

MODIFICACIONES MORFOFISIOLÓGICAS EN PLANTONES DE *PISTACIA LENTISCUS* Y *QUERCUS ROTUNDIFOLIA* COMO CONSECUENCIA DEL ENDURECIMIENTO HÍDRICO EN VIVERO. EFECTOS SOBRE SUPERVIENCIA Y CRECIMIENTO EN CAMPO.

RUBIO, E.(1), VILAGROSA, A.(1), CORTINA, J.(2), BELLOT, J.(2)

(1) CEAM-Dpto. Ecología. Univ. Alicante. Ap. Correos 99. E-03080 Alicante.

Mail: era1@alu.ua.es

(2) Dpto. Ecología. Univ. Alicante. Ap. Correos 99. E-03080 Alicante.

RESUMEN

En el presente estudio se evalúa el efecto del endurecimiento hídrico en plantones de lentisco (*P. lentiscus*) y carrasca (*Q. rotundifolia*). Se presentan los resultados de los efectos del endurecimiento sobre las características morfológicas y fisiológicas de los plantones en vivero, así como la supervivencia, el crecimiento y las adaptaciones fisiológicas de los plantones posteriormente plantados en parcelas experimentales en clima semiárido termomediterráneo en el caso de *P. lentiscus* y en clima seco mesomediterráneo en el caso de *Q. rotundifolia*. En ambos casos sobre sustratos margosos.

P.C.: endurecimiento hídrico, reforestación, clima seco y semiárido, especies autóctonas, áreas degradadas.

SUMMARY

In this work we evaluate drought preconditioning treatment in lentisco (*P. lentiscus*) and carrasca (*Q. rotundifolia*) seedlings. We analyse morphological and physiological results in nursery, so as survival, growth and physiological adaptation of the seedlings after outplanting in experimental plots in semiarid Thermo-Mediterranean climate for *P. lentiscus* and dry-subhumid Meso-Mediterranean climate for *Q. rotundifolia*, both of them over marls.

K.W.: drought preconditioning, reforestation, dry-subhumid and semiarid climate, native plant species, degraded lands.

INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS:

La restauración de ecosistemas degradados pasa por la reintroducción de especies vegetales para acelerar los procesos de regeneración natural de la vegetación. Numerosas evidencias sugieren que las primeras etapas tras la plantación son cruciales para asegurar el éxito de la misma, ya que los plantones se ven sometidos al denominado "shock" de transplante (Burdett, 1990; Haase & Rose, 1992). Éste supone un intenso estrés consecuencia del contraste existente entre las óptimas condiciones de crecimiento en vivero y las adversas condiciones del campo. El endurecimiento, o precondicionamiento de los plantones a la sequía, se ha planteado como una técnica adecuada para superar estas primeras fases desfavorables del establecimiento de los plantones en condiciones de campo.

La mayoría de trabajos realizados sobre los efectos del endurecimiento en plantones se han centrado en especies de climas boreales o húmedo-templados. Mientras que, muy pocos estudios han sido realizados en especies de clima mediterráneo seco o semiárido, siendo en estos climas donde la disponibilidad de agua es el principal factor limitante que afecta a la supervivencia de los plantones. Estudios recientes con especies mediterráneas han observado que la aplicación de pocos ciclos de endurecimiento, aunque intensos, no provocaron modificaciones sustanciales de las características de los plantones en especies mediterráneas resistentes a la sequía (Villar et al., 1999; Vilagrosa et al., 2001).

En este trabajo se analiza el efecto de la aplicación de numerosos ciclos de endurecimiento con un grado de estrés suave en lentisco (*P. lentiscus*) y carrasca (*Q. rotundifolia*). El endurecimiento de los plantones se llevó a cabo por reducción del régimen de riego en vivero durante el otoño de 1998. Se realizaron un total de 11 ciclos de sequía. Se aplicaron dos niveles de riego, uno control, en el que los plantones se regaron según criterios convencionales de producción de planta, y otro nivel de baja frecuencia de riego, o tratamiento de endurecimiento, en el que el riego se aplicó al alcanzar

un 50% de pérdida de peso del sistema contenedor más plantón. Los plantones de lentisco endurecidos se dejaron de regar hasta tener potenciales hídricos de -1.0 ± 0.03 MPa y los de carrasca de -0.7 ± 0.02 MPa. Los potenciales de los controles oscilaron entre -0.5 ± 0.04 y -0.3 ± 0.02 MPa para el lentisco y la carrasca, respectivamente.

