

# Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica. Factores condicionantes

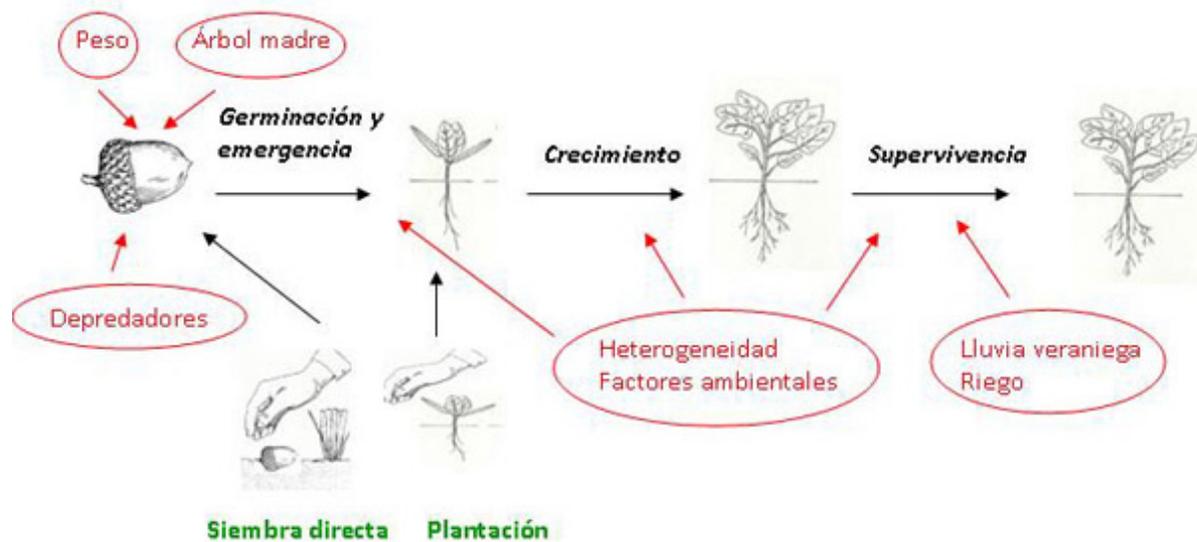
V. González-Rodríguez

(1) Departamento de Ecología, Botánica y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba. Edificio Celestino Mutis. Campus de Rabanales. Ctra. Madrid, km. 396. 14071, Córdoba, España.

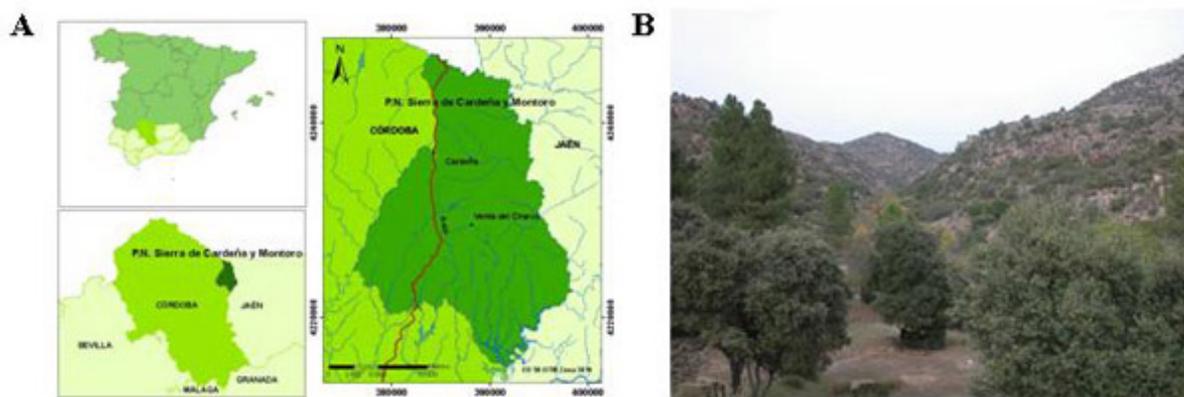
➤ Recibido el 25 de octubre de 2010, aceptado el 2 de diciembre de 2010.

