

LOS GRANDES INCENDIOS FORESTALES Y SUS CONSECUENCIAS EN EL SUELO

XAVIER ÚBEDA ([id](#))¹
JOAQUIM FARGUELL ([id](#))¹
MARCOS FRANCOS ([id](#))²
JORGE MATAIX-SOLERA ([id](#))³

¹Departamento de Geografía, Universitat de Barcelona, Montalegre, 6, 08001 Barcelona, Spain

²Departamento de Geografía, Universidad de Salamanca, Cervantes s/n 37002 Salamanca, Spain

³Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Avda de la Universidad s/n.
Edificio Alcudía, 03202 Elche, Spain

Autor de correspondencia: xubeda@ub.edu

Resumen. Los incendios forestales, a pesar de ser un fenómeno intrínseco en los paisajes de ambiente mediterráneo, no dejan de ser uno de los mayores problemas ambientales, sociales y económicos. El objetivo de este estudio se centra en los Grandes Incendios Forestales (GIF), como evento extremo. Para ello se analizan las estadísticas en España a partir de las cuales se puede comprobar que hay un cambio en el régimen de incendios. En una segunda parte del trabajo se examinan las consecuencias de estos grandes incendios forestales en el suelo. Los cambios en las propiedades físicas conllevan una mayor vulnerabilidad a la erosión y los cambios en las propiedades químicas y biológicas se traducen en cambios en la calidad de los suelos y la posible degradación, en su recuperación, así como en el desarrollo y la recuperación de la vegetación. La gestión forestal puede evitar que se acelere, en un contexto de cambio global, este cambio de régimen de incendios y mitigar las consecuencias de los Grandes Incendios Forestales.

Palabras clave: severidad de fuego, recurrencia, estacionalidad, erosión, gestión forestal.

LARGE WILDFIRES AND THEIR CONSEQUENCES ON THE SOIL

Abstract. Wildfires, although an intrinsic phenomenon in Mediterranean landscapes, are still one of the major environmental, social and economic problems. The aim of this study focuses on Large Forest Fires (LFF) as an extreme event. For this purpose, the statistics on LFF in Spain are analysed, in which it can be seen that there is a change in the fire regime. The second part of the paper examines the consequences of these large forest fires on the soil. Changes in soil physical properties lead to increased vulnerability to erosion, and changes in chemistry and biology translate into changes in soil quality and possible degradation, soil recovery, and vegetation development and recovery. Forest management can prevent the acceleration, in a context of global change, of this fire regime shift and mitigate the consequences of Large Forest Fires.

Keywords: fire severity, recurrence, seasonality, erosion, forest management.

1. LOS GRANDES INCENDIOS FORESTALES

1.1. El régimen de incendios y los Grandes Incendios Forestales

Según Pausas (2012) el término “régimen de incendios” es el conjunto de características de los incendios en un lugar y tiempo determinado. Esta definición hace referencia a la “Frecuencia”, la “Intensidad”, la “Estacionalidad” y el “Tipo de propagación de los incendios”, o sea que cada ecosistema

tendrá su régimen determinado. Desde finales del siglo pasado ya se hablaba en la bibliografía de un posible cambio de régimen de incendios en España, con matices para cada parte de la geografía española. Moriondo *et al.*, (2006) ya apuntaban a un cambio de régimen de incendios debido a cambios de usos del suelo y a una gran acumulación de combustible, lo que influía en la “frecuencia”. Otros autores como Flannigan *et al.*, (2000) subrayan al cambio climático como causante importante de este cambio, incidiendo en la “frecuencia” y la “desestacionalización”. Sobre este segundo aspecto también apunta Pausas (2012), que las olas de calor y periodos de sequías pueden hacer que haya más combustible disponible, favoreciendo una “desestacionalización” de los incendios. Con todo, como apuntan Brotons *et al.*, (2013), saber el régimen de incendios futuro es complejo, debido a las múltiples variables que tienen implicación desde variables climáticas, sociales y económicas. Esta desestacionalización puede producir la confluencia espacio-temporal de los incendios con otros eventos extremos como lluvias torrenciales, lo que puede afectar gravemente al suelo (Franco *et al.*, 2016).

1.1.1. Metodología y estadísticas generales de Grandes Incendios Forestales en España

En España, cuando los incendios forestales superan las 500 ha de área quemada se les denomina Grandes Incendios Forestales (GIF). En las estadísticas de los diferentes Ministerios encargados de temas ambientales desde los años 60 del siglo XX, hoy en día el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) se hace especial atención, en el informe anual, a este tipo de incendios y en un cuadro aparte se habla de su extensión y municipio de inicio. Así pues, hay un buen registro de estos grandes incendios desde la década de los años 60.

