



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-322

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

1 **Estudio de la variabilidad intrapoblacional en las características regenerativas de *Quercus***
 2 ***faginea*, considerando la edad del árbol madre y el peso de la bellota**

3
 4
 5 ALONSO CRESPO, I.M. ¹, JIMÉNEZ DEL NOGAL, P. ¹, FERNÁNDEZ, M.J. ², MARTÍNEZ-RUIZ, C. ³, SILLA
 6 CORTÉS, F. ¹, FERNÁNDEZ-SANTOS, B.¹.

7
 8 ¹ Área de Ecología, Universidad de Salamanca. Campus Unamuno 37071, Salamanca.

9 ² Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca. Campus Unamuno 37071, Salamanca.

10 ³ Área de Ecología, Universidad de Valladolid. Campus La Yutera 34071, Palencia.

11
 12
 13 **Resumen**

14
 15 Las quercíneas son árboles de crecimiento lento y difícil establecimiento por lo que es muy
 16 recomendable conocer todos los aspectos que puedan mejorar su regeneración. Este género tiene
 17 una gran variabilidad de tamaños en sus semillas, tanto a nivel interespecífico como intraespecífico,
 18 pero los efectos de la variabilidad intrapoblacional han sido poco estudiados, y menos aún para *Q.*
 19 *faginea*.

20 En este estudio se ha analizado el efecto tanto de la edad de la madre productora, como del
 21 peso de la semilla y de la interacción entre ambos factores sobre los estadios de germinación,
 22 emergencia y crecimiento (biomasa) de las plántulas. Para ello se seleccionaron 16 árboles, 8 jóvenes
 23 y 8 viejos, intentando abarcar todo el rango de pesos de bellotas producidas en la población.

24 Entre los principales resultados cabe destacar que: 1- en árboles más viejos era más fácil
 25 encontrar bellotas más grandes; 2- las bellotas de árboles jóvenes germinan y emergen en mayor
 26 porcentaje y de forma más rápida que las de árboles viejos; 3- Sin embargo, en las variables
 27 relacionadas con la biomasa es el peso del cotiledón lo que más influye, bastantes veces en sentido
 28 positivo. Por tanto, mantener la variabilidad intrapoblacional parece ser aconsejable para favorecer la
 29 persistencia de estas poblaciones.

30 **Palabras clave**

31
 32 Quejigo, edad del árbol madre, tamaño de la semilla, reforestación, germinación, emergencia,
 33 biomasa.

34
 35 **1. Introducción**

36
 37 La reforestación con especies del género *Quercus*, un género de crecimiento lento (VILLAR et
 38 al, 2008), en un ambiente fragmentado por la acción antropogénica como el de la Península ibérica,
 39 no es una tarea sencilla. Varios factores influyen en el éxito de establecimiento, algunos de ellos son
 40 factores externos, como la sequía estival, las heladas, la herbívora (JORDANO et al., 2007) y la
 41 depredación de bellotas (PÉREZ-RAMOS et al., 2007). Otros son factores intrínsecos, como el peso de
 42 la semilla que determina las reservas disponibles en las primeras etapas de vida (FERNÁNDEZ-
 43 SANTOS et al., 2013). Las quercíneas tienen un amplio rango en el peso de sus semillas (QUERO et
 44 al., 2008; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, 2010) el cual está determinado principalmente por la especie, a la
 45 vez que también existe una gran variabilidad a nivel intraespecífico, ya sean individuos de distintas
 46 poblaciones e incluso pertenecientes a la misma (GÓMEZ, 2004).

