

OCURRENCIA DEL PROBLEMA AMBIENTAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN EL OCCIDENTE CASTELLANO-LEONÉS EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI. EVALUACIÓN DEL RIESGO SEGÚN LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

S. DOMÍNGUEZ MARTÍN Y E. L. GARCÍA DÍEZ*

RESUMEN: En este trabajo se analiza la ocurrencia de incendios forestales en las tres provincias del occidente de Castilla y León bajo diferentes escalas temporales, haciendo hincapié en la provincia de Salamanca. También se analizará la tendencia del fenómeno en relación al problema del calentamiento global. Finalmente presentamos una validación de un modelo que permita detectar adecuadamente el riesgo de fuego en esta zona y que pueda ser útil en la gestión del problema en el futuro.

ABSTRACT: Occurrence of forest fires in the three provinces of the west of Castilla y León, for different temporal scales, is analyzed in this work. We focus on our attention in province of Salamanca. Assessment of tendencies, in relation to the climate change problem, is showed here. Finally, we present a validation of a model, which could permit detection of fire risk in this area, and thus, could be useful in management of forest fires in the future.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático / incendios forestales / riesgo de fuego / estabilidad / humedad.

* Departamento de Física General y de la Atmósfera. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca, e-mail: a37050@usal.es.

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son un elemento más de la problemática ambiental, tanto de ámbito global como local. El fuego en el entorno silvestre, y en los últimos tiempos el fuego en la interfase urbano-forestal, es un fenómeno adverso que impacta en diversos ámbitos: social, económico y ambiental. En este último aspecto podrían destacarse los problemas generados de deforestación, con las consiguientes pérdidas de biodiversidad, contaminación de las aguas y desertificación. Otra gran consecuencia negativa de los incendios, pocas veces mencionada, son las emisiones de efecto invernadero. Los incendios emiten CO₂ y vapor de agua (ambos gases de efecto invernadero) en enormes cantidades, y tienen mucho que decir en el problema del calentamiento global en este sentido. Pero los incendios juegan un doble papel negativo a favor del calentamiento global. En un incendio además de emitirse muchas toneladas de CO₂ y vapor de agua, son también procesos en los que se produce una disminución de los sumideros forestales. La cubierta vegetal es un sumidero de CO₂, y la actividad del fuego es fuente de emisión y a su vez destrucción de sumidero, por ello los incendios presentan un efecto en la contaminación atmosférica mucho más fuerte que otros procesos antropogénicos. Si los incendios se ven incrementados pueden favorecer el calentamiento global, por lo tanto, el fuego es un problema que requiere ser abordado.

El cambio climático y los incendios forestales socialmente suelen relacionarse en un sentido justamente contrario al planteado en las líneas anteriores, es decir, un incremento de temperatura producirá un aumento del número de incendios.

Todos los campos de investigación referidos a los más diversos aspectos del sistema Tierra-Océano-Atmósfera están presentando evoluciones del pasado e introduciendo "proyecciones" hacia el futuro en el sentido del calentamiento global. Parece oportuno, por tanto, valorar el problema del fuego en un planteamiento similar. El esquema a seguir es claro: si la aparición del fuego está regulada por unas particulares condiciones en el pasado habrá que plantearse cómo éstas están proyectadas hacia el futuro. Pero ¿cuáles son esas condiciones?

García Díez *et al* (1993) han demostrado que la baja estabilidad y la baja humedad atmosférica son parámetros meteorológicos que favorecen la aparición de los incendios.

Por otro lado, las condiciones atmosféricas anteriormente mencionadas, junto con la actividad antropogénica y el estado de la cubierta vegetal, constituyen en su conjunto todo un triángulo de fuego. Para que el fuego aparezca deben confluir los tres vértices de dicho triángulo (ver figura 1).

En relación a la actividad antropogénica, es evidente que su efecto en favor del fuego, ya sea por causa directa o indirecta, es cada vez mayor. El hombre, la sociedad, evoluciona en el tiempo según lo que comúnmente denominamos desarrollo. De todas las definiciones que pudieran darse de desarrollo, una es la que considera que el desarrollo es el incremento continuo de fuentes de calor de origen humano. Una región está más desarrollada que otra cuando tiene más fuentes de calor. Normalmente suelen ser los ámbitos subdesarrollados los que sufren consecuencias medioambientales adversas, pues bien, al contrario, el problema del

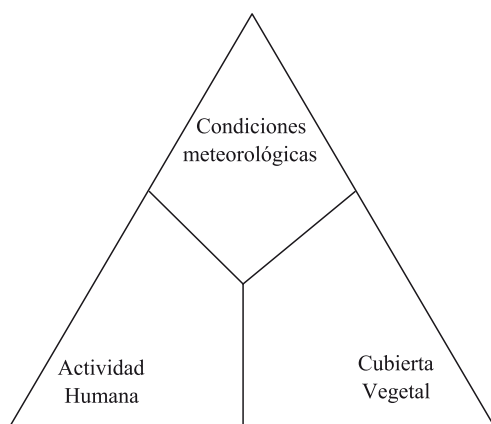


FIGURA 1.—*Triángulo de fuego. Situaciones que deben confluir para el origen del fuego*

fuego es un problema de desarrollo y, por ello, aparece con más intensidad en los países desarrollados. La explosión demográfica y las nuevas formas de disposición urbanística han generado la necesidad de ocupar zonas antes deshabitadas, aumentando la superficie de contacto con el medio silvestre. La tendencia de la sociedad moderna es a establecerse en áreas residenciales periféricas a las ciudades invadiendo áreas hasta ahora dedicadas a usos forestales, ganaderos o agrícolas. Si esas áreas pseudo-urbanas se encuentran en regiones con condiciones climáticas proclives a la formación de grandes masas forestales, el riesgo de incendios se multiplica al existir más combustible forestal disponible.

