

INFLUENCIA DE LA SIEMBRA Y PLANTACIÓN CON DOS TIPOS DE TUBOS PROTECTORES EN EL DESARROLLO DE UNA REPOBLACIÓN DE *Quercus faginea* Lam.

F. OÑORO⁽¹⁾; P.VILLAR-SALVADOR^(1,2); S. DOMÍNGUEZ-LERENA⁽¹⁾; J.L. NICOLÁS⁽¹⁾; J. L. PEÑUELAS⁽¹⁾

- 1) Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo”, DGCONA, Ministerio de Medio Ambiente, Apdo. 249, 19004 Guadalajara (España), E-Mail: serranillo@mma.es
- 2) Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares (Madrid). E-mail: pedro.villar@teleline.es

RESUMEN

El objetivo del trabajo es comparar el desarrollo de una repoblación de *Quercus faginea* instalada por siembra directa y por plantación, empleando dos tipos de tubos protectores (sin ventilar y ventilados). Además, se analizaron algunas características microclimáticas del interior de los tubos protectores (TP). El crecimiento de raíces se vio afectado negativamente por el empleo de los TP, especialmente en las siembras. El desarrollo de la parte aérea en masa y en diámetro de los tallos no fue afectado por los TP, pero sí el crecimiento en altura, tanto en las plantaciones como en las siembras. La proporción entre el peso aéreo y el radical y la esbeltez de los tallos fue menor en los brinzales plantados que en los sembrados. Los TP incrementaron ambas variables, aunque dicho efecto sólo se observó en las siembras. La temperatura media del aire dentro de los dos tipos de TP fue mayor, en todas las épocas del año, que la del exterior, especialmente en los TP no ventilados. En invierno y primavera, la humedad relativa media en los TP no presentó diferencias apreciables con el exterior, pero en verano fue mayor, especialmente en los no ventilados. El déficit de presión de vapor de agua no presentó diferencias importantes entre los TP y el exterior durante el verano. Después del primer año, no se observaron diferencias significativas de supervivencia entre tratamientos, siendo en todos ellos mayor del 95%. **P.C.:** bellota, crecimiento, quejigo, microclima, morfología

SUMMARY

We compared the performance of a *Quercus faginea* reforestation carried out by direct acorn seeding and by seedling planting utilising two types of treeshelters (unventilated and ventilated with lateral holes). Microclimate within treeshelters (TS) was also analysed. Root growth was affected by TS, unprotected plants having larger roots than the protected ones, specially in seedlings grown from direct seeding. Shoot dry mass and root collar diameter were not influenced by TS. However, TS increased height growth irrespective of the plant installation technique, no differences existing among the two types of protectors. The shoot/root mass and the shoot height/diameter ratios of planted seedlings were lower than seedlings grown from direct seeding. TS increased both features although the response was only observed in plants grown from direct seeding. Mean temperature within treeshelters was higher than ambient in all seasons, specially in the unventilated TS. In winter and spring, relative humidity inside treeshelters was similar to ambient but in summer it was higher specially in the unventilated shelters. Water vapour pressure deficit in both TS did not differ from ambient in summer. After the first growing season no survival differences were reported between treatments and in all cases it was higher than 95%.

KW.: Growth, Mediterranean, Oak, Reforestation, Seeding, Treeshelters

INTRODUCCIÓN.

La mayoría de las repoblaciones con especies del género *Quercus* se realiza por medio de plantaciones de brinzales cultivados en contenedor. Una alternativa podría ser la siembra directa, que presenta, a priori, la ventaja de abaratar los costes de la repoblación y permitir, en teoría, un desarrollo normal y equilibrado del sistema radical, aspecto más difícil de conseguir en las plantas cultivadas en contenedor. Sin embargo, las siembras son más vulnerables que las plantaciones a la predación (NICOLÁS *et al.*, 1997) y a situaciones climáticas adversas.