47
 48 En este estudio se ha tratado la variabilidad intrapoblacional de las características
 49 regenerativas de *Q. faginea*, considerando dos factores de variación: la edad del árbol madre y el
 50 peso de la bellota. La variabilidad intrapoblacional en quercíneas ha sido poco estudiada (GONZÁLEZ-

51 RODRÍGUEZ, 2010), y solo se han encontrado dos estudios anteriores en los cuales se toma en
52 cuenta la edad de los árboles productores (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011) (FERNÁNDEZ-SANTOS
53 et al., 2013). En GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al, (2011) se ve que el efecto de la madre puede cambiar
54 las relaciones entre la masa de la semilla y los rasgos relacionados con el establecimiento de
55 plántulas, y avala la idea de que una alta variabilidad, en relación a la masa de las semillas dentro de
56 una población para especies del género *Quercus*, puede afectar a los rasgos asociados al
57 establecimiento. En FERNÁNDEZ-SANTOS et al., (2013) el factor edad del árbol madre si es tenido en
58 cuenta, observándose, en algunos casos como este factor tiene una influencia en algunos estadios de
59 desarrollo. Para realizar este estudio se ha analizado, tanto el proceso de germinación como el de
60 emergencia (porcentaje y velocidad), como el crecimiento de plántulas (biomasas).

61 2. Objetivos

62
63 Los objetivos principales de estudio son: I. Analizar la variabilidad en el peso de las bellotas de
64 los árboles de tamaños más contrastados en una población. II. Analizar la germinación de bellotas:
65 Porcentaje y velocidad de germinación (días transcurridos desde la siembra hasta la germinación) III.
66 Analizar la emergencia de plántulas: Porcentaje y velocidad de emergencia (días transcurridos desde
67 la siembra hasta la emergencia) IV. Analizar el crecimiento de plántulas: Biomasa aérea, Biomasa
68 subterránea, Biomasa total, relaciones entre biomasas.

69 3. Metodología

70
71 La recogida de bellotas se realizó en el municipio de Torresmenudas, en el cuadrante noreste
72 de la provincia de Salamanca. En esa zona, situada a 790-820 metros de altitud, los suelos son
73 *cambisoles éútricos y húmicos*, más o menos profundos, de carácter neutro o ligeramente ácidos,
74 más o menos ácidos, saturados, con capacidad de intercambio de catión media y alta capacidad
75 (DORRONSORO, 1992).

76 Se realizó una selección de 16 árboles madre dentro de una misma población, 8 jóvenes-
77 pequeños (J) y 8 viejos-grandes (V), atendiendo al diámetro a la altura del pecho (DAP) (Tabla 1) y al
78 tamaño de sus bellotas, para darle la máxima variabilidad a la muestra, posteriormente se dató la
79 edad de los árboles mediante la técnica dendrocronológica de taladro de Pressler. Las bellotas fueron
80 recogidas en octubre coincidiendo con el momento óptimo de maduración (LÓPEZ-GONZÁLEZ, 2002).
81 De cada árbol se tomaron 50 bellotas, 30 se destinaron a siembra, para analizar su germinación,
82 emergencia y crecimiento, y con las 20 restantes se obtuvieron las rectas de regresión para estimar
83 los pesos secos de cotiledón de las bellotas sembradas (Tabla 1). Se utilizó una técnica de flotación
84 para seleccionar las bellotas, descartando las que flotaban y se mantuvieron a 4-5°C hasta comenzar
85 el experimento de retención de agua. El clima es Mediterráneo frío, con una temperatura media anual
86 que varía entre los 11 y 12 °C y una precipitación media que oscila entre los 350 y los 500 mm,
87 coincidiendo la sequía estival con los meses de mayor temperatura. La vegetación arbórea está
88 integrada fundamentalmente por cuatro especies de quercíneas, *Q. ilex subsp. Ballota*, *Q. fagínea*, *Q.*
89 *pyrenaica* y *Q. suber*, mientras que en el sotobosque destaca la presencia de *Cistus ladanifer* y
90 *Lavandula stoechas*. La zona se adscribe a una vegetación potencial dentro de la Serie
91 supramediterránea salmantina de la encina (*Genisto hystricis-Querceto rotundifoliae sigmetum*) (DEL
92 RÍO, 2014).

