

Evolución de la densidad arbolada de las masas de *Quercus* afectadas por seca en Extremadura desde 1957 hasta 2013

Manzano M. J.
Belvis G.
Folgueiras R.
Prieto J.M.

Estudios Medioambientales S. L.

A partir del trabajo denominado “Prospección y Seguimiento de masas de Quercus afectadas por seca en la Comunidad Autónoma de Extremadura”, encomendado por el Servicio de Ordenación y Gestión Forestal de la Junta de Extremadura, se ha realizado la visita a campo y la fotointerpretación de 1.000 focos de seca.

Tras la delimitación del perímetro digital de cada foco, se ha estudiado la evolución de la densidad arbolada en cada uno de los mismos. Para ello se han empleado ortofotografías correspondientes a cuatro vuelos diferentes, desde 1957 hasta 2013.

Por otra parte, se ha analizado la relación entre la variación de la densidad arbolada y la presencia de daños por seca en cada uno de los focos.

Por último, se ha observado la relación entre la presencia de infraestructuras hidráulicas en los focos examinados con daños por seca y la variación de la densidad arbolada.

INTRODUCCIÓN

El decaimiento de los *Quercus*, más conocido como seca, comenzó a detectarse en las masas de encinas (*Quercus ilex*) y alcornoques (*Quercus suber*) del suroeste peninsular, según la distribución de las dehesas de la Península Ibérica (Blanco et al., 2005), a principios de la década de los 80

del siglo pasado, observándose los daños más alarmantes a primeros de los años 90.

Este fenómeno está ocasionando la pérdida de numerosos ejemplares, suponiendo una grave amenaza medioambiental que origina pérdidas económicas en los sistemas adherados (Tuset et al., 2004); por ello, resulta necesario seguir analizando su

comportamiento unido a una serie de factores comunes que se relacionan con las características de las superficies afectadas (Lopes et al., 2014).

A partir del inventario de zonas afectadas por seca desarrollado entre 2003 y 2004, a petición de la Junta de Extremadura (ESMA, 2003; ESMA, 2004), se obtiene una metodología para la prospección, seguimiento y caracterización de las masas de *Quercus* afectadas.

Para conocer, entre otras cuestiones, la variación de la densidad arbolada en las masas de *Quercus* adhesionadas afectadas por seca, el Servicio de Ordenación y Gestión Forestal de la Junta de Extremadura decide realizar un nuevo estudio denominado "Prospección y Seguimiento de masas de *Quercus* afectadas por seca en la Comunidad Autónoma de Extremadura".

OBJETIVOS

Empleando el Mapa de Paisajes de Extremadura, basado en el tercer Inventario Forestal Nacional, se realiza

en 2015 una nueva prospección de las masas de *Quercus*, seleccionando una muestra de 1.000 focos de seca distribuidos por todo el territorio extremeño.

Cada uno de los 1.000 focos seleccionados es visitado y caracterizado a partir de la metodología establecida en 2003-2004, a la que se han incorporado nuevas variables significativas para este nuevo trabajo.

Una vez caracterizado el foco, se procede *in situ* a su delimitación digital (Bosque, 1992). El polígono, en formato *shape* de ESRI, queda definido por la presencia continua sobre el terreno de pies aparentemente sanos; o por la existencia de modificaciones del terreno que impidan su avance (transición en el uso del suelo de forestal a agrícola o improductivo, transición a masas forestales pobladas por especies no susceptibles de padecer seca, etc.).

En estas zonas se observa la evolución del estado del arbolado y cómo ha influido la aplicación de tratamientos culturales y preventivos en la propagación del decaimiento de aquel.

Una de las formas de evaluar la progresión del arbolado consiste en estudiar la variación de la densidad arbolada en estas zonas a través de fotointerpretación (Cardillo et al., 2013; García et al., 2012). El trabajo se realiza en los 1.000 focos de la muestra seleccionada; y en la visita de campo además se observa si en la actualidad estas superficies seccionadas presentan o no daños por seca.

El análisis de los resultados obtenidos permitirá conocer la variación de la densidad del arbolado en las zonas muestreadas, observando si existe alguna relación con los fenómenos de seca o con las características del entorno.

