

# RESPUESTA POSTRASPLANTE Y EVOLUCIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO EN PLANTACIÓN DE *Pinus pinaster* Ait. EN VARIAS LOCALIZACIONES DE VALENCIA

Antonio D. del Campo<sup>1</sup>; Javier Hermoso<sup>2</sup>; Antonio Ibáñez<sup>1</sup>; Rafael M. Navarro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EPS Gandía (U. Politécnica de Valencia) Ctra. Nazaret-Oliva s/n 46730 Gandía (Valencia). [ancamga@dihma.upv.es](mailto:ancamga@dihma.upv.es)

<sup>2</sup> Conselleria de Territori y Habitatge. Generalitat Valenciana. c/ Gregorio Gea, 27 Valencia

<sup>3</sup> ETSIAM. (Univ. Córdoba) Dep Ingeniería Forestal. Alameda del Obispo s/n 14080 Córdoba

## **Resumen**

Las repoblaciones con pino rodeno en Valencia pueden presentar elevados porcentajes de marras que en algunos casos se acercan al 100%. A fin de indagar en las causas de estos resultados se ha realizado un seguimiento mensual de la respuesta al establecimiento en varios lotes de distinta calidad plantados en tres localizaciones con naturaleza edáfica muy diferente pero correspondientes a estaciones naturales de la especie. La respuesta ha sido evaluada mediante parámetros como el potencial hídrico al alba, el crecimiento (altura, diámetro y biomasa) y la supervivencia. Los resultados de establecimiento en la parcela más desfavorable han sido muy negativos, con lotes que han perdido el 100% de la planta al finalizar el verano. En la localización más favorable la supervivencia ha sido, por el contrario, muy elevada. La nutrición nitrogenada ha tenido un papel positivo en la respuesta, sobreviviendo y creciendo en mayor cuantía aquellos lotes con mayor concentración de este elemento. Los potenciales hídricos se han correlacionado escasamente con los datos de supervivencia y de crecimiento aunque en algún caso han estado asociados a la supervivencia post-estival de la planta.

**Palabras clave:** *ecofisiología de plantaciones, aclimatación, calidad planta, estrés hídrico.*

**Mesa temática 2:** Mejora Genética Forestal, Viveros y Repoblaciones

## **1. INTRODUCCIÓN**

El pino rodeno se presenta en la provincia de Valencia formando masas de importancia en los rodenales o areniscas rojas, aunque también aparece en menores proporciones en las sierras calizas, ocupando posiciones de umbría y en diversos grados de mezcla con el pino carrasco (GEN. VALENCIANA, 2003). Al igual que otras especies, el rodeno ha visto reducidas drásticamente sus poblaciones como consecuencia de los incendios que reiteradamente se vienen produciendo en el arco mediterráneo durante las últimas décadas. Ello ha llevado a la administración pública a emplear esta especie como secundaria o acompañante en los programas de repoblaciones forestales que rutinariamente se llevan a cabo en la provincia. No obstante, se trata de una especie con mayores problemas de arraigo que el pino carrasco (normalmente empleado como especie principal) pese a tratarse de estaciones donde existía con anterioridad a los incendios. En un trabajo reciente (DEL CAMPO *et al.*, 2004) se constataba el irregular patrón de arraigo de la especie en repoblaciones convencionales con tasas de supervivencia muy variables al interior de un mismo rodal de plantación (de 0 a 100%). Aunque estos hechos pueden ser debidos en buena medida a condicionantes físicos del medio (aumento del pH y la caliza activa tras el incendio, menor contenido de materia orgánica, etc.), la calidad de la planta empleada es otro factor con importancia en estas situaciones (BURDETT, 1990; SOUTH, 2000).

El esquema de los procesos a que da lugar en la planta una situación de estrés es el siguiente (KOZLOWSKI *et al.*, 1991): *estrés ambiental* → *alteración de los procesos fisiológicos* → *alteración en el crecimiento y desarrollo normal* → *daños visibles o mortalidad*. Se deduce por tanto que la respuesta de la planta se puede medir en cualquiera de los tres grupos genéricos. Las respuestas fisiológico-bioquímicas son las primeras en aparecer como señal a cualquier signo de estrés externo, permitiendo por tanto, la detección del estrés cuando la respuesta en crecimiento todavía no ha aparecido y pueden ser útiles para la explicación de la naturaleza de ésta última cuando aparezca (MARGOLIS & BRAND, 1990). Así, la medición de parámetros fisiológicos como el potencial hídrico de la planta puede determinar niveles de estrés de forma efectiva como la existencia de un estrés hídrico, lo que nos permitiría conocer en que momento se encuentra una plantación.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la influencia de la calidad de planta de pino

