

IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN FORESTAL EN LOS CAMBIOS RECIENTES DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS BOSQUES MEDITERRÁNEOS

Itziar Rodríguez Urbietta^{1,2,*}, Miguel Ángel Zavala Gironés³ y Teodoro Marañón Arana¹

¹IRNA, CSIC. Apartado 1052. 41080-SEVILLA (España)

²Dpto. de Ecología. Universidad de Alcalá. Campus Universitario. Ctra. Madrid-Barcelona km 33,600. 28801-ALCALÁ DE HENARES (Madrid, España)

³Centro de Investigación Forestal CIFOR-INIA. Carretera de A Coruña km 7,5. 28040-MADRID (España)

* Dirección actual: Dpto. de Ciencias Ambientales, ICAM, Universidad de Castilla-La Mancha. Avda. Carlos III s/n. 45071-TOLEDO (España). Correo electrónico: itziar.rodriguez@uclm.es

Resumen

Este estudio ilustra y cuantifica un ejemplo de cambio reciente en la composición de los bosques mediterráneos mediado por las actividades humanas. Se han cuantificado los cambios en la composición de los bosques mixtos de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo moruno (*Q. canariensis* Willd.) en el último siglo al norte del estrecho de Gibraltar, y se han relacionado con las actividades selvícolas y las series históricas de temperatura y precipitación. El nicho actual del alcornoque se ha expandido a expensas del quejigo, particularmente en las zonas más productivas con mayor precipitación media anual. Actualmente las dos especies coexisten a escala regional partir de los 800 mm de precipitación anual. A escala de paisaje la red de drenaje explica la distribución diferencial de las dos especies, con los quejigares claramente asociados a los hábitats más cercanos a los cursos de agua, y los alcornocales dominando en los rodales en laderas y zonas altas de la cuenca, incluso en zonas con un mayor coste de accesibilidad.

Palabras clave: *Alcornoque*, *Quejigo moruno*, *Inventario forestal*, *Gibraltar*

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas mediterráneos han estado ligados a la acción humana desde la antigüedad. Factores como la deforestación, la frecuencia de incendios y la modificación de los usos del suelo entre otros, han configurado en gran parte el paisaje actual (THIRGOOD, 1981). Dentro de los cambios ocurridos en los bosques mediterráneos, existen evidencias de un proceso de *esclerofilización*, es decir, un incremento de la abundancia de las especies esclerófilas y consecuente disminución de las caducifolias (BLONDEL & ARONSON,

1995). Por ejemplo, la encina (*Q. ilex*) y la coscoja (*Q. coccifera*) han sustituido al roble (*Q. pubescens*) en amplias zonas del sur de Francia (VERNET, 1973). Asimismo, el incremento en la aridez, una mayor frecuencia de incendios y las perturbaciones de origen antrópico se señalan como posibles causas de la rápida sustitución de bosques caducifolios (quejigares, robledales) por formaciones de pinos y especies esclerófilas (encinas, alcornoques) en el sur de España (CARRIÓN et al., 2000) y norte de Marruecos (REILLE, 1997). Sin embargo, existen pocos estudios que muestren si estos cambios en la compo-

sición y estructura de los bosques han continuado ocurriendo hasta épocas recientes.

Este trabajo se centra en el análisis de la distribución y estructura actual de una especie esclerófila, el alcornoque (*Quercus suber* L.), y una marcescente, el quejigo moruno (*Q. canariensis* Willd.), en Andalucía. Ambas especies forman bosques mixtos sujetos a múltiples aprovechamientos como la producción de corcho, la ganadería, la caza y el uso público. Estos bosques forman parte del punto crítico (*hot spot*) de diversidad de plantas de la región Bético-Rifeña (MÉDAIL & QUÉZEL, 1997). Los objetivos de este trabajo han sido: 1) Estudiar los cambios históricos ocurridos en la composición y estructura de los bosques de alcornoque y quejigo moruno durante el siglo XX y su relación con las actividades de gestión forestal y cambios en las condiciones ambientales. 2) Identificar los principales factores ambientales que explican la distribución actual del alcornoque y el quejigo a lo largo de gradientes climáticos (escala regional), y a lo largo de gradientes asociados a la topografía (escala de paisaje).