93 La siembra se realizó en superficie para observar el momento de germinación, después se
94 enterraban para observar la emergencia, se realizó en bloques de 96 alveolos rellenos de una mezcla
95 en volumen de tierra de la zona y turba (1:1), siguiendo un modelo de distribución al azar en la que
96 todos los bloques contenían seis bellotas de cada árbol. Se tomaron datos de germinación y
97 emergencia todos los martes y jueves durante 5 meses, tras conocer el éxito de germinación y
98 emergencia se procedió a la recogida de plántulas cuando estas estaban en la misma fase de
99 crecimiento, con una cantidad de tres a siete hojas correspondiéndose con el momento en el que

100 dejaban de depender exclusivamente de las reservas del cotiledón (GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, 2010).
 101 Las plántulas fueron secadas a 70° durante 24 horas y posteriormente se pesaron por partes la B.
 102 aérea y la B. subterránea con el fin de cuantificar y analizar los valores de biomasa total y
 103 parciales

104 *Tabla 1. Información obtenida para cada árbol joven (J) o viejo (V) seleccionado para el estudio: Diámetro a la altura del*
 105 *pecho (DAP, en metros). Ecuaciones de regresión para la obtención del peso seco del cotiledón (gramos). Descriptiva del*
 106 *peso de los cotiledones (X+ ES) y resultados de los contrastes de comparación de medias; letras diferentes indican*
 107 *diferencias significativas (p<0.05) con el test de Games Howell.*

| ÁRBOL | DAP (m) | ECUACIÓN y=peso seco del cotiledón | | Peso bellota (g) | Diferencias Significativas entre pesos |
|-------|---------|------------------------------------|-------------------|------------------|--|
| J1 | 0,115 | $y = 0,7027x - 0,2825$ | $R^2 = 0,94^{**}$ | 0,44±0,14 | a |
| J2 | 0,158 | $y = 0,4935x + 0,0505$ | $R^2 = 0,82^{**}$ | 0,61±0,02 | a |
| J3 | 0,171 | $y = 0,5856x - 0,1368$ | $R^2 = 0,95^{**}$ | 0,83±0,04 | a |
| J4 | 0,121 | $y = 0,6572x - 0,3479$ | $R^2 = 0,89^{**}$ | 1,44±0,05 | b |
| J5 | 0,102 | $y = 0,5726x - 0,041$ | $R^2 = 0,93^{**}$ | 1,45±0,04 | b |
| J6 | 0,143 | $y = 0,5945x - 0,2127$ | $R^2 = 0,96^{**}$ | 1,92±0,18 | bc |
| J7 | 0,124 | $y = 0,5489x - 0,0456$ | $R^2 = 0,96^{**}$ | 2,00±0,10 | c |
| J8 | 0,137 | $y = 0,5293x + 0,153$ | $R^2 = 0,72^{**}$ | 3,41±0,08 | dg |
| V1 | 0,690 | $y = 0,6335x - 0,1321$ | $R^2 = 0,88^{**}$ | 0,64±0,02 | a |
| V2 | 0,635 | $y = 0,6305x - 0,235$ | $R^2 = 0,80^{**}$ | 0,70±0,02 | a |
| V3 | 0,669 | $y = 0,4677x + 0,3044$ | $R^2 = 0,79^{**}$ | 1,93±0,04 | c |
| V4 | 0,632 | $y = 0,4784x + 0,2965$ | $R^2 = 0,89^{**}$ | 2,64±0,05 | e |
| V5 | 0,739 | $y = 0,6129x - 0,3591$ | $R^2 = 0,78^{**}$ | 2,80±0,11 | ef |
| V6 | 0,587 | $y = 0,5625x + 0,1135$ | $R^2 = 0,90^{**}$ | 3,09±0,08 | df |
| V7 | 0,618 | $y = 0,6131x - 0,0974$ | $R^2 = 0,87^{**}$ | 3,43±0,07 | dg |
| V8 | 0,503 | $y = 0,5543x + 0,0237$ | $R^2 = 0,81^{**}$ | 3,51±0,08 | g |

