

Comportamiento temporal de los incendios forestales en España peninsular

M. M. Mato^a, S. García-Garabal^b, J. L. Legido^{a*}, T. Carballas^c, M.^a I. Paz Andrade^d

^a*Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas Marcosende s/n, 36310 Vigo, Spain.*

^b*Grupo Mesturas, Departamento de Física y Ciencias de la Tierra, Facultade de Ciencias, Universidade da Coruña, 15071 A Coruña, Spain.*

^c*Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Campus Universitario Sur, Apartado 122, E-15780 Santiago de Compostela, Spain.*

^d*Departamento de Física Aplicada, Universidade de Santiago de Compostela, Facultade de Física, Santiago de Compostela, Spain.*

* xllegido@uvigo.es

Resumen

En este trabajo se realiza un estudio del comportamiento temporal del número de incendios forestales en España Peninsular entre los años 1998 y 2017. Los datos se analizan en cada una de las comunidades autónomas peninsulares. También se hace un estudio comparativo con los incendios forestales en los países de Europa en el periodo 1981 a 2016.

En la España peninsular se producen en promedio de 11800 incendios anuales con un total de 590000 incendios en el periodo estudiado, siendo Galicia la comunidad en la que se produce un mayor número de incendios con un 44% de los mismos.

Palabras clave: incendios forestales, funciones matemáticas, España.

Introducción

España igual que la mayoría de los países Mediterráneos viene sufriendo las consecuencias de la gran cantidad de incendios forestales, lo que produce una deforestación que genera la degradación del medio ambiente [1]. Los efectos de los incendios forestales se manifiestan en todos los componentes de los ecosistemas forestales: grandes zonas de bosques y matorrales quemados; la destrucción de organismos vivos; la pérdida de los diferentes materiales del suelo, con la consiguiente pérdida de la calidad del suelo [1,2]; y la alteración de los procesos atmosféricos y climáticos. Todos estos efectos tienen además impactos sociales y económicos negativos.

En los últimos años se ha observado una ligera disminución en el número de incendios forestales en España y en la mayoría de los países europeos, como se pone de manifiesto en trabajos previos de Mato *et al.* 2014 [1], Legido *et al.* 2015 [2] y Turco *et al.* 2016 [3].

En este trabajo se realiza un estudio del comportamiento temporal del número de incendios forestales en España Peninsular entre los años 1998 y 2017.

Método

Área de estudio y bases de datos de incendios

El área de estudio de este trabajo son las 15 comunidades autónomas de la España Peninsular (figura 1). Los resultados obtenidos se comparan con los datos de Bulgaria, Croacia, Francia, Finlandia, Alemania, Grecia, Hungría, Italia, Letonia, Lituania, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Suecia, Suiza y Turquía.

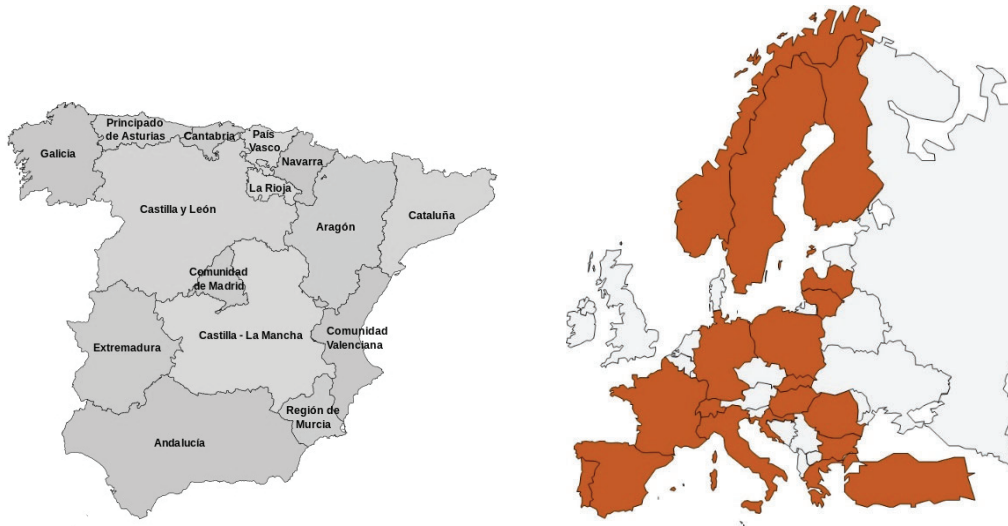


Figura 1. Áreas de estudio.