Pero también todo depende del estado en el que se encuentre la cubierta vegetal. Un efecto a considerar, en relación a este estado, es la dejación de actividad en el monte por el descenso en el medio rural de las actividades forestales tradicionales que mantenían el bosque libre de combustible fino, que es en el que surgen la mayoría de los incendios. Cuando insinuamos el abandono, no se corresponde con el conocido despoblamiento causado por el éxodo del medio rural a las ciudades, sino a la dejación de las actividades culturales por parte de la población rural. Además de por la falta de mano de obra, algunas actividades han dejado de realizarse por su escasa rentabilidad. Por ejemplo, en un porcentaje muy alto las encinas y robles han dejado de ser desmochados y olivados para la obtención de leña en determinadas regiones y eso ha producido una gran cantidad de combustible disponible en el monte. Otros ejemplos son la escasez de ganado ramoneador, la introducción de especies forestales menos adaptadas, etc.

Podemos hablar, por tanto, de una “convivencia” de un subsistema urbanístico, con actividad creciente, con una cubierta vegetal generalmente más pasiva con el paso del tiempo. Esta convivencia, es evidente, tiene una tendencia de futuro favorable a la aparición del fuego. Y especialmente acusado será el problema donde la convivencia se torne más íntima progresivamente.

2. EL FUEGO A ESCALA CLIMÁTICA EN LEÓN, ZAMORA Y SALAMANCA. EVOLUCIÓN EN LA PROVINCIA DE SALAMANCA

A una escala climática (serie 1961-2000) la temperatura media mensual registrada en las tres provincias occidentales de Castilla y León (León, Zamora y Salamanca) ha mantenido una evolución estacional como la mostrada en la figura 2. Su variación es claramente unimodal con un máximo en el mes de julio y un mínimo en enero. En cambio la evolución de la media del número de incendios mensuales (1988-2000) es claramente bimodal, con un máximo en agosto y otro máximo secundario en marzo.

Se distinguen aquí dos estaciones de fuego bien diferenciadas, una en verano y otra en invierno. Los incendios no sólo tienen lugar durante los meses de estío (julio, agosto y septiembre), registrándose una segunda estación de fuego en los meses de finales del invierno (febrero y marzo). En verano existe una correlación positiva entre la temperatura y la ocurrencia de fuego, pero no sucede lo mismo en invierno. La conclusión que puede extraerse en este primer nivel de análisis es que la temperatura no guarda una relación directa con la aparición del fuego, por lo tanto no podemos decir que la temperatura sea indicadora del riesgo de incendios en esta área. De hecho, las dataciones paleoclimáticas a escala mundial

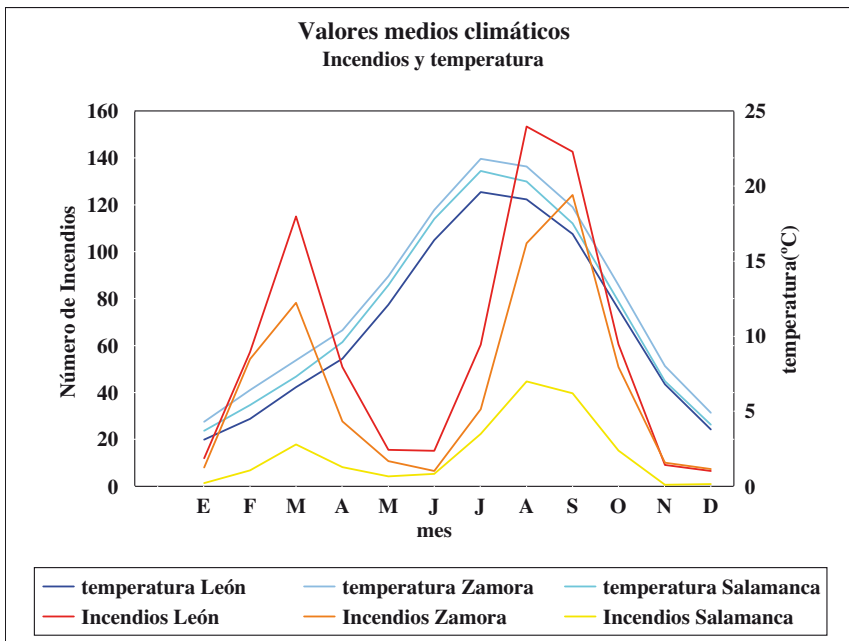


FIGURA 2.-Evolución a lo largo del año de las temperaturas medias mensuales (serie 1961-2000) y número de incendios medios mensuales (serie 1988-2000) en León, Zamora y Salamanca

donde se han encontrado indicios de episodios de incendios más virulentos han coincidido con épocas de bajas temperaturas (Verardo y William, 1996). Por lo tanto los parámetros atmosféricos que rijan la actividad de fuego deben ser otros más complejos que una simple medida de las temperaturas superficiales.

Analizaremos a continuación cada una de las dos estaciones de fuego por separado para observar la tendencia que este fenómeno mantiene en la zona de estudio. En la figura 3 podemos observar la evolución del número de incendios registrados en la época estival (1 de julio a 30 de septiembre) durante el periodo 1998-2006 en el conjunto de las provincias de León, Zamora y Salamanca. En la figura 4 podemos observar la misma evolución pero de la época de invierno (1 de febrero a 31 de marzo) en esa misma zona. En la figura 5 los resultados de ocurrencia para la provincia de Salamanca son mostrados para la campaña de verano, y en la figura 6 para la de invierno.

Los incendios durante el verano en el área del oeste de Castilla y León siguen claramente una ligera tendencia descendente en los años iniciales del siglo XXI. En invierno tras una caída en la actividad de fuego, los años 2004 y 2005 sufrieron un fuerte ascenso, para volver a descender en 2006. No obstante la tendencia es también descendente. Pero concretamente en la provincia de Salamanca existe una clara tendencia al alza tanto en verano como en invierno.

