

METEOROGRAMAS SINÓPTICOS MEDIOS RELACIONADOS CON EL INICIO DE GRANDES INCENDIOS FORESTALES EN CATALUNYA

David MONTSERRAT AGUADÉ
Grup de Climatologia, Parc Científic, Universitat de Barcelona

RESUMEN

Se ensaya el uso de las series del reanálisis CDAS para describir la evolución sinóptica alrededor de las fechas de inicio de grandes incendios forestales en Catalunya. Los meteorogramas se realizan con datos estandarizados para reflejar la distancia respecto a los valores habituales. Ello permite mostrar la evolución de un escenario sinóptico excepcional y su relación con los incendios forestales.

Palabras clave: Reanálisis CDAS, meteorogramas sinópticos, grandes incendios forestales, Catalunya.

ABSTRACT

CDAS reanalysis series are used to describe the synoptic evolution during the days close to the outbreak of large forest fires in Catalonia. The meteograms are carried out using standardized data in order to show the distance as to the habitual values. This method shows the evolution of an extraordinary synoptic scenario and its relationship with the resulting forest fires.

Key Words: *CDAS Reanalysis, synoptic meteograms, large forest fires, Catalonia.*

1. INTRODUCCIÓN

En un trabajo previo se presentaron los mapas medios correspondientes al inicio de grandes incendios forestales en Catalunya agrupados en cuatro tipos de situaciones sinópticas (MONTSERRAT, 1999). Aunque ello permitió describir las principales características de dichos episodios sinópticos, quizás no ofrecía la perspectiva más adecuada para demostrar la estrecha dependencia que el inicio de grandes incendios tiene de determinados contextos sinópticos. Era aquella visión cartográfica demasiado estática para un fenómeno, los períodos críticos de fuego, que, como tantos otros tipos de episodios sinópticos extremos, esconde una parte importante de su singularidad en la evolución temporal. Por este motivo, la presente comunicación complementa la anteriormente citada con una metodología totalmente distinta que permita afrontar esa perspectiva temporal.

Aunque tradicionalmente las fuentes sinópticas han sido los mapas meteorológicos, éstos conllevan ciertas limitaciones para la climatología sinóptica, pues no es fácil estudiar un número de episodios elevado o largas evoluciones sinópticas consultando cada mapa individualmente. Además, el proceso de obtención de datos cuantitativos a partir del mapa sinóptico es lento e impreciso. Para solventar estos inconvenientes, los datos usados aquí no proceden de ningún boletín meteorológico, sino de la página *web* del *Climate Prediction Center* de la NOAA (AB/CPC, 2001). Se han consultado los valores numéricos representativos de las condiciones sinópticas reinantes sobre Catalunya para cada día analizado. Gracias a las potencialidades del formato GrADS (FIORINO, 1996), a partir del reanálisis CDAS se ha obtenido un dato que no es puntual, sino representativo de toda un área predefinida, cuyos límites en nuestro caso se han hecho coincidir con los extremos geográficos del territorio de Catalunya. En definitiva, la presente comunicación prueba el uso de los meteorogramas sinópticos obtenidos como instrumento para caracterizar la evolución sinóptica alrededor de las fechas de inicio de grandes incendios. Se usa el adjetivo sinóptico para tales meteorogramas porque se pretende que sirvan para detectar la causa atmosférica que condiciona unos determinados tipos de tiempo (MARTÍN VIDE y OLCINA, 1996).

2. DATOS Y METODOLOGÍA

Por una parte, se han consultado las fechas de inicio de grandes incendios forestales (≥ 500 Ha), disponibles en la base de datos del *Servei d'Agents Rurals i Prevenció d'Incendis Forestals* de la *Generalitat de Catalunya*. Aunque la serie es muy incompleta para los primeros años, ello no repercute en el tipo de análisis aquí realizado, por lo que se ha usado la totalidad de los datos disponibles, lo que supone 150 registros, siendo el primero del año 1949 y el último del 2000. Los incendios se han agrupado siguiendo el criterio de los cuatro tipos de períodos críticos de fuego ya conocido y se ha obtenido una clasificación con 54 incendios vinculados a situaciones del sur, 41 a nortes, 28 a noroestes y 20 a oeste. Sólo 7 casos quedaron sin clasificar y sus valores no han sido usados aquí.

