

# Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo moruno (*Q. canariensis* Willd.) del sur de la Península Ibérica: una aproximación multiescala

I.R. Urbieto<sup>1</sup>

(1) Departamento. CC. Ambientales, ICAM, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III s/n, 45071 Toledo, España.

➤ Recibido el 24 de marzo de 2009, aceptado el 2 de abril de 2009.

Rodríguez Urbieto, I. (2009) Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo moruno (*Q. canariensis* Willd.) del sur de la Península Ibérica: una aproximación multiescala. *Ecosistemas* 18(2):116-121.

Comprender la estructura y composición de los bosques es clave para lograr una adecuada gestión y restauración de estos ecosistemas. Los bosques mediterráneos configuran paisajes muy heterogéneos, con una alta diversidad biológica, en los que las alteraciones debidas a las actividades humanas han jugado un papel determinante. Existe una información todavía limitada sobre qué factores han configurado la estructura y composición actual de los bosques, y de cómo las especies mediterráneas responden al estrés ambiental, particularmente en sus primeras etapas de desarrollo, que pueden ser clave para comprender su dinámica y respuesta ante cambios ambientales.

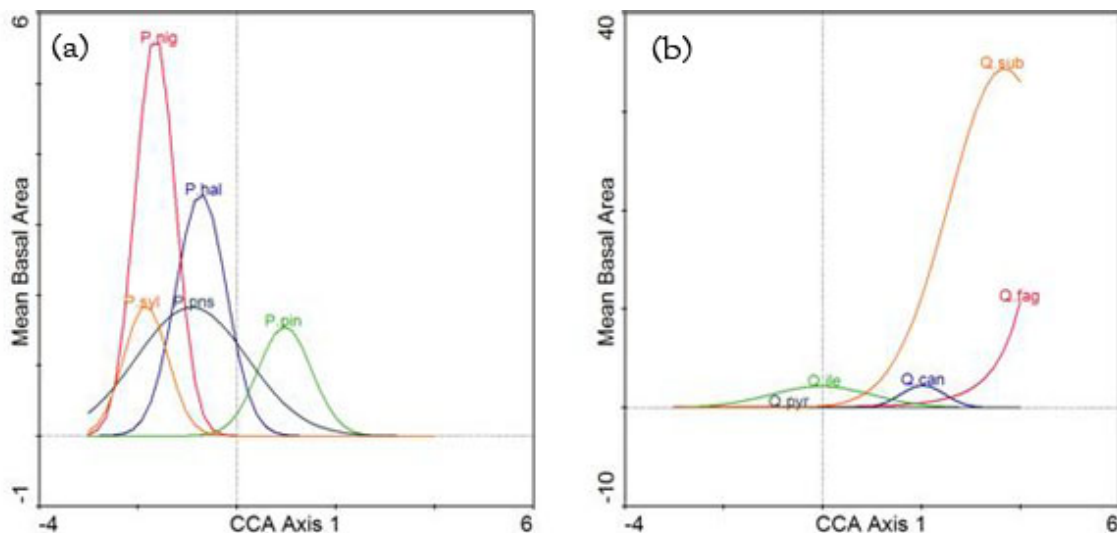
El objetivo de esta Tesis Doctoral ha sido estudiar los factores que explican la composición del rodal y la regeneración de las masas mixtas de alcornoque (*Q. suber*) y quejigo moruno (*Q. canariensis*) de las sierras al norte del estrecho de Gibraltar (Parque Natural los Alcornocales, PNLA, España). Específicamente se ha estudiado: i) qué factores abióticos e históricos han determinado la estructura actual de los bosques; ii) cuál es la respuesta de las dos especies a la heterogeneidad ambiental (luz y agua) en diferentes fases de su ciclo de regeneración, que puedan explicar la estructura final del rodal y dinámica de estos bosques. Se ha aplicado un análisis a varias escalas espaciales (regional, paisaje, rodal y microhábitat), combinando datos de inventarios forestales e información cartográfica, así como siembras experimentales y modelización.

