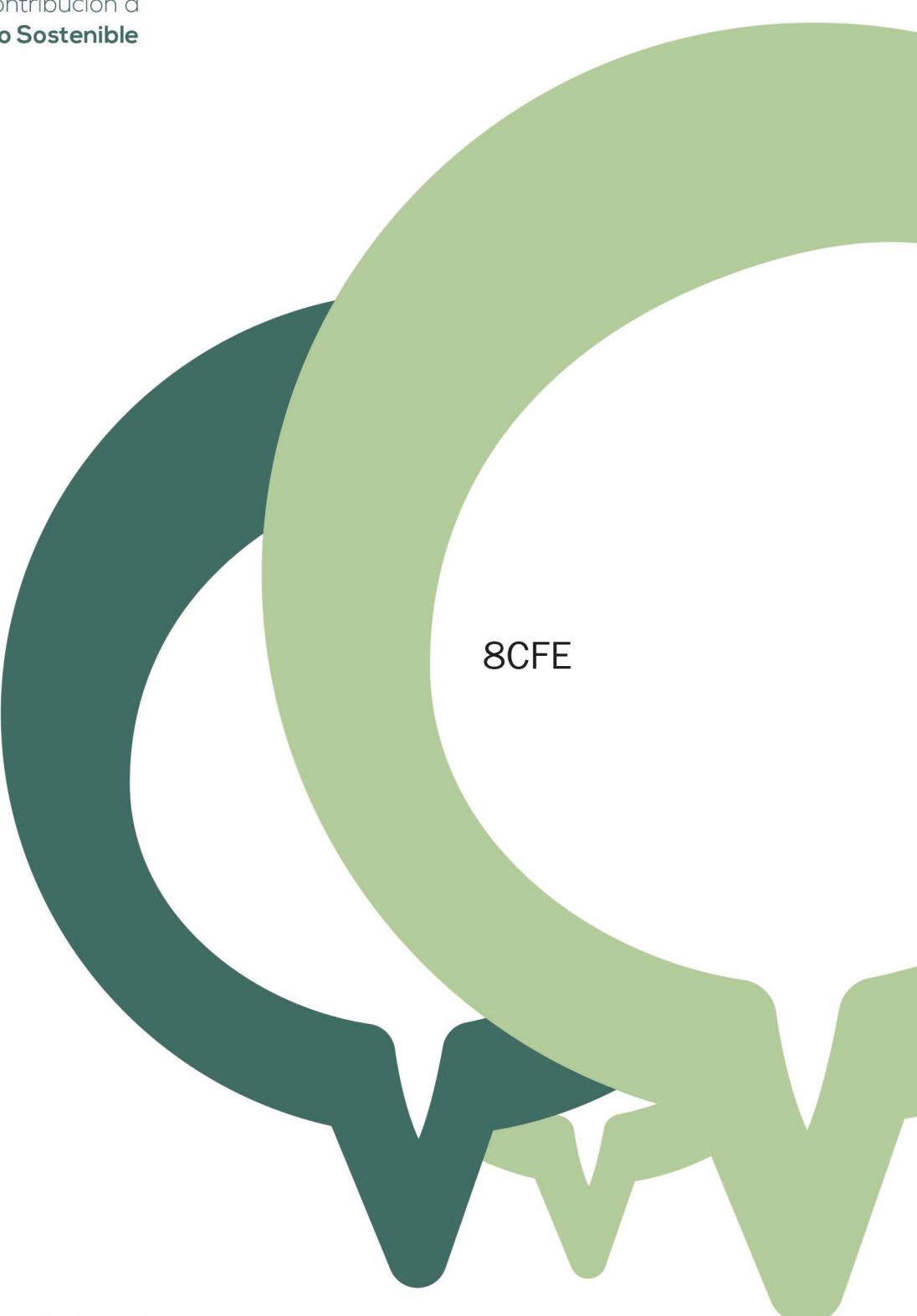




8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



¿Qué caracteriza la ocurrencia y recurrencia de los incendios forestales en la Comunitat Valenciana?