El empleo de tubos protectores (TP) en las repoblaciones de tierras agrícolas abandonadas ha experimentado un gran auge en los últimos años. Los TP fueron desarrollados inicialmente como una herramienta contra la herbivoría en áreas de clima más húmedo y veranos más frescos que los de la España mediterránea. Muy pronto se observó que, además, favorecen la supervivencia y el crecimiento de las plantas, debido al microclima que se genera en su interior. Con respecto al aire

exterior, dicho microclima se caracteriza por una temperatura, humedad relativa y concentración de CO₂ más altas, una reducción de la intensidad lumínica y una ausencia de aire en movimiento (POTTER, 1991). Dichas condiciones influyen directamente sobre la morfología, fisiología y fenología de las plantas (POTTER, 1991; DIAS *et al.*, 1992; OÑORO, 2000). En las zonas de clima mediterráneo, a diferencia de lo que sucede en las de clima atlántico, algunas variables del microclima que se genera en el interior de los tubos durante el verano alcanzan valores extremos (DIAS *et al.*, 1992; NICOLÁS *et al.*, 1997) ,que, en principio, podrían no ser favorables para el desarrollo de las plantas. La apertura de agujeros de ventilación en los TP amortigua tales condiciones microclimáticas extremas (NICOLÁS *et al.*, 1997). Existen algunos trabajos sobre la influencia de los TP sobre especies mediterráneas perennifolias (por ejemplo DIAS *et al.*, 1992; OLIET y ARTERO, 1993; PEÑUELAS *et al.*, 1996; NICOLÁS *et al.*, 1997; NAVARRO y MARTÍNEZ, 1997). Los resultados de supervivencia de estos trabajos señalan patrones distintos dependiendo de la especie. Sin embargo, no existe información respecto al efecto que tienen los TP sobre el desarrollo de *Q. faginea*, una especie mediterránea de hoja caduca.

El objetivo de este trabajo es comparar el desarrollo de una repoblación de quejigo realizada por siembra directa y por plantación de brinzales cultivados en contenedor, empleando dos tipos de TP, uno con agujeros de ventilación y otro sin ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se han definido seis tratamientos: plantación sin tubo, plantación con tubo ventilado, plantación con tubo sin ventilar, siembra sin tubo, siembra con tubo ventilado y siembra con tubo sin ventilar. La experiencia fue realizada en Santorcaz (Madrid). La parcela empleada es casi llana, con suelos profundos, de textura franca a franco-arcillosa, y fue abandonada como campo agrícola dedicado al cultivo de cereal hace más de 10 años. Está situada a 850 m. de altitud y la precipitación y temperatura media anual de la zona son 492 mm y 13,1°C respectivamente. Se establecieron cinco bloques completos, en los que se distribuyeron al azar los seis tratamientos. En los de plantación se utilizaron 25 brinzales de una savia por tratamiento y bloque, con una altura comprendida entre 12 y 22 cm. Fueron producidos en el C.N.M.F. "El Serranillo", en envases FP300® y con sustrato a base de turba rubia, recibiendo una fertilización total por planta de 18 mg de N y 12 mg de P y K. Para las siembras, se establecieron 35 golpes por tratamiento y bloque, disponiéndose en cada uno de ellos una bellota pregerminada. Las bellotas sembradas correspondientes al tratamiento sin TP fueron protegidas inicialmente con un pequeño tubo enterrado, que fue retirado tras la nascencia. El mayor número de semillados frente al de brinzales plantados se justifica, ante la incertidumbre de la nascencia, por la necesidad de asegurar un número adecuado de planta con el que afrontar la experiencia. Una vez comprobado antes del verano que para cada tratamiento existía un número suficiente de plantas, se eligieron al azar 15 de éstas por tratamiento y bloque, sobre las que se realizaron los conteos de marras y las mediciones de crecimiento. Las restantes fueron utilizadas para mediciones de naturaleza destructiva. Tanto la bellota como la planta empleadas corresponden a la región de procedencia La Alcarria-Serranía de Cuenca.

El modelo de protector utilizado fue Tubex Press 0,65®, translúcido, de 60 cm de longitud. Con el fin de medir el diámetro de las plantas sin retirar los protectores, a todos los tubos se les abrió una ventana rectangular en su tercio inferior, que quedó a ras del suelo después de colocar el protector en el campo. Para evitar un efecto de tiro de chimenea por las zonas de corte, la ventana fue sellada por otro tubo translúcido muy corto (8 cm.) que se deslizaba por encima del primero. Los tubos ventilados se obtuvieron tras practicar dos orificios enfrentados de 3 cm. de diámetro, situados a 14 cm. del borde superior del protector. La preparación del suelo consistió en un ahoyado con retroexcavadora (hoyos de aprox. 60x40x40 cm), con un marco de plantación de 3 × 2 m. La temperatura (T^a) y la humedad relativa (Hr) del interior de los TP se midieron con mini-registradores en tres épocas del año, durante intervalos de 11-21 días cada vez. Con los datos de T^a y Hr se calculó el déficit de presión de vapor de agua (DPV). La radiación en el interior de los TP a lo largo del día, fue medida en dos días de verano.