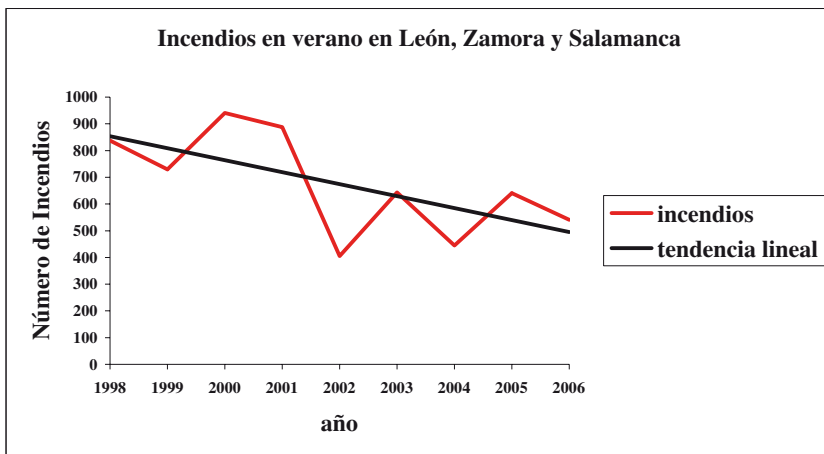


FIGURA 3.-Tendencia del número de incendios en verano en el periodo 1998-2006 en el conjunto de las provincias de León, Zamora y Salamanca

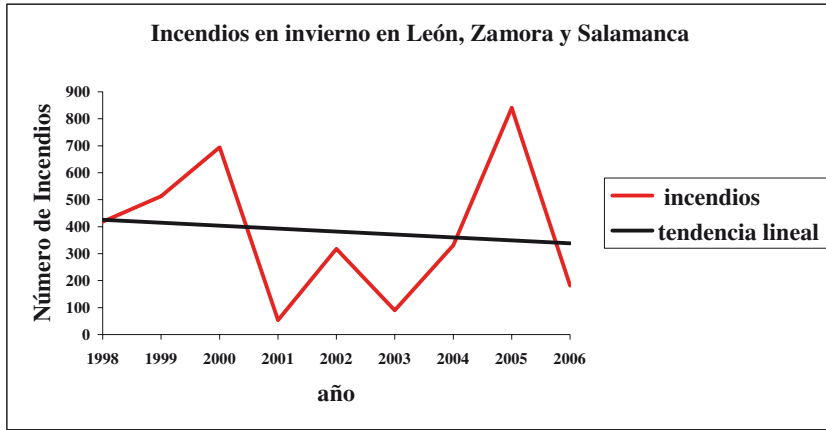


FIGURA 4.—Tendencia del número de incendios en invierno en el periodo 1998-2006 en el conjunto de las provincias de León, Zamora y Salamanca.

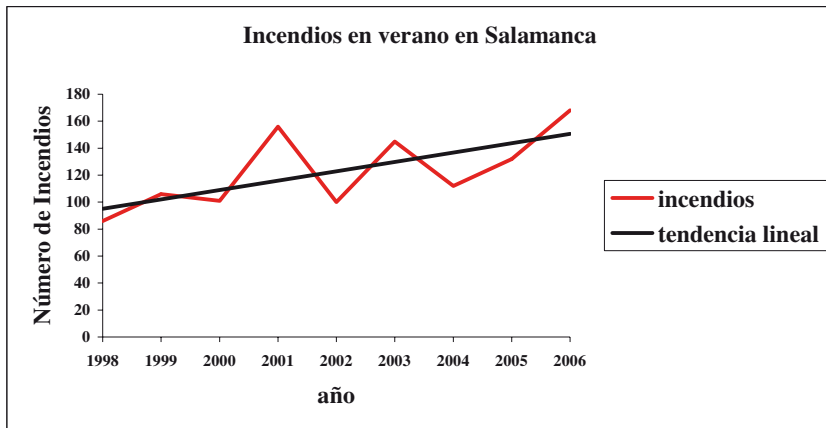


FIGURA 5.—Tendencia del número de incendios en verano en el periodo 1998-2006 en Salamanca

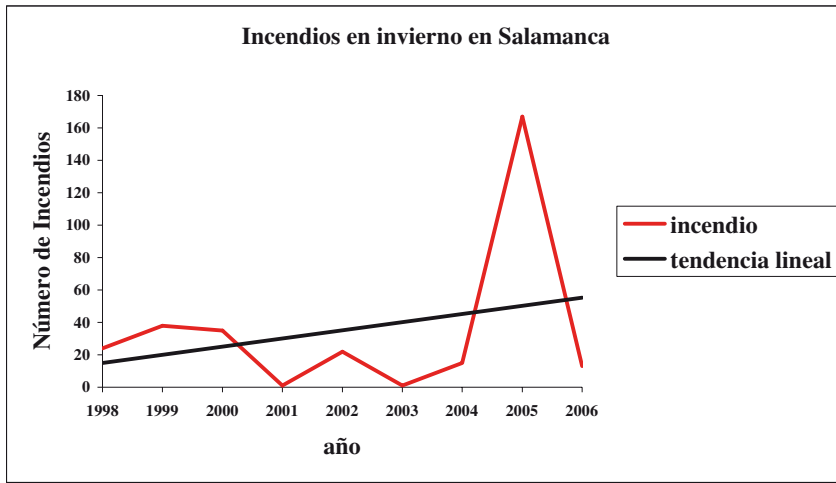


FIGURA 6.-Tendencia del número de incendios en invierno en el periodo 1998-2006 en Salamanca

Si el incremento de temperaturas a nivel planetario afectara de algún modo a los incendios en el área occidental de Castilla y León, y si éste hubiera comenzado a ejercer su efecto, esto no se ha traducido en un aumento de la actividad, sino que, como los datos nos indican, los incendios han disminuido en los primeros años del milenio. La relación entre el calentamiento global observado y la aparición de fuego en el oeste de Castilla y León es inversa. A más temperatura planetaria menor número de incendios han acontecido en esta área. Al disminuir la actividad de fuego significa que alguno de los tres vértices del triángulo de fuego no ejerce un efecto positivo.

