DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ALCORNOQUE *(QUERCUS SUBER L.)* Y QUEJIGO *(QUERCUS CANARIENSIS WILLD.)* Y SU RELACIÓN CON FACTORES AMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ

I.R. Urbieta[1,2], M. A. Zavala[1] y T. Marañón[2]

[1] Departamento de Ecología, Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá. Ctra. Madrid- Barcelona km 33,6. 28871 Alcalá de Henares (Madrid). E-mail: itziar.rodriguez@uah.es

[2] Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Apdo. 1052, 41080 Sevilla

RESUMEN

Se estudia la distribución de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo (*Quercus canariensis* Willd.) en los bosques de la provincia de Cádiz, a partir del análisis de los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN-2). Tras el análisis de la influencia de varios factores ambientales, el gradiente en la precipitación anual parece indicar una separación de nichos entre las dos especies a escala provincial. La distribución del quejigo aparece desplazada hacia valores más altos de precipitación (>900 mm). Por otra parte, la mayor producción (área basal media) de alcornoque se ha encontrado en las zonas de mayor régimen de precipitaciones (1300-1400 mm). Este patrón podría explicarse por la gestión forestal, que ha favorecido la abundancia de alcornoque en las zonas con mayor precipitación (más productivas) donde posiblemente el quejigo encontraría su óptimo ecológico. Próximos estudios a escala local nos van a permitir describir la dinámica y el estado sucesional de ambas especies en rodales mixtos bajo diferentes condiciones de heterogeneidad ambiental.

INTRODUCCIÓN

El alcornoque (*Quercus suber* L.) presenta un área de distribución amplia a lo largo de toda la Cuenca Mediterránea. En la Península Ibérica existen grandes masas de alcornocal en el sur de Portugal, Extremadura, Andalucía Occidental y el este de Cataluña. El área de distribución del quejigo moruno (*Quercus canariensis* Willd.) es más reducida; se encuentra en pequeñas masas en la Península Ibérica (Algarve portugués, litoral catalán y sierras de la provincia de Cádiz) y en el norte de África (elevaciones montañosas desde Marruecos hasta el noroeste de Túnez). La diferencia más notable entre las dos especies consiste en la longevidad y persistencia de sus hojas. El alcornoque es de hoja perenne, mientras que el quejigo es un roble marcescente, cuyas hojas marchitan en otoño-invierno y no caen del árbol (o si lo hacen es parcialmente) hasta que son sustituidas por las nuevas en la primavera. Se considera que este quejigo es el representante occidental del género *Quercus* más exigente en humedad (Blanco *et al*., 1996).

En la provincia de Cádiz encontramos masas bien conservadas de estas dos formaciones. El alcornoque es la especie forestal más importante desde un punto de vista selvícola. El quejigo predomina en las umbrías y fondos de vaguadas donde las nieblas se condensan, formando bosques (denominados "canutos") de gran interés por su riqueza y presencia de especies de flora relicta que poblaron la Península en épocas pasadas bajo un clima subtropical.

Los objetivos del estudio son: 1) Analizar los patrones de distribución y abundancia del alcornoque y quejigo a lo largo de gradientes ambientales a escala provincial, como primer acercamiento a la identificación de los factores que influyen en la dinámica y coexistencia de estas dos especies. 2) Generar hipótesis que serán contrastadas en próximos estudios en el Parque Natural Los Alcornocales (PNLA) incorporando datos de inventarios locales y experimentación en campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han tomado los datos sobre alcornoque y quejigo moruno proporcionados por el Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN-2) que se realizó en la provincia de Cádiz en 1996. Este inventario ha consistido en un muestreo estratificado en parcelas permanentes y georreferenciadas localizadas en los vértices de la malla kilométrica UTM y dentro de las superficies clasificadas como "forestal arbolado" en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de 1974. (Para una descripción detallada de la metodología consultar Ministerio de Medio Ambiente, 1997).

