

# TRANSPLANTE CON RETROEXCAVADORA EN UNA ZONA INCENDIADA CON REGENERADO DE *Pinus halepensis* L EN CASTILLISCAR (Zaragoza).

DELLEPIANE, S.<sup>1</sup>; PEMÁN, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SIRASA. Plaza Antonio Beltrán Martínez 1, Edificio Trovador planta 5º. 50002 Zaragoza. [sdellepiane@sirasa.net](mailto:sdellepiane@sirasa.net)

<sup>2</sup> Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Universidad de Lleida. c/ Rovira Roure 191. 25199 Lleida. [peman@pvcf.udl.es](mailto:peman@pvcf.udl.es)

## RESUMEN

Los regenerados naturales de *Pinus halepensis* en montes quemados, puede presentar una gran heterogeneidad según las características del incendio, de la masa existente y las condiciones del medio. Para hacer frente a esta heterogeneidad se ha desarrollado un ensayo experimental de transplante mecanizado con retroexcavadora similar al utilizado en la plantación simultánea de choperas, que permite transplantar los brinzales de 2 a 3 savias de las zonas de mayor densidad (más de 10.000 pies ha<sup>-1</sup>) a las zonas con regenerado deficiente o nulo. Se han ensayado dos máquinas, una de orugas y otra de ruedas con un cazo de 1 m<sup>3</sup>, que permitían el transplante simultáneo de al menos cinco brinzales en un hoyo previamente abierto por las mismas. Se han calculado los rendimientos obtenidos con cada máquina y se ha evaluado sus costes.

Palabras clave: pino carrasco, cronometraje, rendimientos plantación, coste horario

## INTRODUCCIÓN

A mediados del mes de julio de 1994, tuvo lugar un incendio en el norte de la provincia de Zaragoza que afectó a una superficie superior a las 8.500 ha, repartidas entre los términos municipales de Uncastillo, Sos del Rey Católico y Castelliscar. La superficie forestal afectada por el incendio fue de 6.600 ha de las cuales el 70% era arbolada. El quejigo (*Quercus faginea*) fue la especie más afectada, con más de 2.600 ha, seguido de *Pinus nigra* con más de 1.700 ha. La superficie afectada de *Pinus halepensis* fue de 280 ha que correspondían a un monte consorciado en el término de Castelliscar. La regeneración natural después del incendio ha sido desigual, muy bien en las especies rebrotadoras, quejigo y encina, y prácticamente nula en *Pinus nigra*. En el caso del pino carrasco, donde la mitad de la superficie eran masas de 15 años y la otra mitad de 35 años de edad, la regeneración ha sido desigual, al registrarse zonas con una regeneración superior a los 10.000 pies ha<sup>-1</sup> y otras con escasa o nula regeneración. La necesidad de actuación en ambas zonas, hizo que se planteará, entre otras alternativas, la posibilidad de realizar un transplante mecanizado. Con esta operación se pretendía, sobre todo, aumentar la densidad en la zona de baja regeneración y disminuir en la misma medida la densidad en la zona con alta regeneración. Las ventajas, a priori, del transplante son varias: reducción de los costes de la repoblación en cuanto al valor de la planta y su transporte al monte, disponibilidad de plantas acondicionadas a las condiciones de la estación, disminución de la densidad en la zona de regenerado, etc.

No obstante, esta operación, es insuficiente, para disminuir la densidad a los valores que serían necesarios, por lo que deben ejecutarse otras alternativas. El objetivo de este trabajo es caracterizar este procedimiento de transplante, mediante la estimación de sus rendimientos y costes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el monte Z2017 en el término municipal de Castelliscar. La regeneración natural se determinó mediante 100 parcelas de 1 m<sup>2</sup>. El transplante se realizó cuatro años después del incendio, con el objetivo de que los brinzales a transplantar tuvieran 3 ó 4 savias, y estuvieran

