

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA UTILIZANDO DATOS DE ANOMALÍAS TÉRMICAS

M. Huesca, F. González-Alonso y J. M. Cuevas.

Laboratorio de Teledetección, CIFOR – INIA, Ctra. A Coruña, km 7,5 28040, Madrid, España. alonso@inia.es

RESUMEN

En el presente estudio se analiza la distribución en el tiempo y en el espacio, de las anomalías térmicas detectadas por el sensor MODIS, entre enero 2001 y diciembre 2008. Se ha estudiado la evolución inter-anual e intra-anual de la superficie perturbada por los incendios forestales para distintos usos del suelo en regiones climatológicas distintas. Los resultados obtenidos muestran la utilidad de los productos de anomalías térmicas de MODIS, para analizar la distribución de los incendios forestales así como para identificar los distintos patrones temporales seguidos por el fuego en función del uso del suelo y de las condiciones climáticas.

ABSTRACT

The present study analyzes the spatial and temporal patterns followed by MODIS hotspots, since January 2001 to December 2008. Burned areas, situated in different bioclimatic regions, have been studied to identify forest fire patterns. The results show the utility of MODIS hotspots to analyze the different forest fires behaviours and their relation to climate and land use type.

Palabras clave: Hotspot, incendios forestales, patrones de incendios.

INTRODUCCIÓN

Anualmente se queman en el mundo tres millones de kilómetros cuadrados, ocasionando grandes pérdidas ecológicas, económicas y humanas. El efecto del fuego provoca la destrucción de los ecosistemas, afectando a su biodiversidad, acelerando los procesos de mineralización, favoreciendo los procesos erosivos del suelo, alterando el ciclo hidrológico y ocasionando un alto impacto paisajístico. A los efectos anteriores hay que añadir su gran incidencia en el calentamiento global debido a la gran cantidad de gases de efecto invernadero que se liberan a la atmósfera durante los mismos. Estudiar la distribución en el tiempo y en el espacio de dicho fenómeno (Giglio *et al.*, 2006) a una escala nacional, puede ser de gran utilidad para desarrollar planes de prevención de incendios. En el presente estudio se ha realizado un análisis de la evolución inter e intra anual de la superficie perturbada por los incendios forestales en el periodo comprendido entre 2001 y 2008.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente trabajo se utilizaron tres fuentes de información: (i) una serie temporal de anomalías térmicas o hotspots detectadas por el sensor MODIS (FIRMS, 2007), desde enero 2001 a diciembre 2008, (ii) una cobertura CORINE Land Cover 2000 (CLC2000)

que se utilizó para clasificar los hotspots en función del uso del suelo y (iii) las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM, 2008).

Los hotspots son adquiridos como archivos de texto, proporcionando de cada uno información acerca de la localización (longitud, latitud), fecha, hora, nivel de confianza de la estimación y satélite que ha realizado la detección. Para la cuantificación de la superficie afectada por el fuego, el área asociada a cada anomalía térmica es un círculo de 100 ha, pero se descuentan los solapes que puedan existir. En un primer análisis se consideran únicamente aquellos hotspots que se sitúan dentro de la clase forestal, de acuerdo al CLC2000, para poder realizar una comparación con las estadísticas del ministerio que están referidas a dicho uso del suelo. Posteriormente se ha llevado a cabo un análisis de los hotspots situados en terrenos agrícolas.

Para simplificar el análisis, en una primera fase, se han agrupado las grandes áreas geográficas con cierta homogeneidad en el fenómeno de incendios forestales definidas por el Ministerio (MARM, 2008) y después se han analizado las superficies afectadas a nivel Comunidad Autónoma y a nivel provincial. Con el objeto de analizar el impacto producido por los incendios durante el periodo de estudio, se ha realizado una acumulación anual de la superficie afectada por el fuego.

Posteriormente, para identificar los patrones intra-
anuales, se ha considerado la media mensual de los
ocho años. Los resultados obtenidos han sido
validados utilizando las estadísticas de áreas
quemadas, proporcionadas por el MMAR, mediante
un análisis de regresión lineal.