Se ha realizado un filtrado previo de todas las parcelas inventariadas, usando la Ortofotografía Digital en color de la provincia (Junta de Andalucía, 2003), para eliminar aquellas que estaban mal georreferenciadas o que no se correspondían con masas forestales. A continuación se ha construido una matriz de presencias/ ausencias para el quejigo y el alcornoque teniendo en cuenta todos los tamaños inventariables (pies mayores, pies menores y regeneración). Su localización geográfica en la provincia se ha representado en un Sistema de Información Geográfica (ArcView 3.2, ESRI Inc., 2000). Para determinar la abundancia o producción de quejigo y alcornoque se ha calculado el área basal (expresada en m^2/ha) por especie y parcela, tomando los individuos con un diámetro a la altura del pecho igual o superior a 7,5 cm (pies mayores).

Por último, se ha analizado la variación del área basal de las dos especies respecto a la altitud (m. sobre el nivel del mar), precipitación (mm.), temperatura media anual (ºC) y temperatura mínima del mes más frío (ºC). Los valores de precipitación para las parcelas analizadas se han tomado del Atlas Climático Nacional (Instituto Nacional de Meteorología, 2003) y el resto de variables han sido proporcionadas por REDIAM (Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía).

RESULTADOS

Se ha representado el mapa de distribución de las dos especies en la provincia de Cádiz, incluyendo los límites de los parques naturales de Los Alcornocales y Sierra de Grazalema (Figura 1). Se diferencian las parcelas con alcornoque sin presencia de quejigo, las parcelas con quejigo sin alcornoque y las parcelas de bosque mixto donde se encuentran ambas especies. Las parcelas de bosque mixto representan un 13,5 % del total de parcelas muestreadas en la provincia; los rodales con quejigo (sin alcornoque) tan sólo representan un 2,25 %, mientras que los de alcornoque (sin quejigo) un 41 %. La mayoría de estas masas se encuentran dentro del Parque Los Alcornocales (Figura 1). El alcornoque está presente a lo largo de todo el Parque, mientras que el quejigo se distribuye de forma más fragmentada en el centro y noreste.

Tras el análisis preliminar de los patrones de distribución y abundancia de las dos especies a lo largo de los gradientes de altitud, precipitación, temperatura media anual y temperatura media del mes más frío, se ha encontrado que el régimen de precipitaciones parece ser el factor del medio físico que tiene mayor influencia en la distribución y abundancia de estas masas forestales. En la Figura 2 se han representado en dos gráficas comparativas, el área basal del alcornoque y del quejigo en cada parcela del IFN-2 y su relación con el valor de precipitación en ese punto. El alcornoque tiene valores mayores de área basal y se distribuye en un rango más amplio de precipitaciones, siendo más frecuente entre los 800-1100 mm. El quejigo sin embargo, muestra un límite inferior (umbral) de precipitación muy marcado alrededor de los 900 mm, por debajo del cual está prácticamente ausente de los inventarios (Figura 2).

En la Figura 3 se ha representado el área basal promedio (expresada en m^2/ha) de todas las parcelas presentes por intervalo de precipitación (cada 100 mm) para las dos especies. Se observa

que en las zonas más húmedas (entre 1300 y 1400 mm) el alcornoque presenta la producción promedio mayor (16,9 m^2/ha). La producción media de quejigo en su conjunto es más baja que la de alcornoque y la mayor parte se concentra entre los 900 y 1400 mm, salvo las dos parcelas encontradas en precipitaciones inferiores a los 700 mm.

DISCUSIÓN

El alcornoque tiene un área de distribución mayor que el quejigo en la provincia de Cádiz. Además, es la principal especie forestal de la provincia tanto en número de árboles como en biomasa arbórea y densidad de masa (Cueto, 2000). Esta diferencia en la distribución y abundancia de las dos especies se puede deber por una parte a los factores ecológicos. El alcornoque parece tener una mayor amplitud de nicho, es decir, sus requerimientos se ajustan mejor a las condiciones ambientales (clima, tipo de suelo, etc.) predominantes en la provincia de Cádiz, mientras que el quejigo estaría más restringido en sus requerimientos ambientales. Por otra parte, intervienen factores históricos y de manejo, como por ejemplo la gestión forestal de estos montes que ha favorecido al alcornoque para la extracción de corcho, en detrimento de la abundancia de quejigos.

