



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-448

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Efecto de quemas prescritas de alta y baja severidad en la germinación y supervivencia temprana de pinares mediterráneos

SAGRA J¹, PLAZA-ÁLVAREZ PA¹, LUCAS-BORJA ME¹, MOYA D¹, ALFARO-SÁNCHEZ R², DE LAS HERAS J¹, FERRANDIS P¹

¹ Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario. 02071, Albacete

² University of Arizona- Laboratory of Tree Ring Research. Tucson, Arizona, USA

Autor para correspondencia: JAVIER.SAGRA@UCLM.ES

Resumen

En el medio forestal, el uso de las quemas prescritas ha experimentado un auge como herramienta para la reducción del combustible en el ámbito de la prevención de incendios forestales. Esto es debido a su efectividad, perdurabilidad y bajo coste del tratamiento respecto a otras técnicas más utilizadas como el desbroce. Bajo unas condiciones atmosféricas y de combustible predeterminadas se controla el fuego para que la intensidad y la severidad con la que se verá a afectada la vegetación se mantenga bajo unos parámetros previamente simulados digitalmente. Para realizar la validación de las quemas controladas como herramienta de gestión forestal sin impactos negativos sobre el ecosistema hemos realizado un seguimiento de germinación y supervivencia. Para evaluar el efecto de las quemas en la germinación y reclutamiento temprano se realizaron quemas (baja severidad en primavera y alta severidad en otoño) en tres zonas: Lezuza (Albacete), El Pozuelo y Beteta (Cuenca). En cada una se instalaron 60 unidades de siembra (30 en la zona tratada con la quema prescrita y 30 en la zona control que no fue quemada) con semillas de pino (*Pinus nigra*, *P. halepensis* y *P. pinaster*, dependiendo de la zona) cada una con al menos dos procedencias (zona seca y zona húmeda). También se controló el papel de la depredación sobre estas semillas, replicando las unidades dentro y fuera de una cobertura metálica que impedía el acceso a la fauna. Nuestros resultados muestran que las quemas prescritas de baja severidad de primavera en estos bosques mixtos de pinares serófitos alteran la dinámica inicial de reclutamiento de plántulas. Las semillas procedentes de zonas secas mostraron un mejor desarrollo en las zonas quemadas, mientras que las semillas procedentes de los sitios más húmedos y fríos germinan mejor en las áreas control. La depredación de semillas jugó un papel importante, reduciendo notablemente el reclutamiento, tanto en las zonas quemadas como en las parcelas control. El conocimiento sobre las dinámicas en la germinación de las semillas y la supervivencia de plántulas tratadas con esta herramienta debería contribuir a conseguir una mayor eficiencia y servir como apoyo para reducir el impacto de estas actuaciones.

Palabras clave

Quemas prescritas, intensidad, reclutamiento, resiliencia, bosque mediterráneo.

1. Introducción

Los incendios forestales son uno de los factores ecológicos que juegan un papel muy importante en la dinámica de la mayoría de los ecosistemas mediterráneos (BARNES y VAN LEAR, 1998). Las vastas repoblaciones de pino durante todo el siglo XX en conjunto con el abandono agrícola y ganadero de la mayoría de las zonas rurales del mediterráneo ha desencadenado un incremento de la continuidad horizontal y vertical de combustible. Por esta razón, se ha visto como

existía en las últimas décadas un incremento de los grandes incendios forestales, así como su dificultad para la extinción (PAUSAS, 2012). El implemento de herramientas pasivas en la extinción, como puede ser la creación de áreas cortafuegos o de áreas donde se realizan quemas controladas o prescritas, ha ayudado a través de la identificación de puntos de alta peligrosidad de ignición o propagación donde se ponen en prácticas este tipo de tratamientos para disminuir la carga de combustible, disminuyendo la posibilidad de grandes incendios (CASTOLDI *et al.* 2013; HANCOCK *et al.* 2009; KREMER *et al.*, 2014). La quema prescrita utiliza el fuego bajo unas condiciones predeterminadas de meteorología para llevar a cabo unos objetivos prefijados de intensidad del fuego y eliminación de combustible (RYAN *et al.*, 2013; VALOR *et al.* 2015). Si bien el uso de esta herramienta es ampliamente usado en otros países, con un gasto de recursos más eficiente en comparación con otras herramientas como el desbroce (LUCAS-BORJA *et al.* 2016), los efectos que pueden tener estas quemas en las dinámicas de crecimiento y regeneración de los pinares mediterráneos aún carecen de estudios de envergadura que los investiguen.