**González-Rodríguez, V. 2011. Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica. Factores condicionantes. *Ecosistemas* 20(1):148-154.**

Las especies del género *Quercus* son muy representativas del estrato arbóreo de los bosques mediterráneos y presentan limitaciones para su regeneración, siendo la fase de plántula muy sensible a las condiciones ambientales (Jordano et al. 2008). En esta tesis se han estudiado algunos de los factores clave para el establecimiento de varias especies de *Quercus* (*Q. ilex ssp. ballota*, *Q. suber*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica*), abarcando las fases de depredación post-dispersiva, emergencia, crecimiento y supervivencia en los primeros años de vida. Se han considerado tanto factores intrínsecos a la planta: peso de la semilla y árbol madre; como extrínsecos: luz, disponibilidad de agua, interacciones planta-planta y animal-planta (**Fig.1**). Con este objetivo, se han realizado diferentes experimentos tanto en condiciones controladas como de campo, situándose la mayoría de éstos últimos en el P.N. Sierra de Cardeña y Montoro (**Fig. 2**). En esta área se encuentran numerosas especies de fauna y flora amenazadas o vulnerables, y de ahí que en los últimos años se vengán aplicando diferentes medidas encaminadas a favorecer la regeneración del bosque mediterráneo autóctono (Quero y Villar, 2009). En este contexto se hacen necesarias diferentes investigaciones y seguimientos que confirmen la eficacia de las actuaciones realizadas y propongan nuevos métodos de restauración y conservación.



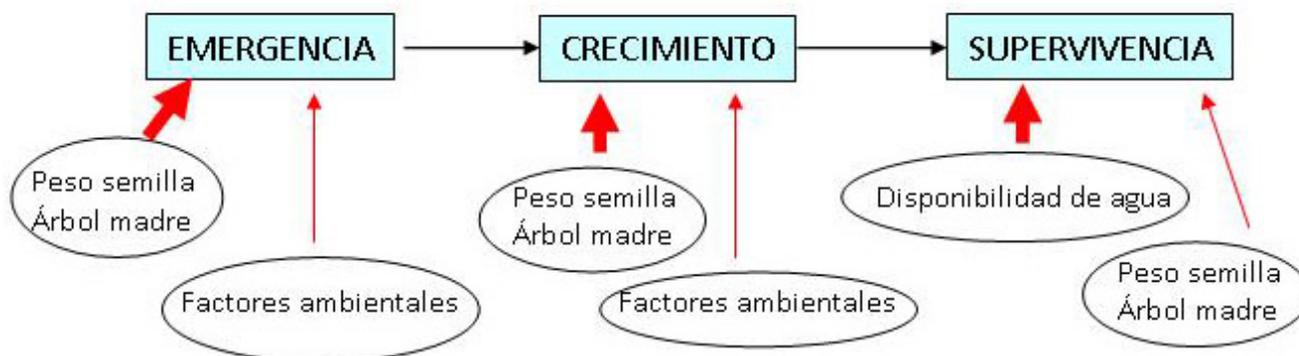
**Figura 1.** Esquema conceptual de los objetivos abordados en la tesis.