rodeno en la respuesta postrasplante en distintas estaciones forestales de Valencia, considerando la evolución del potencial hídrico de la plantación como medida de la respuesta o situación de estrés, a fin de relacionar sus valores con el subsiguiente crecimiento o mortalidad de la plantación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se ha partido de 4 lotes de pino rodeno (*Pinus pinaster* Ait.) procedencia Levante 16 cultivados en distintos viveros forestales (2 públicos y uno privado) durante la campaña 2003. Estos lotes fueron sometidos a un control de calidad al final de su cultivo (noviembre a diciembre de 2003) que incluyó atributos materiales y de respuesta (RITCHIE, 1984), del que se ha extraído la información recogida en la tabla 1.

Esta caracterización se llevó a cabo mediante la selección de una muestra representativa de cada lote. La altura (H, cm) y el diámetro en la base del tallo (D, mm) se determinaron sobre una muestra de 150 plantas. La biomasa seca aérea (PSA, g) y radical (PSR, g) sobre una muestra de 25 plantas secadas en estufa a 65 °C durante 48 horas y pesadas ( $e=10$  mg;  $d=1$  mg). Con los atributos simples se determinaron índices morfológicos: esbeltez (H/D, cm/mm), cociente entre peso seco aéreo y radical (PA/PR, g/g) e índice de calidad de Dickson ( $QI = PT / ((H/D)+(PA/PR))$ ), siendo PT la suma de PSA y PSR). Las concentraciones de nutrientes (N, P y K) en el tejido foliar y carbohidratos no estructurales de la parte aérea, almidón (Alm, %) y azúcares (Azc, %), fueron determinadas en el Laboratorio Agroalimentario de la Conselleria de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana, donde se emplean los métodos oficiales de análisis (ORDEN 17/9/1981. BOE nº 246; MAPA, 1994). La muestra remitida para cada lote fue obtenida a partir de las hojas correspondientes a la determinación del peso seco una vez realizado éste. El potencial hídrico (PH, MPa) se midió al alba con cámara de presión (Soil Moisture, Equipment Corp. Sta Bárbara-Ca, USA) sobre una muestra de 6 plantas por lote, procurando siempre mantener un tamaño semejante y con una elevada cantidad de hojas respecto al tallo (PALLARDY *et al.*, 1991). El potencial de regeneración o crecimiento radical (PRR) se realizó en condiciones semicontroladas de invernadero durante 28 días ( $T^a$ : 10 a 23 °C, HR superior a la del exterior, fotoperiodo natural y sustrato de perlita 100% bien hidratado) y 15 plantas por lote (RITCHIE & TANAKA, 1990). Concluido el periodo, se extraen las plantas, limpiando los restos de perlita y contabilizando como crecimiento radical nuevo a todas aquellas raíces que crecen fuera del cepellón en el medio de perlita. Las variables son el nº de raíces nuevas mayores a 10 mm (PRR-L > 10), el nº total de raíces nuevas (PRR-L) y el peso seco del total de raíces nuevas (PRR-PS, g).

Las parcelas donde se estudió la respuesta están situadas en tres localizaciones de Valencia, con distintas características de estación (tabla 2). La plantación fue manual en todos los casos abriéndose hoyos de 30x30x30 cm con azada. En el caso de Ayora, un antiguo bancal de cultivo, se realizó un pase de cultivador previo para romper la costra superficial y eliminar los restos de vegetación herbácea. En las dos parcelas de monte, la eliminación de la vegetación accesorio (leñosa) se realizó únicamente en el punto de plantación (60-90 cm de diámetro). Cada parcela se dispuso según un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques en cada uno de los cuales estaban representados todos los lotes a contrastar (en Enguera y Tous no se incluyó el lote Ppr-FP250-LH03-Umb). El tamaño de muestra empleado fue de 90 plantas por lote en Enguera y Tous (30 x bq) y 60 en Ayora (20 x bq) debido a la mayor uniformidad de la parcela.

