



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-402

---

---

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Efectos de la severidad del incendio en la recuperación de *Pinus pinaster*

TÁRREGA, R.<sup>1</sup>, FERNÁNDEZ, V.<sup>1</sup>, LUIS-CALABUIG, E.<sup>1</sup>, MARCOS, E. <sup>1</sup>, TABOADA, A. <sup>1</sup> VALBUENA, L. <sup>1</sup> y CALVO, L.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Área de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León.

### Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la severidad del incendio, estimada mediante el dNBR, en la recuperación de una población de *Pinus pinaster*, a los 3 años de un gran incendio. Para ello se determinaron dos niveles de severidad y se establecieron 42 parcelas de 30 x 30 m, 12 en zonas de severidad baja (valor del dNBR<550) y 30 en zonas de severidad alta (dNBR>550). En cada parcela se muestrearon 12 unidades de muestreo de 1 m<sup>2</sup>, en las que se contabilizó el número, cobertura y altura de las plantas de pino, así como la cobertura vegetal total, suelo descubierto y hojarasca. Se encontró un número mayor de plantas de pino en las parcelas de severidad baja (una media de 5/m<sup>2</sup>, frente a 3/m<sup>2</sup> en las de severidad alta), aunque había una gran variabilidad entre los diferentes muestreos (desde 0 a más de 40 por m<sup>2</sup>). La altura de los pinos oscilaba entre 2 cm y más de 1 m. La regeneración post-fuego del pino es suficiente para garantizar la recuperación de la población, incluso en tramos de severidad alta. Sin embargo, la gran variabilidad en su distribución espacial deberá tenerse en cuenta en la gestión post-incendio.

### Palabras clave

Regeneración post-fuego, pino resinero, Sierra del Teleno, dNBR.

### 1. Introducción

*Pinus pinaster* se considera una especie asociada a incendios frecuentes, y sus masas se encuentran entre las más afectadas por el fuego en la Península Ibérica (FERNANDES & RIGOLOT, 2007, VEGA *et al.*, 2010). Al tratarse de una germinadora obligatoria, como la mayoría de los pinos, su recuperación depende exclusivamente de la disponibilidad y supervivencia de las semillas, representando el banco de semillas aéreo un papel fundamental. En este sentido, una de las principales adaptaciones al fuego es la presencia de piñas serótinas, capaces de mantenerse en la copa con piñones viables durante más de 30 años (TAPIAS *et al.*, 2004). La proporción de estas piñas es muy variable en las diferentes poblaciones de *P. pinaster* y su importancia en la recuperación post-fuego se ha demostrado por diversos autores (FERNANDES & RIGOLOT, 2007; VEGA *et al.*, 2008). La población de la Sierra del Teleno (suroeste de la provincia de León), se caracteriza por una proporción particularmente alta de este tipo de piñas (TAPIAS *et al.*, 2004; REY VAN DEN BERCKEN y RUIZ, 2005). En esta zona se observó una gran densidad de plántulas después del gran incendio de 1998, que garantizaba una buena recuperación, aunque con elevada heterogeneidad espacial (CALVO *et al.*, 2008).

La capacidad de regeneración depende de múltiples factores, entre los que destaca la severidad del incendio, que suele ser espacialmente muy variable (VEGA *et al.*, 2010), favoreciendo la apertura de las piñas serótinas, cuando las copas son soflamadas, o provocando la destrucción de los embriones, si las temperaturas alcanzadas son demasiado altas (VALBUENA *et al.*, 2013). En algunos estudios se ha observado una mejor recuperación al aumentar la severidad en *Pinus pinaster* en Galicia (VEGA *et al.*, 2008, 2010), mientras que en *Pinus canariensis* los mejores resultados corresponden a severidades intermedias (OTTO *et al.*, 2010). Es probable que estas discrepancias sean debidas a la evaluación cualitativa de la severidad, de modo que la “severidad alta” no sea

equivalente en ambos estudios. Otra cuestión importante es el método de estimación de la severidad. La estimación en campo, en función del grado de daño a las copas, o aplicando el Composition Burn Index (CBI, KEY & BENSON, 2006) es el método más adecuado para relacionar directamente con los efectos en la recuperación de la población de pinos. Sin embargo, es costosa en términos de tiempo y esfuerzo frente a otros métodos como la teledetección, que ofrece un considerable potencial para el estudio de los grandes incendios (MONTORIO *et al.*, 2014). Entre los métodos más utilizados para determinar la severidad, que incluyen el uso de imágenes de satélite, se encuentra el dNBR (diferencia del *Normalized Burn Ratio*), que se ha convertido en el índice espectral estándar para esta evaluación (QUINTANO *et al.*, 2015).