Con el fin de recopilar la información necesaria para el análisis temporal de la variación en el número de incendios se ha desarrollado una base de datos de incendios a partir de la información contenida en las bases de datos oficiales nacionales. El Servicio de Prevención de Incendios Forestales español compila una base de datos de incendios en base a los informes de incendios forestales por parte de las comunidades autónomas y provincias, desde 1968. Los datos de la ocurrencia de incendios en los países de Europa se obtuvieron del Joint Research Center (JRC Technical Reports, Forest Fires in Europe Middle East and North Africa 2017) [4]. Para nuestro estudio se utilizaron las siguientes series de datos: de 1968 a 2017 para España peninsular y de 1980 a 2016 para el conjunto de los países europeos

Funciones matemáticas

En este trabajo, los datos del número de incendios forestales registrados en las 15 comunidades autónomas de España peninsular, desde 1968 hasta 2017 se ajustaron a polinomios de grado variable, utilizando las funciones normalizadas descritas en (4), donde $f(x)$ se encuentra comprendida entre 0 y 1.

$$f(x) = (g(x) - g_{\min}) / (g_{\max} - g_{\min}) \quad (1)$$

$g(x)$ es el número de incendios anuales, siendo g_{\min} el mínimo de incendios y g_{\max} el máximo en el intervalo temporal estudiado y donde $y = x - x_0 + 1$ (x es el año y x_0 el año inicial del estudio).

La función agrupada (4) $h(z)$ se determina

$$h(z) = \left(\sum_{j=1}^m f(y_j) \right) / m \quad z = \left(\sum_{j=1}^m y_j \right) / m \quad (2)$$

donde m es el factor de agrupamiento

La función de agrupamiento se ajusta a un polinomio de la forma:

$$h(z) = \sum_{i=0}^n A_i (z)^i \quad (3)$$

donde A_i son los coeficientes del ajuste y n el grado del polinomio.

Resultados

En la tabla 1 se presentan datos de la ocurrencia de incendios para las comunidades autónomas de la España peninsular. Los datos de superficie correspondientes a las Comunidades Autónomas objeto de estudio se recopilaron del informe anual publicado por el Instituto Nacional de Estadística. En ella se puede observar que Galicia y el Principado de Asturias son las comunidades autónomas con mayor número medio de incendios anuales por unidad de superficie con unas tasas de 0.180 y 0.0877 incendios/km², mientras que Aragón y Castilla-La Mancha son las que menos con una ocurrencia de incendios anual media de 0.0050 y 0.0055 incendios/km², respectivamente.

Tabla 1. Ocurrencia de incendios en el período 1968-2017 para las CCAA de la España peninsular.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº de incendios medio (%)	Nº de incendios anuales/superficie (km ²)	Nº de incendios totales/superficie (km ²)
Andalucía	6.92	0.0092	0.430
Aragón	2.13	0.0050	0.239
Asturias	7.96	0.0877	40.403
Cantabria	2.85	0.0625	28.856
Castilla y León	12.17	0.0159	0.717
Castilla-La Mancha	4.45	0.0055	0.274
Cataluña	4.77	0.0178	0.808
Comunidad Valenciana	3.50	0.0180	0.829
Extremadura	5.29	0.0148	0.682
Galicia	43.94	0.1805	83.189
Madrid	1.67	0.0240	10.992
Murcia	0.66	0.0067	0.309
Navarra	1.89	0.0280	10.413
País Vasco	1.21	0.0212	0.959
Rioja	0.60	0.0143	0.658

En la figura 2 se puede observar la evolución en el número de incendios forestales en la España peninsular mediante el uso de la función normalizada agrupada ($m=4$ y $n=3$) en el período 1968 a 2017. Se observa un máximo en $z=34$, lo que indica que el número máximo de incendios tiene lugar el año 2001. Por lo tanto, la evolución en el número de incendios en la España Peninsular muestra un crecimiento entre los años 1998 y 2001, y una disminución continua a partir del año 2001.