## Estructura de los bosques a lo largo de gradientes ambientales: influencia de los factores abióticos y la gestión forestal

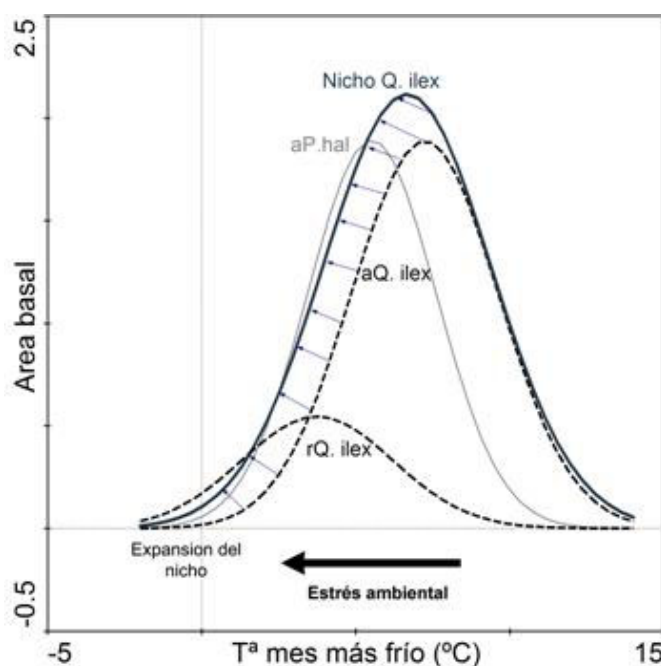
Como primer trabajo, se analizaron los patrones de abundancia de las especies principales de robles (*Q. ilex*, *Q. suber*, *Q. faginea*, *Q. canariensis*, *Q. pyrenaica*) y pinos (*Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. sylvestris*), así como su regeneración a lo largo de gradientes ambientales en Andalucía. Se caracterizaron 12.572 parcelas del 2º Inventario Forestal Nacional (IFN2) (Ministerio de Medio Ambiente, 1996) con información climática, edáfica, topográfica y de la frecuencia de incendios.

Un gradiente de tipo climático y edáfico explicó principalmente la distribución de los pinos y los robles (**Figura 1**). Aproximadamente un 40% de los rodales de pino mostraron una limitada regeneración en todas las especies, mientras que en

los *Quercus* este porcentaje varió entre un 20% y un 60%, alcanzando los porcentajes más altos en el alcornoque y quejigo moruno. La regeneración de pinos se encontró fundamentalmente bajo el propio dosel de los pinares y en zonas abiertas sin cobertura arbórea. En algunos *Quercus*, como la encina o el quejigo (*Q. faginea*), el regenerado fue muy escaso bajo su propio dosel, mientras que fue mayor bajo el dosel de los pinares y de las masas mixtas (*Pinus-Quercus*), particularmente en las zonas más frías y áridas (**Figura 2**). Este patrón sugiere que especies como la encina están expandiendo su nicho realizado hacia zonas con mayor limitación ambiental, bien debido a que las plántulas logran establecerse bajo la cobertura de los pinares (donde la intensidad de la radiación solar se ve reducida), o posiblemente también debido a que regeneran por rebrote en zonas reforestadas con pinos donde previamente se desarrollaban bosques dominados por *Quercus* (Urbieta et al. 2009).



