



5º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL

# 5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

---

REF.: 5CFE01-469

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León  
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009  
ISBN: 978-84-936854-6-1  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## **Efecto de la severidad del incendio y la corta a hecho del arbolado sobre la supervivencia del regenerado de *P. pinaster* Ait. después del gran incendio del Rodenal de Guadalajara**

VEGA HIDALGO, J.A.<sup>1</sup>, MADRIGAL OLMO, J.<sup>2</sup>, FONTURBEL LLITERAS, T.<sup>1</sup>,  
HERNANDO LARA, C.<sup>2</sup>, PÉREZ SUÁREZ, J.R.<sup>1</sup>, GUIJARRO GUZMÁN, M.<sup>2</sup>,  
FERNÁNDEZ FILGUEIRA, C.<sup>1</sup>, DÍEZ GALILEA, C.<sup>2</sup>, MARINO DEL AMO<sup>2</sup>, CARRILLO  
PATIÑO, A.<sup>3</sup>, OCAÑA BUENO, L.<sup>3</sup>, SANTOS MARTÍN, I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación e Información Ambiental de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia. Apdo. 127. 36080. Pontevedra

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Centro de Investigación Forestal, Carretera de La Coruña km 7, 28040 Madrid. España

<sup>3</sup> Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA), c/ Maldonado 58, 28006 Madrid. España

### **Resumen**

El gran incendio del Rodenal de Guadalajara (2005) produjo un mosaico de áreas afectadas por el fuego con distinto grado de severidad. En incendios de gran tamaño, las operaciones de corta del arbolado y aprovechamiento de la madera, con frecuencia, se prolongan en el tiempo después del fuego, pudiendo afectar negativamente al regenerado. Sin embargo, apenas hay información disponible sobre el efecto de esa práctica o si la respuesta del regenerado es distinta en relación al grado de severidad del incendio.

En el Solanazo de Anquela tres áreas contiguas de pinar, de características muy similares, presentaron, respectivamente, tres niveles de severidad del fuego, en base al daño sufrido por las copas del arbolado: consunción total de las acículas por combustión en un fuego de copas (S3), soflamado total de las acículas de la copa, sin combustión de ellas (S2), y árboles con copas parcialmente soflamadas o sin afectación ninguna por el calor (S1). En estas superficies se ha realizado un estudio para evaluar el efecto combinado de la severidad del fuego y la corta a hecho, realizada el año siguiente al incendio, y unos seis meses después de la emergencia de la primera cohorte de diseminado de *P. pinaster* tras el fuego. Los resultados están basados en el seguimiento en el tiempo de 4000 plántulas de *P. pinaster*.

El estudio reveló que la mortalidad fue reducida durante el primer verano siguiente al incendio que fue poco seco, resultando algo mayor en la zona de severidad S1 en gran medida favorecida por los arrastres erosivos de las tormentas veraniegas. La corta y saca, en el otoño siguiente, produjo una mortalidad de entre el 15 y el 26%, siendo mayor en S1. La mayor mortalidad tuvo lugar en el verano del segundo año post-incendio, coincidiendo con una sequía marcada, oscilando entre el 28% (S3 y S2) y el 50% (S1).

La supervivencia más alta a los dos años del incendio, se dio en la combinación de severidad intermedia (S2) y corta, seguidas por S3 y S1.

La información anterior podría ser de interés para la planificación de los aprovechamientos tras incendio y de los trabajos de restauración de áreas quemadas.

### **Palabras clave**

Regeneración natural, fuego forestal, mortalidad, aprovechamiento de madera.

