



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-443

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
**ISBN 978-84-941695-2-6**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Semillados como ayuda a la regeneración de montes incendiados de *Pinus halepensis* Mill. Implicaciones para la gestión post-incendio.

GARCÍA MOROTE, F.A.<sup>1,2</sup>, LÓPEZ SERRANO, F.R.<sup>1,2</sup>, ANDRÉS ABELLÁN, M.<sup>1,2</sup>, RUBIO CABALLERO, E.<sup>2</sup>, MIETTINEN, H.<sup>2</sup>, DADI, T.<sup>2</sup>, HEDO, J.<sup>2</sup> y MARTÍNEZ GARCÍA, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Campus Universitario s/n. 02071. Albacete.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación en Energías Renovables (Sección de Medio Ambiente y Recursos Forestales). Campus Universitario s/n. 02071. Albacete.

### Resumen

Aunque *Pinus halepensis* Mill. es considerada una especie adaptada al fuego, existen situaciones derivadas del sitio, de la climatología, o de la propia gestión, que pueden derivar en que la regeneración post-incendio de esta conífera no se logre con éxito. En esta comunicación presentamos los resultados de un experimento de realización de semillados para investigar la regeneración de este pino en distintas situaciones post-incendio relacionadas con: a) calidad del sitio, analizando los factores i) pendiente y ii) exposición, y b) tipo de semillado, que simula un tratamiento post-incendio en el suelo, instalando casillas i) bajo matorral, ii) bajo astillas, iii) bajo restos de copas, iv) junto troncos y v) en suelo desnudo. Los experimentos se realizaron en la Sierra de los Donceles (Albacete), incendiada en julio de 2012, mediante apertura de casillas de 50x50 cm, en las que se incorporó una dosis de 100 semillas. Los resultados mostraron que las astillas sobre el suelo mejoran significativamente la germinación y el porcentaje de supervivencia de plántulas emergidas, frente al resto de tratamientos, y en todas las situaciones topográficas. Por tanto sería recomendable dejar restos astillados en el suelo como técnica de gestión post-incendio para favorecer la regeneración.

### Palabras clave

Regeneración post-incendio, pinar de carrasco, clima semiárido, tratamientos sobre el suelo.

### 1. Introducción

Debido a su alta presencia desde tiempo inmemorial, el fuego debe ser considerado como una perturbación innata al ecosistema mediterráneo (MORENO et al., 1998). Es sabido que por ello muchas especies mediterráneas como el pino carrasco, han desarrollado estrategias de adaptación, como la facilidad para la regeneración post-incendio (HERRANZ, 2000). Una rápida respuesta de la especie permite no sólo la posibilidad de recuperar la cubierta, sino también atenuar el riesgo de pérdida de suelo después del incendio, siendo más preocupante ese riesgo en las zonas mediterráneas más áridas (CORTINA et al., 2004). Precisamente en las estaciones españolas mediterráneas de clima semiárido, la especie *Pinus halepensis* Mill. es la conífera de mayor área de distribución, debido a su marcado carácter termófilo y xerófilo (HERRANZ, 2000). Esta especie es claro ejemplo de adaptación a los fuegos además, porque sus piñas serotinas se abren después del incendio dispersando los piñones (GIL et al. 1996), que debido a su carácter heliófilo encuentran en el suelo sin cubierta condiciones óptimas para su regeneración (HERRANZ, 2000). Otros factores que favorecen la regeneración post-fuego son el banco de semillas, el lecho de germinación, y sobre todo la abundancia de semillas (VEGA, 2003). No obstante, el cambio global está afectando al régimen de incendios forestales. Por una parte éstos son de mayor intensidad, extensión, y periodo de retorno