RESULTADOS

La siguiente figura (Figura 1) muestra los
hotspots durante el periodo 2001-2008 para España.
Un análisis visual permite identificar los grandes
incendios ocurridos durante este periodo.



Figura 1.-Hotspots en el periodo 2001-2008.

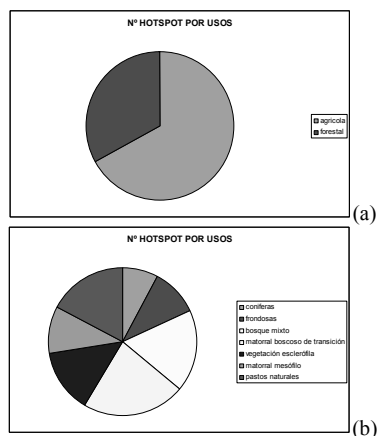


Figura 2.- Reparto de los hotspots entre usos del
suelo. (a) Agrícola-forestal, (b) Usos forestales.

La superficie agrícola afectada por
incendios (Figura 2a) es casi el doble que la afectada
en el uso forestal, lo que pone de manifiesto su
importancia aunque no se hagan estadísticas
oficiales de los mismos. Desglosando el uso forestal,
utilizando la clasificación propuesta por el CLC2000
(Figura 2b), se puede apreciar como el tipo forestal
más afectado por los incendios es el matorral

boscoso de transición, seguido del bosque mixto y
los prados naturales.

Análisis espacio-temporal en la clase forestal

Debido al reducido número de incendios y
superficie afectada en la Comunidad de Canarias, a
excepción de 2007, las gráficas relacionadas con
esta comunidad no se presentan.

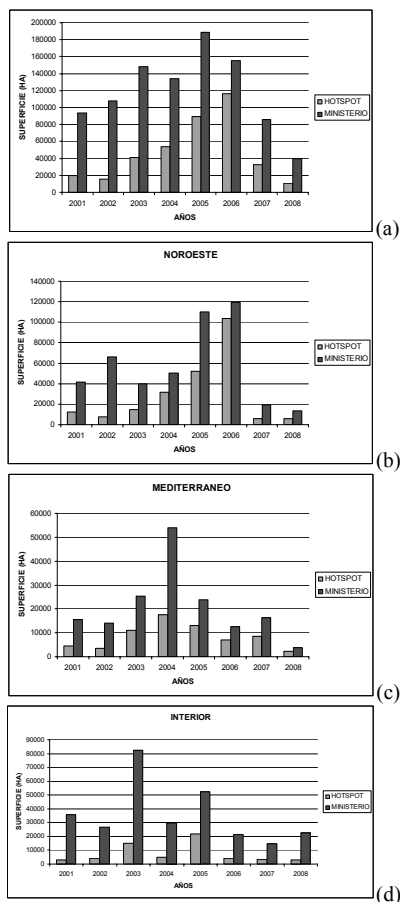


Figura 3.- Superficie forestal anual quemada,
medida en ha en España (a) y en tres grandes
regiones geográficas (b, c y d).

Evaluando la superficie anual afectada por
el fuego en toda España y para cada una de las
grandes áreas geográficas definidas (Figura 3), se
puede observar una tendencia creciente, durante los
primeros años, seguida de una tendencia decreciente
durante los años finales, en las regiones Noroeste y
Mediterránea. En la región Interior no se puede

identificar una tendencia anual clara durante el periodo en estudio. Se ha realizado un ajuste de regresión, entre las estimaciones a partir de los hotspots y las estadísticas del Ministerio, obteniéndose un coeficiente de determinación (R^2) del 0,609 para toda España. Analizando las grandes áreas geográficas por separado, las correlaciones aumentan en la región del Noroeste y en la Mediterránea con unos R^2 de 0,742 y 0,773 respectivamente, sin embargo en la región interior dicho coeficiente de determinación se reduce un poco siendo este de 0,565.

