un único documento: *El Manual De Buenas Prácticas Para La Gestión Integral De Explotaciones Afectadas Por Seca*. Este Manual, partiendo del diagnóstico del estado fitosanitario de la finca, establece un protocolo para el seguimiento y control de los agentes bióticos implicados, recomendando un conjunto de líneas de actuación, preventivas o curativas, sobre los daños.

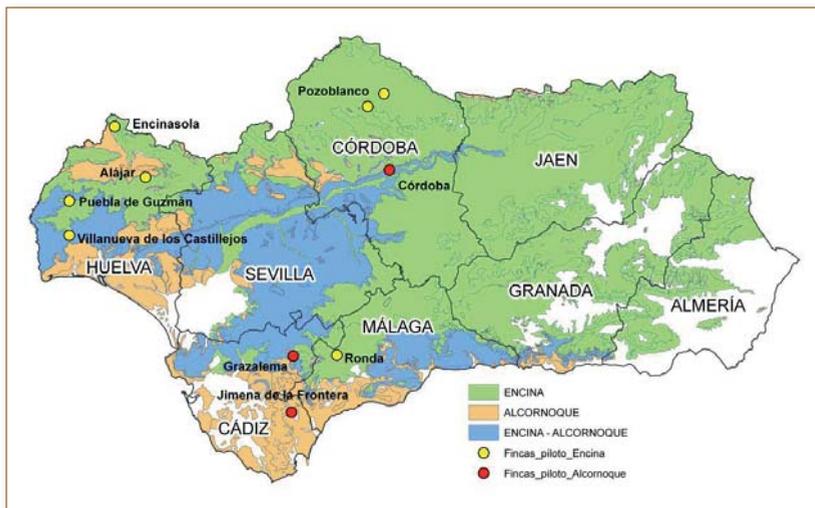


Figura 25. Distribución de las fincas piloto empleadas para la validación del Manual de Buenas Prácticas en fincas afectadas por Seca.

El ámbito de aplicación de este Manual corresponde a masas de *Quercus* afectadas por Seca, especialmente dehesas o montes huecos de encina y alcornocal.

Con el objetivo de validar los conocimientos adquiridos durante estos años de investigación, la Consejería de Medio Ambiente ha establecido un conjunto de parcelas experimentales en explotaciones de encinar y alcornocal sobre las que se han aplicado las directrices básicas del Manual de Buenas Prácticas. Se posibilita así estudiar, a nivel de finca, los sistemas de evaluación y control de daños de Seca, así como algunas prácticas propuestas para la gestión integral de dehesas.

Gestión integral de encinar y monte alcornocal

La Gestión Integral de las explotaciones es el método por el que la Consejería de Medio Ambiente ha apostado para combatir los efectos del decaimiento sobre nuestros montes.

74

El punto de partida de cualquier actuación ante una explotación con daños atribuibles a Seca debe ser la determinación de las causas que están provocando dichos daños. Para ello será necesario tener información suficiente sobre la vegetación existente. Cualquier explotación que desee realizar una Gestión Integral deberá contar con un **inventario básico**, que permita conocer las especies presentes, su distribución, densidad, etc. (Tabla 5). Sólo entonces se podrá proceder al **diagnóstico**, es decir, a identificar y establecer la contribución de los agentes bióticos existentes (plagas, enfermedades o un compendio de factores) al proceso de afección del arbolado (Tabla 6). Esta toma de datos se lleva a cabo a través del establecimiento de parcelas de diagnóstico distribuidas por toda la explotación.

En fincas muy afectadas por los procesos de decaimiento, se propone la realización de un censo de focos de Seca a fin de conseguir información aún más detallada que la ofrecida por las parcelas de diagnóstico. El Manual recomienda el censo de focos en aquellos montes en que los daños se encuentran localizados en una o varias zonas definidas y se caracterizan por una gran severidad.

Tabla 5. Datos del inventario procedentes de las Parcelas de Diagnóstico (Monte Higuerón de Gadares, Grazalema, Cádiz)

<i>Parcela diagnóstico</i>	<i>Cantón</i>	<i>Q. suber densidad (pies/ha)</i>	<i>Q. canariensis o Q. faginea densidad (pies/ha)</i>	<i>Bornizos densidad (pies/ha)</i>	<i>Defoliación (%)</i>	<i>Regeneración</i>
1	7	142	5	0	45	Bajo
2	8	82	15	82	40	Inexistente
3	1	104	100	0	20	Medio
4	1	147	16	8	45	Bajo
5	7	10	41	0	30	Bajo
6	6	169	9	0	50	Bajo
7	7	102	91	0	40	Medio
8	6	0	153	0	40	Bajo
9	7	0	102	0	35	Inexistente
10	5	9	113	0	50	Bajo
11	5	46	132	10	40	Bajo
12	3	73	64	10	30	Bajo
13	4	164	9	10	30	Medio
14	3	127	0	0	40	Bajo
15	2	114	34	34	40	Bajo

A partir de esta información, para cada explotación se recomiendan un conjunto de actuaciones en función del estado del arbolado y de los agentes nocivos implicados. En primer lugar, el Manual ofrece un conjunto de *Buenas prácticas*, a modo de recomendaciones sobre las labores a realizar, de forma general, en fincas afectadas por Seca (Tabla 7). En segundo lugar, propone *tratamientos preventivos y/o curativos* para las distintas plagas y enfermedades implicadas (Tabla 8).

Tabla 6. Datos del estado fitosanitario procedentes de las Parcelas de Diagnóstico. (Finca Los Labradillos, Villanueva de los Castillejos, Huelva).

Parcela	Agentes bióticos (% de pies muestreados)					Pastizal (calidad)	Erosión
	Defoliadores	Coroebus spp	Perforadores	Chancro			
				Biscogniauxia spp. y exudados	Botryosphaeria spp.		
1	100 (leves)	0	41	0	75	Buena	No
2	100 (leves)	0	45	0	72	Buena	No
3	100 (leves)	0	77	0	100	Buena	No
4	90 (leves)	20	30	0	90	Buena	No
5	100 (leves)	0	60	0	90	Buena	No
6	100 (leves)	0	58	0	91	Media	No
7	90 (leves)	0	20	0	60	Media	No
8	100 (leves)	0	10	0	90	Media	No

En algunas explotaciones en las que el estado fitosanitario del arbolado compromete seriamente su persistencia, el objetivo fundamental que el Manual establece es garantizar la conservación, regeneración y viabilidad económica de la explotación. Esto puede implicar la regulación o condicionamiento de sus aprovechamientos (mediante adecuación de podas, ordenación de cargas ganaderas, etc.), con los sacrificios de generación de rentas que pueda suponer.

El Manual ofrecerá una serie de recomendaciones para la gestión que se deberán discutir junto a la propiedad. Entre ellas: la adecuación de las prácticas culturales dirigidas al arbolado, al manejo del pasto, a la ordenación del ganado (doméstico o cinegético), y, en general, a la forma en como el propietario gestiona su finca. Este procedimiento pretende llegar a un **acuerdo de gestión** que compatibilice los intereses económicos del propietario, con la estabilidad y persistencia del arbolado, del pasto y del suelo, pilares fundamentales de su patrimonio. El Manual debe considerarse, por tanto, un documento de discusión que permita mejorar en su conjunto las actuales prácticas de gestión de la explotación.

Tabla 7. Resumen de actuaciones recomendadas (Monte Higuerón de Gaduares, Grazalema, Cádiz).

<i>Parcela diagnóstica</i>	<i>Regeneración</i>	<i>Control de poblaciones</i>	<i>Desbroces</i>	<i>Sanitarias</i>
1*	Recepar las matas Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Rozas selectivas	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Control de población de Tortrix
2	Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Rozas selectivas	Controlar la ejecución de los descorches. Aplicación de productos sellantes.
3	No intervenir	Manejo del pastoreo	No intervenir	Controlar la ejecución de los descorches. Aplicación de productos sellantes.
4	Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Rozas selectivas	Controlar la ejecución de los descorches. Aplicación de productos sellantes.
5	Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Rozas selectivas	Controlar la ejecución de los descorches. Aplicación de productos sellantes
6	Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Rozas selectivas	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes
7	Recepar las matas	Manejo del pastoreo	No intervenir	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes
8	Siembra y plantación	Manejo del pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación ante la abundancia de daños por <i>Botryosphaeria</i> spp.
9	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación. Aplicación de productos sellantes
10	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación. Aplicación de productos sellantes
11*	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de los descorches. Aplicación de productos sellantes
12*	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes
13	No intervenir	Manejo el pastoreo	No intervenir	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes
14	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes
15	Siembra y plantación	Manejo el pastoreo	Roza selectiva	Controlar la ejecución de podas de formación y descorches. Aplicación de productos sellantes

* Se han resaltado las parcelas de diagnóstico en las que existen pies a medio descorchar del aprovechamiento de 1995, y que en la actualidad llevan 21 años sin haberles extraído el corcho.

El componente central del Manual de Buenas Prácticas es mostrar un modelo de gestión que garantice el aprovechamiento de los recursos, y que contemple medidas para garantizar un buen estado fitosanitario del arbolado, asegure la regeneración e incremente los valores económicos y naturales de las explotaciones.

