



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-461

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

PROYECTO RODENAL: “Restauración de terrenos afectados por incendios forestales”

CARRILLO PATIÑO, A.¹, SERRADA HIERRO, R.², RINCÓN HERRANZ, A.³,
HERNANDO LARA, C.⁴, VEGA HIDALGO, J.A.⁵

¹ Subdirección de I+D+i. Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA), c/ Julián Camarillo 6b, 28037 Madrid.

² Grupo de Investigación en Ecología y Gestión Forestal Sostenible. EUIT Forestal - UPM Madrid.

³ Departamento de Sistemas y Recursos Forestales. CIFOR. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Centro de Investigación Forestal, Carretera de La Coruña km 7, 28040 Madrid.

⁴ Departamento de Protección Forestal. CIFOR. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Centro de Investigación Forestal, Carretera de La Coruña km 7, 28040 Madrid.

⁵ Centro de Investigación e Información Ambiental de Galicia, Lourizan . Apdo 127, 36080. Pontevedra.

Resumen

Los grandes incendios forestales, pese a su reducido número, se repiten con cierta frecuencia cada año y producen graves impactos ambientales y económicos. La gestión efectiva de los trabajos posteriores en las zonas incendiadas es fundamental para el éxito de la regeneración de la cubierta vegetal afectada.

A fin de aportar criterios para la toma de decisiones, basados en el estudio de las condiciones de la estación y del estado de la masa (severidad del incendio, edad, banco de semillas existente, etc.) se inició, en 2006, el proyecto de I+D RODENAL, desarrollado desde TRAGSA en colaboración con el INIA, el IRN/CSIC, el CINAM y la UPM, y con el apoyo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Se intenta, así, integrar y aproximar conocimientos existentes sobre regeneración post-incendio desde el ámbito científico a las entidades responsables de su gestión y ejecución.

El proyecto ha permitido abordar el problema a través del conocimiento de factores ecológicos propios del lugar, de las características y severidad del incendio y de los trabajos de apeo y saca de madera realizados posteriormente, para la obtención de un modelo que permita agilizar y sistematizar la respuesta ante los grandes incendios, en cuanto a la restauración de la superficie afectada se refiere. La comunicación presentada resume la metodología y resultados generales del proyecto.

Palabras clave

Rodenal, incendio forestal, regeneración natural, protocolos, *Pinus pinaster*, *Quercus pyrenaica*.

1. Introducción

Los grandes incendios forestales constituyen hoy en día un fenómeno de importancia creciente. Al hecho de que a un número pequeño de sucesos se le asocia la mayoría de la superficie anual afectada -según MMA (2008) en 2007 los incendios de más de 500 ha supusieron un 0,15% del total y afectaron al 60,66% de la superficie recorrida por el fuego-, se le une el previsible aumento de su frecuencia debido a factores asociados al cambio climático (MORENO, 2005) así como a los cambios sociales que vienen produciéndose en las áreas rurales desde la segunda mitad del siglo XX (VÉLEZ, 2000).

De todo esto se deriva la necesidad de replantear los esfuerzos y estrategias utilizados en la gestión de incendios forestales, desde planes de protección, a extinción y gestión de las áreas afectadas para su restauración.

En este contexto, se consideró la realización de un proyecto de I+D dirigido a facilitar la toma de decisiones de gestores y responsables de ejecución de proyectos y obras, proporcionando para ello una base fundamentada en los conocimientos científicos existentes, complementándolos con los generados en este caso particular del incendio de los Rodenales del Ducado (Guadalajara, 2005). El proyecto integra las aportaciones de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigación e Información Ambiental de Lourizán (CINAM), el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y la Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA). Su ejecución ha sido igualmente posible gracias al apoyo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

2. Objetivos

El objetivo principal del Proyecto es integrar y aproximar conocimientos existentes, sobre regeneración post-incendio, desde el ámbito científico a las entidades responsables de su gestión y ejecución, así como aportar criterios para la toma de decisiones, partiendo del estudio de las condiciones de la estación y del estado de la masa (severidad del incendio, edad, banco de semillas existente, etc.).

