



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-423

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

Protocolo para la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales.

TERESA GIMENO¹, JULI G. PAUSAS² y V. RAMÓN VALLEJO¹.

¹Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). Parque tecnológico. Charles R. Darwin 14. 46980 Paterna (Valencia). E-mail: gimeno_ter@gva.es

²Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC). Camí de la Marjal s/n. 46470 Albal (Valencia)

Resumen

El fuego forma parte de la dinámica de los ecosistemas mediterráneos y éstos poseen en general mecanismos eficientes de regeneración post-incendio. El régimen actual de los incendios forestales se ha visto modificado por la actividad humana, lo que ha introducido cambios en la magnitud de los impactos del fuego que pueden comprometer el éxito de la recuperación de la zona afectada. La gestión forestal en relación a los incendios debe basarse en el conocimiento del papel del fuego en los ecosistemas mediterráneos, para identificar condiciones de riesgo y determinar actuaciones de rehabilitación en casos críticos. A partir de la experiencia de la Fundación CEAM en la Comunidad Valenciana, en este estudio se ha elaborado un protocolo para la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales. Este protocolo pretende aplicar el estado actual de conocimientos sobre ecología del fuego en el Mediterráneo y responde a la necesidad de estandarizar metodologías para el registro de datos y unificar criterios que faciliten la comparación y el análisis del conjunto de estudios realizados. En una primera fase de documentación se recopila toda la información disponible sobre las características del incendio y de la zona afectada, se determina el diseño del muestreo sistemático de campo y se identifican las zonas potencialmente vulnerables. En la fase de campo se realiza una prospección del área quemada, donde se recogen datos cualitativos y cuantitativos sobre la zona afectada y la severidad del fuego. En la fase de evaluación, con los datos recogidos en la fase de campo, se determina la vulnerabilidad ecológica y se asigna un valor de impacto a cada unidad de paisaje, a fin de realizar recomendaciones para actuaciones de restauración, tanto a corto como a largo plazo, para minimizar los efectos negativos del incendio y facilitar la recuperación del sistema. En este trabajo se han elaborado formularios para la recogida e informatización de datos, con los que se genera una base de datos sobre incendios forestales que incluye los efectos en las diferentes unidades de paisaje, orientada a apoyar la toma de decisiones en la gestión de los montes quemados.

Palabras clave

Ecología del fuego, Incendios forestales: valoración de impactos, restauración post-incendio, vulnerabilidad, severidad. Protocolo.

1. Introducción

El fuego es un componente intrínseco de la dinámica de los ecosistemas mediterráneos y éstos poseen mecanismos eficientes de regeneración post-incendio. El régimen actual de los incendios forestales se ha visto modificado por la actividad humana, lo que ha introducido cambios en la magnitud de los impactos del fuego que pueden comprometer el éxito de la recuperación de la zona afectada.

El impacto del fuego en los ecosistemas se produce mediante dos procesos interrelacionados: la alteración directa por el fuego (calor, cenizas) de las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo y la pérdida, total o parcial, de la cubierta vegetal que protege la superficie (GIMENO, 2009). Las consecuencias del fuego sobre las propiedades del suelo y las repercusiones que ello tiene sobre la erosión y la escorrentía son el resultado de la combinación del efecto directo de la combustión y de los efectos indirectos derivados de la pérdida de cubierta vegetal y hojarasca tras el incendio. Identificar las consecuencias ecológicas de los incendios en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas sienta las bases que permiten evaluar la necesidad de aplicar medidas de restauración.

La Fundación CEAM tiene una amplia experiencia en la evaluación de los incendios forestales de la Comunidad Valenciana. Durante más de 15 años se ha realizado la evaluación del impacto de los incendios forestales superiores a 100 ha, generando informes de urgencia donde tras una prospección de campo se identifican las zonas más vulnerables a la degradación post-incendio, se pondera el impacto ecológico previsible y se sugieren medidas de restauración a corto y medio plazo. Dichos informes se ponen inmediatamente a disposición de los servicios forestales.

