



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1811

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Caracterizando el régimen de incendios forestales usando fuentes históricas, geográficas y dendrocronológicas: aplicación a bosques de pino laricio en la provincia de Cuenca

MADRIGAL J. (1), CASTELLANO I. (2), DE PAULA S. (1), RUBIO A. (3), MATEO J.F., (2), ANA CARMEN DE LA CRUZ (1), MERCEDES GUIJARRO (1), VALERIANO C. (4), CAMARERO J.J. (4)

(1) ICIFOR-INIA (CSIC)

(2) SERVICIO DE MEDIO AMBIENTE DE CUENCA. JUNTA DE CASTILLA-LA MANCHA

(3) Universidad Politécnica de Madrid. ETS de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural

(4) Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

Resumen

El conocimiento del régimen de incendios forestales (recurrencia, intensidad, severidad, tamaño, estacionalidad) es un dato básico para la planificación de su prevención, particularmente a escala provincial. Tradicionalmente se ha usado el dato procedente de la Base de Datos de Incendios Forestales del MITECO (1974-actualidad). Sin embargo, la necesidad de fomentar programas de quemas prescritas, así como planificar restauraciones tras grandes incendios, implican un cambio de mentalidad para conocer el régimen espacio-temporal con más profundidad, así como la resiliencia al fuego de las masas gestionadas dentro de un contexto histórico. Se presenta la metodología realizada en varios sitios de la provincia de Cuenca basada en la prospección de datos históricos contrastada con datos dendrocronológicos para reconstruir incendios desde el siglo XIX. Se seleccionaron masas dominadas por *Pinus nigra* que conservaran cicatrices de incendios antiguos con reseñas históricas. Esta metodología permite reconstruir el régimen de incendios combinando datos históricos y dendroecológicos así como planificar la gestión de estas masas para conocer su potencial resiliencia en escenarios de cambio global

Palabras clave

Cambio Global, cicatrices de incendios, fuego de superficie, quemas prescritas, reconstrucción de perímetros de incendios, Recurrencia de incendios

1. Introducción

El pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) es una especie caracterizada por sus escasas adaptaciones a regenerar después de los incendios. En la provincia de Cuenca, donde esta especie es dominante en toda la Serranía centro y norte, es bien conocida la relación negativa entre la distribución de esta especie y su régimen de incendios (ALMODÓVAR ARÁEZ et al. 2017), desapareciendo si el incendio es de alta intensidad excepto que se aborden programas de restauración en años posteriores. Especialmente llamativas son las extinciones locales de esta especie tras grandes incendios (1700-3000 ha) como los que afectaron al norte de la provincia en 1991 y 2009. Sin embargo, este tipo de incendios en estas masas se consideran poco frecuentes, siendo más habituales los incendios de tamaños medios o bajos (100-200 ha), muchos de ellos causados por rayo (CASTELLANO JARQUE Y MATEO FERNÁNDEZ 2022). Estos incendios son compatibles con la persistencia de la especie ya que muchos árboles sobreviven al ser este pino una especie con buenas adaptaciones a fuegos de superficie, ya sea por la resistencia de su corteza que protege los tejidos vivos (ESPINOSA et al. 2020), ya por el porte monopódico y la buena poda natural que reduce la probabilidad de subida de

fuego a las copas. En experiencias de quema realizadas en condiciones de verano (junio 2019) similares a incendios de este tipo, estas masas han mostrado una mortalidad inferior al 20% y una recuperación de la copa afectada por el calor convectivo en los meses siguientes a la perturbación (ALONSO MEDELA 2023).

La alta longevidad de esta especie la hace una candidata perfecta para reconstruir el régimen de incendios de superficie a escala de centenares de años usando métodos dendrocronológicos (FULÉ et al. 2008; CAMARERO et al. 2018). Además datos paleoecológicos muestran que los bosques *Pinus nigra* pueden verse muy reducidos o incluso desaparecer si la frecuencia de incendios aumenta mucho, como se observó en algunas zonas durante la expansión de la transhumancia en la Edad Media (LÓPEZ-SÁEZ et al. 2016; MORALES-MOLINO et al. 2017).