A continuación se presentan algunos resultados del modelo de gestión aplicado a una serie de Fincas Piloto. Sirve esta información, de forma adicional, para ilustrar el delicado estado selvícola de muchos encinares y alcornocales. Es necesario diseñar estrategias de uso y aprovechamiento de estos sistemas forestales, aplicando una correcta gestión a fin de incrementar la resistencia de estos ecosistemas y su capacidad de adaptación frente a una nueva situación de cambio global.

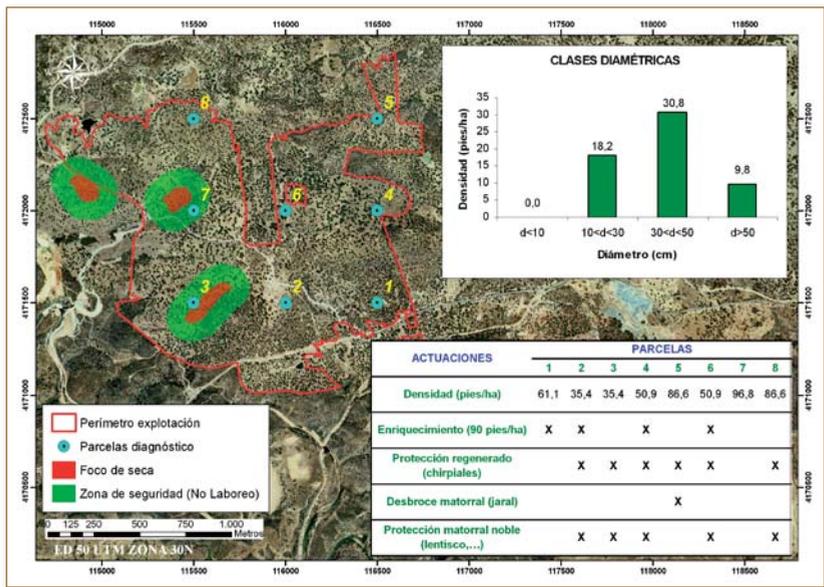


Figura 26. Resumen de actuaciones recomendadas para el control de daños de Seca (Finca Los Pulidos, Puebla de Guzmán, Huelva).

Tabla 8. Resumen de actuaciones recomendadas (Finca Los Pulidos, Puebla de Guzmán, Huelva).

Parcela Diagnóstico	Agentes Bióticos	Agentes Abióticos	Actuaciones
1	Defoliación del arbolado		Fertilización fosfórica/potásica
2	Defoliadores	Podas	Seguimiento poblacional
3	Cerambícidos		Trampas de embudos múltiples (sustancias atrayentes-trampa cerveza)
4	Chancro carbonoso	Carboneo	Poda sanitaria
5	Chancro de tallo	Daños en el tronco (aperos-maquinaria)	Poda sanitaria de baja intensidad (uso de cicatrizantes)
6	Pudriciones		Distancia de seguridad (1-2 m) con la maquinaria agrícola
7			
8			

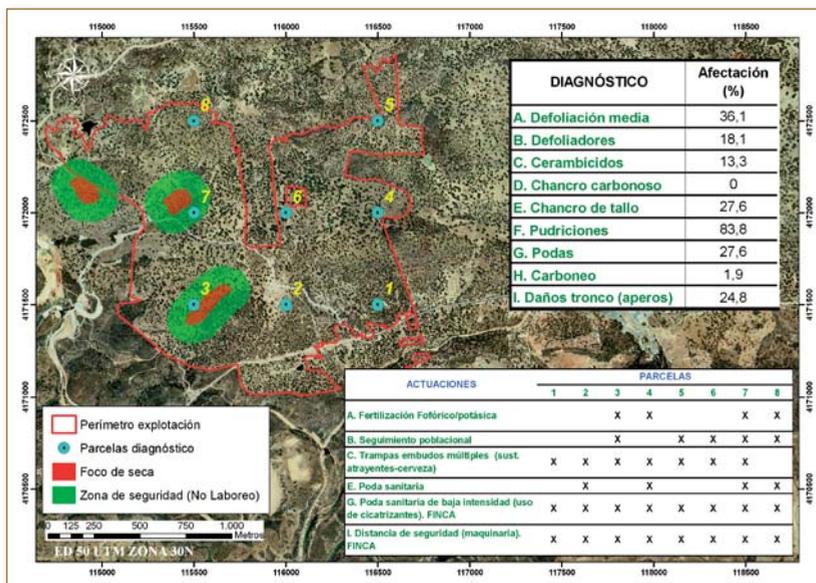
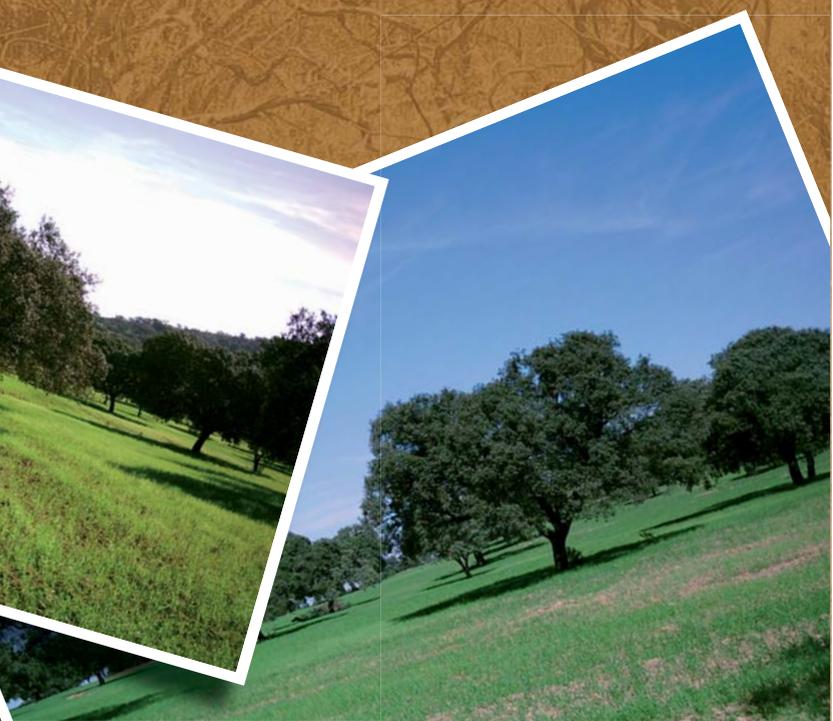


Figura 27. Actuaciones de prevención y control de agentes bióticos recomendadas (Finca Los Pulidos, Puebla de Guzmán, Huelva).

VIII

A MODO DE CONCLUSIÓN



A partir de las experiencias y de los resultados de las investigaciones promovidas por la Consejería de Medio Ambiente desde 2001, en la actualidad ***el decaimiento de Quercus puede entenderse como una enfermedad de etiología compleja, sobre masas con un importante déficit selvícola***, donde las sequías prolongadas son el principal factor incitante y con la presencia de, al menos, un agente biológico virulento como factor contribuyente que causa el deterioro y finalmente, la muerte del arbolado.

Desde este punto de vista, la sequía como factor incitante, afectaría a diferentes especies vegetales, sobre distintos tipos de suelo y en amplias condiciones topográficas y microclimáticas.^{2,37,38} El agente biológico, directamente causante de la muerte de los árboles debilitados por la sequía, variará según las condiciones particulares de cada foco (potencial de inóculo, susceptibilidad de las especies afectadas, condiciones microclimáticas, etc).

Los ensayos de campo realizados sobre una gran variedad de condiciones de la masa y del suelo, han señalado a *P. cinnamomi* como el agente más frecuentemente asociado,^{128,130} pero no el único. Se ha establecido, especialmente en la provincia de Cádiz,⁹⁸ al chancro causado por *Botryosphaeria* spp. como la enfermedad con mayor incidencia registrada, quedando la podredumbre radical como secundaria.^{132,133}

El chancro carbonoso suele aparecer en árboles decrepitos, afectados por cualquiera de las dos enfermedades antes citadas y/o con la presencia de insectos xilófagos, *Cerambyx welensii* y *Prinobius myardi*. Cabe destacar que, en situaciones de elevados tamaños poblacionales de estos insectos xilófagos, la capacidad de colonización de nuevos hospedantes es independiente del estado de vigor del arbolado, de tal manera que se producen infestaciones generalizadas de pies de todas las edades y estados vegetativos.

La complejidad del fenómeno de la Seca hace que no pueda encontrarse un remedio sencillo, por lo que conviene tener claro que ***no hay una solución única y eficaz que sirva para todos los encinares y alcornocales***, debiéndose evitar aquellas propuestas simplistas que pretendan actuar exclusivamente sobre uno de los factores.

Cualquier solución que se plantee requiere de una adecuada coordinación de recursos e instituciones, puesto que individualmente ninguno de los agentes sociales involucrados puede dar solución al conjunto del problema.⁸⁸ Evidentemente esto representa un problema adicional ya que debemos ser conscientes de que la falta de una acción rápida puede comprometer el futuro de muchas de nuestras mejores masas de encinar - alcornocal.

Se puede considerar que tanto las enfermedades y plagas identificadas como los procesos de decaimiento, van a ser un elemento recurrente en la gestión de los sistemas silvopastorales, en particular vinculados a periodos especialmente secos y/o calurosos. En este síndrome intervienen factores bióticos (hongos e insectos) y abióticos (sequía, selvicultura inadecuada, etc.), que muchas veces actúan sin una sincronía temporal y espacial, y que hacen de este síndrome un problema de gran complejidad.

