


FUEGORED

 Red temática nacional
 Efectos de los Incendios
 Forestales sobre los Suelos

Efectos del fuego en el suelo

 Ficha técnica
 FGR2013/06

EFFECTOS DEL FUEGO SOBRE LAS COMUNIDADES VEGETALES

Autor

- **Daniel Moya**
E-mail: daniel.moya@uclm.es
- **Pablo Ferrandis**
E-mail: pablo.ferrandis@uclm.es
- **Jorge de las Heras**
E-mail: daniel.moya@uclm.es

 Universidad de Castilla-La
 Mancha, Albacete, España

Coordinadores

- **Antonio Jordán**
Universidad de Se villa
- **Lorena M. Zavala**
Universidad de Sevilla
- **Artemi Cerdà**
Universitat de València
- **Jorge Mataix-Solera**
Universidad Miguel Hernández
- **José A. González-Pérez**
Instituto de Recursos Naturales
y Agrobiología de Sevilla (CSIC)


 Licencia Creative Commons:
 Reconocimiento-NoComercial-
 SinObraDerivada

■ En esta ficha se presenta un acercamiento a los principales efectos y consecuencias de los incendios forestales sobre la vegetación de la Península Ibérica. Los efectos se clasifican como de primer orden si son inmediatos y directos (mortalidad, consumo de materia orgánica y cambios físico-químicos en el medio) y de segundo orden si dependen de los directos (dándose en la interfaz suelo-planta-atmosfera: cambios microclimáticos y temperatura del suelo, nutrientes y actividad microbiana, sucesión y patrones de vegetación, tasa de crecimiento y competencia, alteración de hábitats, almacenamiento de agua y escorrentía). Se describen consecuencias sobre comunidades vegetales y formaciones paisajísticas, incluyendo cambio global (uso de suelo, gestión y cambio climático) y variación en el régimen de incendios, incluyendo las adaptaciones desarrolladas por la flora en áreas propensas a incendios. Finalmente, se tratan conceptos básicos de gestión de áreas propensas a incendios (a corto y largo plazo), incluyendo prevención, manejo óptimo y restauración de áreas quemadas.

1 ECOLOGÍA DEL FUEGO

Los incendios forestales son un proceso ecológico que influye significativamente sobre la mayoría de las formaciones vegetales presentes en la Península Ibérica, por lo que la comprensión de su respuesta resulta esencial para una correcta gestión del territorio. Es necesario conocer el régimen de incendios que se caracteriza por su intensidad, severidad, estacionalidad, frecuencia, recurrencia y extensión quemada. Además, los efectos dentro de un incendio varían debido al comportamiento del fuego, influenciado por el fuego en sí (calor, combustible y oxígeno disponible) y por las variaciones meteorológicas, la forma del terreno y la vegetación (combustible; Figura 1).

El efecto directo (primer orden) es la pérdida de biomasa

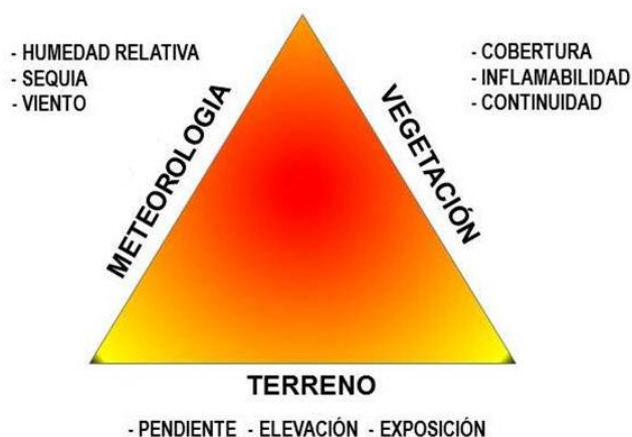


Figura 1. El comportamiento del fuego varía en el tiempo y el espacio dependiendo de cambios en el terreno, la vegetación y la meteorología. Adaptado de Ryan (2002).

vegetal que depende de la exposición (temperatura y tiempo), de las características del combustible y la protección térmica (proporcionada por estructuras vegetales (corteza o escamas) o suelo). La mortalidad de los individuos aumenta cuanto mayor es la intensidad (energía emitida) y la severidad del incendio (consumo de materia orgánica sobre y bajo suelo) aunque los efectos negativos se definen como la respuesta del ecosistema que es distinta según el régimen y tipo de incendio (suelo, superficie o copa).