El lentisco y la carrasca se plantaron durante el invierno 98-99 en tres parcelas, *P. lentiscus* en clima termomediterráneo semiárido en Alicante y *Q. rotundifolia* en clima mesomediterráneo seco en Valencia. Se realizó el seguimiento de la supervivencia y crecimiento de los plantones en campo durante los dos años siguientes a la plantación. Además, se analizaron diferentes parámetros fisiológicos de los plantones, tanto en vivero como en campo, a los 5 meses de la plantación y al finalizar el primer periodo estival. Después del primer verano se realizó la extracción del sistema radicular de los plantones para analizar la biomasa radicular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación en vivero

La aplicación del endurecimiento no produjo modificaciones en la mayoría de las variables morfológicas analizadas, tales como altura, diámetro basal, nº de hojas y área foliar.

El análisis de las diferentes variables fisiológicas evaluadas en vivero puso de manifiesto que las plantas mostraron pequeñas modificaciones en algunos parámetros. La carrasca endurecida aumentó de manera significativa su contenido hídrico a plena turgencia mostrando mayor acumulación de agua en hoja por unidad de área foliar. En relación con los parámetros de las relaciones hídricas celulares (curvas P-V), el lentisco endurecido mostró un mayor contenido hídrico relativo en el punto de pérdida de turgencia. Sin embargo en la carrasca no se observó ninguna diferencia en los parámetros analizados en las curvas P-V, tales como, el potencial en el punto de pérdida de turgencia, el potencial osmótico a máxima turgencia, el módulo de elasticidad de la pared celular, el déficit de agua simplásmica en el punto de pérdida de turgencia y el contenido hídrico relativo en el punto de pérdida de turgencia.

Evolución de la supervivencia

A los dos años de la plantación, la supervivencia se encuentra alrededor del 50% para el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y del 40% para la carrasca (*Quercus rotundifolia*). El lentisco endurecido mostró diferencias significativas en la supervivencia durante los muestreos pre-estival y post-estival del primer verano, es decir, a los 7 y 10 meses transcurridos tras la plantación. Las mayores diferencias en supervivencia se encontraron en el muestreo tras el primer verano donde la supervivencia era del 80% para el lentisco endurecido y del 60 % para el lentisco control (Figura 1). Estas diferencias se atenúan con el tiempo, de modo que no encontramos diferencias en la supervivencia a los dos años tras la plantación. Estos datos indican que el “shock” de transplante se vio minimizado en el lentisco endurecido aunque otros factores como las escasas lluvias registradas en los años posteriores a la plantación, pueden haber ejercido de factores homogenizadores de la supervivencia. En la carrasca, sin embargo, no se observaron diferencias en la supervivencia de los plantones, la cual fue decreciendo paulatinamente del 75-80% registrado tras el primer verano al 45-50% del segundo verano.

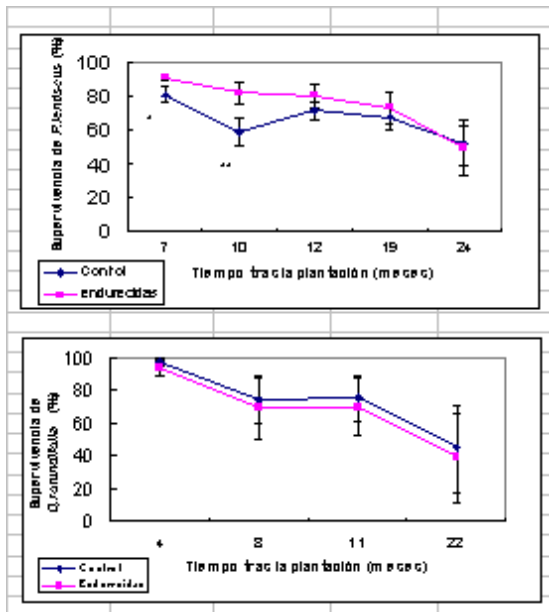


Figura 1: Evolución de la supervivencia de lentisco y carrasca plantados en clima semiárido termomediterráneo, el lentisco, y en clima seco mesomediterráneo la carrasca. * y ** indican diferencias significativas a niveles de $p < 0.05$ y $p < 0.01$, respectivamente.