MATERIAL Y MÉTODOS

Cambios en la composición de especies

Se analizaron los cambios en la composición de especies en varios bosques mixtos (~ 40.000 ha) de alcornoque y quejigo moruno del área del Parque Natural Los Alcornocales (Cádiz, Málaga), a partir de los datos de inventarios forestales recogidos en las ordenaciones y sucesivas revisiones disponibles en el Fondo Documental del Monte (Dirección General de Conservación de la Biodiversidad, Madrid). De la provincia de Cádiz se estudiaron los siguientes montes: Grupo de Tarifa, Grupo de Algeciras, Grupo de Los Barrios, Grupo de Alcalá de los Gazules y Monte Los Arenales. De la provincia de Málaga: Monte la Cancha, Montes Gaucín y Algatocín, Grupo de Cortes de la Frontera, y Grupo Las Majadas de Ronda. Los datos de los dos últimos grupos se tomaron de GONZÁLEZ et al. (1996). El método de muestreo de los inventarios antiguos consistía en un conteo pie a pie y clasificación por clases diamétricas de todos los individuos de alcornoque y

quejigo con un diámetro a la altura del pecho mayor de 10 cm. El resto de especies se diferenciaban en algunos inventarios o se agrupaban en una misma clase denominada “otras especies” (véanse más detalles en URBIETA et al., 2008).

Se anotaron el número de individuos por especie en cada inventario realizado aproximadamente cada 10-15 años desde finales del siglo XIX. Se examinaron las prácticas selvícolas (replantaciones, cortas, etc.) descritas en cada revisión para la interpretación de los cambios en la composición de los bosques. Asimismo, se relacionaron con la variación del precio del corcho (como indicador económico) a lo largo del siglo pasado, en base a los datos de PAREJO (2004). Por último, los cambios en la composición de especies se relacionaron con posibles fluctuaciones climáticas ocurridas en el periodo de estudio, analizando las series históricas (1840-2004) de precipitación y temperatura de la estación meteorológica de Gibraltar, al sur de la zona de estudio (serie proporcionada por el GHCN, National Climatic Data Center, EEUU).

Distribución actual a lo largo de gradientes ambientales

Se analizó la estructura actual de las masas de alcornoque y quejigo moruno a lo largo de gradientes ambientales a dos escalas espaciales: escala de monte o paisaje y escala regional (en Andalucía). A escala de paisaje se estudió la distribución actual de las dos especies a lo largo de gradientes topográficos en el Monte Los Arenales (Cádiz) de 284 ha. Se calculó el área basimétrica ($m^2 \cdot ha^{-1}$) de las especies en las 129 parcelas circulares (situadas cada 150 m) del inventario forestal más reciente (EGMASA, 2003). Cada parcela se caracterizó con las siguientes variables independientes derivadas de un modelo digital del terreno de 20 m de resolución espacial: altitud (m), orientación ($^\circ$), pendiente (%), coste de accesibilidad a cada parcela, y el flujo de acumulación de agua, del que se derivó la red de drenaje utilizando HydroTools 1.0 del SIG ArcView 3.2 (ESRI Inc., Redlands, EEUU, 2000).

A escala regional (~87.600 km²) se combinaron los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional para Andalucía (MMA 1996) con estimaciones de variables climáticas. Para cada una de las 12.572 parcelas situadas cada 1km² en la región

se calculó el área basimétrica ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) de las especies a partir de los diámetros de los pies mayores ($> 7,4$ cm). Asimismo, cada parcela se caracterizó con información climática (periodo 1971-2000) a partir de mapas tipo ráster de 1 km de resolución (INM, datos no publicados). Se obtuvieron las siguientes variables: precipitación (P) media mensual y anual (mm), temperatura (T) media mensual y anual ($^{\circ}\text{C}$), temperatura media del mes más cálido ($^{\circ}\text{C}$), temperatura media del mes más frío ($^{\circ}\text{C}$), oscilación térmica ($^{\circ}\text{C}$), evapotranspiración potencial (ETP) de Thornthwaite (mm), duración de la sequía (como el número de meses en que la ETP era mayor que la P), y la radiación anual y para cada estación del año ($\text{kwh} \cdot \text{m}^{-2}$).