El problema se aborda a través del estudio del efecto de distintas actuaciones de apoyo a la regeneración natural, de la severidad del fuego y de la respuesta de la comunidad de hongos ectomicorrícicos (EM) asociados al regenerado. Además, se evalúa el efecto de la inoculación con un hongo EM seleccionado y de otras prácticas viverísticas sobre la producción de *Pinus pinaster* en contenedor, para su instalación en la zona.

3. Metodología

Se partió del conocimiento y la caracterización general de los tipos de monte afectados por el incendio que, en julio de 2005 afectó a 12.847 ha de los términos municipales de Ablanque, Anguita, Anquela del Ducado, Ciruelos del Pinar, Cobeta, Luzón, Mazarete, Riba de Saelices y Selas (todos ellos en la provincia de Guadalajara), centrando el estudio sobre los tres tipos más representados: masas de pino rodeno resinado en estado de fustal (PV en adelante), regenerado en estado de latizal alto (PJ), y masas mixtas o puras de monte bajo de rebollo y/o quejigo (MB). Estos tipos de monte se describen en SERRADA et al (2009). Las especies tratadas están ampliamente representadas en la Península Ibérica (ALÍA, 1999) y, en consecuencia, muy afectados por la problemática de los grandes incendios (SERRADA et al, 2008). En relación con estos tipos de monte se instaló una serie de parcelas permanentes, tal y como se describe más adelante.

Por otra parte, se identificó un área representativa del incendio en cuanto a pendiente y litofacies, homogénea y suficientemente extensa que contuviese tres niveles de severidad diferenciados consecutivamente, donde se escogió una ladera cubierta por masa de *Pinus pinaster* en estado de fustal (574 pies/ha y área basimétrica 22 m²/ha).

Dispositivo experimental

Para el estudio de los diferentes tratamientos y tipos de monte, se instalaron 15 bloques de inventario (cinco repeticiones por tipo de masa) sobre zonas homogéneas, previamente ubicadas en los tipos de monte seleccionados (PJ, PV y MB). En cada bloque se efectuaron cuatro tratamientos (tres para MB) de apoyo a la regeneración, previos a la primera nascencia, en parcelas cuadradas de 40 m x 40 m: apeo y saca de madera con acordonado de restos (C), siembra a voleo (sólo sobre PJ y PV) con semilla de procedencia de la zona y dosis de 2 kg/ha, añadido al tratamiento C (CS), acotado de la parcela mediante cierre cinético, añadido a los tratamientos CS (en el caso de PJ y PV) o C (en el caso de MB), y testigo, sin intervención (T). En uno de los bloques sobre MB (MB1) el tratamiento realizado fue una disminución de la densidad a modo de resalveo (densidad final de 400 pies/ha), en lugar de recepe. Los bloques fueron amojonados, dando lugar a un dispositivo de parcelas permanentes que permiten la realización de inventarios comparativos en años sucesivos.

Para el estudio del efecto de la severidad del incendio, en la ladera elegida se seleccionaron tres zonas contiguas de pinar, que presentaban tres niveles de severidad del fuego: Bajo (S1), con copas no soflamadas o sólo parcialmente en algunos individuos, y bajo nivel de afectación del suelo; Medio (S2) con chamuscado total de copa y signos de un mayor grado de perturbación del suelo, y Alto (S3), con entorchamiento de las copas, combustión de la masa foliar, y una casi absoluta desprotección del suelo mineral. A lo largo de estas tres zonas, se situaron tres transectos de unos 300 m de longitud, en curva de nivel, separados aproximadamente 50 m entre sí, y se instalaron sobre ellos 80 parcelas de 5 m x 5 m, 20 por cada nivel de severidad, más 20 adicionales sobre el nivel de severidad más bajo, como testigo no cortado (S1SC).