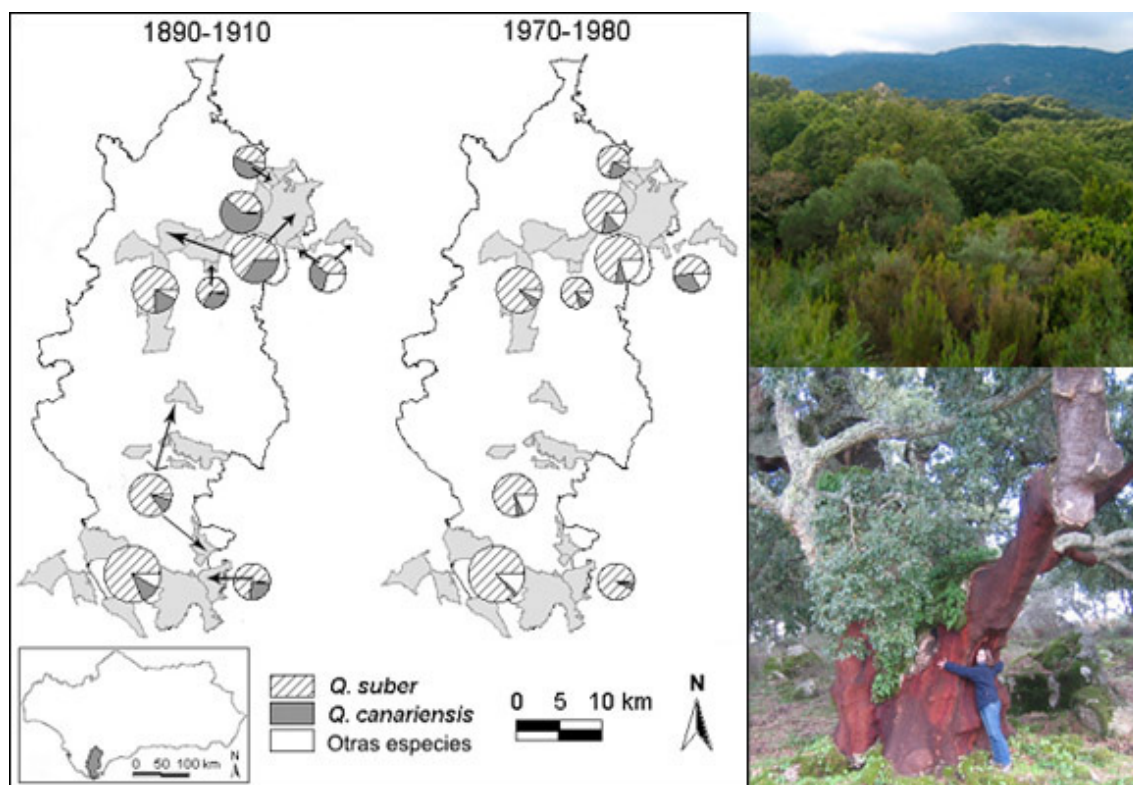
**Figura 1.** Abundancia (área basimétrica,  $m^2/ha$ ) de las especies principales de pinos (a) y robles (b) a lo largo del primer eje obtenido de un análisis canónico de correspondencias (CCA) a partir de datos del IFN2 y variables ambientales en Andalucía. El eje 1 resultó correlacionado positivamente con las temperaturas medias del mes más frío y mes más cálido ( $^{\circ}C$ ), la precipitación de invierno (mm), y la profundidad del suelo (cm); y negativamente con la altitud (m), radiación ( $kwh/m^2$ ), pendiente ( $^{\circ}$ ), y la presencia de calcio en el suelo.



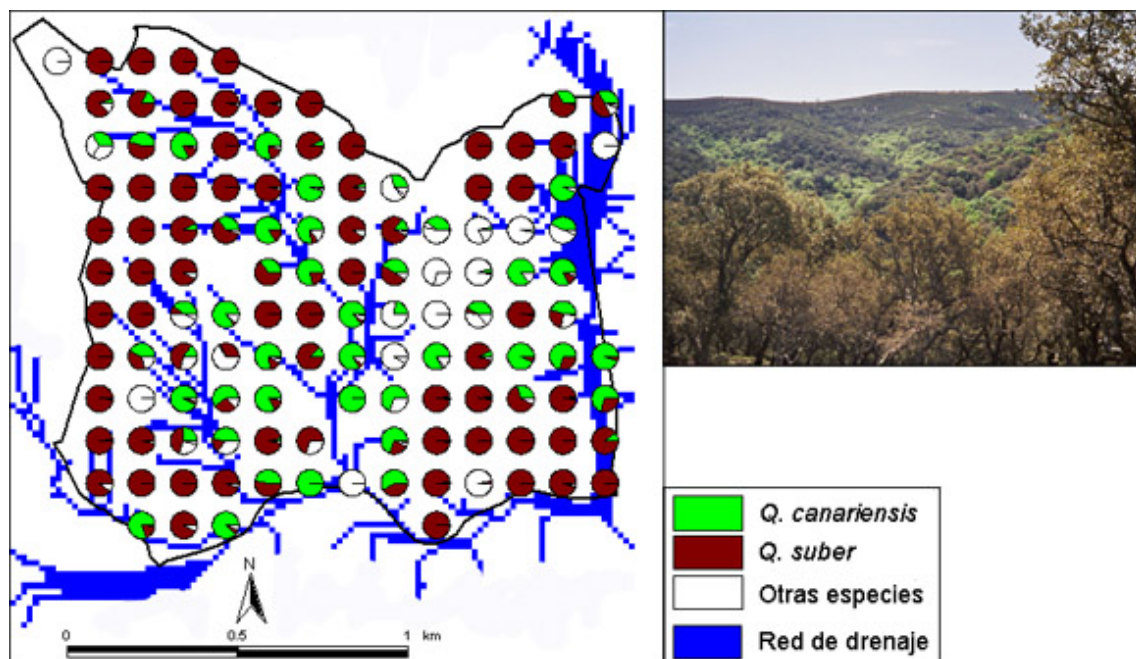
**Figura 2.** Abundancia ( $m^2/ha$ ) de la encina (*Q. ilex*) a lo largo del gradiente de temperatura media del mes más frío ( $^{\circ}C$ ) en base a datos del IFN2 en Andalucía. La curva de regenerado (rQ.ilex) está

