
GEOGRAFÍA E INCENDIOS FORESTALES

Emilio Chuvieco, M. Pilar Martín, Jesús Martínez y F. Javier Salas

Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá
Colegios, 2-28801. Alcalá de Henares (Madrid)

Resumen: La Geografía estudia los diversos factores que explican la configuración y el funcionamiento, en una determinada región, de una variable de dimensión espacial. El fenómeno de los incendios forestales tiene una clara manifestación territorial, ya que tanto los factores como los efectos se distribuyen en el espacio y son afectados por él. En este sentido, resulta de gran interés la aportación de nuestra disciplina al análisis del riesgo y de las consecuencias de los incendios forestales, problema de notable importancia ambiental en los países de clima mediterráneo. Este artículo muestra algunas posibilidades de análisis geográfico en el estudio de incendios forestales, revisando las principales líneas de trabajo desarrolladas por nuestra disciplina en este ámbito.

Palabras clave: Geografía, incendios forestales.

Abstract: *Geography analyses the various factors that explain spatial patterns of variables that have a noticeable spatial dimension. Forest fires include clear spatial implications, both for their prevention and the analysis of their effects. This paper explores the contribution of Geography to forest fire research and reviews fields of application reported in the literature.*

Key words: *Geography, forest fires.*

LA DIMENSIÓN ESPACIAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES

La Geografía se centra en el análisis de aquellas variables que tienen una clara dimensión territorial, o bien en el estudio de la relación entre diversas variables espaciales en un territorio concreto. El creciente interés por un enfoque ambiental de nuestra disciplina, lleva aparejada la consideración de distintos procesos que afectan a la configuración actual del paisaje. Entre ellos, en nuestro clima mediterráneo, no cabe duda de que los incendios forestales ocupan un papel protagonista, ya que han perfilado secularmente el tipo y la distribución espacial de las comunidades vegetales, modificando además los ciclos hidrológicos y de erosión del suelo. Así, el fuego es considerado como el principal factor en la conformación de los ecosistemas que dominan estas áreas (Moreno, 1989).

Junto al interés ambiental del fenómeno de los incendios forestales, parece lógico que la Geografía se ocupe de su estudio si consideramos el marcado carácter geográfico de algunos factores de riesgo y algunas de las consecuencias de los incendios. El tipo y estado de la cubierta vegetal, las condiciones climáticas generales y la topografía del terreno determinan la frecuencia e intensidad de los incendios. La actividad humana, constituye, igualmente, un importante factor de riesgo. El hombre es responsable, directa o indirectamente, del inicio de la mayor parte de los incendios que se producen en nuestro país, así como ocurre en otras regiones de la cuenca mediterránea (Velez, 1991).

Lógicamente, estos factores de riesgo no se dan de modo aislado en el espacio, sino que se integran de forma compleja para acentuar las situaciones de riesgo. Por ejemplo, altas temperaturas y baja humedad del aire implican un aumento del riesgo de ignición, pero el efecto será tanto más grave cuando mayor sea la inflamabilidad de las especies vegetales del área, más aún si están expues-

tas en laderas sur y próximas a lugares donde el hombre utiliza el fuego para reducir la carga de matorral. En definitiva, el estudio del riesgo y de las consecuencias de los incendios forestales requiere, en la mayoría de los casos, un análisis integrado del territorio, pues un incendio forestal no se genera por la acción de un factor aislado, sino que se deriva de la acción conjunta de un grupo de factores, entre los cuales, la vegetación, tipos climáticos, topografía y actividad humana resultan especialmente significativos.

De la misma forma, las consecuencias de los incendios se muestran sobre distintas variables de interés geográfico. La acción del fuego implica una mayor o menor eliminación de la cubierta vegetal dependiendo de la intensidad y velocidad del evento, y de la resistencia de las especies vegetales. Los dos primeros factores están en relación con el viento concurrente al fuego, así como con la topografía local (especialmente la pendiente del terreno), y la propia composición vegetal (grado de combustibilidad; Burgan y Rothermel, 1984). Además, los procesos erosivos posteriores al fuego van a depender de la pendiente, del grado de alteración de la vegetación y de los patrones de precipitación (a mayor intensidad, mayor riesgo de erosión), por lo que conviene considerar todos esos factores para realizar un análisis sintético de las consecuencias del fenómeno.