### **1. Introducción**

El fuego es un factor ecológico en los ecosistemas de pinar mediterráneos (NAVEH, 1994; NE'EMAN et al., 2004; PAUSAS y VERDÚ, 2005). La severidad del fuego ha sido reconocida como una variable relevante que afecta al reclutamiento post-incendio de *Pinus*

*halepensis* (PAUSAS et al., 2003; BRONCANO y RETANA, 2004) pero la información que existe sobre el papel que la severidad del fuego puede jugar en la regeneración post-incendio de *P. pinaster* es escasa (VEGA et al., 2008). La corta a hecho post-incendio, sobreimpuesta a la variabilidad creada por la severidad del fuego, podría magnificar el impacto de la perturbación causada por el incendio y afectar negativamente a la instalación por semilla de nuevas plántulas de *P. pinaster* tras el fuego. Sin embargo, la información existente sobre las interacciones entre severidad del incendio y corta sobre la regeneración post-fuego de *Pinus pinaster* es muy escasa (VEGA et al., 2008).

El incendio ocurrido en el Rodenal de Guadalajara entre los días 16 y 21 de julio de 2005, afectando a 12.874 ha, mostró una gran variedad de niveles de severidad asociados a condiciones fisiográficas y de características de la masa forestal perturbada muy variadas. Dado el considerable tamaño del fuego, las labores de corta posteriores al incendio se dilataron en algunas zonas al menos un año. Esto dio la oportunidad de analizar los primeros estadios de instalación de plántulas de *P. pinaster* tras el incendio y posteriormente evaluar el efecto de las operaciones de corta y saca de la madera sobre la supervivencia y mortalidad del regenerado.

## 2. Objetivos

El objetivo de este estudio fue determinar el impacto de la severidad del incendio y de la corta a hecho de la masa afectada por el fuego en el Rodenal de Guadalajara sobre la supervivencia y mortalidad del regenerado de *Pinus pinaster*.

## 3. Metodología

Un año después del incendio, se seleccionaron tres áreas contiguas de pinar en una ladera del Solanazo de Anquela, con características muy similares, y que presentaban tres niveles de severidad del fuego, en base al daño sufrido por las copas del arbolado: consunción total de las acículas por combustión en un fuego de copas (S3), soflamado total de las acículas de la copa, sin combustión de ellas (S2), y árboles con copas parcialmente soflamadas o sin afectación ninguna por el calor (S1). A lo largo de estas tres zonas se situaron tres transectos de unos 300 m de longitud, siguiendo cada uno de ellos las curvas de nivel, y separados entre sí aproximadamente 50 m a lo largo de la ladera. Sobre ellos se instalaron 60 parcelas de 5 m x 5 m, 20 por cada nivel de severidad. En un área anexa a la zona de severidad baja (S1), se situaron 20 parcelas adicionales como testigo no cortado, asociado a S1. De esta forma un total de 80 parcelas de 5 m x 5 m fueron establecidas previamente a la corta del arbolado. En cada una de las parcelas de 5 m x 5 m se efectuó un inventario de las características del regenerado, en julio, octubre (antes de la corta) y noviembre de 2006 (después de la corta) y, de nuevo, en junio y noviembre de 2007. En un radio de 10 a 15 m alrededor de cada parcela se tomaron datos dasométricos y del grado de afectación del arbolado por el fuego. En cada parcela se midió el número de plántulas de *P. pinaster* existentes en su interior, y se etiquetaron 50 de ellas para efectuar un seguimiento de su supervivencia a medio plazo, con un total de 4.000 plántulas.

### *Análisis estadístico*

El efecto de la severidad sobre la mortalidad de las plántulas fue analizado mediante las pruebas de Friedman y Kruskal-Wallis. Para la primera, el factor de contraste fue la fecha de muestreo y para la segunda, la severidad. Las comparaciones entre niveles de severidad, fueron abordadas mediante el test U de Mann-Whitney.

La probabilidad de supervivencia de los brinzales de pino en cada nivel de severidad fue estimada por la aproximación de Kaplan-Meier. Las diferencias entre niveles de severidad, en términos de porcentaje de supervivencia de las plántulas, se testaron por el estadístico de Mantel-Cox (LE, 1997).