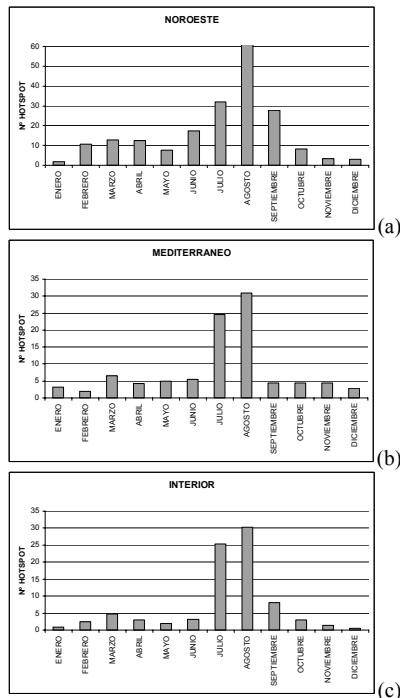


Figura 4.- Número de hotspots medio por mes durante el periodo 2001-2008 en las regiones Noroeste (a), Mediterránea (b) e interior (c) para el uso forestal.

Los patrones intra-anales identificados en cada una de las áreas geográficas se muestran en la Figura 4. En la región Noroeste se pueden apreciar dos épocas de incendios, una en primavera (febrero-marzo-abril) y otra en verano-principios de otoño (julio-agosto-septiembre), estos resultados ponen de manifiesto la capacidad de los hotspots para identificar el patrón característico de los incendios en esta región. En la región Mediterránea e Interior se puede observar una acumulación de los hotspots en los meses de verano (julio-agosto), poniendo de

manifiesto el patrón unimodal seguido por los incendios en estas regiones.

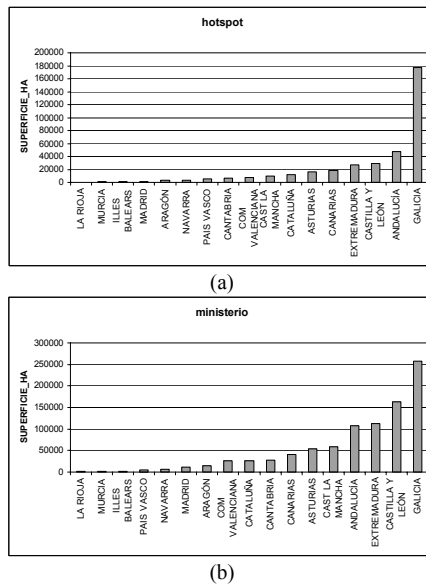


Figura 5.- Superficie forestal quemada en el periodo 2001-2008, a nivel de Comunidad Autónoma utilizando los datos derivados de los hotspots (a) y los suministrados por el Ministerio (b).

Las Comunidades Autónomas que presentan una mayor superficie quemada durante 2001-2008, utilizando los datos de los hotspots, son Galicia y Andalucía, y La Rioja y Murcia son las que presentan una menor superficie afectada. A nivel provincial, las provincias con mayor número de hotspots son las provincias gallegas A Coruña, Pontevedra y Ourense, junto con Huelva y Cáceres, y las provincias con menor número de hotspots son La Rioja, Albacete y Soria. Según las estadísticas del Ministerio las Comunidades Autónomas con mayor superficie quemada son Galicia y Castilla y León, y las de menor superficie afectada son La Rioja y Murcia. A nivel provincial Ourense, Cáceres, Pontevedra y A Coruña son las provincias con mayor superficie quemada, siendo La Rioja, Álava y Soria las de menor superficie afectada (Figura 6). Para evaluar la concordancia entre los datos del Ministerio y los obtenidos a partir de los hotspots se ha realizado un ajuste de regresión lineal, obteniéndose unos R^2 de 0,7863 y 0,6572 a nivel de Comunidad Autónoma y provincial respectivamente. Analizando el coeficiente de correlación por rangos se ha obtenido un coeficiente de Spearman de 0,846 (P -value = 0,0001 - 95% de nivel de confianza) a

nivel de Comunidad Autónoma, mostrándose de esta forma la alta relación existente entre las ordenaciones obtenidas utilizando los hotspots y las estadísticas del ministerio. A nivel provincial el coeficiente de Spearman es aún mayor (0,944) aunque la fiabilidad de la correlación es un poco menor (P-value = 0,0002 - 95% nivel de confianza).