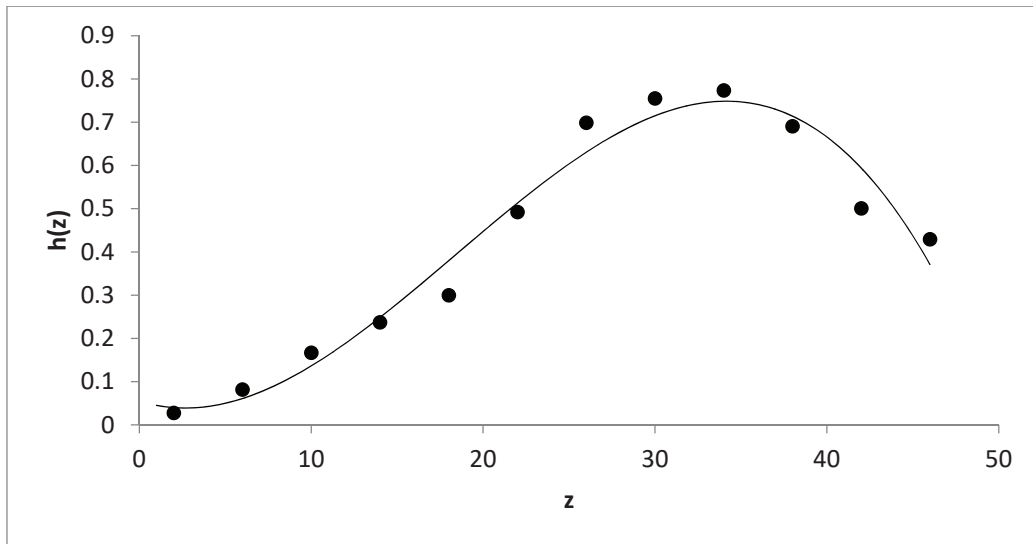


Figura 2. Función normalizada agrupada $h(z)$ frente a z obtenida con los incendios forestales ocurridos en España Peninsular entre los años 1968 y 2017.

Las figuras 3 a 5 muestran el comportamiento de los datos agrupados de la función normalizada ($m=4$ y $n=3$) del número de incendios forestales ocurridos en las comunidades Autónomas de Andalucía, Asturias, Galicia, Castilla y León, Extremadura, Valencia, Cataluña, Cantabria y País Vasco.