108 Para comparar los datos de Porcentaje de germinación y Porcentaje de emergencia entre
 109 árboles se recurrió a un test T de Student o a un ANOVA de una vía, según el número de grupos a
 110 comparar, tras comprobar normalidad y homocedasticidad. Para analizar la Velocidad de germinación,
 111 la Velocidad de emergencia (valorada a partir del número de días transcurridos desde la siembra
 112 hasta la germinación o la emergencia), y las variables de Biomasa se utilizaron modelos lineales,
 113 estableciendo como variable dependiente V. germinación, V. emergencia o Biomasa, como variable
 114 independiente factor fijo “Edad del Árbol Madre” (joven o viejo) y la variable cuantitativa “Peso seco
 115 del Cotiledón”, teniendo en cuenta también la interacción entre ambos factores. Se ha usado el “peso
 116 seco del cotiledón” como medida del peso de la bellota, siguiendo la metodología empleada en otros
 117 estudios (GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, 2010; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011). El programa utilizado
 118 fue IBM SPSS Statistics 19.
 119

120 4. Resultados

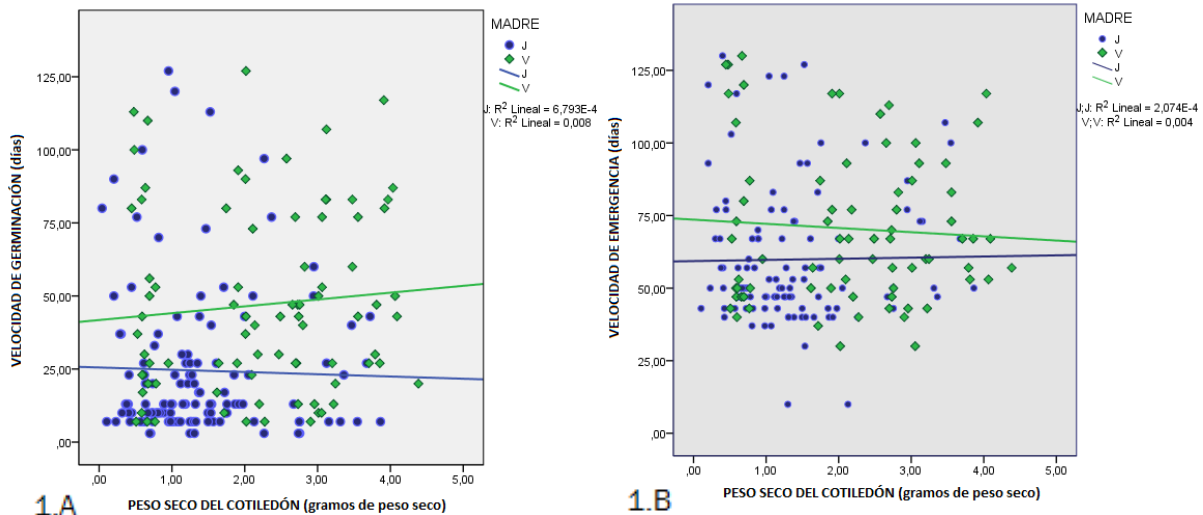
121 La edad media de árboles jóvenes fueron 20 años y la de los viejos 171 años.
 122

123 Mediante las ecuaciones de regresión de la Tabla 1, se estimaron los pesos secos de
 124 cotiledón de las bellotas de siembra. Al realizar la comparación de los valores medios se detectaron
 125 diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de los árboles madres (Tabla 1). La
 126 variabilidad de tamaños de bellotas está presente tanto en los árboles jóvenes como en los viejos,
 127 pero los viejos tenían preferentemente bellotas grandes y en los jóvenes era difícil encontrarlas.

128 Se compararon mediante una T de Student los porcentajes de germinación final diferenciando
 129 solo dos grupos: Jóvenes y Viejos, los resultados muestran diferencias significativas entre ambos

130 grupos, (T: 3,111; g.l: 78; $p < 0,003$), siendo el porcentaje de germinación final de las bellotas de los
 131 árboles Jóvenes ($50,8 \pm 0,6$) significativamente mayor que el de los Viejos ($35,0 \pm 0,5$).

132 Los datos de velocidad de germinación fueron analizados con un Modelo Lineal (LM) (Figura
 133 1A) y mostraron un influencia estadísticamente significativa para la edad del árbol madre (F: 3,918.
 134 $p < 0,049$). Para el peso seco del cotiledón y la interacción entre ambos factores no se detectaron
 135 resultados significativos. Se detectó que las bellotas de árbol joven tardan menos días en germinar
 136 ($24,4 \pm 0,2$) que las de árbol viejo ($46,9 \pm 0,3$). Como se puede ver en la Figura 1A existe una
 137 germinación inmediata en los primeros días del experimento de las bellotas de árbol joven y estas
 138 bellotas germinan durante prácticamente todo el tiempo de estudio.