2. Objetivos

En este estudio se pretende estudiar la influencia de las quemas en la germinación y supervivencia temprana de tres especies pino, *Pinus nigra*, *P. halepensis* y *P. pinaster*. Para ello, y como objetivos secundarios se analizará la respuesta de las distintas procedencias de semilla a los distintos tratamientos, con semilla provenientes de zonas con mayor y menos precipitación que la zona de estudio para evaluar distintos escenarios posibles a la hora de favor la regeneración. Además, se identificará el papel de la depredación en este contexto, así como se verá cual es la influencia de distintas intensidades de quema en la germinación y supervivencia.

3. Metodología

Este experimento se llevó a cabo en 3 zonas de estudio de Castilla – La Mancha. Dos de ellas se sitúan en la Serranía de Cuenca dentro de los términos municipales de El Pozuelo y Beteta, en ambas se pueden observar masas con alturas de unos 15m de media y entre 60-80 años de edad. El sotobosque está caracterizado por diferentes especies como *Cistus laurifolius*, *Amelanchier ovalis*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Juniperus thurifera* entre otros. La masa está dominada por bosque mixto de *P. nigra* y *P. pinaster* en el caso de El Pozuelo y por una masa pura de *P. nigra* en el caso de la localización de Beteta. Por otro lado, la tercera localización se encuentra en el término municipal de Lezuza, dentro de la provincia de Albacete. En este caso se trata de una masa dominada por *P. halepensis* y *P. pinaster*, con un sotobosque de *Quercus coccifera*, *Q. ballota*, *Q. faginea*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* principalmente. La edad media y altura de la masa son 12 m y 40-50 años respectivamente.

En cada una de estas 3 zonas se establecieron 6 parcelas de cuadradas de 50 m, dentro de las cuales se establecieron de estudio 30 m de lado para el evitar el efecto borde del inicio y fin del fuego.

Estas parcelas se establecieron buscando cierta homogeneidad en todas ellas para evitar la influencia de otras variables. De estas 6 parcelas, tres permanecerían como control y tres de ellas se seleccionarían aleatoriamente para su tratamiento con la quema prescrita.

En cada una de estas parcelas se establecieron 10 unidades de siembra por parcela que se distribuyeron aleatoriamente por toda la parcela. En la figura 1 se puede ver un ejemplo de estas unidades de siembra. Cada una de ellas contiene 4 repeticiones en el mismo conjunto de semillas con el fin de observar los efectos de la depredación, la quema y las cenizas. Por lo tanto, la parte superior de la unidad estaban dos réplicas sembradas antes de que se iniciara el fuego y en la parte

de abajo después del fuego. Además, la parte izquierda se encuentra protegida en la jaula de alambre y la parte derecha sin ningún tipo de protección contra los depredadores.



Figura 2. Ejemplo de unidad de siembra. En la parte izquierda la caja de de protección contra depredadores,

Cada réplica estaba compuesta por hasta 5 tipos de semilla correspondientes a dos especies de dos o hasta tres procedencias diferentes para cada sitio, como se puede observar detalladamente en la figura 2. Por cada una de estas procedencias se sembraban 10 semillas en cada una de las réplicas de la unidad de siembra. De esta manera cada una de las zonas de estudio estuvo sembrada con procedencias de zonas más lluviosas y más secas con respecto a la zona de estudio. Cada una de las semillas, se sembró manualmente en un pequeño orificio en la interfaz suelo-hojarasca. Este trabajo se llevó a cabo justo antes y después de cada una de las quemas prescritas.