Por otra parte, se ha obtenido del *Climate Prediction Center* el valor medio diario de la altitud del geopotencial (en m), la humedad específica (g/kg), la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), las dos componentes de la dirección del viento (m/s) y la velocidad vertical (Pa/s), correspondientes a las topografías de 850 hPa y 700hPa. A partir de estas variables se ha calculado la humedad relativa (%), la velocidad del viento (m/s) y su dirección (grados). Se han obtenido también los potenciales de Montgomery (kJ/kg) de los dos niveles citados y a partir de ellos el índice *e* de estabilidad seca (kJ/kg) (GARCÍA, E. *et al.*, 1994). Finalmente, los parámetros representados aquí serán todos del nivel de 850 hPa: altitud del geopotencial, temperatura, humedad relativa, velocidad vertical y velocidad horizontal; además del citado parámetro *e*. Una vez obtenidos estos valores meteorológicos diarios, se han estandarizado siguiendo la expresión de la normalización mensual (RODRÍGUEZ, *et al.* 1999)

$$z(m, a) = \frac{x(m, a) - \mu(m)}{\sigma(m)}$$

donde $z(m,a)$ y $x(m,a)$ son las variables estandarizada y real, respectivamente, para cada día de la serie, y $\bar{z}(m)$ y $\bar{x}(m)$, una media aritmética y una desviación típica, respectivamente, suavizadas con la media móvil de 31 días. Se consigue así una serie diaria de valores estandarizados (unidades z). Finalmente, para cada uno de los cuatro tipos sinópticos, se han agrupado todas las unidades z correspondientes a las fechas de inicio de los incendios (día 0), así como las de cada una de las cinco fechas previas (de -5 a -1) y posteriores (de +1 a +5), y se han promediado para obtener los meteorogramas medios correspondientes. El resultado son los seis gráficos de las variables seleccionadas agrupadas en cuatro composiciones: situaciones del norte (Fig. 1), situaciones del noroeste (Fig.2), situaciones del oeste (Fig. 3) y situaciones del sur (Fig. 4).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS METEOROGRAMAS SINÓPTICOS OBTENIDOS

Las páginas centrales de la comunicación ofrecen los meteorogramas sinópticos de las seis variables seleccionadas agrupados en los cuatro tipos de períodos críticos de fuego responsables de las iniciaciones de grandes incendios forestales en Catalunya. Hay que indicar que los valores del eje de las ordenadas están estandarizados (unidades z) considerándose la aproximación al 0 como la "normalidad", mientras que en el eje de las abscisas el 0 representa el día de inicio de los incendios. A continuación se comentan comparativamente las seis variables seleccionadas.

3.1. Altitud geopotencial (850 hPa)

Con relación a este parámetro las cuatro figuras presentan evoluciones distintas. De ellas, la de las situaciones del oeste es la que muestra una mayor sensibilidad al día 0, centralizando una contundente caída de la presión. Sin duda se trata del paso de una vaguada en altura que rompe el contexto anticiclónico predominante. El episodio medio del oeste también se distingue de los otros tres por su brevedad. Una caída más suave, aunque más persistente, caracteriza las situaciones del noroeste, de ahí que en los días posteriores no se llegue a detectar la recuperación de la presión, e incluso se observe una nueva caída al final, quizás debido a la aproximación de nuevas vaguadas que dan longevidad al episodio. Sorprendentemente, las situaciones de norte no presentan caídas de la presión, sino todo lo contrario; éstas se mantienen por encima de las normales hasta el final del episodio. Probablemente, las altas presiones que suelen acompañar a la mayoría de advecciones del nordeste (potente anticiclón hacia el Golfo de Vizcaya) compensan la caída de presión que sí acompaña a las situaciones del norte con un componente más oeste. Sin duda, la integración en el meteorograma de distintas tipologías de norte, desde la incipiente situación postfrontal hasta el noreste con una madura ciclogénesis mediterránea, y, a la vez, la distribución de las iniciaciones a lo largo de todo el episodio, dificultan la observación de anomalías de presión alrededor del día 0, todo lo contrario de lo que ocurre en el caso de los oeste, con episodios breves y más homogéneos. Finalmente, las situaciones del sur muestran también anomalías de presión positivas y con tendencia creciente hasta el día 0, reflejo de la dorsal en altura que suele acompañar a las entradas de aire sahariano.