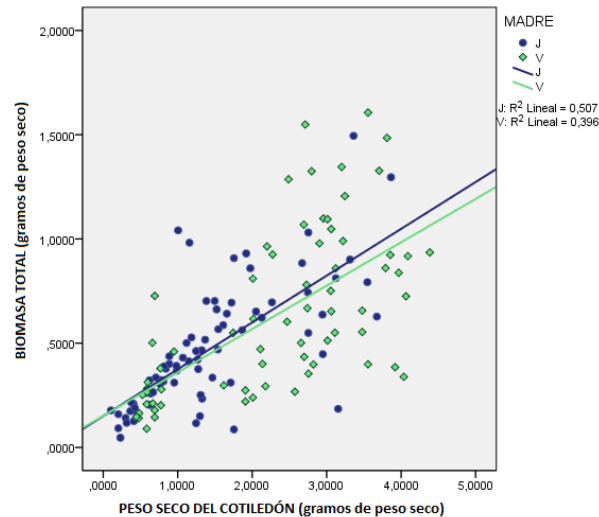


139 **1.A** **1.B**
 140 Figura 1. Tiempo transcurrido (días) desde la siembra hasta la germinación de la bellota (A), y desde la siembra hasta la
 141 emergencia de las plántulas (B), en función del Peso seco de su Cotiledón y de la Edad del Árbol Madre.

142 El porcentaje final de emergencia se realizó mediante una comparación por grupos de árbol
 143 joven y viejo mediante un T de Student (T: 3,178; g.l: 78; $p < 0,002$) obteniéndose diferencias
 144 estadísticamente significativas para ambos grupos de árboles, siendo el porcentaje de emergencia
 145 final de las bellotas de los árboles Jóvenes ($47,0 \pm 0,6$) significativamente mayor que el de las bellotas
 146 de los árboles Viejos ($30,8 \pm 0,5$).

147 La velocidad de emergencia fue analizada mediante un modelo lineal (Figura 1B), y se detectó
 148 que el factor árbol madre era probablemente significativo (F: 3,571; $p < 0,060$), mientras que ni para
 149 en el peso seco del cotiledón ni para la interacción entre ambos factores se detectaron diferencias
 150 significativas. La velocidad de emergencia es significativamente menor (tarda más días) para las
 151 bellotas de árbol viejo ($70,4 \pm 0,3$) que para las de árbol joven ($59,8 \pm 0,2$). En la Figura 1B se observan
 152 algunas emergencias puntuales tempranas de bellotas de árbol joven, pero no es hasta
 153 aproximadamente el día 30 cuando comienza una emergencia masiva de plántulas procedentes de
 154 árboles jóvenes y un poco más tarde para bellotas de árboles viejos. Existen emergencias puntuales
 155 hasta el final del estudio.

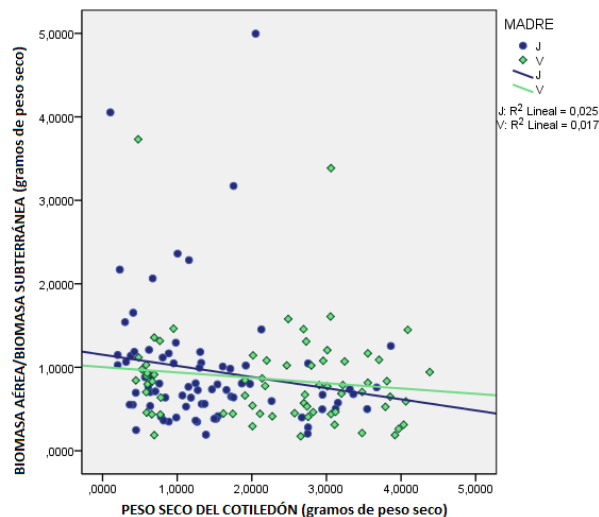
156 Las variables de crecimiento fueron analizadas con Modelos Lineales. Se observa una
 157 influencia significativa del factor Peso seco del cotiledón, y no efecto del factor Madre ni de la
 158 interacción, para las variables de Biomasa en valores absolutos, las cuales aumentan a mayor peso
 159 seco del cotiledón. Las variables de Biomasa Total (f: 108,915; $p < 0,001$), Aérea (f: 46,321; $p < 0,001$)
 160 y Subterránea (f: 123,769; $p < 0,001$) siguen este modelo. (Figura 2).



