

Respuesta de plántulas leñosas mediterráneas a la disponibilidad de luz y agua en condiciones experimentales

D. Sánchez Gómez

Departamento de Ecología. Universidad de Alcalá, 28871. Alcalá de Henares. Madrid. España

➤ Recibido el 21 de septiembre de 2006, aceptado el 21 de septiembre de 2006.

En el Mediterráneo, la luz y el agua son dos de los factores limitantes más importantes relacionados con la productividad y la composición de los bosques. La segregación y la coexistencia de especies en esta región está determinada en buena medida por las restricciones y compromisos estratégicos que operan durante el estadio de plántula. En esta tesis se han abordado experimentalmente el estudio comparado de las respuestas ecofisiológicas de plántulas de distintas especies mayoritariamente mediterráneas ante la disponibilidad de luz y agua. Los objetivos principales han sido: a) estudiar las diferencias interespecíficas en los patrones de supervivencia y crecimiento de las plántulas a lo largo de gradientes experimentales de disponibilidad de luz y agua, así como identificar los posibles compromisos estratégicos que limitan el desempeño óptimo de las plántulas de las diferentes especies a lo largo de estos gradientes; b) profundizar en los mecanismos ecofisiológicos que subyacen al éxito diferencial de las especies a lo largo de los gradientes, determinando qué rasgos se relacionan con la tolerancia a la sombra y a la sequía; c) estudiar los efectos interactivos entre la disponibilidad de luz y agua en las respuestas de las plántulas; d) determinar el papel de la plasticidad fenotípica en las diferencias interespecíficas en el éxito de las plántulas a lo largo del gradiente de disponibilidad de luz y agua establecido y e) conectar la ecofisiología de las especies con los procesos que operan a nivel de la comunidad.

La tesis se ha apoyado en dos experimentos. El primero se realizó con plántulas de cuatro especies — *Quercus robur* L., *Quercus pyrenaica* Willd., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus sylvestris* L. — que se distribuyen en la Península Ibérica a lo largo de un gradiente geográfico y ambiental asociado con la disponibilidad de agua. El segundo experimento se realizó con plántulas de ocho especies — *Arbutus unedo* L., *Pistacia lentiscus* L., *Pistacia terebinthus* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus faginea* Lam., *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp., *Quercus robur* L. y *Viburnum tinus* L. — constituyentes mayoritarias de bosques autóctonos mediterráneos de la Península Ibérica. En todos los casos las plántulas se germinaron de semilla y se hicieron crecer en cuatro niveles de disponibilidad lumínica (1, 6, 20 y 100% de la luz total incidente, **Fig. 1**) y dos niveles de disponibilidad hídrica (condiciones hídricas no limitantes y condiciones de estrés hídrico). Se estudiaron los patrones de supervivencia y crecimiento de las plántulas a lo largo de los gradientes establecidos. También se estudiaron las variaciones en los patrones de asignación de biomasa, en caracteres fisiológicos (**Fig. 2**) y morfológicos a lo largo de los gradientes y entre las especies, así como las diferencias interespecíficas en plasticidad fenotípica.



Figura 1. Establecimiento de los distintos niveles lumínicos en los que crecerían las plántulas de las especies estudiadas. Viveros Barbol, Torremocha del Jarama, Madrid.



Figura 2. El autor tomando medidas de intercambio gaseoso.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias interespecíficas en supervivencia y crecimiento de las plántulas de las especies estudiadas en relación a los gradientes de disponibilidad de luz y agua (**Fig. 3**). Estos resultados sobre los diferentes requerimientos tróficos identificados en el primer año de crecimiento de las plántulas sugieren la existencia de segregación en el nicho de regeneración de estas especies.