3.2. Temperatura (850 hPa)

Las secuencias de temperatura muestran un comportamiento más sencillo que el anterior. Las dos situaciones con componente norte implican una caída de la temperatura desde valores normales a anómalamente negativos, con vuelta final a la normalidad. También las situaciones del oeste implican una caída térmica y nuevamente en este tipo sinóptico destaca la contundencia del descenso,

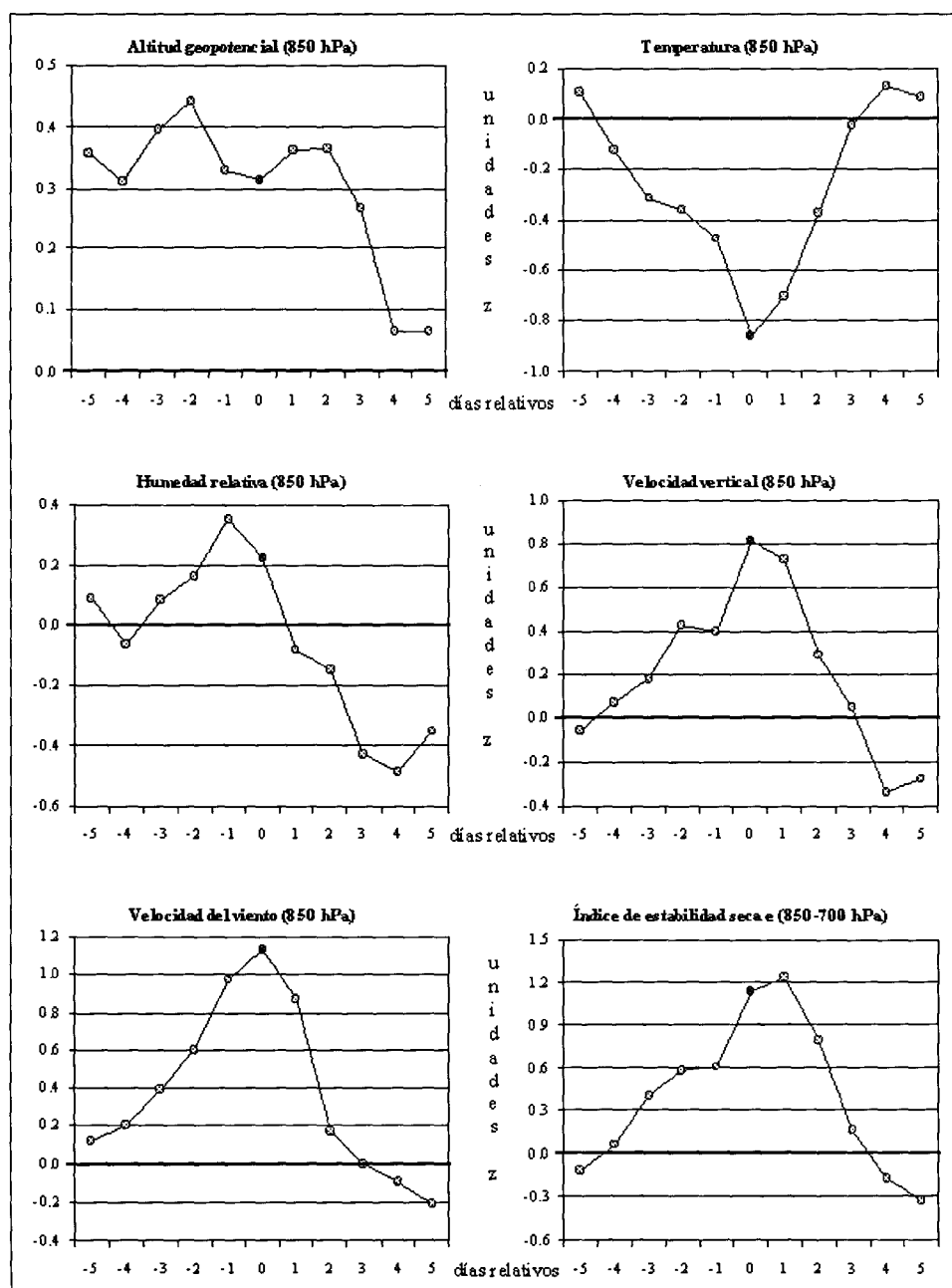


Fig. 1: Meteorogramas medios de las situaciones del norte

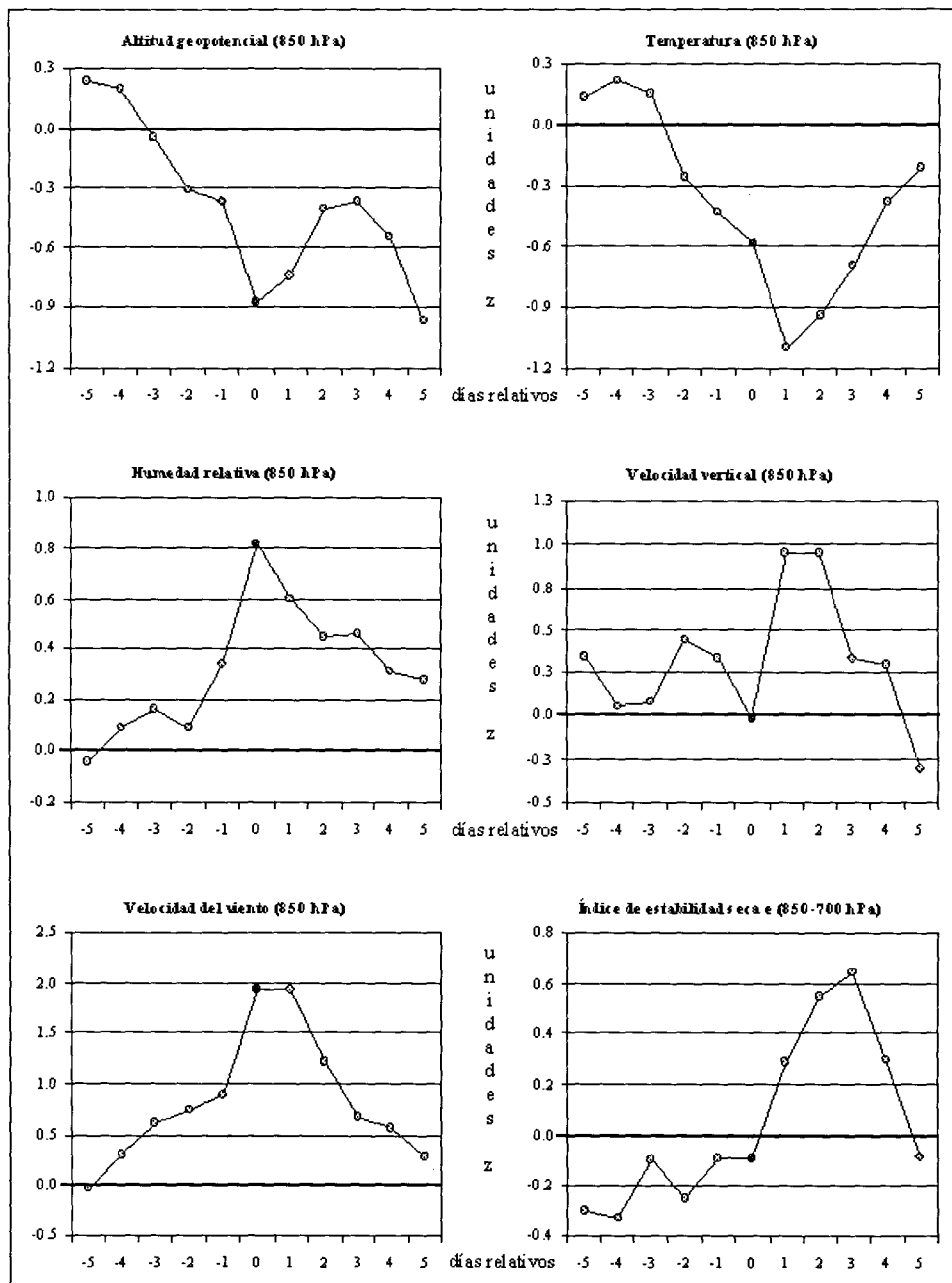


Fig. 2: Meteorogramas medios de las situaciones del noroeste

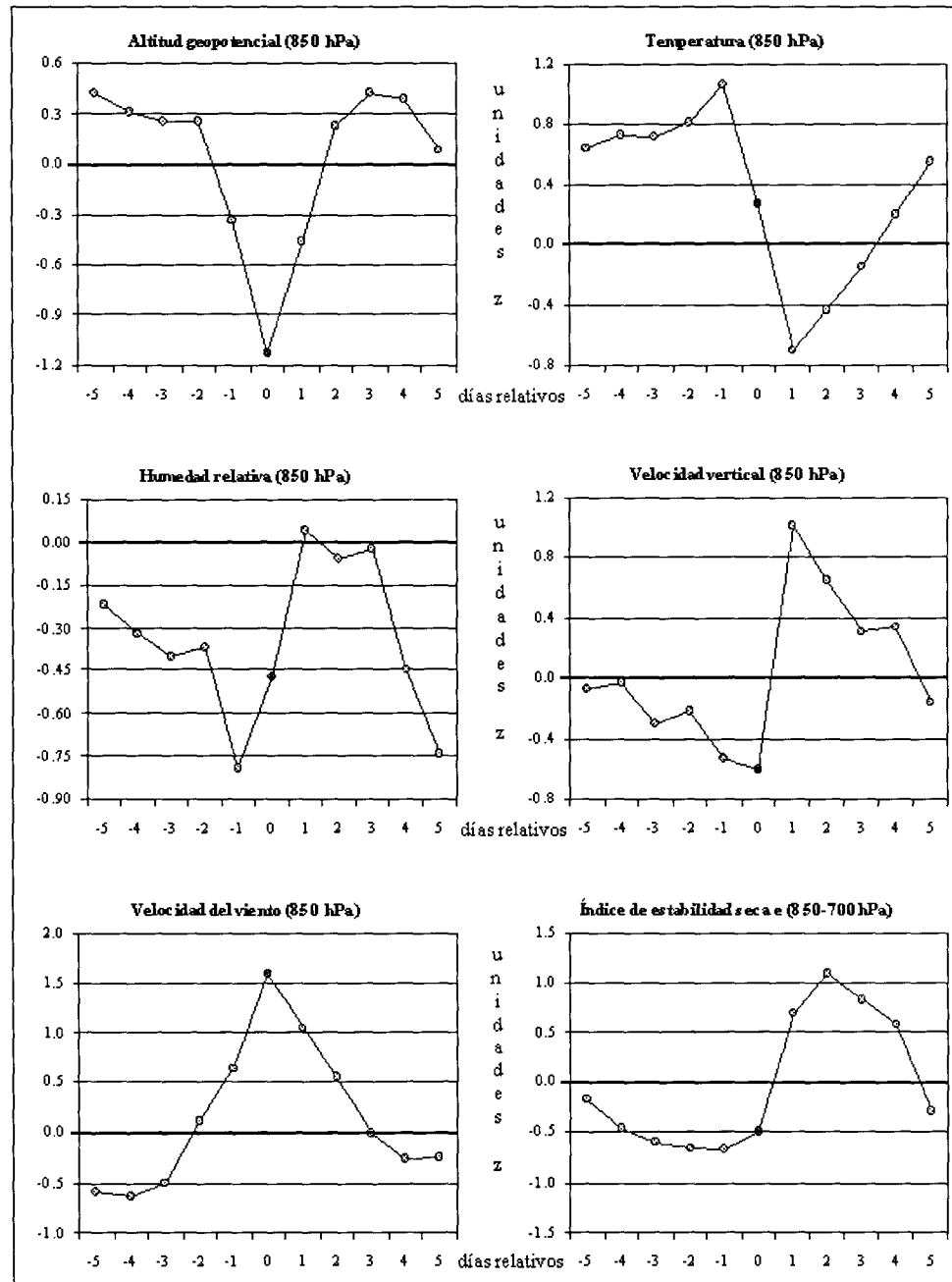


Fig. 3: Meteorogramas medios de las situaciones del oeste

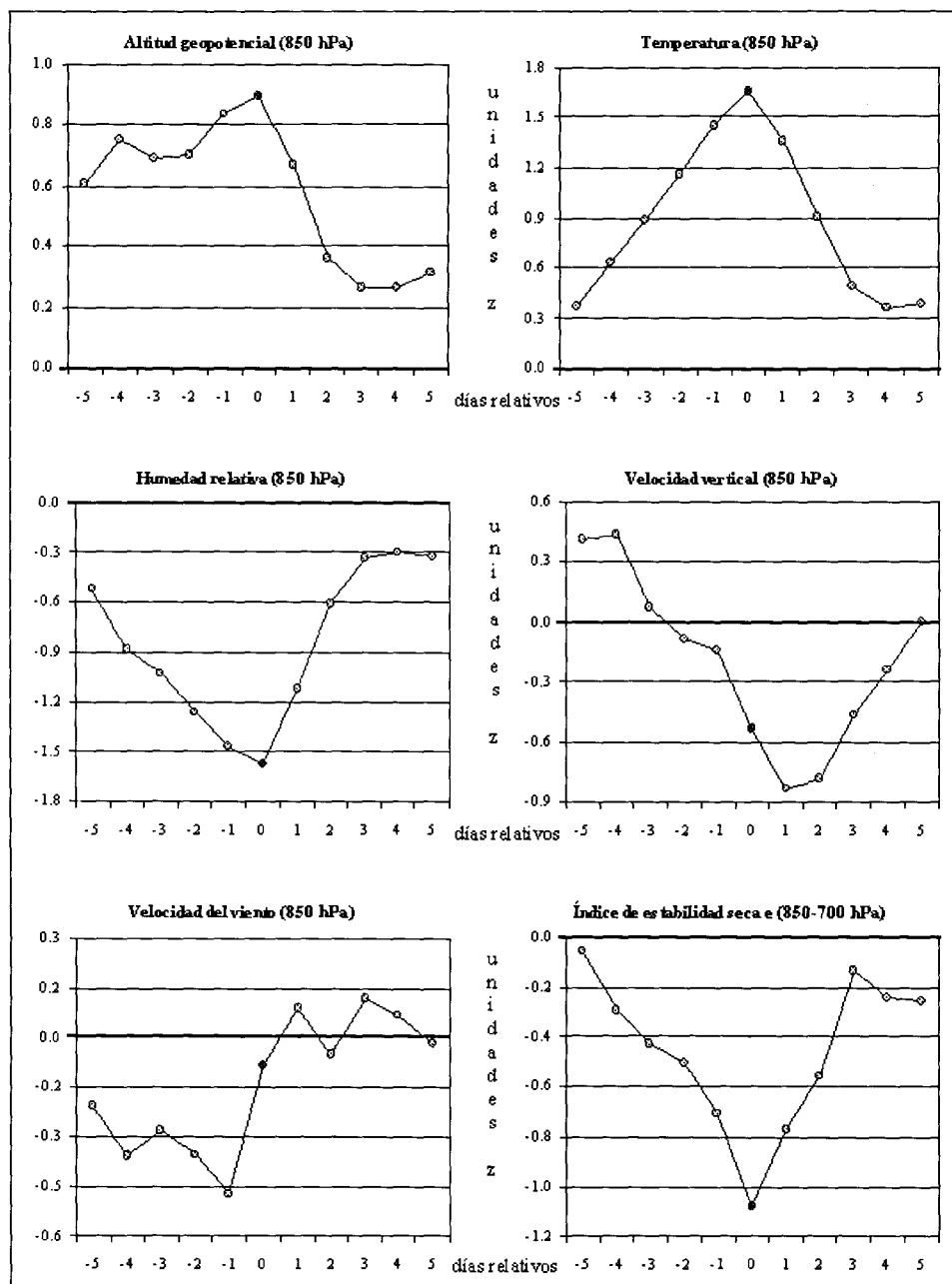


Fig. 4: Meteorogramas medios de las situaciones del sur