Tras la plantación, se realizaron sucesivos controles de altura, diámetro, supervivencia y potencial hídrico al alba. El análisis de supervivencia se realizó en distintos momentos del año según la parcela, pero en todos los casos se aumentó la intensidad entre junio a septiembre a un conteo por mes. La caracterización de la respuesta en crecimiento se realizó computando las tasas de crecimiento relativo en altura y diámetro desde plantación hasta principios de verano y desde aquí hasta final de otoño, obteniéndose así las variables: TCR-H1, TCR-D1, TCR-H2, TCR-D2 (1 hace referencia a la tasa pre-estival y 2 a la post-estival). También se computaron los crecimientos en peso seco calculando la TCR-PS a partir de los datos de calidad final y los obtenidos tras la extracción de 10 plantas por cada lote al final del estudio. La unidad de tiempo escogida en todos los casos para el cálculo del denominador es la semana. Por último, el potencial hídrico al alba fue evaluado mensualmente en las parcelas de Ayora y Enguera entre los meses de junio y noviembre, tomando para ello una muestra de seis plantas (2 por bloque) en cada parcela. No obstante, debido a la baja supervivencia registrada en Enguera, la serie completa de esta variable solo se pudo recoger para Ayora. La metodología para su determinación coincide con la descrita previamente para el control de calidad de planta.

El análisis de los datos de crecimiento (TCR) y potencial hídrico al alba (PH) fue realizado mediante el análisis general de la varianza (ANOVA), para contrastar las diferencias entre los distintos lotes en cada localización. Se comprobó el cumplimiento de las exigencias que requiere la prueba sin que fuera necesario realizar transformaciones de los datos. En el caso de la supervivencia, se utilizó la prueba chi-cuadrado aplicada a un análisis de contingencia para estudiar la mayor o menor asociación de esta variable con los tratamientos (hipótesis nula: las variables tratamiento (lote) y supervivencia son independientes). Cuando el estadístico chi-cuadrado se mostró significativo, la magnitud de esta dependencia fue evaluada a través del coeficiente de contingencia que mide el grado de asociación entre ellas. Para estudiar posibles relaciones entre atributos de calidad y respuesta en campo así como entre potenciales hídricos en campo y respuesta en campo se determinaron las correlaciones entre ellos a través del coeficiente de correlación de Pearson. En general se ha trabajado con un nivel de significación de 0,05. Los procedimientos estadísticos mencionados se han llevado a cabo con el paquete estadístico SPSS v12.

### 3. RESULTADOS

La supervivencia (figura 1) ha sido muy dispar según la localización que se considere. Así, en la parcela de Ayora no ha bajado del 75 % en el caso más desfavorable, mientras que en Enguera se ha dado una mortalidad casi total de la plantación desde primeros de septiembre. La parcela de Tous ha mostrado por su parte, unos valores intermedios entre las anteriores. Respecto a los resultados por lotes, Ppr-PL200-GE 03, mostró en las tres parcelas y para la mayoría de los controles realizados, valores inferiores de supervivencia, aunque el test de Tuckey llevado a cabo tras el análisis de contingencia (tabla 3) solo lo ubica en un subconjunto diferente en los muestreos de Julio y Agosto en Enguera. En el resto de las situaciones, o bien no se detectaron diferencias significativas, o bien el test de comparaciones múltiples no distinguió subgrupos.

Los crecimientos, medidos como TCR de las distintas variables consideradas, también han mostrado variaciones entre parcelas (figura 2). Destaca la TCR-H, que ha sido mucho menor en la parcela con mayor supervivencia, donde por el contrario, las tasas de las distintas variables de pesos secos han sido superiores que en Tous. Igualmente es destacable el superior crecimiento en diámetro de los lotes de Enguera, con mortalidad total. Por lotes, se mantiene la tónica de Ppr-PL200-GE 03 que ha mostrado valores inferiores en la mayoría de las situaciones. Las diferencias significativas arrojadas por los diversos ANOVA realizados (tabla 4) confirman esta tendencia.

En cuanto a la evolución del potencial hídrico, la figura 3 muestra los valores medidos en las dos parcelas donde se realizó este seguimiento. En la medición de julio se observa, en ambas parcelas, que los lotes con menor PH son los que más han sobrevivido al final del estudio. No obstante, ninguno de los ANOVAS realizados (uno por cada combinación de parcela y mes) ha indicado la existencia de diferencias significativas entre los lotes (tabla 4)