#### 4. Resultados

La mortalidad de las plántulas de pino en el primer verano tras el incendio (2006) fue más reducida en S2 (Figura 1) que en los demás niveles.

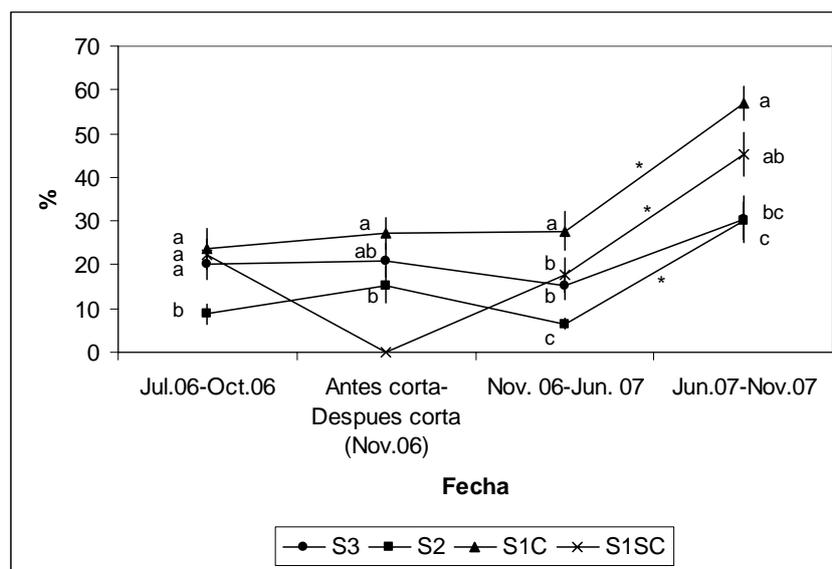


Figura 1. Evolución de la mortalidad del regenerado de *P. pinaster* a lo largo del período de estudio. Letras iguales en cada fecha, medias no significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Asterisco, cambio significativo dentro de la variable respuesta entre dos fechas consecutivas dentro del respectivo nivel de severidad. Barras verticales, error estándar. S3 = Severidad alta; S2 = Severidad media; S1C = Severidad baja; S1SC = Severidad baja (sin cortar en Noviembre 2006)

En conjunto, la corta originó de forma inmediata, en las zonas en las que se efectuó (S1C, S2, S3) una mortalidad semejante a la del primer verano. De nuevo, se produjo una mortalidad significativamente menor en S2 que en los restantes niveles. La mortalidad desde el segundo otoño tras el fuego (noviembre 2006) hasta la primavera siguiente (junio 2007) incluye también la producida de forma diferida después de la corta (muchas plántulas quedan dobladas, partidas, despuntadas, defoliadas, etc.). De nuevo, la mortalidad menor se registró en S2 y la mayor en S1C. Por último, la mortalidad en el segundo verano posterior al incendio fue considerablemente mayor que en los otros períodos. También en el área cortada de menor severidad (S1C) se tuvieron los valores más elevados, muriendo más del 50% de las plántulas vivas al principio del verano.

En consonancia con los datos de mortalidad, la probabilidad de supervivencia (Figura 2), se redujo después del primer verano, siendo más pronunciado ese descenso en las severidades S3 y S1C. La corta hizo disminuir la probabilidad de supervivencia de una forma algo más marcada en S3 y S1 que en S2. Tras una pequeña disminución de la supervivencia entre el otoño de 2006 y primavera de 2007, que afectó a los tres niveles de severidad, el segundo verano tras el incendio hizo descender marcadamente la supervivencia de las plántulas. Ese descenso fue mucho más pronunciado que en el primer verano. Al finalizar el período de estudio, la probabilidad de supervivencia mayor se daba en la severidad S2, seguido de S3 y S1SC que no diferían, mientras en las parcelas de severidad menor y donde

se había efectuado la corta (S1C), el nivel de supervivencia era significativamente inferior al de los restantes niveles de severidad, no alcanzando el 15%.