Posteriormente se realizaron conteos en los meses sucesivos para medir la germinación y la supervivencia temprana. La germinación se calculó como el porcentaje respecto de las 10 semillas que había germinado para cada una las procedencias en cada réplica. Por otro lado, la supervivencia temprana se calculó como el porcentaje de plántulas que habían sobrevivido respecto al conteo anterior en cada procedencia. A continuación, se realizó un análisis estadístico a través de modelos lineales generales, utilizando nivel de significación estadística del 5%.

Sitio	Especie	Procedencia	Origen
El Pozuelo y Beteta	<i>Pinus nigra</i>	Seco	Baza
		-	Cuenca
		Húmedo	Burgos
	<i>P. pinaster</i>	Seco	Moratalla
		Húmedo	Soria
Lezuza	<i>P. halepensis</i>	Seco	Almeria
		Húmedo	Cazorla
	<i>P. pinaster</i>	Seco	Moratalla
		Húmedo	Soria

Figura 2. Procedencias de las semillas por zona de estudio

Las quemas tuvieron lugar durante la primavera de 2016 y fueron ejecutadas por los Servicios Forestales de Castilla-La Mancha (ver imágenes de la misma en la figura 3). Las quemas fueron monitoreadas con HOBO termopares tipo K (0°C - 1250°C (±4.0°C)) para analizar el comportamiento del fuego, así como para obtener las temperaturas en distintos puntos de la quema.



Figura 3. Quemas prescritas llevadas a cabo en Lezuza en Abril 2016,

4. Resultados y Discusión

En primer lugar, podemos observar los resultados de la monitorización de las quemas. En la figura 4 se observan las temperaturas para las quemas de dos de las zonas de estudio. Cada una de las líneas indica la temperatura de un sensor durante la quema. Se puede observar como la mayoría de los sensores mantienen temperaturas superiores a 100°C por más de un minuto que, según la literatura, se considera un umbral a partir de cual existe una clara influencia del calor en la supervivencia y desarrollo de la semilla (MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al., 1995).