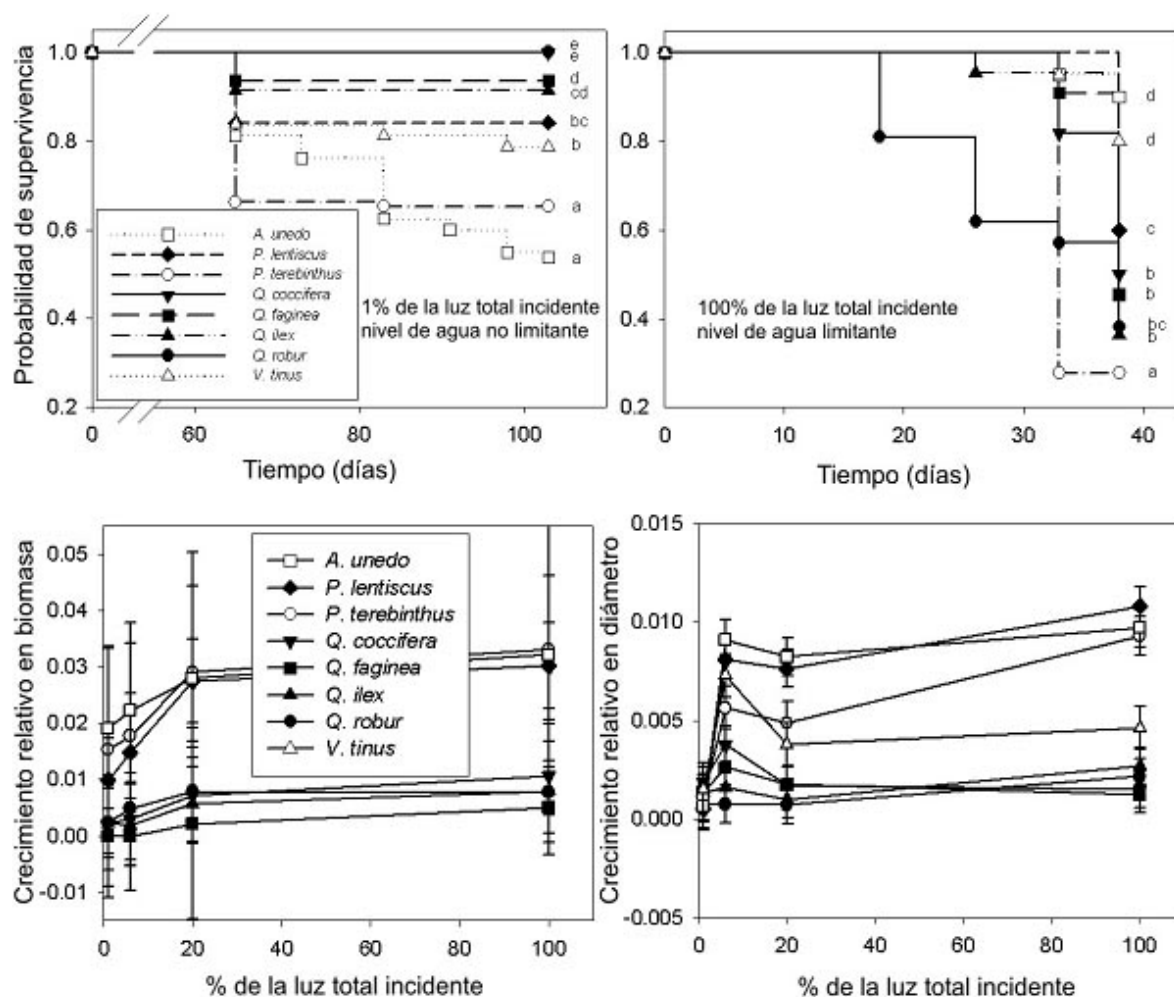


Figura 3. En los dos paneles superiores se representa la evolución temporal de la probabilidad de supervivencia para las especies indicadas en la leyenda en dos tratamientos de luz x agua contrastados. En los dos paneles inferiores se representa el crecimiento relativo en biomasa y diámetro en función de la intensidad lumínica para las mismas especies. Las diferentes letras en los paneles de supervivencia indican diferencias significativas al 95% de confianza.

Los patrones de supervivencia y crecimiento observados se ajustaron a un compromiso entre sobrevivir a la sombra o crecer al sol: ninguna especie fue capaz de maximizar ambas cosas (**Fig. 4**). La tolerancia a la sombra de las especies se relacionó con una estrategia de uso conservador de los recursos. Por ejemplo, las especies más tolerantes a la sombra presentaron semillas más grandes acompañado de valores bajos en proporción biomasa aérea / biomasa subterránea, inversión en hojas, razón de área foliar (LAR) y plasticidad fenotípica. La supervivencia en condiciones extremas de radiación (sombra intensa o pleno sol) y la respuesta fisiológica y morfológica de las plántulas a la luz se vio significativamente modificada por el estrés hídrico.