Los datos para la realización de este trabajo provienen del MITECO. Los datos sobre el área afectada por los grandes incendios pueden diferir, según la fuente que se consulte, aunque ésta sea oficial. En la base de datos aparecen los incendios por el Municipio de origen. Cuando un (GIF) es producto de la unión de dos GIF estos son contemplados como dos GIF. A modo de ejemplo: En Cataluña, en 1994 se produjo el GIF conocido como el “Incendio de la Cataluña Central”, que según diferentes fuentes quemó entre 30.000 y 40.000 hectáreas. Este incendio tuvo dos inicios diferentes y así está contemplado en la base de datos del Ministerio, ambos empezaron el mismo día, el 4 de julio de 1994. Otro aspecto importante a tener en cuenta es que, aunque un incendio empiece en un municipio de una provincia, es posible que se extienda y queme más superficie de una provincia aledaña e incluso que forme parte de otra Comunidad Autónoma, pero en la base de datos sale el primer municipio. Por ejemplo, el mismo año 1994, empezó un incendio en Nonaspe (Zaragoza, Aragón), pero se extendió mayoritariamente por la provincia de Tarragona (Cataluña). Las estadísticas lo cuentan como incendio en Aragón.

A continuación, se mostrarán las estadísticas de estos Grandes Incendios en forma de figuras. Este trabajo que aquí se presenta es continuación de un trabajo anterior (Úbeda *et al.*, 2021) en el cual se analizaban los Grandes Incendios Forestales hasta 2019. Los grandes incendios de 2020, 2021 y 2022 han motivado a completar la estadística hasta 2022, y así comprobar como pocos años pueden provocar un cambio de tendencia importante y como algunas de las previsiones, apuntadas por varios expertos desde hace años (Moreno, 2007; de las Heras *et al.*, 2013; Moreno *et al.*, 2015; Quílez, 2019), se hacen patentes en cuanto al riesgo cada vez mayor de tener este tipo de fenómenos.

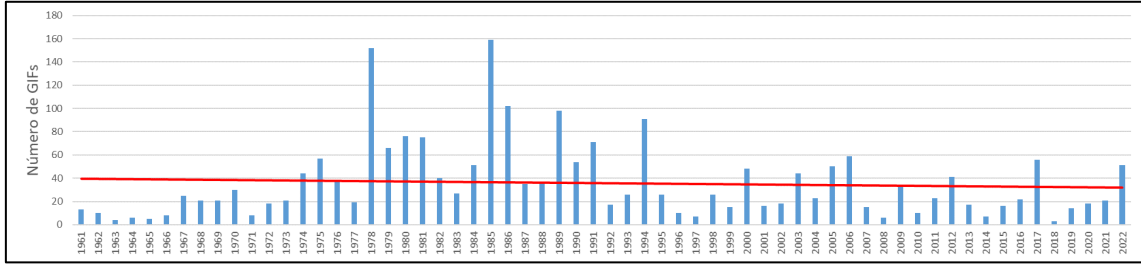
Como puede comprobarse (Figura 1), el fenómeno no es nuevo de este siglo XXI ya que, a finales del siglo XX, años 70, 80 y 90, hubo muchos años que superaron los 80 GIF. Destaca el año 1994 con 159 GIF y con una repercusión a nivel operativo y científico muy importante.

Pero si nos fijamos en el número de hectáreas quemadas por estos GIF (Figura 2), comprobamos que el año 2022 destaca por encima de los demás años con más de 250.000 ha quemadas, siendo aún, el año 1994 el de mayor registro con casi 350.000 ha.

Para comprobar que cada vez estos GIF tienen una mayor capacidad de propagación y son más difíciles de combatir, tenemos que fijarnos en cuantas hectáreas está quemando cada uno de estos incendios (Figura 3) y se puede ver cómo hay una tendencia creciente a que cada vez son mayores. Y aquí sí que 2022 es el año que, con casi 5000 ha por GIF, está por delante de toda la historia reciente de incendios de España.

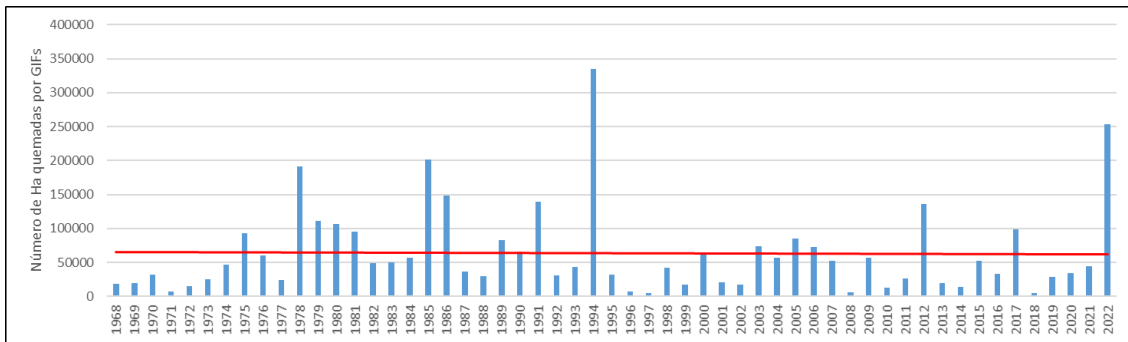
Un dato más que podemos comprobar en la Figura 4, y donde se ve claramente lo importante y preocupante que han sido los GIF en estos tres últimos años, es que el porcentaje de superficie quemada por los GIF ha sido el mayor desde que se tienen registros. El año 2020 iguala a 1994, con el 77% del área total quemada por GIF, 2021 y 2022, con un 86% es el máximo registrado.