**Figura 2.** A) Localización del P.N. Sierra de Cardeña y Montoro. B) Vista del área de estudio.

## Factores intrínsecos vs. ambientales: importancia de la variabilidad intrapoblacional

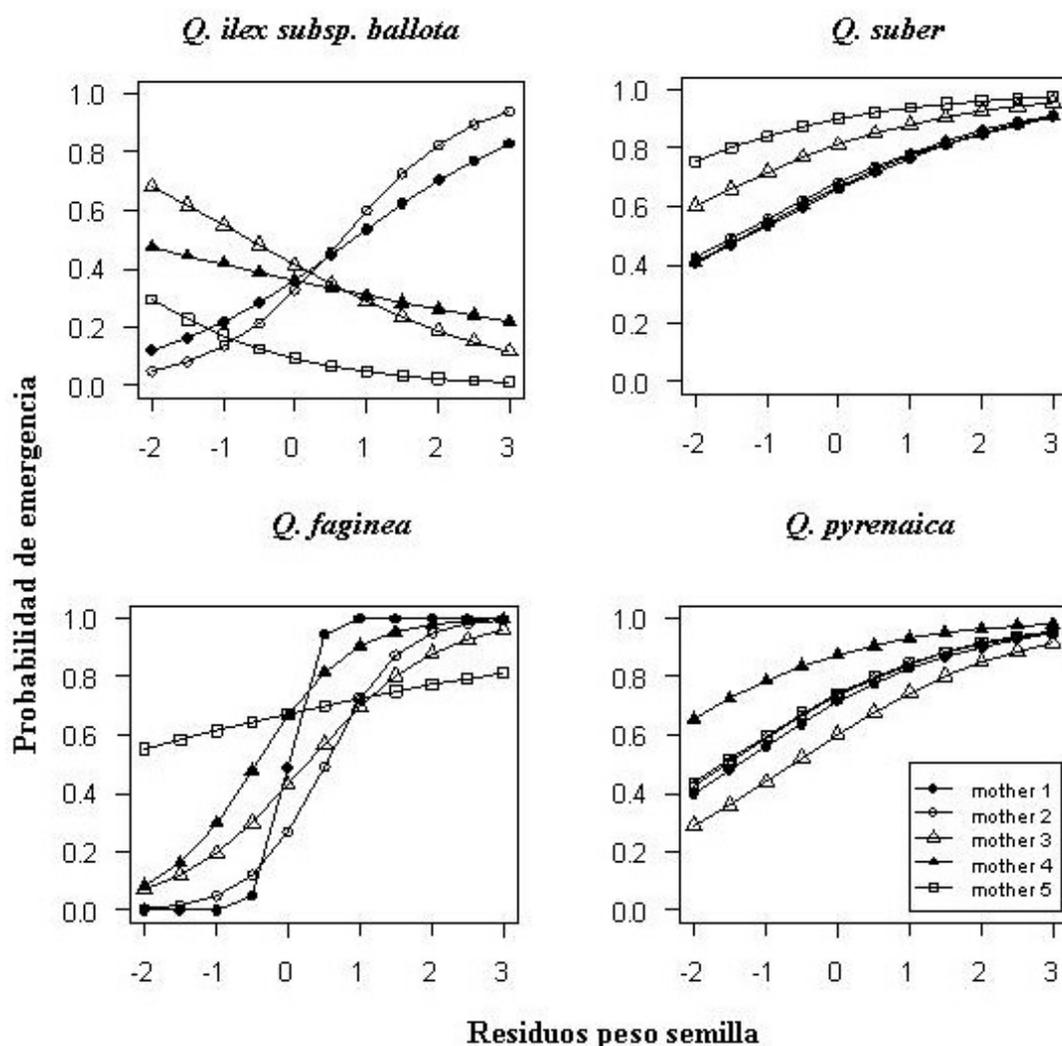
El esquema de **la Figura 3** muestra de forma sintética la importancia relativa (en función del grosor de las flechas) de los factores considerados en las distintas fases del establecimiento. Como se puede observar, los factores denominados *intrínsecos* (peso de la semilla y árbol madre) fueron los más determinantes para la emergencia y crecimiento inicial de las plántulas. Por el contrario, la supervivencia fue más dependiente de los factores externos, especialmente de la disponibilidad de agua durante el verano. Además, la supervivencia de las plántulas no siguió patrones aleatorios en el espacio sino que se localizó en manchas agregadas, determinadas en parte por la distribución heterogénea de las condiciones y recursos ambientales (principalmente la disponibilidad de agua).



**Figura 3.** Síntesis de los resultados en la que se muestran los factores que afectan las distintas fases del establecimiento estudiadas. Se muestran con flechas gruesas los factores de mayor importancia.

Las plantas procedentes de semillas de mayor tamaño tuvieron una probabilidad mayor de emergencia, supervivencia y establecimiento. Con respecto al tamaño de la semilla, algunos estudios proponen la existencia de presiones selectivas opuestas. Así, por ejemplo, las semillas más grandes son más apetecibles para los depredadores, teniendo por tanto más probabilidades de ser consumidas (Gómez, 2004), pero en cambio una semilla más grande genera plántulas mayores (Quero et al., 2007). En el estudio de depredación de esta tesis no se encontró selección de tamaños dentro de cada especie. Además, las plantas procedentes de semillas de mayor tamaño tuvieron más probabilidades de emergencia, supervivencia y establecimiento, así como una mayor biomasa y área foliar (González-Rodríguez et al., 2011; González-Rodríguez et al., 2011). Por tanto, no se encontraron presiones selectivas opuestas en el tamaño de la semilla.