desplazada hacia zonas más frías que la curva de adultos (a*Q.ilex*). En este extremo del gradiente la encina regenera bajo el dosel de *P. halepensis* (a*Phal*). Se observa una expansión del nicho realizado (regeneración + adultos) de la encina hacia zonas con mayor limitación ambiental.

Un factor crítico que ha configurado la estructura de los bosques mediterráneos es el impacto de las actividades humanas; sin embargo, existen pocos trabajos que muestren cuantitativamente cambios recientes en la composición de especies debidos a la gestión. Los datos de los inventarios forestales realizados a lo largo del último siglo en los montes públicos del PNLA mostraron que en pocas décadas se recuperó la cobertura vegetal, con un incremento espectacular de la densidad de alcornoques (**Figura 3**), particularmente en las zonas con mayor precipitación media anual (al norte de la zona de estudio) donde los quejigares dominaban a principios del siglo XX (Urbietta et al. 2008a). Estos cambios observados son atribuibles a la gestión forestal, que favoreció al alcornoque para la producción de corcho (estimulando su rebrote y mediante repoblaciones) a expensas del quejigo, del que se documentaron talas selectivas, pero que no fue completamente eliminado debido a los productos que proporcionaba (carbón, leña, montanera). La red de drenaje, explica la distribución actual de las dos especies a escala de paisaje, con los quejigares claramente asociados a los hábitats más húmedos cercanos a los cursos de agua (**Figura 4**). En cambio, las masas de alcornocal dominan en los rodales más alejados de los fondos de valle a mayor altitud, incluso en zonas con un mayor coste de accesibilidad, lo que pone de manifiesto que la actividad corchera se ha realizado extensamente en esta región. No obstante, teniendo en cuenta que la presión sobre el quejigo ha cesado en las últimas décadas gracias a las recientes políticas de gestión 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 donde esta especie ha sido desplazada por la acción humana.



**Figura 3.** Cambio en la proporción del número de individuos de alcornoque, quejigo y otras especies en nueve montes públicos (~ 40.000 ha) del Parque Los Alcornocales (al norte del estrecho de Gibraltar, España). Los gráficos de sectores representan la proporción de las especies a principios (mapa izquierdo) y finales (mapa derecho) del siglo XX en cada monte (áreas grises), unidos por flechas en caso de pertenecer al mismo grupo de montes (modificado de Urbietta et al. 2008a). El quejigo dominaba en las zonas más lluviosas al norte; sin embargo, se observa un cambio hacia una dominancia del alcornoque en toda el área de estudio en tan sólo un siglo. La foto superior muestra una masa mixta donde se realizaron siembras experimentales. La foto inferior muestra a la autora del trabajo con un alcornoque de una edad y un valor incalculables.