A continuación, hacemos un breve balance de las contribuciones que nuestra disciplina ha realizado al estudio de los incendios forestales. Hemos centrado la exposición en trabajos elaborados por geógrafos, o al menos personas que trabajan en departamentos de Geografía, acordes con el objetivo de nuestro trabajo. No implica esta decisión, obviamente, que se menosprecie el trabajo de otros profesionales en esta temática (mucho más destacado que el nuestro, dicho sea de paso, especialmente en lo que a ingenieros forestales y ecólogos se refiere), sino únicamente la de presentar ideas para futuros trabajos de colegas nuestros en esta línea.

ANÁLISIS GEOGRÁFICO EN LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Como es lógico, la mejor forma de reducir los efectos indeseables de los incendios forestales pasa por mejorar las herramientas actuales de prevención del fenómeno, de cara a evitar que ocurra,

o cuando suceda limitar al máximo su extensión. Perfeccionar nuestros actuales sistemas de prevención pasa por entender mejor los factores de riesgo, y ponderar adecuadamente cómo se integran en el espacio.

Las líneas de trabajo que se siguen, en este sentido, son diversas: establecimiento de índices de peligro, modelización del comportamiento del fuego, análisis socioeconómicos, etc. La actividad de geógrafos en este aspecto, puede organizarse en varias líneas temáticas:

1. Análisis de factores humanos relacionados con el inicio del fuego. Como antes se dijo, la actividad humana es responsable, directa o indirectamente, de la mayor parte de los incendios forestales que se producen en nuestro país (ver Martín et al., en este mismo número). Pese a ello, todavía existen pocos análisis empíricos que permitan un mejor conocimiento de este factor, reduciéndose el material disponible a unos pocos estudios de carácter sociológico. En esta línea, podemos citar algunos trabajos, que han relacionado la ocurrencia de incendios con rasgos de la política forestal (Arnal, 1995; O'Flanagan, 1997; Paniagua, 1991; Sanchez, 1996; Montiel, 1994), o de las transformaciones agrarias (Cabral, 1991). De especial relieve es, en este sentido, la relación entre incendios forestales y caza, que se ha tratado en Sierra Morena y los Montes de Toledo (Doctor, 1991; Martínez Vega, 1990).
2. Diseño de índices meteorológicos del peligro. Las condiciones hídricas de la vegetación resultan claves para el inicio y la propagación del fuego. Ante la dificultad de estimarlas directamente, resulta práctica habitual emplear índices de peligro basados en distintas variables meteorológicas que se relacionan con ellas, principalmente la temperatura y humedad del aire, la dirección y velocidad del viento y la precipitación. Existe una amplia variedad de índices meteorológicos del peligro de incendio (Viegas et al., 1996). De ellos, algunos han sido propuestos por geógrafos, como es el caso del diseñado por Carrega para el sur de Francia (Carrega, 1990), y de Lourenço para Portugal (Gonçalves y Lourenço, 1990; Lourenço, 1991). Además, otros geógrafos están trabajando en el diseño de índices mixtos, que emplean valores meteorológicos e imágenes de satélite (Chuvieco et al., 1995), o en el empleo de imágenes de satélite para inter-

polar espacialmente los valores de los índices meteorológicos (Aguado et al., 1998).