Los resultados del análisis de la distribución y abundancia de las dos especies a lo largo del gradiente de precipitación sugieren la hipótesis de la existencia de una separación de nichos entre el alcornoque y quejigo a escala provincial. Tal y como se observa en la Figura 2, por debajo de los 900 mm no hay apenas presencia de quejigo mientras que por encima de ese límite se encuentran las dos especies formando masas tanto puras como mixtas. El quejigo, por tanto, parece ser una especie más limitada por la disponibilidad hídrica. Si asumimos que el quejigo, como especie caducifolia, tiene mayor tasa de crecimiento y es más competitiva en condiciones favorables de humedad y fertilidad que el alcornoque, se esperaría que formase masas más abundantes y dominantes en las zonas con menos limitaciones de agua. Sin embargo, los resultados de los inventarios han mostrado una tendencia de mayor producción media del alcornoque en las zonas más húmedas, lo que estaría en contradicción con esta hipótesis. Una explicación alternativa es que el manejo forestal ha favorecido la abundancia de alcornocales en las zonas más productivas (con mayor disponibilidad de agua en el suelo) para aumentar la producción de corcho.

Los bosques originales de quejigo fueron posiblemente más extensos y jugaron un papel más importante del que tienen en la actualidad. Esta especie ha sido muy utilizada desde la antigüedad, tanto para el suministro de maderas y leñas a las poblaciones locales como para la construcción civil y la industria naval (Sánchez, 2002). Se ha sugerido que algunos alcornocales actuales en la provincia de Cádiz han sucedido a antiguos quejigares incendiados, ya que el alcornoque y numerosas especies arbustivas asociadas son resistentes o se regeneran fácilmente tras los incendios. Por otra parte, es frecuente encontrar plántulas de quejigo en el subpiso de muchos alcornocales en situaciones frescas. El tratamiento selvícola ha venido favoreciendo la presencia de alcornoque (considerada como la especie principal) en localizaciones que posiblemente sean favorables para ambas especies. De hecho, la generalización de la industria local del corcho hacia 1850 aumentó la presión sobre el quejigo en las masas donde coexistía con el alcornoque.

En las últimas décadas se ha constatado un proceso de expansión del quejigo y recuperación de su área natural, a partir del abandono del carboneo a mitad del siglo XX; este proceso se ha visto favorecido por la nueva conciencia social a favor de la conservación de estos bosques y en particular por la declaración del quejigo (*Quercus canariensis*) como "especie de interés especial" (Ley de la Flora y la Fauna silvestres, BOJA 12/11/2003). Cueto (2000) ha constatado un aumento de más del doble en el número de pies de quejigos en la provincia de Cádiz entre el Primer (1969) y el Segundo (1996) Inventario Forestal Nacional, a pesar de que la superficie forestal total de la provincia descendió en unas 65.000 ha durante ese periodo. Sánchez (2002) también ha comprobado un incremento del quejigo en los inventarios locales. No obstante, hay

que tener en cuenta que, según Sánchez (2002), la mejora de las masas de quejigo está siendo aparente, ya que los nuevos pies inventariados procederían en su mayoría de brotes de raíz y de cepas muy viejas, lo que supone menor longevidad y vigor, mayor vulnerabilidad y dificultades para la regeneración por semilla.

El alcornocal es el tipo de bosque dominante en la provincia de Cádiz, sin embargo se ha detectado un descenso en su regeneración durante los últimos 30 años (Cueto, 2000) y en las producciones de corcho (Sánchez, 2000). Analizando la estructura del rodal, tiende a encontrarse un menor número de árboles jóvenes, mientras que aumenta el número de árboles en producción corchera. Entre los factores que parecen perjudicar la supervivencia de las plántulas y dificultar la regeneración del alcornocal se pueden citar, entre otros, los efectos de la sequía, el pastoreo abusivo, la proliferación de herbívoros silvestres y los desbroces que eliminan a los juveniles y destruyen el matorral protector. Además, se ha detectado una mortalidad localizada de adultos por efecto de la "seca". Estos efectos se podrían agravar en un escenario de cambio climático.