Figura 1. Número de Grandes Incendios Forestales en España (1961-2022)



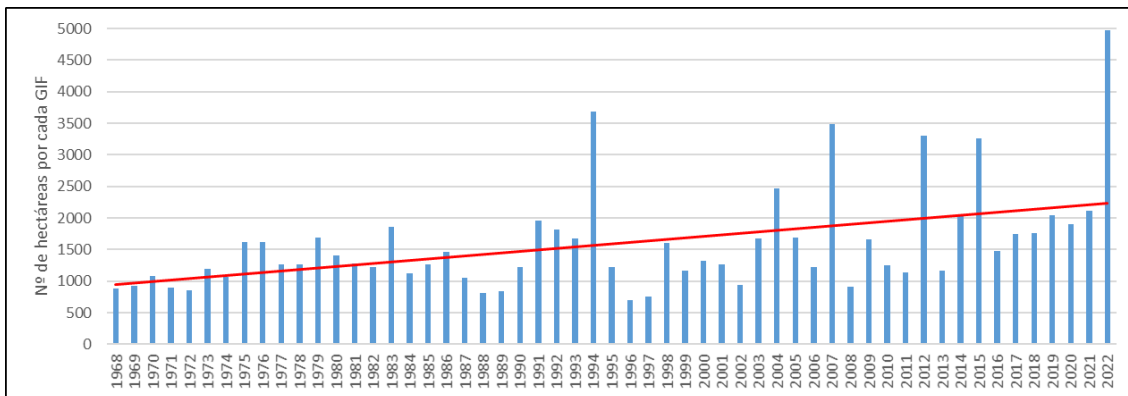
Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS.

Figura 2. Número de hectáreas quemadas por Grandes Incendios Forestales en España (1968-2022)



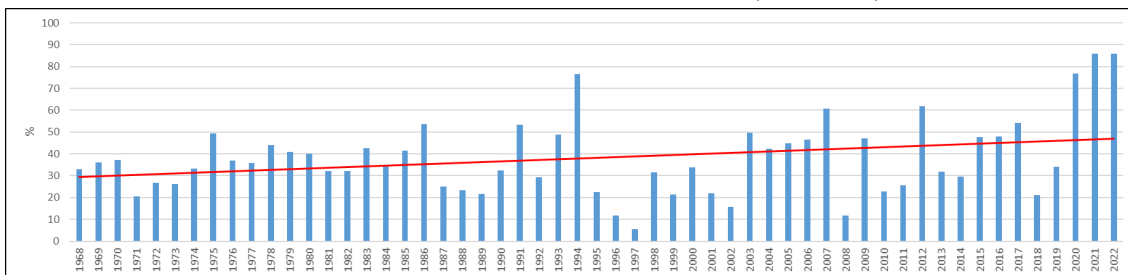
Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS.

Figura 3. Número de hectáreas quemadas por cada Gran Incendio Forestal en España (1968-2022)



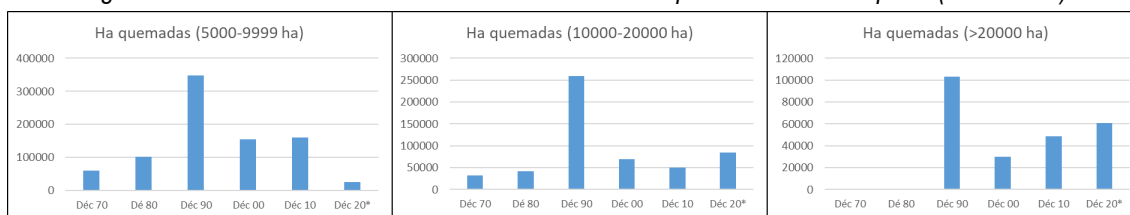
Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS.

Figura 4. Porcentaje de hectáreas que han quemado anualmente por GIF en España respecto al total de hectáreas quemadas por el total de incendios (1968-2022)



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS.

Figura 5. Tamaño de los Grandes Incendios Forestales por décadas en España (1968-2022)



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS.

Para terminar este apartado, en la Figura 5 podemos comprobar como la década de los 90 fue la década con los incendios más grandes en las tres categorías. Hasta la década de los 90 no aparecen GIF de más de 20.000 ha. Y si nos centramos en estos tres últimos años (2020, 2021 y 2022) vemos que se han quemado en incendios de entre 10.000 y 20.000 ha más superficie que en las décadas de los 70, 80, 00 y 10, con un total de 84.666 ha. Solo lo supera la década de los años 90 con 258.850 ha.