PERIS-LLOPIS, M.¹, GONZÁLEZ-OLABARRIA, J. R.², GARCÍA-GONZALO, J.² y MOLA-YUDEGO, B.¹

¹ School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Yliopistonkatu 7, P.O. Box 111, 80101 Joensuu, Finland.

²Joint Research Unit CTFC - AGROTECNIO, Ctra de St. Llorenç de Moruñs, Km 2, 25280 Solsona, Spain.

Resumen

Los incendios juegan un papel clave en los bosques Mediterráneos, con efectos beneficiosos o potencialmente destructivos según sus características y tamaño. En este estudio nos centramos en los patrones de recurrencia de incendios forestales en la Comunidad Valenciana durante dos décadas (1993-2015). En base a investigación previa basada en el Mapa Forestal de España y en los partes de incendios, las variables consideradas son: altitud, pendiente, aspecto, combustible, y densidad de población y carreteras.

Se clasifican las áreas quemadas en función del número de incendios ocurridos, separando en áreas quemadas una o dos veces. Dichas áreas se caracterizan acorde a su topografía, combustibles y presencia humana. Este enfoque revela que, las áreas sujetas a incendios recurrentes presentan unas características diferentes a aquellas áreas que sólo se queman una vez. La ocurrencia de un primer incendio se produce en áreas de bosque de *Pinus halepensis* mientras que los incendios recurrentes se producen en zonas caracterizadas por una mayor presencia de matorral y una menor presencia humana. Estos resultados pueden ayudar a elaborar estrategias de prevención de incendios, especialmente en áreas vulnerables a la ocurrencia de incendios recurrentes.

Palabras clave

Riesgo de incendios, incendios recurrentes.

1. Introducción

Los incendios juegan un papel clave en los bosques Mediterráneos, modificando sus funciones y composición (PARENTE & PEREIRA, 2016). Además, se esperan aumentos, no sólo en el área quemada (TURCO et al. 2018), sino también en la frecuencia de los incendios de gran tamaño (WILLIAMS, 2013). Esto conlleva a su vez un incremento en la frecuencia de incendios recurrentes (GANTEAUME et al., 2009). La creciente ocurrencia de incendios recurrentes altera la estructura forestal, llevando a cambios de usos del suelo en aras de cubiertas vegetales más proclives a ser objeto de incendios forestales (DELITTI et al., 2005; PAUSAS & LLORET, 2007).

En el caso de España el número de incendios ha aumentado, siendo la gran mayoría causados por la actividad humana (GOLDAMMER, 2003). En los últimos años, se han desarrollado diferentes estudios con el objetivo de identificar qué variables están relacionadas con los incendios forestales en el Mediterráneo, por ejemplo mediante modelos para identificar los patrones de ocurrencia (GONZÁLEZ et al., 2006; MARQUES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012) y recurrencia (MENESSES et al., 2018; MOGHLI et al., 2021), y con el objetivo de caracterizar los regímenes de incendios entre otros (MATEUS & FERNANDES, 2014; SAN-MIGUEL-AYANZ et al., 2013). Específicamente en la Comunitat Valenciana, se han desarrollado estudios relacionados con la recurrencia de incendios. Por ejemplo, QUÍLEZ MORAGA (2019) analiza la distribución espacial de los incendios recurrentes, recalmando la elevada frecuencia de los mismos e identificando áreas quemadas hasta seis veces. Respecto a la vegetación presente, RÖDER et al. (2008) identificaron las dinámicas de recuperación de la vegetación en áreas quemadas recurrentemente en la región. Estos estudios demuestran la presencia de elevados índices de recurrencia en la región, así como la importancia de la vegetación presente y sus dinámicas para su ocurrencia. Identificar los patrones de recurrencia y los factores que los influencian resulta clave para

poder prevenir que áreas ya dañadas por un primer incendio forestal sean objeto de incendios recurrentes, buscando prevenir la degradación de dichos bosques y permitiendo su recuperación.