(MORIONDO et al., 2006), lo que limita dichas estrategias y condiciona la persistencia de estas masas. Por otra parte, las condiciones climáticas, como la extensión e intensidad de los periodos secos posteriores al incendio, puede comprometer la regeneración del pino. En efecto, aun produciéndose una buena "lluvia de piñón" tras incendio, para garantizar la regeneración se requieren buenas condiciones climáticas durante los 2 primeros años (HERRANZ, 2000). En este nuevo escenario de cambio, las técnicas selvícolas o de actuación hidrológico-forestal nos ayudan a desacelerar la degradación de vegetación y suelo. Por ejemplo, el hidromulch, o el mulching de paja y la siembra ya han sido evaluados anteriormente (BAUTISTA et al., 1996; BADIA & MARTI, 2000). Sin embargo todavía sigue habiendo incertidumbres sobre el beneficio que actuaciones sobre el suelo pudieran tener en la regeneración. En aquellas zonas donde se combinan una mayor dificultad de regeneración y un elevado riesgo erosivo después del incendio, es importante que la restauración proporcione una rápida cubierta vegetal. Por ello, en este trabajo se realizaron semillados de pino carrasco, simulando situaciones de gestión post-incendio, lo que nos permite realizar recomendaciones a la hora de planificar tratamientos sobre el suelo para favorecer la regeneración natural. El experimento ha sido realizado en la zona afectada por el gran incendio del verano del 2012 en el Término Municipal de Hellín (Albacete). El fuego devastó 5.451 ha en el sureste de esta provincia, afectando fundamentalmente a las masas de *Pinus halepensis* Mill. de la Sierra de los Donceles, los pinares de carrasco más representativos del semiárido en Castilla-La Mancha.

## 2. Objetivos

En este experimento, se ha intentado evaluar la eficacia de ayuda a la regeneración mediante semillado, en la recuperación del vuelo del monte de pino carrasco incendiado, intentando simular distintas situación post-incendio, para intentar ofrecer recomendaciones de gestión de las masas forestales incendiadas. Los objetivos concretos del trabajo son los siguientes:

- 1) Evaluar los efectos de la calidad del sitio (pendiente y exposición), sobre la germinación y supervivencia de semillados realizados en un monte incendiado de *Pinus halepensis* Mill. bajo clima semiárido.
- 2) Investigar los efectos del tipo de semillado (o estado del suelo en situación de post-incendio debido a tratamientos) sobre la germinación y supervivencia de los semillados realizados, estudiando la posible interacción con los factores de sitio pendiente y exposición.
- 3) Realizar recomendaciones de tipo práctico para la gestión del monte tras el incendio, con el fin de favorecer la regeneración natural.

## 3. Metodología

La zona de estudio se localiza en la cuenca del Segura, concretamente en la Sierra de los Donceles, T.M. de Hellín Albacete (Fig. 1). En esta zona se encuentran los montes de *Pinus halepensis* Mill. más representativos del semiárido en Castilla-La Mancha, y que fueron afectados por el gran incendio de Julio de 2012.

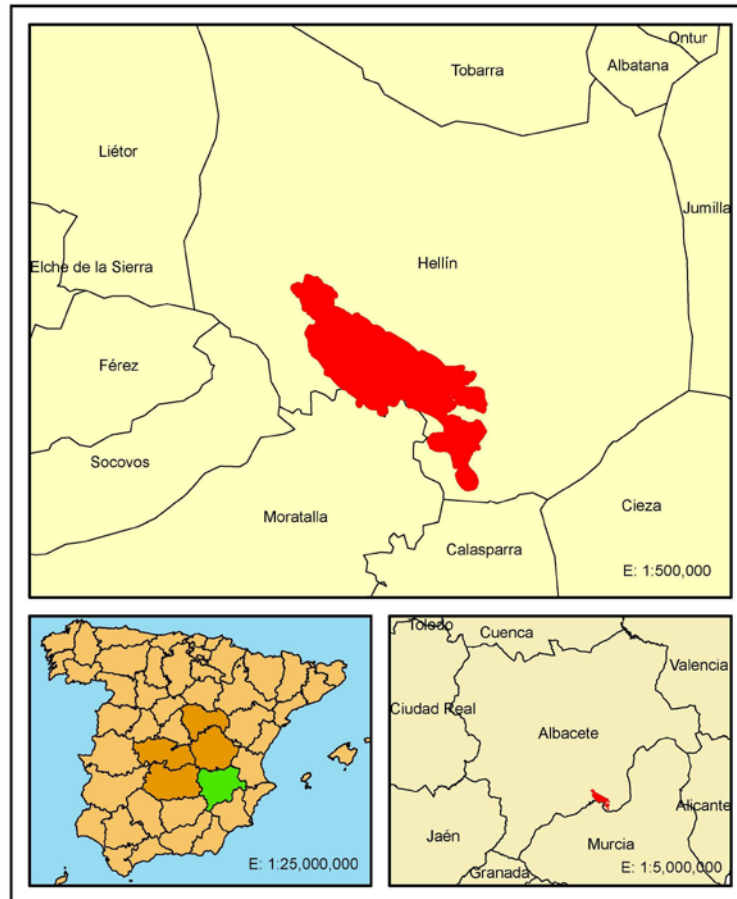


Figura 1. Situación general de la zona de estudio. En rojo la zona incendiada sobre el término municipal de Hellín (Albacete).