Los procesos funcionales del ecosistema se ven alterados por el incendio dependiendo de la comunidad vegetal que persiste tras incendio y los cambios en procesos de la interfaz suelo-planta-atmosfera (nutrientes, erosión, escorrentía...). La mortalidad o supervivencia en el tiempo de los individuos es resultado de muerte del cambium, lesiones o pérdida de copa. Además, la muerte radicular (aumenta si son superficiales en estratos de alto contenido de materia orgánica) es importante en aquellas comunidades donde las rebrotadoras son importantes o en incendios de suelo.

El efecto y la respuesta del ecosistema también depende de las adaptaciones desarrolladas por las especies y comunidades vegetales (cuya efectividad, generalmente, aumenta con la edad y la madurez), clasificándose en:

- Pirovulnerables: no adaptadas por vivir en áreas no propensas a incendios. Sufren graves daños, alta mortalidad y no tienen medios de

regeneración natural tras incendio (*Abies* sp. o *Juniperus thurifera* L.).

- Piroclásticas: no adaptadas pero de baja inflamabilidad y/o alta humedad en tejidos (*Salix* sp. o *Fagus sylvatica* L.).
- Piroresistentes: protección de tejidos, como corteza gruesa para proteger el cambium (*Quercus suber* L.) o capacidad de rebrote de raíces o rizomas enterrados (*Quercus coccifera* L. y *Populus* sp., respectivamente).
- Pirófilas: alta resistencia y/o regeneración tras incendio, se ven favorecidas pero no es necesario para su regeneración (*Pinus halepensis* Mill.).
- Pirófitas: alta inflamabilidad que favorece el fuego ya que éste induce su regeneración (especies de género *Cistus*).

Las tres principales estrategias adaptativas para recuperación tras incendio son: la regeneración vegetativa (rebrotadoras) a partir de yemas latentes protegidas por tejidos (epicórmicas) o suelo (raíz, cepa, lignotuber) la regeneración por plántula (germinadoras obligadas) procedente de semillas almacenadas en copa (frutos o conos serótinicos) o suelo (enterradas) o regeneración por ambas estrategias (germinadoras facultativas). El éxito del reclutamiento tras incendio depende de la cantidad de semilla almacenada y que se den las condiciones para su emergencia, germinación y supervivencia (según especie). El tamaño del banco de semillas dependerá de la edad (pino carrasco inicia producción a los tres años), momento de dispersión (varia con altitud y latitud en la misma especie), su longevidad (transitorio o persistente) y la presencia de predadores (aves, insectos y roedores). El banco aéreo se encuentra almacenado en frutos y conos serótinicos (no se abren al alcanzar madurez de semillas). En la Península, *P. halepensis* y *P. pinaster* presentan conos serótinicos (De las Heras et al., 2012) cuyas piñas se abren tras calentamiento (>45 °C) liberando las semillas en condiciones ambientales y de competencia (intra e interespecífica) propicias para su regeneración, pudiendo dar lugar a una sobregeneración.

Por tanto, la respuesta de la flora es resultado de la interacción entre la gravedad del incendio y las adaptaciones de la comunidad (resistencia y resiliencia). La recuperación tras incendio engloba las plantas que sobrevivieron al fuego, rebrotes, plántulas regeneradas del banco de semillas y de semillas procedentes de plantas supervivientes (árboles madre y/o zonas continuas no afectadas).