A partir de la experiencia de la Fundación CEAM, en este estudio se ha elaborado un protocolo para la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales. Este protocolo pretende aprovechar y aplicar los conocimientos actuales sobre la respuesta de los ecosistemas al fuego y responde a la necesidad de estandarizar metodologías para el registro de datos y unificar criterios que faciliten la comparación y el análisis del conjunto de estudios realizados.

2. Objetivos

Elaborar un protocolo estandarizado para evaluar el impacto de los incendios forestales a corto plazo como base para evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas y sugerir medidas prioritizadas de mitigación de los impactos y rehabilitación del monte quemado.

3. Metodología

La metodología propuesta en este trabajo evalúa principalmente la capacidad de respuesta del ecosistema tras un incendio forestal y la intensidad de la perturbación para determinar el impacto del incendio en el ecosistema. Dicha respuesta se establece para un ámbito temporal a corto plazo para así ofrecer herramientas para la gestión forestal post-incendio de la zona quemada.

Los procesos que influyen en la regeneración de la vegetación tras el fuego pueden ser muy complejos y, en la mayoría de las situaciones, dependientes de las interacciones entre diferentes factores ambientales (ALLOZA & VALLEJO, 2006). Algunas de las variables de gran importancia en la respuesta del ecosistema tras un incendio son difíciles de predecir, y por lo tanto de aplicar en este modelo. Un ejemplo son las condiciones meteorológicas posteriores al incendio, que influyen en la recuperación de la vegetación y el riesgo de erosión del suelo, debido principalmente a las lluvias torrenciales que con alta probabilidad suceden al periodo seco, que coincide con el de mayor ocurrencia de incendios.

Para la evaluación del impacto de los incendios se han seleccionado un conjunto de indicadores, tanto cualitativos como cuantitativos, para cada variable ecológica analizada. Se ha intentado reducir al máximo el número de índices para disminuir la complejidad del protocolo, seleccionando aquellos índices que proporcionan la mayor cantidad de información relevante sobre la caracterización de la zona quemada y del incendio. Los índices deben ser a su vez sencillos y rápidos de obtener, para agilizar los muestreos de campo y recoger la máxima heterogeneidad de las zonas quemadas, y poder ser extrapolables a la mayor parte de las condiciones en las que se desarrollan los incendios forestales en el Mediterráneo. Se han seleccionado índices que están disponibles de forma cartográfica en el momento actual y a la resolución requerida. Obviamente, futuras mejoras de la información del territorio permitirían adaptar y refinar la metodología y hacerla más cuantitativa.

El método de integración seleccionado en este modelo consiste en la combinación de pares de variables con asignaciones cualitativas en las que se aplica un criterio conservador a fin de mantener identificadas las situaciones o combinaciones más problemáticas.

4. Resultados y Discusión

La estructura del protocolo sobre incendios forestales es la siguiente:

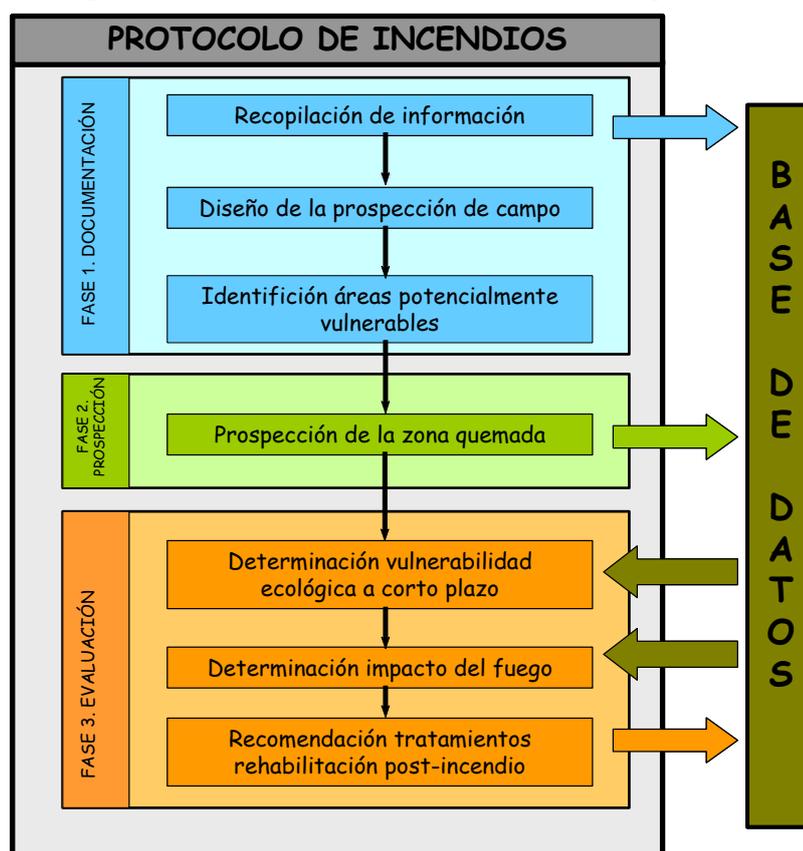


Figura 1. Estructura del protocolo para la evaluación del impacto de los incendios forestales

4.1. Fase 1ª. Documentación

4.1.1. Recopilación de información – diagnóstico preliminar

En esta primera fase de documentación se recopila toda la información relativa a las características del incendio y de la zona afectada:

- Características fisiográficas y litológicas de la zona quemada
- Vegetación previa al incendio
- Meteorología (caracterización de la zona y de la situación previa y durante el incendio)
- Historia de usos del suelo
- Características del incendio: origen, causa, tamaño, recurrencia, etc.
- Zonas de especial interés

4.1.2. Diseño del protocolo de campo

4. 1.2.1. Determinar puntos de toma de datos sobre una malla georreferenciada.

Se establece un diseño de muestreo sistemático. Mediante la superposición de una malla cuadrada georreferenciada sobre el mapa de la superficie quemada, se delimitan una serie de puntos para la toma de datos en los vértices de cada cuadrado de la malla. En estos puntos se recogerá, en la fase 2ª de prospección de campo, la información relativa a las características de la zona quemada y a los efectos del incendio mediante unos estadillos de campo diseñados a tal efecto. Tras la visita de campo estos datos se informatizarán en una base de datos, para ser utilizados en la fase 3ª de evaluación del impacto del incendio.

Existen dos tipos de puntos de toma de datos: puntos de observación (PO) y puntos de muestreo (PM). Los puntos de observación (PO) están diseñados para aquellas zonas donde la baja accesibilidad dificulte la toma de datos *in situ* y la observación se realiza desde una posición alejada. Los puntos de muestreo (PM) recogen datos cuantitativos sobre las características de la zona y sobre la intensidad del fuego, tomados *in situ* en la parcela de muestreo.

El número total de puntos de toma de datos en cada incendio dependerá de la heterogeneidad y tamaño del mismo, siendo necesario un mayor número de puntos cuanto mayor sea la superficie afectada.

La información que contienen las fichas de campo de cada punto se estructura en los siguientes apartados:

- Datos generales de la zona quemada: características fisiográficas y litológicas principalmente.
- Estado fitosanitario: existencia de plagas, enfermedades o daños por factores abióticos en la masa forestal.
- Datos relativos al suelo: existencia de síntomas previos de erosión, tratamientos de preparación del terreno, existencia de bancales, etc.
- Datos relativos a la vegetación: caracterización de la vegetación en cada estrato (arbolado, matorral y herbáceo): especies dominantes, recubrimiento total, estrategia reproductiva, modelo de combustible, etc.
- Grado de afeción de la vegetación en cada estrato (arbolado, matorral y herbáceo).
- Grado de afeción de los horizontes orgánicos.