Paralelamente, se produjeron un total de 1.600 plantas de *P. pinaster* en el vivero de TRAGSA en San Fernando de Henares (Madrid), para evaluar el efecto de la inoculación con el hongo ectomicorrízico *Rhizopogon luteolus* (recogido en pinares no afectados por el incendio en El Rodenal y aplicado en forma de inóculo de esporas) y la calidad del agua de riego (depurada o embalsada) sobre el desarrollo de las plantas. Parte de estas plantas se instalaron en dos parcelas experimentales de características contrastadas: a) antiguo vivero de Ciruelos y b) Barranco de los Infiernos, en la zona de El Rodenal. El diseño experimental de las parcelas fue de bloques al azar (2 bloques por parcela) en los que se dispusieron un total de 6 tratamientos.

Toma de datos y tratamiento estadístico

Se hizo un seguimiento espacio-temporal por inventarios periódicos sobre los bloques replanteados para la comparación de cuatro tratamientos preemergencia (15 bloques), que consistió en: toma de datos inicial, inmediatamente posterior a la primera nascencia, inventarios anterior y posterior al periodo estival del primer año, y un único inventario de seguimiento posterior al periodo estival, los dos años siguientes. Las mediciones se centraron en subparcelas cuadradas de 1,5 m x 1,5 m (25 en cada parcela) según se describe en (SERRADA et al, 2009). Se realizó el conteo del número total de brinzales, golpes y brotes de rebollo, así como las alturas media y dominante en cada subparcela. Posteriormente a cada inventario se realizó su análisis estadístico, completado a través de comparaciones sucesivas de las muestras.

Se llevó, también, a cabo un estudio del efecto del tratamiento C en contraste con la no intervención (T) sobre las masas de *P. pinaster*, cuya metodología se incluye en MADRIGAL et al. (2009), incluyendo el seguimiento de 100 plántulas etiquetadas en cada parcela, y la toma de datos generales y locales, de gran relevancia en la regeneración post-incendio según

MADRIGAL (2005), alrededor de las plántulas etiquetadas. Ello permitió evaluar la emergencia inicial de *P. pinaster* en relación con el tipo de masa y de tratamiento con dos niveles diferenciados de severidad de fuego, así como indagar en la predicción de la densidad inicial en relación con el espesor de la capa orgánica LFH (hojarasca *litter* y materia orgánica en descomposición parcial *fermentation*, o total *humus*), mediante el ajuste de los resultados a modelos logísticos de presencia/ausencia. La supervivencia se estudió por comparación de curvas entre tratamientos, por el método Kaplan-Meier según se describe en MADRIGAL (2009).

Los trabajos relacionados con el efecto de la severidad y corta post emergencia del arbolado en pie se realizaron mediante mediciones periódicas (antes y después de cada periodo estival) durante las tres anualidades posteriores al incendio, en la ladera de severidades. En cada parcela de 5 m x 5 m se etiquetaron 50 plántulas, se anotaron las características del regenerado, y se recogió información sobre las características de las parcelas, severidad del fuego, etc. Se monitorizó la temperatura del suelo y la pluviometría durante el periodo de estudio. La hojarasca fue retirada completamente en la mitad de las parcelas, mientras que en la otra mitad se mantuvo o se aportó, con el fin de comprobar el efecto de esta capa en la evolución del regenerado. Se estudió mediante ANOVA de medidas repetidas el efecto de tres niveles de severidad y la existencia de una capa de hojarasca sobre la regeneración inicial, el microclima y las variables edáficas. El efecto de la severidad sobre la mortalidad de las plántulas y su probabilidad de supervivencia fueron analizados mediante las pruebas de Friedman y Kruskal-Wallis y Kaplan-Meier respectivamente. Se describe la metodología en VEGA et al (2009).