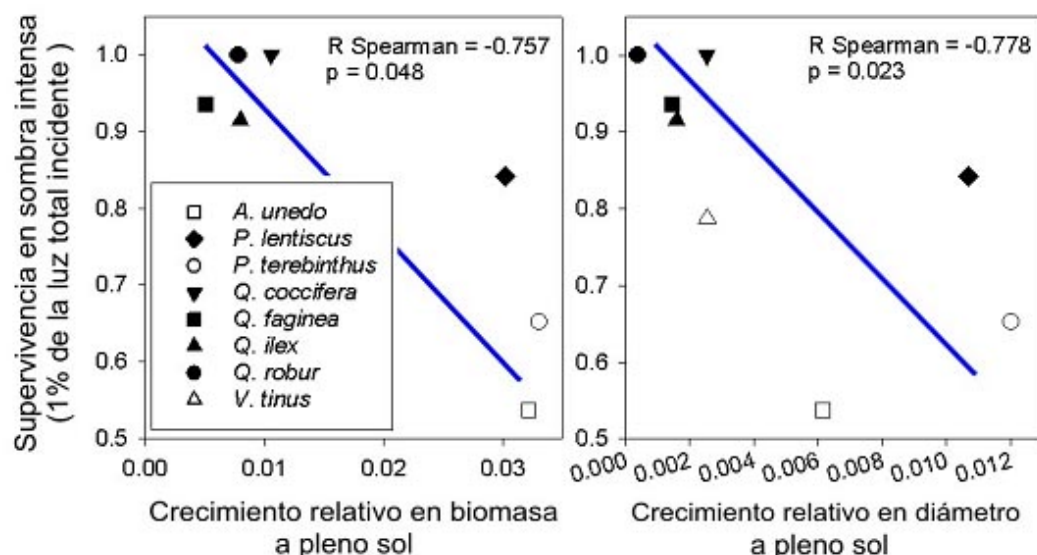


Figura 4. Relación entre supervivencia en sombra intensa y crecimiento relativo (tanto en biomasa como en diámetro). Para las especies estudiadas la supervivencia en sombra apareció inversamente relacionada con el crecimiento relativo en condiciones no limitantes de luz.

El efecto interactivo entre la disponibilidad de luz y agua dependió de la especie (ver p. ej. **Fig. 5**) como consecuencia de las diferencias interespecíficas en las estrategias para optimizar el uso de estos recursos (luz y agua). Según la variable empleada en la evaluación de este efecto (supervivencia o crecimiento) se obtuvieron resultados diferentes, debidos probablemente a la diferencia en la escala de tiempo a la que actúa el estrés hídrico en sombra respecto a pleno sol.