siendo también interesante el hecho de que los valores previos son muy elevados. Es decir, parece que los grandes incendios con oeste se ven especialmente favorecidos cuando estas situaciones van precedidas por masas de aire muy cálidas. De hecho, así lo confirman los mapas sinópticos de temperaturas a 850 hPa correspondientes al 6 de julio del 1986 o al 10 de agosto de 1994, dos situaciones del oeste especialmente trágicas en cuanto a hectáreas calcinadas. Por otra parte, no hay que olvidar que la caída térmica de los oeste es un fenómeno de altura, la situación en superficie en el litoral, prelitoral y comarcas centrales de Catalunya es bien distinta debido a los fenómenos superficiales de recalentamiento de las laderas a sotavento del flujo dominante. Por supuesto, las situaciones del sur representan el caso opuesto a las tres anteriores, con una anomalía térmica positiva que llega a su valor máximo coincidiendo con el día 0.

3.3. Humedad relativa (850 hPa)

Como se acaba de comentar, el nivel de 850 hPa no tiene porqué reflejar las condiciones de superficie, especialmente si ésta es rica orográficamente y la situación es claramente advectiva. Por este motivo, se encuentran humedades relativas altas alrededor del día 0 tanto en situaciones del norte como del noroeste y probablemente se encontrarían también en las del oeste de no ser por el carácter cálido y seco de la masa de aire previa. Estos valores elevados de humedad relativa se deben a la nubosidad asociada al paso de frentes que suele preceder las tres situaciones de viento. No debe sorprender la asociación del paso de frentes con el aumento de la actividad de los incendios, puesto que ya en la década de los setenta BROTAK y REIFSNYDER (1977) encontraron que tres cuartas partes de las iniciaciones de grandes incendios de la mitad este de los Estados Unidos coincidían con el paso de sistemas frontales. En nuestro caso, tras el frente, destaca el carácter seco de la masa de aire en situaciones del norte, aire que ha remontado el Pirineo o de procedencia centroeuropea cuando tiende a noreste. Por contra, en situaciones del noroeste, la masa de aire polar marítima mantiene humedades altas. Incluso la entrada de un oeste, masa de aire más bien polar primero y mixta después, pero siempre marítima, supone una cierta recuperación de la humedad en altitud. Finalmente, de nuevo las situaciones del sur responden a un patrón opuesto a los anteriores, situándose las humedades relativas muy por debajo de las normales, especialmente en el día 0. En estas situaciones del sur, la combinación de tendencias extremas y opuestas entre la humedad relativa y la temperatura dejan poco lugar para las dudas sobre el carácter continental tropical de la masa de aire que caracteriza la situación.