4.1.2.2. Identificar las áreas potencialmente vulnerables

En este apartado se determinan las zonas potencialmente vulnerables a corto plazo, principalmente debido a criterios de riesgo de erosión del suelo y capacidad de recuperación de la vegetación afectada.

Mediante la información cartográfica disponible se genera un mapa donde se identifican las zonas de mayor vulnerabilidad, por integración de las variables indicadoras de la susceptibilidad del suelo y de la capacidad de respuesta de la vegetación. Esta información servirá para intensificar el muestreo de campo en estos puntos críticos, y evitar que puedan ser obviados por el diseño de muestreo sistemático, ya que las zonas más sensibles suelen corresponder con áreas de poca superficie.

En la figura 2 se muestran las variables utilizadas para la identificación de las zonas potencialmente vulnerables.

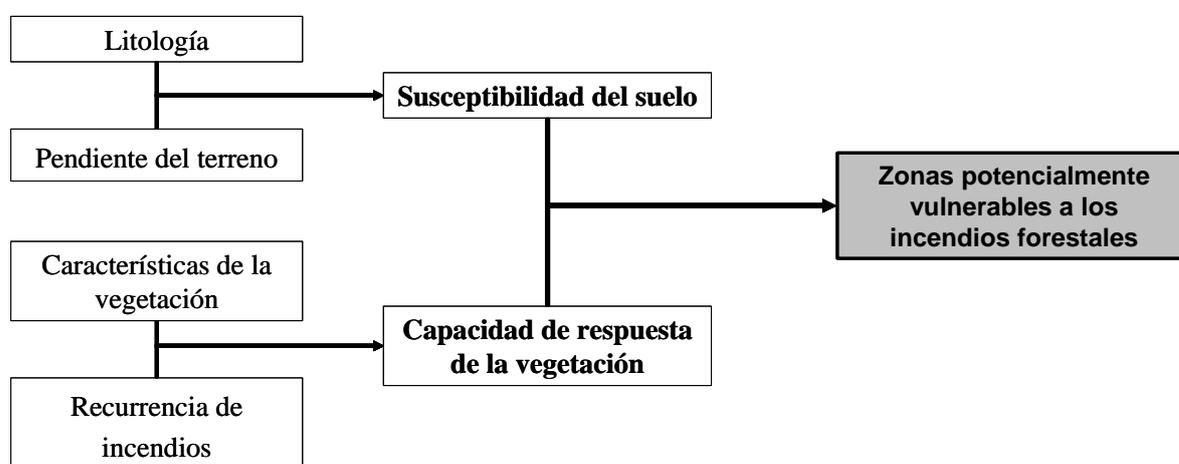


Figura 2. Esquema utilizado para la determinación de las zonas potencialmente vulnerables a los incendios forestales.

❖ Susceptibilidad del suelo

Mediante la integración de la clase litológica, como indicador aproximado de la erodibilidad del suelo, y la pendiente del terreno, se determina la susceptibilidad del suelo a fenómenos erosivos tras un incendio.

- Litología: se han determinado tres clases litológicas con diferente grado de susceptibilidad a fenómenos erosivos.
- Factor pendiente: la pendiente se asocia a una mayor velocidad de flujo de escorrentía y por tanto a una mayor susceptibilidad a la erosión del suelo. En este modelo se han seleccionado tres intervalos de pendiente, asociados a diferentes grados de susceptibilidad a la erosión. Variable cuantificada a partir del Modelo Digital del Terreno.

❖ Capacidad de respuesta de la vegetación

A corto plazo (menos de un año tras el incendio) la respuesta del ecosistema dependerá de aquellas propiedades de la vegetación afectada que determinen la tasa de

recuperación. Ciertas características de las especies que componen las masas afectadas se pueden utilizar para predecir la respuesta de la vegetación después de un incendio, como la capacidad de rebrote, la persistencia de los bancos de semillas, la tasa de crecimiento inherente y la capacidad de dispersión. En general, las especies rebrotadoras se recuperan con mayor rapidez que las especies germinadoras obligadas después de un incendio (PAUSAS & VALLEJO, 1999).