A continuación describimos desde un punto de vista teórico los conceptos de *estabilidad* y *sequedad*:

ESTABILIDAD (E):

$$e = C_p \cdot (T_{700} - T_{850}) + g \cdot (z_{700} - z_{850}) \quad (\text{kJ/kg})$$

C_p , T y z son el calor específico del aire seco a presión constante (1.004 J/ kg·°K), temperatura absoluta (en °K, 273.°K igual a 1.°C en SI), aceleración de la gravedad (9,8 m/s²) y altura geopotencial (metros), respectivamente. Los subíndices '700' y '850' indican los niveles de presión (hectoPascal, hPa). Altos valores de e indican una masa de aire estable.

SEQUEDAD (D):

Es el déficit de saturación:

$$D = L (q^* - q)_{850} \quad (\text{kJ/kg})$$

L es el calor latente de vaporización ($2,5 \cdot 10^6$ J/kg) y q^* y q la humedad específica saturada y humedad específica, respectivamente (en kg de agua por kg de aire). El subíndice '850' indica que estos valores son medidos en el nivel 850 hPa. Los valores altos de D indican una masa seca.

Los valores promedio de estabilidad y sequedad en la zona durante los veranos del periodo 1998-2006 han sido: estabilidad de 7,6 kJ/kg y sequedad de 13,7 kJ/kg. La tendencia en los valores promedios de verano en este periodo respecto a la media climática (estabilidad de 6 kJ/kg y sequedad de 12 kJ/kg en el periodo 1988-2006) ha sido ligeramente hacia una más alta estabilidad y una más alta sequedad (ver figuras 7 y 8). Ambas situaciones, en conjunto, no favorecen un descenso, pero sí un débil ascenso, aunque no drástico, en la actividad de fuego. Recordemos que la alta estabilidad reduce el riesgo y la alta sequedad lo aumenta.

El vértice de las condiciones atmosféricas contribuye a que los incendios se vean incrementados ligeramente. Por otra parte no podemos afirmar que se haya observado una gran variación de los valores promedio respecto a los valores climáticos de estabilidad y sequedad, que conduzcan a situaciones extremas de fuego, pero es cierto que existe un ligero incremento del riesgo. No obstante, la ligera variación que se observa no acarrea grandes consecuencias en lo que a un favorecimiento de las condiciones de fuego se refiere.

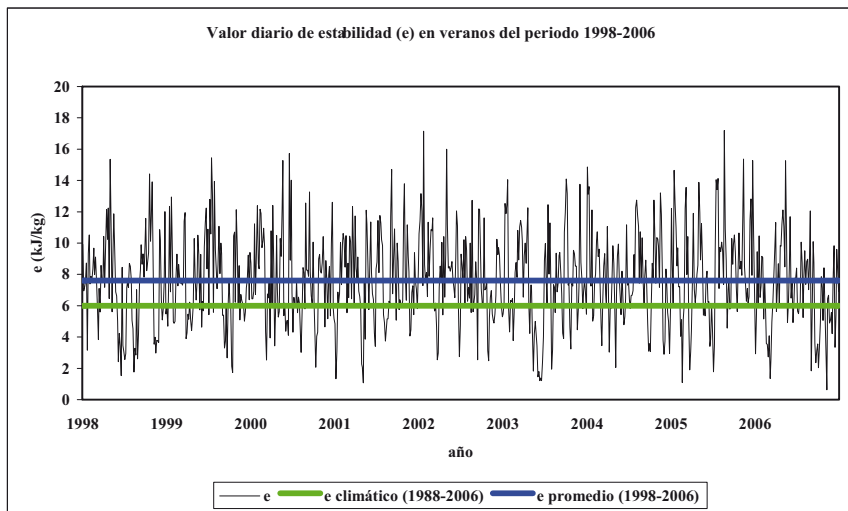


FIGURA 7.—Valores diarios y valor promedio de estabilidad a las 00:00 UTC en el área noroeste de la Península durante el verano en el periodo 1998-2006 junto al valor climático

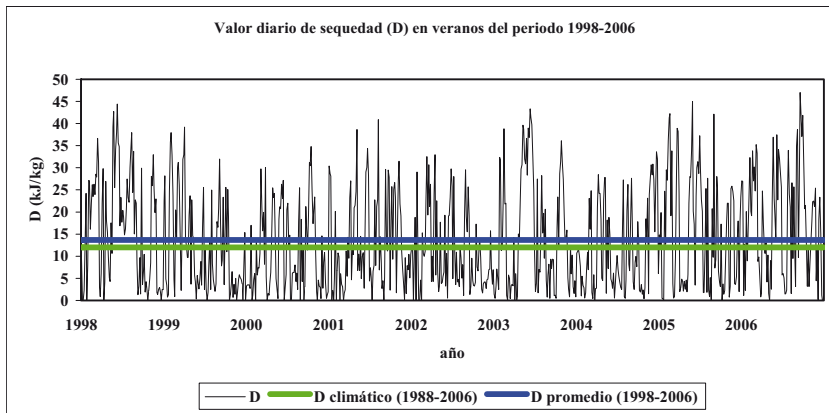


FIGURA 8.-Valores diarios y valor promedio de sequedad a las 00:00 UTC en el área noroeste de la Península durante el verano en el periodo 1998-2006 junto al valor climático

Todo parece indicar que en el occidente de la región, o bien el vértice de estado de vegetación, o el de la actividad antropogénica, o ambos, puedan estar ejerciendo un efecto negativo en el fuego, pero desde luego el de las condiciones atmosféricas, el que nos atañe a nosotros, no lo ejerce.