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la severidad del incendio, estimada mediante el índice dNBR ( $220 < \text{dNBR} < 550$  se considera severidad baja y  $550 < \text{dNBR} < 1400$  severidad alta, según FERNÁNDEZ-MANSO *et al.*, 2015), en la recuperación de la población de *Pinus pinaster* de la Sierra del Teleno, a los tres años de un gran incendio. Para ello, se compara el número de plantas de pino nacidas tras el incendio, su altura y su cobertura, en zonas definidas como de severidad baja y de severidad alta. Además se compara también el nivel de recuperación de la comunidad del sotobosque, la proporción de suelo descubierto y la cantidad de restos finos ( $< 2$  cm) y gruesos ( $> 2$  cm), por ser todos ellos dependientes de la severidad del incendio, e influir potencialmente en la recuperación del pino.

## 3. Metodología

El estudio se realizó en la Sierra del Teleno (situada al sureste de la provincia de León), en una zona que sufrió un gran incendio en agosto de 2012. La superficie total afectada comprende 10.092 ha arboladas, con dominio de pinares de *Pinus pinaster*, 1.168 ha de matorral y monte bajo y 342 ha de pastos (Información suministrada por J.C. García, Técnico de la Junta de Castilla y León, Responsable de Incendios). La altitud en la zona quemada oscila entre 840 y 1450 m. La precipitación anual es de unos 700 mm. El régimen termométrico es templado-fresco con unas temperaturas medias anuales en torno a los 10°C, correspondiendo estos datos con el Supramediterráneo medio (RIVAS-MARTÍNEZ, 2007). El suelo es tipo cambisol (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 1987). Para estimar la severidad del incendio, se calculó el índice dNBR, por comparación entre los índices NBR pre y post incendio y se establecieron umbrales para diferenciar las zonas de severidad baja y alta, tomando como referencia la propuesta de KEY & BENSON (2006). La metodología detallada y la cartografía resultante se encuentran en FERNÁNDEZ-MANSO *et al.* (2015). En general, las zonas de severidad alta corresponden en su mayoría a las que sufrieron fuegos de copas, donde éstas fueron totalmente destruidas, mientras que las de severidad baja presentaban la copa soflamada en mayor o menor medida. No se pudo hacer un estudio de la situación de las copas en cada zona porque en el momento del muestreo se habían talado ya todos los árboles.

Para el estudio, se establecieron 42 parcelas de 30 x 30 m, 12 en zonas de severidad baja y 30 en zonas de severidad alta. En cada parcela se muestrearon 12 unidades de muestreo de 1 m<sup>2</sup>, en las que se contabilizó el número, cobertura y altura de las plantas de pino, así como la cobertura vegetal total, la cobertura herbácea, el porcentaje de suelo descubierto y la cobertura por hojarasca, distinguiendo entre restos finos ( $< 2$  cm, básicamente acículas de pino parcialmente soflamadas) y gruesos ( $> 2$  cm). Para determinar la variabilidad en la recuperación de la población de pino, se calcula el coeficiente de variación del número de pinos por metro cuadrado en cada parcela de 30 x 30 m.

Se utilizó una t de Student, cuando los datos cumplían los condicionantes de normalidad y homogeneidad de varianzas (para n° de pinos, cobertura y altura, así como para cobertura vegetal

total y cobertura de hojarasca fina y gruesa) y un test no paramétrico (U de Mann-Whitney), en caso contrario (para cobertura de herbáceas, porcentaje de suelo descubierto, y coeficiente de variación del número de pinos). Para analizar globalmente la tendencia de estas características en función de la severidad, se realizó un análisis discriminante (después de transformar los datos en % respecto al total para cada variable). En todos estos análisis se consideran como réplicas las parcelas de 30 x 30 m. Se realizó además un análisis de correlación entre las variables estudiadas, utilizando en este caso los datos a nivel de unidad de muestreo ( $m^2$ ), que no se apartaban significativamente de la normalidad, por lo que se aplicó el índice de Pearson. En todos los casos se empleó el programa PAST 3.10.