Durante los últimos 20 años, se han quemado más de 280,000 ha de bosque en la Comunitat Valenciana, causando importantes pérdidas económicas y la degradación de ecosistemas vulnerables. El aumento en la frecuencia de incendios recurrentes conlleva una mayor degradación de dichos ecosistemas (SCHAFFHAUSER et al., 2008). El presente estudio analiza la dimensión espacial de los incendios forestales y sus patrones acorde al número de incendios recurrentes ocurridos en la región, basándose en datos de ocurrencia de incendios entre 1993 y 2015.

2. Objetivos

El objetivo principal es identificar aquellas variables que caracterizan las áreas quemadas en función de si han sido objeto de un incendio o si se han quemado recurrentemente. De esta forma, se busca entender cuáles son los factores que influyen la ocurrencia de los incendios recurrentes.

3. Metodología

El área de estudio es la Comunitat Valenciana, con un área total de 23,255 km² y un 56% del área ocupada por bosques, principalmente dominados por *Pinus halepensis*. El bosque de matorral es abundante y está formado principalmente por *Quercus spp*. Demográficamente, se trata de una región densamente poblada, pero con una distribución poblacional desigual con mayores densidades en la zona costera y áreas rurales despobladas. La ocurrencia de incendios en la región es una de las más altas del país (MAPA, 2019), al igual que el porcentaje de área quemada por grandes incendios (MAPA, 2019).

La caracterización de las áreas quemadas se basa en datos procedentes de la *Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural* (VALENCIANA, 2018), que incluyen frecuencias y tipo de incendios forestales, fecha, causa, perímetro y área para el período 1993-2015. En total, datos de 10,722 eventos que afectaron a 285,024 ha de bosques. También se han utilizado datos sobre usos del suelo y especies presentes procedentes del Mapa Forestal Español (MFE50), elaborado por el *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (1997-2006). En cuanto a la topografía, los datos de pendiente y altitud se extrajeron de los modelos digitales del Terreno a escala 1:200 (*Instituto Geográfico Nacional*). La densidad de carreteras se obtuvo de la red de carreteras del Estado (*Instituto Geográfico Nacional*), y la densidad poblacional de mapas del Corine 2000 (EEA/JRC, GALLEG 2010).

Todos estos datos se procesaron con el objetivo de clasificar las áreas quemadas una o más veces, mediante el uso de capas ráster (celdas de 50x50 m). El valor de recurrencia en cada celda se calcula mediante la superposición de capas ráster por cada año en el período de estudio, con valores 1 o 0 según si las celdas se han quemado o no durante dicho año. Posteriormente, se suman todos los valores, resultando en un valor que indica el número total de veces en las que se ha producido un incendio por celda. A continuación, se analizan las variables topográficas y la densidad de carreteras y poblacional en las áreas quemadas una y dos veces. Se aplican test estadísticos de Wilcoxon con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas en las variables en función del número de veces que se ha quemado cada celda. Por último, se analizan las especies y combustibles presentes en las áreas quemadas.

4. Resultados

Entre 1993 y 2015 se quemó aproximadamente el 22% de la superficie forestal de la Comunitat Valenciana (Fig. 1), con un porcentaje mayor de incendios debidos a causas antrópicas en comparación

con causas naturales. Los grandes incendios (mayores de 500 ha) representan 87% del área total quemada. Estos se concentran en la zona de transición entre pequeñas áreas urbanas y agrícolas y las zonas forestales, extendiéndose a las mismas y resultando en áreas quemadas de mayor tamaño.

El área quemada media por incendio durante el período de estudio es de 26.5 ha (SE = 5.4) y el 89% del área total quemada se debe a zonas quemadas únicamente una vez, mientras que el 10.9% se quema dos veces. Esto supone que el 1.3% de la superficie total de la Comunitat Valenciana se quemó dos veces. Además, se observa que gran parte del área quemada por incendios recurrentes ocurre en zonas en las que se había producido un incendio previo grande (Fig. 1). La excepción a esto son áreas que se queman más de tres y cuatro veces, tratándose de celdas aisladas dispersas por todo el territorio.