Igualmente, en tan solo 3 años (2020-2021 y 2022) se han calcinado más hectáreas (60.574 ha) con incendios superiores a 20.000 ha que en la década de los 00 y la década de los 10. Solo lo supera la década de los 90 con 103.286 ha.

1.1.2. Estadísticas por Comunidades Autónomas

Si nos centramos en cada Comunidad Autónoma (figura 6), la Comunidad Valenciana es la que más GIF acumula, seguido de Andalucía. Es importante destacar que: a) hasta 2019, no había habido ningún incendio superior a 5.000 ha en Navarra, en 2022 ha habido uno de 6.531 ha. b) hasta 2019 no había habido ningún incendio entre 10.000 y 20.000 en Galicia y en 2022 hubo 2 de 13.612 y 12.735 ha. c) en Castilla-León hasta 2019 no había habido ningún incendio superior a 20.000 ha y en 2022 hubo dos de 28.046 y 32.528 ha.

Figura 6. Número y extensión en hectáreas de GIF en cada Comunidad Autónoma (1968-2022)



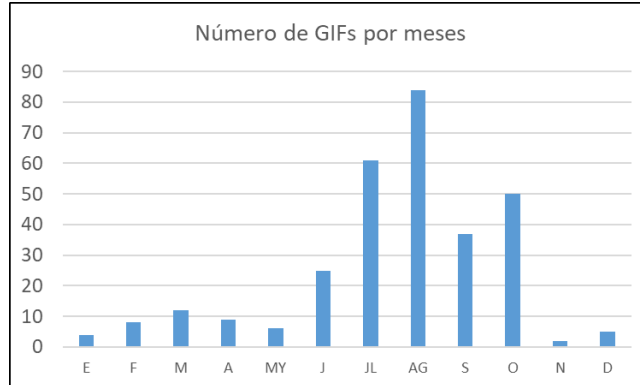
Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. (2). EFFIS. (3). Gobiernos autonómicos.

1.1.3. Desestacionalización de los Grandes Incendios Forestales

Para comprobar si cada vez los GIF tienen lugar en meses que normalmente no eran percibidos como los de más riesgo, es decir los meses de verano (junio-julio-agosto-septiembre), y, por tanto, hablar de una desestacionalización, tenemos que observar en que mes tienen lugar. En la Figura 7 se puede ver la distribución por meses de estos GIF. Agosto es el mes con más GIF, seguido de julio y vemos como octubre, un mes de otoño, está en tercera posición.

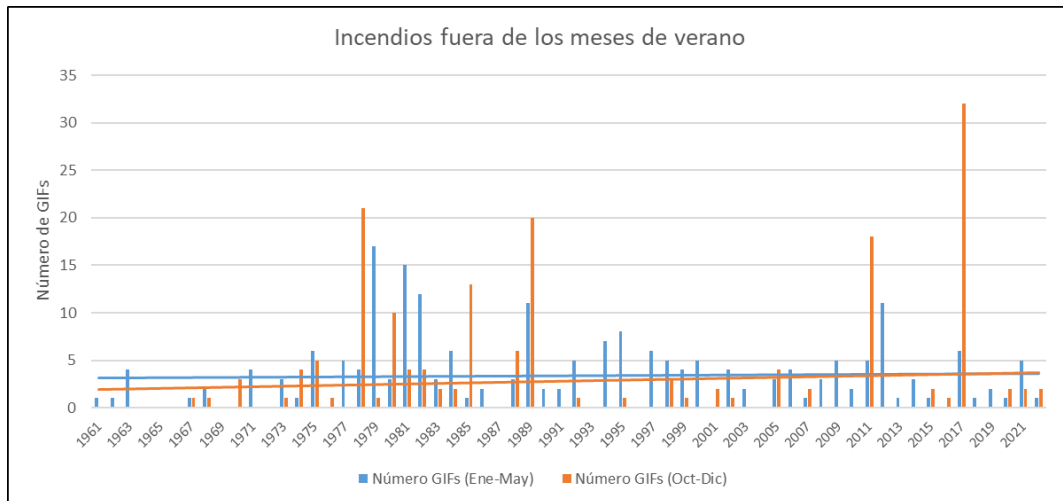
Pero para comprobar si podemos ver una desestacionalización debemos comprobar su evolución en el tiempo. En la Figura 8 se observa una ligera tendencia a aumentar y lo que es importante son los picos de años de la última década, con muchos GIF de octubre a diciembre. De hecho, desde los cuerpos de extinción están ampliando los meses de alerta debido a esta dinámica temporal.

Figura 7. Distribución de los Grandes Incendios Forestales por mes (1961-2022)



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico.

Figura 8. Evolución de los Grandes Incendios Forestales de enero a mayo y de octubre a diciembre



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico.