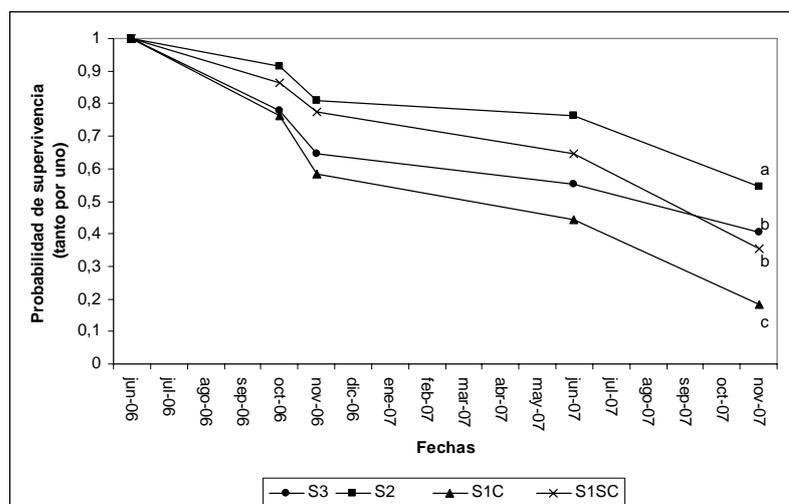


Figura 2. Evolución de la probabilidad de supervivencia del regenerado de *P. pinaster* a lo largo del período de estudio.

Letras iguales en cada fecha, medias no significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

S3 = Severidad alta; S2 = Severidad media; S1C = Severidad baja; S1SC = Severidad baja (sin cortar en Noviembre 2006)

## 5. Discusión

La reducida mortalidad del primer verano tras el incendio en los tres niveles de severidad, posiblemente fue debida a las suaves condiciones meteorológicas de ese período, en donde las temperaturas máximas no resultaron muy elevadas y se produjeron eventos de precipitación cortos pero intensos. Sin embargo, estas precipitaciones originaron el atarramiento de numerosas plantas, produciéndose su muerte. Ese efecto fue más marcado en S1C, S1 y S3. La información sobre mortalidad del regenerado inicial de *P. pinaster* tras incendio es muy escasa. FERNÁNDEZ et al. (2008) encontraron en Galicia alrededor del 10% de mortalidad con condiciones meteorológicas más favorables que las de este estudio. SARACINO & LEONE (1994) encontraron que los árboles quemado en pie pueden jugar un papel positivo en el primer verano por la atenuación de las condiciones meteorológicas extremas. Sin embargo, FERNÁNDEZ et al (2008) no encontraron ese efecto y los datos de este estudio indican que incluso la mortalidad fue comparable en sitios de alta y baja severidad.

Las cifras de mortalidad directa asociada a la corta a hecho fueron comparables a las del primer verano y similares a las halladas por FERNÁNDEZ et al. (2008) después de corta en Galicia. La razón para una mayor mortalidad, debida a la corta, en S1C podría ser que ese arbolado era más pesado, ya que los troncos conservaban más cantidad de agua que en S3 y S2, por estar vivos, y también las copas estaban parcialmente verdes.

La menor mortalidad observada en S2 desde noviembre de 2006 a junio de 2007, y la mayor en S1C, podría ser consecuencia de unas peores condiciones ambientales en esas zonas o, simplemente de un remanente mayor de plantas dañadas en la corta que en las otras severidades.

En el segundo verano post-incendio, las condiciones de mayor sequía y temperatura parecieron propiciar la elevada mortalidad en ese período en todos los niveles de

severidad; quizá el debilitamiento de parte del regenerado, dañado físicamente por la corta pudo también contribuir a estas cifras (MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al., 1999; FERNÁNDEZ et al., 2008). Sin embargo, no está claro por qué las mayores mortalidades se produjeron en las parcelas de menor severidad, tanto cortadas (S1C) como sin cortar (S1).