A pesar de estos antecedentes solo existen dos estudios dendroecológicos para *P. nigra* en España donde se haya estudiado la señal de incendios (FULÉ et al. 2008; CAMARERO et al. 2018) realizados en el este y centro de España. Teniendo en cuenta que se viene proponiendo la reintroducción del fuego de baja intensidad para gestionar estas masas reduciendo con ello el peligro de incendios de copa de alta intensidad (ESPINOSA et al. 2020), parece necesario obtener información que permita hacer recomendaciones adecuadas para la gestión integrada del fuego en masas de *P. nigra* basadas en la resiliencia de esta especie a incendios históricos de superficie.

El objetivo de este trabajo es establecer las bases metodológicas que permita caracterizar el régimen adecuado de fuego compatible con la persistencia del pino laricio. Para ello se propone usar varias fuentes documentales que permitan localizar ejemplares de *P. nigra* y tocones que han sobrevivido a incendios antiguos para profundizar en la realización de estudios dendroecológicos enfocados a la reconstrucción del régimen de incendios y de la resiliencia post-incendio en términos de crecimiento radial.

2. Material y Métodos

Se seleccionaron 4 incendios de diferente antigüedad según la base de datos de incendios históricos del Servicio de Medio Ambiente de Cuenca (ALMODÓVAR ARÁEZ et al. 2017) y de la actualización que se realiza en dicho servicio basado en la consulta de archivos históricos y prensa local desde finales del siglo XIX, ratificados con recorridos de campo en los que se localizan pinos maduros con potenciales cicatrices de incendio (Figura 1)

Se realizaron recorridos de campo entre octubre de 2023 y mayo de 2024 (Figura 1) en los que se realizó una selección previa de áreas, de tal forma que se desecharon grandes incendios en los que no había árboles supervivientes excepto en zonas cercanas al perímetro con baja afección de fuego. Por tanto, se priorizaron áreas afectadas por incendios de tamaño medio en los que se localizaron posibles árboles supervivientes a dicho incendio mediante la búsqueda de cicatrices en la base según la metodología descrita en FOURNIER et al. (2013).

En este estudio se seleccionaron 4 incendios, dos de ellos con evidencias históricas de haber ocurrido a finales del siglo XIX (Las Majadas y Coronillas, Figura 1) y dos de ellos datados en los años 1980s según la base de datos de incendios de la provincia (Cañizares en 1986 y Portilla en 1987). Además, se localizaron también tocones que pudieran ofrecer información anterior a la corta del árbol (Figura 1). Para ello, los Servicios de Medio Ambiente de Cuenca con el apoyo de la empresa GEACAM excavaron una zanja alrededor del tocón para facilitar la corta de una



rodaja limpia que evitara la parte más meteorizada exterior. En total se contó con una muestra de al menos 25 árboles por incendio, lo que supuso una muestra total de 115 testigos de madera de los 4 incendios y 26 rodajas procedentes de tocones de incendios antiguos (Las Majadas y Coronillas). Los testigos y rodajas se secaron, lijaron, escanearon y dataron visualmente (FRITTS, 1976). Después, se midieron las anchuras de los anillos usando CDendro-CooRecorder (MAXWELL y LARSSON, 2021) y estas anchuras se convirtieron en datos de incremento de área basimétrica (BAI, cm²) que son más útiles para caracterizar el crecimiento radial anual de cada árbol (CAMARERO et al. 2023). Estas series individuales se promediaron para cada sitio. Después, se calcularon ratios de BAI entre el año posterior al incendio y el año en el que se dató el incendio (BAI_{t+1}/BAI_t), cuando se observaron heridas en al menos la mitad de las muestras, para evaluar la resiliencia post-incendio. Se realizó un análisis similar para años de sequías seleccionadas y para comparar la resiliencia del crecimiento post-incendio y post-sequía. Dichas sequías se tomaron de la base de datos del “Old World Drought Atlas” y se reconstruyeron para una malla de 0.5° a partir de datos dendrocronológicos de árboles viejos (COOK et al. 2005). En dicha base de datos se reconstruyó el “Palmer Drought Severity Index” (PDSI) estival. Se consideraron años secos aquellos en los que $PDSI < -2$.





Figura 1. Localización de áreas de muestreo con detalle de la reconstrucción de incendios de Las Majadas datado por fuentes documentales a finales del siglo XIX, en el se localizaron pies supervivientes y tocones para buscar cicatrices de incendios que se analizaron con la extracción de cores y corte y lijado de tocones respectivamente.