Geológicamente el área pertenece a las cordilleras Prebéticas. Los suelos principales según la FAO corresponden a Xerosoles cálcicos, con bajo contenido en materia orgánica, textura franco-arcillosa, y  $\text{pH} \approx 8$ . Climatológicamente, la zona se encuadrada en el único sector de Castilla-La Mancha con ombroclima semiárido, con precipitaciones medias anuales inferiores a 350 mm. En la estación del Embalse del Talave (Longitud:  $1^\circ 49'$  W, Latitud:  $38^\circ 30'$  N, Altitud: 550 m, periodo de 37 años), a unos 6 km del origen del incendio, se registra una precipitación media anual de 301,6 mm, significativamente menor a los otros climas mediterráneos de la provincia. El Índice de humedad es -39,60 (Semiárido), y la eficacia térmica 88,7 (Mesotérmico). Desde el punto de vista bioclimático, la zona pertenece a la región Mediterránea, provincia Murciano Almeriense, sector murciano, piso Mesomediterráneo inferior, siendo la vegetación potencial la serie mesomediterránea semiárida de la coscoja *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* S. (RIVAS MARTÍNEZ, 1987). La vegetación actual es una masa arbórea dominada por pinares de carrasco (*Pinus halepensis* Mill.), ya que los coscojares aparecen sólo en rodales concretos, sobretodo en umbrías debido a la mayor humedad. En las solanas la extensión y diversidad de pinar y de coscojar se ven reducidas en gran medida. Los claros albergan otras especies de matorral, la atocha (*Stipa tenacissima*) y la albaída (*Anthyllis cytisoides*).

En zonas sin cubierta vegetal debido al incendio, se replantearon 160 casillas someras de 50x50 cm (10 cm de profundidad), en las que se incorporó una dosis de 100 semillas del propio

monte. Antes de cubrir las semillas con el suelo extraído, se colocó una rejilla de 40x40 cm para facilitar el posterior conteo de plántulas emergidas. Se estudiaron los dos factores topográficos “pendiente” (con dos niveles, baja 0-15% y media 20-40%), y “exposición” (con dos niveles, solana y umbría), así como el factor “tipo de semillado” (simulando la situación en la que germina la semilla bajo tratamiento al suelo), con 5 niveles: i) Control, casillas en suelo desnudo y sin protección adicional; ii) casillas con restos de copas, en las que se dispuso una cubierta de ramas; iii) casillas junto a troncos, en la cara orientada más al sur de un tronco dispuesto para formar fajinas; iv) casillas con astillas, de restos de madera y cortezas del propio monte; v) casillas en matorral.

Para evaluar los niveles de cada factor topográfico, se replantearon las casillas en 8 bloques (rodales), en los que lógicamente existe una combinación de pendiente y exposición, de la siguiente forma: 5 tipos de semillado x 8 bloques x 4 réplicas = 160 casillas. El semillado se realizó a finales del otoño de 2014. La facultad germinativa de las semillas (realizada en laboratorio) fue del 92%. Las variables dependientes analizadas fueron: i) % germinación, ii) supervivencia total (plántulas) y iii)

tasa de mortalidad de las plántulas tras el verano (m;%):  $m(\%) = \frac{g-v}{g} \times 100$ , siendo g el número de

plantas germinadas, y v el número de plantas vivas tras el verano. Las variables fueron calculadas a partir de la germinación de marzo de 2015. Finalmente se realizó un ANOVA multifactorial (95% probabilidad;  $p < 0,05$ ) para detectar los efectos de los factores pendiente (2 niveles), exposición (2 niveles), y tratamientos (5 niveles), y sus interacciones, sobre el % de germinación, supervivencia de plántulas y tasa de mortalidad. El test LSD de Fisher (Least Significant Difference) se utilizó para realizar comparaciones múltiples entre medias, en caso de que el factor fuera significativo.

## 4. Resultados

### 4.1. Germinación (%)

De los tres factores principales considerados, fue el factor tratamientos sobre el suelo el que resultó significativo sobre la variable dependiente % de germinación. Además, ninguna de las interacciones resultó significativa (Tabla 1).