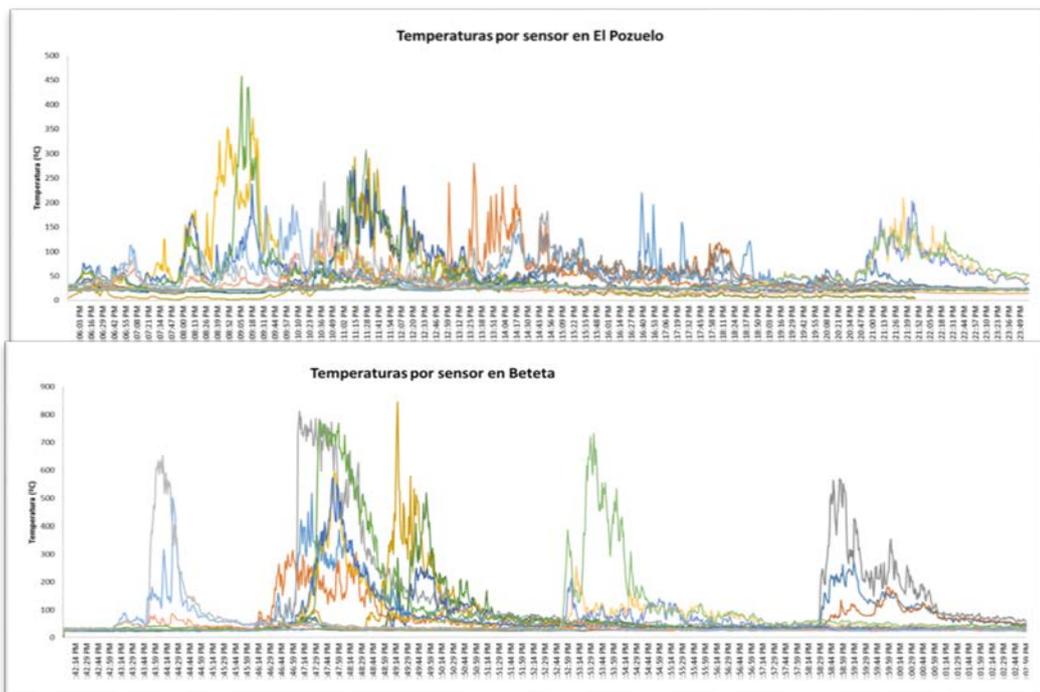


Figura 4. Temperaturas alcanzadas en los sensores de los termopares instalados durante las quemas de El Pozuelo y Beteta,

A continuando con los datos de germinación propiamente dichos. Podemos observar la figura 5 que nos muestra los datos de germinación para la especie *P. halepensis*, la cual se sembró solamente en la localidad de Lezuza. Diferentes letras encima de las columnas indican diferencias significativas para cada conjunto de columnas. En esta especie solo observa un patrón claro en la reducción de la viabilidad de las semillas para la procedencia húmeda, mientras que la procedencia seca no muestra ningún patrón de afectación. Resultados como los mostrados por HANLEY y FENNER (1998), demuestran un alto grado de afectación de las semillas al fuego, con tasas de germinación prácticamente nulas por encima de los 90°C. Lo cual justificaría parcialmente nuestros resultados. En este caso no se encontraron ninguna semilla que sobreviviera por lo que no se muestra gráfica de supervivencia para esta especie.

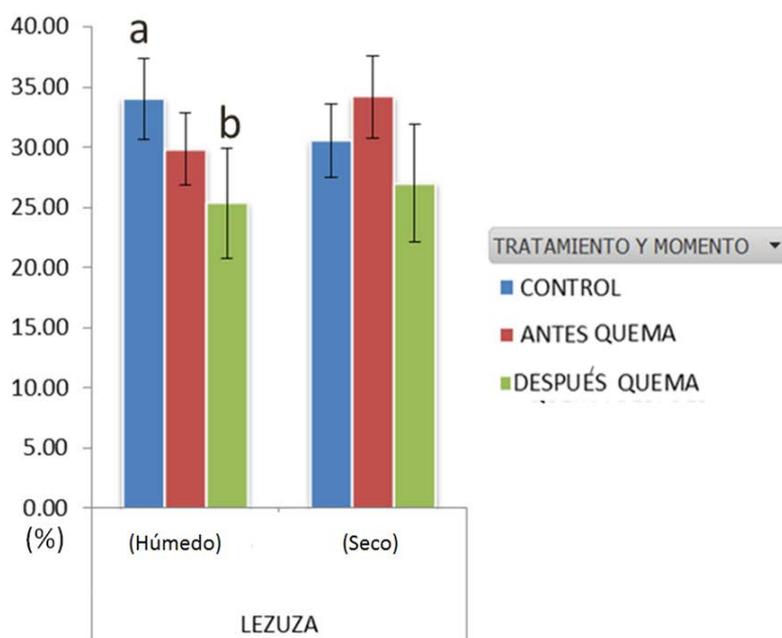


Figura 5. Germinación de *Pinus halepensis* en porcentaje por procedencia.

En segundo lugar, tenemos la figura 6 los resultados para la especie *P. nigra*. En este caso podemos observar el mismo patrón claro tanto las semillas como las plántulas tienen unas cantidades significativamente más bajas en la zona quemada respecto a la zona control. Además, dentro de la zona de quema, podemos ver como las semillas que han sido afectadas por el fuego germinaron y sobrevivieron mejor que aquellas que han sido depositadas sobre las cenizas después del paso del fuego. Con respecto a las procedencias no podemos observar diferencia significativa ni patrón claro en las mismas. LUCAS-BORJA 2016, mostró como la quema prescrita reducía significativamente las tasas de germinación y supervivencia, para dos masas una masa pura de *P. nigra* y una masa mixta de *P. nigra* y *P. pinaster*.