En conclusión, se han de tener en consideración los factores tanto ecológicos como históricos a la hora de comprender la dinámica de estas dos especies (alcornoque y quejigo) en la provincia de Cádiz. La sucesión en los bosques mediterráneos se presenta como un fenómeno estadístico controlado tanto por mecanismos ecológicos predecibles, como por accidentes históricos y que puede presentar equilibrios múltiples en función de las condiciones iniciales y la heterogeneidad ambiental (Zavala, 2003). Próximos trabajos a una escala más local tratarán de cuantificar y describir los cambios en la composición y estructura de las masas mixtas de quejigo y alcornoque en distintas etapas de su desarrollo y bajo diferentes condiciones ambientales y de gestión. Los resultados experimentales se integrarán en un simulador de la dinámica forestal que nos ayude a comprender los mecanismos de coexistencia y regeneración en estos bosques.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha estado financiado por el proyecto HETEROMED (REN2002-04041-C02-02) y la primera autora disfruta de una beca FPI (BES-2003-1870). Agradecemos a Javier Quijada, José Manuel Moreira y los técnicos de REDIAM, de la Consejería de Medio Ambiente, por facilitarnos la información ambiental de la provincia de Cádiz. Esta investigación se enmarca en las redes temáticas REDBOME (Andalucía) y GLOBIMED (España).

BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, E., CASADO, M. A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J. C., MORLA, C., REGATO, P., SAINZ, H. (1996). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta S.A. Barcelona.

CUETO, M. (2000). Análisis del Inventario Forestal Nacional en la provincia de Cádiz: consideraciones para el Parque Natural de Los Alcornocales y para el Campo de Gibraltar. *Almoraima* 23: 115-122.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1997). *Segundo Inventario Forestal Nacional. Cádiz*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

SÁNCHEZ, J. M. (2000). Una aproximación al fenómeno de la "seca" en el Parque Natural de los Alcornocales: el caso de los montes de "El Rincón" (Los Barrios). *Almoraima* 23: 141-153.

SÁNCHEZ, J. M. (2002). Los bosque de quejigo (*Quercus canariensis* Willd.) de las Sierras del Aljibe y Campo de Gibraltar: manejo histórico, estado selvícola y propuestas para su gestión. *Almoraima* 27: 281-292.

ZAVALA, M. A. (2003). Dinámica y sucesión en bosques mediterráneos: modelos teóricos e implicaciones para la selvicultura. Páginas 43-63 en Rey Benayas, J. M., Espigares, T., Nicolau, J. M., editores. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Colección Aula Abierta. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.