3. Resultados

El análisis de las series de crecimiento (BAI) muestra las señales de incendios y de eventos climático extremos como las sequías a lo largo de la vida del árbol. Los incendios de Majadas y Coronillas, que las fuentes documentales habían datado a finales del silo XIX, mostraron señales de incendios en los años 1875 y 1894, respectivamente. Esta herida datada en 1894 se aproxima a la fuente documental del periódico local “La Correspondencia de España” que mencionaba un incendio en la zona en 1893.

La evolución temporal del BAI muestra años de sequías severas en la zona, entre los que cabe destacar: 1879, 1934, 1984, 1995, 2012 y 2018, entre otros (Figura 2). En estos años el crecimiento es bajo con valores de 1-2 cm²/año. En los años de incendios y sequías la recuperación del BAI en el año posterior al evento fue positivo (cociente entre BAI de ambos años mayor que uno), salvo casos puntuales como el incendio de Las Majadas en 1918 ($BAI_{1919}/BAI_{1918} = 0,875$), la sequía de 2001 en Coronillas ($BAI_{2002}/BAI_{2001} = 0,910$) y Cañizares ($BAI_{2002}/BAI_{2001} = 0,808$) y la sequía de 1995 en Portilla ($BAI_{1996}/BAI_{1995} = 0,893$). Por tanto, no se ha observado un comportamiento diferente en la recuperación del crecimiento tras incendios o tras sequías. Tampoco se han encontrado diferencias entre fustales maduros nacidos en 1770 y jóvenes de 1950. Los análisis de eventos combinados de sequía + incendio como en Majadas entre los años 1875-1879, Coronillas entre 1979-1994 y Cañizares entre 1984-1986, no muestran indicios de decaimiento y la recuperación fue buena en los tres casos. En el único evento donde aparentemente se acumularon crecimientos más bajos fue el año seco 1987 que ocurrió tras el incendio de 1984 en Portilla, lo que generó crecimientos bajos hasta 1990, año en el que se recuperó el BAI anterior al incendio (Figura 2).