La medición del diámetro de los tallos se realizó introduciendo un calibre por la ventana de los TP. Dado que en las plantaciones no fue posible medir el diámetro de todas las plantas en un punto topográfico comparable (cuello de la raíz), se decidió medirlo lo más próximo a ese punto. Así, con el fin de comparar todos los individuos se calculó el crecimiento diametral relativo (diámetro inicial-

diámetro final/diámetro inicial). El diámetro inicial fue medido a las pocas semanas de la instalación del ensayo y el final se midió exactamente en el mismo punto al acabar el periodo vegetativo, después del verano. Para asegurar en el tallo la localización del lugar exacto de medición, el punto en cuestión fue pintado con rotulador indeleble y laca de uña en la medición inicial. En el caso de las siembras el diámetro se midió a ras del suelo. Para medir la altura de las plantas sin quitar los TP se recurrió a introducir por su boca superior un listón de madera calibrado sobre el que se deslizaba otro hasta hacer tope con el ápice de la planta, procediéndose, tras su retirada, a la lectura. A mediados de agosto fueron extraídas 60 plantas (10 por tratamiento), excavando con cuidado sus sistemas radicales. De dichas plantas, se midió la masa de la parte aérea (PA) y de la radical (PR), tras secarlas en una estufa de aire forzado a 80°C durante 48 horas. En el caso de las plantaciones se tuvo la precaución adicional de diferenciar las raíces desarrolladas después de la plantación de las preexistentes en el cepellón, a fin de valorar la emisión de raíces nuevas. A partir de dichos datos, se determinó la proporción PA/PR, siendo PR en el caso de las plantaciones la masa de las raíces nuevas y las del cepellón. En las plantas extraídas también se calculó la esbeltez de la parte aérea, definida como la proporción entre su altura y diámetro.

Los efectos de los factores método de repoblación (siembra vs. plantación) y tubo protector fueron analizados mediante ANOVA de tres vías, introduciéndose el bloque en el modelo como tercer factor fijo. Las comparaciones múltiples de medias fueron realizadas por el test de Tuckey. Debido al diferente modo en que ha sido determinado el crecimiento en diámetro en las siembras y las plantaciones, que impide su comparación (valor absoluto en siembras y crecimiento relativo en plantaciones), el crecimiento en diámetro fue analizado de manera separada en cada método de repoblación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de raíces nuevas y la masa de la parte aérea fueron significativamente mayores en las plantaciones que en las siembras. Sin embargo, las siembras mostraron valores de PA/PR mayores que las plantaciones y tallos más esbeltos (Tabla 1). Estas diferencias están en parte relacionadas con la diferente edad de ambos tipos de planta y probablemente, en parte, con el hecho de que el cultivo en envase promueve un desarrollo radical más intenso y concentrado.

Por su parte, los TP ejercieron un efecto muy significativo sobre el peso de las raíces nuevas ($F=14,2$ $P<0,001$), así como sobre la relación PA/PR ($F=9,7$ $P<0,001$) y la esbeltez de los tallos ($F=7,5$ $P=0,002$). Así, las plantas crecidas en los TP presentaron menor desarrollo radical que las plantas sin protectores, tanto en las siembras como en las plantaciones. Este resultado contrasta con lo observado por PONDER (1995) en *Quercus borealis*, en el que los individuos crecidos en TP desarrollan más su sistema radical que los no protegidos. También se verificó el efecto de los TP sobre la relación PA/PR ($F=9,7$ $P<0,001$) y la esbeltez de los tallos ($F=7,5$ $P=0,002$), que se tradujo en un incremento de dichas variables. No obstante, en ambos casos se observó una interacción entre el método de repoblación y el tubo protector ($F=8,9$ $P=0,001$ y $F=4,4$ $P=0,02$), de forma que las diferencias señaladas se manifestaron solamente en las siembras pero no en las plantaciones (Tabla 1). Las plantas crecidas en TP presentaron mayor crecimiento en altura que las crecidas en el exterior. Esta es una respuesta que manifiestan en general todas las especies (POTTER, 1991) y que, en nuestro caso, se constató sobre todo en las plantaciones realizadas con TP sin ventilación (Figura 1). Sin embargo, el mayor crecimiento en altura de los quejigos crecidos en los TP no se plasmó en diferencias de peso de las partes aéreas ($F=0,05$ $P=0,95$) (Tabla 1) ni en diferencias significativas de crecimiento en diámetro (plantación $F=1,65$ $P=0,19$; Siembras $F=0,2$ $P=0,82$). Todas estas respuestas son típicas de plantas crecidas en sombra (en los TP la radiación máxima es una cuarta parte de la exterior) y en las que se promueve una mayor longitud (ahilamiento) de la parte aérea a costa de la radical y del crecimiento en diámetro (VILLAR SALVADOR *et al.*, 2001).