Sin embargo, en el caso aislado de Salamanca la tendencia es claramente ascendente, lo cual quiere decir que el peso aquí de la actividad antropogénica, la cubierta vegetal más pasiva y las condiciones meteorológicas en su conjunto favorecen mayor actividad de fuego que en el resto del occidente castellano-leonés.

Para terminar este nivel de análisis, hemos de resaltar que los resultados de incendios a escala mensual delatan un cierto sincronismo entre los incendios que acontecen en el medio silvestre y en el medio urbano en la provincia de Salamanca. Ello quiere decir que cuando las condiciones son favorables al fuego lo son simultáneamente en el medio silvestre y urbano. Como ejemplo presentamos en la figura 9, a escala mensual, el sincronismo observado entre los incendios urbanos en la ciudad de Salamanca y silvestres en la provincia en el mes de septiembre durante el periodo 1999-2004.

El medio urbano y el medio silvestre poseen características bien distintas y más o menos constantes de: tipos de combustibles, usos del suelo, etc.; y, sin embargo, ambos responden de forma sincrónica al fuego a escala mensual. Parece que las condiciones que mejor permiten ordenar en el tiempo cuándo aparecen los incendios y cuándo no son condiciones variables y no constantes en el tiempo. Ellas deben ser las condiciones atmosféricas, más variables, y que afectan por igual tanto al medio urbano como al silvestre. Pero para que sea posible una correcta ordenación temporal del riesgo, útil en la gestión, es necesario que reduzcamos la escala de análisis a las condiciones meteorológicas del día a día.

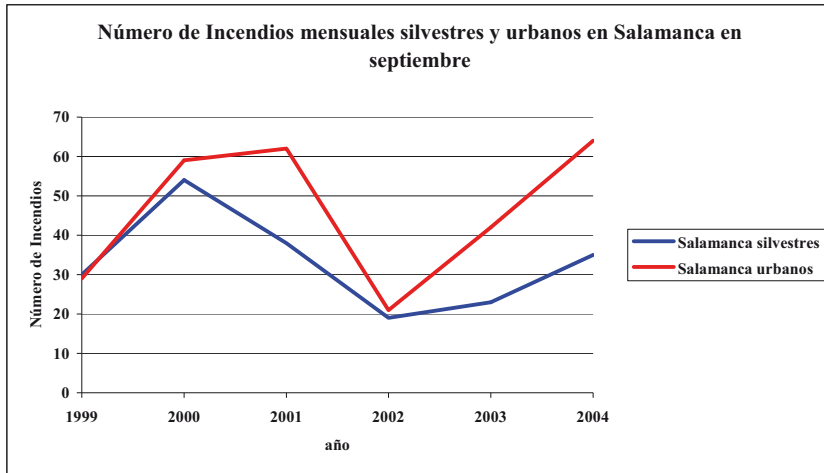


FIGURA 9.—Incendios urbanos y silvestres en los meses de septiembre durante el periodo 1999-2004

3. EL FUEGO A ESCALA METEOROLÓGICA EN LEÓN, ZAMORA Y SALAMANCA. ORDENACIÓN DEL RIESGO METEOROLÓGICO EN SALAMANCA

Las condiciones meteorológicas bajo las cuales el fuego hace mayor acto de presencia han sido definidas desde un punto de vista físico-atmosférico. Como ya fue comentado anteriormente, estas condiciones favorecedoras del fuego están relacionadas con los parámetros de estabilidad y sequedad atmosféricas, según la metodología GD (García Díez *et al.*, 1993). Según diversos estudios realizados en otras regiones del oeste de la Península Ibérica, la mayor afluencia de fuego acontece bajo la situación de inestabilidad y sequedad, son los llamados días tipo I por la metodología (García Díez *et al.*, 1994). Seguidamente, la situación más propensa son los días estables secos, los llamados tipo III. Posteriormente, los estables húmedos poseen el mayor riesgo de aparición de fuego, son los días IV. Finalmente, los llamados tipo II, inestables húmedos, son en los que menos tienen lugar este tipo de fenómenos en la superficie. Además las proporciones del riesgo entre clases fijadas en la metodología son 4, 3, 2 y 1, respectivamente. Estas proporciones están definidas según la media normalizada del número de incendios por día, en cada tipo de día, del total de las campañas acontecidas en una región (Normalized Daily FIRE Risk, NDFR). En el cuadro 1 mostramos la tipificación de días según el modelo GD en función de la *estabilidad* y la *sequedad*.

| Tipo de día | Denominación | e (kJ/kg) | D (kJ/kg) | NDFR | RIESGO asociado |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|------|-----------------|
| I | <i>Inestable Seco</i> | ≤ 6 | ≥12 | 4 | MUY ALTO |
| II | <i>Inestable Húmedo</i> | ≤ 6 | < 12 | 1 | BAJO |
| III | <i>Estable Seco</i> | > 6 | ≥12 | 3 | ALTO |
| IV | <i>Estable Húmedo</i> | > 6 | < 12 | 2 | MEDIO |

CUADRO 1.–Modelo GD: Tipos de Día, valores umbrales de e y D y riesgo asociado

Si pretendemos valorar las condiciones de estabilidad y sequedad en la zona occidental de Castilla y León debemos tomar como referencia más representativa el radiosondeo de La Coruña tomado a las 00:00 hora local por ser el más próximo al área de estudio. Ello es compatible con la metodología GD debido a su carácter mesoescalar. En la tabla 1 podemos observar como la ocurrencia de fuego estival en la región occidental de Castilla y León entre 1998 y 2006 responde a dicha metodología GD. En la tabla 2 del mismo modo se muestran los resultados para el invierno. Por lo tanto, la metodología GD es útil en la gestión para poder ordenar el riesgo de ocurrencia de fuego a escala diaria en la unidad geográfica del oeste de Castilla y León (León, Zamora y Salamanca).