Los resultados arrojados por las matrices de correlación (no mostrados) han mostrado escasa dependencia entre los valores del potencial hídrico, en cualquiera de las determinaciones mensuales, y otras variables de respuesta como crecimiento o supervivencia. Así, únicamente aparecen correlaciones significativas en Ayora, entre PH-Ago y TCR-D1 (Pearson:  $-,628^*$ ) y entre PH-Nov y todas las variables de supervivencia de junio a diciembre (Pearson:  $,688^*$  a  $,813^{**}$ ). En el caso de Enguera, la correlación se da solo entre PH-Jun y la supervivencia de septiembre ( $-,669^*$ ). En cuanto a las correlaciones de PH con los atributos de calidad de planta, solo se dan en Ayora y entre PH-Ago y K ( $,595^*$ ) y entre PH-Sep y P ( $-,586$ ). Además, existen otras correlaciones entre respuesta (supervivencia y crecimiento) y calidad de las que destacamos, para todas las parcelas, las existentes entre TCR-H1 con N y con PRR-L ( $,563^{**}$  y  $,477^{**}$  respectivamente), y las que se han dado en Enguera para Sup-Jul y Sup-Ago (con diferencias significativas entre lotes) con H/D, P, K y Azc (todas entre  $-,814^{**}$  y  $-,956^{**}$ ) y con PA/PR, N y Alm (todas entre  $,712^*$  y  $,953^{**}$ ).

### 4. DISCUSIÓN

Los discrepantes resultados obtenidos en la supervivencia de pino rodeno para una misma campaña de plantación según parcelas son un claro reflejo de la variedad de condicionantes ambientales que intervienen en la respuesta (SOUTH, 2000). En este sentido, puede decirse que la naturaleza de la estación ha sido claramente influyente en los resultados entre parcelas, con las texturas más finas asociadas a una mayor mortalidad que las más gruesas y/o equilibradas. Esto coincide con los resultados

obtenidos por otros autores (VILAGROSA *et al.*, 1997) donde la proporción de partículas finas del suelo ha sido correlacionada negativamente con la supervivencia en varias especies. A nivel de lote, aunque las diferencias fueron escasas, Ppr-PL200-GE 03 ha presentado en todos los conteos menores supervivencias y crecimientos, lo que a tenor de las correlaciones, ha podido deberse a una calidad deficiente. Así, desde el punto de vista nutricional, este lote parece tener una deficiencia en N (LANDIS *et al.*, 1989; RIGUEIRO *et al.*, 2001) que ha provocado acumulación de otros nutrientes en la planta como el P y el K. No obstante, hay que señalar que los valores de PRR de este lote, atributo que habitualmente se correlaciona con la concentración de N (DEWALD & FERET, 1987), son de los más altos medidos. Otras correlaciones entre supervivencia y nutrición (P y K) son, como se ha dicho, más coyunturales pues los elementos se encuentran en rangos considerados apropiados (LANDIS *et al.*, 1989), además el K juega un papel muy importante en la economía hídrica de la planta (VAN DEN DRIESSCHE, 1992), lo que contradice la correlación obtenida. En cuanto a la morfología, el equilibrio entre biomasa aérea y radical ha sido más determinante que otras variables de este tipo tal y como obtuvieron CORTINA *et al.* (1997).

En cuanto al crecimiento, la diferencia en la magnitud de TCR-H entre Ayora y las otras dos parcelas puede deberse al carácter heliófilo de la especie, que le ha hecho desarrollarse más en altura para sobrepasar el sombreado parcial del matorral adyacente. Es conocida la mejora experimentada en supervivencia y crecimiento, cuando la plántulas se someten a tratamientos como la escarda en los primeros años de plantación (LÓPEZ *et al.*, 2001; NOLAND *et al.*, 2001). Esto implicaría que los lotes plantados en Ayora habrían engrosado y lignificado más sus tejidos (mayores TCR\_D y TCR\_PS) mientras que los de Enguera y Tous habrían destinado menos recursos procedentes de la fotosíntesis al crecimiento radical-diametral (mayores TCR\_H) y habrían estado más predispuestos a padecer estrés hídrico y, por intensificación del mismo, mayor mortandad. En ambientes mediterráneos la asignación de recursos hacia el sistema radical es un factor esencial que determina la supervivencia de una especie (LLORET *et al.* 1999). En este sentido sería preciso establecer estudios que incidieran directamente sobre esta posibilidad. En cualquier caso, es destacable, tal y como corroboran las correlaciones, que la concentración de N ha vuelto a favorecer la respuesta, en crecimiento en este caso, hecho comprobado en otras especies (DEL CAMPO, 2002).