- Características de la vegetación: la peor respuesta de la vegetación se espera en las formaciones con escasa cobertura vegetal, con estrategia reproductiva germinadora y masas poco maduras que reflejan una baja capacidad de reproducción. Para la identificación de estas comunidades se ha utilizado la versión digital del Mapa Forestal de España (RUIZ DE LA TORRE, 1990).
- Recurrencia de incendios: La capacidad de recuperación de la vegetación disminuye con el aumento del número de incendios sobre una misma zona y con la disminución del intervalo entre dos incendios. Las especies mediterráneas tienen mecanismos para persistir después de los incendios (por ejemplo capacidad de rebrote o banco de semillas resistente al fuego). Sin embargo, si la recurrencia es muy elevada algunas especies no se pueden regenerar adecuadamente. Por ejemplo, el estudio de coscojares levantinos (dominados por especies rebrotadoras) muestra que zonas con recurrencia elevada presentan menos biomasa y producción primaveral, perdiendo así capacidad de respuesta para siguientes perturbaciones (FERRAN et al., 1998). Dentro de las plantas no rebrotadoras el ejemplo por excelencia en la cuenca mediterránea es el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que presenta una proporción importante de piñas serótinas dispersando las semillas justo después del incendio y permitiendo una rápida regeneración del pinar. Sin embargo, cortos intervalos entre incendios recurrentes (menos del periodo necesario para que la mayoría de los individuos lleguen a la edad adulta), puede implicar la pérdida local de la especie y la desaparición del pinar (PAUSAS, 2004).

4.2. FASE 2ª. PROSPECCIÓN DE CAMPO

A los pocos días del incendio forestal se realizan las visitas de campo a la zona quemada, con la ayuda de los gestores forestales de la zona, para recoger información sobre el efecto del incendio. Para ello se rellenarán los estadillos de campo diseñados a tal efecto para cada punto de muestreo (apartado 4.1.2.1), cuya información se trasladará posteriormente a la base de datos.

Durante la visita de campo se toman fotografías de los aspectos más relevantes de la zona quemada, que quedarán georreferenciadas y se añadirán a la base de datos. Las imágenes servirán de apoyo y complemento para el estudio del efecto del incendio y para el posible seguimiento de la recuperación del ecosistema a corto y largo plazo.

4.3. FASE 3ª. EVALUACIÓN

4.3.1 Determinar la vulnerabilidad ecológica a corto plazo de la zona quemada

Los datos obtenidos en los puntos de muestreo en la fase 2ª de prospección de campo complementan (y en algunos casos modifican o substituyen) la información cartográfica sobre

la zona quemada para determinar la vulnerabilidad ecológica a corto plazo. Ésta se obtiene mediante la integración de la información sobre (A) susceptibilidad del suelo y (B) capacidad de respuesta de la vegetación.

La capacidad de recuperación tras un incendio del ecosistema a corto plazo (periodo menor a un año) viene determinada por:

A) Susceptibilidad del suelo

- Litología: se han determinado tres clases litológicas con diferente grado de susceptibilidad a fenómenos erosivos.
- Factor pendiente: se han seleccionado tres intervalos de pendiente, asociados a diferentes grados de susceptibilidad a la erosión.
- Síntomas previos de erosión: tipo de erosión existente, estado de las laderas aterrazadas y grado de encostramiento del suelo.
- Protección del suelo: porcentaje de suelo desnudo y de pedregosidad.

B) Capacidad de respuesta de la vegetación

Características de la vegetación afectada, en términos de velocidad de respuesta a corto plazo, modulada por la presencia de factores limitantes a la regeneración de la vegetación como son la recurrencia de incendios en una zona y el estado fitosanitario de la vegetación.