| Año | Tipo I | | | Tipo II | | | Tipo III | | | Tipo IV | | |
|--------------------------------|--------------|------------|-------|-------------|-----------|------|--------------|------------|-------|-------------|------------|------|
| | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d |
| 1998 | 370 | 26 | 14,23 | 13 | 4 | 3,25 | 220 | 28 | 7,86 | 234 | 34 | 6,88 |
| 1999 | 232 | 19 | 12,21 | 44 | 13 | 3,38 | 166 | 21 | 7,90 | 288 | 39 | 7,38 |
| 2000 | 226 | 17 | 13,29 | 73 | 11 | 6,64 | 286 | 20 | 14,30 | 356 | 44 | 8,09 |
| 2001 | 226 | 16 | 14,13 | 51 | 9 | 5,67 | 257 | 20 | 12,85 | 354 | 47 | 7,53 |
| 2002 | 80 | 11 | 7,27 | 13 | 9 | 1,44 | 83 | 20 | 4,15 | 229 | 52 | 4,40 |
| 2003 | 335 | 24 | 13,96 | 17 | 6 | 2,83 | 144 | 21 | 6,86 | 147 | 41 | 3,59 |
| 2004 | 93 | 16 | 5,81 | 16 | 8 | 2,00 | 131 | 20 | 6,55 | 205 | 48 | 4,27 |
| 2005 | 181 | 19 | 9,53 | 0 | 1 | 0,00 | 204 | 30 | 6,80 | 256 | 42 | 6,10 |
| 2006 | 299 | 31 | 9,65 | 12 | 7 | 1,71 | 127 | 26 | 4,88 | 103 | 28 | 3,68 |
| Total | 2.042 | 179 | | 239 | 68 | | 1.618 | 206 | | 2172 | 375 | |
| f/d (medio) | 11,12 | | | 2,99 | | | 8,02 | | | 5,77 | | |
| f/d (medio normalizado) | 0,4 | | | 0,1 | | | 0,3 | | | 0,2 | | |

TABLA 1.–Número de incendios (f), número de días (d) y número de incendios por día (f/d) en cada tipo de día durante las campañas de verano del periodo 1998-2006 en la unidad geográfica de León, Zamora y Salamanca

| | Tipo I | | | Tipo II | | | Tipo III | | | Tipo IV | | |
|--|--------------|-----------|--------------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|--------------|------------|-------------|
| Año | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d |
| 1998 | 134 | 10 | 13,40 | 17 | 7 | 2,43 | 94 | 10 | 9,40 | 173 | 32 | 5,41 |
| 1999 | 88 | 6 | 14,67 | 52 | 15 | 3,47 | 157 | 9 | 17,44 | 216 | 29 | 7,45 |
| 2000 | 404 | 18 | 22,44 | 108 | 12 | 9,00 | 90 | 6 | 15,00 | 92 | 24 | 3,83 |
| 2001 | 28 | 7 | 4,00 | 11 | 15 | 0,73 | 2 | 3 | 0,67 | 12 | 34 | 0,35 |
| 2002 | 126 | 11 | 11,45 | 9 | 9 | 1,00 | 22 | 4 | 5,50 | 161 | 35 | 4,60 |
| 2003 | 37 | 6 | 6,17 | 20 | 18 | 1,11 | 2 | 2 | 1,00 | 31 | 33 | 0,94 |
| 2004 | 97 | 9 | 10,78 | 29 | 13 | 2,23 | 64 | 9 | 7,11 | 141 | 29 | 4,86 |
| 2005 | 206 | 7 | 29,43 | 181 | 21 | 8,62 | 28 | 2 | 14,00 | 425 | 29 | 14,66 |
| 2006 | 38 | 5 | 7,60 | 17 | 22 | 0,77 | 24 | 3 | 8,00 | 103 | 29 | 3,55 |
| Total | 1.158 | 79 | | 444 | 132 | | 483 | 48 | | 1.354 | 274 | |
| f/d (medio) | | | 13,33 | | | 3,26 | | | 8,68 | | | 5,07 |
| f/d (medio normalizado) | | | 0,4 | | | 0,1 | | | 0,3 | | | 0,2 |

TABLA 2.—Número de incendios (*f*), número de días (*d*) y número de incendios por día (*f/d*) en cada tipo de día durante las campañas de invierno del periodo 1998-2006 en la unidad geográfica de León, Zamora y Salamanca

En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados de verano e invierno en la provincia de Salamanca respectivamente. En verano en Salamanca la actividad de

| | Tipo I | | | Tipo II | | | Tipo III | | | Tipo IV | | |
|--|------------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Año | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d |
| 1998 | 34 | 26 | 1,31 | 0 | 4 | 0,00 | 17 | 28 | 0,61 | 35 | 34 | 1,03 |
| 1999 | 36 | 19 | 1,89 | 5 | 13 | 0,38 | 28 | 21 | 1,33 | 37 | 39 | 0,95 |
| 2000 | 23 | 17 | 1,35 | 11 | 11 | 1,00 | 32 | 20 | 1,60 | 35 | 44 | 0,80 |
| 2001 | 44 | 16 | 2,75 | 9 | 9 | 1,00 | 33 | 20 | 1,65 | 70 | 47 | 1,49 |
| 2002 | 19 | 11 | 1,73 | 1 | 9 | 0,11 | 26 | 20 | 1,30 | 54 | 52 | 1,04 |
| 2003 | 82 | 24 | 3,42 | 3 | 6 | 0,50 | 26 | 21 | 1,24 | 34 | 41 | 0,83 |
| 2004 | 18 | 16 | 1,13 | 7 | 8 | 0,88 | 27 | 20 | 1,35 | 60 | 48 | 1,25 |
| 2005 | 29 | 19 | 1,53 | 0 | 1 | 0,00 | 42 | 30 | 1,40 | 61 | 42 | 1,45 |
| 2006 | 78 | 31 | 2,52 | 2 | 7 | 0,29 | 46 | 26 | 1,77 | 42 | 28 | 1,50 |
| Total | 363 | 179 | | 38 | 68 | | 277 | 206 | | 428 | 375 | |
| f/d (medio) | | | 1,96 | | | 0,46 | | | 1,36 | | | 1,15 |
| f/d (medio normalizado) | | | 0,4 | | | 0,1 | | | 0,3 | | | 0,2 |