Análisis espacio-temporal en el uso agrícola

A continuación se analiza la distribución espacio-temporal de las superficies afectadas por el fuego en terrenos agrícolas, de los que no hay estadísticas oficiales de incendios.

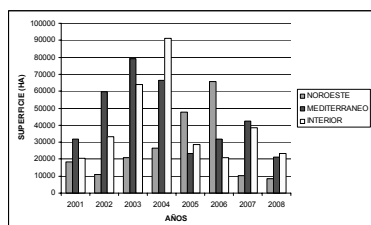


Figura 6.- Superficie agrícola anual quemada en las región Noroeste, Mediterránea e Interior.

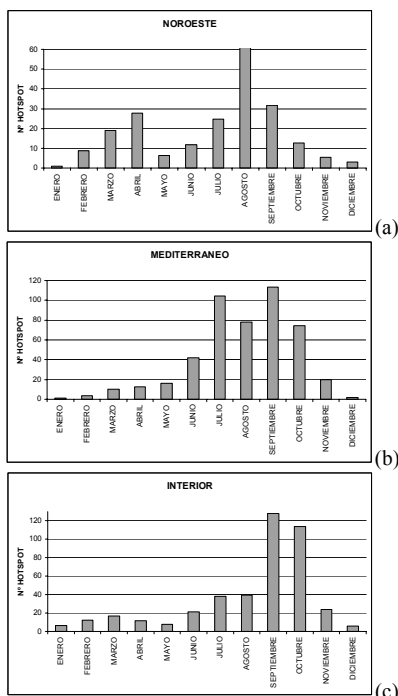


Figura 7.- Número de hotspots medios por mes en la región Noroeste (a), región Mediterránea (b) y en las provincias del interior (c) para el uso agrícola.

En la región Noroeste los incendios ocurridos sobre terreno agrícola siguen el mismo patrón definido en el uso forestal. Sin embargo, en las regiones Mediterránea e Interior, se puede observar un incremento claro de la superficie agrícola afectada por el fuego en los meses de septiembre y octubre, cuando se realiza la quema de los rastrojos (Figuras 6 y 7).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, muestran la utilidad de los productos de anomalías térmicas de MODIS para estudiar la distribución espacio-temporal de los incendios a una escala nacional. En las series temporales de hotspots se identifican dos patrones de incendios forestales, los seguidos en la región Noroeste y los de las regiones Mediterránea y del Interior. Esta información puede ser de gran utilidad a la hora de identificar las épocas de riesgo de incendios. Los buenos resultados obtenidos en el uso forestal permitirían la extrapolación de los resultados al uso agrícola. Es de gran importancia tener en cuenta los incendios ocurridos en terreno agrícola, a la hora de estimar la superficie total afectada por los incendios en España. Las estadísticas del ministerio y los datos MODIS están sujetos a una serie de errores. Por otro lado se desconoce la precisión y fiabilidad de los datos proporcionados por el ministerio. Un análisis más preciso requeriría tener en cuenta estos aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

CLC2000 (CORINE Land Cover 2000), European Environment Agency, 2007. Online: <http://dataservice.eea.eu.int/>

FIRMS. Fire Information for Resource Management System. Agosto 2007 <http://maps.geog.umd.edu/firms/shapes.htm>

Giglio, L., Csisza, I., Justice, C.O. 2006. Global distribution and seasonality of active fires as observed with the Terra and Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensors. *Journal of Geophysical Research*. 111, G02016.

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), 2008, <http://www.marm.es/>.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al equipo de MODIS/NASA por haber proporcionado la serie temporal de anomalías térmicas o hotspots.