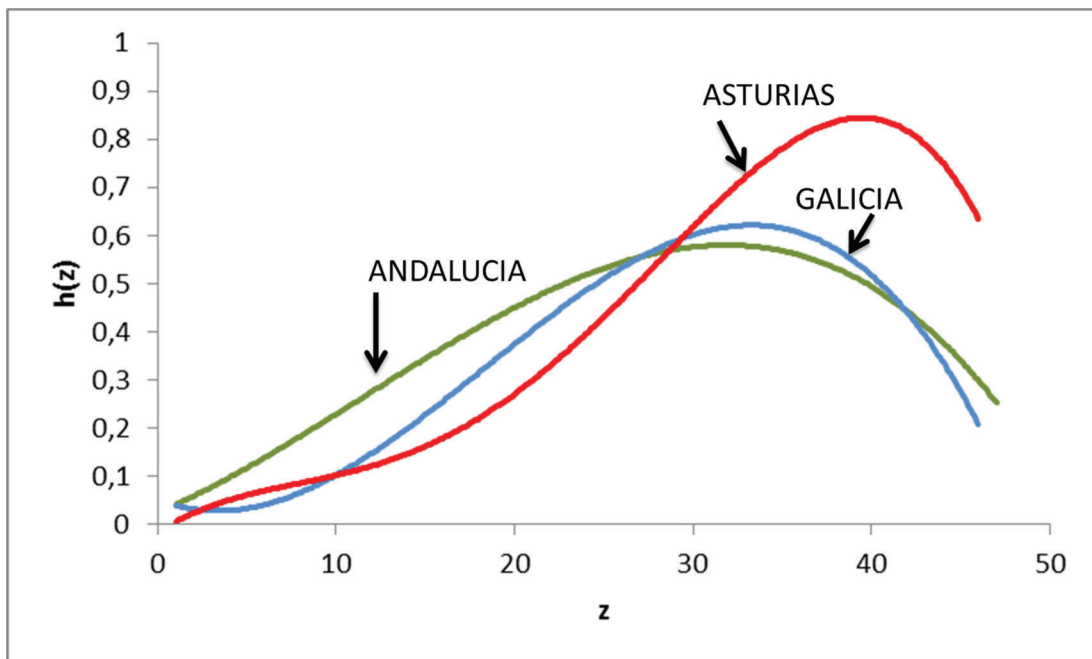


Figura 3. Comportamiento de la función normalizada agrupada $h(z)$ frente a z para las comunidades autónomas de Andalucía, Asturias y Galicia obtenidas con los incendios forestales ocurridos entre los años 1968 y 2017.

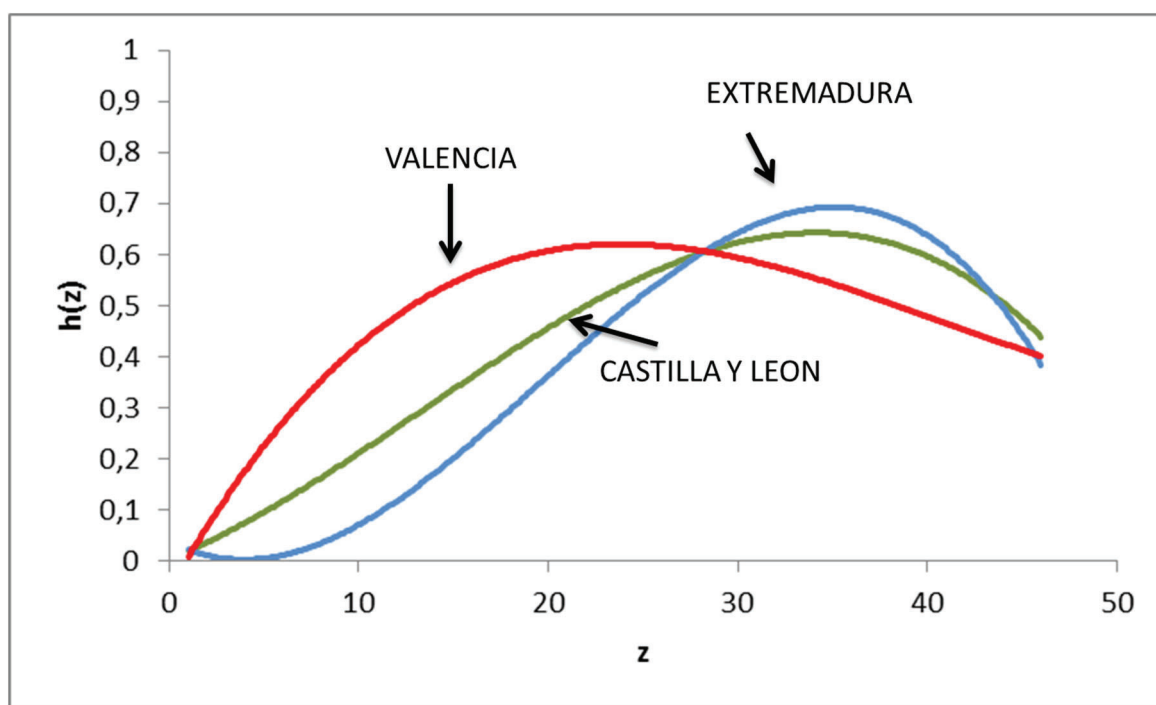


Figura 4. Comportamiento de la función normalizada agrupada $h(z)$ frente a z para las comunidades autónomas de Castilla y León, Extremadura y Valencia obtenidas con los incendios forestales ocurridos entre los años 1968 y 2017.