161

162 Figura 2 Biomasa total (g, peso seco) de las plántulas en relación con el Peso Seco de su Cotiledón y la Edad del Árbol
163 Madre.

164 Por otro lado, en la relación Biomasa Aérea/Biomasa Subterránea, se detecta una influencia negativa
165 del peso del cotiledón ($f: 3,169$; $p < 0,077$). Las bellotas de menor peso dan lugar a plántulas con
166 mayor proporción de biomasa aérea respecto a la biomasa subterránea, que las bellotas de pesos
167 mayores. (Figura 3).



168

169 Figura 3 Razón Biomasa aérea/Biomasa subterránea desarrollada por las plántulas en relación con el Peso Seco de su
170 Cotiledón y la Edad del Árbol Madre.

171 5. Discusión

172

173 En este estudio se analiza la variabilidad intrapoblacional en las características regenerativas
174 de *Quercus faginea*, teniendo en cuenta dos fuentes de variación: el peso de la bellota y la edad de
175 los árboles productores (madre).

176 En primer lugar, se obtuvo una gran variabilidad a nivel intrapoblacional, con un amplio rango
177 de pesos, tanto para árboles jóvenes como para viejos, en la población seleccionada, tal y como ya se
178 había visto en otros estudios para *Q. ilex* (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, 2010; FERNÁNDEZ-SANTOS et al.,
179 2013; JIMÉNEZ DEL NOGAL, 2016).

180 En cuanto a la germinación, se ha visto que la edad del árbol madre influye significativamente,
181 independientemente del peso seco del cotiledón, tanto en el porcentaje como en la velocidad de
182 germinación, germinando las bellotas producidas por los árboles madre jóvenes más y en menos
183 tiempo que las producidas por árboles viejos. Este efecto de la madre productora no ha sido casi
184 estudiado, por ello no se puede aportar mucho contraste al análisis. En FERNÁNDEZ-SANTOS et al.,
185 (2013), para *Q.ilex* en la provincia de Salamanca no se apreciaron diferencias claras entre árboles
186 jóvenes y viejos.

187 Respecto a la velocidad de germinación, se observa una influencia significativa de la edad del
188 árbol madre, las bellotas de madre joven tienen una mayor velocidad de germinación, mientras que el
189 peso de la semilla no fue detectado como un factor influyente. En un estudio para *Q. pyrenaica*
190 (FERNÁNDEZ-SANTOS et al., 2013) se observa que la velocidad de germinación es mayor cuanto
191 menor es el peso de la bellota y que este efecto es significativamente más acusado en bellotas
192 producidas por árboles jóvenes. Por el contrario, en JIMÉNEZ DEL NOGAL, (2016) no se encontró
193 significación estadística ni del Peso seco de la bellota ni de la edad del árbol madre en la velocidad de
194 germinación para *Q.ilex*. Aunque en este estudio no se ha encontrado significación al respecto, varios
195 autores han encontrado que el peso de la semilla juega un importante papel en la germinación de las
196 bellotas (TILKI AND ALPTENKIN, 2005; FERNÁNDEZ-SANTOS et al., 2013; QUERO, et al., 2009).

197 En el porcentaje de emergencia de las plántulas de *Q. faginea*, las diferencias entre bellotas
198 de árboles jóvenes y viejos fueron significativas, siendo las bellotas de madre joven las que tienen un
199 porcentaje de emergencia mayor. En FERNÁNDEZ-SANTOS et al., (2013) para *Q.ilex* y *Q.pyrenaica* no
200 se encontraron conclusiones claras acerca del efecto de la madre productora o el peso de la semilla
201 respecto al porcentaje de emergencia.