No obstante, hay que considerar otros factores que modifican estos efectos, como puede ser la influencia materna. La variabilidad intrapoblacional es un tema todavía poco abordado en la literatura científica a pesar de que puede tener un papel relevante en la regeneración de los bosques. En esta tesis se comprobó que el progenitor introducía diferencias en las fases de establecimiento y en el crecimiento, que no siempre venían mediadas por diferencias en el peso de la semilla. Además, el factor materno modificó la respuesta a los factores ambientales o al propio peso de la semilla en diferentes fases del establecimiento, por ejemplo en la emergencia (Fig. 4), pudiendo ser este efecto de importancia en ambientes heterogéneos como el mediterráneo y en un escenario de previsible cambios climáticos (Rice et al., 1993; McKay and Latta, 2002).



**Figura 4.** Probabilidad predicha de emergencia en función del peso de la semilla. Se utilizan los residuos procedentes de la regresión del árbol madre frente al peso de la semilla para identificar el papel del peso de la semilla independientemente del progenitor. La intersección de las curvas indica interacción significativa entre el árbol madre y los residuos del peso de la semilla.

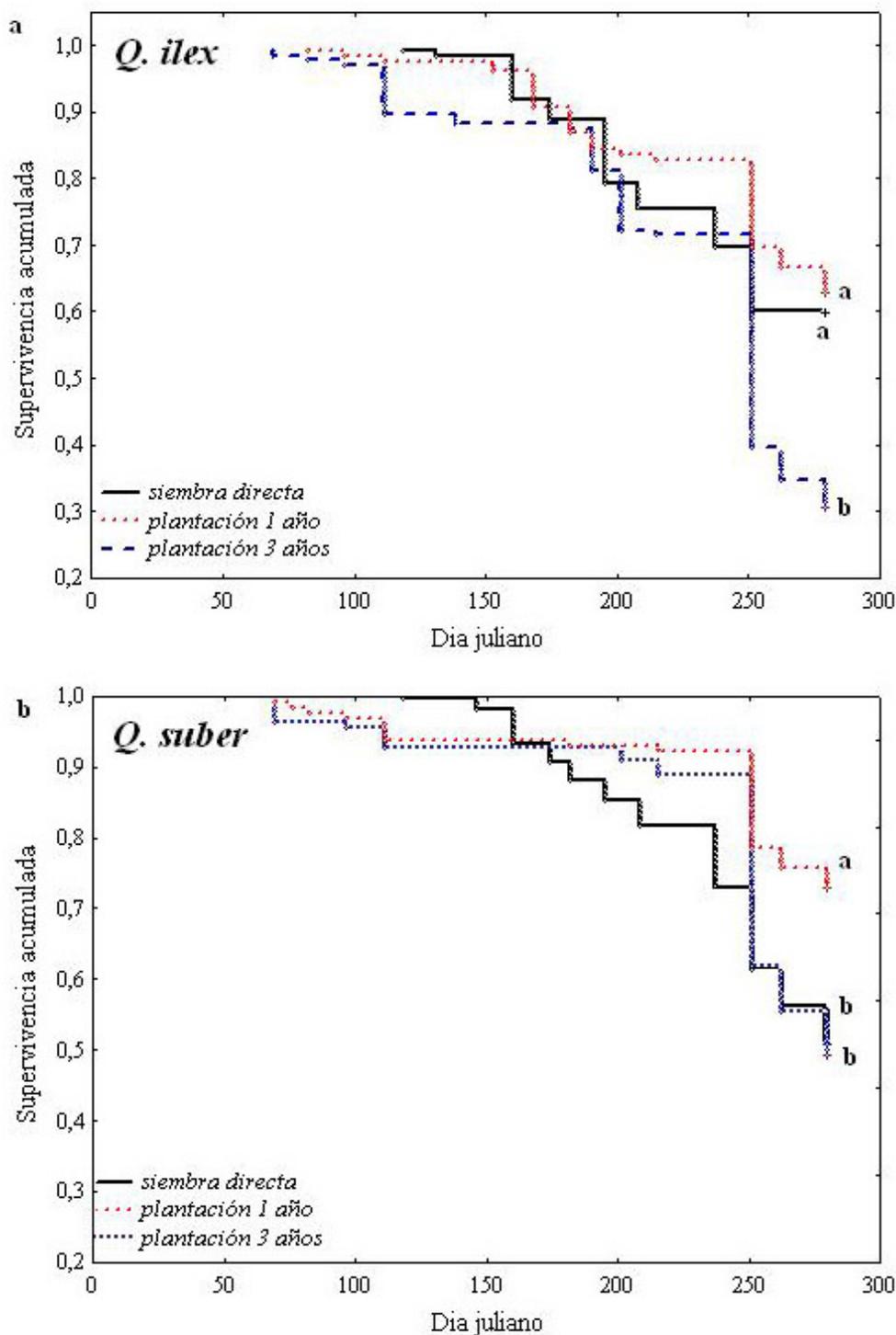
## Diferencias entre especies

El género *Quercus* presenta una alta variabilidad en su fisiología y ecología (Costa et al., 1997) y las especies estudiadas, aunque pueden coexistir en el espacio, presentan diferentes requerimientos ambientales. Así, las diferencias interespecíficas en las probabilidades de reclutamiento se empezaron a manifestar ya en la fase de depredación post-dispersiva. En el área de estudio, los animales consumidores-dispersores (micromamíferos y aves) seleccionaron las bellotas de *Q. ilex* y *Q. faginea*, independientemente del tamaño de la semilla. Sin embargo, los ungulados, estrictamente consumidores, seleccionaron en primer lugar las especies con bellotas de mayor tamaño (*Q. suber* y *Q. pyrenaica*). Por otro lado, el tiempo de emergencia parece un rasgo característico del grupo funcional, ya que las especies perennifolias (*Q. ilex* y *Q. suber*) presentaron una emergencia retrasada con respecto a las caducifolias (*Q. faginea* y *Q. pyrenaica*). Con respecto a la importancia de los factores estudiados en el crecimiento y la morfología, no se encontraron grandes diferencias entre especies, si bien las caducifolias, con mayor SLA (área específica foliar), fueron más consumidas por los defoliadores y tuvieron una mayor mortalidad tras el verano.