arraigados en el monte. La preparación del terreno consistió en un ahoyado mecanizado en la zona de plantación, extracción mecanizada del cepellón, con más de 5 brinzales, y posterior plantación en el hoyo previamente abierto (Figura 1). El rellenado del hoyo se realizó de forma mecanizada con la tierra extraída de la apertura del siguiente hoyo. El proceso, por tanto, pretendió adaptar el procedimiento de plantación simultánea de chopos con retroexcavadora. En el transplante mecanizado se testaron dos retroexcavadoras:

a) Retroexcavadora de orugas de 157 CV (modelo O&K RH9) con un cazo de 1 m<sup>3</sup> y una velocidad de desplazamiento de 2 km h<sup>-1</sup>. Coste horario: 40.2 €

b) Retroexcavadora de ruedas de 136 CV (modelo O&K MH6) con un cazo de 1 m<sup>3</sup> y una velocidad de desplazamiento de 15 km h<sup>-1</sup>. Coste horario: 33 €

Para la estimación de los rendimientos, se realizó un cronometraje de cada una de las fases en que consistió el transplante mecanizado. Estas fueron: ahoyado, desplazamiento, arranque, desplazamiento, plantación y arreglo del hoyo. Para poder caracterizar la variación del rendimiento en función de la distancia de desplazamiento se consideraron tres distancias medias entre la zona de arranque y plantación (100, 65 y 8 m). La densidad de hoyos realizada en la zona de transplante fue de 1,700 hoyos ha<sup>-1</sup>. Este valor obedecía más a las necesidades de aclareo, en las zonas de gran regeneración, que a la densidad óptima en la zona del transplante. El marco que implica este valor, en una distribución cuadrangular es de 2.4 m, mientras que una distribución al tresbolillo es de 2.6 m.

## RESULTADOS

Los tiempos invertidos en cada una de las fases de las que se componen el ciclo, para cada uno de los modelos de retroexcavadora y para las diferentes distancias entre ahoyado y arranque, se muestran en la Tabla 1.

Para la distancia de 100 m, la duración del ciclo en la retroexcavadora de orugas fue un 78% superior a la de ruedas (7 min 9 s *versus* 4 min). De las cinco fases de las que se compone el ciclo, los dos desplazamientos supusieron la mayor inversión en tiempo (56%) en la retroexcavadora de orugas. La mayor velocidad de la retroexcavadora de ruedas hizo que el tiempo invertido en estas fases se redujera al 35%. La duración de los desplazamientos, a diferencia de las otras fases del ciclo, dependió claramente de la distancia media entre el arranque y el ahoyado. Así, cuando la distancia se redujo a 10 m, el tiempo invertido fue el 21% en la retroexcavadora de orugas y el 8% en la de ruedas. La otra fase que implicó un mayor consumo de tiempo fue el arreglo del hoyo, que es fijo e independiente de la distancia, suponiendo en todos los casos, algo más de 2 minutos. Su valor relativo en el conjunto del ciclo, obviamente varió aumentando a medida que disminuye la distancia. Cuando la distancia es de 10 m, con la retroexcavadora de orugas esta fase representó un 58%, mientras que en la de ruedas supuso el 70%. Para la distancia de 100 m, varió entre el 28% y el 50%, respectivamente. La relación entre la duración del ciclo y la distancia entre la zona del arranque y la de plantación, se ha mostrado lineal ( $R^2=0.9$ ), para cada uno de los modelos de retroexcavadora (Figura 2). La pendiente de la recta de ajuste en la retroexcavadora de orugas es casi tres veces superior a la correspondiente a la de ruedas.

El coste de las operaciones, teniendo los precios horarios de las máquinas utilizadas, se muestra en la Tabla 2. El coste por hoyo aumentó, obviamente, a medida que lo hizo la distancia. En la retroexcavadora de orugas el coste por hoyo para la distancia de 100 m fue casi dos veces el obtenido para la distancia de 10 m. En la retroexcavadora de ruedas esta relación fue casi de una vez y media. La diferencia de coste entre las dos máquinas ha sido muy marcada, sobre todo a medida que aumentó la distancia. Para los 100 m, el coste por hoyo en la de orugas fue dos veces superior que en la de ruedas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diferencia de rendimientos entre las dos máquinas ensayadas ha sido muy marcada, de tal manera que los tiempos invertidos para la mayor de las distancias, hace, de la retroexcavadora de orugas, económicamente inviable. El coste de la operación por hoyo multiplica por cuatro el precio del