*Tabla 1. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) realizado para los tres factores considerados, sus interacciones, y las tres variables dependientes consideradas. Se ofrece el valor de la F-ratio y entre paréntesis el valor P. Con asterisco se señalan los efectos significativos al 95% de probabilidad ( $P < 0,05$ ).*

Efectos	Germinación (%)	Supervivencia	Mortalidad (%)
Pendiente	0,32 (0,571)	6,96 (0,009)*	10,17 (0,002)*
Exposición	0,86 (0,356)	0,10 (0,754)	5,32 (0,0236)*
Tratamientos	5,40 (0,000)*	3,47 (0,009)*	4,02 (0,0051)*
Pendiente×Exposición	2,39 (0,124)	0,80 (0,372)	0,18 (0,6765)
Pendiente×Tratamientos	1,44 (0,223)	1,41 (0,232)	2,45 (0,0524)
Exposición×Tratamientos	0,57 (0,685)	0,61 (0,654)	1,16 (0,3353)

La figura 2 muestra como para el factor tratamiento la media de % de germinación para el nivel astillado fue significativamente superior al resto. La germinación media bajo astillas fue no obstante baja, del  $16,16 \pm 2,34$  %, y para el total de las 160 casillas del  $7,33 \pm 1,48$  %. Las diferencias

significativas entre la germinación con el astillado y el resto de tratamientos fueron: respecto al control del 10,34 %, del 10,03 % respecto a restos de copas, del 8,87% respecto a sembrados junto a matorrales, y del 14,88 % respecto a sembrar junto a troncos de faginas.

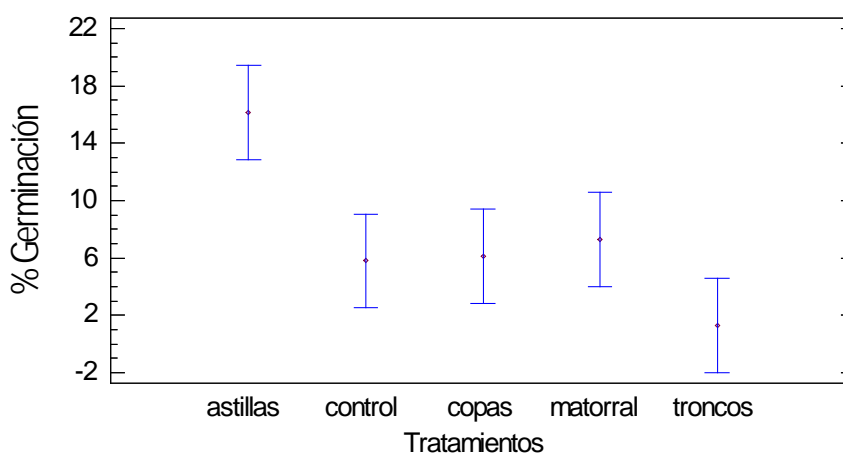


Figura 2. Resultados del test de comparación de medias para el factor tratamientos sobre la variable dependiente % de germinación de semillas de *Pinus halepensis*. Barras de error: intervalos LSD.

#### 4.2. Supervivencia

Los factores pendiente y tratamiento fueron significativos ( $p < 0,05$ ), pero no las interacciones (Tabla 1). Para la pendiente baja la supervivencia fue de 4,87 plantas, frente a 1,92 plantas en pendiente media. Respecto a diferencias entre tratamientos en el suelo (Figura 3), la supervivencia fue significativamente mayor en el sembrado con astillado frente al control (diferencia de 4,25 plantas), y frente al sembrado en los troncos (diferencia de 6,28 plantas). El matorral también aportó una diferencia significativa de 4,0 plantas frente al sembrado junto a troncos.

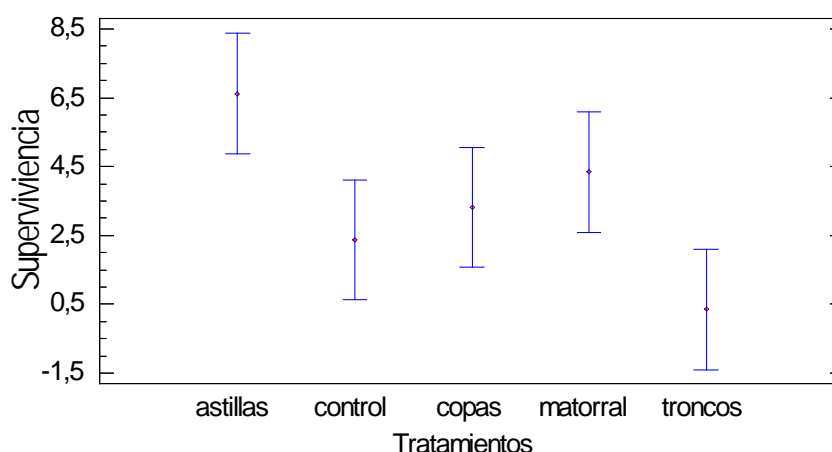


Figura 3. Resultados del test de comparación de medias para el factor tratamientos sobre la variable dependiente supervivencia de plántulas de *Pinus halepensis*. Barras de error: intervalos LSD.