Pero aquí, sí que la geografía es importante y sabemos que en el norte de España la estacionalización de incendios es diferente a zonas más meridionales. Por esta razón debemos fijarnos en esta estacionalidad por Comunidades.

En la Figura 9, se tienen en cuenta solo los GIF fuera de los meses de verano y se observa como el País Vasco tiene el 100% de los GIF en el periodo de enero a mayo y Cantabria casi el 60%. Pero en Asturias ya son los GIF de otoño más numerosos que los de invierno-primavera. En Galicia también es evidente esta proporción. En la Figura 10 tenemos la distribución por décadas, tanto en número como en porcentaje de GIF fuera de los meses de verano. En la década de los 60 había un 12%, un 16% en los 70, un 14% en los 80, un 20% en los 90 y aunque en los primeros años del siglo XXI hubo un 12%, en la década de los 10 subió al 23% y en los 3 años de los años 20, de momento, sin poder compararlo todavía, un 25%.

Por los datos aportados por las estadísticas y ciñéndonos a la definición de “régimen de incendios” podríamos afirmar que hay un cambio de régimen de incendios en general en España. Para Moreno *et al.*, (2015) la “Superficie afectada” también sería una variable más a tener en cuenta y por supuesto este aumento es bastante evidente. Esta variable sería consecuencia de una mayor intensidad que está afectando también a la capacidad de extinción de los equipos de extinción de incendios, ya que determinadas intensidades de fuego sobrepasan esta capacidad.

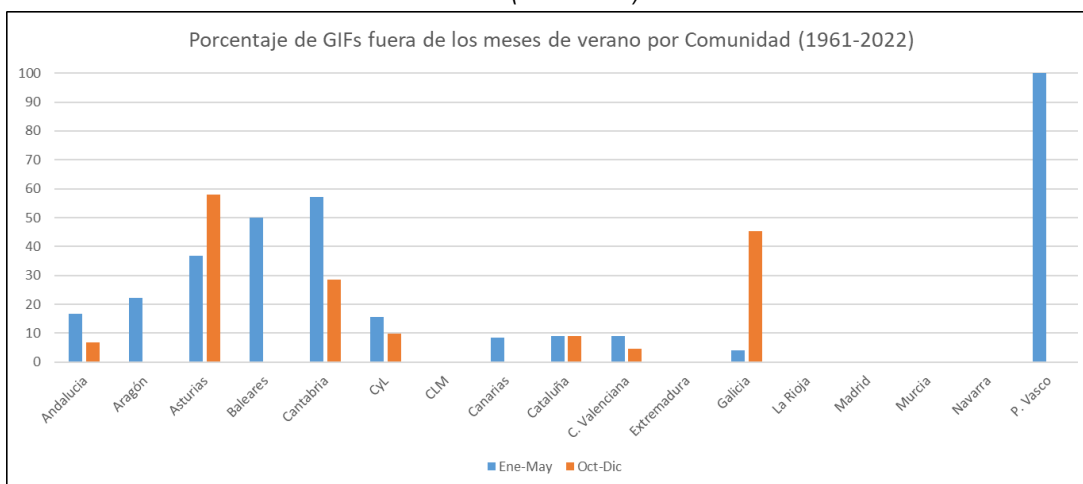
Sobre este tema, según Marc Castellnou, jefe de la unidad GRAF (Grupo de Soporte a Actuaciones Forestales) del cuerpo de Bomberos de la Generalitat de Catalunya, en una entrevista en un periódico de ámbito español afirmaba:

“Las variaciones y el aumento de temperaturas han traído un territorio que es más propenso a quemar, sí, pero lo que enciende la chispa es la falta de gestión del territorio, que está totalmente abandonado en Catalunya, pero también en España y en Europa Occidental”.

“La energía acumulada es cada vez más alta porque la temperatura va aumentando y los veranos duran más, así que los bosques gastan más energía de la que gastaban hace un siglo”.

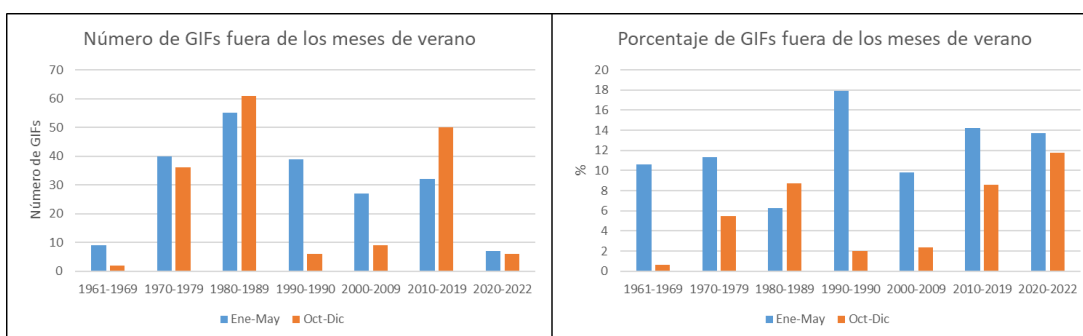
“Cada vez hay más incendios en los que la extinción no es posible: por más recursos que tengas y por muy bueno que seas apagando incendios, sin un territorio gestionado, no se puede hacer nada. Los bosques están llegando al límite y cada vez habrá más incendios imposibles de apagar, que son aquellos que emiten más de 10.000 kilovatios por metro cuadrado” (Castellnou, 2022).