METODOLOGÍA

La Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio, a través del Servicio de Ordenación y Gestión Forestal, facilita los diferentes datos de las zonas o fincas afectadas por seca, y a partir de ellos, con los criterios acordados, se procede a la selección de la muestra.

Se ha decidido estudiar, por fotointerpretación, la evolución de la densidad arbolada en el foco, y no otros parámetros, como la fracción de cabida cubierta, por ser la pérdida de ejemplares la consecuencia más grave y común de las zonas afectadas por seca (Romero de los Reyes et al., 2007).

Por otra parte, la fracción de cabida cubierta arbórea no refleja con precisión la respuesta del arbolado a la presencia del fenómeno seca, pues su evolución en el tiempo se encuentra muy condicionada por otras causas, como puede ser la edad del arbolado o la ejecución de podas. No obstante, hay que indicar que la densidad de pies también puede presentar variaciones por causas distintas a seca.

Para estudiar la evolución de este parámetro se han tomado como referencia las ortofotografías tomadas en vuelos correspondientes a diferentes espacios temporales.

Con el fin de evitar grandes saltos en el tiempo entre los vuelos de las ortofotografías utilizadas, se pretende trabajar con aquellas que presentan menor intervalo temporal entre ellas; para ello, se ha comenzado con las del vuelo americano (1956-1957), seguido por el Vuelo Oleícola de 1998.

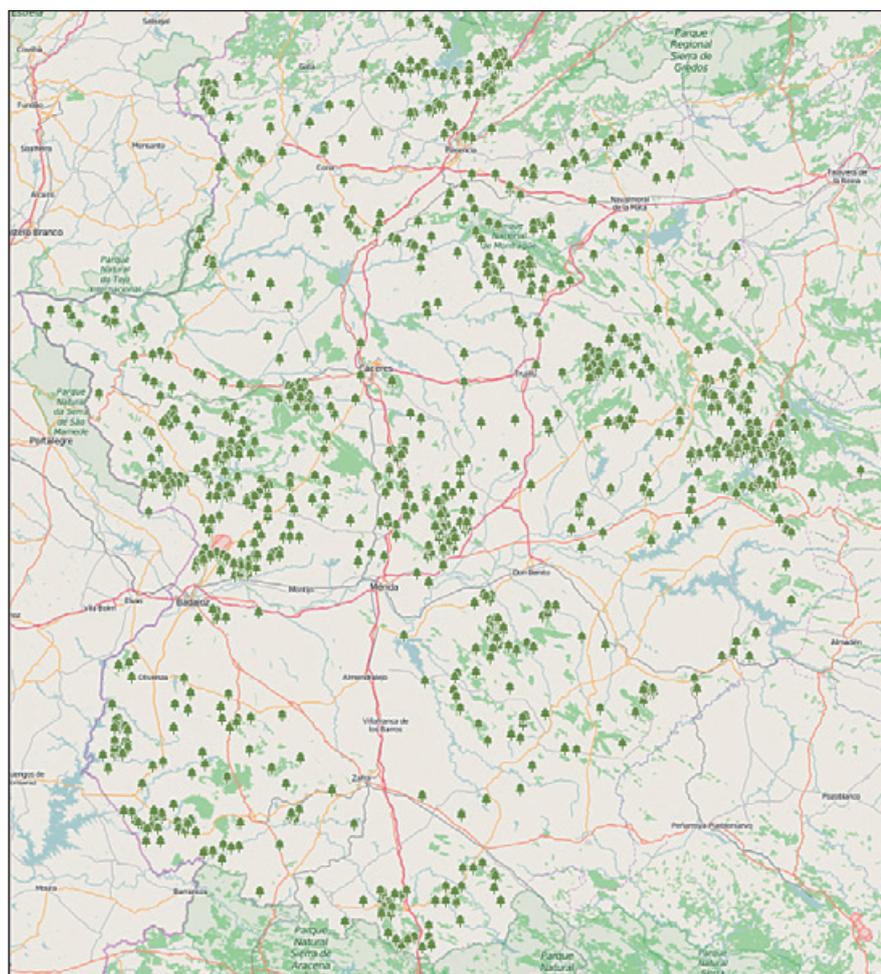


Figura 1. Distribución espacial de los focos de seca objeto de estudio

Para separar esta imagen (1998) de la última (2013), se ha utilizado como tercera ortofotografía la del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) de 2005, siendo la que queda más equidistante entre la de 1998 y la de mayor actualidad (PNOA 2013).