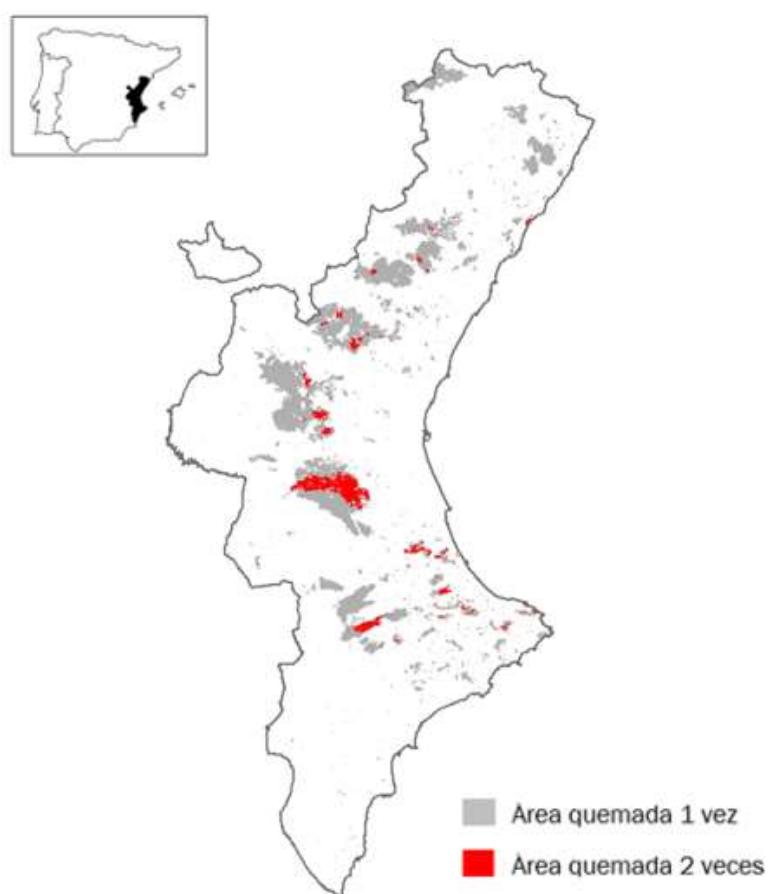


Figura 1. Área quemada una y dos veces en la Comunitat Valenciana en el período 1993-2015.

En cuanto a las características de las áreas en las que ocurrieron los incendios (tabla 1), en el área de estudio los incendios recurrentes ocurren a menores altitudes que las áreas quemadas una vez. Las áreas quemadas dos veces se producen en zonas con una densidad poblacional y de carreteras menor que aquellas áreas que se queman una sola vez. De modo que áreas más aisladas, tienen una frecuencia mayor de incendios recurrentes, y áreas densamente pobladas tienen menos incendios recurrentes. De acuerdo a los tests de Wilcoxon realizados, todas las variables consideradas (tabla 1) muestran diferencias significativas (p -value < 0.05) dependiendo de si se trata de áreas quemadas una o dos veces.

Tabla 1. Valores medios de las variables en áreas quemadas una y dos veces. Error estándar entre paréntesis.

	Áreas quemadas una vez	Áreas quemadas dos veces
% Área quemada total	89.1	10.9
Altitud (m)	580.16 (0.29)	493.35 (0.56)
Pendiente (°)	8.89 (0.01)	10.29 (0.02)
Densidad de población (hab km ⁻²)	13.06 (0.09)	8.56 (0.31)
Densidad de carreteras (km km ⁻²)	91.29 (0.05)	88.36 (0.13)

Respecto a los combustibles, la mayoría de la superficie quemada se produce en áreas clasificadas como matorral (21.46%), seguida por áreas de bosque (20.47%) y zonas de pastizal-matorral (13.71%). Los bosques donde ocurren estos incendios están dominados por pinos, principalmente *P. halepensis*. Una vez se diferencia entre áreas quemadas una o dos veces, el porcentaje de área quemada respecto al tipo estructural es diferente (Fig. 2). De esta forma, áreas quemadas una vez tienen un porcentaje mayor ocupado por bosque (33.3%) que por matorral (31.6%), mientras que en áreas con incendios recurrentes el porcentaje de bosque (11%) es menor al de matorral (38.8%) y al de pastizal-matorral (43.3%).