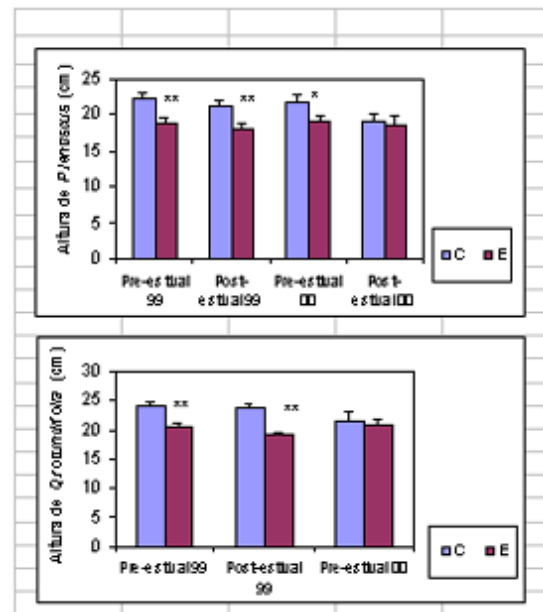


Figura 2: Evolución de la altura del lentisco y de la carrasca en campo. * and ** indican diferencias significativas a niveles de $p < 0.05$ y $p < 0.01$, respectivamente. C: plántulas control y E: plántulas endurecidas.

Evolución del crecimiento de los plántulas

Aunque en ambas especies la altura y el diámetro basal en vivero no mostraban diferencias en el momento de la plantación, en el campo el crecimiento de los plántulas se presentó de forma diferencial según los tratamientos.

El lentisco control mostró alturas significativamente mayores que los plántulas endurecidas hasta el segundo periodo estival, indicando así un mayor crecimiento de la biomasa aérea en los plántulas control durante las primeras etapas en el campo (Figura 2). Sin embargo, durante el verano del segundo año la altura no mostró diferencias observándose un decrecimiento en varios centímetros de las plantas control. Este decrecimiento, probablemente, fue debido a las condiciones del fuerte estrés hídrico que sufrieron los plántulas durante el segundo verano. Por el contrario, los plántulas endurecidas no mostraron este decrecimiento manteniendo la altura alcanzada durante la primavera anterior. El diámetro basal del lentisco mostró el mismo comportamiento que la altura, siendo mayor en los controles durante el primer año y no observándose diferencias en el segundo año (datos no mostrados).

El crecimiento en la carrasca se comportó de manera similar teniendo mayor altura y diámetro basal los plántulas control durante el primer año. Estas diferencias tendieron a desaparecer en el segundo año (figura 2).

Crecimiento radicular en campo

Para analizar el crecimiento radicular de los plántulas en campo se realizó la extracción del sistema radicular de 5 plántulas por tratamiento y especie. Con estos desentierros se evaluó las raíces nuevas, externas al cepellón, que los plántulas habían generado tras un año de plantación y que son indicadoras del grado de colonización del hoyo por el sistema radicular. Los parámetros evaluados fueron la longitud total y el peso seco de las raíces externas al cepellón.

En ambas especies los plántulas endurecidas mostraron una tendencia a presentar mayor

longitud de raíces externas al cepellón y mayor peso seco del sistema radicular mostrando, por lo tanto, una mayor biomasa de raíces nuevas colonizando el hoyo de plantación (Tabla 1).

Tabla 1: Peso seco y longitud de raíces nuevas colonizando el hoyo de plantación tras el primer verano en el campo de lentisco y carrasca. Los datos corresponden a la media \pm SE de n=5.

	Peso seco de raíces finas (mg)	Longitud de raíces finas (cm)
<i>P.lentiscus</i> control	973.1 \pm 107.5	3360.6 \pm 1272.1
<i>P.lentiscus</i> endurecida	1223.9 \pm 210.8	2894.9 \pm 612.7
<i>Q.rotundifolia</i> control	501.6 \pm 227.3	307.6 \pm 100.4
<i>Q.rotundifolia</i> endurecida	1257.3 \pm 252.6	704.8 \pm 165.9

