AEET
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ECOLOGÍA TERRESTRE

Ecosistemas 23(2): 124-129 [Mayo-Agosto 2014]
Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-2.16

Artículo publicado en Open Access bajo los términos de Creative Commons attribution Non Comercial License 3.0.

MONOGRÁFICO:
Ecología y gestión de las especies de *Quercus*

ecosistemas
REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

ISSN 1697-2473 / Open access disponible en www.revistaecosistemas.net

Tendencias en la investigación sobre ecología y gestión de las especies de *Quercus*

T. Marañón[1]*, C.M. Padilla Díaz[1], I.M. Pérez Ramos[1], R. Villar[2]

(1) IRNAS, CSIC, Avenida Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, España.
(2) Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba, España.

* Autor de correspondencia: T. Marañón [teodoro@irnase.csic.es]

> Recibido el 22 de abril de 2014, aceptado el 27 de junio de 2014.

Marañón, T., Padilla Díaz, C. M., Pérez Ramos, I. M., Villar, R. 2014. Tendencias en la investigación sobre ecología y gestión de las especies de *Quercus*. *Ecosistemas* 23(2): 124-129. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-2.16
El género *Quercus* reúne algunas de las especies arbóreas más relevantes en los bosques del hemisferio norte, tanto por su amplia distribución geográfica como por su gran importancia ecológica y económica. Algunas de estas especies han sido y continúan siendo foco central en numerosos estudios científicos relacionados con la ecología y gestión de ecosistemas forestales. Los objetivos de este artículo son: 1) conocer la evolución del número de artículos relacionados con *Quercus*, así como los países y autores con mayor producción científica en este campo, 2) identificar los principales temas de investigación sobre las especies de *Quercus* de España y 3) discutir los huecos en el conocimiento y proponer algunas líneas futuras de investigación. Según la base de datos *ISI Web of Science* se han publicado 13 469 artículos relacionados con las especies de *Quercus*, con un crecimiento exponencial a lo largo del tiempo. España ocupa el segundo lugar en cuanto a número de artículos publicados (11.6 % del total), después de los Estados Unidos. Entre los 24 090 autores de artículos relacionados con *Quercus*, cinco españoles se encuentran entre los 20 primeros en número de publicaciones. Dentro de las publicaciones sobre *Quercus* en España, la especie con mayor interés es la encina (*Q. ilex*, 46.5 % de los artículos) y los temas a los que se ha prestado más atención son: el cambio climático, la regeneración, los efectos de la sequía, las perturbaciones y la riqueza de especies. Se discuten los huecos de conocimiento detectados (en base a encuestas de expertos) y se proponen líneas de investigación futuras relacionadas con el cambio global, la demografía, la ecofisiología, las interacciones bióticas y la gestión.

Palabras clave: bibliometría; cambio global; España; quercíneas; regeneración

Marañón, T., Padilla Díaz, C. M., Pérez Ramos, I. M., Villar, R. (2014). Research trends on ecology and management of *Quercus* species. *Ecosistemas* 23(2): 124-129. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-2.16
The genus *Quercus* includes some of the most relevant tree species within the forests of the Northern Hemisphere, because of their wide geographical distribution and also their ecological and economic importance. Some *Quercus* species have been and still are the central research topic of many scientific studies related with forest ecology and management. The main objectives of this study are: 1) to know the evolution of the number of papers related with *Quercus*, together with the countries and authors with more scientific production in this field, 2) to identify the main research topics dealing with *Quercus* in Spain and 3) to discuss the knowledge gaps and to propose some future lines of research to be supported. A total of 13 469 publications related with *Quercus* species have resulted from the search in the ISI Web of Science, showing an exponential growth with time. Spain ranks as the second country (11.6 % of the publications), only after USA. The number of authors publishing about *Quercus* is 24 090; among the 20 authors with highest production of papers five come from Spain. The holm oak (*Q. ilex*, with 46.5 % of the papers) is the oak species in Spain receiving a major interest. According to the frequency of key words, Spanish researchers have focused their attention to the effects of climate change, oak regeneration, effects of drought stress, disturbances and species richness. The main knowledge gaps are also defined and discussed. The proposed lines of research are related with global change, demography and ecophysiology, biotic interactions, and management.

Key words: global change; oaks; regeneration; scientometrics; Spain.

Introducción

El género *Quercus* se extiende por el hemisferio norte con más de 500 especies de árboles y arbustos (Axelrod 1983; Manos et al. 1999). Los bosques dominados por especies de *Quercus* tienen gran importancia ecológica y económica. Proporcionan servicios ecosistémicos de abastecimiento (madera, leña, corcho, alimento para el ganado), de regulación (secuestro de carbono y mitigación del cambio climático, formación y protección del suelo, mejora de calidad del aire y agua) y culturales (recreativos, paisajísticos, de identidad cultural) (Marañón et al. 2012). Los árboles de *Quercus* son elementos clave para el mantenimiento de la biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas de bosques y sabanas (Pavlik et al. 1993; McShea y Healy 2002; Díaz 2009).