Paralelamente, en cada nivel de severidad (S1, S1SC, S2 y S3) se muestrearon 27 plantas del regenerado de *P. pinaster* en Otoño de 2006 y 63 en Primavera de 2007 y 73 en Otoño de 2007, para evaluar su grado de micorrización y caracterizar los morfotipos de hongos EM asociados. Una vez clasificadas por morfotipos, las muestras de ectomicorizas se caracterizaron mediante análisis molecular (amplificación de la región ITS por PCR, análisis de restricción RFLP y secuenciación). Se caracterizó la comunidad de hongos EM y se estudió su dinámica temporal (frecuencia y abundancia de cada morfotipo) asociada a plantas de 1, 2 y 3 años y su patrón de distribución.

Finalmente, se evaluó la producción y repoblación con planta de *P. pinaster*, producida bajo 6 tratamientos: inoculación con *R. luteolus*; calidad de agua de riego -agua depurada del grifo (AG); agua embalsada del río Henares (AR)-, y sustrato -sólo para el tratamiento AR, con esterilización o sin esterilización de sustrato- mediante un experimento factorial en vivero, y, posteriormente, en las dos parcelas experimentales de campo (“Vivero de Ciruelos” y “Barranco de los Infiernos”), donde se midió la altura inicial en el momento de la plantación y se realizó el seguimiento de la mortalidad y el crecimiento al cabo de 7 meses. Los detalles de esta experiencia se recogen en RINCON et al (2009b).

4. Resultados y discusión

En la regeneración inicial de *P. pinaster* Ait.

En general, se ha encontrado una gran variabilidad entre los distintos bloques de inventario sobre masas de pinar, lo que podría ser explicado por las características de la estación (pedregosidad superficial, pendiente, tipo de suelo) y el grado de severidad del fuego de cada uno de los bloques. No se observaron diferencias significativas de densidad de regenerado al comparar los tratamientos.

En la comparación entre tratamiento de corta (C) y no intervención (T), se observó una fuerte interacción entre el nivel de severidad y el tratamiento, influyendo negativamente en el caso de las severidades más altas, pero beneficiando, sin embargo, a la regeneración inicial en las severidades más bajas. La capa LFH se reveló claramente significativa, a escala de parcela, para la predicción de densidad inicial en las parcelas testigo, aunque no en las parcelas cortadas, probablemente por la interferencia de la saca en el espesor medio de la hojarasca y mantillo. No obstante, el modelo logístico de presencia/ausencia probado, permitió afirmar que espesores de hojarasca y mantillo superiores a 2 cm están directamente relacionados con una probabilidad superior al 80 por ciento de presencia de regenerado de *P. pinaster*, independientemente del tipo de masa y tratamiento considerado (OCAÑA et al, 2007).

Por otro lado, en la ladera de severidades (tratamiento de corta post-emergencia) las variables más influyentes en el número de plántulas emergentes en la primera nascencia fueron el tamaño del banco de semillas aéreo y, en bastante menor medida, la pedregosidad de la parcela y el nivel de cobertura de hojarasca del suelo. De acuerdo con ello, los valores de regeneración encontrados la primavera siguiente al incendio fueron máximos sobre S2, mientras que sobre S3 se obtuvieron valores significativamente más bajos. En S1 los valores fueron intermedios.

En la regeneración inicial de *Q. pyrenaica* Willd.

Se ha encontrado nuevamente mayor variabilidad entre bloques que entre tratamientos, lo que es atribuible a diferencias en el estado vegetativo y de la calidad y espesura de la masa afectada. En todo caso, la densidad ha sido muy elevada y más que suficiente para conformar a posteriori una masa de espesura suficiente. Desde el segundo año tras el incendio se observa una diferenciación sociológica, de forma que, de modo global, tras el segundo periodo estival sólo un 42% de los brotes nacidos durante el primer año superaron la mitad de la altura media de cada golpe o grupo de brotación. En general, no hubo diferencias significativas de alturas media y dominante con el tipo de tratamiento aunque sí en función de los bloques.

En la densidad, la mortalidad y la supervivencia en *P. pinaster* Ait.