## Aspectos aplicados: propuestas de actuación en el P.N. Sierra de Cardeña y Montoro

De los diferentes experimentos realizados en el P.N. Sierra de Cardeña y Montoro se pueden extraer distintas recomendaciones de carácter práctico que puedan ser útiles para los gestores a la hora de llevar a cabo acciones de restauración y conservación. Los resultados apoyan la idea de que la fecha de siembra puede determinar el éxito de la misma, siendo recomendable una siembra temprana (otoño). De este modo las plántulas tienen más tiempo para desarrollar raíces profundas y crecer antes de la sequía estival. En lo que se refiere a métodos de repoblación, la siembra directa y la

plantación no presentaron grandes diferencias, aunque la probabilidad de supervivencia fue mayor en las plántulas de un año para el alcornoque (González-Rodríguez et al., 2011). (Fig. 5).



**Figura 5.** Supervivencia de plántulas de *Q. ilex* (a) y *Q. suber* (b) durante la primera sequía estival. Las diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre grupos se indican con letras distintas (Análisis de supervivencia de Kaplan-Meier, long-rank test) (modificado de González-Rodríguez et al., 2011).

En el caso de las plántulas, las condiciones de cultivo en vivero son determinantes, ya que los contenedores de escaso volumen pueden modificar la estructura del sistema radicular e influir en su baja supervivencia tras el verano (por ejemplo, plantas de encina de tres años en envases de volumen medio). Las siembras suponen una alternativa de bajo coste

económico y menor impacto ambiental y además evitan la deformación de la raíz. Por tanto, cada técnica presenta diferentes ventajas e inconvenientes a tener en cuenta a la hora de repoblar (**Tabla 1**).

	Siembra directa	Plantación 1 año	Plantación 3 años
<b>Coste</b>	bajo	medio	alto
<b>Desarrollo radicular</b>	bueno	limitado por el contenedor	muy limitado por el contenedor
<b>Depredación</b>	alta	no	no
<b>Crecimiento</b>	bajo	medio	alto

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas de cada método de repoblación experimentado en esta tesis doctoral.

