

ESTABLECIMIENTO DE PLANTONES A PARTIR DE BELLOTAS PREGERMINADAS DE TRES ESPECIES DE *QUERCUS* SP. EN EL PARQUE NATURAL DEL CARRASCAL DE LA FONT ROJA (ALICANTE)

Estrella Pastor Llorca¹ y Andreu Bonet Jornet^{1,2,3}

¹ Estación Científica Font Roja Natura UA, Universidad de Alicante. Apdo. 99. 03080-ALICANTE (España). Correo electrónico estrella.pastor@ua.es

² Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. Apdo. 99. 03080-ALICANTE (España). Correo electrónico: andreu@ua.es

³ Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio Ramón Margalef. Universidad de Alicante. Apdo. 99. 03080-ALICANTE (España)

Resumen

El objetivo de este estudio es analizar el establecimiento y desarrollo de bellotas pregerminadas de la especie *Quercus rotundifolia* Lam. en diversos hábitats presentes en el mosaico paisajístico del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja (Alcoi, Alicante), comparándolos con el de otras dos especies de su mismo género: *Quercus faginea* Lam. (en bosque caducifolio y carrascal cerrado) y *Quercus coccifera* L. (en carrascal cerrado, carrascal abierto, carrascal de solana, cultivos abandonados con posterior repoblación de *Pinus halepensis* Mill. y cultivos recientemente abandonados). Los resultados muestran que las tres especies se comportan, en relación al establecimiento, de la misma manera en los diferentes hábitats mientras que, la especie que mejor se desarrolla una vez establecida es *Quercus rotundifolia* Lam., presentando valores significativamente superiores, tanto de altura media como de diámetro basal. Por otro lado, se dan diferencias significativas entre ambientes tanto en el establecimiento como en el desarrollo.

Palabras clave: *Supervivencia, Altura, Diámetro basal, Hábitat*

INTRODUCCIÓN

En el Parque Natural del Carrascal de la Font Roja (Alicante) se ha observado que la regeneración natural mediante la germinación de las especies de interés de conservación, como *Quercus rotundifolia* Lam., es muy baja en términos de reclutamiento observado. Tanto la producción de frutos y la calidad de estos como el reclutamiento son escasos (CAÑELLAS, 2003; PASTOR Y BONET, 2006). Las tres especies que se

han considerado han sido *Quercus faginea* Lam., *Quercus rotundifolia* Lam. y *Quercus coccifera* L. Cada una de ellas es característica de tres de las principales unidades de vegetación presentes en el Parque (BALLESTER & STÜBING, 1990; TERRONES et al., 2006); bosque caducifolio, carrascal y pinar, respectivamente.

Todos estos hábitats poseen determinadas características abióticas y bióticas que influyen en el establecimiento y desarrollo de cada especie. Los principales factores limitantes para el

desarrollo en los ecosistemas mediterráneos son la disponibilidad hídrica y la intensidad lumínica (VALLADARES, 2001). Dichos hábitats pueden disponerse a lo largo de un gradiente de recubrimiento del dosel y de la vegetación, asociado, por tanto, a un gradiente de intensidad de radiación solar incidente (SÁNCHEZ-GÓMEZ et al., 2006a,b). El mosaico paisajístico que da lugar a esta combinación de hábitats provoca variabilidad de respuestas en las diferentes especies.

El principal objetivo de este trabajo es comprobar si la progenie de estas tres especies es capaz de establecerse y desarrollarse de forma exitosa en diferentes hábitats. Los tres bloques en que se divide este estudio son: 1. Análisis comparativo entre *Q. rotundifolia* y *Q. faginea* en bosque caducifolio y carrascal cerrado, 2. Análisis comparativo entre *Q. rotundifolia* y *Q. coccifera* en carrascal cerrado, carrascal abierto, carrascal de solana, cultivos abandonados con posterior repoblación de *Pinus halepensis* Mill. y cultivos recientemente abandonados y 3. Análisis comparativo entre *Q. rotundifolia*, *Q. faginea* y *Q. coccifera* en carrascal cerrado. Para poder establecer unas pautas de comparación equitativas se consideró estudiar el establecimiento y desarrollo de bellotas pregerminadas de las tres especies en las mejores condiciones ambientales, realizando un control en vivero.

METODOLOGÍA

Durante los meses de Octubre y Noviembre de 2005 se recolectaron bellotas de las especies *Q. faginea*, *Q. rotundifolia* y *Q. coccifera* de diferentes individuos (7, 8 y 10 individuos, respectivamente) pertenecientes a poblaciones ubi-

casadas en diversos hábitats del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja.