En los bloques para el análisis de tratamientos, se encontró una tendencia a una mortalidad superior en las parcelas testigo, frente a las parcelas con tratamiento C, que se puso de manifiesto, tanto para pinar joven como para pinar viejo, (23% en parcelas testigo, 17% en parcelas con tratamiento de corta). Los resultados sobre supervivencia obtenidos posteriormente por el método Kaplan-Meier incluyendo el año 2007 mostraron, igualmente, que la probabilidad de supervivencia en el mes 24 para el tratamiento de corta era significativamente mayor que en el testigo en los dos tipos de masa como se describe en MADRIGAL et al, 2009. En relación con la severidad, pareció haber una interacción entre ésta y el tratamiento de corta y saca, realizado con anterioridad a la primera nascencia, de modo que en las parcelas T la severidad no pareció tener efecto sobre la mortalidad, mientras que en las cortadas la mortalidad fue menor en las parcelas afectadas por fuego con severidad baja, que propició una capa de hojarasca y mantillo remanente (capa LFH).

En la ladera de severidades, las parcelas cortadas sobre severidad baja (S1C), son las que presentaron al final del periodo de estudio mayores valores promedio de mortalidad. Por su parte, las parcelas sobre S1SC presentaron valores similares a los de S3. La menor mortalidad se presentó en las parcelas sometidas a una severidad media. El efecto inmediato de la corta en la mortalidad fue similar al del primer verano, si bien fue significativamente

menor en S2 que en S1C, S1SC y S3. Durante los meses siguientes se añadió un efecto de mortalidad diferida, por daños en las plantas, producidos por los trabajos de apeo y saca (defoliación, doblado, despuntado, etc.). La mayor mortalidad en S1 se puede explicar por el mayor impacto de las operaciones de corta de un arbolado que, al verse menos afectado por el incendio (severidad baja), mantenía, un año después, mayor ramaje y biomasa aérea, mientras en S3, donde el arbolado fue totalmente chamuscado por el incendio, se explica por una mayor desprotección del suelo.

En el desarrollo en *P. pinaster* Ait.

En el estudio centrado sobre los tratamientos C, CS, CSC y T se encontraron diferencias significativas en los primeros inventarios para pinar viejo entre T y el resto, diferencias que en el último inventario se habían anulado. Se muestra así, un retraso en el crecimiento de las plántulas de pino en estas condiciones. En las masas de pinar joven, no se encontraron estas diferencias. En general se ha podido comprobar una altura media menor en las parcelas anteriormente ocupadas por pinar joven que en las ocupadas por pinar viejo.

En la ladera de severidades, los mayores crecimientos en altura se produjeron sobre S3, seguida por S2, superior a su vez que en las afectadas por la menor severidad (tanto sometidas a tratamiento como control). En cambio no fue significativa la presencia o no de hojarasca, ni su interacción con la severidad. En esta ladera, se observó una activación del crecimiento de todas las plántulas a partir de la segunda primavera siguiente al incendio (2007), momento desde el que el crecimiento de las plántulas sobre S3 fue significativamente superior al de S1C y S1, parcelas en que se pone de manifiesto un notable retraso respecto a las otras severidades en el último período de estudio. La razón de esta respuesta podría estar en una combinación de diferentes factores, tales como competencia menor, mayor disponibilidad de nutrientes, mayor desarrollo del sistema radical, etc. en las áreas más severamente afectadas por el fuego. La corta no se tradujo en una reducción de la altura y sólo se detectó un ligero aumento en S3, posiblemente debido a un mayor impacto de los trabajos sobre las plantas más pequeñas.

En la comunidad de hongos EM

En todos los niveles de severidad, el porcentaje de micorrización de las plantas fue muy elevado (70 % de ectomicorrizas por planta). Al final de la primera estación de crecimiento (otoño 2006), la mitad de las plantas estaban micorrizadas por un hongo y la otra mitad por dos hongos distintos, mientras que en el segundo año (primavera 2007 y otoño 2007) la mayoría de las plantas estaban colonizadas por un solo hongo, probablemente debido a una menor disponibilidad de raíces “colonizables” durante el segundo año. Se detectó una elevada riqueza de especies fúngicas con la identificación de un total de 45 morfotipos distintos de hongos EM (33% Ascomycetes y 60% Basidiomycetes). Este parámetro fue en ligero aumento en los distintos muestreos. Todos estos resultados reflejaban la existencia de una alta disponibilidad de inóculo de hongos EM en el suelo tras el incendio, probablemente en forma de propágulos resistentes ubicados en las capas minerales más profundas del suelo.