El aprovechamiento de los cercados de exclusión de grandes herbívoros existentes en el P. N. Sierra de Cardeña y Montoro es recomendable para crear “islas” de vegetación que sean fuentes de propágulos a partir de los cuales fomentar la regeneración (Rey Benayas et al. 2005). En el interior de los cercados, las bellotas enterradas tienen gran probabilidad de escapar a la depredación post-dispersiva y no es necesario protegerlas. Por último, el mantenimiento de la diversidad intrapoblacional supone una garantía de persistencia frente a las fluctuaciones del medio (Vander Mijnsbrugge et al. 2010), siendo de especial importancia en poblaciones reducidas como la de *Q. pyrenaica* en el P.N. Sierra de Cardeña y Montoro. Para ello es importante contar con un amplio número de árboles madre a partir de los cuáles se efectúen las colectas de semillas.

## Agradecimientos

Esta tesis doctoral ha sido realizada gracias a una beca FPI-MEC (BES-2006-13059), dentro de los proyectos DINAMED (Dinámica del bosque mediterráneo en un escenario de cambio global) (CGL2005-05830-C03) e INTERBOS (Interacciones ecológicas y Cambio Global en el bosque mediterráneo) (CGL2008-04503-C03-01). Gracias al personal del P.N. Sierra de Cardeña y Montoro por las facilidades para trabajar en el parque. Este trabajo forma parte de la red Globimed ([www.globimed.net](http://www.globimed.net)).

## Referencias

- Costa M., Morla C., Sainz H. 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. 572 p. Editorial Planeta, Barcelona, España.
- Gómez J.M. 2004. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. *Evolution* 58:71-80.
- González-Rodríguez V., Navarro-Cerrillo R., Villar R. 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Q. suber* L. oaks by direct seeding and planting in southern Spain. *Annals of Forest Science* 68(3):637-646. DOI: 10.1007/s13595-011-0057-3.
- González-Rodríguez V., Villar R., Navarro-Cerrillo R. 2011. Maternal influences on seed-mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37:2-9.
- Jordano P., Pulido F., Arroyo J., García-Castaño J.L., García-Fayos P. 2008. Procesos de limitación demográfica. En: Valladares, F. (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, pp. 229-248. Editorial Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España
- McKay J., Latta R. 2002. Adaptive population divergence: markers, QTL and traits. *Trends in Ecology and Evolution* 17:285-291.

Quero J.L., Villar R., Marañón T., Zamora R., Poorter L. 2007. Seed-mass effects in four Mediterranean *Quercus* species (Fagaceae) growing in contrasting light environments. *American Journal of Botany* 94:1795-1803.

Quero J.M., Villar R. 2009. Parques Naturales Sierra de Cardeña y Montoro y Sierra de Andújar. En: Carreira J.A. (Ed.), *Proyecto Andalucía. Tomo XXXI. Ecología V.* pp. 14-48. Grupo Hércules, Sevilla, España.

Rey Benayas J.M., Navarro J., Espigares T., Nicolau J.M., Zavala M.A. 2005. Effects of artificial shading and weed mowing in reforestation of Mediterranean abandoned cropland with contrasting *Quercus* species. *Forest Ecology and Management* 212:302-314.

Rice K.J., Gordon D.R., Hardison J.L., Welker J.M. 1993. Phenotypic variation in seedlings of a "keystone" tree species (*Quercus douglasii*): the interactive effects of acorn source and competitive environment. *Oecologia* 96:537-547.

Vander Mijnsbrugge K., Bischoff A., Smith B. 2010. A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology* 11:300-311.

## M. VICTORIA GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ

### Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica. Factores limitantes

Tesis doctoral

Departamento de Ecología, Botánica y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba

Septiembre 2010

Dirección: Rafael Villar y Rafael M. Navarro.

#### Publicaciones resultantes de la tesis

González-Rodríguez V., Navarro-Cerrillo R., Villar R. 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Q. suber* L. oaks by direct seeding and planting in southern Spain. *Annals of Forest Science* 68(3):637-646. DOI: 10.1007/s13595-011-0057-3.

González-Rodríguez V., Villar R., Navarro-Cerrillo R. 2011. Maternal influences on seed-mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37:2-9.

González-Rodríguez, V., Villar, R., Casado, R., Suárez-Bonnet, E., Quero J.L., Navarro-Cerrillo, R.M. 2011. Spatio-temporal heterogeneity effects on seedling growth and establishment in four *Quercus* species. *Annals of Forest Science* 00:000-000.