Las cifras de supervivencia finales encontradas fueron inferiores a las observadas por FERNÁNDEZ et al. (2008), lo que podría explicarse por mejores condiciones ambientales en las masas gallegas. La respuesta fue también consistente con lo encontrado por MADRIGAL et al. (2007) en áreas quemadas y cortadas de Extremadura.

## 6. Conclusiones

La supervivencia más alta a los dos años del incendio, se dio en la combinación de severidad intermedia (S2) y corta, seguidas por S3 y S1. La corta no pareció comprometer la regeneración futura de las masas de *P. pinaster* quemado en ninguno de los casos aunque la supervivencia dos años después el incendio bajó al 15% en las masas cortadas afectadas de una severidad baja.

Dado el nivel de densidad de plántulas existente durante el período de estudio, las cifras anteriores de mortalidad, no parecen comprometer la instalación de la regeneración natural de *P. pinaster* después de incendio en el Rodenal de Guadalajara.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado mediante un Convenio entre TRAGSA y la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible de la Xunta de Galicia. Un agradecimiento especial a Antonio Arellano por su asistencia en la selección de las áreas de estudio, instalación de las parcelas y mediciones de campo. También nuestra gratitud a José R. González, Jesús Pardo, Mario López e Isidro Cruz por su trabajo de campo y a Elena Pérez por la elaboración de las bases de datos.

## 8. Bibliografía

BRONCANO M. J. y RETANA J.; 2004. Topography and forest composition affecting the variability in fire severity and post-fire regeneration occurring after a large fire in the Mediterranean basin. *Int. J. Wild. Fire* 13: 209-216.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; FONTURBEL, T.; JIMÉNEZ, E. y PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; 2008. Effects of wildfire, salvage logging and slash manipulation on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in Orense (N W Spain). *For. Ecol. Manage.* 255:1294-1304.

LE, C.T.; 1997. Applied survival analysis. Wiley, New York.

MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M.; DÍEZ, C. y GIL, J.A.; 2007. Influencia de la corta a hecho y tratamiento de residuos en la supervivencia del regenerado natural post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en el monte "Egidos" Acebo (Cáceres, España). Actas 4<sup>th</sup> International Wildland Fire Conference. Sevilla.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; FERRANDIS, P.; DE LAS HERAS, J. y HERRANZ, J.M.; 1999. Effect of burnt wood removal on the natural regeneration of *Pinus halepensis* after fire in a pine forest in Tus valley (SE Spain). *For. Ecol. Manage.* 123: 1-10.

NAVEH, Z.; 1994. The role of fire and its management in the conservation of Mediterranean ecosystems and landscapes. En: Moreno J M, Oechel W C (eds.). *The Role of Fire in Mediterranean-type Ecosystems*. Springer-Verlag, NY, pp: 163–186.

NE'EMAN G.; GOUBITZ, S. & NATHAN R.; 2004. Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire. A critical review. *Plant Ecol.* 171(1–2): 69–79.

PAUSAS J. G.; OUADAH N.; FERRÁN A.; GIMENO T. y VALLEJO R.; 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecol.* 2: 205-213.

PAUSAS J. y VERDÚ M.; 2005. Plant persistence traits in fire prone ecosystems of the Mediterranean Basin: a phylogenetic approach. *Oikos* 109: 196–202.

SARACINO, A. & LEONE, V.; 1994. The ecological role of fire in Aleppo pine forests: Overview of recent research. Proc. 2<sup>nd</sup> Int Conf. Forest Fire Research. D. Viegas (ed). VII: 887-897.

VEGA J.A.; FERNÁNDEZ, C.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P. y FONTURBEL, M.T., 2008. The influence of fire severity, serotiny, and post-fire management on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in three burnt areas in Galicia (NW Spain). *For. Ecol. Manage.* 256 (9):1596-1603.