#### 4. Resultados

Se observa que la recuperación de la población de *Pinus pinaster* es mejor en las parcelas de severidad baja, con una mayor cobertura y densidad, aunque con una menor altura media. Sin embargo, en ningún caso es posible detectar diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), aunque sí se observa una significación marginal ( $p < 0,1$ ) en el caso de la densidad (Tabla 1). Existe una gran variabilidad en los valores de estas variables, como se observa por los elevados valores de las desviaciones estándar, mayores a severidad alta. La heterogeneidad en la distribución espacial de las plantas de pino se pone también de manifiesto por el elevado valor del coeficiente de variación, que supera el 100% respecto a la media en las parcelas de severidad alta. En cuanto a las otras características estudiadas, la cobertura vegetal total y la cobertura herbácea parecen independientes de la severidad. La cobertura por hojarasca fina es mayor a severidad baja ( $p < 0,1$ ), mientras que ocurre lo contrario con los restos gruesos. Las diferencias más claras corresponden al porcentaje de suelo descubierto, significativamente mayor a severidad alta.

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar a nivel de parcela de las variables estudiadas. Se incluyen los valores de  $p$  para las comparaciones entre severidad baja y alta de la  $t$  de Student (para  $N^\circ$  de plantas de pino por metro cuadrado, cobertura y altura media de pinos, cobertura vegetal total y cobertura de hojarasca fina y gruesa) y de la  $U$  de Mann-Whitney (para el coeficiente de variación (CV) del  $n^\circ$  de pinos/ $m^2$ , cobertura de especies herbáceas y porcentaje de suelo descubierto).

	Severidad baja		Severidad alta		p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Nº Pinos/ $m^2$	5,35	3,21	3,14	4,04	0,098
CV nº pinos	93,09	23,08	117,33	46,02	0,116
Cobertura Pino (%)	8,01	6,30	6,72	6,78	0,573
Altura media Pinos (cm)	18,81	8,01	24,11	10,81	0,133
Cobertura vegetal (%)	44,97	9,50	41,29	9,81	0,276
Cobertura herbácea (%)	3,85	5,64	2,07	1,57	0,656
Hojarasca fina (< 2 cm) (%)	17,28	9,26	10,96	10,74	0,081
Hojarasca gruesa (>2 cm) (%)	10,07	6,84	12,99	6,85	0,219
Suelo descubierto (%)	12,88	6,37	24,36	13,26	0,007

Cuando se analizan en conjunto todas estas variables mediante un análisis discriminante (Figura 1), se confirman las tendencias observadas en los valores medios. Las parcelas de severidad baja se asocian a una mayor densidad y cobertura de pinos, a una mayor cobertura vegetal, tanto total como de especies herbáceas, y a una mayor cantidad de hojarasca fina. Las parcelas de severidad alta presentan mayor porcentaje de suelo descubierto, cobertura de restos gruesos, mayor altura de las plantas de pino y mayor variabilidad en su distribución (CV).

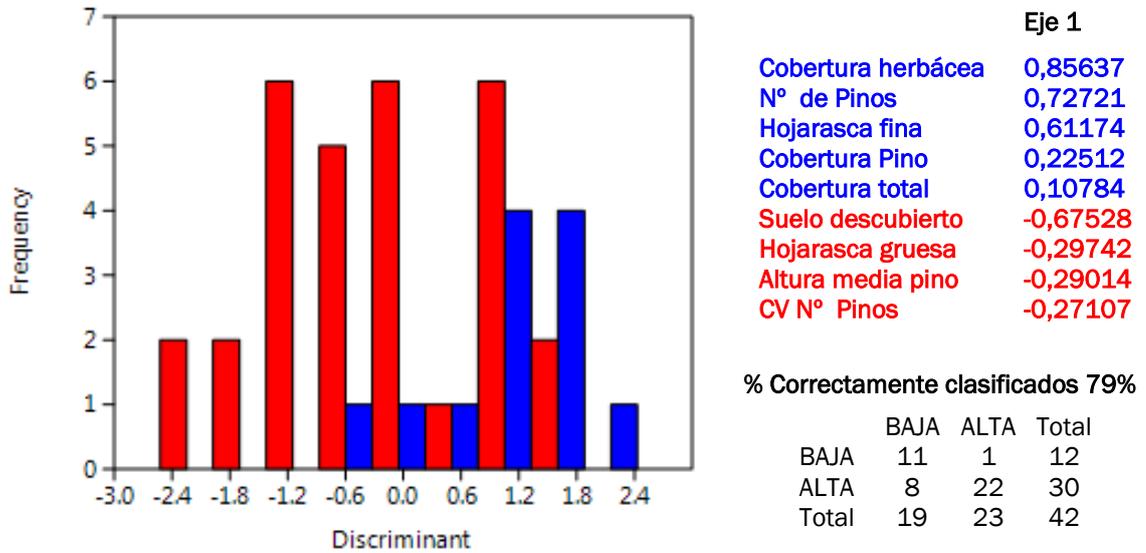


Figura 1. Resultados del análisis discriminante (En azul, severidad baja, en rojo severidad alta).