El ***estado actual de los encinares y alcornocales***, que los predispone a sufrir episodios de Seca, requiere la revisión de las prácticas selvícolas realizadas y adecuarlas al estado de la masa. Esta actualización, conjuntamente con la puesta en marcha de una selvicultura preventiva es la primera medida de actuación contra los daños de Seca.

El ***factor climático*** más importante es la sequía y el incremento de las temperaturas, actuando al margen de cualquier posibilidad de intervención por parte del hombre. En los últimos años se ha avanzado notablemente en modelos meteorológicos aplicados a la actividad forestal, que pueden hacer predecibles estos procesos con cierta antelación. La consideración de los resultados arrojados por estos estudios permitiría, incluso, anticipar las actividades selvícolas y dirigir las a reducir algunos daños.

Quedan, finalmente, las ***enfermedades y plagas*** diagnosticadas. Desde el comienzo se ha realizado un extraordinario esfuerzo para identificar los agentes bióticos asociados a la Seca, sugiriéndose numerosos hongos e insectos como posibles responsables. En la actualidad ya han quedado establecidos los agentes implicados y la contribución que cada uno de ellos

tiene en los procesos de Seca en Andalucía. Las líneas de trabajo se dirigen hacia la prevención de daños y el control de agentes nocivos. Se es plenamente consciente del esfuerzo que se debe emplear sobre aquellos agentes que con carácter específico están actuando con una mayor virulencia en cada zona.

La complejidad de los factores que intervienen en el síndrome de la Seca requiere elaborar una **Estrategia Integral de Lucha contra los Daños de Seca en Andalucía**. Esta estrategia debe proponer un plan coordinado de trabajo, que optimice los recursos disponibles permitiendo, en el plazo más breve posible, frenar y revertir el actual proceso de deterioro. Esta estrategia, ya ha empezado a dar sus primeros resultados:

- Se han identificado y descrito claramente los principales agentes causales del proceso de Seca en Andalucía, lo que permite un diagnóstico eficaz a nivel de explotación.
- La biología de las plagas y enfermedades asociadas a la Seca han sido estudiadas y descritas, lo que permite el desarrollo de medidas de control.
- Se han establecido ensayos en condiciones controladas y en campo de diferentes medidas de prevención y control de los agentes bióticos asociados a la Seca, lo que permite empezar a conocer procedimientos y tratamientos que reduzcan la incidencia de los daños en explotaciones de encina y alcornoque.
- Se ha propuesto un Manual de Buenas Prácticas que sintetiza los procedimientos de diagnóstico, prácticas y tratamientos al nivel de explotación.

IX

BIBLIOGRAFÍA



- [1] Allué, J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- [2] Allué J.L., Fernández Cancio, A., 1993. Estado actual y expectativas de la fitoclimatología forestal aspectos fitológicos y dendrológicos. I Congreso Forestal Español, Lourizán.
- [3] Allué, J.L. 1994. Problemas e incertidumbres forestales ante el cambio climático. Montes 38. Madrid.
- [4] Allué, J.L., 1995. El cambio climático y los montes españoles. Cuadernos de la SECF, 2.
- [5] Allué Camacho, C., 1996, Un modelo para la caracterización fitoclimática de individuos, comunidades y fitologías. El modelo de idoneidad y su aplicación a comunidades pascícolas. Ecología, 10.
- [6] Alves, A., Correira, A., Luque, J., Phillips, A. 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. Mycologia, 96.
- [7] Artigas, P. 1907. Alcornocales e industria corchera. Imprenta Alemana. Madrid.
- [8] Belbahri, L., Calmin, G., Sánchez, E., Oszako, T., Lefort, F. 2006. *Pythium sterilum* sp. nov. isolated from Poland, Spain and France, its morphology and molecular phylogenetic position. FEMS Microbiology Letters, 255.
- [9] Betteridge, K., Mackay, A.D., Shepherd, T.G., Barker, D.J., Budding, P.J., Devantier, B.P., Costall, D.A. 1999. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of sedimentary hill soil. *Soil Research*, 37.
- [10] Biocca, M., Motta, E. 1995. Aspects of latency of *Hypoxyton mediterraneum* in declining Turkey oaks (*Quercus cerris*). *Petria*, 5.
- [11] Biosca, E.G., González, R., López-López, M.J., Soria, S., Monton, C., Pérez-Laorga, E., López, M.M. 2003. Isolation and characterization of *Brenneria quercina*, causal agent for bark canker and drippy nut of *Quercus* spp. in Spain. *Phytopathology*, 35.

- [12] Blázquez, A., Fernández, P., Navarro, R. 2002. Estudio morfológico de los crecimientos anuales en encinas con distinto nivel de decaimiento. Influencia de la poda sanitaria. Producción de pastos, forrajes y céspedes. Universitat de Lleida.
- [13] Brasier, C.M., Robredo, F., Ferraz, J.F.P. 1993. Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathology*, 42.
- [14] Brasier, C.M., 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Annals of Forest Science*, 53.
- [15] Caetano, P., Ávila, A., Sánchez, M.E., Trapero, A., Coelho, A.C. 2008. *Phytophthora cinnamomi* populations on *Quercus* forests from Spain and Portugal. Proceedings of the IUFRO Forest *Phytophthora* Research Workshop. Fourth International Meeting on *Phytophthora* in Forests and Natural Ecosystems. Monterey, CA, USA.
- [16] Carbonero, M.D., Fernández, P., Blázquez, A., Navarro, R. 2003. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex*, L. subsp. *ballota* (Desf) Samp a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2000-2001 y 2002-2003. Pastos, desarrollo y conservación.
- [17] Carbonero, M.D., Fernández, P., Blázquez, A., Navarro, R. 2002. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex*, L. subsp. *ballota* (Desf) Samp a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2000-2001. Producción de pastos, forrajes y céspedes. Universitat de Lleida.
- [18] Carbonero, M.D., Blázquez, A., Fernández, P. 2004. Producción de fruto y grado de defoliación como indicadores de vigor en *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Influencia de diferentes condiciones edáficas en su evolución. Pastos y ganadería extensiva. CSIC. Salamanca.
- [19] Carbonero, M.D., Fernández, P., Blázquez, A., Fernández, A., Navarro, R. 2005. Sincronización y vecería de la producción de bellota en dehesas andaluzas durante el periodo 2001-2004. Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Villaviciosa (Asturias).
- [20] Caritat, A., Vilar, Ll., Masson, P., Molinas, M. 1993. Influencia del desbroce y el pastoreo sobre el crecimiento apical del alcornoque. *Studia Oecologica*, 10-11.
- [21] Caritat, A., Molinas, M., Gutiérrez, E. 1996. Annual cork ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation. *Forest Ecology Management*, 86.
- [22] Costa, J.C., Martín, A., Fernández, R., Estirado, M. 2006. Dehesas de Andalucía. Caracterización ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [23] Collado, J., Platas, G., Peláez, F. 1996. Fungal endophytes in leaves, twigs and bark of *Quercus ilex* from central Spain. *Nova Hedwigia*, 63.

- [24] Collado, J., Platas, G., Peláez, F. 2000. Host specificity in fungal endophytic populations of *Quercus ilex* and *Quercus faginea* from Central Spain. *Nova Hedwigia*, 7.
- [25] Contreras, A. 2000. Estrategias de gestión de la dehesa: Percepción y manejo del arbolado en el Valle de los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.
- [26] Correia, O., Oliveira, G., Martins-Louçao, M., Catarino, F. 1992. Effects of bark stripping on the water relations of *Quercus suber* L. *Scientia Gerundensis* 18.
- [27] Crespo, R., Navarro, R.M. 2003. Manual del Programa SIG-REBEP para la gestión y análisis de la información generada por la Red de Equilibrios Biológicos en ecosistemas con presencia de pinsapo (*Abies pinsapo* Boiss.). Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [28] Croser, C. A. Bengough & J. Pritchard. 1999. The effect of mechanical impedance on root grow in pea. *Physiologia plantarum* 107.
- [29] Cuadro, A. 2002. Plan técnico de gestión silvopastoral de la finca Navapaloma. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM, Córdoba.
- [30] Chappell, H.G., Ainsworth, J.F., Cameron, R.A.D., Redfern, M. 1971. The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 8.
- [31] Delatour, C. 1983. Les dépérissements de chênes en Europe. *Biologie et Forêt* 35.
- [32] El-Antry, S. 1999. Biologie et dégâts de *Cerambyx cerdo mirbecki* Lucas (Coléoptère, *Cerambycidae*) en subéraie de la Mamora (Maroc). *Integrated Protection in Oak Forests IOBC. Bulletin*, 22 (3).
- [33] El-Badri, N., Abadie, M. 2000. Observations on the dynamic of *Diplodia mutila* Fr. apud Mont. development on the cork-oak, *Quercus suber* L., in Morocco. *Cryptogamie, Mycologie*, 21.
- [34] Fernández, A. 2005. Producción y calidad de bellota de encina en dehesas y efecto de la poda de mantenimiento. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM, Universidad de Córdoba.
- [35] Fernández, A. 1997. Naturaleza y Significado de La Seca. Un Período Crítico en Nuestra Historia Forestal. *Vida Rural* 40.
- [36] Fernández, A. 1999. El fitoclima y la Seca de los *Quercus*. *Actas Congreso sobre Forestación en las Dehesas*. Mérida.
- [37] Fernández, A., Sardinero, S., Pereira I., Gil, P.M., Manrique, E., 2001. Modificación de los Pisos Bioclimáticos Españoles debido a un conjunto de escenarios previsibles de Cambio Climático. *Actas del III Congreso Forestal Español*.
- [38] Fernández, A., Navarro, R.M., Fernández, R., Gil, P., Muñoz, E., Calzado, C. 2003. Evaluación y control de daños de Seca en encinar - alcornocal. Informe de la actividad del grupo de Fitoclimatología entre Enero de 2003 y junio de 2003. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

