

PLANTACIÓN DE *PINUS HALEPENSIS* MILL. Y *QUERCUS ILEX* SUBSP. *BALLOTA* (DESF) SAMP. EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS SECAS UTILIZANDO MICROCUENCAS

Planting *Pinus halepensis* Mill. and *Quercus ilex* ssp. *ballota* (Desf.) Samp. seedlings in dry mediterranean environments with a water harvesting technique

D. Fuentes Delgado, A. Valdecantos Dema y V.R. Vallejo Calzada

Fundación CEAM. C/ Charles Darwin 14. Parque Tecnológico. 46980-PATERNA (Valencia, España)

Resumen

En este trabajo se evalúa la eficacia de una repoblación mixta de *Pinus halepensis* Mill. y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. realizada sobre banquetas manuales con microcuencas. Con esta actuación se pretende ampliar el área de impluvio que permita dirigir el agua generada por escorrentía superficial al hoyo de plantación y permita mejorar la fase de arraigo. La supervivencia se incrementó en un 25% para *Quercus ilex* mientras que en *Pinus halepensis* fue independiente del tratamiento con valores cercanos al 90%. La tasa de crecimiento relativa de la parte aérea incrementó en el primer otoño post-plantación en ambas especies y en los sucesivos períodos de crecimiento en *Pinus halepensis*. Aunque durante el primer año se observó una correlación significativa entre la superficie de impluvio y la humedad edáfica, este efecto desapareció tres años después, probablemente influido por la degradación parcial de la estructura de la microcuenca.

Palabras clave: Repoblación, Humedad del suelo, Banqueta, Mortalidad, Crecimiento

Abstract

We evaluated the effectiveness of a water harvesting technique (microcatchment) on the performance of a *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* seedling plantation under natural dry Mediterranean field conditions. This technique is expected to enlarge the runoff collecting surface and to drive the water to the planting holes through two small channels. Holm oak seedling survival rate increased three years after planting in a 25% when introduced in a microcatchment. No effect was recorded in Aleppo pine seedlings due to the very high survival rate, irrespective of treatments (>90%). Aboveground relative growth rate increased in the first Autumn after planting in both species, and also in the following growing periods of *P. halepensis* seedlings. We observed a positive relationship between runoff collecting surface and soil moisture in the planting hole during the first post-planting year. This correlation disappeared in the third year probably due to the collapse of the structure.

Keywords: Afforestation, Soil moisture, Site preparation, Mortality, Growth

INTRODUCCIÓN

El éxito de las repoblaciones forestales en condiciones mediterráneas secas está condicionado principalmente por la disponibilidad de agua, especialmente durante los períodos de máximo estrés hídrico. Existen diferentes técnicas dirigidas a aumentar la cantidad de agua en los hoyos de plantación, como la aplicación de diferentes enmiendas químicas (hidrogeles, HÜTTERMAN et al., 1999), orgánicas (productos compostados, QUEREJETA et al., 2000), o la realización de pequeñas preparaciones del terreno previas a la plantación (PRINZ, 2001). Esta última técnica se ha utilizado desde antiguo en agricultura y en la actualidad se está trasladando a las repoblaciones forestales, tanto en zonas de antiguos cultivos agrícolas (DE SIMÓN, 1990) como en zonas más forestales o desérticas (PRINZ, 2001). Las técnicas que emplean sistemas de recolección de agua de escorrentía han de tender a aumentar la supervivencia del repoblado, reduciendo la alteración del microrrelieve a lo mínimo indispensable (MARTÍNEZ DE AZAGRA, 2001). En medios degradados, donde la escasa vegetación puede jugar un papel importante en la gestión y conservación del suelo, es importante que las técnicas empleadas en los trabajos de repoblación forestal sean, dentro de lo posible, respetuosas con dicha vegetación.

En el presente estudio evaluamos la eficiencia de las banquetas con microcuenca como técnica de repoblación forestal a través del análisis de la supervivencia y crecimiento de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* subsp. *ballota*, así como los efectos sobre la humedad en los hoyos de plantación.

MATERIAL Y MÉTODOS

En enero de 2001 se estableció una parcela experimental de plantación con banquetas manuales en el término municipal de Zarra, en el interior de la provincia de Valencia. La parcela se localiza a 750 m de altitud, en clima Mesomediterráneo Seco y está orientada al E-SE con una pendiente que oscila entre 12 y 20 %, con suelos superficiales y muy carbonatados de tipo *Cambisol calcáreo*, desarrollados sobre margas.