Los valores del potencial hídrico en plantación no se han mostrado, en general, muy útiles en el diagnóstico del grado de estrés hídrico asociado a los lotes en campo ni tampoco en la predicción de la respuesta en crecimiento o supervivencia subsiguiente a su medida. Así, la parcela con mayor mortalidad, Enguera, presentó valores similares de PH para una misma fecha que los mostrados por Ayora, con una supervivencia notablemente superior. CASTRO *et al.* (2001) obtuvieron una tendencia muy similar en esta variable para plantas de alcornoque, sin que aparecieran diferencias entre tratamientos y VILLA-SALVADOR *et al.* (2001) tampoco hallaron diferencias en pino rodeno para los tratamientos estudiados. En nuestro caso, las correlaciones del PH en noviembre no son válidas de cara a conocer la evolución de la respuesta de la planta, pero la obtenida para Enguera en Junio evidencia lo que apunta la tendencia de los resultados: que las plantas que desarrollan PH al alba más negativos en las semanas previas al verano, son capaces de afrontar en mejores condiciones el fuerte estrés hídrico estival. No obstante, las complejas interacciones y rápidos cambios que se producen tanto en las condiciones ambientales como en la respuesta del potencial hídrico de la planta, hacen difícil la predicción de la aclimatación y crecimiento de la planta considerando únicamente información de los procesos fisiológicos instantáneos (MARGOLIS & BRAND, 1990), por lo que estos parámetros deben complementarse con otra información concerniente al establecimiento de la plantación.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda de la Consellería de Territori y Habitatge de la Generalitat Valenciana y de la empresa pública Vaersa enmarcadas en el convenio de colaboración con la UPV “Mejora del establecimiento de repoblaciones forestales en la provincia de Valencia mediante la definición de los estándares de calidad de planta”.

### **5. BIBLIOGRAFÍA**

- BURDETT, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 415-427.
- CASTRO, L.; ARANDA, I.; GIL, L.; PARDOS, J.A. 2001. Relaciones hídricas en procedencias de *Quercus suber* L. En: III Congreso Forestal Español. Junta Andalucía (C.M.A.); S.E.C.F. (ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesa 3: 347-353.

CORTINA, J; VALDECANTOS, A.; SEVA, J.P.; VILAGROSA, A.; BELLOT, J.; VALLEJO, V.R. 1997. Relación tamaño supervivencia de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidas en vivero. Actas II Congreso Forestal Español. Mesa 3: 159-164.

DEL CAMPO, A.D. 2002. Régimen de cultivo, desarrollo en vivero, calidad de planta y respuesta al establecimiento en cuatro especies de frondosas mediterráneas. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. 294 pp.

DEL CAMPO, A.D.; HERMOSO, J.; CABRERA, A.M.; IBÁÑEZ, A.J. y NAVARRO, R.M. 2004. Influencia de la variación local de la estación en la restauración forestal. En 1ª reunión del grupo de trabajo de Ecología, ecofisiología y suelos forestales. Pontevedra 20-22 Oct 2004. En prensa.

DEWALD, L.E.; FERET, P.P. 1987. Changes in loblolly pine root growth potential from september to april. Canadian Journal of Forest Research, 17(7): 635-643

GENERALITAT VALENCIANA; 2003. Plan general de ordenación forestal de la Comunidad Valenciana. Consellería de Medi Ambient. G.V. Valencia

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press. 657 pp

LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; McDONALD, S.E.; BARNETT, J.P. 1989a. Seedling nutrition and irrigation, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 119 pp.

LLORET, F.; CASANOVAS, C.; PEÑUELAS, J. 1999. Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root: shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. Functional Ecology, 13:210-216.

LOPEZ, J.A.; MARTINEZ, J.J.; OROZCO, E.; FERRANDIS, P.; SELVA, M. 2001. Evaluación de técnicas de forestación con encinas y arbustos en terrenos agrícolas de la Mancha, España. En: III Congreso Forestal Español. J Andalucía, S.E.C.F. (Ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesa 3: 143-149.

MAPA. 1994. Métodos oficiales de análisis. I, II, III y IV. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

MARGOLIS, H.A.; BRAND, D.G. 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. Canadian Journal of Forest Research, 20: 375-390.

NOLAND, T.L.; MOHAMMED, G.H.; WAGNER, R.G. 2001. Morphological characteristics associated with tolerance to competition from herbaceous vegetation for seedlings of jack pine, black spruce and white pine. New Forests, 21: 199-215.

PALLARDY, S.G.; PEREIRA, J.S.; PARKER, W.C. 1991. Measuring the state of water in tree systems. In: Lassoie, J.P. & Hinckley, T.M. (eds). Techniques and Approaches in Forest Tree Ecophysiology. CRC Press, pp. 27-75.

POORTER, H.; NAGEL, O. 2000. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO<sub>2</sub>, nutrients and water: a quantitative review. Australian Journal of Plant Physiology, 27: 595-607.