La comunidad de hongos EM estaba dominada por grupos oportunistas y altamente competitivos como teléforas, ascomicetos pirófitos (*Wilkinsonia mikolae*) y hongos hipogeos con gran capacidad de dispersión (*Rhizopogon luteolus* y *Tuber* sp.). Además de por la fecha de muestreo, la diversidad de los hongos se vio afectada por la pendiente, aunque no por la severidad del incendio. Los factores estudiados afectaron de forma desigual a la frecuencia y abundancia de las distintas especies, aunque se detectó una mayor sensibilidad a la alteración ambiental para las especies *L. deliciosus* y *Tuber* sp.

En el ensayo de producción e instalación de planta

La metodología empleada para la inoculación con *R. luteolus* permitió la micorrización del 90-100% de las plantas, con porcentajes de ectomicorrizas por planta entre el 55 y 77%. Entre las plantas control, sólo un 55-67% resultaron micorrizadas, con porcentajes de ectomicorrizas no superiores al 25 %. En general, no se detectó un efecto significativo de la inoculación sobre el crecimiento de las planas. Por el contrario, la calidad del agua de riego sí afectó significativamente a la mayoría de los parámetros evaluados. Las plantas regadas con agua depurada (AG) mostraron un crecimiento significativamente menor que las tratadas con agua del río (AR). Respecto al contenido de nutrientes en las acículas, la inoculación no tuvo efecto significativo, mientras que el tratamiento de riego sí, y el contenido de todos los nutrientes (excepto el N) fue mayor en el tratamiento AR, en comparación con AG. Se observó una interacción significativa entre calidad de agua de riego e inoculación para el contenido de nutrientes. La esterilización del sustrato (sólo testada en tratamiento AR), disminuyó al 35% el porcentaje plantas micorrizadas en el tratamiento control, con porcentajes de micorrizas entre 20 y 35%, mientras que en las plantas inoculadas se obtuvo un 100% de planta micorrizada con porcentajes del 60-65%. La esterilización del sustrato supuso una reducción significativa del crecimiento de las plantas.

En campo, tanto inoculación como calidad de riego sí tuvieron efecto significativo, observándose además interacciones entre ambos factores. La inoculación con tratamiento AG mostró valores de crecimiento significativamente inferiores, mientras que no se encontró efecto bajo tratamiento AR. Respecto de la calidad del agua, el crecimiento del tratamiento AR fue significativamente mayor que el de AG, efecto que fue más evidente para las plantas inoculadas con el hongo. La esterilización del sustrato redujo significativamente el crecimiento respecto al sustrato no autoclavado.

5. Conclusiones

Tipo de masa previa al incendio, estación y severidad del fuego son aspectos que deben ser tenidos en cuenta en la toma de decisiones para la restauración de zonas afectadas por incendios forestales ya que las consecuencias en el regenerado de los trabajos de apoyo post-incendio (realizados antes o después de la emergencia inicial) van a estar relacionadas con ellos.

En *Pinus pinaster* la no intervención en la masa después del incendio o el retraso de la misma puede tener consecuencias en un aumento de la mortalidad en el regenerado, y en su desarrollo, especialmente allá donde el arbolado es más pesado, como puede ocurrir en las zonas afectadas por un fuego de severidad moderada, o donde el suelo está más desprotegido, como consecuencia de niveles de severidad muy altos.

El rebrote de *Quercus pyrenaica* tras el incendio está ante todo relacionado con el estado previo de la masa y factores estacionales. Además durante los primeros años se produce una diferenciación sociológica de forma natural, lo que desaconseja una intervención temprana sobre la regeneración, que propiciaría una nueva brotación, con un aumento de la competencia y, en consecuencia, un previsible perjuicio para el estado vegetativo general.