El cambio global está afectando negativamente a estos bosques (Camarero et al. 2008; Allen et al. 2010; Anderegg et al. 2013). En particular, los principales impulsores del cambio global son el cambio en el uso del suelo (deforestación y abandono de tierras agrícolas), la introducción de patógenos exóticos (como fitóftora) y el cambio climático (aumento de la temperatura y cambios en la precipitación). Se han documentado episodios severos de decaimiento y mortalidad de especies de *Quercus* en Europa (Brasier

© 2014 Los Autores. Editado por la AEET. [Ecosistemas no se hace responsable del uso indebido de material sujeto a derecho de autor]

1996; Jung et al. 2000; Sánchez et al. 2002; Tuset y Sánchez 2004; Carnicer et al. 2011) y en Norteamérica (Rizzo y Garbelotto 2003; Brown y Allen-Díaz 2009; Nagle et al. 2010).

La importancia a diferentes niveles (geográfico, ecológico y económico) del género *Quercus* y los cambios potenciales que pueden sufrir sus poblaciones en respuesta a las diferentes amenazas derivadas del cambio global justifican que sea objeto de un elevado número de estudios científicos. En general, la producción del conocimiento científico, reflejada en los artículos de revistas, ha crecido exponencialmente durante los últimos 50 años (Larsen y von Ins 2010; Daruka 2014). Las bases de datos globales y las nuevas herramientas informáticas ofrecen la posibilidad de trabajar con el conocimiento publicado y elaborar un "meta-conocimiento" que permite identificar y medir los procesos complejos de la producción y consumo de conocimiento (Evans y Foster 2011).

Los objetivos de este artículo son: 1) conocer la evolución del número de artículos relacionados con *Quercus,* así como los países y autores con mayor producción científica en este campo, 2) identificar los principales temas de investigación sobre los *Quercus* en España y 3) detectar y discutir los huecos en el conocimiento, identificados por expertos españoles, y proponer algunas líneas de investigación que deberían ser más apoyadas.

Material y métodos

El análisis cienciométrico se realizó utilizando la base de datos *Web of Science* (Thomson Reuters, http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/). Se buscaron las publicaciones (artículos y revisiones) en la *Science Citation Index Expanded* (SCIE), seleccionando como tema (*topic*) el término "Quercus", incluido en título, palabra clave o resumen, para el período 1900 - 2012. Por otra parte, a efectos comparativos, se realizó la búsqueda y análisis para el término genérico "Forest"; de esta forma se comprueba si la tendencia en las investigaciones sobre el grupo de especies de "Quercus" sigue el patrón general de la investigación forestal. Se clasificaron las publicaciones por países y autores.

Para un análisis más detallado de la investigación en España, se restringió la búsqueda a las 11 especies de *Quercus* que habitan de forma natural en España (**Tabla 1**). Por otra parte, se buscaron las publicaciones que contenían las palabras "Quercus" (o también "Oak") y "Spain", limitando a las aparecidas durante el período 2000 - 2012 y dentro de la categoría "Environmental Science Ecology". Del total de referencias encontradas, se seleccionó un subgrupo de artículos con alto número de citas (más de 22 citas, en total 165 artículos) para el análisis de la frecuencia de palabras clave (incluyendo las del título). Los resultados se mostraron como "nube de palabras" usando el programa Wordle (http://www.wordle.net/).

El análisis de los huecos en la investigación se realizó a partir de encuestas entre los investigadores participantes en dos simposios dedicados al género *Quercus* (Simposio titulado "*Quercus*: decaimiento, regeneración y gestión frente al cambio global", dentro del Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre en Pamplona, mayo 2013; y Taller titulado "*Oak forest coping with global change: ecology and management*", celebrado durante octubre del 2013 en Baeza y organizado por la Universidad Internacional de Andalucía). Las líneas de investigación fueron agrupadas por afinidad de campos temáticos y semánticos para su posterior análisis estadístico.

Resultados y discusión

Publicaciones internacionales sobre *Quercus*

Un total de 13 469 publicaciones relacionadas con las especies de *Quercus* aparecen en las revistas indexadas (**Fig. 1**), mostrando un crecimiento exponencial a lo largo del tiempo. En el período 2000-2012 se han publicado 423 artículos (en promedio 37 al año), que corresponde a una tasa de incremento anual del 4.7 %. En comparación, los artículos sobre bosques (*Forest*) han sido 8848 (681 al año) que corresponde a una tasa del 4.1 %. La tendencia exponencial es semejante, aunque en número absoluto los artículos sobre *Quercus* suponen 1/18 parte de las publicaciones centradas en bosques.