### 4.3. Tasa de mortalidad (%)

Se observó que los tres factores fueron significativos, aunque no sus interacciones (Tabla 1). Los resultados reflejaron que la tasa de mortalidad fue mayor en la pendiente media (con el  $76,49\pm 4,75\%$ , y una diferencia significativa de  $20,25\pm 12,64\%$  frente a pendiente baja), en exposición de solana ( $73,67\pm 4,18\%$  y una diferencia significativa de  $14,6\pm 12,6\%$  respecto a umbría). En cuanto a tratamientos (Figura 4), la mayor mortalidad se registró en semillados junto troncos ( $94,32\pm 9,34\%$ ), con diferencias significativas respecto a semillados con astillas ( $39,98\pm 21,44\%$ ), en restos de copas ( $37,26\pm 23,29\%$ ), junto a matorral ( $36,2\pm 22,15\%$ ) y el control ( $26,31\pm 2,63\%$ ). El astillado disminuyó significativamente la mortalidad frente al control ( $10,34\pm 6,54\%$ ).

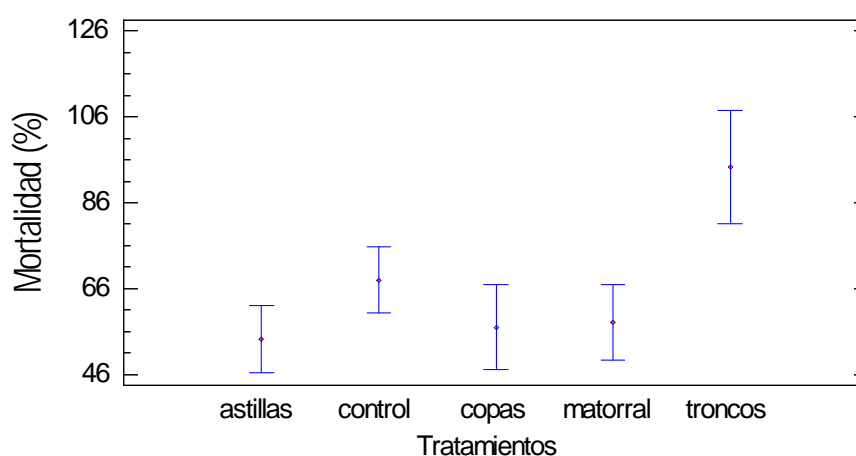


Figura 4. Resultados del test de comparación de medias para el factor tratamientos sobre la variable dependiente mortalidad de plántulas (%) de *Pinus halepensis*. Barras de error: intervalos LSD.

## 5. Discusión

De los tratamientos sobre el suelo ensayados, ha sido el de cubrición de la casilla con astillas el que mejor resultados ofreció, tanto para germinación de semillas como para aumentar la supervivencia. Asimismo, la mortalidad fue reducida en cerca de un 10% en este tratamiento respecto al control. Es bien conocida la aplicación de elementos orgánicos al suelo en la etapa post-incendio, con el fin de lograr la regeneración de éste y facilitar la implantación posterior de plántulas. Crear una cubierta del suelo con mulching de paja se ha mostrado como un método a través del que se consiguió una mayor reducción de la erosión post-incendio, contribuyéndose a retener los macro y micro-nutrientes, acelerándose la implantación de las especies forestales (BADIA & MARTI, 2000). Es de suponer que la aplicación de una capa de residuos orgánicos en forma de astillas pudiera tener un efecto parecido al mulching, mejorando las condiciones microclimáticas de la superficie del suelo, por su efecto sobre la temperatura y la evaporación, favoreciendo la germinación y el crecimiento inicial (BAUTISTA et al., 1996).