RIGUEIRO, A.; MOSQUERA, M.R.; VILA, T. 2001. Efecto de la proporción de distintos componentes del sustrato en el crecimiento de *Pinus pinaster* Aiton en envase en vivero. En: III Congreso Forestal Español. Junta Andalucía (C.M.A.); S.E.C.F. (Ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesa 3: 410-415.

RITCHIE, G.A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, ML & Landis, TD (eds). Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk publishers, for forest research laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, pp:243-259

RITCHIE, G.A.; TANAKA, Y.; 1990. Root growth potential and the target seedling. In: Rose et al., (eds.). Target seedling symposium. GTR: RM-200. USDA Forest Service, pp:37-51.

SOUTH, D.B. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. Forestry and Wildlife Research Series N° 1. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. 12pp.

VAN DEN DRIESSCHE, R. 1992. Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen, and potassium treatments. Canadian Journal of Forest Research, 22: 740-749.

VILAGROSA, A.; SEVA, J.P.; VALDECANTOS, A.; CORTINA, J.; K *et al.*, 1997. Plantaciones para la restauración forestal en la Comunidad Valenciana. En: Vallejo, V.R. (ed.). La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana. CEAM, Valencia. pp: 435-556.

VILLAR, P.; GARRACHÓN, S.; DOMÍNGUEZ, S.; PEÑUELAS, J.L.; SERRADA, R.; OCAÑA, L. 2001b. Desarrollo en campo, arquitectura radical y estado hídrico 7 años después de la plantación de brinzales de *Pinus pinaster* cultivados en diferentes tipos de contenedor. En: III Congreso Forestal Español. Junta Andalucía (C.M.A.); S.E.C.F. (Ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesa 3: 791-796.

**Tabla 1.** Media y desviación típica de los atributos de calidad determinados en los cuatro lotes de pino rodeno tratados

LOTE		H cm	D mm	H/D	PSA (g)	PSR (g)	PA:PR	QI	PH MPa	N %	P %	K %	Alm %	Azc %	PRR- L10 n°	PRR -L n°	PRR -PS g
Ppr-FP200-HT-03	Med	9,1	2,27	4,05	0,905	0,651	1,483	0,367	-2,32	1,29	0,18	0,52	6,4	4	19,3	24,5	0,120
	DT	2,2	0,44	0,87	0,307	0,226	0,676	0,113	0,95	.	.	.	.	.	8,2	9,1	0,068
Ppr-FP250-LH-03-Ext	Med	13,2	3,02	4,50	1,450	1,063	1,400	0,469	-2,67	1,27	0,15	0,58	7,5	4,2	11,4	20,8	0,060
	DT	2,6	0,60	1,01	0,588	0,440	0,317	0,210	0,63	.	.	.	.	.	5,7	9,2	0,036
Ppr-FP250-LH-03-Umb	Med	12,6	3,20	3,99	1,818	1,154	1,658	0,552	-2,6	0,99	0,14	0,62	8,8	2,8	9,1	13,5	0,027
	DT	2,5	0,50	0,80	0,690	0,477	0,403	0,217	1,11	.	.	.	.	.	6,3	7,9	0,016
Ppr-PL200-GE-03	Med	11,1	2,33	4,86	0,867	1,012	0,923	0,379	-2,58	1,06	0,28	0,73	5,7	4,6	16,4	21,5	0,137
	DT	2,6	0,61	0,92	0,218	0,352	0,294	0,120	0,51	.	.	.	.	.	10,6	13,0	0,098