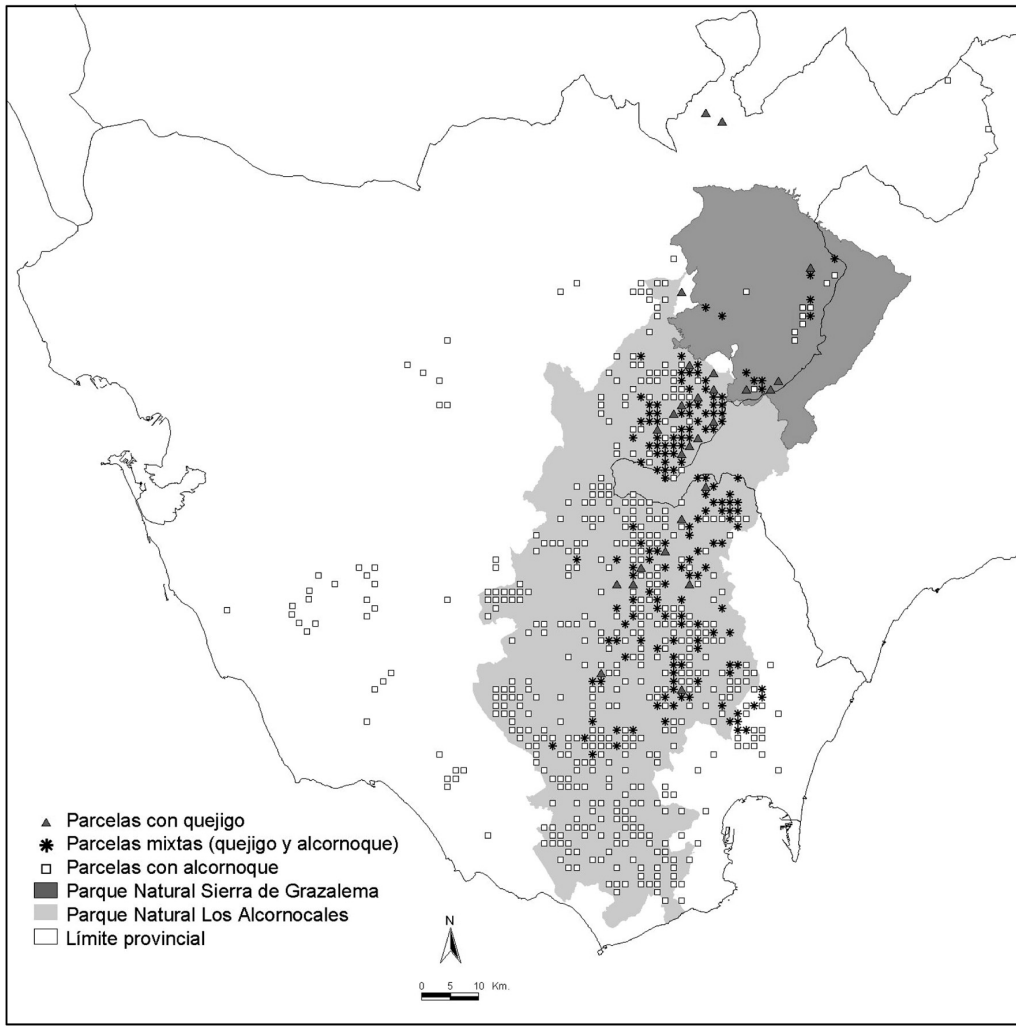

Figura 1: Mapa de distribución de las parcelas del IFN-2 con alcornoque y quejigo en la provincia de Cádiz.