En su estudio pionero sobre cienciometría Price (1961, citado en Larsen y von Ins 2010), calculó una tasa de crecimiento anual del 4.7 % en las publicaciones científicas entre 1907 y 1960. Los cálculos más recientes, usando la base de datos del SCI, estiman una tasa de crecimiento anual del 2.2 % entre 1997 y 2006, con diferencias entre disciplinas (Larsen y von Ins 2010).

En la distribución por países destaca el segundo lugar de España (11.6 % del total de las publicaciones), después de los Estados Unidos (24.7 %). También es de resaltar la importancia de México (1.7 %) donde el género *Quercus* presenta un centro de diversidad con más de 160 especies (Valencia 2004). En conjunto, un pequeño grupo de 17 países publican el 80.3 % de los trabajos relacionados con *Quercus* (**Fig. 2**).

El puesto destacado de España como la segunda potencia mundial en publicaciones científicas ¿es particular para las especies de *Quercus*? o por el contrario ¿es un patrón general para la investigación forestal? Según los resultados para el tema "Forest", España ocupa el 11º lugar en número de publicaciones. Existe una relación esperable entre la riqueza de un país (por ejemplo, medida como su producto interior bruto, PIB) y su producción científica, al disponer de más medios y más recursos humanos. Así, España ocupa el puesto 13º en la lista de países por PIB (datos de 2012 de la ONU, http://unstats.un.org/) y, como hemos visto, el puesto 11º en publicaciones forestales. Por tanto, el caso de la investigación sobre *Quercus* es especial y refleja un gran interés de la ciencia española por este género.

La relación entre la riqueza de un país y su nivel científico no es simple. En un estudio comparativo de la producción científica entre países para el período 1997-2001(King 2004), España ocupó el décimo puesto en número de publicaciones por delante de países con mayor PIB, como India y Brasil, y el 11º en citas, delante de Rusia y China. Esta discordancia refleja un desfase entre el crecimiento económico de los países emergentes, que está siendo rápido, y la construcción de un sistema científico eficiente y

Tabla 1. *Lista de especies de Quercus que existen en España ordenadas según el número de publicaciones encontradas en el Science Citation Index (durante el período 1900-2012) en comparación con la superficie de los bosques dominados por cada especie (según datos del SECF 2011; los valores de robledal agrupan a Q. robur y Q. petraea, y los de quejigar a Q. faginea y Q. canariensis; nd=no disponible).*

Table 1. *List of Quercus species in Spain, ranked according to the number of publications in the Sience Citation Index (during the period 1900-2012) and compared with the area covered by forests in which that species is dominant (SECF 2011; area values for "robledal" combine Q. robur y Q. petraea, and for "quejigar" to Q. faginea and Q. canariensis; nd=not available).*

	Publicaciones		Superficie en España	
Especie de *Quercus*	**número**	**%**	**ha**	**%**
ilex	489	46.5	2 792 000	15.3
suber	171	16.3	301 000	1.6
pyrenaica	163	15,5	1 034 000	5.7
robur	127	12.1	486 000	2.5
coccifera	65	6.2	nd	—
petraea	62	5.9	(robledal)	—
faginea	53	5.0	334 000	1.8
humilis	27	2.6	nd	—
canariensis	26	2.5	(quejigar)	—
cerrioides	8	0.8	nd	—
lusitanica	2	0.2	nd	—