- Características de la vegetación: Se han agrupado las principales formaciones vegetales en un esquema (árbol de casos) en función de la estructura vertical, la estrategia reproductiva, el estado de madurez y el grado de cobertura. Para cada una de las formaciones identificadas se ha designado su vulnerabilidad a los incendios, estimándola como el inverso a su capacidad de respuesta a corto plazo.
- Recurrencia de incendios: número e intervalo de incendios
- Estado fitosanitario: Información relevante sobre el estado sanitario de la masa forestal. Hincapié en el estado de las masas arbóreas de pinar (peligro de extensión de plaga de escolítidos o existencia de foco cercano a la superficie afectada)

4.3.2. Determinación del impacto del incendio

Integrando los valores de vulnerabilidad ecológica a corto plazo (apartado 4.3.1) y los valores de severidad de fuego (procedentes de los datos de campo, apartado 4.2) se determina el impacto del incendio.

Mediante la información recogida durante la prospección de campo (fase 2º) en los puntos de muestreo, se determina la intensidad de la perturbación sobre la vegetación y sobre el suelo. Las variables utilizadas como indicadoras de la severidad de fuego son las siguientes:

- Severidad de fuego en el suelo: El grado de afección de los horizontes orgánicos y la presencia de cenizas blancas como indicadoras de la severidad de fuego de superficie.

- Severidad de fuego en la vegetación: Grado de afección de la vegetación (arbolado, matorral y estrato herbáceo) determinado a partir de la proporción de la parte aérea que permanece verde (intacta), seca (parcialmente afectada) o consumida.

4.3.3. Recomendaciones y tratamientos de restauración post-incendio

Recomendaciones a corto, medio y largo plazo sobre tratamientos de restauración post-incendio para mitigar los efectos del incendio en el ecosistema, principalmente en las zonas más vulnerables.

4.4. FASE 4ª. BASE DE DATOS

Toda la información obtenida en los apartados anteriores se recoge en una base de datos, que pretende servir de herramienta para la toma de decisiones en la gestión de los montes mediterráneos afectados por incendios forestales.

5. Conclusiones

En este estudio se ha desarrollado un protocolo para la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales. Para ello se han elaborado formularios para la recogida e informatización de datos, con los que se genera una base de datos sobre incendios forestales que incluye los efectos en las diferentes unidades de paisaje, orientada a apoyar la toma de decisiones en la gestión de los montes quemados.

Los ensayos preliminares de la metodología en un reciente incendio han sido muy positivos. La exploración y análisis de la información recabada en este ensayo ha servido para consolidar el protocolo y readaptar ligeramente algunos aspectos, principalmente los referentes a la funcionalidad en la recogida de información durante la prospección de campo. Futuras validaciones de esta metodología, principalmente durante la próxima campaña de verano, ayudarán a implementar este protocolo.

6. Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado gracias a la financiación de la Generalitat Valenciana, Bancaixa y los proyectos europeo CIRCE y por el Programa CONSOLIDER - INGENIO 2010 (Proyecto GRACCIE).

7. Bibliografía

ALLOZA, J. A. & VALLEJO, V. R. 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. En: KEPNER, W. G., RUBIO, J. L., MOUAT, D. A., and PEDRAZZINI, F., (eds.): Desertification in the Mediterranean Region. A security Issue. 475-488. Springer. NATOPublic Diplomacy Division.

FERRAN A, DELITTI WBC, and VALLEJO VR. 1998. Effects of different recurrences in *Quercus coccifera* communities of the Valencia region. Proceedings of the III International Conference on Forest Fire Research. 2. pp.1555-1569. Coimbra.

GIMENO T.; 2009. Impacto de los incendios forestales. En: Fundación de la Comunidad Valenciana Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (editor): La Actividad científica de la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (1991-2008).

PAUSAS, J. G. 2004. La recurrencia de incendios en el monte mediterráneo. En: Vallejo, R. y Alloza, J.A., (eds): Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo. 47-64. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo-CEAM.

PAUSAS, J.G. & VALLEJO, V.R. 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In: E. Chuvieco (editor): Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean basin. Pages 3-16. Springer, Berlin.

RUIZ DE LA TORRE, J. 1990. Mapa forestal de España. Memoria General. ICONA. Madrid.