Posteriormente, en el invernadero del vivero forestal del Parque, se dispusieron en bandejas de transporte rellenas de fibra de coco. Una vez germinadas se introdujeron en contenedores forestales de tipo Super-Leach® de 205 cm³ con una mezcla de sustrato de turba rubia no fertilizada, fibra de coco y vermiculita (1:1:1). Las plantaciones se realizaron durante los meses de Febrero y Marzo del 2006, en parcelas entre 60 m² y 90 m², dependiendo de las especies y por tanto, del número total de bellotas pregerminadas introducidas, que fueron 60 bellotas (dos especies) y 90 bellotas (tres especies), respectivamente. El número total de parcelas fue de 18, tres réplicas por hábitat considerado (bosque caducifolio, carrascal cerrado, carrascal abierto, carrascal de solana, cultivos abandonados con pinar y cultivos recientemente abandonados). Estos hábitats corresponden a las principales unidades de vegetación presentes en el Parque Natural (Tabla 1). El ahoyado fue manual, de 40 cm de profundidad. En cada bellota sembrada se colocó una malla cuadrada de 0,25 m de lado para su protección ante depredadores. Como control, un número igual al de las bellotas introducidas en campo de las tres especies, con sus tres réplicas, se dejaron en el vivero. Una vez realizada la plantación se visitaron las parcelas en las cuatro estaciones posteriores (primavera, verano, otoño e invierno). Se tomó nota de la supervivencia y se midió la altura y el diámetro basal de los plantones.

Se realizaron ANOVA de dos vías (Especie-Hábitat) del porcentaje medio de la supervivencia, la altura y diámetro basal medio tomados en el último muestreo de campo. El programa que

Hábitat	Código	Especies
Bosque caducifolio	BC	<i>Quercus faginea</i> Lam. y <i>Quercus rotundifolia</i> Lam.
Carrascal cerrado	CC	<i>Quercus faginea</i> Lam., <i>Quercus rotundifolia</i> Lam. y <i>Quercus coccifera</i> L.
Carrascal abierto	CA	<i>Quercus rotundifolia</i> Lam. y <i>Quercus coccifera</i> L.
Carrascal de solana	CS	<i>Quercus rotundifolia</i> Lam. y <i>Quercus coccifera</i> L.
Cultivos abandonados con pinar	CP	<i>Quercus rotundifolia</i> Lam. y <i>Quercus coccifera</i> L.
Cultivos recientemente abandonados	ca	<i>Quercus rotundifolia</i> Lam. y <i>Quercus coccifera</i> L.

Tabla 1. Especies introducidas en cada uno de los hábitats estudiados

se utilizó para todos estos análisis estadísticos fue SPSS 15.0 (SPSS Inc. Chicago, USA).

RESULTADOS

Q. rotundifolia y *Q. faginea*

La interacción entre los dos factores para la supervivencia no es significativa. Entre especies, presenta un porcentaje mayor *Q. faginea* (52,22%). Los porcentajes del control (81,11 %) son mayores a los otros dos hábitats (bosque caducifolio: 25,56% y carrascal cerrado: 33,89%) (Tabla 2). En la altura media la interacción es significativa. Los valores mostrados por *Q. rotundifolia* en el control ($9,59 \pm 0,32$ cm) son mayores que los valores de los otros dos hábitats (BC: $6,96 \pm 0,56$ cm y CC: $7,49 \pm 0,55$ cm) (Anova de un factor; Welch: 44,088 y $p < 0,001$). Los obtenidos por *Q. faginea* no difieren significativamente (C: $3,91 \pm 0,29$ cm, BC: $3,64 \pm 0,54$ cm y CC: $3,08 \pm 0,41$ cm) (Anova de un factor; $F = 2,054$ y $p = 0,132$). En todos los casos *Q. rotundifolia* ($8,02 \pm 0,29$ cm) presenta valores significativamente superiores a la otra especie ($3,54 \pm 0,25$). En el caso del diámetro

basal medio la interacción entre los dos factores también es significativa (Tabla 3). *Q. rotundifolia* muestra un valor medio superior ($2,39 \pm 0,76$ mm) y el valor medio de los plantones del control ($2,97 \pm 0,06$ mm) son superiores a los observados en los otros dos hábitats (BC: $1,65 \pm 0,10$ mm y CC: $1,54 \pm 0,09$ mm), despuntando el valor obtenido en el control de *Q. rotundifolia* ($3,63 \pm 0,09$ mm).