2 MANEJO DE ÁREAS PROPENSAS A INCENDIOS

La gestión de ecosistemas en zonas propensas a incendios debe estar basada en el conocimiento científico de las interacciones y procesos ecológicos necesarios para mantener su estructura y funciones, asegurando la sostenibilidad para proporcionar bienes y servicios (Christensen et al., 1996). Esto incluye una correcta aplicación de medidas para la restauración del régimen de incendios con actuaciones preventivas. En la Península Ibérica, los ecosistemas siguen el modelo florístico inicial (Capitanio y Carcaillet, 2008), aunque entran especies oportunistas que desaparecen a medio plazo por competencia, siendo casos de actuación o restauración aquellos donde hay degradación por cambios en la etapa sucesional o por invasión de especies alóctonas.

La correcta gestión de la vegetación de un ecosistema se basa en el estudio por bloques de componentes (planta, comunidad y paisaje) incluyendo parches paisajísticos, tipos de vegetación, diversidad, estadio sucesional, masas y clases de edad. Los grandes incendios (>500 ha) provocan una homogeneización inicial de la estructura del paisaje aunque, debido a la pirodiversidad, pueden aumentar la variedad de componentes del ecosistema y el tamaño de grano paisaje (Brown y Smith, 2000). Según los escenarios previstos de cambio climático (Bates et al., 2008), el régimen de incendios puede variar (cambios en intensidad, duración, severidad, estacionalidad y frecuencia) por lo que aumenta el riesgo en zonas poco propensas con plantas no adaptadas y las adaptaciones pueden no ser adecuadas al nuevo régimen, agravado por cambios de uso de suelo y políticas de supresión total de incendios.

Las comunidades vegetales cambian en el tiempo hacia un estado climácico cuya estabilidad varía con las perturbaciones (Christensen et al., 1996). Un método útil de caracterizar el estado son las etapas sucesionales, descritas por tipo de vegetación y fase estructural (Rivas-Martínez, 1987). En la Península Ibérica, el fuego es un componente integral de los ecosistemas lo que afecta a todos los aspectos de gestión. En la toma de decisiones se debe tener en cuenta el régimen histórico y actual de incendios, su papel en el funcionamiento del ecosistema y su influencia en el cumplimiento de los objetivos propuestos a largo plazo (González-Cában et al., 2011). Una meta sería recuperar y restaurar los valores iniciales

del régimen de incendios, o aquellos compatibles con los objetivos de la gestión, incluyendo programas de quemas ecológicas, no quedándose únicamente en la reducción de combustibles para prevención de incendios (Brown & Smith, 2000). La perspectiva paisajística es importante ya que las relaciones y procesos a corto plazo se anidan al realizar una perspectiva a largo plazo.

3 RESTAURACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS

Una primera aproximación consiste en la recuperación de las comunidades vegetales basada en consideraciones ecológicas, incluyendo una ruptura en la continuidad de combustible para reducir el riesgo de grandes incendios (Vallejo & Valdecantos, 2008). Los escenarios de recuperación deberían estar basados en inventarios previos (o de comunidades próximas) y en el conocimiento de su progresión mediante modelos sucesionales de vegetación (Capitanio & Carcaillet, 2008; Cary et al., 2006; Pausas 2006). Finalmente, se debe llevar a cabo un seguimiento de la recuperación natural y del efecto de los tratamientos de restauración para evaluar su éxito.

Para ello es necesario visitar las áreas recientemente quemadas, evaluando daños y riesgos. Posteriormente, resulta prioritario realizar actuaciones urgentes de protección de suelo y regulación hidrológica en áreas con alto riesgo de degradación. Dependiendo del éxito de la regeneración natural, las actuaciones ulteriores deben encaminarse a recuperar y mejorar las comunidades preexistentes y/o potenciales según sus adaptaciones y el régimen de incendios, teniendo en cuenta los objetivos socioeconómicos de aprovechamiento y producción sostenible (Moya et al., 2012). En la Península Ibérica, las formaciones que mayor superficie ocupan (Organismo Autónomo Parques Nacionales, 2012) han desarrollado resistencia y resiliencia de diferentes maneras (Tabla 1). El seguimiento de la regeneración natural y supervivencia de individuos (grado de mortalidad posterior y ataque de plagas) proporciona información para evaluar si la densidad, frecuencia y riqueza florística es *óptima* (no actuación), *insuficiente* (repoblación e introducción de especies), o *excesiva* (tratamientos selvícolas de asistencia en regenerados de alta densidad).