3. **Determinación del estrés hídrico del combustible.** Como hemos dicho, los índices meteorológicos se emplean como alternativa a la medición directa de las condiciones hídricas de la vegetación, asumiendo que la dinámica atmosférica explica el contenido de agua en las plantas. Sin embargo, esta relación no es directa, ya que depende de las condiciones fisiológicas de las distintas especies: capacidad de extraer humedad del suelo, resistencia a la evapotranspiración, etc. En consecuencia, las mismas condiciones meteorológicas pueden estar afectando de modo muy diverso al contenido de agua en el combustible. Si a ello, añadimos que las estaciones meteorológicas pueden estar a cierta distancia de la masa forestal, con los errores que cualquier interpolación lleva consigo, entendemos que la medida proporcionada por estos índices no será en muchos casos más que una aproximación al peligro de incendio local. El empleo de fuentes alternativas, como son los datos proporcionados por teledetección, puede paliar este problema, al tratarse de información derivada directamente de las plantas y cubrir completamente el territorio. En este caso, el principal reto será demostrar que efectivamente hay relación entre el contenido de agua de las plantas y las variables que pueden medirse con teledetección (reflectividad o temperatura). Algunos autores han planteado este tipo de relaciones, bien con el contenido de humedad de las plantas, bien directamente con la ocurrencia de incendios. Entre los geógrafos que han trabajado en estas líneas, se encuentran las propuestas de índices de riesgo realizadas para el sur de Francia (Prosper-Laget et al., 1995), el centro de EE.UU. (Eidenshink et al., 1990) y España (Alonso et al., 1996; Deshayes et al., 1998).
4. **Modelos locales de riesgo.** El seguimiento de las condiciones de la vegetación implica considerar los aspectos más dinámicos del riesgo. Ahora bien, también existen factores de riesgo de tipo más estructural, ligados a rasgos del territorio que no cambian en un ciclo corto de tiempo. La integración espacial entre esas variables se ha realizado desde hace más de una década en el entorno de un Sistema de Información Geográfica. Todas las variables de riesgo son cartografiadas e incorporadas al S.I.G., que las integra ponderándolas de acuerdo a dis-

tintos criterios (Chuvienco et al., 1997). En esta línea de trabajo, el papel de los geógrafos ha sido especialmente fructífero, pues se han propuesto diversos ejemplos de cartografía de riesgo integrada (Bachman y Allgöwerm, 1998; Badia, 1998; Castro y Chuvienco, 1998; Chou, 1992; Chuvienco y Congalton, 1989; Chuvienco y Salas, 1996; Nunes et al., 1996; Salas y Chuvienco, 1994a; Salas y Chuvienco, 1994b; Salas et al., 1994; Vliegheer, 1992; Yool et al., 1985). En estos modelos de riesgo, resulta especialmente crítico obtener una buena cartografía de modelos de combustible, que resulta especialmente compleja, ya que estos modelos se centran en la vegetación del sotobosque, difícilmente discriminable a partir de teledetección aérea o espacial (Salas y Chuvienco, 1995; Salazar, 1982). Finalmente, el empleo de un S.I.G. en la gestión de incendios permite ir más allá de la cartografía de riesgo, para orientarse también hacia las acciones preventivas o la organización de los medios de defensa (Nunes et al., 1996; Salazar, 1989; Salazar y Nilsson, 1989; Salazar et al., 1990).

ESTUDIO GEOGRÁFICO DE LOS EFECTOS

Una vez que se produce un incendio, el papel de nuestra disciplina se orienta a evaluar espacialmente las consecuencias del mismo. Esto implica, por un lado, cuantificar y cartografiar el área quemada, y, por otro, analizar los efectos paisajísticos del fuego, sobre la erosión, el ciclo hidrológico y la calidad visual de un determinado territorio.

La actividad llevada a cabo por geógrafos en este ámbito de trabajo puede concretarse en los siguientes aspectos:

1. **Cartografía del área quemada.** Tradicionalmente, el análisis de la ocurrencia de incendios ha partido de las estadísticas generadas por los servicios forestales, que recogen cada evento en un parte que indica, con mayor o menor detalle, la localización del incendio, tipos de vegetación afectados y causas. Sobre esta base estadística, se han realizado algunos estudios de distribución espacial de la ocurrencia (Dupre, 1992; Dupre, 1995; Gordi et al., 1996; Lourenço y Gonçalves, 1990), que tienen gran interés para relacionar los incendios con factores espaciales de ámbito global o regional. Sin embargo, las fuentes estadísticas son bastante limitadas, pues la localiza-

ción geográfica de las áreas quemadas se realiza de modo impreciso. La introducción de los receptores GPS ha permitido mejorar esta delimitación espacial. Una alternativa de gran interés es el análisis multitemporal de imágenes de satélite, que permite delimitar el área quemada por comparación entre las medidas realizadas antes y después del incendio. Los trabajos desarrollados en esta línea son bastante abundantes, tanto a escala global como local (Pereira et al., 1997). Entre la actividad de los geógrafos, destacan algunos trabajos basados en imágenes de alta resolución Landsat-TM y SPOT-HRV (Camacho, 1995; Chuvieco et al., 1988; Davis y Burrows, 1990; López y Caselles, 1991; Martín et al., 1994; Minnich, 1978; Navarro et al., 1996; Viedma y Chuvieco, 1993), que permiten no sólo discriminar el área quemada, sino también en algunos casos, los niveles de daño y el inventario de la vegetación afectada. Los sensores de baja resolución espacial facilitan una escala más global y una evaluación más rápida, aunque con menos nivel de detalle (Caetano et al., 1994; Martín y Chuvieco, 1995a; Martín y Chuvieco, 1995b).

2. Efectos ecológicos de los incendios. La actividad de geógrafos en esta línea ha estado orientada a analizar las consecuencias paisajísticas del fuego, principalmente en lo que se refiere a la cubierta vegetal (Cabral, 1991; Matarredona, 1996; Quintanilla, 1997), aunque también se han estudiado los efectos edafológicos (Cerdá, 1993; Soler et al., 1993; Soler y Sala, 1995), y los patrones de regeneración tras el fuego (Panareda, 1995; Quintanilla, 1997). De gran interés son los trabajos desarrollados por Minnich, que ha comparado la distribución espacial de las áreas quemadas del Sur de California (EE.UU.) con el Norte de México, relacionándolos con la estructura del uso del suelo en ambos territorios (Minnich, 1983; Minnich y Chou, 1997). Las relaciones entre área quemada y patrón espacial, nos parecen un tema de especial interés geográfico (Chuvieco, 1996).

CONCLUSIONES

Se ha presentado una panorámica sobre la actividad desarrollada por geógrafos en el ámbito de los incendios forestales. Sin pretender ser exhaustivos, hemos revisado una buena cantidad de tra-

bajos que nos permiten extraer algunas conclusiones sobre el interés predominante de nuestros colegas en esta temática. Por un lado, se trata de estudios bastante integrados, en donde se maneja información espacial procedente de distintas fuentes (meteorología, topografía, suelos, vegetación, infraestructuras, etc.). Por otro lado, se han basado en buena medida en el empleo de nuevas tecnologías de análisis territorial, singularmente la teledetección y los S.I.G. Ambas herramientas resultan idóneas para abordar este tipo de estudios, pues permiten generar e integrar información actualizada, directamente conectada con el fenómeno de los incendios.

Tal vez resulte deficitario hasta el momento el interés de los geógrafos por las relaciones entre actividad humana e incendios, que pensamos supone un claro ámbito de interés geográfico, al permitir analizar relaciones entre aspectos sociales y ambientales.

REFERENCIAS

- Aguado, I., Chuvieco, E., Camarasa, A., Martín, M.P. y Camia, A. (1998). Estimation of Meteorological Fire Danger Indices from Multitemporal Series of NOAA-AVHRR data. *III International Conference on Forest Fire Research - 14th Conference on Fire and Forest Meteorology*. Coimbra, ADAI: 1131-1147.
- Alonso, M., Camarasa, A., Chuvieco, E., Cocero, D., Kyun, I., Martín, M.P. y Salas, F.J. (1996). Estimating temporal dynamics of fuel moisture content of Mediterranean species from NOAA-AVHRR data. *EARSEL Advances in Remote Sensing* 4: 9-24.
- Arnal, C. (1995). Balanç d'11 anys de política forestal autonòmica. *Cuadernos de Geografía* 58: 221-240.
- Bachman, A. y Allgöwerm, B. (1998). Framework for wildfire risk analysis. *III International Conference on Forest Fire Research - 14th Conference on Fire and Forest Meteorology*. Coimbra, ADAI: 2177-2190.
- Badia, A. (1998). Modelització i tecnologies de la informació per al suport a la lluita contra els incendis forestals. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 32: 143-159.
- Burgan, R. E. y Rothermel, R.C. (1984). *BEHAVE: Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System. Fuel Subsystem*. Ogden, Utah, USDA Forest Service.
- Cabral, J. (1991). Transformaciones agrarias e incendios forestales: un índice de la deforestación en la provincia de Cadiz (1978-1989). *Agricultura y Sociedad* 59: 119-157.