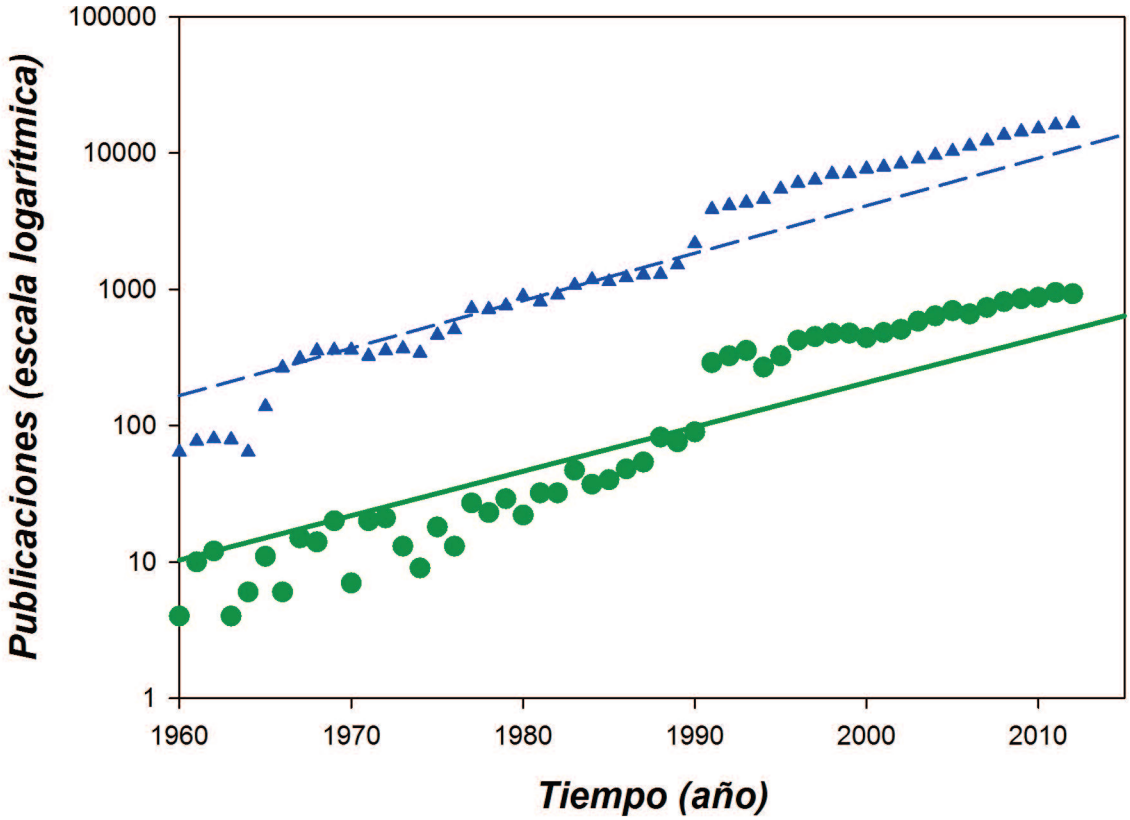

Figura 1. *Evolución temporal del número de publicaciones con la palabra clave "Quercus" (círculos) y con la palabra "Forest" (triángulos) en las revistas indexadas de la "Web of Science" (Thomson Reuters). Se representan los valores en escalas logarítmicas, con las respectivas líneas de regresión.*

Figure 1. *Temporal trends in the number of publications including the topics "Quercus" (circles) and "Forest" (triangles) for journals indexed by the Web of Science (Thompson Reuters). Values are presented in logarithmic scale and regression lines are drawn.*

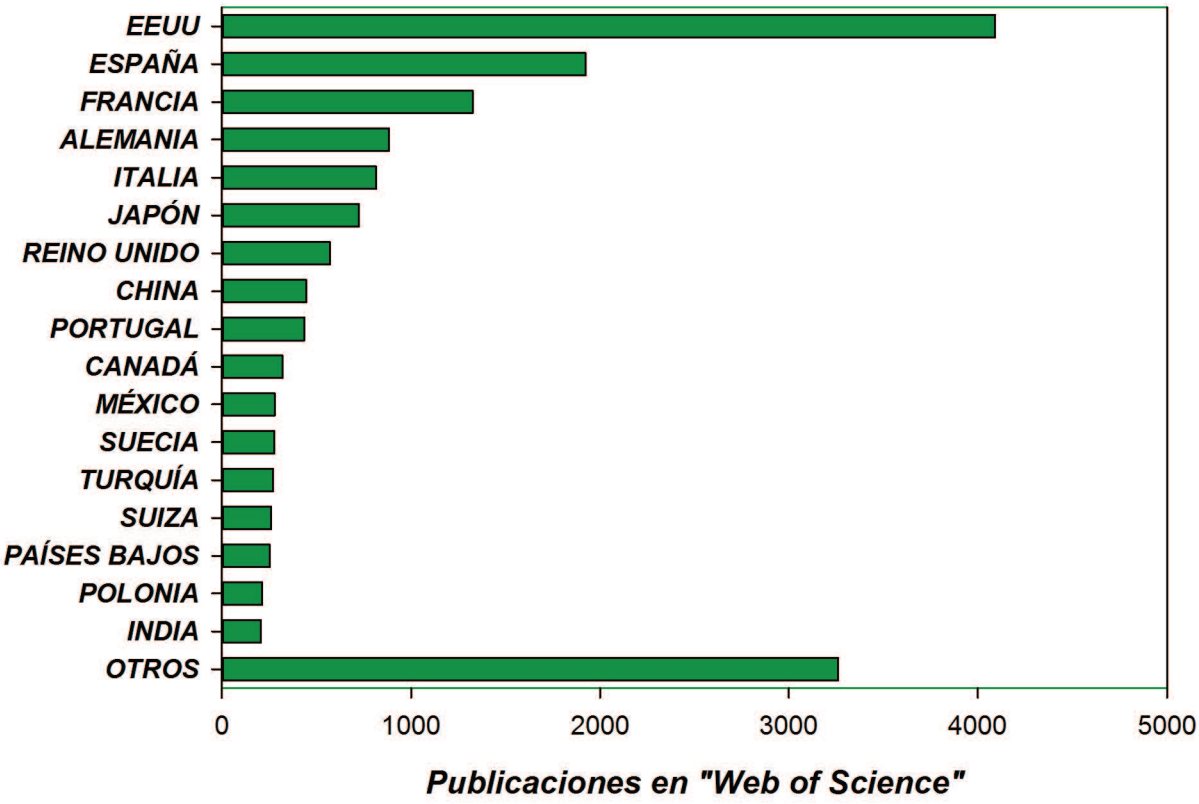

Figura 2. *Distribución por países de las publicaciones relacionadas con Quercus. Fuente: "Web of Science" (Thomson Reuters).*