La existencia de propágulos de hongos EM, jugó un papel importante en el regenerado, posiblemente por la resistencia al fuego o el efecto inductor de la geminación de éste. La producción de planta micorrizada con hongo recolectado en el área de estudio según la

metodología empleada resultó efectiva si bien no se manifestó en un incremento en el crecimiento de las plantas, como sí hizo el riego con agua rica en nutrientes.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha su apoyo en el desarrollo del proyecto RODENAL, y las facilidades prestadas para la realización de los distintos tratamientos e instalación de los dispositivos experimentales.

7. Bibliografía

ALÍA R.; MARTÍN S.; DE MIGUEL J.; GALERA R.; AGÚNDEZ D.; GORDO J.; SALVADOR L.; CATALÁN G.; GIL A., 1996. *Regiones de procedencia Pinus pinaster Aiton*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. 75 pp. Madrid.

MADRIGAL J.; VEGA J.A.; HERNANDO C.; FONTURBEL T.; DÍEZ R.; GUIJARRO M.; DÍEZ C.; MARINO E.; PEREZ J.R.; FERNÁNDEZ C.; CARRILLO A.; OCAÑA L.; SANTOS I.; 2009. *Efecto de la corta a hecho y la edad de la masa en la supervivencia de regenerado de Pinus pinaster Ait. Tras el gran incendio del Rodenal de Guadalajara*. Actas del V Congreso Forestal Español. Ávila.

MADRIGAL J.; HERNANDO C.; VEGA J.A.; 2005. *Diseño de una metodología para la obtención de modelos de regeneración de especies arbóreas tras grandes incendios forestales: Aplicación al caso de Pinus pinaster Ait*. Actas del IV Congreso Forestal Español, Zaragoza.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2008. *Los incendios forestales en España año 2007*, pp 9. Madrid.

MORENO JM.; coordinador; 2005 *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, 581-617. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Madrid.

OCAÑA L.; SANTOS I.; CARRILLO A.; SERRADA R.; AGUILAR V.; HERNANDO C.; GUIJARRO M.; MADRIGAL J.; MARINO E.; VEGA J.A.; PÉREZ J.R.; FONTURBEL T.; FERNÁNDEZ C.; PUEYO J.J.; VALLADARES F.; RINCÓN A.M., 2007. *Propuesta de técnicas a utilizar en la restauración de terrenos afectados por incendios forestales: aplicación al incendio del Rodenal de Guadalajara*. En: IV Congreso Internacional sobre Incendios Forestales. 13-17 de mayo. Sevilla.

RINCÓN A.; PUEYO J.J.; VEGA J.A.; CARRILLO, A.; y OCAÑA, L.; 2009a *Comunidad de hongos ectomicorrícicos asociada al regenerado natural de Pinus pinaster tras el incendio ocurrido en la comarca de El Rodenal (Guadalajara)*. Actas del V Congreso Forestal Español. Ávila.

RINCÓN A.; SERRADA R.; ZAMORANO A.; CARRILLO, A.; y OCAÑA, L.; 2009b *Ensayo de producción e instalación de planta de pino rodeno con diferentes inoculaciones y riegos. Material obtenido de la comarca de El Rodenal (Guadalajara)*. Actas del V Congreso Forestal Español. Ávila.

VEGA J.A., MADRIGAL J., FONTURBEL T., HERNANDO C., PEREZ J.R., GUIJARRO M., FERNÁNDEZ C., DÍEZ C., MARINO E., CARRILLO A., OCAÑA L., SANTOS I.,

2009. *Efecto de la severidad del incendio y la corta a hechi del arbolado sobre la supervivencia del regenerado de P. pinaster Ait. después del gran incendio del Rodenal de Guadalajara.* Actas del V Congreso Forestal Español. Ávila.

VELEZ, R; coordinador; 2000. *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.* McGraw Hill. Madrid