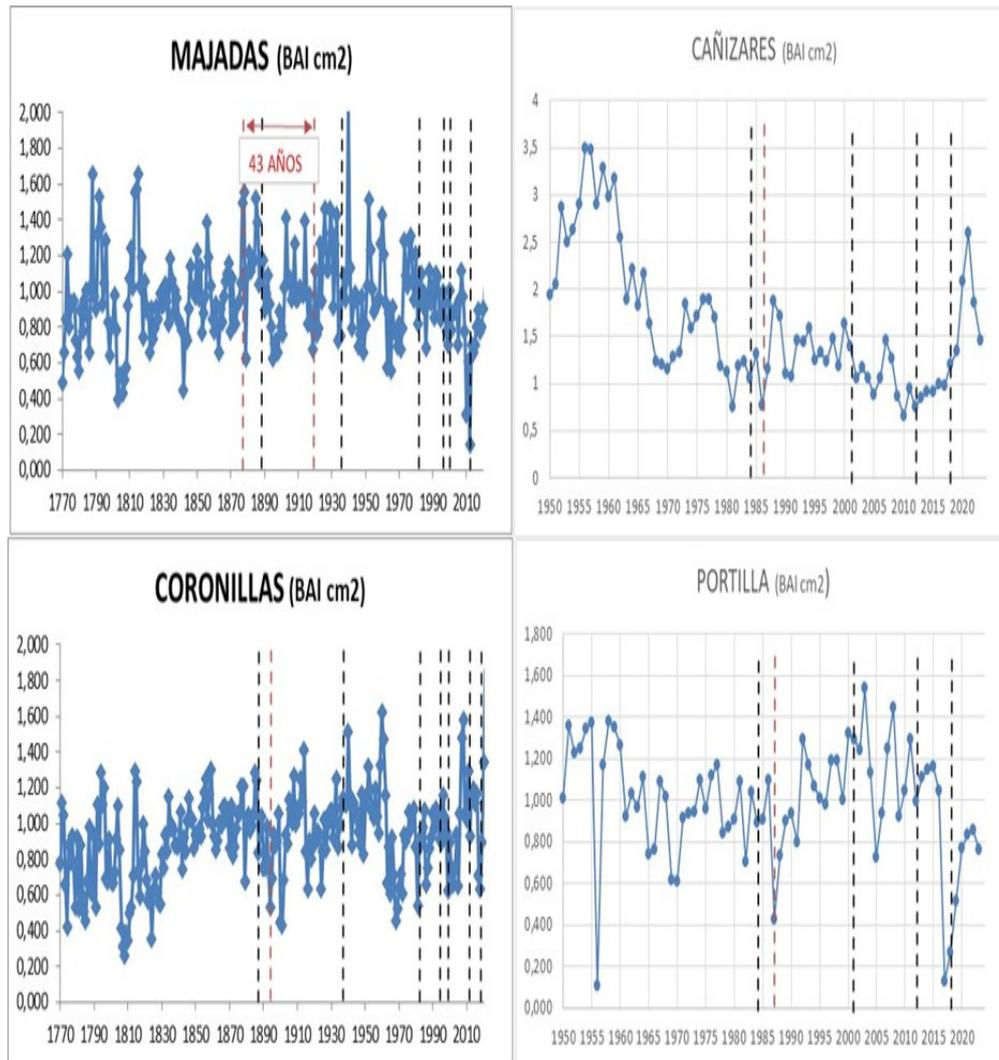


Figura 2. Evolución del BAI (cm²) a lo largo de la vida de los árboles muestreados supervivientes a incendios del siglo XIX (izquierda, negrita) y siglo XX (derecha). La barra vertical roja muestra un evento de incendio y la negra un evento de sequía. Se destaca la recurrencia de incendios de 43 años en Las Majadas.

4. Discusión

La metodología propuesta combina fuentes históricas documentales (archivos, prensa) con evidencias geográficas (huella de incendios históricos) y dendrocronológicas. Esta aproximación ha ofrecido excelentes resultados para reconstruir incendios históricos en la provincia de Cuenca y podrían ser de aplicación a otros territorios (ver p.ej. CAMARERO et al. 2018). No obstante, se han detectado diferencias temporales entre las fuentes documentales y dendrocronológicas (análisis de testigos de madera y tocones) que habrá que determinar si son posibles errores de datación o simplemente que la fuente documental no corresponde con el evento analizado a nivel geográfico y que por tanto se ha perdido su señal en el territorio o tiene cierta incertidumbre temporal (MONTIEL-MOLINA, 2013). Otra de las fuentes de error posible es que los incendios de alta intensidad en estas masas mate a casi todos los ejemplares y sea imposible contrastar si los perímetros detectados corresponden con el incendio documentado históricamente. Aun así, y asumiendo que no todos los eventos de incendio se reflejaban en prensa o archivos, se considera que esta metodología ofrece información suficiente para hacer una aproximación adecuada al régimen de



incendio de superficie que ha permitido la supervivencia de los testigos encontrados con cicatrices de incendios. Así, el incendio de Las Majadas ofreció información sobre un segundo incendio en 1918 que no estaba recogido en ningún documento histórico. Este dato ha permitido determinar por primera vez que estas masas resisten adecuadamente incendios de superficie con una recurrencia potencial de 43 años, aunque sólo se pudieron datar esos dos incendios. Son necesarios más análisis de incendios históricos con varias señales de fuego para ratificar este orden de magnitud de recurrencia de 40-50 años, pero teniendo en cuenta la incidencia de incendios naturales en la zona (CASTELLANO JARQUE Y MATEO FERNÁNDEZ 2022) parece una cifra razonable y del orden de magnitud de otras masas similares (FULÉ et al. 2008).

La resiliencia del crecimiento mostrada tras incendios y sequías de los árboles muestreados confirma que la reducción de la competencia que genera el fuego podría mejorar la resiliencia a sequías posteriores, tal y como ya se ha reportado en masas de *Pinus pinea* (CAMARERO et al. 2023). Incluso en el caso de ausencia de mortalidad de pies dominantes y mantenimiento de la densidad inicial después del fuego, tal y como ocurre en el caso de quemas de baja intensidad, no se han detectado efectos significativos en los crecimientos de esta especie (ESPINOSA et al. 2021).

En conclusión, se siguen acumulando evidencias de la resistencia y resiliencia del pino laricio a fuegos de media y baja intensidad que permiten la persistencia de masas de al menos 200-300 pies ha⁻¹ y que crecen en condiciones adecuadas reduciendo la probabilidad a nuevos incendios de copa que pudieran comprometer la persistencia de la masa. Estos resultados junto con la obtención preliminar de un período de recurrencia de en torno a 40-50 años son de aplicación directa a la planificación de programas de quema prescrita y a la potencial introducción del fuego como sistema de gestión que acompañe a la selvicultura y ordenación de los montes de pino laricio en la Serranía de Cuenca.