Estas cuatro imágenes se comparan y se analiza la evolución de la densidad del arbolado presente en cada foco de seca, cuyo perímetro se ha delimitado digitalmente durante la visita de campo.

En aquellos focos en los que no se ha detectado sintomatología asociada a seca, y por tanto no existe un polígono digital asociado, se toma un área circular de 250 metros de radio, a partir de las coordenadas tomadas en la prospección de campo, lo que supone una superficie de 19,62 hectáreas.

En la prospección realizada en 2015, de los 1.000 focos prospectados, en 691 se ha encontrado sintomatología asociada a seca. Cada uno de ellos tiene asociado un polígono digital

que delimita su perímetro y dentro del cual se realiza la fotointerpretación de la densidad del arbolado en cada uno de los periodos estudiados.

Por el contrario, en los 309 puntos de muestreo restantes, la comparación de la densidad arbolada entre ortofotografías se realiza a partir del área circular, cuyo centro coincide con las coordenadas tomadas en campo.

Sobre cada imagen se analiza la presencia de arbolado mediante la identificación de ejemplares vivos de *Quercus* presentes en cada foco; lo que permite clasificar al parámetro en las siguientes categorías: Aumenta, Disminuye o Sin cambios. Esta clasificación se realiza comparando las cuatro ortofotografías indicadas; de manera que se obtienen resultados correspondientes a tres periodos temporales, lo que refleja la evolución de la densidad arbolada del foco.

Es importante destacar que en la pérdida de densidad arbolada influyen tanto los ejemplares que han sido

eliminados por cortas como aquellos que permanecen muertos en pie sobre el terreno.

Por otra parte, la disminución del arbolado puede ser consecuencia del decaimiento ocasionado por seca o puede estar relacionado con otras causas. Es por esto que resulta imprescindible disponer de datos de campo fiables y actualizados que permitan discernir entre las diferentes situaciones encontradas.

A lo largo del trabajo de fotointerpretación se ha prestado especial atención a la construcción de nuevas infraestructuras hidráulicas en el entorno de los focos de seca. Para ello, se ha creado un campo de datos en el que se indica si existe presencia de alguna balsa de agua, bien en el interior del foco de seca o en las proximidades del mismo.

Conforme se realiza el trabajo de fotointerpretación de la densidad arbolada, se indica si entre una imagen y la siguiente existe alguna infraestructura hidráulica o se ha construido alguna nueva.

El estudio de la existencia de balsas de agua en el entorno de los focos afectados por seca se considera interesante desde el punto de vista de la modificación del nivel freático de la zona en cuestión. Así, este tipo de infraestructuras se construyen para la utilización del agua por parte del ganado, aprovechando el relieve del terreno. Es por ello que el encharcamiento alrededor de las mismas aumenta, estando este factor íntimamente ligado con la aparición de daños por seca. Para la introducción de los datos referentes a la fotointerpretación se diseña una aplicación con un cuadro de atributos desplegable asociado a cada polígono. En ella se anota la variación de la densidad arbolada observada en cada periodo la construcción de balsas de agua; y por último existe un campo de observaciones en el que se anota cualquier tipo de incidencia detectada.

A partir del proceso de fotointerpretación se genera una ficha individual para cada uno de los puntos de muestreo.

En ella se muestra el perímetro del foco (en rojo) sobre cada una de las ortofotos utilizadas como base; apareciendo un área circular, de color verde, en aquellos casos en los que no se han detectado en campo daños asociados a seca.