- Caetano, M. S., Mertes, L.A.K. y Pereira, J.M.C. (1994). Using Spectral Mixture Analysis for Fire Severity Mapping. *2nd Int. Conf. Forest Fire Research*. Coimbra: 667-677.
- Camacho, M. T. (1995). Análisis de áreas incendiadas y cartografía del índice de sensibilidad a los incendios a partir de imágenes de satélite: el fuego pastoral en el Macizo de Madrès (Pirineos Orientales, Francia). *Cuadernos Geográficos* 24-25: 167-186.
- Carrega, P. (1990). Climatology and index of forest fire hazard in Mediterranean France. *International Conference on Forest Fire Research*. Coimbra, Portugal: B.05-1/11.
- Castro, R. y Chuvieco, E. (1998). Modeling Forest Fire Danger From Geographic Information Systems. *Geocarto International* 13: 15-23.
- Cerdá, A. (1993). Incendios forestales y estabilidad de agregados. *Cuadernos de Geografía* 53: 3-16.
- Chou, Y. H. (1992). Management of Wildfires with a Geographical Information System. *International Journal of Geographical Information Systems* 6: 123-140.
- Chuvieco, E. (1996). Empleo de imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. *Serie Geográfica* 6: 131-147.
- Chuvieco, E., Martínez Vega, J. y Page, A.L. (1988). Cartografía, inventario y prevención de incendios forestales a partir de imágenes TM. *Coloquio hispano-francés sobre Teledetección y Planificación Integrada del Territorio*. Madrid, Instituto Geográfico Nacional: 203-214.
- Chuvieco, E., Alonso, M., Camarasa, A., Kyun, I.A., Martín, M.P. y Salas, F.J. (1995). Estimación del peligro de incendios forestales a partir de imágenes NOAA-AVHRR. *VI Reunión Científica de la Asociación Española de Teledetección*. Valladolid, Universidad de Valladolid: 279-287.
- Chuvieco, E. y Congalton, R.G. (1989). Application of remote sensing and Geographic Information Systems to Forest fire hazard mapping. *Remote Sensing of Environment* 29: 147-159.
- Chuvieco, E. y Salas, F.J. (1996). Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. *International Journal of Geographical Information Systems* 10: 333-345.
- Chuvieco, E., Salas, F.J. y Vega, C. (1997). Remote sensing and GIS for long-term fire risk mapping. *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires*. (E. Chuvieco, ed.) Alcalá de Henares, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá: 91-107.
- Davis, F. W. y Burrows, D.A. (1990). *Spatial simulation of fire regime in Mediterranean climate landscapes*. Santa Barbara, California, Department of Geography, University of California.
- Deshayes, M., Chuvieco, E., Cocero, D., Karteris, M., Koutsias, N. y Stach, N. (1998). Evaluation of Different NOAA-AVHRR derived indices for fuel moisture content estimation: interest for short-term fire risk assessment. *III International Conference on Forest Fire Research - 14th Conference on Fire and Forest Meteorology*. Coimbra, ADAI: 1149-1167.
- Doctor, A. M. (1991). Incendios forestales y caza. *Agricultura y Sociedad* 58: 313-325.
- Dupre, M. (1992). Los incendios de los últimos años en el País Valenciano. *Cuadernos de Geografía* 52: 317-318.
- Dupre, M. (1995). Los incendios: una plaga de la Comunidad Valenciana que hasta hoy no parece tener solución. *Cuadernos de Geografía* 57: 187-188.
- Eidenshink, J. C., Burgan, R.E. y Haas, R.H. (1990). Monitoring fire fuels condition by using time series composites of Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) data. Washington DC: 68-82.
- Gonçalves, M. Z. y Lourenço, L. (1990). Meteorological Index of Forest Fires risk in the portuguese mainland territory. *I International Conference on Forest Fire Research*. Coimbra: B.07-1 - B.07-14.
- Gordi, J., Pintó, J. y Vila, J. (1996). L'estudi dels incendis en el món mediterrani. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 28: 135-151.
- López, M. J. y Caselles, V. (1991). Mapping Burns and Natural Reforestation Using Thematic Mapper Data. *Geocarto International* 1: 31-37.
- Lourenço, L. (1991). Una fórmula expedita para determinar o índice meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal Continental. *Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais* 2: 3-63.
- Lourenço, L. y Gonçalves, A.B. (1990). Cartography of forest fires recorded in Central Portugal from 1983 to 1989. *Int. Conf. Forest Fire Research*. Coimbra, Portugal: A.08: 1-16.
- Martín, M. P., Viedma, O. y Chuvieco, E. (1994). High versus low resolution satellite images to estimate burned areas in large forest fires. *2nd Int. Conf. on Forest Fire Research*. Coimbra: 653-666.
- Martín, M. P. y Chuvieco, E. (1995a). Cartografía y evaluación superficial de grandes incendios forestales a partir de imágenes de satélite. *Ecología* 9: 9-21.