202 En la velocidad de emergencia, los resultados muestran una influencia probablemente
203 significativa de la edad del árbol madre; se detecta que las bellotas procedentes de árbol joven
204 emergen en menos tiempo que las de árbol viejo. Como ya se ha apuntado antes, los contrastes en
205 este campo son muy escasos al no existir estudios previos que incluyan la edad del árbol madre como
206 un factor de influencia. El estudio de GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, et al., (2011), introducen el factor árbol
207 madre sin tener en cuenta su edad, para *Q. faginea* no se encontró ningún efecto de la madre
208 productora, aunque sí lo hizo para *Q. suber*, donde se detectó una influencia de la interacción de los
209 factores madre productora y peso de la bellota sobre el tiempo de emergencia, es decir, la velocidad
210 de emergencia estaba influida por el peso de la bellota pero dependía de la madre productora. En
211 cuanto al efecto del peso de la bellota, factor que ha sido más estudiado, en este estudio no se
212 detecta una influencia del peso de la bellota sobre la velocidad de emergencia, al igual que en
213 CASTRO, (1999); por el contrario en QUERO et al., (2009) si se observa que el peso de semilla afectó
214 al tiempo de emergencia para *Q.pyrenaica*.

215 Los análisis realizados para valorar el crecimiento de las plántulas indican un claro efecto
216 significativo del peso de la bellota. Se observa una influencia positiva del peso seco del cotiledón en
217 las variables de biomasa, tanto aérea como subterránea y total, lo cual apoya la hipótesis del
218 "Seedling size effect", es decir, a mayor peso del cotiledón mayor es la inversión en biomasa
219 (WESTOBY ET AL., 1996) como habían detectado otros autores en otras poblaciones de *Q.suber*,
220 *Q.ilex*, *Q.faginea* y *Q.pyrenaica* (QUERO et al., 2009; GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, 2010). Ahora bien, en
221 esta población se detecta una influencia negativa del peso del cotiledón en la relación entre
222 B.Aérea/B.Subterránea, lo cual indica que cuanto más pequeña es la bellota más se invierte (en
223 proporción) en la parte aérea, ya que al disponer de menos reservas, hay una mayor dependencia de
224 los tejidos fotosintéticos en estas plántulas con respecto a las que provienen de semillas de mayor
225 tamaño.

226

227

228 6. Conclusiones

229

230 En la población de estudio de *Q. faginea* existe una gran variabilidad intrapoblacional en el
 231 tamaño de bellotas. Dentro de ella se detecta que las bellotas de árbol joven son las que germinan y
 232 emergen más y más rápido. Los resultados de este estudio muestran una clara ventaja de las bellotas
 233 procedentes de árbol madre joven frente a las de árbol madre viejo en las fases de germinación y
 234 emergencia.

235 El peso de la bellota influye positivamente en la biomasa de plántulas de *Q.faginea*.

236 Por tanto, la conservación de esta variabilidad intraespecífica de árboles en las poblaciones
 237 de *Q. faginea* sería una buena práctica ya que podría favorecer el establecimiento o la persistencia de
 238 sus poblaciones en ambientes heterogéneos y cambiantes.

239 7. Agradecimientos

240

241 Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa I: “ Programa de financiación de grupos
 242 de investigación’ de la Universidad de Salamanca a B. Fernández-Santos.

243 8. Bibliografía

244

245 CASTRO, J. 1999. Seed mass versus seedling performance in Scots pine: a maternally dependent
 246 trait. *New Phytol.* 144: 153 – 161.

247 CEBALLOS, L., RUIZ DE LA TORRE, J. 1971. Árboles y arbustos de la España Peninsular. I.F.I.E.-
 248 E.T.S.I.M. Madrid. 512pp. BLANCO, E., CASADO, M.A., COSTA, M., ESCRIBANO R., GARCÍA, M., GÉNOVA
 249 M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO SAIZ, J.C., MORLA, C., REGATO, P., SAIZ, H., 1996. Los bosques
 250 ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed.Planeta, Barcelona, Spain. 572p.