A continuación se indica el código del foco, término municipal en el que

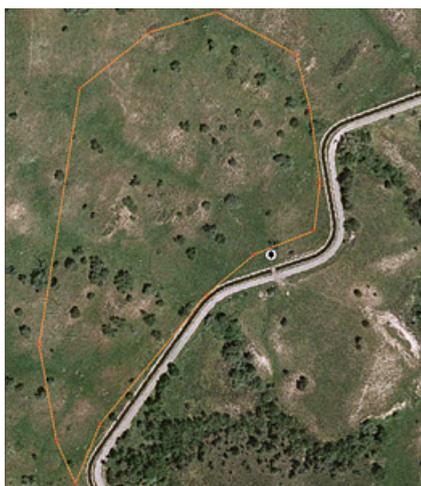


Figura 2. Foco de seca sin balsa (ortofoto 2005)



Figura 3. Mismo foco, con balsa (ortofoto 2013)

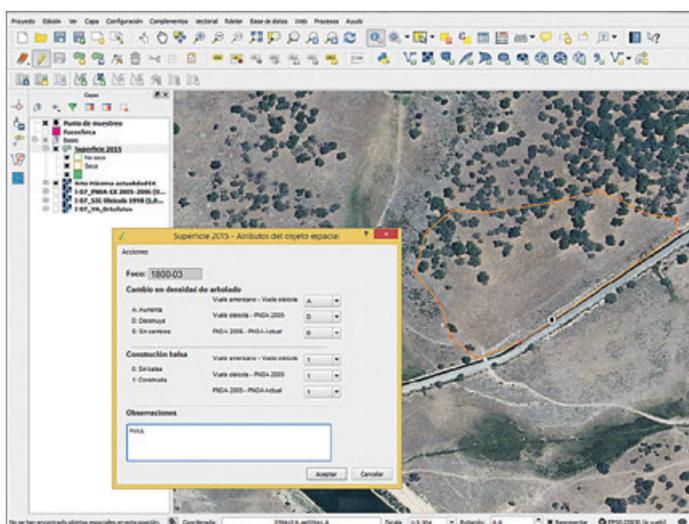


Figura 4. Interfaz de la aplicación utilizada en el proceso de fotointerpretación

se encuentra, superficie que ocupa y Unidad Territorial de Vigilancia (UTV) a la que pertenece. La superficie, en el caso de zonas en las que no se ha detectado presencia de sintomatología asociada a seca aparece como 0 ha.

Además, en una tabla contigua se indica la evolución de la densidad del arbolado observada para cada periodo, así como la aparición o existencia de balsas de agua.

Por último, en el cuadro correspondiente a las observaciones se indica en formato escrito la variación de la densidad arbolada observada para cada periodo, además de las incidencias detectadas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del trabajo de fotointerpretación se han agrupado por periodo estudiado entre ortofotografías, con el fin de teorizar una tendencia en el comportamiento de la variación de la densidad de pies. Además, se han analizado los resultados agrupados, según muestren los focos dañados por seca o no y en su totalidad.

Por otra parte, se analiza la densidad arbolada de cada periodo, atendiendo a la presencia de balsas de agua en las proximidades del foco de seca.

Considerando la totalidad de la muestra de los 1.000 focos de seca fotointerpretados se ha observado lo siguiente (Tabla 1):

Se ha apreciado una evolución de la densidad arbolada en las masas de *Quercus* decreciente y más o menos constante desde el inicio del estudio. De esta manera, se ha constatado un descenso de la cantidad de ejemplares presentes en las dehesas extremeñas, próximo al 5 % a lo largo de los últimos 60 años.

Es importante destacar que la reducción de la densidad del arbolado no se debe únicamente a los procesos de decaimiento asociados a seca, y por tanto es importante estudiar este parámetro en aquellas zonas en las que la presencia de daños por seca ha quedado contrastada. Estos son precisamente los datos que han derivado del presente trabajo.

Como se ha señalado, de los 1.000 focos visitados y fotointerpretados, en 691 se han encontrado daños por seca, y en 309, no.



Figura 5. Ficha de evolución y análisis de los focos de seca

A continuación, se analiza la fotointerpretación de los 691 focos con sintomatología asociada a seca (Tabla 2):

Se ha comprobado que a lo largo de todo el periodo de estudio ha disminuido la densidad del arbolado; si bien este descenso resulta mucho más acusado que en caso de considerar el conjunto de la muestra. Así, se ha detectado una caída del 11 % entre los

dos primeros periodos y de casi el 8 % entre el segundo y el tercero; siendo de casi el 20 % a lo largo del periodo analizado (1957-2013).