Para el análisis de la variación de la abundancia (m^2/ha) del alcornoque y el quejigo a lo largo de los gradientes ambientales a escala de paisaje y a escala regional, se construyeron modelos de regresión (asumiendo una distribución gamma), ajustado diferentes formas funcionales lineales y no lineales, siguiendo los principios del método de máxima verosimilitud.. Se tomaron aquellas par-

celas donde al menos una de las especies de estudio o la suma de ambas constituía el 95% del área basimétrica total del rodal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos históricos mostraron un aumento muy rápido del número de alcornoques en todos los montes estudiados, con una recuperación de la cubierta vegetal en pocas décadas, gracias a los planes de mejora (estimulando su rebrote y mediante repoblaciones) y al aumento de la demanda y precio del corcho (Figura 1a, b). Se llegó a invertir la proporción de ambas especies en montes donde dominaba el quejigo, particularmente en las zonas más lluviosas al norte del área de estudio. El número de quejigos descendió a partir del abandono del carboneo a mediados del siglo XX, cuando se documentaron talas selectivas de esta especie. No obstante, la mezcla del quejigo con el alcornoque se mantuvo, siempre que no perjudicara a la especie principal (el alcornoque), ya que alargaba el perio-

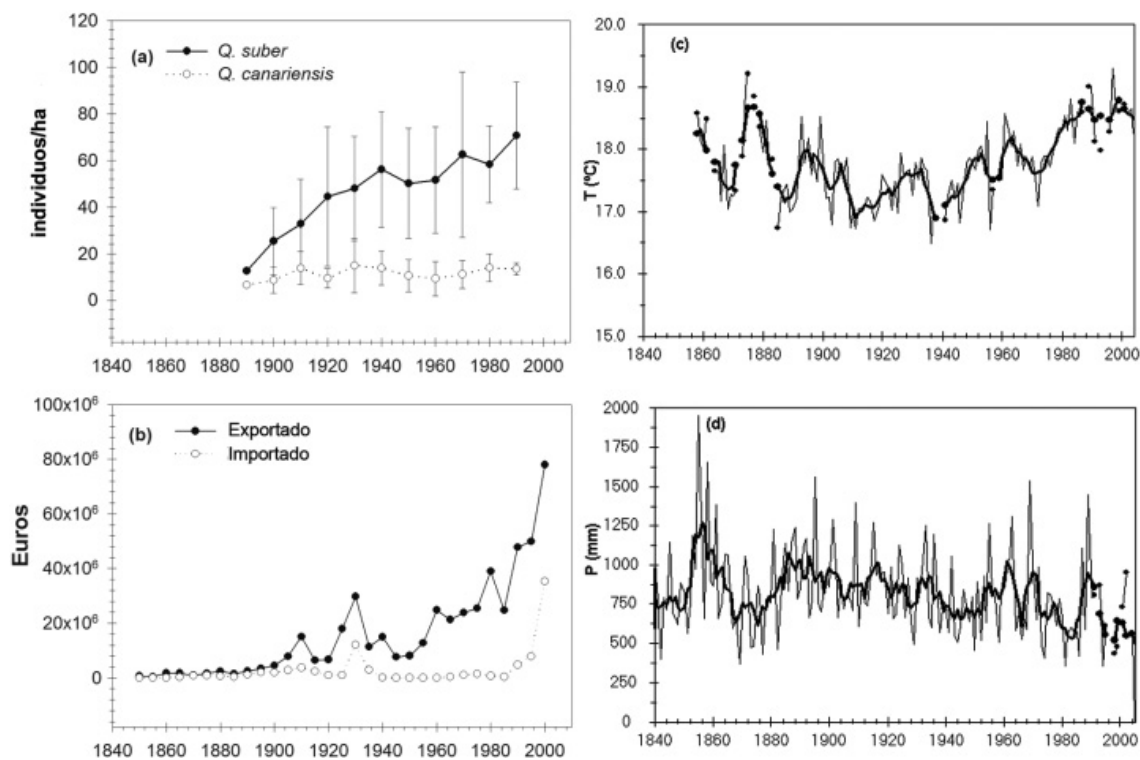


Figura 1. Media y desviación estándar del número de individuos por hectárea de alcornoque y quejigo moruno a lo largo del siglo XX, en base a los datos de inventarios de nueve montes públicos del PN Los Alcornocales (Cádiz, Málaga) (a). Evolución del precio del corcho no manufacturado en España, modificado de Parejo (2004) (b). Serie temporal de temperatura media (c) y precipitación (d) anuales de la estación meteorológica de Gibraltar. Se representa la media móvil de cinco años

do de montanera, y su hojarasca favorecía la fertilidad y humedad en el suelo. Las series climáticas mostraron una tendencia de aumento de la temperatura media anual y un descenso de las precipitaciones medias anuales (Figura 1c, d). No obstante, no se dieron situaciones extremas (p.ej., periodos de sequía prolongados) que pudieran afectar a la distribución de las especies a gran escala.