Figure 2. *Distribution by countries of the publications related with "Quercus". Source: Web of Science (Thompson Reuters).*

productivo, que requiere más tiempo. Por otra parte, existe bastante variabilidad entre los países ricos en su producción científica relativa; países relativamente pequeños como Suiza, Holanda y Suecia destacan por su mayor eficiencia en la transformación de riqueza en ciencia (King 2004).

Si examinamos a los autores, aparecen 24 090 nombres de científicos publicando sobre *Quercus*. Ordenados por el número de publicaciones, comprobamos que los 20 primeros (entre ellos cinco españoles) representan el 0.08 % de los autores y publican el 6.8 % de los artículos. Es bien conocido que un pequeño grupo de científicos son los responsables de los principales avances en ciencia, publicando la mayor parte de los artículos y recibiendo la mayoría de las citas (Parker et al. 2013). Los cinco autores con mayor número de publicaciones fueron: Josep Peñuelas (España), Antoine Kremer (Francia), Serge Rambal (Francia), Helena Pereira (Portugal) y Marc D. Abrams (EEUU). Estos resultados resaltan la importancia de la ciencia europea y mediterránea en la investigación sobre *Quercus*.

Investigaciones en España relacionadas con *Quercus*

La búsqueda de las publicaciones relativas a cada especie de *Quercus* refleja el mayor interés por la encina (*Q. ilex*, 46.5 % del total de artículos), que coincide con su mayor superficie en España (15.3 % de la superficie forestal, excluyendo las dehesas) (**Tabla 1**). La segunda especie en interés es el alcornoque (*Q. suber*, 16.3 % de los artículos). Esta especie tiene un área de distribución relativamente restringida (1.6 % de la superficie) pero su valor socio-económico como productor de corcho es muy alto (Aronson et al. 2009).

Las investigaciones sobre *Quercus* en España (con autores españoles o sitios de estudio en España) produjeron 619 publicaciones indexadas durante el período 2000-2012. El análisis de las palabras clave (507, incluyendo las del título) en la sub-muestra de artículos con más impacto (165 artículos) señala cinco temas con mayor frecuencia en la investigación: cambio climático (2.2 %), regeneración (2.2 %, incluyendo reclutamiento), sequía (2.0 %), perturbación (1.2 % , incluyendo resiliencia) y riqueza de especies (1.0 %) (**Fig. 3**).

El cambio climático, junto con el cambio de uso del suelo y el efecto de los patógenos exóticos, es uno de los impulsores del cambio global que está afectando en mayor medida a la composición de los bosques de *Quercus*. Se han diseñado experimentos manipulativos para investigar los efectos del aumento de la temperatura y la posible reducción de lluvias sobre el crecimiento y fisiología de las encinas (*Q. ilex*) y otros árboles del género *Quercus* (ver p. ej. Barbeta et al. 2013, Pérez-Ramos et al. 2013, Sardans et al. 2013). En general, se han encontrado efectos negativos que podrían llevar a una sustitución local de las especies dominantes y cambios en la composición del bosque (Lloret et al. 2009, Matías et al. 2011), aunque la magnitud y dirección de estos cambios son fuertemente dependientes del tipo de sistema así como de las características funcionales de las especies de *Quercus* analizadas (Pérez-Ramos 2014). Por otro lado, recientes estudios extensivos a escalas regional o estatal están mostrando una expansión reciente de la encina (*Q. ilex*) y otras especies de *Quercus* en España, posiblemente relacionada con la sucesión y el abandono de tierras cultivadas (Puerta-Piñero et al. 2012, Coll et al. 2013).

La escasa regeneración sexual de las especies de *Quercus* en bosques y dehesas españolas ha sido un problema que ha suscitado el interés de un ingente número de investigadores y gestores (ver revisiones en Pulido 2002, Pausas et al. 2009, Díaz 2014, Pérez-Ramos 2014). Las altas tasas de depredación de semillas, la elevada mortalidad de plántulas por la sequía y el sobrepastoreo, y la falta de dispersores efectivos y de microhábitats adecuados para el reclutamiento han sido identificados como los principales factores que limitan la regeneración en especies de *Quercus* (Pulido y Díaz 2005, Pérez-Ramos 2014).