La gran heterogeneidad en la recuperación de la población de pino, mayor a severidad alta, se observa más claramente cuando se analiza a nivel de unidad de muestreo. El número de pinos oscila entre 0 y más de 40 por metro cuadrado, con una cobertura entre 0 y 65%. La altura de las plantas de pino varía entre 2 y 111 cm (Figura 2).

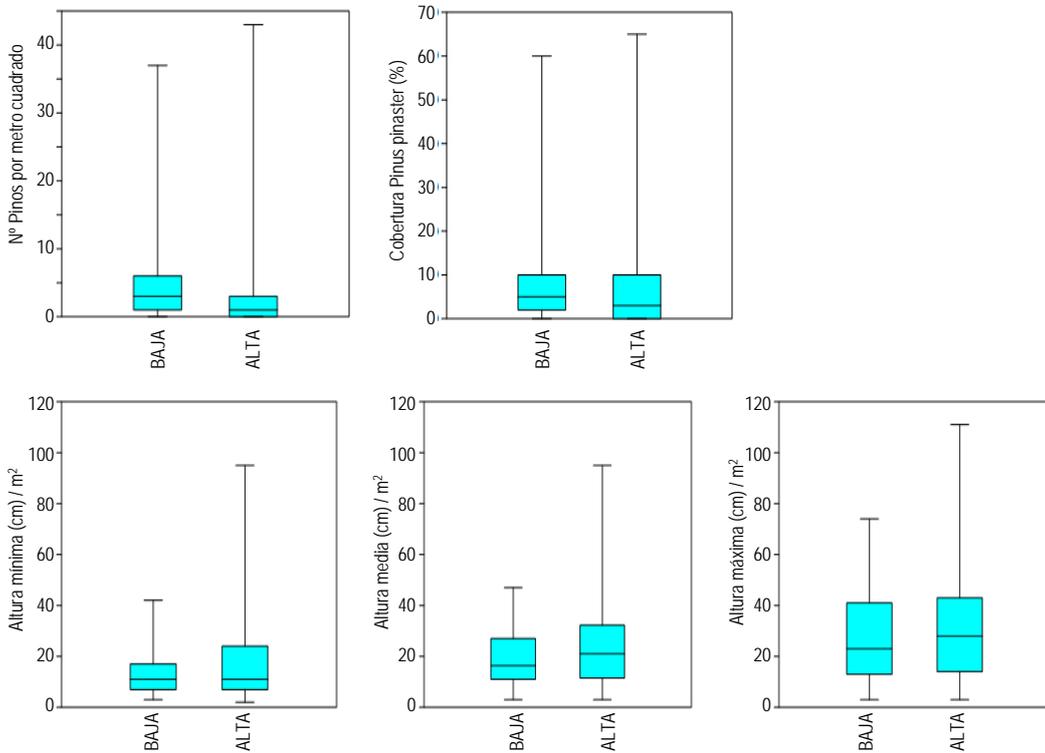


Figura 2. Comparación, en función de la severidad, de la densidad, cobertura y altura mínima, media y máxima por metro cuadrado de las plántulas de pino, considerando el total de unidades de muestreo (144 para severidad baja y 360 para severidad alta).

Se observa una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la cobertura y el número de plantas de pino, así como entre la cobertura y la altura media de éstas. No hay correlación entre el número de pinos y su altura media (Tabla 2). Cuando se relacionan las características de los pinos con las demás variables estudiadas, se observa una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la cobertura por hojarasca fina y la densidad y altura media de los pinos. Hay una correlación negativa entre el porcentaje de suelo descubierto y la cobertura y número de pinos. Comparando entre sí las características del estrato bajo, el suelo descubierto se correlaciona negativamente con todas las variables consideradas, la cobertura vegetal total está además negativamente relacionada con la cobertura de hojarasca, tanto fina como gruesa, la cobertura de herbáceas tiene una correlación positiva con la hojarasca gruesa, y la cobertura de hojarasca fina y gruesa presentan entre sí una correlación positiva.