En todas las épocas del año la temperatura media (T_m) en el interior de los TP fue mayor que en el exterior (Tabla 2). Este efecto es más patente en verano, periodo en el que, además, la temperatura máxima (T_{max}^a) alcanza diferencias notables entre el exterior y el interior de los TP. Comparando los dos tipos de TP, los ventilados presentaron una T_m y T_{max}^a inferior a los no ventilados. Es destacable que la temperatura mínima media en invierno fue claramente menor en el interior de los TP no ventilados. En cuanto a la humedad relativa media (HR_m), no se observaron

diferencias notables entre los TP y el exterior durante el invierno y primavera. Sin embargo, en verano, se observó que en los TP no ventilados la HR_m y la humedad relativa mínima fueron claramente mayores que en los tubos ventilados y el aire exterior. Esto se tradujo en que las diferencias de déficit de presión de vapor de agua (DPV) no fueran importantes, a pesar de las diferencias de temperatura entre los TP y el exterior (Tabla 2). Este resultado coincide con otros trabajos realizados en ambientes no mediterráneos, pero contrasta con lo observado en otra experiencia similar con *Quercus ilex* y en el que se observó que el DPV era significativamente mayor en los TP que en el exterior (NICOLÁS *et al*, 1997). Estas diferencias fueron atribuidas a los bajos valores de humedad relativa registrados en los TP, sobre todo en los no ventilados. La falta de coincidencia entre ambos trabajos podría ser atribuida a que el quejigo es capaz de influir más sobre la humedad relativa del tubo, debido a que transpire más que la encina porque crezca más y ocupe, en el mismo tiempo, una fracción mayor del volumen del tubo, y/o a que su tasa de transpiración sea mayor (ACHERAR *et al*, 1991). El tamaño de la planta de *Q. faginea* condiciona positivamente la humedad relativa en el interior de los TP (OÑORO, 2000). No se observan diferencias significativas de mortandad entre siembras y plantaciones, siendo en todos los casos la supervivencia superior al 95%, a pesar de las relativamente importantes diferencias morfológicas encontradas entre las plantas de uno y otro método.

A la luz de los resultados obtenidos, no es posible en principio vislumbrar un mayor éxito de un método de repoblación respecto al otro, por lo que la decisión en su elección cabría estar condicionada por el correspondiente estudio de costes, teniendo siempre en cuenta la necesidad de proteger las bellotas con algún sistema frente a la predación. En cuanto al empleo de tubos protectores, si en la zona a repoblar no existe presión ganadera, desaconsejamos su uso en repoblaciones con *Q. faginea*, porque, con respecto a las no protegidas, no mejoran el desarrollo de las plantas y suponen, por tanto, un encarecimiento no justificado. En el caso de existir predación por el ganado y, por lo tanto, ser obligado el empleo de tubos protectores, la siembra puede ser una opción interesante.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a Santos Casajús Hita de la empresa IMPROFORT SL, representante de Tubex en España, la cesión gratuita de los tubos protectores empleados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHERAR, M.; RAMBAL, S. & LEPART, J. (1991) *Évolution du potentiel hydrique foliaire et de la conductance stomatique de quatre chênes méditerranéens lors d'une période de dessèchement*. Annales des Sciences Forestières. 48:561-573
- DIAS, A.S.; TOMÉ, J.; TAVARES, P.; NUNES, J.; PEREIRA, S. 1992. *The effect of individual tree shelters in growth and morphology of cork oak seedlings*. Scientia gerundensis 18: 91-98.
- NAVARRO CERILLO, R.M.; MARTÍNEZ SUAREZ, A. 1997. *Supervivencia y crecimiento de encina (Quercus ilex L.) y alcornoque (Quercus suber L.) utilizando seis tipos de tubos invernadero*. II Congreso Forestal Español. Mesa 3:437-442.
- NICOLÁS PERAGÓN, J.L.; DOMÍNGUEZ LERENA, S.; HERRERO SIERRA, N.; VILLAR SALVADOR, P. 1997. *Plantación y siembra de Quercus ilex L.: efectos de la preparación del terreno y de la utilización de protectores en la supervivencia de las plantas*. Actas II Congreso Forestal Español. Mesa 3:449-454.
- OLIET, J.A.; ARTERO CABALLERO, F. 1993. *Estudio del desarrollo y la supervivencia en zonas áridas del repoblado protegido mediante tubos protectores*. I Congreso Forestal Español. Tomo II. Pontevedra
- OÑORO, F. (2000). *Estudio sobre el efecto de los tubos protectores y de la siembra y la plantación sobre el desarrollo de las repoblaciones de Quercus faginea Lamk*. Proyecto de Fin de Carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Forestal, Universidad Politécnica de Madrid. 182 pp.
- PEÑUELAS, J.L.; OCAÑA, L.; DOMINGUEZ, S.; RENILLA, I. (1996).- *Experiencias sobre el control de la competencia herbácea en terrenos agrícolas abandonados. Resultados de tres años en campo*. Montes nº 45: 30-36.
- PONDER, F. (1995). *Shoot and root growth of northern red oak planted in forest openings and protected by treeshelters*. Northern Journal of Applied Forestry 12: 36-41