Los cambios en la composición de especies se ven reflejados en la distribución actual y la estructura de los bosques de alcornoque y quejigo. A escala de paisaje, ambas especies se segregan a lo largo del gradiente de disponibilidad hídrica, siendo el quejigo más abundante en los fondos de valle (Figura 2). En cambio, los alcornoques están presentes en la mayoría de la parcelas (80%) aunque dominan particularmente en los rodales más alejados de la red de drenaje, en laderas y zonas altas, incluso en zonas con un mayor coste de accesibilidad. La actividad corchera se ha realizado extensamente en la zona (obs. pers.). A escala regional, el alcornoque presenta una mayor distribución que el quejigo,

ocupando zonas con menor precipitación media anual donde el quejigo está ausente (URBIETA et al., 2004). El quejigo presenta un área de distribución asociada a las zonas con abundantes precipitaciones (>800 mm) al sur de la región (Parque Natural Los Alcornocales), donde coexiste con los alcornoques con mayor área basimétrica y mayor producción de corcho.

CONCLUSIÓN

Se ha mostrado cuantitativamente cómo las actividades humanas han modificado los bosques mediterráneos hasta épocas muy recientes. En pocas décadas se recuperó la cobertura vegetal en las sierras al norte del estrecho de Gibraltar, con un incremento espectacular de la densidad de alcornoques, particularmente en las zonas más productivas con mayor precipitación media anual. Los datos históricos apoyan las evidencias paleobotánicas de que las especies esclerófilas como el alcornoque han sido favore-