251 DEL RÍO T. 2014. Fotosíntesis o persistencia, implicaciones de la longevidad foliar sobre la fijación del
 252 carbón en especies leñosas en un ambiente estacional. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
 253 206pp.

254 DORRONSORO, C. 1992. Suelos. En: GÓMEZ, J.M. (coord.) El libro de las dehesas salmantinas. Junta
 255 de Castilla y León. Conserjería de Medio Ambiente. Salamanca. pp 71-124.

256 FERNÁNDEZ- SANTOS, B., MORO, D., MARTÍNEZ-RUIZ, C., FERNÁNDEZ, M.J., MARTÍN, F.J., 2012.
 257 Efectos del peso de la bellota y de la edad del árbol productor en las características regenerativas de
 258 *Quercus ilex* subsp. *ballota* en Martínez-Ruiz, C., Lario Leza F.J., y Fernández- Santos, B. eds 2013.
 259 Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación. SECF-AEET, Madrid,
 260 España.

261 GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V. 2010. Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la
 262 Península. Factores limitantes. (Tesis doctoral-Universidad de Córdoba).

263 GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V., VILLAR, R., NAVARRO-CERRILLO, R. M. Maternal influences on seed mass
 264 effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica*, 2011, vol. 37, no 1, p. 1-9.

265 JIMÉNEZ DEL NOGAL, P., 2016. Estudio de la variabilidad intrapoblacional en las características
 266 regenerativas de *Quercus ilex* ssp *ballota*, considerando la edad de la madre y el peso de la bellota.
 267 Trabajo de Grado. Universidad de Salamanca.

268 JORDANO P., ZAMORA R., MARAÑÓN T., ARROYO J., 2002 Claves ecológicas para la restauración del
 269 bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos. Enero - Abril Revista
 270 Ecosistemas

- 271 LLORET, F.; CASANOVAS, C.; PEÑUELAS. J. 1999. Seedling survival of Mediterranean shrubland
272 species in relation to root: shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Funct. Ecol.* 13: 210 –
273 216
- 274 LÓPEZ GONZÁLEZ, G.A. 2002. Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Ed.
275 Mundi-Prensa
- 276 Magrama, Anexo III: listado de especies arbóreas, Sistema de información de ocupación del suelo en
277 España (SIOSE) manual de fotointerpretación.
- 278 Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente <http://magrama.es> con acceso el 1- VI-
279 2015
- 280 MORO VARAS, D., 2011. Estudio de la variabilidad intrapoblacional e interespecífica de las
281 características regenerativas en *Quercus ilex* ssp *ballota* y *Quercus pyrenaica*, considerando la edad
282 de la madre (solo para *Q. ilex*) y el tamaño de bellota. Universidad de Salamanca
- 283 QUERO J. L., VILLAR R., MARAÑÓN T., ZAMORA R., VEGA D., SACK L., 2008. Relating leaf
284 photosynthetic rate to whole-plant growth: drought and shade effects on seedlings of four *Quercus*
285 species. CSIRO PUBLISHING
- 286 TILKI, F., ALPTEKIN, CU. 2005. Variation in acorn characteristics in three provenances of *Quercus*
287 *aucherii* Jaub. et Spach and provenance, temperature and storage effects on acorn germination. *Seed*
288 *Science and Technology* 33: 441–447
- 289 URBIETA, I. R., I. M. PEREZ-RAMOS, ZAVALA, M. A., MARAÑÓN, T., KOBE, R. K. 2008. Soil water content
290 and emergence time control seedling establishment in three cooccurring Mediterranean oak species.
291 *Canadian Journal of Forest Research* 38 (9): 2382– 2393
- 292 VILLAR R., RUIZ-ROBLETO J., QUERO J.L., POORTER H., VALLADARES F., MARAÑÓN T., 2008. Tasas de
293 crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. En: VALLADARES,
294 F. 2008. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (Segunda edición). Páginas 193-
295 230. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid. ISBN: 978-84-8014-738-5.
- 296 WESTOBY, M., LEISHMAN, M., LORD, J., 1996. Comparative ecology of seed size and dispersal. *Philos.*
297 *Trans. R Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 351, 1309-1318.