- [39] Fernández, P., Porras, C.J., 1998. La dehesa. Algunos aspectos para la regeneración del arbolado. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- [40] Fernández, P., Navarro, R.M., Ruiz, J.M. 2001a. Evaluación de la Influencia de las Prácticas Selvícolas en el Decaimiento de las masas de *Quercus* sp. Resultados del Periodo 1.999 - 2.001. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [41] Fernández, P., Navarro, R.M., Ruiz, J.M. 2001b. Estudio Morfológico de los crecimientos anuales de encinas y alcornoques con distinto nivel de decaimiento. Influencia de la poda sanitaria, el desbroce y el descorche. Resultados preliminares. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [42] Fernández, P., Lora, A., Ortega, M.C. 2001c. Influencia del pastoreo en la estructura y composición de los pastos del cornicabral del P.N. de Sierra Mágina (Jaén). XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. I Foro Iberoamericano de Pastos. Biodiversidad en pastos. Alicante.
- [43] Fernández, P., Carbonero, M.D. 2003. Control y Seguimiento de los programas Agroambientales en la comunidad autónoma andaluza. Fomento y conservación de la dehesa en Andalucía. Informe Técnico Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- [44] Fernández, P., Blázquez, A., Agüera, J., Lechuga, M.P., Carbonero, M.D. 2004. Efecto del pastoreo con ganado ovino y el laboreo en las propiedades físicas y químicas de un suelo de textura arenosa de dehesa. Pastos y ganadería extensiva. España.
- [45] Fernández, P., Lechuga, M.P., Carbonero, M.D., Blázquez, A. 2007. Efecto a largo plazo del pastoreo en las características químicas de un suelo arenoso de dehesa. Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje. Victoria-Gasteiz.
- [46] Fernández, P., Carbonero, M.D. 2007. Control y Seguimiento de los programas Agroambientales en la comunidad autónoma andaluza. Fomento y conservación de la dehesa en Andalucía. Informe Técnico Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- [47] Fernández, P., Serrano, M., De Vita, P., Carbonero, M.D., Trapero, A., Sánchez, E. 2008. Susceptibilidad del altramuz amarillo (*Lupinus luteus* L.) a la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* rands. Pastos, clave en la gestión de los territorios: Integrando disciplinas. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- [48] Fernández-Escobar, R., Gallego, F.J., Benloch, M., Membrillo, J., Infante, J., Pérez de Algaba, A., 1999. Treatment of oak decline using pressurized injection capsules of antifungal materials. European Journal of Forest Pathology, 29.

- [49] Fernández-Escobar, R., Trapero, A., Sánchez M.E. 2001. Informe de Seguimiento Anual. Convenio Diputación Provincial - Caja Rural de Huelva - ASAJA Huelva.
- [50] Fernández-Escobar, R. 2002. Tratamientos de la Seca mediante inyecciones al tronco de los árboles. Jornada sobre la Seca de la Encina. 27 de Noviembre. Huelva.
- [51] Ferraz, J.P., Cravador, A., Moreira, A.C., Caetano P. 2003. Seca, amenaza para la industria del corcho. *Europacork* 8.
- [52] Frisullo, S., Camele, I., Carlucci, A., Lops, F. 2000. *Botryosphaeria* and *Botryosphaeria*-like micromycetes on declining oaks in Apulia and Basilicata. *Petria*, 10.
- [53] Gallego, F.J., de Algaba, A.P., Fernández-Escobar, R. 1999. Etiology of oak decline in Spain. *European Journal of Forest Pathology*, 29.
- [54] Gálvez, A. 2008. Efecto de la fertilización potásica en el crecimiento y estado hídrico de la encina. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM, Universidad de Córdoba.
- [55] García, J.M., Allué, C., 2003. Aplicación de la teoría de la envolvente convexa a la mejora del sistema fitoclimático Allué Andrade. *Ecología*, 17.
- [56] Gerard, C.J., Sexton, R., Shaw, G. 1982. Physical factors influencing soil strength and root growth. *Agronomy journal*. 74.
- [57] Gil, E., Martín, E., Sisó, S., Camarero, J., Pascual, A., Valderrábano, M. 2001. Decaimiento y puntisechado de montes bajos de melojo (*Quercus pyrenaica*, Willd) pasados de turno. Efecto positivo del resalveo. Unidad de Recursos Forestales, SIA, Departamento de Agricultura, Aragón.
- [58] Gourlay, I., Pereira, H. 1998. Effect of bark stripping on wood production in cork-oak (*Quercus suber* L.) and problems of growth ring definition. Cork oak and cork. *Proceeding of an European Conference on Cork Oak and Cork*. Lisbon.
- [59] Greenwood, P.B., McNamara, R.M. 1992. An analysis of the physical condition of two intensively grazed Southland soils. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 54.
- [60] Greenwood, K.L., Macleod, D.A., Hutchinson, K.J. 1997. Long-term stocking rate effects on soil physical properties. *Australian Journal of Experimental Agricultura*, 37.
- [61] Gutiérrez, E., Bravo, A., Sanchez, I., Serrada, R., Allué, M. 2003. Evaluación del regenerado posterior a diferentes tratamientos de resalveo en un monte bajo de *Q. faginea*. *Lamk. Cuadernos de la SECF*, 15.
- [62] Hansen, E., Delatour, C. 1999a. *Phytophthora* species in oak forests of north-east France. *Annals of Forest Science*, 56.

- [63] Hermoso, R., Sánchez, E., Trapero, A. 2001. Bioensayo para la detección de *Phytophthora cinnamomi* en el suelo de rodales afectados por la Seca de *Quercus*. Actas del III Congreso Forestal Español, Granada.
- [64] Jacobs, K.A., Colinas, C., Alvarez, I.F. 1993. Pathogenicity of 3 decline fungi on water-stressed cork oak. *Phytopathology*, 83.
- [65] Jiménez, J.J., Sánchez, M.E., Trapero, A. 2005a. El Chancro Carbonoso de *Quercus* I: Distribución y caracterización del agente causal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 31.
- [66] Jiménez, J.J., Sánchez, M.E., Trapero, A. 2005b. El Chancro Carbonoso de *Quercus* II: Patogenicidad de *Biscogniauxia mediterranea*. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 31.
- [67] Jiménez, J.J., Sánchez, M.E., Trapero, A. 2005c. El Chancro Carbonoso de *Quercus* III: Dispersión de ascosporas del agente causal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 31.
- [68] Jung, T., Blaschke, H., Neumann, P. 1996. Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. *European Journal of Forest Pathology*, 26.
- [69] Leco, F., 1994. La Seca de los encinares y los alcornocales en Extremadura, ¿Cuestión física o humana?. *Aegyptus*, 12.
- [70] Lechuga, M.P. 2005. Efectos del laboreo y el pastoreo en las características del suelo y el pasto de las dehesas. Implicaciones para la regeneración del arbolado. Trabajo profesional fin de carrera. Universidad de Córdoba.
- [71] López, G., Dominguez, L., Sánchez, I., Tapias, R., Cremades, D., Paramio, A., Alesso P. 2004. Population ecology of xylophagous beetles (Coleoptera: *Cerambycidae*) in Mediterranean *Quercus* forest (Southwest of Iberian Peninsula). Incidence on oak trees health (*Quercus ilex* L. ssp *ballota* and *Quercus suber* L.). *Medecos*. Grecia
- [72] Luisi, N., Lerario, P., Vannini, A. 1993. Recent advances in studies on oak decline. *Proceedings of International Congreso in Brindisi, Italy*.
- [73] Luque, J., Girbal, J. 1989. Dieback of cork oak (*Quercus suber*) in Catalonia (NE Spain) caused by *Botryosphaeria stevensii*. *European Journal of Forest Pathology*, 19.
- [74] Luque, J., Parladé, J., Pera, J. 2000. Pathogenicity of fungi isolated from *Quercus suber* in Catalonia (NE Spain). *Forest Pathology*, 30.
- [75] Manion, P.D., 1991. *Tree Disease Concepts*. London.
- [76] Manrique, E., Fernández, A. 2000. Extreme climatic events in dendroclimatic reconstructions from Spain. *Climatic Change*, 44.
- [77] Mazzaglia, A., Librandi, I., Vannini, A., Anselmi, N. 2001. Endophytic incidence of *Biscogniauxia mediterranea* in asymptomatic oak trees. *Proceedings of the 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union*. Portugal.