Q. rotundifolia y *Q. coccifera*

En supervivencia, sólo el efecto principal del factor hábitat muestra un valor de probabilidad significativo (Tabla 4). El valor medio superior corresponde al control (81,11%), le sigue el valor medio del carrascal abierto (47,78%) y el porcentaje inferior es el presente en cultivos abandonados (8,89%). Se muestran valores significativos en los efectos principales del desarrollo (Tabla 5). *Q. rotundifolia* ($7,50 \pm 0,24$ cm) presenta un valor medio superior que *Q. coccifera* ($4,97 \pm 0,18$ cm). En los valores obtenidos en los diferentes hábitats se observa que la mayor diferencia que se halla es entre el control ($7,69 \pm 2,86$ cm) y carrascal cerrado ($6,51 \pm 0,51$ cm) y cultivos abandonados ($4,49 \pm 0,31$ cm). El diámetro basal muestra

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (%)			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	4,456	0,04	Q.f > Q.r
Hábitat	46,225	<0,001	C > (CC, BC)
Especie * hábitat	0,736	0,484	

Tabla 2. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en el porcentaje de supervivencia entre especies (Q.f: *Quercus faginea* y Q.r: *Quercus rotundifolia*) y hábitats (C: Control, BC: Bosque caducifolio y CC: Carrascal cerrado). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

ALTURA			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	139,892	<0,001	Q.r > Q.f
Hábitat	9,208	<0,001	(C, BC) > (BC, CC)
Especie * hábitat	3,881	0,022	
DIÁMETRO BASAL			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	44,242	<0,001	Q.r > Q.f
Hábitat	114,930	<0,001	C > (BC, CC)
Especie * hábitat	14,619	<0,001	

Tabla 3. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en la altura y el diámetro basal entre especies (Q.f: *Quercus faginea* y Q.r: *Quercus rotundifolia*) y hábitats (C: Control, BC: Bosque caducifolio y CC: Carrascal cerrado). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (%)			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	0,014	0,905	Q.r, Q.c
Hábitat	51,129	<0,001	C > (CA,CP)>(CP,CC)>(CC,ca,CS)
Especie * hábitat	1,481	0,203	

Tabla 4. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en el porcentaje de supervivencia entre especies (*Q.r.*: *Quercus rotundifolia* y *Q.c.*: *Quercus coccifera*) y hábitats (C: Control, CC: Carrascal cerrado, CA: Carrascal abierto, CS: Carrascal de solana, CP: Cultivos abandonados con pinar y ca: Cultivos recientemente abandonados). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

valores significativos en la interacción (Tabla 5). *Q. rotundifolia* ($2,56 \pm 0,04$ mm) presenta valores superiores que *Q. coccifera* ($1,98 \pm 0,058$ mm). El hábitat que presenta un valor medio superior es el control ($2,74 \pm 0,041$ mm) y el que presenta un valor inferior es el carrascal cerrado ($1,50 \pm 0,59$ mm). *Q. rotundifolia* posee diferencias más marcadas entre hábitats.

Q. rotundifolia, *Q. faginea* y *Q. coccifera*

Difieren significativamente en el porcentaje de supervivencia *Q. faginea* (65%) y *Q. coccifera* (50%) (Tabla 6). El valor medio correspondiente a la especie *Q. rotundifolia* no difiere con

los otros dos valores (56%). El control (83,33%) es el que muestra valores significativamente superiores. En el desarrollo se muestran valores significativos para los efectos principales (Tabla 7). La especie que posee un valor medio superior es *Q. rotundifolia* ($9,06 \pm 0,35$ cm), le sigue *Q. coccifera* ($5,95 \pm 0,23$ cm) y posteriormente, *Q. faginea* ($3,64 \pm 0,21$ cm). Entre hábitats, los valores superiores corresponden a los observados en el control ($6,36 \pm 0,22$ cm). En el diámetro basal los resultados muestran valores significativos en el efecto de la interacción (Tabla 6). La especie *Q. rotundifolia* ($2,68 \pm 0,09$ mm) presenta valores superiores a las otras