Figura 9. Porcentaje por Comunidad Autónoma de Grandes Incendios Forestales fuera de los meses de verano (1961-2022)



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico.

Figura 10. Número y porcentaje de Grandes Incendios Forestales fuera de los meses de verano por décadas



Fuente: (1). Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico.

2. LOS EFECTOS DE LOS GRANDES INCENDIOS FORESTALES EN EL SUELO

2.1. La intensidad de los incendios y la severidad de afectación.

En la década de los años 90, y a raíz de los Grandes Incendios Forestales que tuvieron lugar en muchos lugares de España, se llevaron a cabo gran número de trabajos de investigación sobre diferentes aspectos relacionados con los incendios y entre ellos, los que tenían que ver con la relación entre incendios y suelo.

Uno de los aspectos más importantes que se estudiaron fue la intensidad de quemado. En términos de combustión es la energía que se libera, producto del combustible que se puede quemar, por unidad de tiempo. O sea que cuanto más masa forestal, más intensidad de quemado se genera. Hay otras variables

que intervienen, como la pendiente, la humedad, o la velocidad del viento. Pero a nivel de afectación de la vegetación, la fauna o el suelo se utiliza el término severidad, que sería el resultado provocado por cierta intensidad de quemado (Bento-Gonçalves *et al.*, 2012).

En un mismo incendio se pueden llegar a comprobar diferentes grados de severidad (Úbeda, 2001). No todas las partes de un área se queman a la misma severidad, ya que hay muchas variables que intervienen como se ha apuntado anteriormente. El estado de la vegetación, si se ha consumido poco, mucho o completamente (Moreno y Oechel, 1990) o la cantidad y color de las cenizas (negro-gris-blanco) (Úbeda *et al.*, 2006) son indicadores de la severidad alcanzada si se hace trabajo de campo inmediatamente después del fuego.

Centrándonos en el suelo, los efectos son directos, como los causados por la temperatura alcanzada en cada punto del perfil, e indirectos, y se refieren a todos los fenómenos y procesos que ocurren después del incendio (viento, precipitaciones, gestión post-incendio, etc) (Mataix-Solera, 1999).

El suelo es un mal conductor de la temperatura. Se ha comprobado que una temperatura elevada alcanzada en la superficie no se traduce en una temperatura elevada alcanzada en los primeros centímetros del suelo. Los cambios en el suelo pueden ser debidos tanto a la volatilización de elementos por la combustión, como a la incorporación de nuevos por las mismas cenizas producidas. Todo dependerá de lo que acontezca los días inmediatamente posteriores al incendio (Francos *et al.*, 2019).

El efecto último, y que no es enmendable, es la erosión del suelo, pues todo el sedimento erosionado se pierde en el momento que entra en la red fluvial de la cuenca donde se halle el incendio y vaya a parar a otras cuencas e incluso al mar. Está demostrado como hay una relación directa entre la severidad del incendio y el aumento de las tasas de erosión, ya que en una alta severidad la desprotección del suelo es mayor, los efectos en la física del suelo (estabilidad estructural, repelencia al agua, capacidad de infiltración) también y todo el suelo se vuelve más vulnerable a procesos erosivos.

Lo que, si se ha podido constatar, tanto por la investigación realizada en España como en otros países también muy afectados por incendios forestales como Portugal, es que una intensidad baja de quemado, no supone unos cambios drásticos en el suelo y que a medida que la severidad aumenta, los efectos negativos son cada vez mayores. Así pues, la variable que podemos controlar, ya que está directamente relacionada con la cantidad de combustible, es la intensidad del fuego. Los esfuerzos en la gestión forestal tienen que ir encaminados a reducir esta variable "intensidad" mediante una gestión del combustible, tanto vivo como muerto de nuestros espacios forestales y esto conllevará a un grado menor de severidad de afectación en el suelo.

2.2. La gestión forestal y la disminución del riesgo de Grandes Incendios Forestales.

En la primera parte de este trabajo se ha hablado de la relación que existe entre la intensidad de los incendios forestales, la velocidad de propagación de éstos, y la superación de la capacidad de extinción. Relación que, en parte, favorece a que los incendios forestales, cada vez, alcancen más fácilmente la categoría de GIF.

En el anterior punto también se ha mencionado como, a mayor intensidad, los efectos en las propiedades del suelo serán mayores. Por tanto, la gestión forestal tendría que ir destinada a reducir el combustible, tanto vivo y muerto, que genera una alta intensidad. No se trata únicamente de reducir la cantidad, sino su disposición, continuidad, estructura y densidad.