- [78] Montero, G., Montoya, J. 1983. Regeneración de alcornoques (*Quercus suber* L.) bajo distintas intervenciones y en diferentes áreas geográficas. Cortiça. Lisboa.
- [79] Montero, G. 1987. Modelos para la cuantificar la producción de corcho en los alcornoques en función de la calidad de estación y de los tratamientos selvícolas. Tesis Doctoral I.N.I.A. Madrid.
- [80] Montero, G., Curras, R., 1990. La poda del alcornoque (*Quercus suber* L.). Cuantificación de sus productos. Primeras Jornadas científico-técnicas sobre silvicultura del alcornoque, Cáceres.
- [81] Montoya, J.M. 1988. Los alcornoques. MAPA. Serie Manuales Técnicos SEA, Madrid.
- [82] Montoya, J.M. 1992. Mortandad de *Quercus*, la perspectiva selvícola y los antecedentes climáticos. *Ecología*, 6.
- [83] Montoya, J.M. 1994. ¿Qué es "la Seca de los *Quercus*"? Actas de la X Reunión Anual del Grupo de Trabajo Fitosanitario de Forestales, Parques y Jardines. Madrid.
- [84] del Moral, J. 1994. *Cerambyx* spp., historia de una plaga de las dehesas extremeñas. *Phytoma-España*, 60.
- [85] del Moral, J., Casado, D., Gallego, M., Rey, J.M. 1994. Presencia de insectos parásitos del grupo *Cerambyx cerdo* en la dehesa extremeña. *Phytoma-España*, 59.
- [86] Muñoz, C., Cobos, P., Martínez, G., Soldevilla, C., Díaz, M. 1996. Microflora y patología del alcornoque (*Q. suber* L.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- [87] Navarro, R.M., Fernández, P., Luque, A., Álvarez, A., Sillero, M.L., 1998. Aproximación al problema de la Seca en el Valle de los Pedroches. Informe para la Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno.
- [88] Navarro, R.M., Fernández, P. 2000. El síndrome de la Seca del encinar. Propuesta de solución para el Valle de los Pedroches. Pozoblanco (Córdoba).
- [89] Navarro, R.M., Fernández, P., Ruiz, J.M. 2000a. Evaluación de daños producidos por la Seca de especies de género *Quercus* spp. en Andalucía. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [90] Navarro, R.M., Fernández, P., Ruiz, J.M. 2000b. Manual de Campo para el Inventario de Daños sobre masas de *Quercus* sp. afectadas de daños de Seca. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [91] Navarro, Cerrillo R.M., Fernández Rebollo, P., Trapero, A., Sánchez, M.E. 2001a. Desarrollo de modelos de evaluación de daños producidos por la Seca de especies del género *Quercus* L. en Andalucía. Propuestas de solución. Informe Final 2001. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

- [92] Navarro, R.M., Fernández, P., Ruiz, J.M. 2001b. Efecto del descorche y del desbroce sobre el crecimiento diametral del alcornoque (*Quercus suber* L.) y las condiciones microclimáticas del suelo. Resultados preliminares. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente
- [93] Navarro, R.M., Martín, A., Ruiz, J.M. 2001c. Manual de Campo para el Inventario y Censo de Masas de *Quercus* Afectadas de Daños de Seca. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [94] Navarro, R.M., Fernández, P., Ruiz, J.M., Vidiella, A. 2001d. El síndrome de la Seca en masas de *Quercus* sp. en Andalucía. III Congreso Forestal Español.
- [95] Navarro, R.M., Fernández, P., Trapero, A., Sánchez, E., Herrera, M. 2001e. Principales agentes causales de la Seca en masas de *Quercus* sp. en Andalucía. III Congreso Forestal Español, 6.
- [96] Navarro, R.M., Vidiella, A. 2001f. Propuesta de Asociaciones de Tratamiento Integral en encinares-alcornocales en Andalucía. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [97] Navarro, R.M., Fernández, P. 2001g. Evaluation de dégats produits par le déperissement du cheneliège en Andalousie. Selviculture of cedar (*Cedrus atlantica* End. M.) and cork oak (*Quercus suber* L.). IUFRO.
- [98] Navarro, R.M., Trapero, A., Sánchez, E., Andicoberry, S. 2003a. Aplicación de tratamientos fungicidas para el control del chancro causado por *Diplodia* sp. en alcornoque. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [99] Navarro, R.M., Fernández, P., Fernández, A. 2003b. Efecto del descorche y del desbroce sobre el crecimiento diametral del alcornoque (*Quercus suber* L.) y las condiciones microclimáticas del suelo. Servicio de Ordenación de los Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [100] Navarro, R.M., Gallo, L., Sánchez, E., Fernández, P., Trapero, C. 2004. Efectos de distintas fertilizaciones de fósforo en la resistencia de brinzales de encina y alcornoque a *Phytophthora cinnamomi* Rands. Investigaciones Agrarias, 13(3).
- [101] Navarro, R.M., Terán, A.I., Sánchez, M.E.. 2006. Acción preventiva y curativa del fosfonato en el control de *Phytophthora cinnamomi* Rands en encina y alcornoque. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 32.
- [102] Navarro, R.M., Jorge, I., Ariza, D., Porras, C., Jorrián, J. 2007. Fitotoxicidad del fosfonato en brinzales de encina (*Quercus ilex* L.). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 33.
- [103] Naveiro, F., Morcuende, A. 1994. Observaciones sobre los cerambícidos de las quercíneas en la provincia de Cáceres. Phytoma- España, 60.

- [104] Nie, Z.N., Mackay, A.D., Valentine, I., Barker, D.J., Hodgson J. 1997. Influence of pastoral fallow on plant root growth and soil physical and chemical characteristics in a hill pasture. *Plant and Soil*, 197.
- [105] Nuñez, L. 2002. El banyarriquer. L'insecte perforador que ataca als alzinars. Quaderns de natura. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears, 14.
- [106] Oleksyn, J., Przbyl, K. 1987. Oak decline in the Soviet Union-Scale and hypotheses. *European Journal of Forest Pathology*, 17.
- [107] Oliva, M., Molinas, M.L. 1984. Incidencia de *Hypoxyylon mediterraneum* en los alcornocales gerundenses. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 25.
- [108] Paul, B., Bala, K., Belbahri, L., Calmin, G., Sánchez, E., Lefort, F. 2006. A new species of *Pythium* with ornamented oogonia: morphology, taxonomy, ITS region of its rDNA, and its comparison with related species. *FEMS Microbiology Letters*, 254.
- [109] Perez, T., Buzarco, A., Vazquez, F.M., Perez, M.C., Espárrago, F. 1993. La Seca de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam) y del alcornoque (*Q. suber* L.) en la provincia de Badajoz 1988-1992. *Actas del I Congreso Forestal Nacional*, 3.
- [110] Phillips, A., Alves, A., Correia, A., Luque, J. 2005. Two new species of *Botryosphaeria* with brown, 1-septate ascospores and *Dothiorella* anamorphs. *Mycologia*, 97.
- [111] Pickett, J.A., Wadhams, L.J., Woodcock, C.M. 1991. New approaches to the development of semiochemicals for insect control. *Proceedings of the Congress Insect Chemical Ecology*. Tabor, 1990.
- [112] Porras, C.J. 1998. Efecto de la poda de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam) en los aspectos de producción y en el grosor de las bellotas. *Actas de la XXX-VIII Reunión Científica de la Sociedad para el Estudio de los Pastos*.
- [113] Proffit, A.P.B., Bendotti, S., Howell, M.R., Eastham, J. 1993. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a red-brown earth. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44(2).
- [114] Puentes, F. 2001. Plan técnico de gestión silvopastoral de la finca El Moralejo. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM, Córdoba.
- [115] Ragazzi, A., Fedi, I.D., Mesturino, L. 1989. The oak decline: a new problem in Italy. *European Journal of Forest Pathology*, 19.
- [116] Ragazzi, A., Moricca, S., Dellavalle, I., Turco, E. 2000. Decline of oak species in Italy. Problems and perspectives. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.
- [117] Rivas, S. 1989. Memoria del Mapa de las Series de Vegetación de España, ICONA, MAPA, Serie Técnica.
- [118] Rivas, S., Sanchez, D., Costa, M. 1999. Itinera Geobotánica, Asociación Española de Fitosociología. Vol 12.