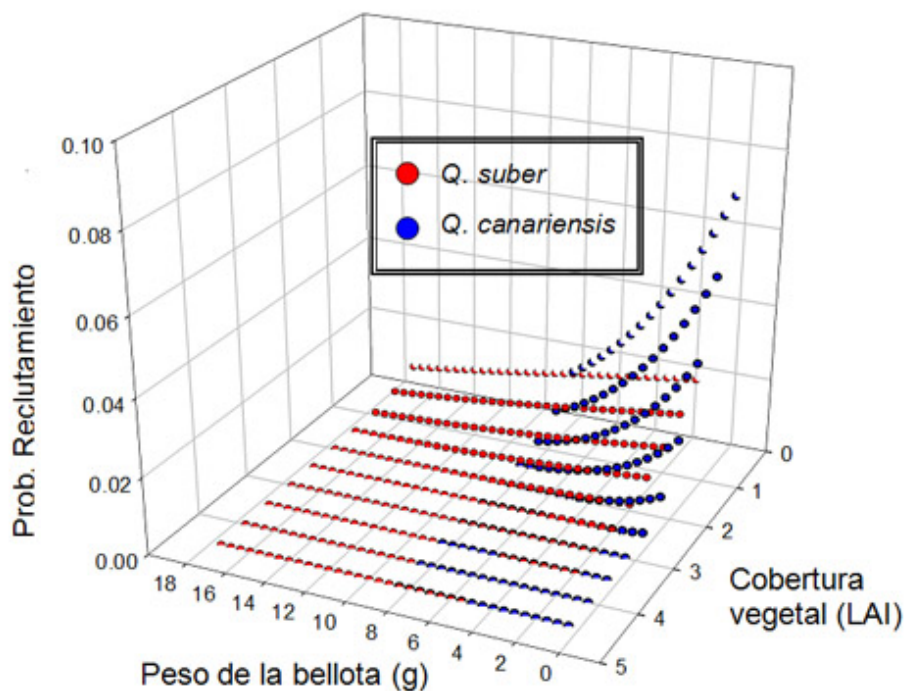
**Figura 4.** Mapa y foto de la distribución actual del alcornoque y quejigo moruno a escala de paisaje. Cada gráfico de sectores representa la proporción del área basimétrica ocupada por cada especie en las parcelas del inventario llevado a cabo en 2003 en el Monte Los Arenales (284 ha) situado al norte del PNLA. Se observa que los quejigares están asociados a los fondos de valle formando los denominados “canutos”, mientras que los alcornocales dominan en la mayoría de los rodales a mayor altitud y exposición. Otras especies incluyen: madroño (*Arbutus unedo*), acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*), peral silvestre (*Pyrus bourgeana*), aliso (*Alnus glutinosa*), y pinares de repoblación.

## Respuesta a la heterogeneidad a pequeña escala: factores limitantes de la regeneración

Mediante experimentos de manipulación y siembra de semillas realizados en un bosque mixto a lo largo de gradientes de disponibilidad de luz y de agua a pequeña escala, se detectaron dos factores principales que limitan la regeneración natural (transición entre semilla y plántula) del alcornoque y el quejigo moruno: bióticos (animales depredadores de bellotas) y abióticos (episodios de encharcamiento y sequía en el suelo).

La probabilidad de remoción tanto para las bellotas de alcornoque como para las de quejigo se incrementó con la cobertura vegetal, debido a la mayor actividad de pequeños roedores. A pesar de la caída más tardía de las bellotas de alcornoque, éstas fueron removidas más rápidamente y en mayor proporción que las de quejigo en todos los casos estudiados, debido principalmente a que tenían un mayor tamaño promedio. No obstante, las diferencias entre las dos especies se redujeron en los años con baja producción de bellota (Pérez-Ramos et al. 2008). El encharcamiento del suelo (que ocurre en la época de lluvias, asociado a los micrositos más abiertos con suelos arcillosos) tuvo un efecto negativo en la germinación y emergencia de los dos *Quercus*, debido probablemente a las condiciones de hipoxia que sufrieron las bellotas bajo esas condiciones. Se encontró además que en las zonas encharcadas, las plántulas emergieron más tarde, lo que redujo su posterior probabilidad de supervivencia durante el verano. Se observaron diferentes picos de mortalidad de las especies entre las fases estudiadas. Así, el quejigo experimentó unas tasas de germinación más bajas, pero su emergencia fue mayor y más temprana, lo que determinó su mayor supervivencia tras el verano. Por el contrario, las bellotas de alcornoque mostraron una mayor capacidad de germinación, pero su emergencia fue algo menor y más tardía, lo que provocó una mayor mortalidad de las plántulas (Urbieta et al. 2008b).