**Tabla 2.** Parcelas de seguimiento para el estudio de la respuesta postrasplante y lotes contrastados en cada una.

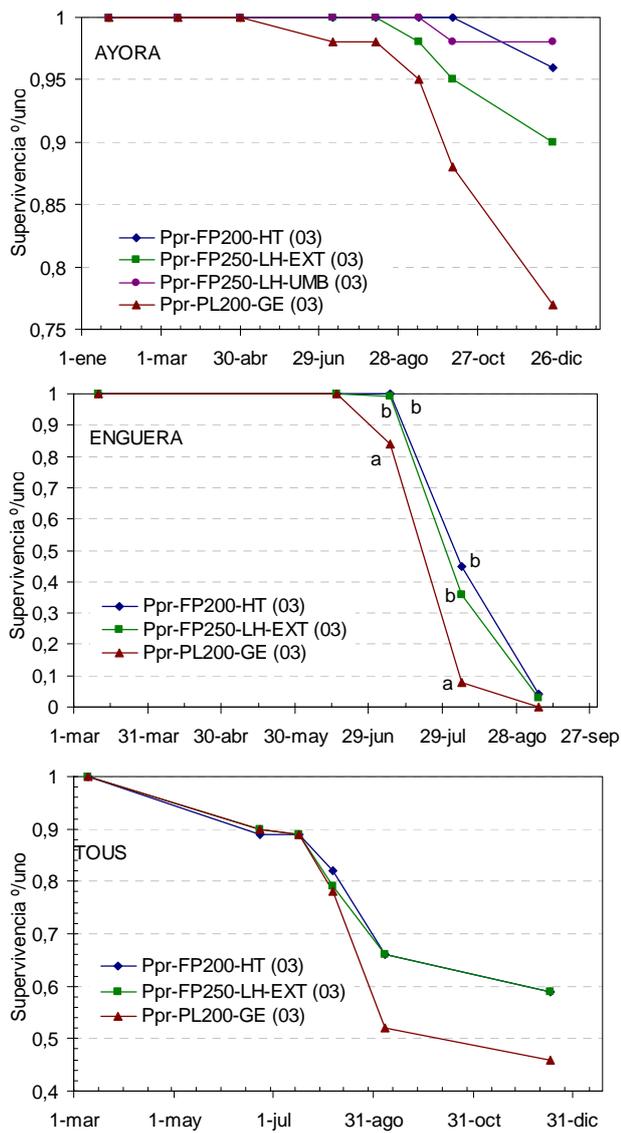
Parcela (fecha plantación)	Características del sitio de plantación	Lote
Ayora (3-ene-04)	P: 512 mm (36 estival); It: 222 (mesomediterráneo) Z: 940 m; Pte. / Or.: Llana, bancal Textura: franco arcillo arenoso	Ppr-FP200-HT-03
		Ppr-FP250-LH-03-Ext
		Ppr-FP250-LH-03-Umb
		Ppr-PL200-GE-03
Enguera (11-mar-04)	P: 455mm (30 estival); It:282 (mesomediterráneo) Z: 605 m; Pte. / Or.: <10% / SO Textura: franco arcilloso	Ppr-FP200-HT-03
		Ppr-FP250-LH-03-Ext
		Ppr-PL200-GE-03
Tous (10-mar-04)	P: 483 mm (33 estival); It:320 (mesomediterráneo) Z: 36 5m; Pte. / Or.: <10% / O-SO Textura: areno francoso	Ppr-FP200-HT-03
		Ppr-FP250-LH-03-Ext
		Ppr-PL200-GE-03

PARCELA	Jul	Ago	Sep	Oct	Dic
AYORA	3,01	3,01	6,21	10,3* (,210)	14,08** (,264)
ENGUERA	26,68** (,303)	28,97** (,328)	3,01		
TOUS	0	0,59	4,49		3,95

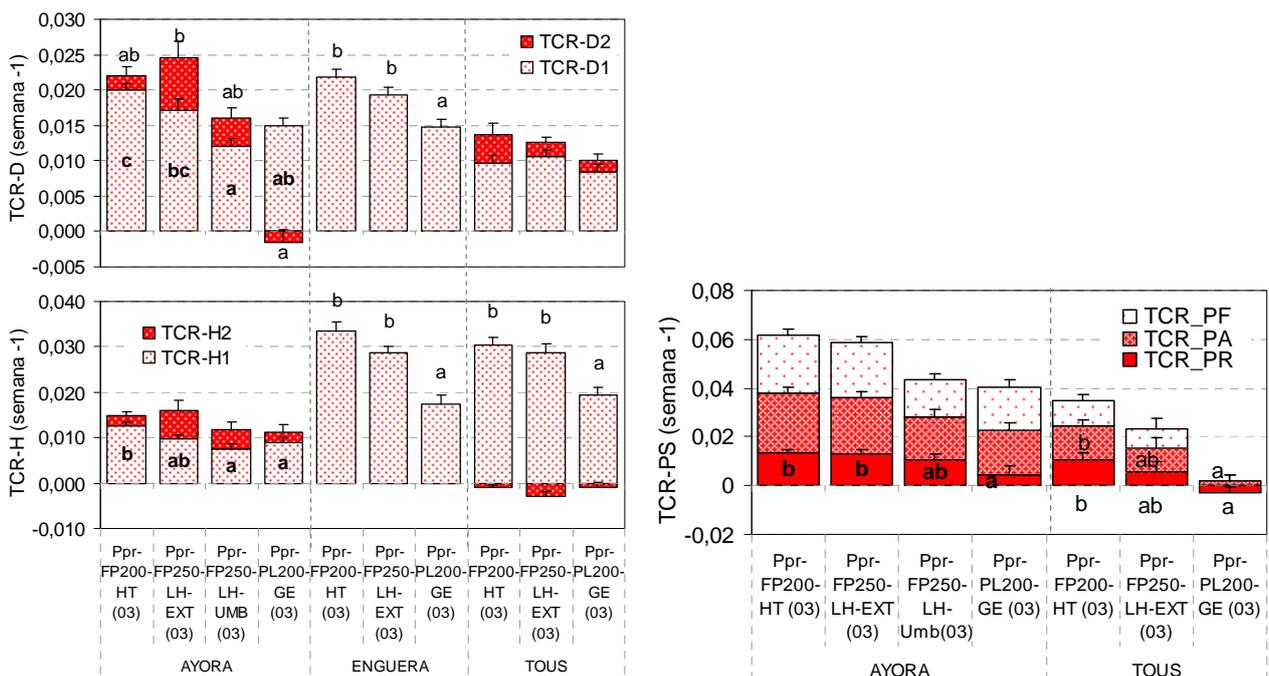
**Tabla 3.** Valores de  $\chi^2$  procedentes del análisis de contingencia para la supervivencia. Entre paréntesis valor del coeficiente contingencia (rango: 0–0,707) para casos en que  $\chi^2$  mostró significancia (\*, \*\* p-valor <0,05, 0,01 respectivamente).