Tabla 2. Resultados del análisis de correlación entre las variables analizadas (número de plantas de pino, cobertura de pino-cob Pinos-, altura media de los pinos-Alt. Media-, cobertura vegetal total-Cob. total-, cobertura de especies herbáceas-Cob. herb-, cobertura de hojarasca fina (< 2 cm)-Hoj.fina-, cobertura de hojarasca gruesa (> 2 cm)-Hoj. gruesa- y porcentaje de suelo descubierto- Suelo desc.-) con los datos a nivel de metro cuadrado. En la hemimatriz inferior se incluyen los resultados del coeficiente de correlación de Pearson (en negrita cuando los valores son estadísticamente significativos,  $p < 0,05$ ), en la hemimatriz superior se incluyen los valores de  $p$

	Nº Pinos	Cob. Pino	Alt. media	Cob. total	Cob. herb.	Hoj. fina	Hoj. gruesa	Suelo desc.
Nº Pinos		<0,01	0,63	0,11	0,88	0,02	0,88	<0,01
Cob. Pino	<b>0,56</b>		<0,01	0,83	0,97	0,16	0,71	<0,01
Alt. media	-0,03	<b>0,43</b>		0,10	0,97	0,03	0,42	0,35
Cob. total	0,07	-0,01	-0,09		0,18	<0,01	<0,01	<0,01
Cob. herb.	-0,01	<0,01	<0,01	0,06		0,58	0,02	0,03
Hoj. fina	<b>0,10</b>	0,06	<b>0,12</b>	<b>-0,39</b>	0,02		0,01	<0,01
Hoj. gruesa	0,01	0,02	-0,04	<b>-0,37</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>		<0,01
Suelo desc.	<b>-0,25</b>	<b>-0,17</b>	-0,05	<b>-0,26</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,13</b>	

## 5. Discusión

La densidad de plantas de pino es suficiente para garantizar la recuperación de la población. Sin embargo, es menor que la encontrada en la misma zona a los tres años del gran incendio de 1998 (CALVO *et al.*, 2008). Puede ser debido a que en las parcelas en las que se estudió la recuperación del incendio de 1998 no se talaron los árboles (aunque sí se hizo en todo el resto de la zona quemada) o bien a que la severidad fue menor. Otros autores han encontrado un descenso en la densidad de plántulas de pino como consecuencia de la gestión por corta (VEGA *et al.*, 2010; MOYA *et al.*, 2015). La densidad de pinos es mayor en zonas de severidad baja, es decir, en aquellos tramos en los que las copas estarían soflamadas, pero no fueron totalmente destruidas por fuegos de copas, aunque la significación estadística es solo marginal. MAIA *et al.* (2012) obtuvieron resultados similares. Sin embargo, VEGA *et al.* (2010) encontraron un mayor número de plántulas a severidad alta, aunque estos resultados en realidad son coincidentes, porque su clasificación de severidad alta se corresponde con soflamado de copas. En otros estudios no se ha encontrado una relación clara entre la densidad de plántulas de pino y la severidad (PAUSAS *et al.*, 2003). Un problema importante, en relación a la recuperación natural, puede ser la gran variabilidad en la distribución de las plantas de pino, que es muy heterogénea en toda la zona, pero superior en severidad alta.

La altura de las plántulas de pino es en general mayor en las zonas de severidad alta. VEGA *et al.* (2010) encuentran una mayor altura de plántulas en las zonas de severidad baja, que en su caso corresponden a copas no soflamadas. Sin embargo, no lo atribuyen a un efecto directo de la

severidad, sino más bien a una menor competencia intraespecífica, por presentar estas zonas menor densidad de plántulas. En ese sentido, la menor competencia también podría explicar los resultados del presente estudio. Sin embargo, no está tan claro porque no se encontró una correlación negativa entre la densidad de pinos y su altura media y sí una correlación positiva entre la altura y la cobertura de pino. Otro aspecto poco claro es la correlación positiva entre la cobertura por hojarasca fina (mayor en zonas de severidad baja) y la altura de las plantas. Por otra parte, la presencia de plántulas de pequeño tamaño (2 cm), a los tres años del incendio, indica que todavía continúa la germinación de semillas, lo que coincide con lo indicado por otros autores (LUIS-CALABUIG *et al.*, 2002, FERNANDES & RIGOLOT, 2007). Es un dato interesante porque se ha comprobado que las piñas serótinas se abren en los dos o tres días siguientes al choque térmico (REYES & CASAL, 2002). Además, MARTINEZ *et al.* (2002) encontraron que el 80-90% de las semillas se dispersaban en los dos primeros meses. Todo esto haría suponer una dinámica de establecimiento de plántulas restringida básicamente al primer año tras el incendio.