Evolución de las relaciones hídricas celulares

Los diferentes parámetros evaluados mediante curvas P-V para la carrasca no mostraron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, encontramos diferencias entre los valores obtenidos en vivero y los obtenidos tras 5 meses de la plantación. El potencial osmótico a plena turgencia decreció en el campo respecto a los valores obtenidos en el vivero para ambos tratamientos (de -2.8 ± 0.2 MPa en vivero a -2.1 ± 0.1 MPa en campo para la carrasca control y de -2.5 ± 0.2 MPa en vivero a -2.0 ± 0.1 MPa en campo para la carrasca endurecida). Además los plantas en campo perdían turgencia a potenciales más altos respecto a los valores de vivero (de -3.9 ± 0.3 MPa en vivero a -2.8 ± 0.1 MPa en campo para la carrasca control y de -3.7 ± 0.3 MPa en vivero a -2.9 ± 0.1 MPa en campo para la carrasca endurecida).

Tras 5 meses en el campo, observamos en el lentisco control un potencial osmótico más negativo a plena turgencia que en los plántones endurecidos, mientras que estos últimos mostraron valores similares a los obtenidos en vivero. Los resultados de los tres periodos (vivero, antes del primer verano y después del primer verano) en los que se realizaron curvas P-V se muestran en la figura 3. Los plántones de lentisco endurecido mostraron también diferencias en el potencial hídrico en el punto de pérdida de turgencia, siendo este 1 MPa mayor en los plántones endurecidos (-3.5 MPa) que en los plántones controles (-4.3 MPa). Además, se encontraron tendencias de otras adaptaciones fisiológicas a la sequía en los plántones endurecidos tales como, un menor módulo de elasticidad ($E_{m\acute{a}x}$, índice que refleja una mayor elasticidad de la pared celular) y una mayor tolerancia a la deshidratación celular tal como muestran los valores de $SWD_{t_{lp}}$ (Figura 3).

En relación con las curvas P-V, parece que los plántones endurecidos de lentisco mostraron una mayor aclimatación a las condiciones de campo por las siguientes razones: a) los plántones control decrecieron el potencial osmótico a plena turgencia en el campo para poder mantener el mismo grado de hidratación celular sin cerrar estomas, ya que no encontramos diferencias en el contenido relativo en agua (RWC) de los plántones en el campo, b) los plántones endurecidos de lentisco mostraron una tendencia a permitir una mayor deshidratación celular antes de perder turgencia tal como lo muestra los mayores valores de SWD en el punto de pérdida de turgencia, y c) en condiciones de campo, los plántones endurecidos de lentisco mostraron valores similares de potencial osmótico a plena turgencia y de potencial hídrico en el punto de pérdida de turgencia a los observados en vivero tras aplicar el tratamiento de endurecimiento (Figura 5), d) después del primer verano se observa una convergencia de los diferentes parámetros en los plántones control hacia los presentados en los plántones endurecidos.