ALTURA			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	63,137	<0,001	Q.r > Q.c
Hábitat	24,491	<0,001	(C,CC) > (CC,CA,CS,ca) > (CC,CA,CS,ca,CP)
Especie * hábitat	0,640	0,669	
DIÁMETRO BASAL			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	60,979	<0,001	Q.r > Q.c
Hábitat	57,546	<0,001	(C) > (CS,ca,CP, CA) > (CA,CP,CC)
Especie * hábitat	7,149	<0,001	

Tabla 5. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en la altura y el diámetro basal entre especies (*Q.r.*: *Quercus rotundifolia* y *Q.c.*: *Quercus coccifera*) y hábitats (C: Control, CC: Carrascal cerrado, CA: Carrascal abierto, CS: Carrascal de solana, CP: Cultivos abandonados con pinar y ca: Cultivos recientemente abandonados). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (%)			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	4,496	0,016	(Q.f, Q.c) > (Q.c, Q.r)
Hábitat	163,935	<0,001	C > CC
Especie * hábitat	1,764	0,182	

Tabla 6. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en el porcentaje de supervivencia entre especies (*Q.f.*: *Quercus faginea*, *Q.r.*: *Quercus rotundifolia* y *Q.c.*: *Quercus coccifera*) y hábitats (C: Control y CC: Carrascal cerrado). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

ALTURA			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	86,126	<0,001	Q.r > Q.c > Q.f
Hábitat	3,661	<0,001	C > CC
Especie * hábitat	0,313	0,319	
DIÁMETRO BASAL			
FACTOR	F	P	G-H
Especie	37,960	<0,001	Q.r > (Q.c , Q.f)
Hábitat	182,215	<0,001	C > CC
Especie * hábitat	11,634	<0,001	

Tabla 7. Resultados del análisis de la varianza para evaluar la significación de las diferencias en la altura y diámetro basal entre especies (Q.f: *Quercus faginea*, Q.r: *Quercus rotundifolia* y Q.c: *Quercus coccifera*) y hábitats (C: Control y CC: Carrascal cerrado). G-H: Grupos diferentes según Games-Howell

dos especies (*Q. faginea*: $1,84 \pm 0,07$ mm y *Q. coccifera*: $1,742 \pm 0,09$ mm). En el caso de los hábitats es el control que muestra valores superiores (C: $2,71 \pm 0,05$ mm y CC: $1,46 \pm 0,08$ mm). Los resultados de la interacción entre los factores muestran que los valores de *Q. rotundifolia* correspondientes a los observados en el control son superiores en proporción a las otras especies. Por tanto, se denota una falta de paralelismo entre los dos factores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se aprecian diferencias entre las etapas del ciclo de reclutamiento de *Q. rotundifolia* y *Q. faginea*. Las bellotas pregerminadas de *Q. faginea* muestran un mejor establecimiento, mientras que en la etapa de desarrollo de las plántulas *Q. rotundifolia* presenta valores superiores. Ocurre lo mismo en los diferentes hábitats estudiados; no se dan diferencias entre el bosque caducifolio y el carrascal cerrado. Cuando se compara *Q. rotundifolia* con *Q. coccifera* se observa que aunque en la etapa de establecimiento no se dan diferencias, en la etapa de desarrollo de las plántulas *Q. rotundifolia* presenta un mayor crecimiento de la parte aérea. Estos resultados reafirman la idea de que el área de estudio contempla hábitats más propicios para el desarrollo de ésta especie, tal como se indica en la elaboración de modelos predictivos de la distribución potencial de estas tres especies (PASTOR et al., 2006).

En relación a los hábitats, el carrascal abierto y los cultivos abandonados con pinar mues-

tran mejores resultados en el establecimiento. Esto puede ser debido a dos cuestiones: a) las características ambientales que presentan estos hábitats (radiación solar, disponibilidad hídrica): los hábitats que presentan valores superiores de supervivencia tienen un nivel de recubrimiento medio del dosel, y por tanto una intensidad de radiación solar intermedia (carrascal abierto y cultivos abandonados con pinar), seguidos de los que poseen una intensidad menor y por último, los hábitats con una intensidad elevada (VALLADARES et al., 2002; SÁNCHEZ-GÓMEZ et al., 2006a,b). La hipótesis formulada sería consistente con el estudio realizado por MARAÑÓN et al. (2004) con *Q. suber*, y b) la depredación por pequeños mamíferos, ungulados o aves: en los hábitats en los que no se observa un establecimiento óptimo la depredación es mayor. De hecho, en los resultados obtenidos en PASTOR et al. (2007) los hábitats de mayor depredación por ratones son los cultivos recientemente abandonados. Las respuestas de la altura y el diámetro basal son diferentes al del porcentaje de supervivencia. En carrascal cerrado (recubrimiento elevado) se miden alturas superiores. Este efecto puede ser provocado por una baja radiación solar incidente bajo el dosel.