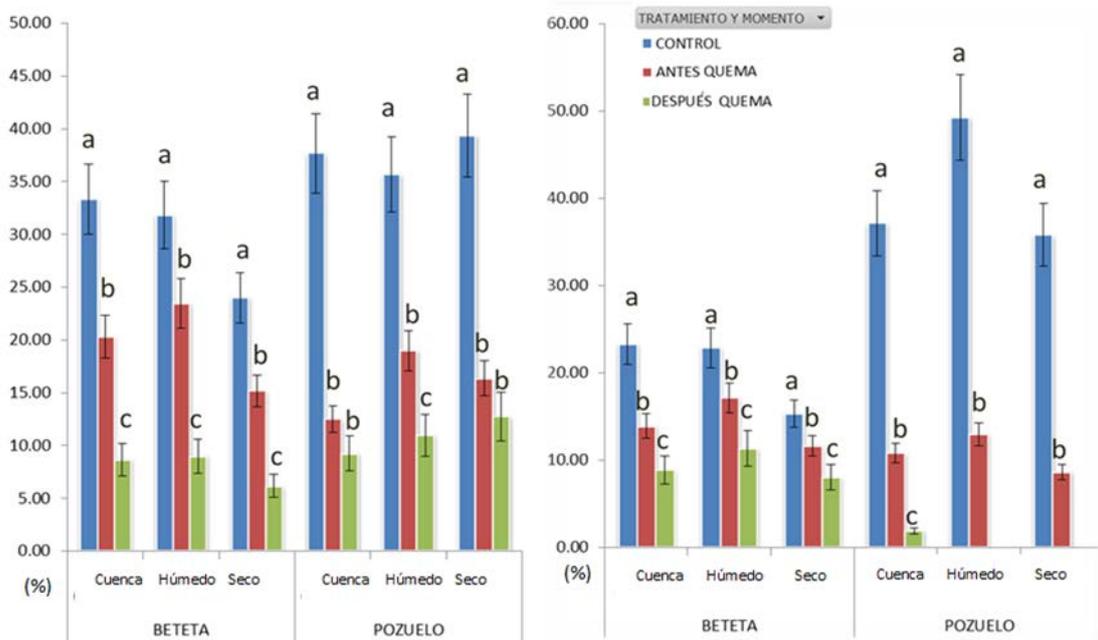


Figure 6. Germinación (izquierda) y Supervivencia temprana (derecha) de *Pinus nigra* en porcentaje por procedencia.

En la siguiente figura 7 se pueden observar también una clara reducción de la germinación y la supervivencia en la zona quemada. También se observan supervivencias extremadamente bajas para todas las semillas que se sembraron en la zona de cenizas después del fuego. Respecto a las procedencias, en este caso si se puede observar como la procedencia seca tienen unos resultados más altos que la procedencia humedad tanto como para germinación como para supervivencia. Esto podría tener semejanza con los resultados publicados por REYES y CASAL (2001), aunque en su caso no encontraron influencias significativas del suelo o la ceniza en la germinación y supervivencia.