TABLA 3.—Número de incendios (*f*), número de días (*d*) y número de incendios por día (*f/d*) en cada tipo de día durante las campañas de verano del periodo 1998-2006 en Salamanca

fuego obedece al fundamento de GD, siendo precisamente la época donde mayor número de eventos tienen lugar. Se vaticina, por lo tanto, que este método es un buen sistema para la gestión del fuego de verano en la provincia. Aunque no se mantiene la proporción del riesgo en invierno, algo lógico al tratarse de una provincia con menor cubierta vegetal que Zamora y León, la ordenación sí se mantiene según la metodología GD, y por lo tanto puede ser también ciertamente útil para la gestión durante esta época del año en la provincia de Salamanca.

| Año | Tipo I | | | Tipo II | | | Tipo III | | | Tipo IV | | |
|--|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
| | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d | f | d | f/d |
| 1998 | 4 | 10 | 0,40 | 0 | 7 | 0,00 | 3 | 10 | 0,30 | 17 | 32 | 0,53 |
| 1999 | 16 | 6 | 2,67 | 2 | 15 | 0,13 | 13 | 9 | 1,44 | 7 | 29 | 0,24 |
| 2000 | 23 | 18 | 1,28 | 3 | 12 | 1,25 | 4 | 6 | 0,67 | 5 | 24 | 0,21 |
| 2001 | 0 | 7 | 0,00 | 1 | 15 | 0,07 | 0 | 3 | 0,00 | 0 | 34 | 0,00 |
| 2002 | 11 | 11 | 1 | 2 | 9 | 0,22 | 1 | 4 | 0,25 | 8 | 35 | 0,23 |
| 2003 | 0 | 6 | 0,00 | 1 | 18 | 0,06 | 0 | 2 | 0,00 | 0 | 33 | 0,00 |
| 2004 | 4 | 9 | 0,44 | 2 | 13 | 0,15 | 1 | 9 | 0,11 | 8 | 29 | 0,28 |
| 2005 | 47 | 7 | 6,71 | 35 | 21 | 1,67 | 2 | 2 | 1,00 | 83 | 29 | 2,86 |
| 2006 | 2 | 5 | 0,40 | 0 | 22 | 0,00 | 3 | 3 | 1,00 | 8 | 29 | 0,28 |
| Total | 107 | 79 | | 46 | 132 | | 27 | 48 | | 136 | 274 | |
| f/d (medio) | | | 1,43 | | | 0,28 | | | 0,53 | | | 0,51 |
| f/d (medio normalizado) | | | 0,52 | | | 0,10 | | | 0,19 | | | 0,18 |

TABLA 4.—Número de incendios (*f*), número de días (*d*) y número de incendios por día (*f/d*) en cada tipo de día durante las campañas de invierno del periodo 1998-2006 en Salamanca

Para finalizar, sería interesante mostrar la aplicabilidad de la metodología en cualquier época del año a escala diaria. Como ejemplo mostramos el evento que aconteció en el oeste de Castilla y León durante el episodio del 14 al 20 de marzo de 2005. Tal periodo fue un auténtico sesgo de condiciones favorables al fuego. Todo el noroeste de la Península se vio involucrado en una oleada de incendios siendo Zamora y León las provincias más afectadas de nuestra Comunidad Autónoma. En la figura 10 se presentan los números de incendios acontecidos en las provincias más occidentales de Castilla y León, donde se incluye Salamanca. Podemos observar como el día 18 fue un día con una alta actividad de fuego. La situación sinóptica del día 18 de marzo de 2005 (figura 11) presenta una circulación anticiclónica con componente sur para la zona mencionada. Esta disposición sinóptica viene a concordar perfectamente con lo que se denomina un dipolo sur-norte. Una de las situaciones más propensas al fuego en nuestra zona de estudio.

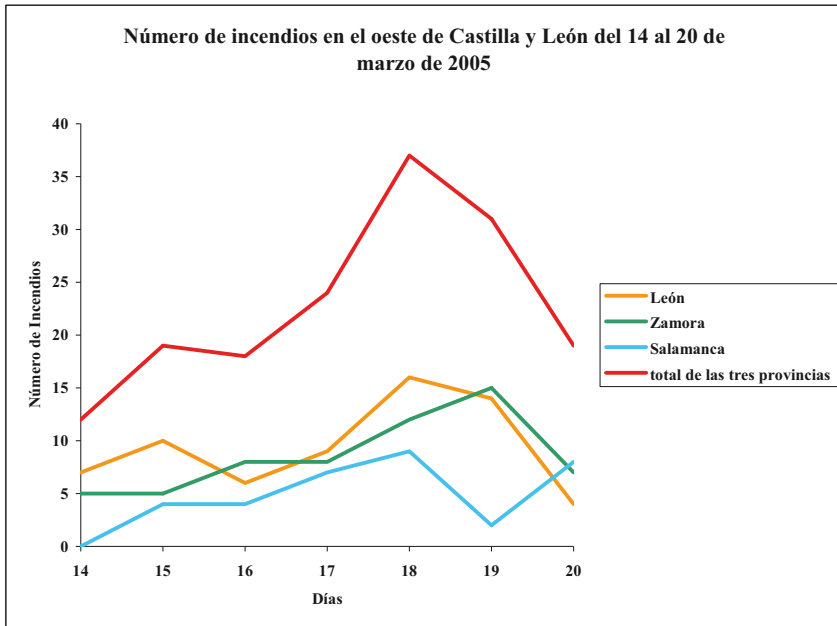


FIGURA 10.—Número de Incendios en el oeste de Castilla y León del 14 al 20 de marzo de 2005



FIGURA 11.—Campo de presiones en superficie del 18/03/2005 a las 00.00 b UTC (Universal Time Convection, es la hora convenida de forma universal en todo el planeta y coincide con la hora meridiana en el meridiano 0). Fuente MetOffice

En cuanto al modelo GD los días 18 y 19 fueron días tipo I según radiosondeo de La Coruña a las 00.00 h, siendo los días previos y posteriores de tipo II. Los días 18 y 19 fueron de máximo riesgo y los días anteriores y posteriores de riesgo mínimo.