5. Agradecimientos

Este estudio se ha realizado en el contexto de los proyectos ENFIRES (PID2020-116494RR-C41) y ZEGIADAPT (PID2023-146599OR-C51), así como de la transferencia presupuestaria **MITECO2023-AF. 20234TE001. TC MITECO-CSIC Prevención de incendios forestales: Evaluación de quemas prescritas y puntos estratégicos de gestión**

6. Referencias

- ALMODÓVAR ARÁEZ, PÉREZ-OLIVARES, PÉREZ-GUZMÁN, J. 2017. Medio siglo de incendios forestales en la provincia de Cuenca. VII Congreso Forestal Español, Plasencia.
- ALONSO MEDELA A. 2023. Experimentos de fuego de alta intensidad en masas arboladas de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* de la serranía de Cuenca: efectos en la biomasa de desfronde. Trabajo fin de grado. Montes-UPM.
- CAMARERO, J.J.; SANGÜESA-BARREDA, G.; MONTIEL-MOLINA, C.; SEIJO, F.; LÓPEZ-SÁEZ, J.A. 2018. Past growth suppressions as proxies of fire incidence in relict Mediterranean black pine forests. *For Ecol Manage* 413, 9-20.
- CAMARERO, J.J.; GUIJARRO, M.; CALAMA, R.; et al. 2023. Wildfires Improve Forest Growth Resilience to Drought. *Fire*, 6, 161.
- CASTELLANO JARQUE I., MATEO FERNÁNDEZ J.F. 2022. Áreas de gestión de rayos y planes de quemas prescritas. Definición y metodología de cálculo de actuaciones en la provincia de Cuenca. 8º Congreso Forestal Español, Lleida.
- COOK, E.R.; SEAGER, R. KUSHNIR, Y.; BRIFFA, K.R. et al. 2015. *Old World*



- megadroughts and pluvials during the Common Era. *Science Advances* 1, e1500561. doi: 10.1126/sciadv.1500561
- ESPINOSA, J., RODRÍGUEZ DE RIVERA, O., MADRIGAL, J., GUIJARRO, M. & HERNANDO, C. (2020). Predicting potential cambium damage and fire resistance in *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*. *For Ecol Manage* 474, 118372.
- ESPINOSA, J.; MARTIN-BENITO, D.; RODRÍGUEZ DE RIVERA, Ó.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M.; MADRIGAL, J. 2021. Tree Growth Response to Low-Intensity Prescribed Burning in *Pinus nigra* Stands: Effects of Burn Season and Fire Severity. *Appl. Sci.* 11, 7462.
- FOURNIER T.P., BATTIPAGLIA G., BROSSIER B., CARCAILLET C. 2013. Fire-scars and polymodal age-structure provide evidence of fire-events in an Aleppo pine population in southern France. *Dendrochronologia* 31, 159–164.
- FRITTS, H.C. 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London.
- FULÉ P.Z.; RIBAS M.; GUTIRREZ, E. ; VALLEJO, R.; KAYE, M.W. 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *For Ecol Manage* 255: 1234–1242
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A.; ALBA-SÁNCHEZ, F.; ROBLES, S.; PÉREZ-DÍAZ, S.; ABEL-SCHAAD, D.; SABARIEGO, S.; GLAIS, A. 2016b. Exploring seven hundred years of transhumance, climate dynamic, fire and human activity through a historical mountain pass in central Spain. *J. Mt. Sci.* 13: 1139–1153.
- MAXWELL, E.S.; LARSSON, L.A. 2021. Measuring tree-ring widths using the CooRecorder software application. *Dendrochronologia* 67, 125841. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125841>
- MONTIEL-MOLINA, C. 2013. Reconstrucción del régimen de incendios del centro de España durante los últimos quinientos años. In: MONTIEL-MOLINA, C. (Ed.), *Presencia Histórica del Fuego en el Territorio*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, pp. 14–42.
- MORALES-MOLINO, C., TINNER, W., GARCÍA-ANTÓN, M., AND COLOMBAROLI, D.:2017. The historical demise of *Pinus nigra* forests in the Northern Iberian Plateau (south-western Europe), *J. Ecol.* 105, 634–646.