

## Capítulo 7

### Conclusiones

1. Factores de tipo climático y edáfico explicaron la distribución diferencial de las especies de pinos y robles en Andalucía. El gradiente térmico determinó principalmente la distribución de los pinos, mostrando la siguiente secuencia de especies desde las zonas más frías a las más cálidas: *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. halepensis*, *P. pinaster*, y *P. pinea*. La distribución de los robles apareció asociada a un gradiente de disponibilidad hídrica, con *Quercus suber* y *Q. canariensis* coexistiendo en las zonas más húmedas, seguidas de *Q. faginea* y *Q. pyrenaica*. Hacia zonas más áridas se encontró *Q. ilex*, que mostró la mayor amplitud de nicho. El contenido de calcio en el suelo fue clave para *P. halepensis*, asociado a suelos básicos, mientras que *Q. suber* y *Q. canariensis* aparecieron asociados a suelos ácidos.

2. Se detectó una escasa regeneración en los bosques de las especies de *Pinus* y *Quercus*, cuya abundancia varió a lo largo de los gradientes ambientales y en función del tipo de hábitat. El porcentaje de las parcelas del Segundo Inventario Forestal Nacional sin regenerado fue de alrededor de un 45% para las especies de *Pinus*, mientras que varió entre un 20% y un 60% en los rodales de *Quercus*, alcanzando los valores más altos para el alcornoque (*Q. suber*) y el quejigo moruno (*Q. canariensis*). La regeneración de las especies de *Pinus* se observó bajo el propio dosel de los pinares y de forma importante en zonas forestales sin cobertura arbórea, reflejando su capacidad colonizadora; mientras que la regeneración de los *Quercus* se encontró asociada a la cobertura del dosel arbóreo.

3. En algunas especies como la encina (*Q. ilex*) y el quejigo (*Q. faginea*), la distribución del regenerado a lo largo de los gradientes ambientales fue diferente que para los adultos. La regeneración de estas dos especies era más abundante bajo los pinares que bajo el dosel de su misma especie, particularmente en las zonas más frías y áridas donde no se desarrollaban quejigares ni encinares. Las especies de *Pinus* pueden estar ejerciendo un efecto de facilitación en el establecimiento de los *Quercus*, permitiendo la expansión parcial de sus nichos hacia zonas con mayor limitación ambiental.

4. El impacto de las actividades humanas ha configurado la estructura de los bosques mediterráneos hasta épocas muy recientes. El análisis de los inventarios históricos de los montes públicos del Parque Natural Los Alcornocales ha mostrado que en tan sólo un siglo el manejo forestal ha modificado fuertemente la composición de los bosques mixtos de alcornoque y quejigo moruno. La silvicultura ha favorecido al alcornoque para la producción de corcho como principal recurso económico, en detrimento del quejigo y otras especies, especialmente en las zonas con mayor régimen de precipitaciones y por tanto más productivas.

5. La huella del impacto humano se ve reflejada en la estructura actual de los bosques de alcornoque y quejigo. A escala regional se encontró que las dos especies coexisten a partir de los 800 mm de precipitación media anual, siendo la abundancia media de alcornoque siempre mayor para cualquier punto del gradiente. Sin embargo, al reducir la escala de análisis al paisaje se observó que las dos especies presentan una distribución diferencial determinada por la red de drenaje. Los quejigares están claramente asociados a los hábitats más húmedos cercanos a los cursos de agua, mientras que la abundancia de alcornoque es mayor a medida que aumenta la distancia a los fondos de valle, incluso en las zonas con mayor coste de accesibilidad para la extracción de corcho.

6. La regeneración de alcornoque y de quejigo se ve seriamente limitada por la acción de los animales consumidores de bellotas, sobre todo si la producción de frutos del año es baja, ya que la disponibilidad de recursos (bellotas) en el suelo escasea. En ambas especies la probabilidad de remoción de bellotas se incrementó con la cobertura vegetal, donde la actividad de los pequeños roedores es mayor. Las bellotas más grandes fueron seleccionadas preferentemente por los ratones. 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, posiblemente debido a que tienen mayor tamaño como promedio.

7. Durante el establecimiento de plántulas, el contenido de agua en el suelo actúa como un doble factor limitante de la regeneración de los *Quercus*: por exceso en la época de lluvias y por déficit durante el verano. Los episodios temporales de encharcamiento del suelo, asociados a los microhábitats con poca cobertura vegetal, resultaron en una disminución de la probabilidad de germinación y emergencia de plántulas. Asimismo, provocaron un retraso en la emergencia de las plántulas, lo cual redujo su posterior probabilidad de supervivencia durante el verano.

8. La probabilidad de establecimiento de plántulas de alcornoque y de quejigo disminuyó de forma similar a lo largo del gradiente de oscilación de agua en el suelo, pero las especies mostraron diferencias en cada fase demográfica estudiada. Así, la tasa más baja de germinación del quejigo en comparación con el alcornoque, se vio compensada por su mayor éxito en la emergencia, que fue más temprana y determinó su mayor supervivencia tras el verano. Además la adición de agua durante el periodo estival redujo la mortalidad de plántulas de quejigo, mientras que las de alcornoque no respondieron al tratamiento de riego.

9. Se encontró un conflicto entre las fases demográficas estudiadas. Los microhábitats con menor riesgo de depredación para las semillas (aquellos con menor cobertura vegetal) fueron los menos favorables para el establecimiento de las plántulas. Asimismo, la influencia del tamaño de la bellota en cada fase fue opuesta; mientras las bellotas más pequeñas mostraron mayor probabilidad de sobrevivir a la acción de los depredadores, a su vez fueron las que menor probabilidad de germinación y emergencia presentaron.

10. La variabilidad interanual de las precipitaciones puede favorecer la coexistencia de las dos especies. Durante inviernos no muy lluviosos, sin encharcamiento, el alcornoque se beneficiaría respecto al quejigo por sus mayores tasas de germinación y emergencia bajo condiciones de suelo húmedo pero bien drenado. Sin embargo, ante lluvias intensas de otoño e invierno, el alcornoque experimentaría un mayor retraso en su emergencia que resultaría en un menor reclutamiento de esta especie. Por otra parte, las lluvias tardías de primavera y en especial las esporádicas de verano parecen favorecer al quejigo. De forma global, una reducción general en las precipitaciones y el aumento de la temperatura, como está previsto en el actual proceso de cambio climático, perjudicará a las dos especies.

11. Dado que la presión sobre el quejigo ha cesado en las últimas décadas y que las actuales políticas de conservación y gestión forestal lo protegen, cabría esperar una tendencia a la recuperación de los quejigares localmente en aquellas zonas donde esta especie ha sido desplazada por la acción humana.

---

12. La aproximación multi-escala nos ha permitido detectar las principales tendencias de variación en la distribución de las especies forestales. Mediante el análisis histórico de los inventarios hemos comprobado la importancia de la gestión en los cambios recientes de la estructura y composición de los bosques. El estudio de los procesos de regeneración a escala de rodal y de microhábitat, combinado con las técnicas de modelización, nos permite establecer las relaciones entre las condiciones del medio y las probabilidades de éxito en las distintas fases de regeneración. La complejidad de la dinámica forestal requiere esta combinación de técnicas y de escalas de investigación.