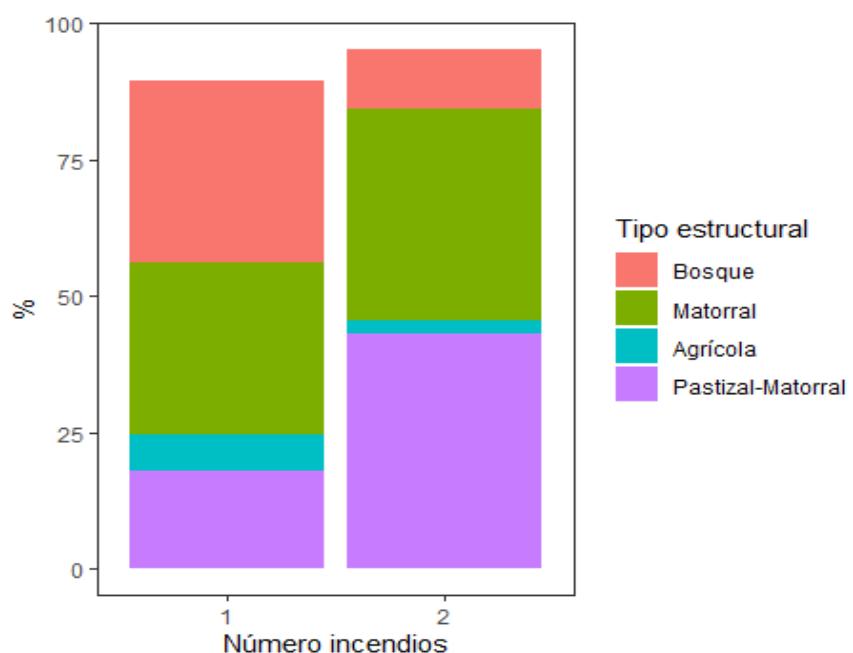


Figura 2. Porcentaje de área quemada de cada tipo estructural según el número de incendios en la Comunitat Valenciana en el período 1993-2015.

5. Discusión

Este estudio consiste en la caracterización de las áreas quemadas en la Comunitat Valenciana entre 1993 y 2015, centrándose en los factores relacionados con la recurrencia de incendios. Para ello se utilizan datos de diversas fuentes, incluyendo variables referentes a la topografía, los combustibles, presencia humana y accesibilidad.

Las variables elegidas para la caracterización de las áreas quemadas se basan en modelos de ocurrencia previos elaborados para otras áreas Mediterráneas (GONZÁLEZ & PUKKALA, 2007; MARQUES et al., 2011; PERIS-LLOPIS et al., 2020). Dichos estudios demuestran la influencia de la topografía, combustibles, accesibilidad y presencia humana en la ocurrencia de incendios forestales. En cuanto a recurrencia, diversos estudios apuntan a la influencia de diferentes tipos de vegetación como catalizadores para la ocurrencia de incendios recurrentes (MENESES et al., 2018; MOGHLI et al., 2021 entre otros). Por ello, se analizan los combustibles presentes en las áreas quemadas una y dos veces, atendiendo especialmente a los tipos estructurales presentes.