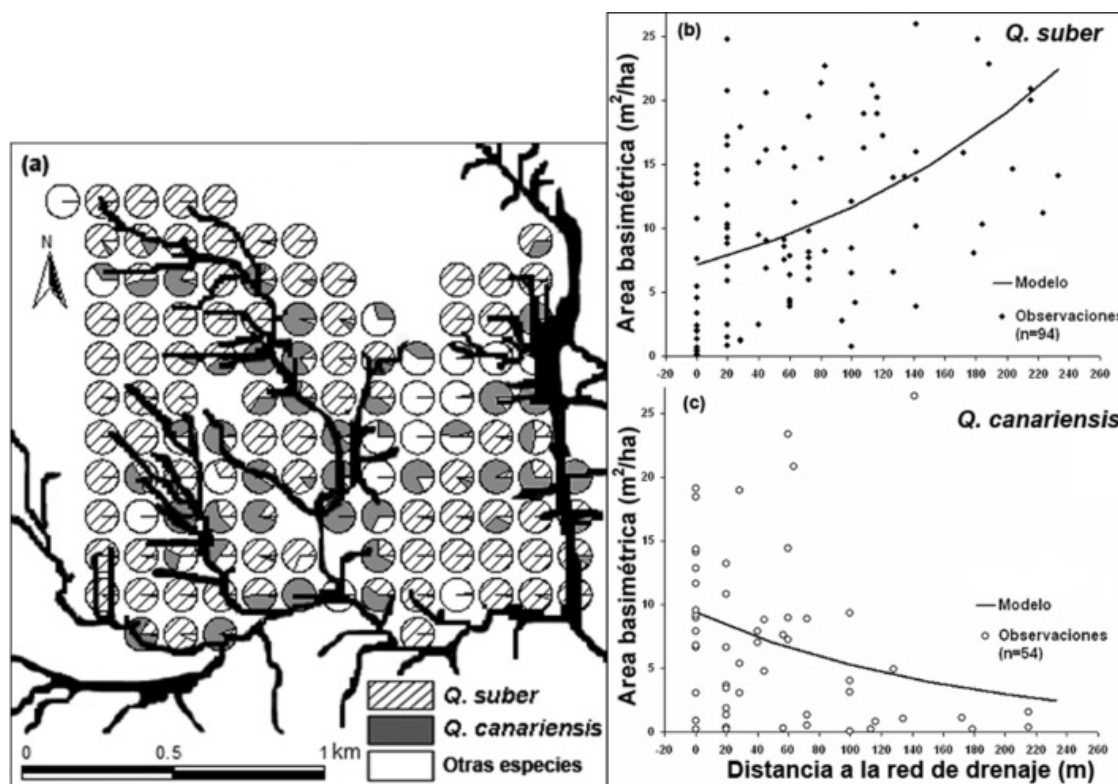


Figura 2. Mapa del Monte Los Arenales (Cádiz) donde se representa la red de drenaje y la abundancia relativa (gráficos de sectores) del alcornoque y quejigo y otras especies (incluyendo pino, acebuche, madroño, alisos) (a). Variación de la abundancia del alcornoque (b) y quejigo (c) a lo largo del gradiente de distancia a la red de drenaje

cidas por la acción humana en detrimento de las caducifolias (CARRIÓN et al., 2000). Si analizamos la distribución actual de los *Quercus*, se evidencia que el nicho actual del alcornoque ha sido ampliado a expensas del quejigo. No obstante, los recientes problemas de regeneración detectados en los rodales de alcornoque, la menor demanda de productos forestales, las nuevas políticas de conservación y el cambio climático auguran nuevos cambios en la composición de estos bosques. Teniendo en cuenta que la presión sobre el quejigo ha cesado en las últimas décadas gracias a las recientes políticas que lo protegen como especie de interés especial (BOJA 12/11/2003), cabe esperar una tendencia a la recuperación de los quejigares localmente en aquellas zonas más húmedas.

BIBLIOGRAFÍA

- BLONDEL, J. & ARONSON, J.; 1995. Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean basin: human and non-human determinants. In: G. W. Davis & D. M. Richardson (eds.), *Mediterranean-type ecosystems: the function of biodiversity*: 43-119. Springer Verlag. Berlin.
- CARRIÓN, J.S.; PARRA, I.; NAVARRO, C. & MUNUERAS, M.; 2000. Past distribution and ecology of the cork oak (*Quercus suber*) in the Iberian Peninsula: a pollen-analytical approach. *Divers. Distrib.* 6: 29-44.
- EGMASA; 2003. *Octava Revisión del Proyecto de Ordenación del Monte Los Arenales, CA50040-CCAY, y Noveno Plan Especial*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- GONZÁLEZ, A.; TORRES, E.; MONTERO, G. Y VÁZQUEZ, J.; 1996. Resultados de cien años de aplicación de la silvicultura y la ordenación de montes alcornocales de Cortes de la Frontera (Málaga), 1890-1990. *Montes* 43: 12-22.
- MÉDAIL, F. & QUÉZEL, P.; 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 84: 112-127.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 1996. *Segundo Inventario Forestal Nacional (1986- 1996): bases de datos e información cartográfica*. Banco de Datos de la Naturaleza. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- PAREJO, F.M.; 2004. *Siglo y medio de comercio exterior de productos corcheros en España, 1849-2000*. Documento de trabajo nº 0402. Asociación Española de Historia Económica. Madrid.
- REILLE, M.; 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire holocène de la végétation des montagnes du Rif (Maroc septentrional). *Recherches Francaises sur le Quaternaire INQUA 1977, Suppl. Au Bull.* 1(50): 53-76.
- THIRGOOD, J.V.; 1981. *Man and the Mediterranean Forest. A History of Resource Depletion*. Academic Press. London.
- URBIETA, I.R.; ZAVALA, M.A. Y MARAÑÓN, T.; 2004. Distribución y abundancia de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo (*Quercus canariensis* Willd.) y su relación con factores ambientales en la provincia de Cádiz. *Rev. Soc. Gaditana Hist. Nat.* 4: 181- 187.
- URBIETA, I.R.; ZAVALA, M.A. Y MARAÑÓN, T.; 2008. Human and non-human determinants of forest composition in southern Spain: evidence of shifts toward cork oak dominance as a result of management over the past century. *J. Biogeogr.* 35: 1688-1700.
- VERNET, J.L.; 1973. Etude sur l'histoire de la végétation du Sud- Est de la France quaternaire d'après les charbons de bois. *Paléobio. Continent.* IV: 1-90.