Tabla 1. Características importantes desarrolladas para resistencia y/o resiliencia a incendios de las principales especies arbóreas de la Península Ibérica. Realizado a partir de las bases de datos de Paula et al. (2009) y de Paula & Pausas (2009). (*): tamaño promedio de la superficie de una cara (pequeña<225 mm², media 225-2025 mm², grande>2025 mm²); (): almacenamiento de semillas en frutos cerrados (copa), enterrados (suelo) o ambos (ambos); (+) disminución de mortalidad por autopoda (rompe continuidad vertical); (++) resistencia por corteza gruesa aislante (corcho).**

	Altura (m)	Formade la hoja	Tamaño de la hoja (*)	Capacidad de rebrote	Banco de semillas (**)	Longevidad del banco de semillas	Capacidad de germinación tras el fuego
Encinares (<i>Quercus ilex</i>)	20	Ancha	Media	Sí	Suelo	Transitorio	No
Pinar de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	20	Acícula	Pequeña	No	Copa	Persistente	Alta
Pinar de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>) (+)	35	Acícula	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	Baja
Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>)	20	Ancha	Media	Sí	Suelo	Transitorio	No
Pinar de pino marítimo (<i>Pinus pinaster</i>)	35	Acícula	Pequeña	No	Copa	Persistente	Alta
Pinar de pino salgareño (<i>Pinus nigra</i>)	35	Acícula	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	Baja
Pinar de pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)	30	Acícula	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	Baja
Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>)	30	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Quejigares (<i>Quercus faginea</i>)	25	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Alcornocales (<i>Quercus suber</i>) (++)	20	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Robledales (<i>Q. robur</i> , <i>Q. petraea</i>)	15	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Sabinas (<i>Juniperus phoenicea</i> , <i>J. thurifera</i> , <i>J. canariensis</i>)	5	Escama	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	Baja
Castañares (<i>Castanea sativa</i>)	15	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Enebrales (<i>Juniperus</i> spp.)	7.5	Acícula	Pequeña	Sí	Suelo	Transitorio	No
Acebuchales (<i>Olea europaea sylvestris</i>)	10	Ancha	Pequeña	Sí	Suelo	Transitorio	No
Pinar de pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)	15	Acícula	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	Baja
Pinar de pino canario (<i>Pinus canariensis</i>)	30	Acícula	Pequeña	Sí	Copa	Persistente	Alta
Madroñales (<i>Arbutus unedo</i>)	5	Ancha	Grande	Sí	Suelo	Transitorio	No
Otras coníferas (<i>Abies</i>)	30	Acícula	Pequeña	No	Suelo	Transitorio	No
Otras coníferas (<i>Cupressus</i>)	20	Escama	Pequeña	No	Copa	Persistente	Baja

4 NECESIDAD DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Para una correcta gestión sostenible en ecosistemas propensos a incendios, es necesario una base científica que desarrolle conocimientos y herramientas con la que apoyar la toma de decisiones ambientales para su correcta aplicación, planteándose nuevos retos debido a los escenarios producto del cambio global (principalmente de cambio en uso de suelo, gestión y manejo no apropiados y cambio climático). Este conocimiento debe estar basado en el ya existente, generando nuevas investigaciones y estudios si se detectan carencias. Los aspectos más importantes a tener en cuenta podrían ser:

- Características del régimen de incendio
 - Rango histórico de su variabilidad (especialmente frecuencia, estacionalidad y severidad) a múltiples escalas espaciales.
 - Resiliencia, vulnerabilidad, límites y adaptaciones de especies y ecosistemas.
 - Variación del régimen de incendios según escenarios de cambio climático.
- Efectos del fuego en ecosistemas y biodiversidad
 - Efectos a largo plazo en la dinámica de nutrientes y perfiles orgánicos de suelo.
 - Frecuencia de especies raras, protegidas e invasoras: efecto en la comunidad.
 - Interacciones de plagas y enfermedades con incendios, patrones de paisaje y gestión.
 - Interacción de ecosistemas, procesos y biodiversidad (a varias escalas).
 - Efectos a largo plazo de la exclusión de incendios.
- Restauración de ecosistemas
 - Gestión de ecosistemas para mejorar resistencia y resiliencia similares a las propias del área de distribución histórica, incluyendo las necesidades socioeconómicas.
 - Compatibilidad de gestión del combustible para obtener un nivel aceptable de riesgo de incendio y cumplir objetivos de los planes de ordenación y uso y gestión.
- Desarrollo de la evaluación de ecosistemas y metodologías
 - Desarrollo y mejora de modelos de