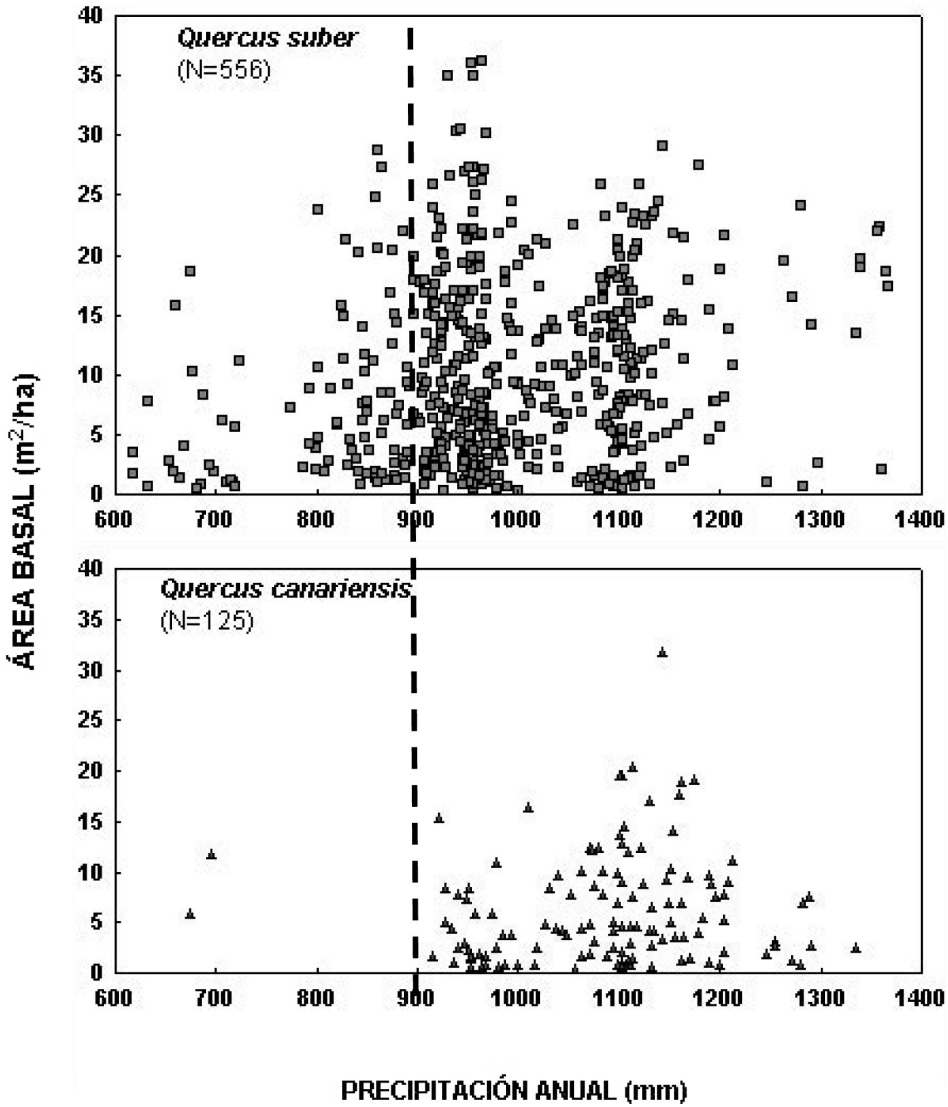

Figura 2: Gráficas comparativas de la distribución del área basal (m^2/ha) de alcornoque *(Quercus suber)* y quejigo *(Quercus canariensis)* según un gradiente de precipitación anual (mm). La línea discontinua marca el límite inferior de precipitación para el quejigo.

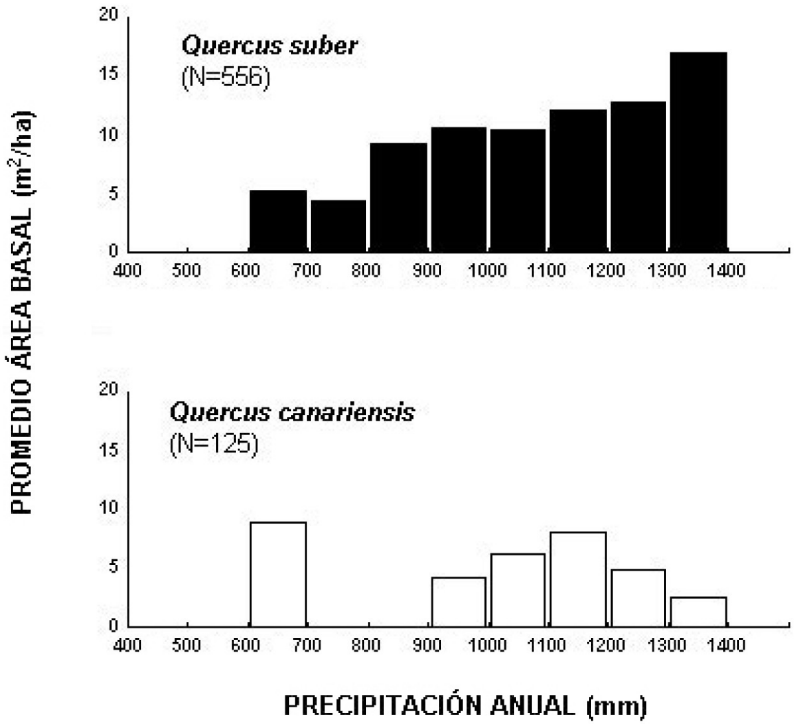

Figura 1: Gráficas comparativas de la distribución del área basal (m²/ha) de alcornoque *(Quercus suber)* y quejigo *(Quercus canariensis)* en las parcelas agrupadas por intervalo de precipitación (cada 100 mm.)