- [119] Rivas, S., 2004, Mapa de series, geoseries y geomicroseries de vegetación en España, Phytosociological Research Centre (CIF), Madrid.
- [120] Rivalaygua, J., Borén, R., Benito, L. & Balairón, L. 1998. An statistical downscaling method: description, validation, and application to HADCM2SUL output. European Conference on Applied Climatology. Vienna, Austria.
- [121] Romanyk, N., Cadahía, D. (Coord.), 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Publicaciones del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- [122] Romanyk, N., Cadahia, D., 2002. Plagas de insectos en las masas forestales. Sociedad Española de Ciencias Forestales. .
- [123] Romero, M.A., Sánchez, J.E., Jiménez, J.J., Belbahri, L., Trapero, A., Lefort, F., Sánchez, M.E.. 2007a. New *Pythium* Taxa Causing Root Rot on Mediterranean *Quercus* Species in Southwest Spain and Portugal. Journal of Phytopathology, 155.
- [124] Romero, M.A., Sánchez, M.E., Trapero, A. 2007b. Red Andaluza de daños sobre ecosistemas forestales. Tratamientos con fungicidas para el control de chancros causados por *Botryosphaeria* en alcornoques. Servicio de Ordenación de Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- [125] Romero, E., Navarro, R.M., García, A. 2007. Aplicación de ortofotos para la estimación de pérdidas de individuos en dehesas de encina (*Quercus ilex* L.) afectadas por procesos de decaimiento. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 33.
- [126] Rupérez, A., Muñoz, M. 1980. Grave enfermedad de las encinas. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 6
- [127] San Miguel, A. 1994. La dehesa española. Fundación del Conde del Valle de Salazar. ETSIM. Madrid.
- [128] Sánchez, M.E., Caetano, P., Ferraz, J., Trapero, A. 2000 a. El decaimiento y muerte de encinas en tres dehesas de la provincia de Huelva. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 26.
- [129] Sánchez, M.E., Navarro, R.M., Trapero, A., Fernández, P. 2000 b. La "Seca" de encinas y alcornoques: una visión histórica. Montes, 62.
- [130] Sánchez, M.E., Caetano, P., Ferraz, J., Trapero, A. 2002 a. Phytophthora disease of *Quercus ilex* in southwestern Spain. Forest Pathology, 32.
- [131] Sánchez, M.E., Sánchez, J.E., Navarro, R.M., Fernández, P., Trapero, A. 2003a. Incidencia de la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* en masas de *Quercus* en Andalucía. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 29(1).
- [132] Sánchez, M.E., Venegas, J., Romero, M.A., Phillips, A.J.L., Trapero, A. 2003b. El chancro de encinas y alcornoques causado por *Botryosphaeria* spp. En Andalucía. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 29.

- [133] Sánchez, M.E., Venegas, J., Romero, M.A., Phillips, A.J.L., Trapero, A. 2003c. *Botryosphaeria* and Related Taxa Causing Oak Canker in Southwestern Spain. *Plants Disease*.
- [134] Sánchez, M.E., Andicoberry, S., Trapero, A. 2005. Pathogenicity of three *Phytophthora* spp. causing late seedling rot of *Quercus ilex* ssp. *ballota*. *Forest Pathology*, 35.
- [135] 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. *Proceedings of the Third International IUFRO Working Party. Meeting at Freising, Germany*.
- [136] Sánchez, I. 2005. Orientación olfativa de *Cerambyx welensii* Küster y *Prinobius germari* Dejean, principales cerambícidos xilófagos de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota*) y alcornoque (*Quercus suber* L.), para la localización de hospedantes. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva.
- [137] Sánchez, I., Domínguez, L., Pantoja, G., Tapias, R., Sánchez, D. 2007. Perfil de emisión de compuestos orgánicos volátiles (cov) foliares en alcornoques infestados por *Cerambyx welensii* küster (coleoptera: *cerambycidae*). Cuadernos de la Sociedad Española de ciencias Forestales. Actas de la Reunión del Grupo de Trabajo de Sanidad Forestal.
- [138] Sardinero, S., Fernández, A, Pereira, I. & Manrique, E. 2000. Oak decline and vegetation dynamics in southwestern Spain, 6 pp. INIA Report. Proyect No. 1FD97-0911-C3-1, Causas del decaimiento y Seca de las masas de *Quercus* mediterráneas. Técnicas de amortiguamiento. INIA, Madrid
- [139] Sinclair, W.A. 1965. Comparison of recent declines of white oak, oaks, and sugar maple in Northeast woodlands. *Cornell Plantations*, 20.
- [140] Studdert, G.A., Brizuela, M.A., Capurro, J.A. 2001. Alteración física superficial del suelo en relación a dos sistemas de pastoreo con vacunos de una pastura de festuca. Actas XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los pastos.
- [141] Torres, J. 1985. El *Hypoxyton mediterraneum* (De Not) Mill y su comportamiento en los encinares y alcornoques. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 11.
- [142] Torres, E., Montero, G. 1992. Experiencias sobre regeneración natural de alcornoques (*Quercus suber* L.). Primeros resultados. Simposio mediterráneo sobre regeneración del monte alcornocal. Mérida - Montargil - Sevilla.
- [143] Trapero, A., Sánchez, M.E. 2001. Enfermedades de especies forestales en Andalucía: 1999-2001. Servicio de Ordenación de Recursos Forestales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

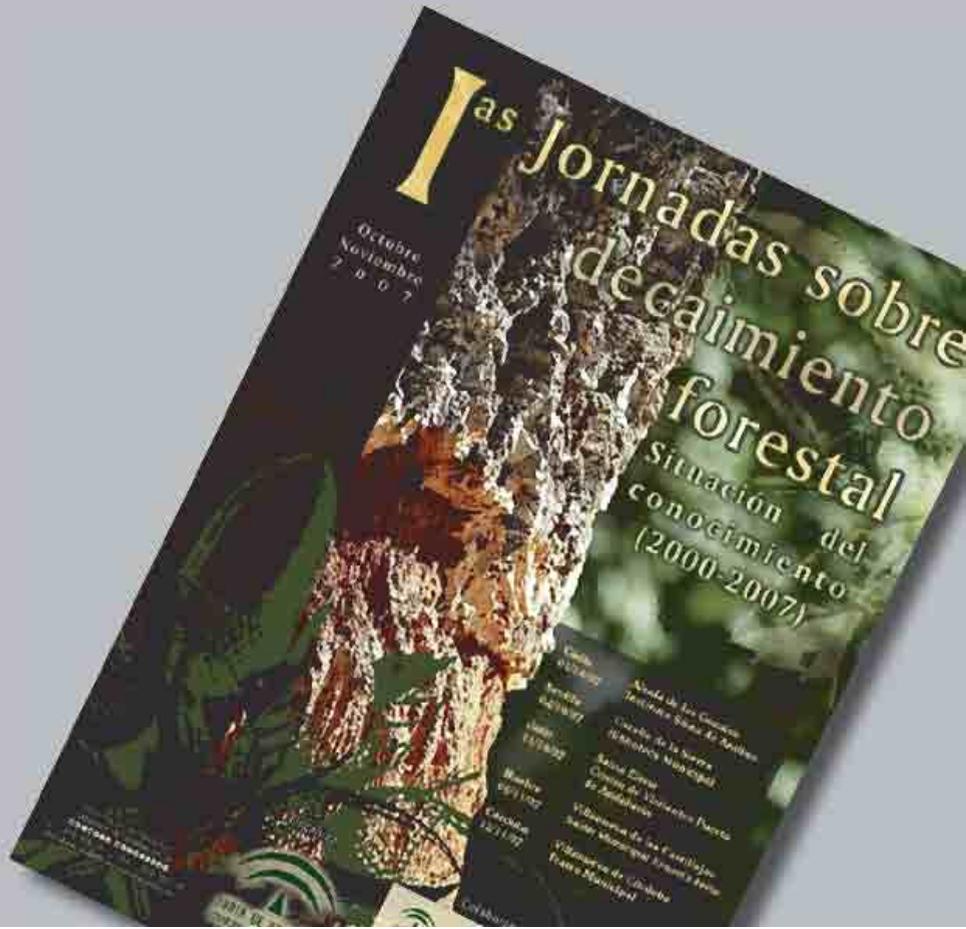
- [144] Trapero, A., Sánchez, M.E. 2002. La Seca de encinas en la provincia de Huelva. *Jornada sobre la Seca de la Encina*, 27 de Noviembre. Huelva.
- [145] Trapero, A., Sánchez, M.E., Pérez de Algaba, A., Romero, M.A., Navarro, N., Varo, R., Gutiérrez, J. 2000. Enfermedades de especies forestales en Andalucía. *Agricultura*, 821.
- [146] Tuset, J.J., Hinarejos, C., Mira, J.L., Cobos, J.M. 1996. Implicación de *Phytophthora cinnamomi* Rands en la enfermedad de la Seca en encinas y alcornoques. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 22.
- [147] Vannini, A., Mugnozza, G.S. 1991. Water stress: A predisposing factor in the pathogenesis of *Hypoxylon mediterraneum* on *Quercus cerris*. *European Journal of Forest Pathology*, 21.
- [148] Vannini, A., Valentini, R., Luisi, N. 1996. Impact of drought and *Hypoxylon mediterraneum* on oak decline in the Mediterranean region. *Annals of Forest Science*, 53.
- [149] Vázquez, F. 1998. Semillas de *Quercus*: biología, ecología y manejo. Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura, Mérida.
- [150] Vieira, J. 1990. Subericultura (2ª Ed. facsímil de la edición de 1950). Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, DGF, Lisboa.
- [151] Werner, C., Correia, O. 1996. Photoinhibition in cork-oak leaves under stress: influence of the bark-stripping on the chlorophyll fluorescence emission in *Quercus suber* L. *Trees*, 10.
- [152] Willatt, S.T., Pullar, D.M. 1983. Changes in soil physical properties under grazed pastures. *Australian Journal of Soil Research*, 22.

Las Jornadas sobre decaimiento forestal

Octubre
Noviembre
2007

Situación del
conocimiento
(2000-2007)

- Cádiz 41100
- Sevilla 41013
- Jaén 23010
- Balears 06100
- Córdoba 14010
- Alcázar de San Juan 13010
- Córdoba 14010
- Sevilla 41013
- Córdoba 14010
- Córdoba 14010
- Córdoba 14010



1^{AS} JORNADAS
SOBRE DECAIMIENTO FORESTAL (LA SECA).
ESTADO DEL CONOCIMIENTO



A finales del 2007 la Consejería de Medio Ambiente organizó unas Jornadas cuyo objetivo era transmitir, especialmente a propietarios, técnicos y gestores, cuál es el estado de conocimiento que la Junta de Andalucía posee de los procesos de decaimiento forestal que están sufriendo las masas de nuestra Comunidad. La sociedad, debido a la reactivación de estos Decaimientos, vuelve a demandar información sobre esta situación así como sobre las medidas que la Administración está tomando.