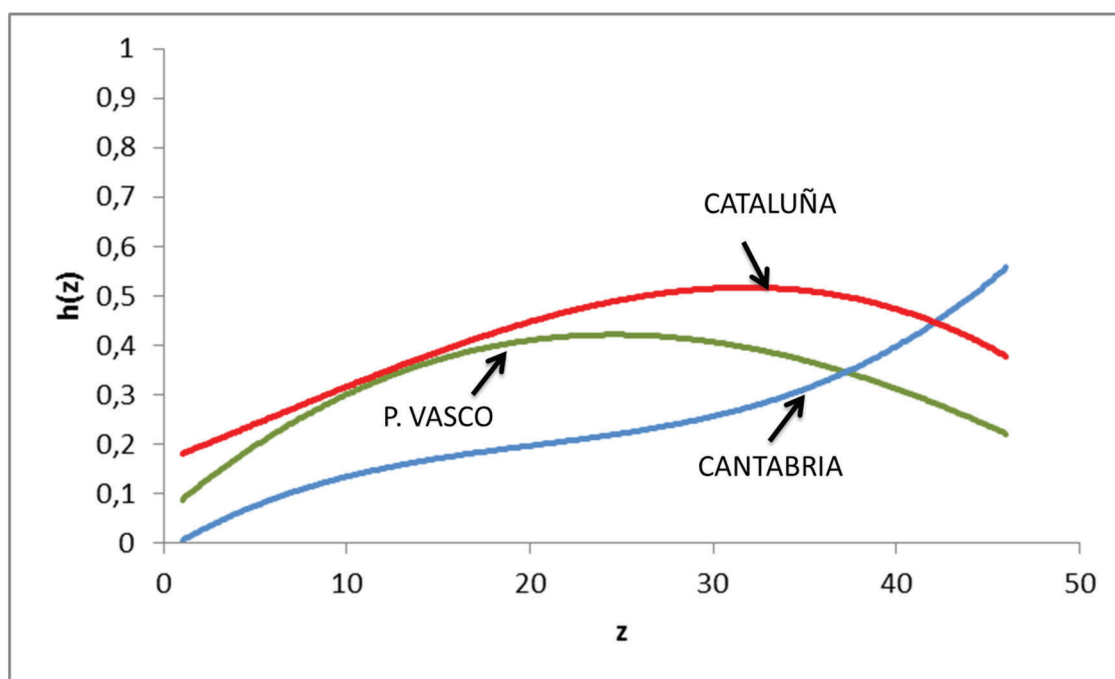


Figura 5. Comportamiento de la función normalizada agrupada $h(z)$ frente a z para las comunidades autónomas de Cataluña, Cantabria y País Vasco obtenidas con los incendios forestales ocurridos entre los años 1968 y 2017.

La figura 6 muestra las funciones de ajuste, $h(z)$, para la suma de todos los países europeos estudiados en comparación con los de Portugal y Alemania entre los años 1981 y 2016, y en la figura 7 se comparan España, Francia y Finlandia.