La gestión forestal no solo ayuda a mejorar un aspecto cuantitativo de masa forestal sino también a que ésta sea de mayor calidad. Hay muchos estudios sobre la cantidad de agua que un espacio forestal necesita para no tener estrés hídrico y por tanto llevar a la vegetación a estadios de sequía que los hacen más vulnerables a ser quemados. Además, la falta de agua, y a su vez de nutrientes, lleva a la vegetación a crecer poco, o sea a tener menos diámetro y menos corteza, por tanto, ser también más vulnerables y a contraer enfermedades. Una situación de estrés hídrico en un bosque, a causa de la alta competencia entre individuos, es una variable más a tener en cuenta a la hora de tener incendios más intensos y severos.

La gestión forestal para no tener incendios de alta intensidad de fuego y para que no lleguen a ser GIF se puede realizar antes de un incendio forestal - situación preincendio-, pero también en lugares que ha habido un incendio, o sea, en una gestión postincendio.

Las imágenes de satélite y las imágenes captadas por drones, así como el trabajo de campo, nos pueden ayudar a delimitar las áreas que tienen un mayor riesgo de gran incendio forestal. Mapas de cubiertas, densidades y de combustible son necesarios a la hora de hacer una estrategia de gestión.

También se debe saber, qué es lo que se quiere conseguir, es decir, el objetivo de la gestión. Puede interesar solo una disminución de la densidad y del material muerto, pero también puede interesar favorecer unas especies en frente de otras, por tener algún tipo de rendimiento, o por considerar que pueden estar más adaptadas a una situación de sequía, probablemente más frecuentes.

Después de un gran incendio forestal, también es necesaria la gestión, aunque la planificación tiene que ser muy minuciosa. Es ahí cuando el factor suelo es determinante. Las actuaciones forestales deben establecer en qué estado está el suelo, pues determinadas acciones podrían perjudicarlo más e incluso hacerlo desaparecer acelerando procesos erosivos. Las especies vegetales mediterráneas tienen muchas estrategias de supervivencia y de rebrote. Este hecho es positivo porque hay una pronta colonización de especies que aprovechan la situación postincendio para resurgir y protegen al suelo del impacto de las gotas de lluvia y a procesos de salpicadura y de erosión. Pero con el paso de los años, se ha comprobado que la densidad de rebrote y de resurgimiento por semillas puede crear escenarios de densa vegetación y estrés hídrico. Muchos de los grandes incendios actuales son producto de incendios que tuvieron lugar en la década de los 80 y 90 del siglo pasado, donde no hubo ninguna intervención y la vegetación surgió formando estructuras con mucho riesgo de Gran Incendio Forestal (Figura 11).

Figura 11. Imagen del estado actual de la vegetación resurgida en un bosque quemado en 1994. Se puede observar la densidad y mortalidad por ventadas. Macizo de Cadiretes (Girona).



Fuente: GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània).

2.3. El Plan Forestal Español 2022-2032

El Plan Forestal Español, aprobado este pasado mes de diciembre de 2022, describe la problemática de los espacios forestales en general, desde diferentes puntos de vista, aunque el ambiental tiene un papel determinante y dentro de los problemas, los incendios suponen uno de los más importantes. En este Plan se definen cuáles son los objetivos para los próximos 10 años y a modo de resumen se podrían destacar, por el tema que nos atañe en este artículo, los siguientes:

a) Mejorar el estado de conservación de determinados ecosistemas forestales, su biodiversidad, su conectividad y su papel en la infraestructura verde, mediante su protección, conservación y restauración ecológica y a través del enfoque ecosistémico de la gestión forestal sostenible.

b) Reforzar el papel protector de los bosques y otras tierras forestales en el ciclo del agua para la conservación y recuperación de tierras degradadas y suelos, así como su preparación ante los riesgos derivados de incendios forestales, plagas y enfermedades.

c) Mejorar la información forestal, impulsando la investigación y la transferencia de conocimiento, y fortaleciendo la cooperación, participación y transparencia de todos los agentes públicos y privados del sector forestal.

El conocimiento es básico para poder llevar a cabo estas estrategias de gestión forestal y desde la geografía podemos aportar mucha información. Como puede observarse en el texto, el problema de lo forestal se soluciona desde la transversalidad del conocimiento y no solo es un problema ambiental, sino como se ha señalado en un principio, se trata también de un problema social y económico.