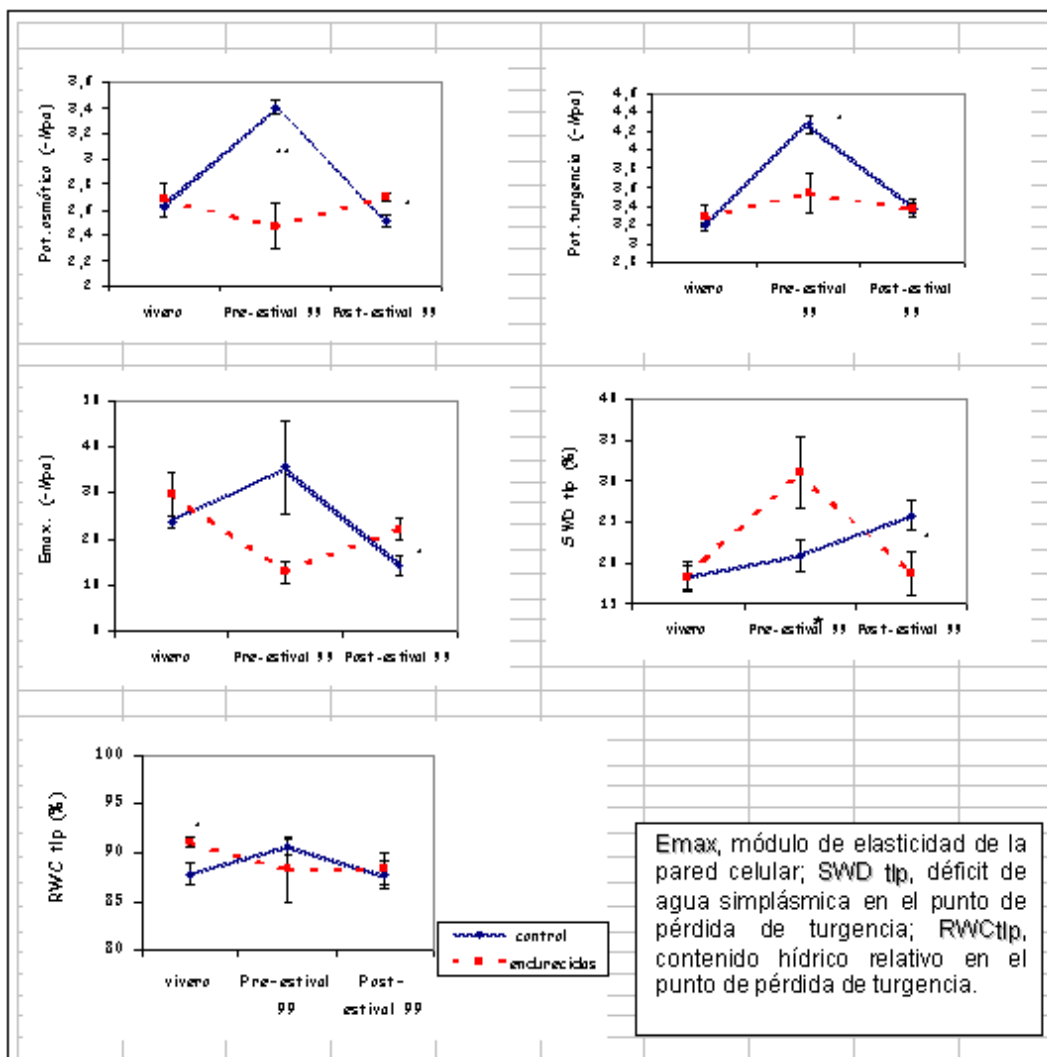


Figura 3: Evolución de las relaciones hídricas celulares del lentisco desde el vivero hasta el muestreo de después del primer verano en campo. Los resultados corresponden a la media \pm SE de $n=5$. * y ** indican diferencias significativas a niveles de $p<0.05$ y $p<0.01$, respectivamente.

CONCLUSIONES

Consideramos que la aplicación de muchos ciclos de sequía de intensidad suave (tratamiento que denominamos endurecimiento) resulta beneficiosa para el lentisco, ya que, aumenta la supervivencia en las primeras etapas de la plantación, minimiza el “shock” de transplante y modifica determinadas características fisiológicas y morfológicas de los plantones, de modo que, la planta está mejor adaptada a la sequía estival. Concretamente, el endurecimiento aumentó en el lentisco la tolerancia a la deshidratación celular y, por tanto, la resistencia a la sequía y produjo que las plantas endurecidas desarrollasen menor biomasa aérea mostrando una tendencia a favorecer la colonización del hoyo de plantación por raíces finas.

En el caso de la carrasca el tratamiento de endurecimiento no ha presentado resultados contundentes para recomendar este tipo de tratamientos en vivero.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación ha sido financiado por la Consellería de Medio Ambiente de la

Generalitat Valenciana (Programa de I+D en relación con la Restauración de la Cubierta Vegetal 1996-1999), BANCAJA y la CEC DG XII (project REDMED, ENV4-CT97-0682).

Los autores agradecen a Daniel Fonseca, Noelia Hernández y Vicente San Juan la asistencia prestada en campo y en laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

- BURDETT, A.N.; (1990). *Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock*. Can. J. For. Res. 20: 415-427.
- HAASE, D.L. & ROSE, R.; (1992). *Moisture stress and root volume influence transplant shock: preliminary results*. Pp 201-206. In: Ecology and Management of Oak and Associated Woodlands. USDA FS Rocky Mountains For. Res. Exp. Stn. Report RM-218.
- VILAGROSA, A. *et al.*; (2001). *Suitability of drought preconditioning techniques in Mediterranean land restoration*. (En preparación).
- VILLAR, P. *et al.*; (1999). *Effect of water stress conditioning on the water relations, root growth capacity, and the nitrogen and non-structural carbohydrate concentration of Pinus halepensis Mill. (alepo pine) seedlings*. Ann. For. Sci. 56: 459-465.