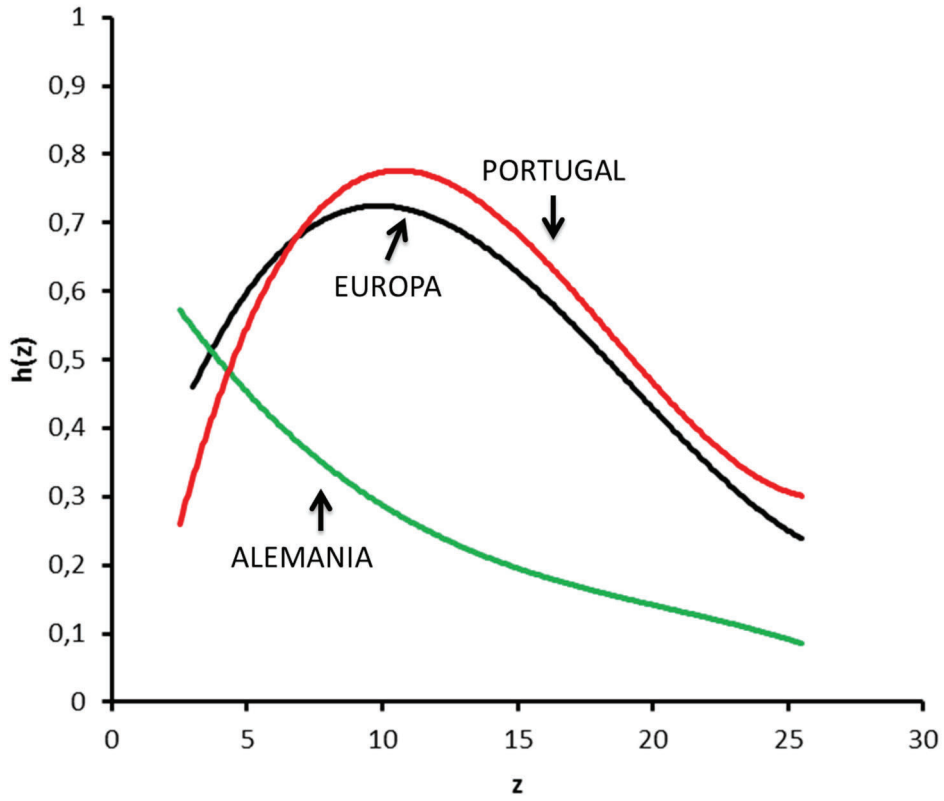


Figura 6. Comparación del comportamiento de funciones $h(z)$ de Europa, Portugal y Alemania en el periodo 1981 a 2016

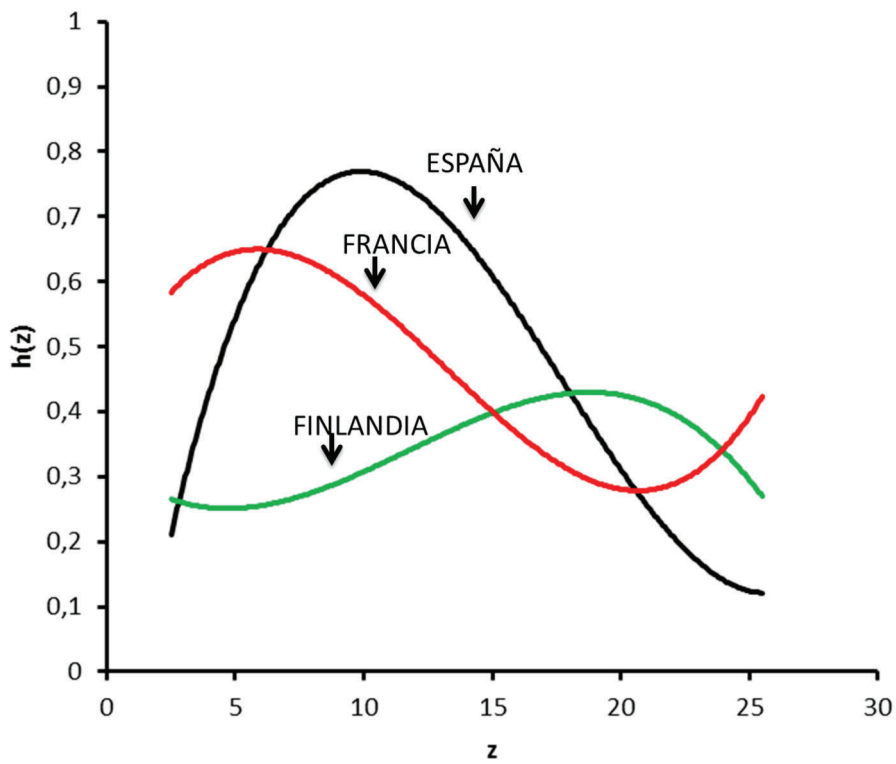


Figura 7. Comparación de las funciones $h(z)$ para España, Francia y Finlandia.

Los datos del intervalo de tiempo estudiado indicaron que, de un promedio anual de 74000 incendios forestales, más del 75% ocurrió en países del sur de Europa, como Portugal, España, Francia, Italia, Grecia, Croacia y Turquía. Además, de todos los países estudiados, Portugal tuvo el promedio anual más alto de incendios forestales, con un 30% del total, mientras que España alcanzó el 23% del total, lo que indica que los incendios ocurridos en la Península Ibérica superaron el 50%.