3.4. Velocidad vertical (850 hPa)

Aunque este parámetro no suele estar presente en los boletines meteorológicos, tiene una gran capacidad descriptiva de la dinámica atmosférica y de ahí su interés. En nuestro caso detecta el carácter subsidente (en cifras absolutas correspondería a los valores positivos) que caracteriza las situaciones postfrontales del norte, noroeste y oeste. En el primer caso es poco evidente debido al ya citado carácter heterogéneo y la longevidad de algunos episodios, pero en el caso de los oeste no puede ser más claro el salto de un predominio de la ascendencia prefrontal, en parte inhibidora del viento en superficie, a la fuerte subsidencia postfrontal, claramente favorecedora del viento. El noroeste se situaría en un término medio entre los dos citados. Por su parte, las situaciones del sur muestran ascendencia alrededor del día 0, lo cual parece contradictorio con el carácter anticiclónico aludido anteriormente. Piénsese, sin embargo, que muchas situaciones del sur son impul-

sadas por bajas presiones al oeste de la península Ibérica, quedando Catalunya situada entre ella y la dorsal mediterránea, es decir, es un sector de advección de vorticidad y, por tanto, con condiciones de inestabilidad. Para interpretar correctamente la evolución temporal de esta variable no hay que olvidar que lo que aquí se representa son promedios diarios y, por lo tanto, el día en que se produce el salto de ascendente a descendente no podrá presentar valores extremos porque realiza un promedio con datos de signo opuesto. Por este motivo, en nuestra evolución sinóptica, el día más destacado en cuanto a fuerte subsidencia suele ser el día siguiente al día que realmente ha presentado los valores instantáneos más extremos. A ese día después corresponde el promedio con valores menos extremos pero del mismo signo, y de ahí que destaque más que el previo. La conclusión es que el pico de velocidad vertical suele indicar una situación de riesgo cuyo momento álgido probablemente se sitúe en el día previo. Dos ejemplos del pasado año 2000 confirman este hecho. Por un lado, el segundo registro más extremo en cuanto a subsidencia coincidió con el día después del inicio de un gran incendio a principios de marzo. Y, por otra parte, el registro más extremo se produjo el último día del año, nuevamente el día después de que, en este caso, una súbita ventisca matara varios excursionistas en el Pirineo.

3.5. Velocidad del viento (850 hPa)

Como era de esperar, las situaciones de norte, noroeste y oeste presentan valores extremos de viento coincidiendo con el día 0. Obsérvese, no obstante, que los valores más elevados corresponden a las situaciones del noroeste. Estos datos se deben interpretar teniendo en cuenta dos aspectos. En primer lugar, nuevamente surge la problemática de los promedios diarios, que provoca que los datos de los episodios breves queden subestimados. Ello es especialmente probable en el caso de las situaciones del oeste, algunas de las cuales duran menos de 24 horas y no por ello dejan de implicar un riesgo extremo durante su presencia. Por ejemplo, el ya citado 6 de julio de 1986 presenta una velocidad media que no llega a los 10m/s, pero el cálculo a través de la malla de puntos del geopotencial de 850 hPa, disponible en el reanálisis con cuatro registros diarios de la *Climate Research Unit* (CRU, 2001), permite calcular un viento geostrófico de algo más de 16 m/s para las 06:00 TMG de ese día. En segundo lugar, no hay que olvidar que el viento observado a 850 hPa no se transmite de un modo simple hasta la superficie, sino que depende principalmente de la interacción con el relieve y el grado de estabilidad. En cuanto a las situaciones del sur, se observa un viento escasísimo que sólo tiende a adquirir velocidades normales para participar en el barrido de la masa de aire sahariana.