Durante la plantación se observó la escasa profundidad del terreno con numerosos afloramientos de la roca madre, por lo que, a excepción de algunas zonas, el marco de plantación no es regular ya que se ha intentado plantar únicamente donde el suelo alcanzaba una profundidad mínima de 30 cm.

La preparación del terreno se realizó mediante ahoyado manual y con banquetas de aproximadamente 0.70 m de largo y 0.60 m de ancho, con ligera contrapendiente. En la mitad de las banquetas se han realizado microcuencas para canalizar el agua hasta la banqueta (Figura1) (DE SIMÓN et al., 1999). La construcción de las microcuencas ha sido igualmente a mano, intentando realizar una alteración somera del suelo con regueros de escasa profundidad. En todos los casos se ha mantenido la vegetación existente formada por matorral bajo y disperso y abundante presencia de *Stipa tenacissima* y *Brachypodium retusum*, supeditando a ésta la longitud y ángulo de los regueros que conforman la microcuenca.

En la figura 1 se puede distinguir tres zonas diferenciadas. La zona de recepción de la escorrentía (banqueta), y las dos zonas de impluvio, S1 área de escorrentía directa y S2 zona de recogida más variable en función de la vegetación y obstáculos que puedan desviar o detener el flujo de agua. Se midieron todas las dimensiones incluidas en el esquema. El ancho de la banqueta fue prácticamente constante, de 0,60 m.

Las plantas utilizadas han sido brinzales de una savia de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* a razón de 50 individuos por especie y tratamiento, protegidas con redes disuasorias Redplantón®, para evitar la predación de los brinzales en los primeros años.

Durante el primer año se realizaron muestreos pre y post-estivales de supervivencia, crecimiento en altura y diámetro de los brinzales y se midió la colmatación de las banquetas mediante el uso de 4 clavos de erosión por banqueta. La humedad edáfica volumétrica se evaluó a partir de las lluvias otoñales mediante el uso de un sistema TDR.

La mortalidad se analizó mediante un análisis de tablas de frecuencia utilizando un modelo log-lineal. La morfología se analizó mediante ANOVA del factor tratamiento a dos niveles.

	Ancho(m)	L1(m)	L2(m)	Banq(m)	S1(m ²)	S2(m ²)	S1+S2 (m ²)
Promedio	2,6	1,2	3,6	0,7	1,9	9,5	11,4
D.típica	0,7	0,4	1,3	0,1	0,9	4,5	5,0
N	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 1. Valores promedio de las dimensiones de las banquetas y de la superficie de escorrentía obtenida con las microcuenas (ver figura 1)

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los valores promedio de superficie obtenidos para las distintas zonas de impluvio. La superficie media de las banquetas fue de 0,42 m.

Teniendo en cuenta los valores promedio de L1 y L2 (Figura 1) la superficie total de impluvio para las banquetas con microcuenca es de 11,4 m² y de 3,3 m² para las banquetas sin regueros laterales (Tabla 1). La realización de los regueros supone un aumento medio de 8 m².

La supervivencia en *Pinus halepensis* tres años después de la plantación ha sido muy alta, independientemente del tratamiento, con valores inferiores al 8% lo que puede atribuirse a la ejecución o al trauma de trasplante posterior. La supervivencia de las encinas plantadas en las banquetas con microcuenas fue de un 75,5 %, mientras que en las banquetas tradicionales descendió hasta un 50,9 % (Figura 2).

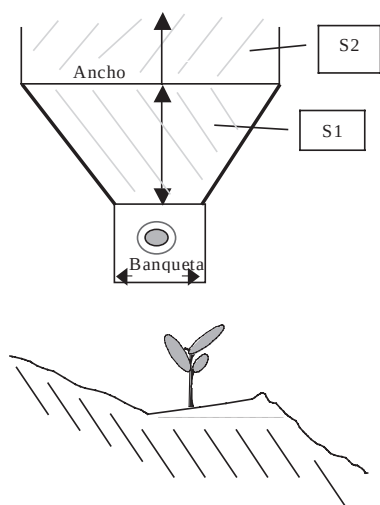


Figura 1. Esquema de la banqueta con microcuenca y perfil de la ladera

La tasa de crecimiento relativa (TCR) en altura de *Pinus halepensis* fue mayor en todas las fechas muestreadas en el tratamiento con microcuenas (Figura 2), y de manera significativa a partir del otoño del primer año de plantación, cuando se produjo la mayor diferencia entre los tratamientos ($F=9.75$, $p=0.002$). *Quercus ilex* únicamente mostró diferencias significativas en este mismo muestreo pasando a ser prácticamente igual pasado un año desde la plantación (Figura 3).