La Tabla 2 muestra el número promedio anual de incendios por unidad de área y el número promedio anual de incendios por mil habitantes. El promedio de incendios anuales por unidad de área en Europa fue de 0.022 incendios/ km², obteniendo el valor más alto de Portugal con una tasa de 0.24 incendios / km². En relación con el número promedio anual de incendios por cada mil habitantes, el promedio europeo fue de 0.32 incendios por cada mil habitantes y el promedio de Portugal fue de 2.04 incendios por cada mil habitantes. Alemania, en cambio, alcanzó una tasa de 0.003 incendios anuales por km² y 0.014 incendios anuales por mil habitantes.

Una vez más, Portugal tiene la tasa más alta de incendios anuales promedio por km², alcanzando el 58% del total y la tasa más alta de incendios anuales promedio por mil habitantes, aproximadamente el 33% del total.

Tabla 2. Número promedio anual de incendios por unidad de área y promedio anual de incendios por cada mil habitantes de cada país estudiado entre 1981 y 2016.

PAISES	BULGARIA	CROACIA	FINLANDIA	ALEMANIA	HUNGRÍA	LETONIA	LITUANIA
Incendios/km²	0.0047	0.0048	0.0037	0.0031	0.0060	0.0115	0.0084
incendios/1000 hab.	0.069	0.059	0.23	0.014	0.056	0.31	0.16
PAISES	POLONIA	NORUEGA	RUMANIA	ESLOVAQUIA	SUECIA	SUIZA	TURQUÍA
Incendios/km²	0.0013	0.0263	0.00087	0.0079	0.0090	0.0026	0.0028
incendios/1000 hab.	0.010	1.7	0.0097	0.071	0.43	0.014	0.20
PAISES	PORTUGAL	ESPAÑA	FRANCIA	ITALIA	GRECIA	EUROPA	Media EUROPA
Incendios/km²	0.24	0.033	0.0078	0.028	0.012	0.41	0.022
incendios/1000 hab.	2.04	0.36	0.067	0.14	0.13	6.1	0.32

Conclusiones

- En la España peninsular entre 1968 y 2017 se producen más 580000 de incendios forestales.
- España peninsular muestra una tasa de crecimiento en el número de incendios entre los 1968 y 2000, mientras que presenta una disminución de los incendios a partir del año 2001.

- El número medio de incendios anuales por unidad de superficie en la España peninsular es de 0.034 incendios/km², obteniendo el mayor valor Galicia con una tasa de 0.180 incendios/km², y el menor Aragón con 0.005 incendios/km².
- Los datos promedio anuales de los países estudiados se agruparon con $m = 3$ a 5.
- Las mejores correlaciones para las funciones $h(z)$ se obtuvieron para $n = 3$.
- El número promedio de incendios anuales por unidad de área en Europa es de 0.022 incendios / km², obteniendo el valor más alto de Portugal con una tasa de 0.24 incendios / km².
- Europa muestra una tasa de crecimiento en el número de incendios entre 1990 y 1998, que disminuye a partir de 2001.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del proyecto ED431C 2016-034 “Axudas a Grupos de Referencia Competitiva” de la Xunta de Galicia cofinanciados con fondos FEDER.

Referencias

- [1] M.M. Mato, J.L. Legido, E. Miguez, V. Caselles, E. Jiménez, T. Carballas, M.I. Paz Andrade. *Advances in Forest Fire Research* editor Domingos Xabier Viegas. Chapter 6 - Forest Management. 1628-1633.
- [2] J.L. Legido, M.M. Mato, E. Miguez, V. Caselles, E. Jiménez, T. Carballas, M.I. Paz Andrade. II *International Conference on Fire Behaviour and Risk*. Alghero, Sardinia, Italy, 26-29 May 2015.
- [3] M. Turco, J. Bedia, F. Di Liberto, P. Fiorucci, J. Hardenberg, N. Koutsias, M.C. Llasat, F. Xystrakis, A. Provenzale, *PloS ONE*, 2016, 11, 1-19.
- [4] *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2016*. Joint report of JRC. European commission. Luxembourg.