El estudio bibliométrico es un buen indicador del estado de la ciencia para un tema concreto y en un momento determinado. Tiene un valor orientativo, pero no se debe perder de vista que la misión del científico es avanzar en el conocimiento, no publicar el máximo de artículos ni conseguir el máximo número de citas (Parker et al. 2013).

Figura 3. *Mapa de palabras, basado en la frecuencia de las palabras clave en los 165 artículos españoles sobre Quercus más citados.*

Figure 3*. Cloud of words, based on the frequency of key words in the 165 most cited Spanish papers dealing with Quercus species.*

Huecos de conocimiento y líneas futuras de investigación

Los huecos más importantes de investigación en especies de *Quercus*, según los expertos encuestados, se muestran en la **Figura 4**. Se pueden agrupar en temas relacionados con demografía, interacciones bióticas, cambio global, gestión y ecofisiología.

Entre los aspectos demográficos se necesita más información sobre las limitaciones en la regeneración, a pesar de ser uno de los temas más estudiados (ver su alta frecuencia como palabra clave). La biología de la reproducción y en particular la biología floral, fecundación, producción de semillas y vecería son procesos demográficos que merecen ser investigados en las especies de *Quercus*. También es esencial conocer los procesos relacionados con la mortalidad y el decaimiento de los árboles adultos; un fenómeno que está diezmando las poblaciones de algunas especies claves.

Las interacciones bióticas es otro grupo prioritario de investigación. Por un lado, la depredación y la dispersión de semillas son procesos claves que conectan con la dinámica poblacional. Por otro lado, las complejas interacciones con los microorganismos del suelo, tanto las micorrizas (simbiontes) como los patógenos de raíz, están mal conocidas y deben ser estudiadas con más detalle. Los procesos de retroalimentación, sean positivos o negativos, entre las especies de *Quercus* y los organismos del suelo juegan un papel importante en la ecología del bosque.

Conocer y predecir los efectos del cambio climático sobre la fisiología de los árboles y sobre la composición y dinámica del bosque será cada vez más urgente a medida que se vaya agravando el problema. Dentro de los aspectos relacionados con el cambio global harán falta más estudios sobre las consecuencias de la fragmentación sobre los patrones genéticos a escala de paisaje, con enfoques de macroecología y filogeografía. La respuesta a las perturbaciones y cambios podrán analizarse tanto a nivel de individuo, en forma de adaptación y plasticidad fenotípica, como a nivel de sistema, evaluándose su resiliencia o capacidad de absorber cambios.

Los estudios de ecofisiología explican los mecanismos funcionales mediante los cuáles las plantas de *Quercus* se relacionan con el medio. Las diferencias entre especies y ecotipos en la respuesta a las condiciones de estrés, en particular al estrés hídrico, ayudan a predecir los efectos del cambio climático. Los conocimientos de la fisiología de la nutrición sirven para seleccionar las plantas más adecuadas en planes de restauración, según el tipo de suelo.

La investigación y experimentación sobre técnicas de gestión es fundamental en un proceso de gestión adaptativa ("aprender haciendo") de los bosques de *Quercus*. La valoración de los servicios ecosistémicos, mediante el uso de nuevas herramientas ecológicas y socioeconómicas, ampliará la perspectiva de la importancia del uso y disfrute del bosque para el bienestar humano.

Conclusiones

El interés por las especies del género *Quercus* ha motivado un incremento exponencial de publicaciones científicas, con un papel destacado de España que es la segunda potencia mundial en términos bibliométricos. Los expertos han identificado que los estudios relacionados con el cambio global, la demografía y las interacciones bióticas deben seguir siendo apoyados para profundizar en el conocimiento de estas especies de árboles y arbustos de gran importancia ecológica y social, y adaptar su gestión a las condiciones cambiantes del siglo XXI.

Agradecimientos

A los participantes en el Simposio de la AEET en Pamplona (mayo 2013) y en el Workshop de la UNIA en Baeza (septiembre-octubre 2013). El proyecto coordinado DIVERBOS (CGL2011-30285-C02-01 y 02) del MINECO, ANASINQUE (PE2010-RNM-5782) de la Junta de Andalucía y el proyecto Life + Biodehesa Project (11/BIO/ES/000726), junto con los fondos europeos FEDER han financiado la investigación.