Figura 28. La celebración de las 1^{as} Jornadas sobre Decaimiento Forestal promovidas por la Consejería de Medio Ambiente contaron con la colaboración de numerosas entidades y asociaciones.

La Consejería de Medio Ambiente, consciente de esta situación decidió promover la celebración de estas Jornadas sobre Decaimiento. Esta inicia-

tiva está apoyada también por dos entidades comprometidas con el Medio Ambiente como son la Asociación CAAE (Comité Andaluz de Agricultura Ecológica) y la Federación Andaluza de Municipios y Provincias (FAMP) y cuenta con la colaboración de las otras dos Consejerías implicadas (Agricultura y Pesca e Innovación, Ciencia y Empresa), las asociaciones de profesionales agrarios y ganaderos (ASAJA, COAG, UPA) entidades como Falcor y el foro ENCINAL y representaciones de propietarios locales.

Se organizaron cinco jornadas en los municipios más perjudicados de las provincias más afectadas por el decaimiento. Constaban de una primera parte divulgativa de los conocimientos que los centros universitarios han llevado a cabo en el marco de los convenios con la Consejería de Medio Ambiente.

Tabla 9. Lugares de celebración de las 1^{as} Jornadas sobre Decaimiento

Provincia	Término Municipal	Fecha
Cádiz	Alcalá de los Gazules	01/10/07
Sevilla	Cazalla de la Sierra	04/10/07
Jaén	Santa Elena	11/10/07
Huelva	Villanueva de los Castillejos	05/11/07
Córdoba	Villanueva de Córdoba	12/11/07

Tras la misma tenía lugar la mesa redonda en la que estuvieron representadas las Administraciones autonómicas implicadas, así como las asociaciones y entidades afectadas por los procesos de decaimiento.

Conclusiones de las 1^{as} Jornadas sobre Decaimiento Forestal

PONENCIA 1: *Los Procesos de Decaimiento Forestal en Andalucía Relacionados con el Clima. El Clima como Factor Detonador de los Procesos de Seca.*

(Instituto Nacional de Investigación Agraria - Centro de Investigación Forestal).

- Los estudios fitoclimáticos realizados sobre las zonas en las que se encuentran las masas de frondosas, principalmente encinas y alcornoques, muestran para el horizonte del 2050 una tendencia al aumento de las temperaturas (aproximadamente 2°C) y la variación de la precipitación (aumento o disminución) en un 10 - 15% del total actual.

- Las masas de encina y alcornoque sufrirán, en este horizonte del 2050, un retroceso hacia el interior de la Península (Salamanca - Zamora) y Portugal, quedando muy comprometidas las masas andaluzas y extremeñas.
- La velocidad a la que se expanden las poblaciones de *Quercus* (menor de 0,6 km/año) es muy inferior a la que sería necesaria para contrarrestar los efectos del cambio climático (1 - 1,5 km/año).
- Quedarían lugares de refugio para estas masas entre los 400 y 800 metros de altitud siendo el alcornoque mucho más sensible que la encina a variaciones en el régimen hídrico.
- Las zonas de refugio de estas especies deberían ser prioritarias ya que actuarían garantizando su permanencia y manteniendo su variabilidad genética.
- El efecto del cambio climático se observa en la composición de las masas. Se está produciendo una paulatina sustitución de especies dominantes: se eliminan los ejemplares antiguos y cambia la composición en los grupos más jóvenes.
- El cambio climático provoca una modificación en el efecto que las plagas y enfermedades tienen sobre las masas tanto por incremento de virulencia como por aumento de susceptibilidad.
- El cambio climático actúa como agente primario en la muerte del arbolado principalmente asociado a sequías severas.
- Las principales vías de actuación para mitigar los efectos del cambio climático deben considerar los siguientes aspectos:
 - Conservación de la variabilidad genética.
 - Diseñar las políticas territoriales, especialmente las agrícolas y ganaderas, considerando las futuras localizaciones de estas masas.
 - Determinar los refugios naturales de la especie y protegerlos de forma especial ya que garantizarán la diversidad genética.
 - Establecer sistemas de seguimiento temporal de las masas (Redes de seguimiento de daños).

- Minimizar el estrés producido a la masa por diferentes factores antrópicos (podas, desbroces, descorches, etc.)
- Realizar una gestión adaptativa sobre las masas para mitigar el impacto del cambio climático.
- Establecer una estrategia de cambio climático realista y eficaz que incluya medidas concretas, así como disposiciones encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.



102

Figura 29. El numeroso público asistente puso de manifiesto la preocupación que los procesos de decaimiento tienen en la sociedad

PONENCIA 2: Enfermedades Forestales y los Procesos de Decaimiento: Principales Enfermedades de Especies y Ecosistemas Relacionadas con el Decaimiento.

(Universidad de Córdoba - Grupo de Patología Agroforestal).

- Se define el Decaimiento Forestal como un síndrome de etiología compleja, resultado de la acción de un número variable de factores bióticos y abióticos que causan un deterioro gradual y general de los árboles afectados, hasta su muerte.

- La situación que se ha denominado Seca no tiene una única causa.
- Los factores de decaimiento se agrupan en tres categorías:
 - Factores de Predisposición: Actúan a largo plazo acentuando la susceptibilidad del arbolado al ataque de los siguientes factores.
 - ≡ Envejecimiento y excesiva explotación del arbolado.
 - ≡ Ausencia de regenerado por sobrepastoreo.
 - ≡ Realización de malas prácticas culturales que causan heridas y otros efectos negativos.
 - ≡ Abandono de las prácticas culturales tradicionales.
 - Factores Incitantes: Agentes típicamente abióticos de corta duración y que provocan la expresión de síntomas del decaimiento. El principal factor son las alteraciones climáticas.
 - Factores Contribuyentes: Factores que, actuando en los últimos estados del desarrollo del decaimiento, son los responsables de la muerte del árbol. Principalmente son enfermedades y plagas.
- Entendiendo por Seca la muerte de pies por la confluencia de factores, cabe diferenciar dos situaciones, ambas asociadas a enfermedades:
 - La podredumbre de raíces de encinas y alcornos provocada por *Phytophthora cinnamomi* se debe considerar como una enfermedad de etiología simple sin que por ello, en ciertas zonas, participe como factor asociado al Decaimiento.
 - Los chancros causados por el hongo *Botryosphaeria* ≡ *Diplodia* se relacionan directamente con el descorche de alcornos. Independientemente de esta situación, también es un factor implicado en los procesos de decaimiento.
- La minimización del perjuicio provocado por los agentes bióticos debe llevarse a cabo mediante medidas profilácticas (aplicación de fungicidas o empleo de sustancias fertilizantes) y de contención (desinfección de herramientas, limitación de la dispersión del inóculo del suelo, etc.)

- La incidencia y severidad de las enfermedades implicadas se ven afectadas de forma directa por la elevación de las temperaturas, las prolongadas sequías y los periodos de encharcamiento.
- La complejidad del problema del Decaimiento hace que no quepa la posibilidad de encontrar una única solución eficaz que permita remediar esta grave situación en la que se encuentran los encinares y alcornoques andaluces.
- Los estudios realizados para relacionar los agentes causales principales con los procesos de Decaimiento han permitido obtener una biogeografía de la Seca.
- Los análisis genéticos ha permitido diferenciar la presencia de dos poblaciones de *Phytophthora*. Una de ellas posee requerimientos de temperaturas sensiblemente mayores que la otra, estando más adaptada a los actuales patrones climáticos y por tanto con una mayor capacidad infectiva y patogénica.
- En la actualidad las dos principales vías de investigación que se están siguiendo, en el marco del control de los daños de Seca, hacen referencia al ensayo con diferentes productos fungicidas para su aplicación tras el descorche y la comprobación de la efectividad de los tratamientos con fosfonatos contra *Phytophthora cinnamomi*.

PONENCIA 3: Repercusión de los Perforadores (Cerambícidos Xilófagos) en los Procesos de Decaimiento de Quercíneas y Posibilidades de Control.

(Universidad de Huelva - Departamento de Ciencias Agroforestales).

- En Andalucía existen cuatro grandes perforadores xilófagos muy semejantes sobre alcornoques y encinas: *Cerambyx cerdo*, *C. welen-sii*, *C. miles* y *Prinobius myardi*.
- *Cerambyx cerdo* se encuentra protegido al amparo de numerosa legislación por lo que cualquier medida de control debe ser capaz de diferenciar a este insecto del resto o bien ser inocua para el mismo.
- Las líneas de trabajo seguidas se basan en la determinación de sustancias que resulten atrayentes para estos xilófagos

- El ataque de este grupo de insectos se concentra sobre árboles en estado crítico, con pérdida de turgencia, marchitamiento y disminución general de capacidad de defensa.
- La contribución de los insectos a los procesos de decaimiento no tiene tanta importancia como la de los hongos y agentes abióticos.
- Cualquier medida a considerar para el control de los daños de insectos debe partir del control integrado de poblaciones y mantenimiento del equilibrio biológico natural.
- Para el control natural de los insectos xilófagos se recomienda el control de leñas y árboles caídos así como el tratamiento con productos insecticidas de las heridas de poda.