3.6. Índice de estabilidad seca e (850-700 hPa)

Finalmente, se presenta el meteorograma del índice e . Se ha usado este parámetro de estabilidad porque no tiene en cuenta la humedad, sino que se basa simplemente en la diferencia de energía entre los potenciales de Montgomery de los niveles de 700 y 850 hPa. Para valorar los días de alto riesgo de incendios no importa la facilidad con que el aire ascendente condensara, sino sólo la capacidad de la superficie para crear ascendencias. Los valores bajos de e deben interpretarse como fuerte inestabilidad seca y la consecuencia, en cuanto a los grandes incendios, es la de favorecer el comportamiento convectivo de la columna principal del incendio, es decir condición propicia para los *plume-dominated fires* (ROTHERMEL, 1991). Este tipo de incendios es típico en situaciones del sur sin viento sinóptico predominante y, efectivamente, se encuentra que el índice e presenta la anomalía negativa más extrema el día 0 de las situaciones del sur. Pero, además, para

el resto de situaciones sirve para confirmar el carácter estable de las situaciones del norte y, sobre todo, detecta ese salto ya citado de inestabilidad a estabilidad que caracteriza las situaciones post-frontales del noroeste y oeste.

4. CONCLUSIONES

Los meteorogramas sinópticos alrededor de las fechas de inicio de grandes incendios forestales han resultado ser un excelente complemento de la visión otorgada por los mapas sinópticos. De los seis parámetros analizados, aquellos que describen las masas de aire (temperatura, humedad y velocidad del viento) muestran reiteradamente valores extremos, o casi, alrededor del día 0. Por su parte, los parámetros que describen la dinámica atmosférica de la configuración sinóptica (altitud geopotencial, velocidad vertical e índice *e*) suelen mostrar fuertes inflexiones de nuevo alrededor del día 0. También se han detectado algunas limitaciones, sobre todo relacionadas con el hecho de trabajar con valores medios diarios. Aun así, se sugiere esta línea de trabajo para el estudio de episodios sinópticos extremos cualquiera que sea su naturaleza. Además, no hay que olvidar que el tipo de datos usados aquí pueden encontrarse en Internet no sólo en forma de análisis y reanálisis, sino también en forma de previsión.

5. AGRADECIMIENTOS

Al *Servei d'Agents Rurals i Prevenció d'Incendis Forestals* (SARPIF) del *Departament de Medi Ambient* de la *Generalitat de Catalunya* por las fechas de grandes incendios.

Al *National Weather Service* (USDC) por los datos meteorológicos.

A la Dra. M.C. Llasat y al Dr. J. Martín Vide, por sus revisiones del texto inicial.

A Marc Prohom por su ayuda técnica.

Esta investigación se inició en el *Parc Científic* (UB) y con el apoyo del *Comissionat per a Universitats i Recerca del Departament de Presidència de la Generalitat de Catalunya*.

6. REFERENCIAS

AB/CPC (2001): http://wesley.wwb.noaa.gov/ncep_data/index.html

BROTAK, E.A. y REIFSNYDER, W.E. (1977): "An Investigation of the Synoptic Situations Associated with Major Wildland Fires". *Journal of Applied Meteorology*, 16(9), 867-870.

CRU (2001): <http://www.cru.uea.ac.uk>

FIORINO, M. (1996): GrADS Starting Points: http://wesley.wwb.noaa.gov/grads_links.html

GARCÍA, E. L., RIVAS, L., DE PABLO, F. y GARCÍA, A. (1994): "An objective forecasting model for the daily outbreak of forest fires based on meteorological considerations". *Journal of Applied Meteorology*, 33(4), 519-526.

MARTÍN-VIDE, J. y OLCINA, J. (1996): "*Tiempos y climas mundiales. Climatología a través de mapas del tiempo e imágenes de satélite*". Oikos-tau, Vilassar de Mar.

MONTSERRAT, D. (1999): "Mapas sinópticos medios correspondientes al inicio de grandes

incendios forestales en Catalunya”. En RASO, J.M. y MARTÍN-VIDE, J. (Eds.): “*La Climatología española en los albores del siglo XXI*”. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº 1, pp. 289-296.

RODRÍGUEZ, R, LLASAT, M.C. y MARTÍN-VIDE, J. (1999): “*Análisis de series temporales en climatología: modelización y homogeneidad*”. Textos docents 165, Text-guia. Edicions de la Universitat de Barcelona.

ROTHERMEL, R.C. (1991): “*Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains*”. Ogden, Intermountain Research Station.