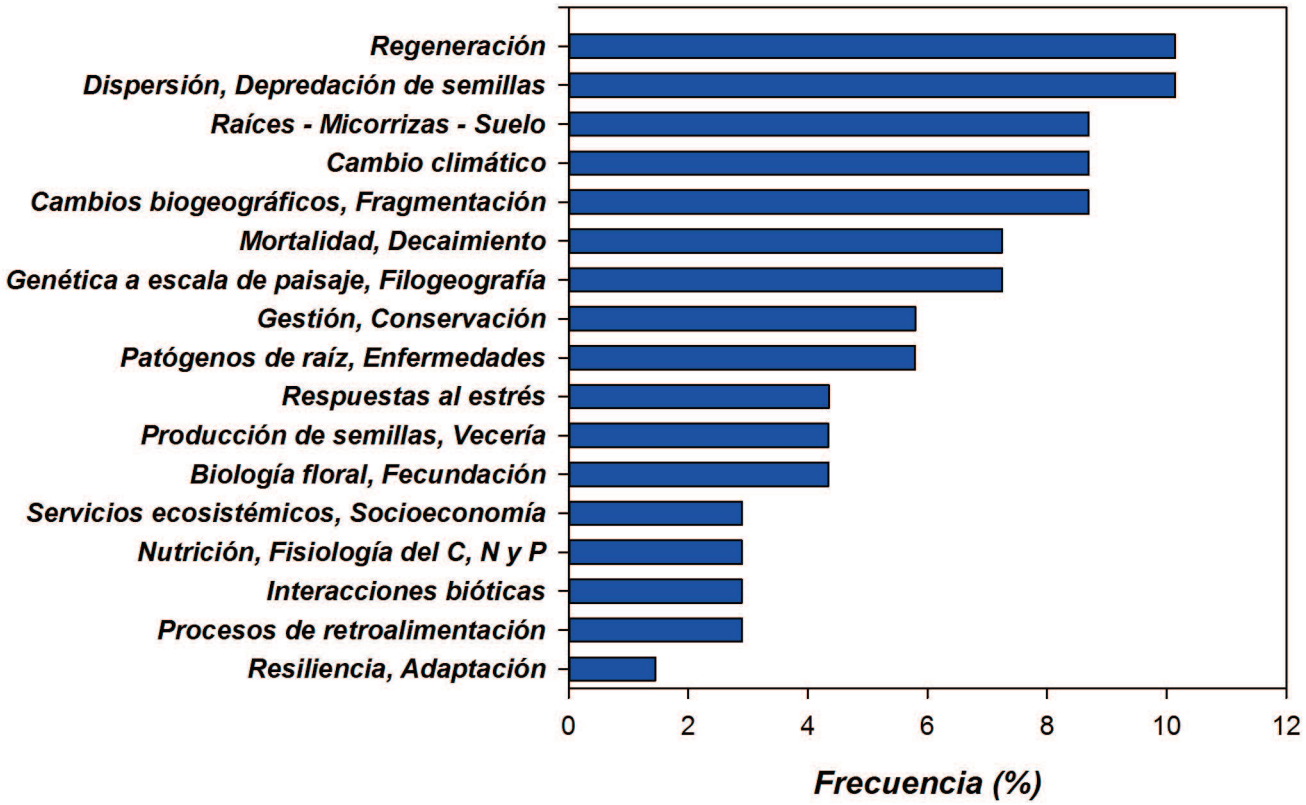

Figura 4. *Frecuencia de los principales huecos en la investigación, según los expertos asistentes a dos simposios sobre ecología y gestión de Quercus.*
Figure 4. *Frequency of the main knowledge gaps, according to the experts attending two symposia about ecology and management of Quercus species.*

Referencias

Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M. et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660-684.

Anderegg, W.R., Kane, J.M., Anderegg, L.D. 2013. Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change* 3:30-36.

Aronson, J., Pereira, J.S., Pausas, J. (eds.) 2009. *Cork oak woodlands on the edge. Ecology, adaptive management, and restoration*. Island Press, Washington, Estados Unidos.

Axelrod, D.I. 1983. Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70:629-657.

Barbeta, A., Ogaya, R., Peñuelas, J. 2013. Dampening effects of long-term experimental drought on growth and mortality rates of a Holm oak forest. *Global Change Biology* 19:3133-3144.

Brasier, C.M. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Annales des Sciences Forestieres* 53:347-358.

Brown, L.B., Allen-Diaz, B. 2009. Forest stand dynamics and sudden oak death: mortality in mixed-evergreen forests dominated by coast live oak. *Forest Ecology and Management* 257:1271-1280.

Camarero, J.J., Lloret, F., Corcuera, L., Peñuelas, J., Gil-Pelegrín, E. 2008. Cambio global y decaimiento del bosque. En: Valladares, F. (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante (segunda edición)*, pp. 399-426. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España.

Carnicer, J., Coll, M., Ninyerola, M., Pons, X., Sánchez, G., Peñuelas, J. 2011. Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:1474-1478.

Coll, M., Peñuelas, J., Ninyerola, M., Pons, X., Carnicer, J. 2013. Multivariate effect gradients driving forest demographic responses in the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 303:195-209.

Daruka, I. 2014. Confined to grow?: Publication dynamics and the proliferation of scientific journals. *Europhysics News* 45:19-22.