Aun habiendo mejorado los tratamientos el desarrollo de planta frente al control, nuestros resultados muestran que la mortalidad de las plántulas fue muy severa tras el verano, en todos los

sitios y tratamientos. La supervivencia tras la germinación es una de las etapas más críticas en la vida de una planta, y está muy limitada por la sequía y las altas temperaturas de la cuenca mediterránea (VALLADARES, 2004). Además, en el caso de los semillados en arbustos, RODRÍGUEZ-GARCÍA et al. (2011) demostraron que éstos pueden tener un efecto negativo sobre el crecimiento inicial de las plántulas al competir por los recursos. También hay que tener en cuenta que en el experimento pudo ser muy elevada la predación pre-germinativa, dado que la facultad germinativa de las semillas instaladas en las casillas era muy elevada. Una elevada predación de semillas ha sido observada en otras coníferas en la realización de experimentos de regeneración (LUCAS BORJA et al., 2010).

Por otra parte, el tratamiento consistente en dejar restos de copas en el suelo no resultó efectivo probablemente debido a un excesivo sombreado sobre plántulas de una especie eminentemente heliófila (HERRANZ, 2000). Es también reseñable que los troncos en faginas tengan efecto negativo sobre la regeneración, y aumenten la mortalidad, probablemente también por falta de luz; en algunos trabajos consultados, aunque pueden ser eficaces para reducir la energía del flujo de agua y promover la captación de sedimentos, no han mejorado significativamente el establecimiento de especies (WAGENBRENNER et al., 2006).

## 6. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, sería beneficioso que en las operaciones de astillado de restos de madera en el monte tras un incendio de pinar de carrasco semiárido, esas astillas fueran incorporadas a la superficie del suelo, dado que de esta forma se podría aumentar significativamente, tanto la germinación de semillas como el número de plántulas que sobrevivirían. Esta actuación se podría realizar en cualquier zona del monte, independientemente de la exposición o la pendiente.

## 7. Agradecimientos

A D<sup>a</sup> Elena Gómez, Ingeniera de Montes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, por las facilidades dadas para estudiar la zona, y por la información facilitada del incendio.

## 8. Bibliografía

BADÍA D.; MARTÍ C.; 2000. Seeding and mulching treatments as conservation measures of two burned soils in the central Ebro valley, NE Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 14(3): 219-232.

BAUTISTA, S.; BELLOT, J.; VALLEJO, R.; 1996. Mulching treatment for postfire soil conservation in a semiarid ecosystem. *Journal Arid Soil Research and Rehabilitation* 10(3): 235-242.

CORTINA, J.; BELLOT, J.; VILAGROSA, A.; CATURLA, R.N.; MAESTRE, F.T.; RUBIO, E.; ORTÍZ, J.; BONET, A.; 2004. Restauración en Semiárido. En Valle, V.R. y Alloza, J.A. (eds.). *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, pp. 93-131. Valencia.



GIL, L.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M.; JIMÉNEZ, M.P.; ROLDÁN, M.; ALÍA, R; AGUNDEZ, O.; DE MIGUEL, J.; MARTÍN, S.; DE TUERO, M. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill. en España. Ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.

HERRANZ, J; 2000. Aspectos botánicos y ecológicos del pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 10: 13-17.

LUCAS-BORJA M. E.; SILVA-SANTOS P.; FONSECA T.; TÍSCAR, P. A.; LÓPEZ, F. R.; ANDRÉS ABELLÁN, M.; MARTÍNEZ GARCÍA, E.; DEL CERRO BARJA A.; 2010. Modelling Spanish black pine postdispersal seed predation in Central-eastern Spain. Forest Systems 19, 393-403.

MORENO, J.M.; VÁZQUEZ, A.; VÉLEZ, R.; 1998. Recent history of forest fires in Spain. En: J.M. Moreno (ed.), Large forest fires. Backhuys Publishers, pp. 159-185. Leiden, Holanda.

MORIONDO, M.; GOOD, P.; DURAO, D.; BINDI, M.; GIANNAKOPOULOS, C.; CORTE-REAL, J.; 2006. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. Climate Research 31: 85–95.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; 1987. Memoria del Mapa de las Series de Vegetación de España 1: 400.000. ICONA (Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

RODRÍGUEZ-GARCÍA, E.; ORDÓÑEZ C.; BRAVO, F.; 2011. Effects of shrub and canopy cover on the relative growth rate of *Pinus pinaster* Ait. seedlings of different sizes. *Ann For Sci* 68:337–346.

VALLADARES, F.; 2004. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, 587 pp. Madrid.

VEGA, J.A.; 2003. Regeneración del Género *Pinus* tras incendios. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 15: 59-68.

WAGENBRENNER, J. W.; MAC DONALD, L. H.; ROUGH, D. 2006. Effectiveness of three post-fire rehabilitation treatments in the Colorado Front Range. *Hydrological Processes* 20: 2989-3006.