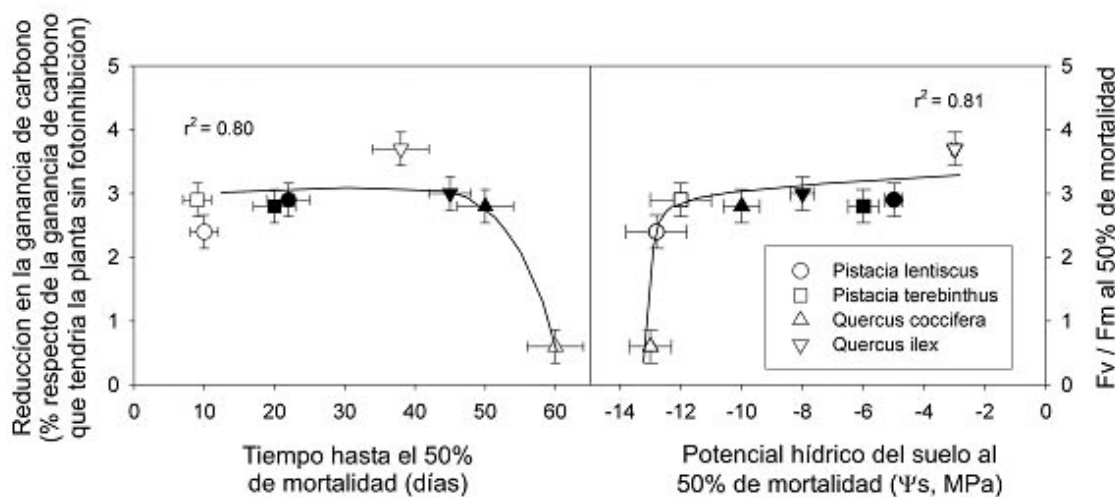


Figura 5. En esta gráfica se representa el impacto de la alta radiación y la sequía en distintas combinaciones especie-fenotipo. Los símbolos blancos representan los fenotipos de sol mientras que los símbolos negros representan los fenotipos de sombra. En *Quercus ilex*, la fotoinhibición afectó menos a la ganancia de carbono en el fenotipo de sombra que en el fenotipo de sol muriendo el fenotipo de sombra a potenciales hídricos más bajos que el fenotipo de sol. Sin embargo en *Q. coccifera* se vio el patrón contrario, es decir, el fenotipo de sombra se vio más afectado por la fotoinhibición y murió a potenciales hídricos más altos que el fenotipo de sol.

En resumen, la tesis contribuye desde la ecofisiología a una mejor comprensión de los mecanismos y restricciones potenciales que limitan el éxito óptimo de las plántulas de especies leñosas mediterráneas a lo largo de gradientes de disponibilidad de luz y agua. Esto último, junto con las diferencias interespecíficas encontradas en el éxito de las plántulas en respuesta a los gradientes estudiados, constituyen una aportación importante para entender los procesos de regeneración y coexistencia de algunas de nuestras especies forestales más singulares.

En la actualidad, el autor esta llevando a cabo el desarrollo de modelos de crecimiento en área basal, supervivencia y reclutamiento en función de índices de competencia y variables ambientales para distintas especies forestales de la Comunidad de Madrid. Los datos para el desarrollo de los modelos se han recopilado del Inventario Forestal Nacional (IFN) 3 y 2. Este trabajo se esta realizando en el marco del proyecto REMEDINAL (S-0505/AMB/0335).

Publicaciones que se han derivado de la tesis:

Sánchez-Gómez, D., Valladares, F., Zavala, M.A. (2006) Functional traits and plasticity underlying shade tolerance in seedlings of four Iberian forest tree species. *Tree Physiology* 26, 1425–1433 .

Sánchez-Gómez, D., Valladares, F., Zavala, M.A. (2006) Performance of seedlings of Mediterranean woody species under experimental gradients of irradiance and water availability: trade-offs and evidence for niche differentiation. *New Phytologist* 170, 795-806.

Sánchez-Gómez, D., Zavala, M.A., Valladares, F. (2006) Survival responses to irradiance are differentially influenced by drought in seedlings of forest tree species of the temperate-Mediterranean transition zone. *Acta Oecologica* 30, 322-332.

Valladares, F., Aranda, I., Sánchez-Gómez, D. (2004). La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. En *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (ed F. Valladares), pag. 335-370. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Valladares, F., Arrieta, S., Aranda, I., Lorenzo, D., Tena, D., Sánchez-Gómez, D., Suarez, F., Pardos, J.A. (2005) Shade tolerance, photoinhibition sensitivity and phenotypic plasticity of *Ilex aquifolium* in continental-Mediterranean sites. *Tree Physiology* 25, 1041–1052.

Valladares, F., Dobbarro, I., Sánchez-Gómez, D., Pearcy, R.W. (2005) Photoinhibition and drought in Mediterranean woody saplings: scaling effects and interactions in sun and shade phenotypes. *Journal of Experimental Botany* 56, 483-494.

Valladares, F. y Sánchez-Gómez, D. (2006) Ecophysiological traits associated with drought in Mediterranean tree seedlings: individual responses versus interspecific trends in eleven species. *Plant Biology* 8, 688-697.

Valladares, F., Sanchez, D., Zavala, M.A. (2006) Quantitative estimation of phenotypic plasticity. *Journal of Ecology* 94, 1103-1116.

DAVID SÁNCHEZ GÓMEZ

Respuesta de plántulas leñosas mediterráneas a la disponibilidad de luz y agua en condiciones experimentales.

Tesis Doctoral

Departamento de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid. Realizada en el Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC.

Abril 2006.

Dirección: Fernando Valladares Ros y Miguel Ángel de Zavala Gironés