El interés de estudiar este evento radica en el hecho ya insinuado que fue una breve ruptura de condiciones climáticas, irrumpiendo condiciones a escala meteorológica propicias al fuego. Como puede observarse, la aparición de fuego respondió plenamente a tal ruptura de condiciones. Con ello queremos probar que en cuanto las condiciones se tornan favorables el fuego aparece de inmediato. Y cuando se tornan desfavorables la actividad desciende considerablemente.

Fuera de un contexto puramente científico los eventos particulares de fuego suelen estar sujetos a múltiples valoraciones que pueden enmascarar la verdadera interpretación que el problema del fuego merece. En este sentido a continuación reproducimos algunos comentarios que aparecieron en los medios de comunicación el día 18 de marzo (viernes) de 2005:

- Teletipo de la Agencia EFE: "Incendio en Zamora: El fuego arrasó 701 hectáreas, el 40% arboladas, según el consejero".
- Teletipo Europa Press: "Carriedo dice que las primeras investigaciones sobre el incendio de Villarejo apuntan a que fue intencionado".

En una primera observación suelen aparecer, ante cualquier evento, comentarios que particularizan e individualizan los eventos sin considerar que nunca aparecen de forma aislada. Es común que sean ignorados los incendios que acontecen en la misma provincia o en las provincias limítrofes en esos mismos días. Quizás no con la misma trascendencia mediática que uno en particular, pero sí de enorme trascendencia en lo que a distribución de medios se refiere en la gestión.

Otra cuestión es siempre observar los comentarios referidos a las causas de un incendio en particular. A nadie le cabe la menor duda de que es un aspecto importante a investigar pero las causas, aun siendo diversas, sólo dan lugar a un incendio en determinadas fechas y en un área bien definida. Independientemente de las causas que originaron los incendios, aquí han sido presentadas las condiciones bajo las cuales el fuego hace mayor o menor acto de presencia, y hemos visto que son más determinantes las condiciones de estabilidad y humedad de la atmósfera que cualquier otra casuística particular. Sólo cuando estas condiciones aparecen las causas se vuelven efectivas y el fuego surge.

Como hemos podido comprobar en los datos mostrados aquí los incendios acontecen con altas temperaturas, pero puede haber incendios también con bajas temperaturas en superficie. En invierno tienen lugar oleadas de fuego en las áreas del occidente peninsular. Eso demuestra que la aparición del fuego no depende de forma directa de la temperatura sino más bien de otros parámetros atmosféricos como la estabilidad y la humedad. El incremento de temperaturas debido al calentamiento global observado por la comunidad científica dará lugar a un aumento drástico de la actividad de fuego en el oeste de Castilla y León, sólo si se ven favorecidas las condiciones de inestabilidad y sequedad. Diversos estudios,

entre ellos el presentado aquí, han demostrado que la estabilidad y la humedad atmosférica son parámetros que rigen la aparición de incendios en el oeste de Castilla y León, incluida la provincia de Salamanca. La línea de investigación debe permanecer abierta para establecer modelos que nos permitan vislumbrar cuál será la actividad de fuego en esta zona en futuros escenarios de cambio climático.

4. CONCEPTOS

- *f/d*: Número de Incendios medios por día, representa el riesgo diario de fuego (Daily Fire Risk, DFR_i). Este parámetro es calculado para cada tipo de día en todas las campañas de incendios analizadas.
- *f/d medio*: Promedio del número de incendios medios por día durante un periodo de varios años (Average Daily Fire Risk, $\overline{DFR_i}$). Representa el riesgo medio para cada tipo de día en todo un periodo de estudio.
- *f/d medio normalizado*: Promedio normalizado del número de incendios medios por día durante un periodo de varios años (Normalized Daily Fire Risk):

$$NDFR_i = \frac{\overline{DFR_i}}{\overline{DFR_I} + \overline{DFR_{II}} + \overline{DFR_{III}} + \overline{DFR_{VI}}}$$

Representa proporcionalmente el riesgo en tanto por uno para cada tipo de día en todo un periodo de estudio. Posee un carácter adimensional y muestra el peso que cada tipo de día posee en relación a la actividad de fuego, lo que puede resultar de gran utilidad en la gestión de la lucha antifuego.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA DÍEZ, E. L.; LABAJO SALAZAR, J. L.; DE PABLO DÁVILA, F. "Some Meteorological Conditions associated with Forest Fires in Galicia (Spain)". En *International Journal of Biometeorology*, 37, 1993, pp 194-199.
- GARCÍA DÍEZ, E. L.; RIVAS SORIANO, L.; DE PABLO DÁVILA, F. y GARCÍA DÍEZ, A. "An Objective Model for the Daily Outbreak of Forest Fires Based on Meteorological Considerations". En *Journal of Applied Meteorology*, 33, 1994, pp 519-526.
- VERARDO, J. D. y WILLIAM, F. R. "Late Pleistocene charcoal in tropical Atlantic deep-sea sediments; climatic and geochemical significance". En *Geology*, v. 24, n.º 9, 1996, pp. 855-857.