PARCELA	TCR-H1	TCR-D1	TCR-H2	TCR-D2	TCR-PF	TCR-PA	TCR-PR	PH-JUN	PH-Jul	PH-Ago	PH-Sep	PH-Nov
AYORA	5,32**	7,85**	1,15	3,12*	2,26	1,46	2,97*	,42	1,21	1,98	1,21	,56
ENGUERA	22,17**	10,74**						,79	,25	,08	--	--
TOUS	11,47**	1,37	1,94	,64	2,97	4,18*	5,2*					

**Tabla 4.** Valores de F procedentes de los ANOVAS para crecimiento en altura (TCR-H), diámetro (TCR-D), biomasa (TCR-P\*) y para el PH al alba en distintos meses del año (PH-\*, solo en parcelas Enguera y Tous). 1 y 2 hacen referencia a la tasa previa o posterior al verano respectivamente. \*, \*\* p-valor <0,05 y 0,01 respectivamente.



**Figura 1.** Evolución de la supervivencia en las tres parcelas. En los casos en que aparecen letras se dieron diferencias significativas (letras distintas indican distintos subgrupos según Tuckey).



**Figura 2.** Crecimiento en diámetro (superior), altura (medio) y biomasa (inferior) según parcelas y lotes. En los casos en que aparecen

letras se dieron diferencias significativas en el ANOVA (letras distintas indican distintos subgrupos según Tuckey).

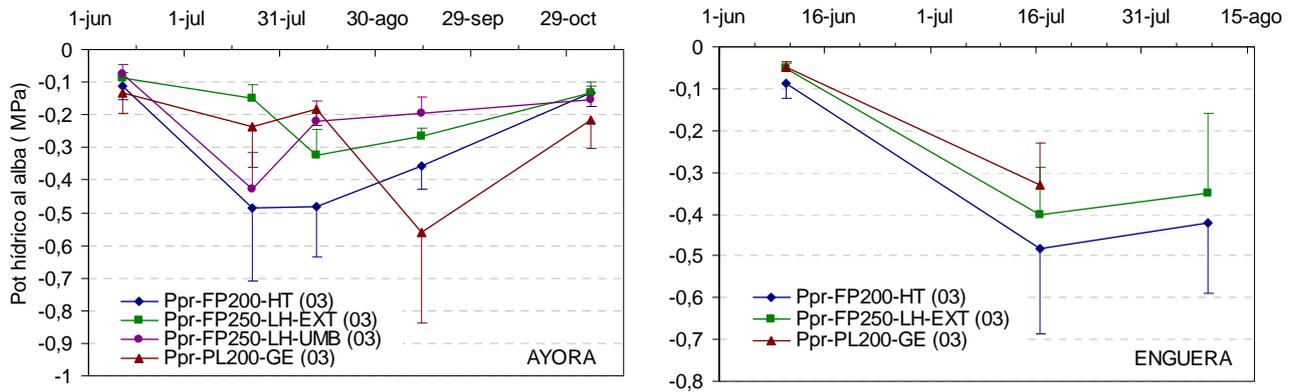


Figura 3. Evolución en campo del potencial hídrico al alba en las parcelas de Enguera y Ayora para los distintos lotes ensayados.