En cuanto a las características del sotobosque, aunque no es posible detectarlo estadísticamente, se observa una mayor cobertura total, así como cobertura por herbáceas, en las zonas de severidad baja. Algunos autores han encontrado menor cobertura vegetal cuanto mayor es la severidad del incendio (PINNO & ERRINGTON, 2016), mientras que otros, como MAIA *et al.* (2012), no encontraron diferencias en función de la severidad. Estos últimos señalan que no hay una correlación clara entre la recuperación de la vegetación del sotobosque y la densidad y altura de las plántulas de pino, lo que coincide con los resultados del presente estudio. En las zonas de severidad baja es mayor la cobertura de hojarasca fina, que en su mayor parte corresponde a acículas de pino que cayeron de las copas soflamadas con posterioridad al incendio. Sin embargo, la variable que más claramente se relaciona con la severidad del incendio es el porcentaje de suelo descubierto. MAIA *et al.* (2012) obtienen resultados similares, tanto para la hojarasca como para el suelo descubierto.

Por último, cabe señalar que, según los resultados obtenidos en este trabajo, el método de estimación de severidad, mediante el índice dNBR, es válido para relacionar con la recuperación de la especie arbórea dominante. Este índice utilizado en el cálculo de la severidad es rápido y relativamente sencillo de aplicar (FERNANDEZ-MANSO *et al.*, 2015), y muy útil cuando no se puede utilizar como criterio el grado de afección de las copas porque ya se han talado los árboles en el momento de realizar el estudio, como en este caso.

## 6. Conclusiones

*Pinus pinaster* presenta una densidad suficiente como para garantizar la recuperación de la población, y la aparición de nuevas plántulas continúa a los tres años tras el incendio. Se aprecia un efecto negativo de la severidad, con menor densidad y cobertura de pino en las zonas de severidad alta. Sin embargo, el principal problema es la gran variabilidad en la distribución espacial de las plantas de pino, que se da en toda la zona quemada, aunque mucho más significativa en situaciones de severidad alta. Este es un aspecto fundamental a tener en cuenta en posteriores actuaciones de gestión.

De las variables del sotobosque estudiadas, no se observa una influencia clara de la severidad de incendio ni en la cobertura vegetal total ni en la cobertura por herbáceas, aunque suelen ser algo menores en las zonas de severidad alta. La cobertura por hojarasca fina (básicamente acículas de pino) es mayor en zonas de severidad baja, mientras que los porcentajes de suelo descubierto son más elevados a severidad alta. La densidad de pinos se correlaciona positivamente con la hojarasca fina y negativamente con el suelo descubierto.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los proyectos GESFIRE (AGL2013-451 48189-C2-1-R), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, y FIRECYL (LE033U14), financiado por la Junta de Castilla y León.

## 8. Bibliografía

CALVO, L.; SANTALLA, S.; VALBUENA, L.; MARCOS, E.; TÁRREGA, R., LUIS-CALABUIG, E.; 2008. Post-fire natural regeneration of *Pinus pinaster* forest in NW Spain. *Plant Ecol.* 197 81-90.

FERNANDES, P.M.; RIGOLOT, E.; 2007. The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *For. Ecol. Manage.* 241 1-13.

FERNÁNDEZ-MANSO, A.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, V.; QUINTANO PASTOR, C.; MARCOS PORRAS, E.; CALVO, L.; 2015. Cartografía de recurrencia-severidad en grandes incendios forestales utilizando técnicas de Teledetección. *XVI Congreso de la AET (Asociación Española de Teledetección)*. Sevilla, 21-23 octubre de 2015.

JUNTA DE CASTLLA Y LEÓN; 1987. Mapa de suelos de Castilla y León. Junta de Castilla y León.