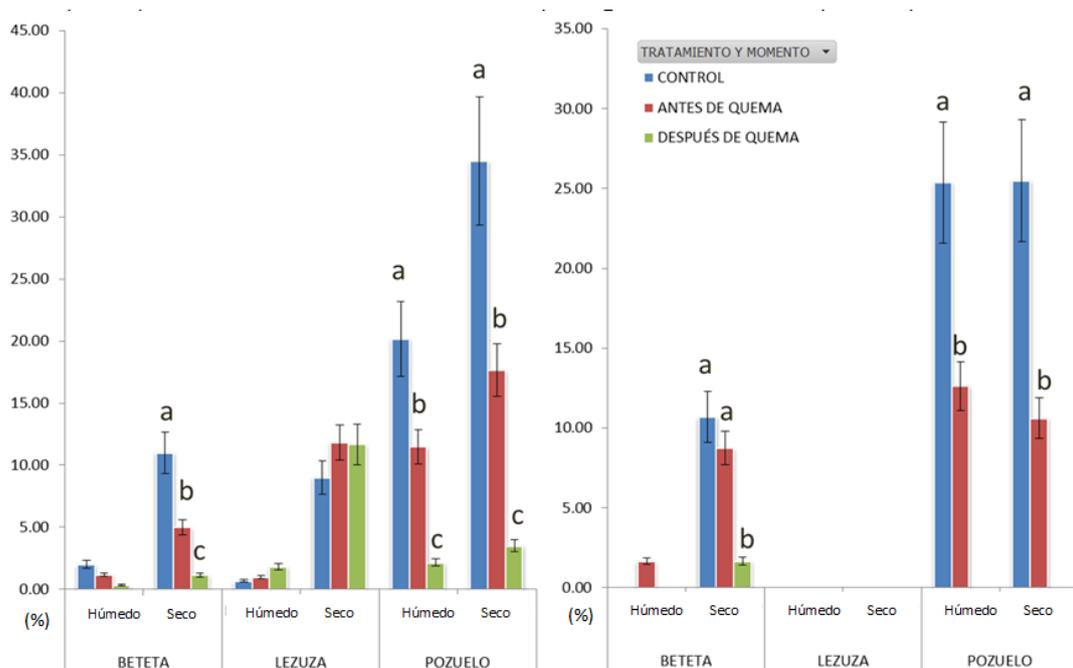


Figure 7. Germinación (izquierda) y Supervivencia temprana (derecha) de *Pinus pinaster* en porcentaje por procedencia.

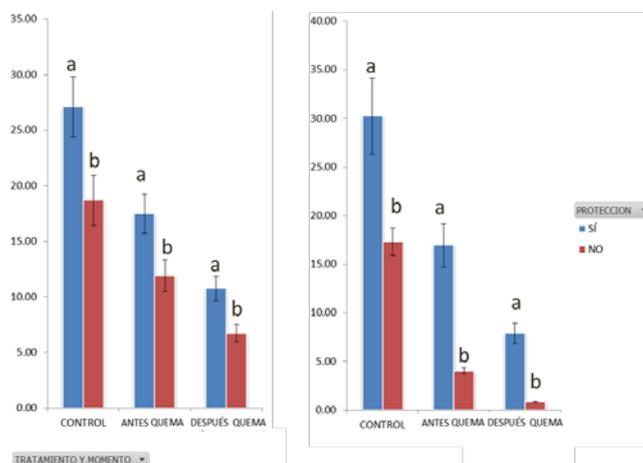


Figure 8. Efecto de la depredación en la germinación (izquierda) y Supervivencia temprana (derecha) de todas las especies.

En último lugar podemos observar la figura 8 donde se representa la depredación conjunta para todos los sitios en cada uno de los factores de tratamiento. Podemos percibir que la germinación experimenta tasas de depredación similares, en torno a un tercio de los individuos, para los 3 tratamientos. Sin embargo, en la gráfica izquierda para la supervivencia temprana podemos ver que mientras en la zona control las plántulas siguen teniendo una tasa de depredación similar, en torno al tercio de los individuos. En este caso ambas plántulas situadas en la zona quemada experimentan tasas de depredación del 80 y 90% para antes del fuego y después del fuego, respectivamente. Esto podría deberse a una facilidad para la mimetización con la hierba y otras plántulas del entorno en la zona control que se traduciría en una la sobreexposición de las plántulas a los depredadores como pueden ser roedores o aves. Estos resultados están en concordancia con los estudios realizados por ACHERAR *et al.* 1984, donde se podía ver una disminución de hasta 80% atribuida a la pérdida de individuos por depredación. En la misma dirección LUCAS-BORJA *et al.* 2016, demostró como el tratamiento de quema prescrita tenía una alta influencia en la depredación incrementándola hasta el doble.