- Martín, M. P. y Chuvieco, E. (1995b). Mapping and evaluation of burned land from multitemporal analysis of AVHRR NDVI images. *EARSeL Advances in Remote Sensing* 4 (3): 7-13.
- Martínez Vega, J. (1990). La actual situación de los bosques en la comarca de los Montes de Toledo. *Estudios Geográficos* 51: 577-588.
- Matarredona, E. (1996). Los incendios forestales. Un riesgo candente en "la montaña" alicantina. *Investigaciones Geográficas* 16: 157-170.
- Minnich, R. A. (1978). *The geography of fire and conifer forests in the eastern transverse ranges, California*. Department of Geography. Los Angeles, University of California.
- Minnich, R. A. (1983). Fire mosaics in Southern California and Northern Baja California. *Science* 219: 1287-1294.
- Minnich, R. A. y Chou, Y.H. (1997). Wildland fire patch dynamics in the chaparral of Southern California and Northern Baja California. *International Journal of Wildland Fire* 7: 221-248.
- Montiel, C. (1994). Decadencia y degradación de las masas forestales valencianas. *Investigaciones geográficas* 12: 185-199.
- Moreno, J. M. (1989). Los ecosistemas terrestres mediterráneos y el fuego. *Política Científica* 18: 46-50.
- Navarro, R. M., Navarro, C., Salas, F.J., González, M.P. y Abellanas, B. (1996). Regeneración de la vegetación después de un incendio. Aplicación de imágenes Landsat-TM a su caracterización y seguimiento: propuesta metodológica y desarrollo parcial. *Seminario sobre Nuevas Tecnologías contra Incendios Forestales*. Madrid, ICONA: 1-13.
- Nunes, J., Cerdán, R., Sánchez, F., Badia, A. y Ferrero, I (1996). Desenvolupament d'un sistema d'informació geogràfica per a la lluita contra els incendis forestal. El projecte SIGIF. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 28 : 55-78.
- O'Flanagan, P. (1997). ¿Incendiarismo o ecocidio en la Iberia Atlántica?. La transformación del paisaje a causa del fuego: reflejo de los problemas socioeconómicos. *Polígonos* 7: 77-96.
- Panareda, J. M. (1995). *La vegetación y los incendios forestales*. Valladolid, Universidad de Valladolid.
- Paniagua, A. (1991). Política forestal en la Sierra de Gata. *Estudios geográficos* 52: 51-87.
- Pereira, J. M. C., Chuvieco, E., Beudoin, A. y Desbois, N. (1997). Remote Sensing of burned areas: a review. *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires*. (E. Chuvieco, ed.) Alcalá de Henares, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá: 127-184.
- Prosper-Laget, V., Douguédroit, A. y Guinot, J.P. (1995). Mapping the risk of forest fire occurrence using NOAA satellite information. *EARSeL Advances in Remote Sensing* 4: 30-38.
- Quintanilla, V. (1997). Evaluación de riesgos de incendios en los cordones montañosos costeros de Chile Central. *Geographica* 35: 187-204.
- Salas, F. J. y Chuvieco, E. (1994a). G.I.S. applications to forest fire risk mapping. *Wildfire* 3: 7-13.
- Salas, F. J. y Chuvieco, E. (1994b). Sistemas de Información Geográfica y Teledetección en la prevención de incendios forestales: un ensayo en el Macizo Oriental de la Sierra de Gredos. *Estudios Geográficos* 40: 683-710.
- Salas, F. J. y Chuvieco, E. (1995). Aplicación de imágenes Landsat-TM a la cartografía de modelos combustibles. *Revista de Teledetección* 5: 18-28.
- Salas, F. J., Viegas, M.T., Kyun, I.A., Chuvieco, E. y Viegas, D.X. (1994). A local risk map for the council of Poiares, Central Portugal: comparison of GIS and field work methods. *II International Conference on Forest Fire Research*. Coimbra: 691-702.
- Salazar, L. A. (1982). *Remote Sensing Techniques Aid in Preattack Planning for Fire Management*. Berkeley, CA, USDA, Forest Service.
- Salazar, L. A. (1989). Fire Management on the Frontier of GIS Technology. *1989 SAF National Convention*. Spokane, Washington, Society of American Foresters: 64-69.
- Salazar, L. A. y Nilsson, C.V. (1989). Integrating Geographic Information Systems into Fire Management. *10th Fire and Forest Meteorology Conference*. Ottawa, Ontario.
- Salazar, L. A., Soto-Estrada, R.M. y Rechel, J.L. (1990). Using GIS Technology to Define Wildfire Risk in Morelos, Mexico. *GIS/LIS '90*. Anaheim, California: 645-653.
- Sanchez, J.D. (1996). La evolución reciente de los espacios forestales jienenses. Resultados de la actuación pública en la etapa de la administración centralizada (1940-1984). *Agricultura y sociedad* 79: 117-153.