Los bosques Mediterráneos presentan una gran diversidad de especies y estructuras, por ello el tipo de combustible resulta de gran relevancia para explicar la recurrencia de incendios. En este sentido, los resultados muestran que el matorral es el principal combustible presente en las áreas quemada por segunda vez. Acorde a diferentes estudios, existe una relación positiva entre la presencia de matorral y la ocurrencia de incendios forestales, observada por GONZÁLEZ & PUKKALA (2007), GANTEAUME & JAPPIOT (2013) y MOREIRA et al., 2010 en otras áreas Mediterráneas. Respecto a otros tipos de combustibles, se produce un cambio en el tipo estructural principal en áreas quemadas dos veces. De tal forma que el bosque (monte arbolado) presente en áreas quemadas una vez, pasa a ser sustituido por matorrales y pastizales en áreas quemadas dos veces. Dicho cambio resulta en estructuras menos complejas y con una capacidad de recuperación menor (EUGENIO & LLORET, 2004). Es importante tener en cuenta que, en zonas con cambios de usos del suelo, los combustibles presentes podrían haber cambiado después de las mediciones del MFE50, por lo que complementar los análisis realizados con datos de una mayor periodicidad contribuiría a aumentar la precisión de los resultados.

La caracterización de las áreas quemadas permite identificar las diferencias en las áreas que se han quemado una o dos veces. Los resultados muestran que las áreas quemadas una sola vez se encuentran a mayor altitud que las áreas quemadas dos veces. Esto puede deberse a que existen muchas áreas de pequeña dimensión quemadas dos veces que se encuentran cercanas a la costa, disminuyendo la media de altitud. En cuanto a la pendiente, áreas con un único incendio tiene una pendiente media ligeramente menor a áreas quemadas dos veces. Las variables socioeconómicas, densidad de población y carreteras, también difieren en función del número de incendios ocurridos. De forma que los incendios recurrentes ocurren en áreas con una accesibilidad menor. En dichas áreas la densidad media de carreteras y población son menores, indicando una menor presencia humana. Esto puede deberse a que gran parte del área quemada por incendios recurrentes se encuentra en zonas donde se ha producido un primer incendio de gran tamaño, en zonas caracterizadas por una menor accesibilidad (véase PERIS-LLOPIS et al., 2020), que ha propiciado el establecimiento de combustibles altamente inflamables a la vez que menores barreras para el avance del fuego.

6. Conclusiones

En conclusión, los resultados muestran características topográficas, de combustibles y socioeconómicas diferentes en las áreas quemadas una y dos veces. Los resultados obtenidos pueden aplicarse para el análisis de la ocurrencia y recurrencia de incendios en zonas Mediterráneas, con implicaciones para el diseño de estrategias de prevención. Entender qué factores aumentan las

probabilidades de que un área sea objeto de incendios recurrentes permite determinar dónde deben intensificarse los esfuerzos de prevención y extinción.

7. Agradecimientos

Nos gustaría agradecer su apoyo a la Universidad de Finlandia Oriental (UEF), y a la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural por facilitar los datos utilizados en este estudio. Agradecemos también a la Asociación de Cultura Finlandesa por su apoyo económico (Ref. 55191504). Finalmente, agradecemos el apoyo prestado por el proyecto DecisionES del programa Marie Skłodowska-Curie (financiado por el programa de investigación e innovación de la Unión Europea, con no. 101007950).

8. Bibliografía

DELITTI, W; FERRAN, A; TRABAUD, L; VALLEJO, V, R; 2005. Effects of fire recurrence in *Quercus coccifera* L. shrublands of the Valencia Region (Spain): I. plant composition and productivity. *Plant Ecology* 177 57-70.

EUGENIO, M; LLORET, F; 2004. Fire recurrence effects on the structure and composition of Mediterranean *Pinus halepensis* communities in Catalonia (northeast Iberian Peninsula). *Ecoscience* 11 446-454.

EUROPEAN COMMISSION JRC; 2011. Forest fires in Europe 2010. Official Publication of the European Communities, EUR 24910.

GALLEGOS, F, J; 2010. A population density grid of the European Union. *Popul Environ* 31 460-473

GANTEAUME, A; MARIELLE, J; CORINNE, L, M; THOMAS, C; LAURENT, B; 2009. Fuel characterization and effects of wildfire recurrence on vegetation structure on limestone soils in southeastern France. *For Ecol Manage* 258 S15-S23.