PONENCIA 4: Manual de Buenas Prácticas para la Gestión Integral de Explotaciones Afectadas por Procesos de Decaimiento.

(Universidad de Córdoba - Departamento de Ingeniería Forestal)

- Las masas de *Quercus* de Andalucía, especialmente las de monte alcornocal, poseen una importante deficiencia en materia de gestión forestal. El Manual de Buenas Prácticas pretende subsanar esta situación ayudando al gestor en la toma de decisiones para el control de los daños de Seca.
- Cada explotación tiene una problemática particular de decaimiento que deberá acometerse a partir de las herramientas que el Manual proporciona. La información se genera mediante el diagnóstico de la explotación a través de parcelas en las que se evalúa el arbolado, la regeneración y el estado fitosanitario del monte.
- En las explotaciones afectadas por procesos de decaimiento, la estabilidad y persistencia de la masa se encuentra seriamente comprometida por el estado fitosanitario, por lo cual todos los aprovechamientos y usos deben supeditarse al objetivo de garantizar el mantenimiento del arbolado.
- La intensificación de los aprovechamientos, especialmente el ganadero, y la aplicación de prácticas de gestión inapropiadas están afectando a la vitalidad del arbolado en los sistemas agrosilvopastorales.

- El aprovechamiento corchero, uno de los más importantes sobre alcornocales, debe estar condicionado por el estado fitosanitario:
 - Determinar las zonas afectadas por Seca condicionando la extracción del corcho.
 - Cumplimiento estricto de los condicionantes establecidos de la pela (ausencia de nieblas, baja humedad relativa, etc.).
 - Desinfección de las herramientas usadas.
 - No extraer el corcho de pies enfermos o decrepitos.
 - Rematar correctamente los cuellos y zapatas a fin de dificultar la entrada de insectos.
- La gestión de las explotaciones debe tener en cuenta que la ausencia casi total de regenerado evidencia la pérdida de calidad de estación. Este hecho, junto a la previsión de pérdida de un importante número de pies adultos en un corto plazo de tiempo, provocará la aparición de un monte cada vez más hueco que irá siendo ocupado progresivamente por el matorral.
- La complejidad del problema del decaimiento impide la posibilidad de dar recomendaciones de manejo para su aplicación generalizada en explotaciones afectadas de Seca. En cada caso será necesaria la realización de un diagnóstico claro de la situación y en base a él proceder a aplicar las recomendaciones indicadas.
- La realización de buenas prácticas ayudan al mantenimiento del vigor del arbolado y son una medida eficaz para prevenir la entrada de patógenos y parásitos. Cabe destacar:
 - Las prácticas de conservación del suelo en los sistemas agro-silvopastorales, como el pastoreo diferido, el mantenimiento de un residuo vegetal mínimo al final del verano, los desbroces con aperos que no impliquen movimientos de suelo o las siembras con técnicas de no laboreo o semilaboreo proporcionan al arbolado un entorno saludable para su desarrollo. Asimismo, las fertilizaciones fosfóricas y potásicas, para incrementar la producción y calidad de los pastos en las dehesas, tienen un efecto positivo en el estado nutritivo del arbolado, en su vigor, y en las posibilidades de recuperación.

- En los casos en los que la muerte del arbolado sea debida a hongos del suelo (*P. cinnamomi*), es necesario evitar labores que supongan el movimiento del suelo y limitar el trasiego de vehículos, personas y ganado, a fin de evitar su dispersión. Deben evitarse compactaciones y asegurarse un buen drenaje del suelo para limitar la dispersión de las esporas del hongo en el agua de escorrentía.
 - Las podas al arbolado deberían reducirse a las estrictamente necesarias para mantener su estabilidad estructural, contener el volumen de la copa y eliminar ramas muertas (también pies). En todo caso debe procederse a la desinfección de herramientas, ejecución de cortes limpios y empleo de sustancias selladoras, fungicidas y bactericidas.
 - El empleo de sustancias químicas (insecticidas, fungicidas) debería plantearse racionalmente para evitar daños a la fauna beneficiosa y/o inversiones de población.
- El estado actual de la vegetación en los montes y las dehesas, los cambios en los modelos de usos y aprovechamientos y el cambio climático, requiere revisar las prácticas selvícolas actuales y poner en marcha una selvicultura preventiva o gestión adaptativa.
 - El desarrollo de un Manual de Buenas Prácticas, que considere la situación de decaimiento generalizada en la que se encuentran los montes de quercíneas, será un documento de incuestionable utilidad para propietarios, técnicos y gestores. Les facilitará las herramientas, completamente validadas, con las cuales intentar invertir y/o minimizar los procesos de decaimiento forestal.

MESA REDONDA: La Sociedad ante el Conocimiento sobre el Síndrome del Decaimiento.

Consejería de Medio Ambiente

Consejería de Agricultura y Pesca

Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa

Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE)

Foro para la Defensa y Conservación de la Dehesa (ENCINAL)

Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores (ASAJA)

Unión de Pequeños Agricultores (UPA)

Coordinadora de Asociaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG)

Otros representantes locales (Plataforma Monte Mediterráneo, Corsevilla, Apromal, Ovipor, Cooperativa San Miguel)



Figura 30. Mesa redonda en la Jornada celebrada en Villanueva de Córdoba (Córdoba).

Las conclusiones extraídas de la celebración de la mesa redonda son las siguientes:

- Es necesario difundir y transmitir a la sociedad y a los diferentes agentes que la componen los avances y líneas de actuación seguidas para solucionar el problema de la Seca. La realización de jornadas, seminarios, publicaciones, etc. es fundamental para la formación de los implicados y la concienciación de la sociedad.
- La situación de conocimiento actual en Andalucía, aún siendo sus investigaciones pioneras en España, dista mucho de solucionarse. No debe abandonarse los estudios hasta alcanzar la solución para cada uno de los problemas que el decaimiento supone en las explotaciones.

- La situación del sector afectado por los procesos de decaimiento es muy grave. La pérdida de valor de las explotaciones, directamente a través de la disminución de la producción o indirectamente por la muerte del arbolado, pone en una situación límite la rentabilidad económica de las mismas.
- El desconocimiento de esta situación y de su relevancia por parte de la Sociedad es responsabilidad de todos. Se debe concienciar de la importancia que el Decaimiento tiene sobre el mantenimiento de la dehesa y de monte y sobre la forma de vida rural.
- La sociedad rural tiene este problema muy presente, como avala el hecho de la gran asistencia a estas Jornadas, pero no es capaz de trasladarlo al resto de la población.
- Los esfuerzos que el propietario viene realizando sobre su explotación para el control de los daños de Seca deben seguir llevándose a cabo, de forma acorde con lo expuesto en las ponencias, y con la colaboración y apoyo de las Administraciones implicadas.
- La coordinación entre los diferentes estamentos es fundamental. Es necesaria la determinación de las principales líneas de actuación a fin de facilitar los procedimientos y trámites encaminados al control de los daños de Seca.
- El control de los daños producidos por el Decaimiento y las medidas a tomar para invertir el proceso necesitan de una dotación económica acordes con la importancia del problema. Las Consejerías implicadas han de desarrollar un Plan de Actuación, suficientemente financiado, que refleje la importancia que esta situación tiene para ellas.
- El Plan de Actuación facilitará el acceso a los conocimientos que se tengan sobre el Decaimiento, establecerá las vías para el seguimiento de la situación, tratamientos que se puedan realizar, análisis, etc. Será el canal de comunicación establecido para que la relación entre propietario / técnico y responsable de la Administración sea fluida.
- El propietario, gestor y/o técnico que tenga relación con explotaciones afectadas por Decaimiento, debe tener a su alcance todas las herramientas disponibles para su correcta aplicación en las masas afectadas por problemas de Seca. Esto supone tener a su disposición

los documentos técnicos y/o divulgativos necesarios así como estar informado periódicamente de los avances producidos.

- La obligación de redacción y cumplimiento de los Planes Técnicos de Gestión y las Ordenaciones como documentos que deben integrar las medidas a tomar en aquellos montes afectados por Decaimiento.
- El desarrollo del Manual de Buenas Prácticas en montes afectados por decaimiento debe ser una prioridad así como el seguimiento de su aplicación.
- Se debe potenciar la constitución de ATRIAS y de ADF, que se han demostrado como una figura completamente válida en la gestión de explotaciones. La dedicación exclusiva de los técnicos es fundamental en su labor de asesoramiento y seguimiento de las explotaciones.
- Los beneficios ambientales del mantenimiento de estas masas de monte mediterráneo de encinas y alcornoques deben potenciarse por encima de los beneficios simplemente económicos que su aprovechamiento agroganadero proporcionan.

Cabe destacar la felicitación general realizada por la totalidad de las entidades participantes a la Consejería de Medio Ambiente, por haber satisfecho la solicitud de organización de unas Jornadas en las que se reflejara la situación del conocimiento actual sobre el decaimiento forestal.



ISBN 84-92807-29-1



JUNTA DE ANDALUCÍA