KEY, C. H.; BENSON, N.C.; 2006. Landscape assessment (LA): Sampling and Analysis Methods. In LUTES, D. (ed.) *FIREMON: Fire effects and Inventory Monitoring System*, pp. LA1-LA51. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, USA.

LUIS-CALABUIG, E.; TORRES, O.; VALBUENA, L.; CALVO, L.; MARCOS, E.; 2002. Impact of large fires on a community of *Pinus pinaster*. In: TRABAUD, L.; PRODON, R. (eds.), *Fire and Biological Processes*. Backhuys Publishers, Leiden, pp 1-12.

MAIA, P.; PAUSAS, J.G.; VASQUES, A.; KEIZER, J.J.; 2012. Fire severity as a key factor in post-fire regeneration of *Pinus pinaster* (Ait.) in Central Portugal. *Ann. of For. Sci.* 69 489-498.

MARTÍNEZ, E.; MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M.; VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, M.; CUIÑAS, P.; ALONSO, M.; BELOSO, M.; 2002. Effect of fire intensity on seed dispersal and early regeneration in a *Pinus pinaster* forest. In: VIEGAS, D.X. (Ed.), *Proc. IV Int. Conf. Forest Fire Research & 2002Wildland Fire Safety Summit*, Millpress Science Publishers, Rotherdam, CD-ROM.

MONTORIO, R.; PÉREZ-CABELLO, F.; GARCÍA-MARTÍN, A.; VLASSOVA, L.; DE LA RIVA, J.; 2014. La severidad del fuego: Revisión de conceptos, métodos y efectos ambientales. En: ARNAIZ-VADILLO, J.; GONZÁLEZ, P.; LASANTA, T.; VALERO, B.L. (eds.): *Geoecología, cambio ambiental y paisaje: Homenaje al Profesor García Ruiz*. 427-440. CSIC, Instituto Pirenaico de Ecología y Universidad de la Rioja.

MOYA, D.; DE LAS HERAS, J.; LÓPEZ-SERRANO, F.R.; FERRANDIS, P.; 2015. Post-fire seedling recruitment and morpho-ecophysiological responses to induced drought and salvage logging in *Pinus halepensis* Mill. *Stands. Forests* 6 1858-1877.

OTTO, R.; GARCÍA-DEL-REY, E.; MUÑOZ, P.G.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; 2010. The effect of fire severity on first-year seedling establishment in a *Pinus canariensis* forest on Tenerife, Canary Islands. *Eur. J. Forest Res.* 129 499-508.

PAUSAS, J.G.; OUADAH, N.; FERRAN, A.; GIMENO, T.; VALLEJO, R.; 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, Eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecol.* 169 205-213.

PINNO, B.D.; ERRINGTON, R.C.; 2016. Burn severity dominates understory plant community response to fire in xeric jack pine forest. *Forest* 7 83 1-14.

QUINTANO, C.; FERNÁNDEZ-MANSO, A.; CALVO, L.; MARCOS, E.; VALBUENA, L.; 2015. Land Surface temperatura as potential indicator of burn severity in forest Mediterranean ecosystems. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 36 1-12.

REY VAN DEN BERCKEN, E.; RUIZ, I. (coord.); 2005. Seminario de restauración de áreas afectadas por grandes incendios. El caso particular del Teleno. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, Centro para la Defensa contra el Fuego (CDF). León.

REYES, O.; CASAL, M.; 2002. Effect of high temperatures on cone opening and on the release and viability of *Pinus pinaster* and *P. radiata* seeds in NW Spain. *Ann. For. Sci.* 59 327-334.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; 2007. Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España: Memoria del mapa de vegetación potencial de España. *Itinera Geobotánica* 17 5-436.

TAPIAS, R.; CLIMENT, J.; PARDOS, J.A.; GIL, L.; 2004. Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecol.* 171 53-68.

VALBUENA, L.; VILLAREJO-CAUDEVILLA, S.; TÁRREGA, R.; CALVO, L.; 2013. Importancia de la procedencia y el peso de la semilla en la respuesta germinativa de especies leñosas mediterráneas frente a los incendios. *6º Congreso Forestal Español*. SECF. Vitoria-Gasteriz.

VEGA, J.A.; FERNÁNDEZ, C.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, T.; 2008. Response of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) recruitment to fire severity and post-fire management in a coastal burned area in Galicia (NW Spain). *Plant Ecol.* 206 297-308.

VEGA, J.A.; FERNÁNDEZ, C.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, T.; 2010. 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 1596-1603.