GANTEAUME, A; JAPPIOT, M; 2013. What causes large fires in Southern France. *For Ecol Manage* 294 76-85

GOLDAMMER, J, G; 2003. Towards international cooperation in managing forest fire disasters in the Mediterranean region. *Security and Environment in the Mediterranean*. Springer, Berlin, pp 907-915

GONZÁLEZ, J, R; PUKKALA, T; 2007. Characterization of forest fires in Catalonia (north-east Spain). *Eur J For Res* 126 421-429

GONZÁLEZ, J, R; PALAHÍ, M; TRASOBARES, A; PUKKALA, T; 2006. A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). *Ann For Sci* 63 169-176

MARQUES, S; BORGES, J, G; GARCIA-GONZALO, J; MOREIRA, F; CARREIRAS, J, M, B; OLIVEIRA, M, M; CANTARINHA, A; BOTEQUIM, B; PEREIRA, J, M, C; 2011. Characterization of wildfires in Portugal. *Eur J For Res* 130 775-784

MATEUS, P; FERNANDES, P, M; 2014. Forest fires in Portugal: dynamics, causes and policies. *Forest Context and Policies in Portugal*. Springer, Cham, pp 97–115

MENESES, B, M; REIS, E; REIS, R; 2018. Assessment of the recurrence interval of wildfires in mainland Portugal and the identification of affected LUC patterns. *Journal of Maps* 14 282-292.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (1997– 2006) Mapa Forestal de España a escala 1:50.000. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Serie publicación digital. Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN; 2019. Los incendios Forestales en España Decenio 2006–2015. Área de Defensa contra Incendios Forestales, Technical Report, Madrid

MOGLI, A; SANTANA, V, M; BAEZA, M, J; PASTOR, E; SOLIVERES, S; 2021. Fire Recurrence and Time Since Last Fire Interact to Determine the Supply of Multiple Ecosystem Services by Mediterranean Forests. *Ecosystems* 1-13.

MOREIRA, F; CATTRY, FX; REGO, F; BACAO, F; 2010. Size-dependent pattern of wildfire ignitions in Portugal: When do ignitions turn into big fires? *Landsc Ecol* 25 1405–1417

OLIVEIRA, S; OEHLER, F; SAN-MIGUEL-AYANZ, J; CAMIA, A; PEREIRA, J. M; 2012. Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using Multiple Regression and Random Forest. *For Ecol Manage* 275 117-129.

PARENTE, J; PEREIRA, MG; 2016. Structural fire risk: the case of Portugal. *Sci Total Environ* 573 883-893

PAUSAS, J, G; LLORET, F; 2007. Spatial and temporal patterns of plant functional types under simulated fire regimes. *Int J Wildland Fire* 16 484-492.

PERIS-LLOPIS, M; GONZÁLEZ-OLABARRIA, J, R; MOLA-YUDEGO, B; 2020. Size dependency of variables influencing fire occurrence in Mediterranean forests of Eastern Spain. *Eur J For Res* 139 525-537.

QUÍLEZ MORAGA, R; 2019. Los incendios forestales en la Comunitat Valenciana en el contexto del cambio climático. En: *III Congreso forestal de la C.V.: Gestión de incendios forestales en el contexto del cambio climático* (pp. 8-28). Universitat de València.

SAN-MIGUEL-AYANZ, J; MORENO, JM; CAMIA, A; 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: lessons learned and perspectives. *For Ecol Manage* 294 11–22

SCHAFFHAUSER, A; CURT, T; TATONI, T; 2008. The resilience ability of vegetation after different fire recurrences in Provence. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* 119 297-310.

TURCO, M; ROSA-CÁNOVAS, JJ; BEDIA, J; JEREZ, S; MONTÁVEZ, JP; LLASAT, MC; PROVENZALE, A; 2018. Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models. *Nat Commun* 9 3821

VALENCIANA, G; 2018. Estadística completa de Incendios Forestales. CC BY 4.0 ©.

WILLIAMS, J; (2013). Exploring the onset of high-impact mega-fires through a forest land management prism. *For Ecol Manage* 294 4–10.