POTTER, M.J. (1991). *Treeshelters*. Forestry Comission. Handbook 7. HMSO. London.48 pp.
 VILLAR SALVADOR, P.; PLANELLES, R.; ENRÍQUEZ, E.; PEÑUELAS, J. & ZAZO, J. (2001).
 Efecto de la fertilización y el sombreado sobre la calidad de las plantas de *Quercus ilex* y su desarrollo en campo. Actas del III Congreso Forestal Español (en prensa).

Tabla 1. Características morfológicas de brinzales de *Quercus faginea* instalados por plantación y siembra directa en diferentes tipos de tubo protector. El asterisco indica diferencias significativas entre plantación y siembra.

	Peso aéreo (g)		Peso raíces nuevas (mg)		Peso aéreo/Peso radical		Esbeltez (altura/diámetro)	
	Plantac.	Siembra	Plantac.	Siembra	Plantac.	Siembra	Plantac.	Siembra
Sin tubo	3.79	0.70	2.08	1.68	0.43	0.42	36.8	42.5
Tubo ventilado	3.99	0.57	1.69	1.08	0.49	0.63	44.1	55.9
Tubo sin ventilar	3.76	0.62	1.75	0.83	0.43	0.76	42.0	71.1
	3.85	0.63 *	1.84	1.20 *	0.45	0.60 *	41.0	56.5 *

Tabla 2. Datos microclimáticos más representativos del interior y el exterior de los tubos protectores ensayados, medidos en diferentes épocas del año. T_m, HR_m y DPV_m son la temperatura, humedad relativa y déficit de presión de vapor de agua medios, T_{min} y HR_{min} son temperatura y humedad mínima media, y T_{max} es la temperatura máxima media.

	Invierno			Primavera		Verano				
	T _m (°C)	T _{min} (°C)	HR _m (%)	T _m (°C)	HR _m (°C)	T _m (°C)	T _{max} (°C)	HR _m (%)	HR _{min} (%)	DPV _m (kPa)
Exterior	6.3	-2.7	73.6	17.3	78.1	24.8	36.2	34.5	7.1	2.08
Tubo ventilado	8.0	-3.9	72.8	20.3	73.3	26.6	43.7	37.3	11.6	2.21
Tubo sin ventilar	8.8	-5.3	72.5	21.4	79.9	28.8	49.8	51.9	14.5	1.95

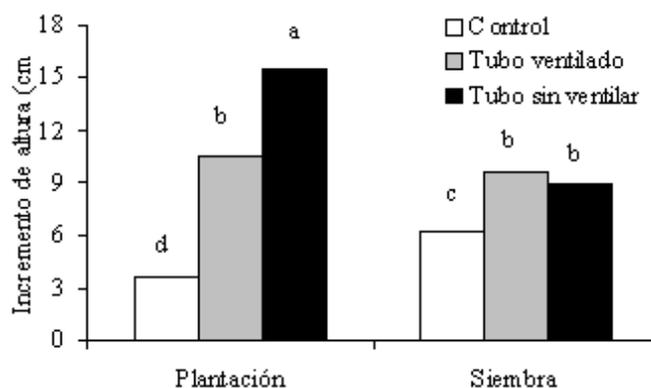


Figura 1. Crecimiento en altura después de un año de plantaciones y siembras directas de *Quercus faginea* empleando dos tipos de tubos protectores y sin ellos (control).