Los resultados en los valores de humedad del hoyo de la plantación mostraron una correlación significativa entre la superficie de impluvio y la humedad edáfica medida (Figura 4). Esta relación se mantiene para las medidas realizadas durante las lluvias otoñales del primer año de plantación, dejando de ser significativa transcurridos 25 meses.

La superficie S2 explica el 50% de la variabilidad de la humedad en el hoyo en las medidas de septiembre y octubre del primer año de plantación. La correlación de la medida realizada 25 meses después de la plantación presentó una R^2 baja (0,1460) y no resultó significativa. El ajuste con los valores de S1 (superficie comprendi-

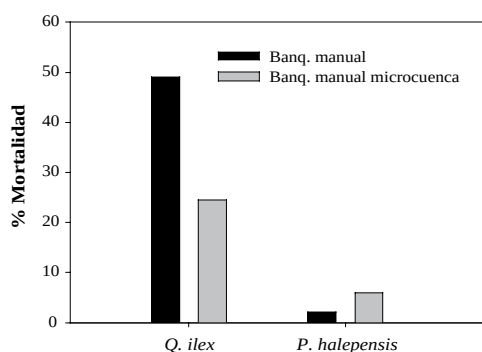


Figura 2. Valores de mortalidad registrados tres años después de la plantación

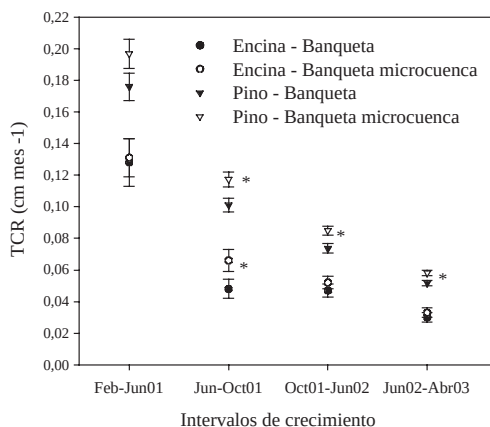


Figura 3. TCR en altura en los distintos intervalos de crecimiento para las dos especies y tratamientos. Los asteriscos indican diferencias significativas en la preparación del terreno ($p < 0,05$).

da entre las banquetas y los regueros) y S1+ S2 ha sido menor que teniendo en cuenta únicamente el valor de S2.

Los valores de colmatación medidos sobre las banquetas no han mostrado efectos significativos a lo largo del tiempo entre tratamientos, aunque se aprecia un aumento de estos valores en las banquetas con microcuenca durante el primer otoño post-plantación ($2,14 \text{ cm} \pm 0,14 \text{ cm}$ en banquetas con microcuenca frente a $1,93 \text{ cm} \pm 0,13 \text{ cm}$ de las banquetas tradicionales)

DISCUSIÓN

El resultado de la aplicación de las microcuencas es un comportamiento contrastado de los brinzales de las dos especies ensayadas, probablemente relacionado con las diferentes estrategias y requerimientos ecológicos de las mismas. Con la humedad edáfica suficiente para garantizar su supervivencia, el pino carrasco puede haber invertido sus recursos sobrantes en incrementar la biomasa aérea. Los resultados de mortalidad obtenidos para la encina en las banquetas sin tratamiento muestran valores normales en esta zona (VILAGROSA et al., 1996). Pese a la presencia de suelos superficiales, los resultados muestran que el aporte suplementario de agua por las microcuencas, sobre todo en el

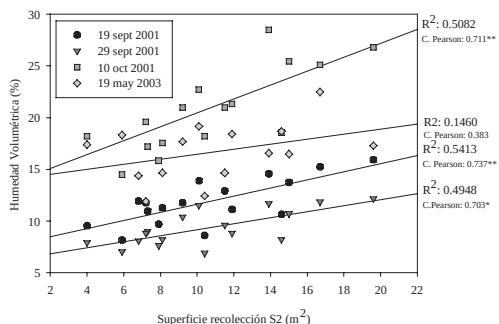


Figura 4. Relación entre los valores de humedad edáfica (primeros 20 cm) en la banqueta y la superficie de recolección (S2) medida para cada banqueta con microcuenca. Se muestran los resultados para los muestreos del primer otoño tras la plantación y 25 meses después de ésta.