Díaz, M. 2009. Biodiversity in the dehesa. En: Mosquera, M.R., Fernández, J.L., Rigueiro, A. (eds), *Agroforestry systems as a technique for sustainable territorial management*, pp. 209-225. Programme Azahar, AECI, Madrid. España.

Díaz, M. 2014. Distribución del arbolado y persistencia a largo plazo de las dehesas: patrones y procesos. *Ecosistemas* 23(2):5-12. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-2.02..

Evans, J.A., Foster, J.G. 2011. Metaknowledge. *Science* 331:721-725.

Jung, T., Blaschke, H., Oßwald, W. 2000. Involvement of soilborne *Phytophthora* species in Central European oak decline and the effect of site factors on the disease. *Plant Pathology* 49:706-718.

King, D.A. 2004. The scientific impact of nations. What different countries get for their research spending. *Nature* 430:311-316.

Larsen, P.O., von Ins, M. 2010. The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index. *Scientometrics* 84:575–603.

Lloret, F., Peñuelas, J., Prieto, P., Llorens, L., Estiarte, M. 2009. Plant community changes induced by experimental climate change: seedling and adult species composition. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 11:53–63.

Manos, P.S., Doyle, J.J., Nixon, K.C. 1999. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12:333-349.

Marañón, T., Ibáñez, B., Anaya-Romero, M., Muñoz-Rojas, M., Pérez-Ramos, I.M. 2012. Oak trees and woodlands providing ecosystem services in Southern Spain. En: Rotherham, I.D., Handley, C., Agnoletti, M., Samojlik, T. (eds.), *Trees beyond the Wood. An exploration of concepts of woods, forests and trees*, pp. 369-378. Wildtrack Publishing, Sheffield, Reino Unido. ISBN 978-1-904098-40-9.

Matías, L., Zamora, R., Castro, J. 2011. Repercussions of simulated climate change on the diversity of woody-recruit bank in a Mediterranean-type ecosystem. *Ecosystems* 14:672–682.

McShea, W.J., Healy, W.M. (eds.) 2002. *Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Estados Unidos.

Nagle, A.M., Long, R.P., Madden, L.V., Bonello, P. 2010. Association of *Phytophthora cinnamomi* with white oak decline in Southern Ohio. *Plant Disease* 94:1026-1034.

Parker, J.N., Allesina, S., Lortie, C.J. 2013. Characterizing a scientific elite (B): publication and citation patterns of the most highly cited scientists in environmental science and ecology. *Scientometrics* 94:469–480.

Pausas, J.G., Marañón, T., Caldeira, M., Pons, J. 2009. Natural regeneration. En: Aronson, J., Pereira, J.S., Pausas, J. (eds.) *Cork Oak Woodlands on the Edge. Ecology, Adaptive Management and Restoration*, pp. 115–124. Island Press, Washington DC, EEUU.

Pavlik, B. M., Muick, P., Johnson, S. 1993. *Oaks of California*. Cachuma Press, Los Olivos, CA, Estados Unidos.

Pérez Ramos, I.M. 2014. El milagro de regenerar en especies mediterráneas de Quercus. ¿Cómo serán los bosques del futuro?. Ecosistemas 23(2):13-17. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-2.03.

Pérez-Ramos, I.M., Rodríguez-Calcerrada, J., Ourcival, J.M., Rambal, S. 2013. *Quercus ilex* recruitment in a drier world: A multi-stage demographic approach. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15:106-117.

Puerta-Piñero, C., Espelta, J. M., Sánchez-Humanes, B., Rodrigo, A., Coll, L., Brotons, L. 2012. History matters: Previous land use changes determine post-fire vegetation recovery in forested Mediterranean landscapes. *Forest Ecology and Management* 279:121-127.

Pulido, F.J. 2002. Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Revista Chilena de Historia Natural* 75:5–15.

Pulido, F.J., Díaz, M. 2005. Regeneration of a Mediterranean oak: a whole cycle approach. *Écoscience* 12:92–102.

Rizzo, D.M., Garbelotto, M. 2003. Sudden oak death: endangering California and Oregon forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:197-204.

Sánchez, M.E., Caetano, P., Ferraz, J., Trapero, A. 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in south-western Spain. *Forest Pathology* 32:5-18.

Sardans, J., Rivas-Ubach, A., Estiarte, M., Ogaya, R., Peñuelas, J. 2013. Field-simulated droughts affect elemental leaf stoichiometry in Mediterranean forests and shrublands. *Acta Oecologica* 50:20-31.

SECF 2011. *Situación de los bosques y del sector forestal en España. Informe 2010*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Madrid.

Tuset, J.J., Sánchez, G. (eds.) 2004. *La Seca: El decaimiento de encinas, alcornoques y otros Quercus en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.

Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.