Si se tienen en cuenta los datos referentes a los 309 focos en los que no se ha detectado sintomatología asociada a seca, se observa lo siguiente (Tabla 3):

En el primer periodo se aprecia una disminución de la densidad arbolada en

Densidad arbolada	Periodo 1957-1998	Periodo 1998-2005	Periodo 2005-2013
Aumenta (%)	29,9	4,7	1,7
Disminuye (%)	53	52,2	57,9
Sin cambios (%)	17,1	43,1	40,4

Tabla 1. Evolución de la densidad arbolada en cada periodo estudiado en todos los focos

Densidad arbolada	Periodo 1957-1998	Periodo 1998-2005	Periodo 2005-2013
Aumenta (%)	25,4	1,9	0,6
Disminuye (%)	54,1	65,1	72,8
Sin Cambios (%)	20,5	32,9	26,3

Tabla 2. Evolución de la densidad arbolada en cada periodo estudiado en los focos con seca

más de la mitad de los focos fotointerpretados. Sin embargo, en el segundo y tercer periodo la tendencia cambia de forma radical, predominando los focos en los que no se han detectado cambios significativos en la variación de la densidad arbolada. Así, en el segundo periodo casi dos tercios de los focos estudiados no presentan variación del parámetro, acercándose a los tres cuartos en el último de los periodos.

Si se realiza una comparativa de los periodos, según se encuentren daños o no, en el periodo inicial se ha detectado una reducción de la densidad del arbolado que apenas alcanza el 1 %. Aunque sí se observa una diferencia significativa entre los focos que presentan daños y los que no; entre 1998 y 2005 la cantidad de focos en los que disminuye la densidad arbolada cae un 41,8 %, y entre 2005 y 2013, un 48,3 %.

Densidad arbolada	Periodo 1957-1998	Periodo 1998-2005	Periodo 2005-2013
Aumenta (%)	40,1	11	4,2
Disminuye (%)	50,4	23,3	24,5
Sin cambios (%)	9,4	65,7	71,1

Tabla 3. Evolución de la densidad arbolada en cada periodo estudiado en los focos sin seca

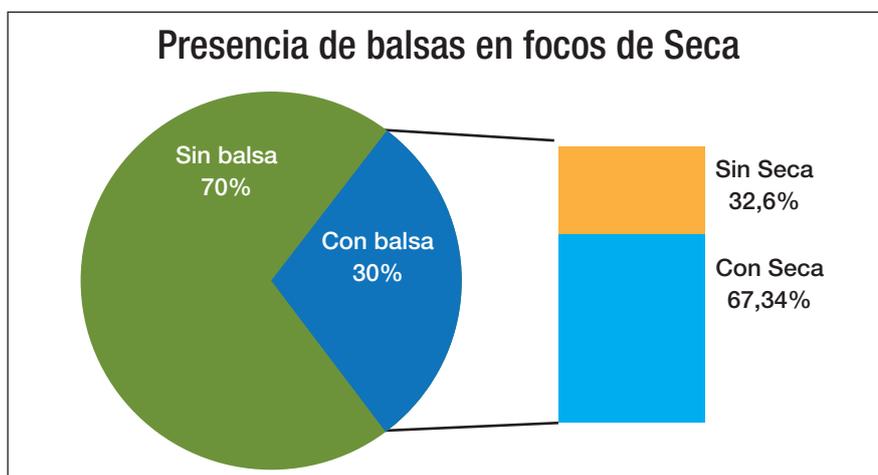


Figura 6. Correlación entre la presencia de balsas y los daños por seca. Focos totales

Densidad arbolada	Periodo 1957-1998	Periodo 1998-2005	Periodo 2005-2013
Aumenta (%)	5,5	1,5	0,7
Disminuye (%)	15,9	15,5	18,5
Sin cambios (%)	2,3	11,1	10,8
TOTAL	23,7 %	28,1 %	30 %

Tabla 4. Evolución de la densidad arbolada en cada periodo estudiado en todos los focos con balsa de agua próxima