Se propone que el factor principal que influye en los resultados del establecimiento y el desarrollo es la intensidad lumínica en las tres especies estudiadas. Pero, sería necesario realizar una caracterización de los hábitats con mayor profundidad ya que pudiera haber otros factores determinantes en la supervivencia y crecimiento, como las características del sustra-

to (textura, pH, profundidad, etc) (SÁNCHEZ-GÓMEZ et al., 2006a,b). Por otro lado, se advierte que se dan diferencias entre los resultados de supervivencia y crecimiento. Este desacoplamiento entre las diferentes etapas de regeneración se ha observado, también, en otros estudios (SCHUPP, 1995; BATTAGLIA et al., 2000).

Agradecimientos

Agradecer tanto al Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación (Universidad de Alicante) como al personal del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja (Conselleria de Territori i Habitatge) por su apoyo logístico y económico aportado.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTER, G. Y STÜBING, G.; 1990. *Cuadernos de la naturaleza. Sierra del Carrascal de Alcoy. Flora y vegetación*. Num.1. Caja de ahorros provincial de Alicante. Alicante.
- BATTAGLIA, L.L.; FORÉ, S.A. & SHARITZ, R.; 2000. Seedling emergence, survival and size in relation to light and water availability in two bottomland hardwood species. *J. Ecol.* 88: 1041-1050.
- CAÑELLAS, I Y SAN MIGUEL, A.; 2003. *La coscoja (Quercus coccifera L.): Ecología, características y usos*. Monografías INIA: Forestal num. 5. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid
- MARAÑÓN, T.; CAMARERO, J.J.; CASTRO, J.; DÍAZ, M.; ESPELTA, J.M.; HAMPE, A.; JORDANO, P.; VALLADARES, F.; VERDÚ, M. Y ZAMORA, R.; 2004. Heterogeneidad ambiental y nicho de regeneración. *En: F. Valladares (ed.), Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante: 69-99*. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A. Madrid.
- PASTOR, E. Y BONET, A.; 2006. Análisis de la producción de frutos y efectos de *Curculio elephas* Gyll. en tres especies del género *Quercus* sp. en hábitats contrastados del PN del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 59-72.
- PASTOR, E. Y BONET, A.; 2007. Análisis de la depredación de bellotas de tres especies del género *Quercus* sp. en diferentes hábitats del PN del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 59-72.
- PASTOR, E., TERRONES, B. Y BONET, A.; 2006. Modelo predictivo de la distribución potencial de tres especies del género *Quercus* sp. *En: VII Taller de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección en Ecología. Los S.I.G. y la Teledetección en la Gestión y Conservación del Medio*. Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante. Alicante.
- SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; VALLADARES, F. & ZAVALA, M.A.; 2006a Functional traits and plasticity underlying shade tolerance in seedlings of four Iberian forest tree species. *Tree Physiol.* 26: 1425-1433 .
- SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; VALLADARES, F. & ZAVALA, M.A.; 2006b Performance of seedlings of Mediterranean woody species under experimental gradients of irradiance and water availability: trade-offs and evidence for niche differentiation. *New Phytol.* 170: 795-806.
- SCHUPP, E.W.; 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *Am. J. Bot.* 82: 399-409.
- TERRONES, B., BONET, A., CARCHANO, R., BROTONS, J. Y SEGURA, M.; 2006. Cartografía de la cubierta vegetal del Parque Natural de la Font Roja. *Iberis* 4: 73-87.
- VALLADARES, F.; 2001. Características mediterráneas de la conservación fotosintética de la luz en biomasa: de órgano a organismo. *En: R. Zamora y F.I. Pugnaire (eds.), Ecosistemas Mediterráneos- Análisis Funcional. Simposio de la Sociedad Española de Ecología Terrestre: 67-93*. CSIC-AEET. Granada.
- VALLADARES, F.; BALAGUER, L.; MARTÍNEZ-FERRI, E.; PÉREZ-CORONA, M.E. & MANRIQUE, E.; 2002. Plasticity, instability and canalization: is the phenotypic variation in seedlings of sclerophyll oaks consistent with the environmental unpredictability of Mediterranean ecosystems? *New Phytol.* 156: 457-467.