**Correlación significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*Correlación significativa al nivel 0,05.

periodo pre-estival y estival, ha podido contribuir a reducir la mortalidad durante el primer verano en un 50%. Este aporte puede suponer una mayor acumulación de humedad, durante más tiempo, en las capas más profundas (OLIET et al., 1997) donde la encina puede desarrollar una importante biomasa radicular. Durante el segundo año, los efectos de la microcuenca se reducen, igualándose las tasas de crecimiento relativo de *Quercus ilex* entre tratamientos mientras que se mantienen las diferencias en *Pinus halepensis*. A los 25 meses de la plantación, la correlación entre la humedad en la banqueta y la superficie de impluvio ha desaparecido, por lo que las pequeñas estructuras que suponen las microcuencas pueden perder su funcionalidad tras el período crítico de instalación de las plantas. Con los datos obtenidos no tenemos evidencias de que este tipo de preparación del terreno, al menos con las pendientes estudiadas, suponga una fuente extra de sedimentos significativa al hoyo de plantación.

Tras los dos primeros años de establecimiento de las plantas, donde parece evidente la pérdida de función de los regueros, hemos realizado un nuevo perfilamiento de estas estructuras para estimar el efecto sobre el crecimiento o sobre la supervivencia en algún momento crítico de la planta a medio plazo.

CONCLUSIONES

La técnica empleada parece haber sido efectiva durante los dos primeros años del repoblado, principalmente en la mejora de la supervivencia, aspecto limitante en la mayoría de las repoblaciones efectuadas en condiciones de clima mediterráneo con fuertes períodos de sequía y eventos de lluvia cortos, pero intensos.

Agradecimientos

La Fundación CEAM está financiada por la Generalitat Valenciana y por la Fundación Bancaixa.

BIBLIOGRAFÍA

- DE SIMÓN, E.; 1990. Restauración de la vegetación de las cuencas mediterráneas: Repoblaciones en zonas áridas. *Ecología. (Fuera de serie)* 1: 401-427.
- PRINZ, D.; 2001. Water harvesting for afforestation in dry areas. In: *Proceedings, 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems*: 195-198. Mannheim. Alemania.
- HÜTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M. & REISE, K.; 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil & Tillage Research* 50: 295-304.
- QUEREJETA, J.I.; ROLDÁN, A.; ALBALADEJO, J. & CASTILLO, V.; 2000. Soil physical properties and moisture content affected by site preparation in the afforestation of a semiarid rangeland. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 2087-2086.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. Y MONGIL, J.; 2001. Algunos criterios para el diseño de sistemas de recolección de agua en repoblaciones forestales. En: Junta de Andalucía-S.E.C.F. (eds.), *Actas del III Congreso Forestal Español II*: 272-277. Coria Gráfica, S.A. Sevilla.
- VILAGROSA, A.; SEVA, J.P.; VALDECANTOS, A.; CORTINA, J.; ALLOZA, J.A.; SERRASOLSAS, I.; ABRIL, M.; DIEGO, V.; BELLOT, J. Y VALLEJO, R.; 1996. Plantaciones para la restauración forestal en la Comunidad Valenciana. En: CEAM (ed.), *La Restauración de la Cubierta Vegetal en la Comunidad Valenciana*: 435-546. Fundación CEAM. Sevilla.
- OLIET PALÁ, J.; PLANELLES GONZÁLEZ, R.; LÓPEZ ARIAS, M.; ARTERO CABALLERO, F. Y GONZÁLEZ DE CHÁVEZ, M.; 1997. Influencia de los sistemas de protección de humedad del suelo en la respuesta en plantación de pino carrasco en el semiárido almeriense. En: F. Puertas y M. Rivas (eds.), *Actas I Congreso Forestal Hispano-Luso-II Congreso Forestal Español Irati 1997*, III: 467-472. Gráficas Pamplona. Pamplona.