Densidad arbolada	Periodo 1957-1998	Periodo 1998-2005	Periodo 2005-2013
Aumenta (%)	3,8	0,3	0,3
Disminuye (%)	16,6	20,4	24,0
Sin cambios (%)	2,7	6,9	4,9
TOTAL	23,1 %	27,6 %	29,2 %

Tabla 5. Evolución de la densidad arbolada en cada periodo estudiado en los focos con balsa de agua próxima y daños por seca

Por último, se ha estudiado la correlación existente entre la presencia de balsas de agua e infraestructuras hidráulicas con la existencia de daños por seca y la variación de la densidad arbolada teniendo en cuenta el periodo en el que se han construido.

De los 1.000 focos estudiados, se han encontrado balsas de agua próximas en 300 de ellos. Solo en 202 focos de los 691 que presentan daños por seca se han observado balsas de agua en las proximidades, lo que supone un 29,23 %. Es decir, que de los 300 focos que presentan balsas de agua en sus proximidades, 202 (67,34 %) presentan síntomas asociados a seca.

Estudiando los 300 focos que presentan balsas de agua próximas, se observa que su construcción ha ido creciendo a lo largo de los periodos de estudio, siendo superior el incremento entre los dos primeros.

Por otra parte, se aprecia que la densidad arbolada tiende a disminuir desde 1957, siendo aún más acusado el descenso observado en los últimos ocho años.

Considerando sólo los 202 focos que tienen una balsa de agua en sus proximidades y en los que se han encontrado daños por seca, se observa lo siguiente (Tabla 4):

Como resumen, se constata que en las zonas de muestreo la densidad arbolada ha disminuido a lo largo del periodo de estudio. Tan solo cuando se analiza la muestra sin seca aparente, entre el primer y segundo periodo, el parámetro aumenta.

Por otra parte, se observa que en los focos que presentan síntomas asociados a seca, la disminución de la densidad arbolada aumenta a lo largo de todo el periodo estudiado y lo hace de forma más acusada entre 2005 y 2013.

CONCLUSIONES

La densidad arbolada en los focos fotointerpretados lleva disminuyendo 60 años.

La cantidad de focos en los que se observa una pérdida de densidad arbolada ha aumentado casi un 6 % desde 1998.

La cantidad de focos con seca en los que se observa una pérdida de densidad arbolada ha aumentado casi un 20 % desde 1957.

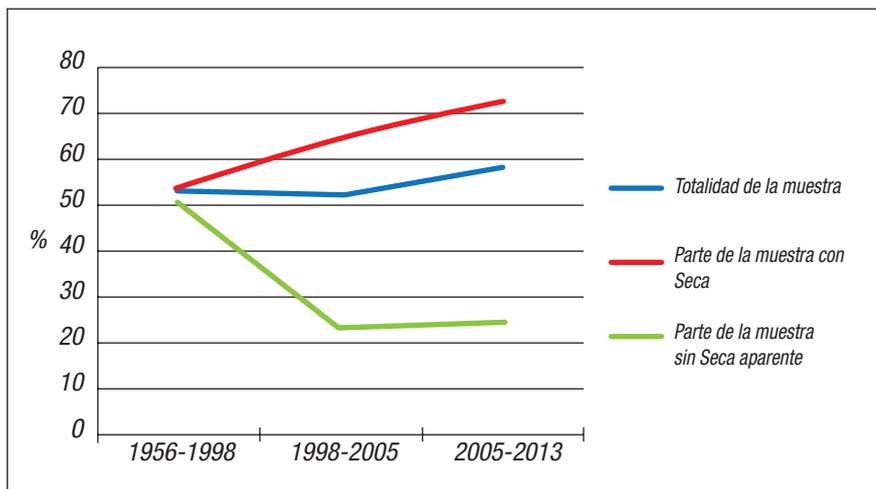


Figura 7. Evolución del porcentaje de zonas de muestreo en los que disminuye la densidad de pies

La cantidad de focos fotointerpretados en los que se observa una pérdida de densidad arbolada es superior cuando hay daños por seca en todos los periodos estudiados.