5. Conclusiones

La afectación de las quemas a regeneración parece clara para todas las especies y procedencias. A pesar de lo preliminar de estos datos y la inclusión de causas ambientales como la sequía en la nula supervivencia en la localidad de Lezuza se puede concluir que existe una fuerte disminución de tanto de la germinación como la supervivencia por la quema. Además, el momento de la quema respecto a la dispersión semillas parece tener un papel importante en su viabilidad lo que debe ser teniendo en cuenta a la hora de la realización del plan de actuación. Finalmente, el papel de la depredación parece ser también decisivo, probablemente por la sobreexposición de las plántulas que se encuentran en la zona quemada y que carecen la mimetización con el entorno de las que se establecen en la zona control.

6. Agradecimientos

Agradecemos a los Servicios Forestales de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha por su labor durante la planificación y realización de las quemas. También a la financiación del Proyecto Nacional de investigación: Reducción de la Severidad del Fuego Mediante Nuevas Herramientas y Tecnologías para la Gestión Integrada de la Protección contra los Incendios Forestales “GEPRIF” del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad (Reto de Seguridad y Calidad Alimentaria, Actividad Agraria Productiva y Sostenible, Sostenibilidad de los Recursos Naturales e Investigación Marina y Marítima) del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (RTA2014-00011-C06)). Por último, agradecer a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM) de la Universidad de Castilla La Mancha, así como la financiación de este contrato doctoral a través del marco del Plan Propio de I+D+i de la UCLM y cofinanciado por el Fondo Social Europeo.

7. Bibliografía

BARNES, T.A., VAN LEAR, D.H., 1998. Prescribed fire effects on advanced regeneration in mixed hardwood stands. *Southern J. Appl. Forestry* 22, 138–142.

CASTOLDI, E., QUINTANA, J.R., GARCÍA, M.R., MOLINA, J.A., 2013. Early post-fire plant succession in slash-pile prescribed burns of a sub-Mediterranean managed forest. *Plant Ecol. Evol.* 146, 272–278.

HANLEY, M. E., & FENNER, M. (1998). Pre-germination temperature and the survivorship and onward growth of Mediterranean fire-following plant species. *Acta Oecologica*, 19(2), 181-187.

KREMER, N.J., HALPERN, C.B., ANTOS, J.A., 2014. Conifer reinvasion of montane meadows following experimental tree removal and prescribed burning. *For. Ecol. Manage.* 319, 128–137.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J., MARÍN, A., HERRANZ, J. M., FERRANDIS, P., & HERAS, J. (1995). Effects of high temperatures on germination of *Pinus halepensis* Mill. and *P. pinaster* Aiton subsp. *pinaster* seeds in southeast Spain. *Plant Ecology*, 116(1), 69-72.

LUCAS-BORJA M.E., MADRIGAL J., CANDEL-PÉREZ D., JIMENEZ E., MOYA NAVARRO D., DE LAS HERAS J., GUIJARRO M., FERNÁNDEZ C., VEGA J.A., HERNANDO C., 2016. Effects of prescribed burning, soil preparation and seed predation on natural regeneration of Spanish black pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) in pure and mixed forest stands. *Forest Ecology and Management*, 378: 24–30.

PAUSAS, J. G. (2012). Incendios forestales. Una visión desde la ecología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España).

REYES, O., & CASAL, M. (2001). The influence of seed age on germinative response to the effects of fire in *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus*. *Annals of Forest Science*, 58(4), 439-447.

RYAN, K.C., KNAPP, E.E., VARNER, M.C., 2013. Prescribed fire in North American forests and woodlands: history, current practice, and challenges. *Front. Ecol. Environ.* 11 (Online Issue 1), e15–e24.

VALOR, T., GONZÁLEZ-OLABARRIA, J.R., PIQUÉ, M., 2015. Assessing the impact of prescribed burning on the growth of European pines. *For. Ecol. Manage.* 343, 101–109.