Soler, M., Queralt, I., Gallart, F. y Plana, F. (1993). Cambios químicos en la producción de sedimentos en una parcela sometida a un incendio. *Notes de Geografia Física* 22: 69-75.

Soler, M. y Sala, M. (1995). Variabilidad longitudinal de la escorrentía y la erosión en una ladera quemada. *Pirineos* 45: 81-89.

Velez, R. (1991). Los incendios forestales y la política forestal. *Revista de estudios agrosociales* 158: 83-105.

Viedma, O. y Chuvieco, E. (1993). Cartografía y evaluación de daños causados por incendios forestales mediante técnicas de teledetección. El ejemplo de la Hoya de Buñol (Valencia). *AITIM Boletín de Información Técnica* 167: 60-66.

Viegas, D. X., Bovio, G., Camia, A., Ferreira, A. y Sol, B. (1996). Testing Meteorological Fire Danger Methods in Southern Europe. *13th Conference on Fire and Forest Meteorology*. Lorne - Australia: 571-589.

Vliegheer, B. M. (1992). Risk assessment for environmental degradation caused by fires using remote sensing and GIS in a Mediterranean Region (South-Euboia, Central Greece). *IGARSS'92. Int. Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Houston, TX.: 44-47.

Yool, S. R., Eckhardt, D.W., Estes, J.E. y Cosentino, M.J. (1985). Describing the bushfire hazard in southern California. *Annals of the Association of American Geographers* 75: 417-430.