La cantidad de focos en los que se aprecia sintomatología asociada a seca y existe una disminución de la densidad arbolada alcanza un 54,1 % entre 1957-1998, un 65,1 % entre 1998-2005 y un 72,8 % entre 2005-2013.

Cuando existen balsas de agua, en las proximidades de los focos que presentan daños por seca se observa una pérdida de densidad arbolada en todos los periodos estudiados.

El conjunto de focos con balsas de agua próximas en los que se aprecian síntomas asociados a seca y que presentan una disminución de la densidad arbolada alcanza un 16,6 % entre 1957-1998, un 20,4 % entre 1998-2005 y un 24 % entre 2005-2013.

RECOMENDACIONES

Para conocer la evolución real de la densidad arbolada en los focos de seca extremeños es necesario realizar un trabajo de fotointerpretación en el conjunto de focos existentes y registrados hasta la fecha, complementándose con visitas de campo a algunos focos para contrastar los datos obtenidos.

La inspección sobre el terreno de una muestra de los focos fotointerpretados permitirá comprobar si la pérdida de arbolado puede asociarse a seca o es debido a otras causas; así como la delimitación precisa y exacta del perímetro de los mismos ayudaría a conocer con mayor exactitud las superficies afectadas.

Durante la fotointerpretación de cada uno de los focos objeto de análisis se recomienda estudiar, en aquellos casos en los que sea posible, cada árbol de manera individual, con el fin de obtener un mayor número de variables a considerar en los procesos estadísticos posteriores.

Por último, parece conveniente analizar en profundidad la relación de la presencia de infraestructuras hidráulicas

AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio, que a través de José Luis del Pozo Barrón, jefe del Servicio de Ordenación y Gestión Forestal, ha ejercido de promotor de este proyecto. También, a Beatriz Rocha Granada, directora de Programa de Planificación Forestal y Montes Particulares, y al técnico Jesús González de Miranda Sanz, que han facilitado toda la información necesaria y marcado las directrices para la correcta ejecución del trabajo.

Por último, reconocer la labor de los agentes del medio natural y de los coordinadores de las Unidades Técnicas de Vigilancia, que han colaborado en todo lo que se ha demandado durante los trabajos de campo.

cas en las proximidades de focos de *Quercus* afectados por seca. F

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, E. et al. 2005. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona. 597 pp.
- Bosque Sendra, J., 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. RIALP, Madrid. 452 pp.
- Cardillo, E. et al. 2013. *Patrones espaciales del decaimiento de encinas y alcornoques en Extremadura, España*. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón (IPROCOR). <http://iprocor.gobex.es/wp-content/uploads/2012/12/Patrones-espaciales-decaimiento-esp%C3%B1ol1.pdf>. Acceso: 21 de septiembre de 2015.
- ESMA S. L. 2003. *Desarrollo y metodología para la realización de un inventario piloto en zonas afectadas por la Seca de quercíneas*. Madrid. 46 pp.
- ESMA S. L. 2003. *Metodología para la prospección y seguimiento de masas de Quercus afectadas por la "Seca" en la provincia de Cáceres*. Madrid. 130 pp.
- ESMA S. L. 2004. *Metodología para la prospección y seguimiento de masas de Quercus afectadas por la "Seca" en la provincia de Badajoz*. Madrid. 102 pp.
- García Rodríguez, M. P., Sanz Donaire, J. J., Pérez González, M. E., Navarro Madrid, A. 2012. *Guía práctica de teledetección y fotointerpretación*. Universidad Complutense de Madrid. http://eprints.sim.ucm.es/17444/1/GUIA_PRACTICA_TELEDETECCION.pdf. Acceso: 28 de septiembre de 2015.
- Lopes, A. et al. 2014. *Presentaciones y conclusiones Foro INIA sobre la Seca*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. <http://cicytex.gobex.es/presentaciones-foro-inia>. Acceso: 8 de abril de 2015.
- Romero de los Reyes, E., et al. 2007. Aplicación de ortofotos para la estimación de pérdida de individuos en dehesas de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) afectadas por procesos de decaimiento. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 121-134.
- Tuset, J. J., Sánchez, G. 2004. *La Seca: El decaimiento de encinas, alcornoques y otros Quercus en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid. 419 pp.