ahoyado tradicional con retroexcavadora para pendientes superiores al 30% (VALLADARES, 2004). En el transplante con la retroexcavadora de ruedas el coste por hoyo, es menos de dos veces del que corresponde al ahoyado clásico con esta máquina para pendientes superiores al 30% (VALLADARES, 2004). Esto supone una alternativa válida, aunque limitada a la distancia entre el arranque y la plantación. Si se mantuviera la linealidad entre la distancia y la duración del ciclo, una distancia de 200 m, sería el máximo admisible, para la realización de este proceso con la retroexcavadora de ruedas. Las densidades de 1,700 hoyos o golpes por hectárea, se entiende que ha sido muy elevada y que no se justifica en la zona de plantación.

Pueden estudiarse variantes a este sistema, mediante la utilización de un tractor agrícola con remolque para el transporte de los cepellones y la utilización de dos retroexcavadoras de ruedas, una en la zona de arranque y otra en la de plantación.

## **BIBLIOGRAFIA**

VALLADARES, A.; 2004. Cuadro de precios unitarios de la actividad forestal. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.

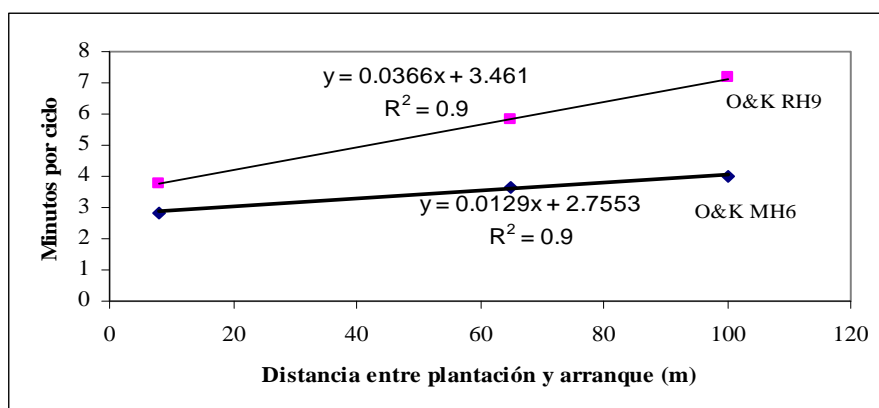
**Figura 1.** Transporte en el cazo de la retroexcavadora del cepellón con los brinzales



**Tabla 1.** Cronometraje (segundos) de cada una de las fases del proceso de transplante mecanizado, según el modelo de retroexcavadora y la distancia media entre la plantación y el arranque.

Fase del proceso	Retroexcavadora O&K RH9			Retroexcavadora O&K MH6		
	Distancia 100 m	Distancia 65 m	Distancia 8 m	Distancia 100 m	Distancia 65 m	Distancia 8 m
Ahoyado	6	65	7	5.8	5.6	6.8
Desplazamiento	120.1	66.7	23	43	32	7
Arranque	23	13	17	16	11	16
Desplazamiento	120	69.2	22	42	31	7
Plantación	15	14	11	1	13	1
Arreglo del hoyo	120.1	120.1	120.1	120.1	120	120.1
<b>Total del ciclo</b>	<b>429</b>	<b>348</b>	<b>206</b>	<b>240</b>	<b>220</b>	<b>170</b>

**Figura 2.** Variación de la duración del ciclo en función de la distancia entre la plantación y el arranque para cada modelo de retroexcavadora.



**Tabla 2.** Precio unitario por hoyo y por hectárea del transplante mecanizado según modelo de retroexcavadora y distancia media.

<b>Modelo Retroexcavadora</b>	<b>Hoyo (€)</b>			<b>Hectárea (densidad 1,700) (€)</b>		
	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>10</b>
<b>RH9</b>	4.79	3.89	2.53	8143.85	6606.20	4294.03
<b>MH6</b>	2.20	2.02	1.56	3740.00	3431.45	2646.05