3. CONCLUSIONES

A modo de conclusiones se pueden señalar algunos aspectos de forma sintética:

a) Desde hace ya años se ha comprobado un aumento de las hectáreas quemadas por Grandes Incendios Forestales, esta tendencia se ve aumentada si incluimos en las estadísticas los últimos tres años, siendo 2022 el más crítico.

b) Cada vez son más las Comunidades Autónomas que suman GIF con más hectáreas quemadas, ya no solo de 500 hectáreas, sino de 5000, 10000 y 20000 ha.

c) Por los datos obtenidos, y teniendo en cuenta las variables que intervienen, se puede concluir que sí ha habido un cambio de régimen de incendios en España.

d) Los Grandes Incendios Forestales no solo son un riesgo por sus dimensiones, sino también, sabemos que, como Incendios que queman a gran intensidad, son más perjudiciales para el suelo y su recuperación. A más intensidad, la severidad es mayor y es superior la afectación a las funciones edáficas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Los autores de este trabajo creemos que la inversión en extinción y en los diferentes cuerpos de extinción es necesaria, pero para que estos agentes sean capaces de enfrentarse a esta nueva generación de incendios se debe reducir el riesgo del Gran Incendio Forestal. Esta disminución del riesgo, y más en un escenario de cambio global, tiene que ser posible por la gestión de los espacios rurales-forestales, dotando de valor a éstos y a su economía. La prevención es invertir, gestionar, potenciar e investigar.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación CGL2016-75178-C2 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y por la Ayuda a Grupos de Investigación de la Generalitat de Catalunya 2021SGR00859. Los autores también quieren agradecer a la Secretaría de la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación del MITECO por la información detallada sobre Grandes Incendios Forestales.

REFERENCIAS

- Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Úbeda, X., Martín, D. (2012). Fire and soils: key concepts and recent advances. *Geoderma*, 191, 3-13. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.01.004>
- Brotos, L., Aquilué, N., de Cáceres, M., Fortin, M.-J., Fall, A. (2013). How Fire History, Fire Suppression Practices and Climate Change Affect Wildfire Regimes in Mediterranean Landscapes. *PLoS ONE*, 8, e62392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062392>.
- Castellnou, M. (2022, agosto, 13). Los bosques están al límite y cada vez habrá más fuegos imposibles de apagar. Recuperado de: https://www.eldiario.es/catalunya/marc-castellnou-experto-incendios-bosques-limite-vez-habra-fuegos-imposibles-apagar_128_9234181.html.
- De las Heras, J., Moya, D., Lloret, F., Vallejo, V. R., Castro, J., López-Serrano, F. R., Rodrigo, A. (2013). *Incendios forestales. Conservar Aprovechando*, 45-55.
- EFFIS (2023). Country/Regional Wildfire Maps. Recuperado de <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>
- Flannigan, M.D., Stocks, B.J., Wotton, B.M. (2000). Climate change and forest fires. *Science of the Total Environment*, 262, 221-229. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00524-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00524-6)
- Francos, M., Pereira, P., Alcañiz, M., Mataix-Solera, J., Úbeda, X. (2016). Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain). *Science of the Total Environment*, 572, 1353-1362. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.145>
- Francos, M., Úbeda, X., Pereira, P. (2019). Impact of torrential rainfall and salvage logging on post-wildfire soil properties in NE Iberian Peninsula. *Catena*, 177, 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.02.014>
- Mataix-Solera, J. (1999) *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales: contribución a su conservación y regeneración*. Tesis Doctoral. Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante.
- MITECO (2023). Estadística General de Incendios Forestales. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-datos.aspx>

- Moreno, J. M., Oechel, W. C. (1989). A simple method for estimating fire intensity after a burn in California chaparral. *Acta Oecológica*, 10/1, 57-68.
- Moreno, J. M. (2007). Cambio Global e Incendios Forestales. En *Una Visión desde España*. 4ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. (pp. 1-22). Actas de la Wildfire 2007. 13-17 de mayo 2007.
- Moreno, V., Chuvieco, E., Pezzatti, G. B. (2015). Evolución del régimen de incendios forestales en España. *Investigación y Ciencia*, 464, 10-12.
- Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J. (2006). Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31, 85–95.
- Pausas, J. G. (2012). *Incendios Forestales: Una visión desde la ecología*. Los libros de la Catarata. CSIC, Madrid.
- Quílez-Moraga, R. (2019). Los incendios forestales en La Comunitat Valenciana en el contexto del cambio climático. En *III Congreso forestal de la Comunitat Valenciana: Gestión de incendios forestales en el contexto del cambio climático* (p. 8). Actas del III Congreso Forestal. Mayo de 2019. Universitat de València.
- Úbeda, X. (2001). Influencia de la intensidad de quemado sobre algunas propiedades del suelo después de un incendio forestal. *Edafología*, 8, 41-49.
- Úbeda, X., Mataix-Solera, J., Francos, M., Farguell, J. (2021). Grandes incendios forestales en España y alteraciones de su régimen en las últimas décadas. En *Geografia, Riscos e Proteção Civil*. Homenagem ao Professor doutor Luciano Lourenço. Coimbra.
- Úbeda, X., Outeiro, L. R., Sala, M. (2006). Vegetation regrowth after a differential intensity forest fire in a Mediterranean environment, northeast Spain. *Land Degradation & Development*, 17(4), 429-440. <https://doi.org/10.1002/ldr.748>