Se constató un conflicto entre las fases demográficas estudiadas, donde los micrositos con menor riesgo de depredación para las semillas (zonas abiertas) fueron los menos favorables para el establecimiento de plántulas y viceversa. Asimismo, la influencia del tamaño de la bellota en cada fase fue opuesta, es decir, las bellotas más pequeñas tuvieron mayor probabilidad de escapar de la acción de los depredadores, pero a su vez fueron las que menor probabilidad de germinación y emergencia mostraron. Integrando todas las fases estudiadas se encontró una probabilidad de reclutamiento para las dos especies prácticamente nula a lo largo de todo el gradiente de cobertura; siendo algo mayor para el quejigo que para el alcornoque en las zonas con poca cobertura vegetal para las plántulas procedentes de bellotas de menor tamaño (Figura 5).



**Figura 5.** Modelo de la probabilidad de reclutamiento para el alcornoque y el quejigo, calculado como el producto de las probabilidades de supervivencia de las fases de depredación y establecimiento de plántulas en función del gradiente de cobertura vegetal (asociado a un gradiente hídrico) y el peso de la bellota. El reclutamiento de las dos especies es prácticamente nulo en las zonas con mayor cobertura vegetal (debido a la acción de los depredadores). Tan sólo una pequeña proporción de plántulas con semillas más pequeñas, y que logran sobrevivir al efecto del encharcamiento, llegan a establecerse en las zonas abiertas, siendo la probabilidad media para el quejigo algo mayor ( $\sim 0,05$ ) que para el alcornoque ( $\sim 0,02$ ).

Los resultados sugieren que si persisten los eventos de precipitación en otoño e invierno y el comienzo de la sequía se adelanta, la ventana de tiempo para el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plántulas será más corto, por lo que se intensificarán los problemas de regeneración en los bosques de alcornoque y quejigo.

## Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por los proyectos HETEROMED (REN2002-04041) y DINAMED (CGL2005-05830). IRU disfrutó de una beca predoctoral FPI (BES-2003-1870). El apoyo de EVOCA, REDBOME, GLOBIMED, y del personal del PN Los Alcornocales han sido fundamentales para el desarrollo de esta Tesis Doctoral.

## ITZIAR RODRÍGUEZ URBIETA

Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo moruno (*Quercus canariensis* Willd.) del sur de la Península Ibérica: una aproximación multiescala.

### Tesis doctoral (Mención Doctorado Europeo)

Departamento de Ecología de la Universidad de Alcalá, e Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNA), CSIC, Sevilla.

Junio de 2008

Dirección: Miguel Ángel de Zavala y Teodoro Maraón.

### Publicaciones resultantes de la tesis:

Urbieto, I.R., García, L.V., Zavala, M.A., Maraón, T. 2009. Uncoupling of Mediterranean pine-oak forest distribution and regeneration along environmental gradients. *Journal of Vegetation Science* (enviado para su publicación).

Urbieto, I.R., Zavala, M.A., Marañón, T. 2008a. 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. *Journal of Biogeography* 35:1688-1700.

Urbieto, I.R., Pérez-Ramos, I.M., Zavala M.A., Marañón T., Kobe, R.K. 2008b. Soil water content and emergence time control seedling establishment in three co-occurring Mediterranean oak species. *Canadian Journal of Forest Research* 38:2382-2393.

Pérez-Ramos, I.M., Urbieto, I.R., Marañón, T., Zavala, M.A., Kobe, R.K. 2008. Seed removal in two coexisting oak species: ecological consequences of seed size, plant cover and seed-drop timing. *Oikos* 117:1386-1396.