simulación de sucesión y técnicas de evaluación de ecosistemas que pueden ayudar en la comprensión y la gestión de los ecosistemas y su dinámica, incluyendo la interacción del fuego, vegetación, suelo y clima.

- Validación de modelos espaciales y temporales pequeños como bloques de construcción para los modelos con mayores escalas temporales y espaciales.
- Desarrollo de un entorno amigable y accesible que permita a los gestores y usuarios la aplicación de modelos complejos que requieren habilidades especiales y/o servicios informáticos de alta velocidad.

REFERENCIAS

Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof JP (Eds.). 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva

Brown J, Smith J (Eds.). 2000. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora. General Technic Report RMRS-GTR 42 (2), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT

Capitanio R, Carcaillet C. 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: A discussion of succession models. *Forest Ecology Management* 255: 431-439.

Cary G, Keane R, Gardner R, Lavorel S, Flannigan M, Davies I, Li C, Lenihan J, Rupp S, Mouillot F. 2006. Comparison of the Sensitivity of Landscape-fire-succession Models to Variation in Terrain, Fuel Pattern, Climate and Weather. *Landscape Ecology* 21: 121-137.

Christensen N, Bartuska A, Brown J, Carpenter S, D'Antonio C, Francis R, Franklin J, MacMahon J, Noss R, Parsons D, Peterson C, Turner M, Woodmansee R. 1996. The report of the Ecological Society of America committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications*. 6: 665-691.

De las heras J, Moya D, Vega JA, Daskalidou E, Vallejo R,

Grigoriadis N, Tsitsoni T, Baeza J, Valdecantos A, Fernández C. 2012. Post-Fire Management of Serotinous Pine Forests. En: Moreira F, Arianoutsou M, Corona P, De las Heras J (Eds.), Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. *Managing Forest Ecosystems* 24: 121-150.

González-Cában A, Sanchez J, Moya D. 2011. Decision support tools for forest management in recreation and fireprone areas in Southern California. En: MEDECOS XII: Linking Science to Resource Management. The International Mediterranean Ecosystems Conference, UCLA Press, Los Angeles, CA.

Moya D, González-Cabán A, Sánchez J. 2012. Recreational Use Management and Wildfires in Southern California: Using GIS and Visual Landscape Simulations for Economic Assessment. En: González-Cabán A (Ed.), Fourth International Symposium on Fire, Mexico DF.

Organismo Autónomo Parques Nacionales. 2012. Informe del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Análisis de la situación. Año 2009. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio

Rural y Marino, Madrid, pp 325.

Paula S, Arianoutsou M, Kazanis D, Tavsanoglu Ç, Lloret F, Buhk C, Ojeda F, Luna B, Moreno JM, Rodrigo A, Espelta JM, Palacio S, Fernández-Santos B, Fernandes PM, Pausas JG. 2009. Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology* 90: 1420.

Paula S, Pausas J. 2009. BROT: a plant trait database for Mediterranean Basin species. Version 2009.01. URL: <http://www.uv.es/jgpausas/brot.htm>.

Pausas J. 2006. Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes. *Plant Ecology* 187:249-259.

Rivas-Martínez S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400000, ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Ryan KC. 2002. Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems. *Silva Fennica* 36: 13-39.

Vallejo R, Valdecantos A. 2008. Incendios forestales. *Lucinda* B2:1-10.

Cita recomendada:

Moya D, Ferrandis P, de las Heras J. 2013. Efectos del fuego sobre las comunidades vegetales. Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED). Ficha técnica FGR2013/06.