

LA OLA DE CALOR DE AGOSTO DE 2003 EN NAVARRA

Javier M. PEJENAUTE GOÑI

Departamento de Geografía e Historia, Centro Asociado de la UNED de Pamplona

RESUMEN

En la primera quincena de agosto de 2003 tuvo lugar una fuerte ola de calor, que por su intensidad y duración, es única dentro de las series históricas disponibles. Esta comunicación tiene como objeto el estudio del citado período cálido, para conocer sus causas y características climáticas, en las diferentes comarcas navarras. Para ello, se han utilizado los datos proporcionados por la amplia red de estaciones manuales y automáticas de Navarra, bien repartidas por todo el territorio.

Palabras clave: Ola de calor, temperaturas elevadas, clima de Navarra, riesgos climáticos.

ABSTRACT

The first fortnight of august, there was a strong heat wave that has been unique in the series of available records, due to its intensity and length. This article has as its aim to study such period, in order to know its climatic causes and features in the different areas of Navarre. To do so, we have analysed data provided by manual and automatic stations of Navarre which are well spread over the community.

Key words: Heat wave, high temperatures, the climate of Navarre, climatic risks.

1. INTRODUCCIÓN

La ola de calor de la primera quincena de agosto de 2003, que afectó, en mayor o menor medida, a toda la Península Ibérica, sorprende por su alcance excepcional en Navarra, alejada por su latitud, del influjo directo de las masas de aire tropicales cálidas. Este período se singulariza por la presencia de varios días seguidos con valores térmicos elevados, sin precedentes en las series históricas. Después de haber realizado dos aportaciones sobre episodios de calor (PEJENAUTE, 1992 y 1995), se ha creído conveniente completarlos con el estudio de esta nueva situación, más extrema que las anteriores, de importantes repercusiones en la vida y economía de Navarra.

Esta aportación se enmarca dentro de la línea de investigación que se está realizando sobre las situaciones extremas que afectan a Navarra, territorio en el que tiene lugar la transición del Cantábrico oriental al valle medio del Ebro. La situación de Navarra, próxima al mar Cantábrico, y la presencia de variadas formas de relieve en una reducida superficie, hace que se manifiesten unas características climáticas contrastadas en las comarcas navarras. Mar y montaña influyen, sin duda, en su diversificación.

Para el análisis de la dinámica atmosférica, además del mapa del tiempo de superficie, se ha escogido la topografía de 500 hPa, en cuyo mapa se ha seguido la evolución de la isohipsa 5.880m, idónea para señalar el alcance de la dorsal cálida, y la 5.940 m, que indica el reforzamiento del calor subsidente, y que coincide con los días culminantes de la ola de calor; lo mismo sucede en la topografía de 750 hPa, con las isohipas 3.180 m y 3.240 m respectivamente. También, se ha

estudiado la topografía de 850 hPa, en la que se muestran las isoterma 20° y 24°, claves para distinguir las zonas de máximo calor.

Se ha utilizado el banco de datos del Gobierno de Navarra, Servicio de Estructuras Agrarias, del que se han seleccionado, por su fiabilidad y situación estratégica, las estaciones manuales que figuran en la tabla 1 y numerosas estaciones automáticas y de apoyo.

2. DESCRIPCIÓN DINÁMICA DE LA OLA DE CALOR

La ola de calor se inició el día 1 de agosto en Navarra, dos días después que en las comunidades del centro y sur peninsular, y finalizó el 14 del mismo por la tarde, con la llegada de aire suave del oeste, que cortó la entrada de aire del sur. Para un estudio más pormenorizado se ha dividido en tres fases. En la primera, que se inicia el 30 de julio y dura hasta el 3 de agosto, se crean los mecanismos que originan la ola de calor; en la segunda o período culminante, que abarca del 4 al 13 de agosto incluidos, se registran las más altas temperaturas; y en la tercera, días 14 y 15 de agosto, cesan los mecanismos desencadenantes, y finaliza la ola de calor.

En la fase inicial se forma una cresta anticiclónica fija y muy cálida, que abarca Navarra. Este período comienza el día 31 de julio con la entrada de la advección cálida en la Península, que, todavía, no alcanza el territorio navarro, porque se encuentra protegido por el extremo sur de una borrasca, situada al oeste de las Islas Británicas. En los tres primeros días de agosto (Fig. 1), la dorsal anticiclónica cálida se extiende hasta el centro de Europa y se impone un flujo del sur, que arrastra masas de aire muy cálidas, procedentes del continente africano. El día 3, en la topografía de 500 hPa, la isohipsa 5.880 m, que marca el límite de la cúpula cálida, se profundiza y alcanza la línea La Haya-Viena-Roma; la isohipsa 5.940 m, que marca la máxima fuerza de la cresta, llega al valle del Ebro. En la topografía de 850 hPa, la isoterma 24° dibuja una curva próxima al sur de Navarra. Y en superficie, se observan dos depresiones térmicas, situadas en el norte de África y en el centro peninsular, formadas por la ascensión de aire sobrecaldeo, en contacto con el suelo de la baja troposfera.

La llegada de la ola de calor a las comarcas navarras se produce escalonadamente, siendo importante el factor latitud. El primer día de agosto se inicia en la Ribera navarra, se extiende al día siguiente a la Cuenca de Pamplona y Navarra Media, y el día 3, afecta a los valles cantábricos y pirenaicos navarros. Este día, las temperaturas máximas alcanzan los 37° en Navarra Media, la Ribera, y valles cantábricos, situados al nivel del mar (Buñuel 37°, Yesa 37°, Satesteban 40°). Pero, donde más se percibe la llegada de la ola de calor es en las temperaturas mínimas, que se sitúan próximas a los veinte grados en la Ribera (Carcastillo 19°, Buñuel 21°, Fitero 20°).

En la segunda o periodo culminante, que abarca desde el día 4 al 13 de agosto incluidos, Navarra se ve afectada de lleno por la ola de calor, y se alcanzan los valores térmicos más altos. Se pueden distinguir tres momentos diferentes. Los días 4 y 5 son los más cálidos, debido a la llegada de una advección cálida. Posteriormente, hasta el día 11, las masas de aire tropicales estables, estancadas en régimen anticiclónico, sometidas al intenso caldeo diurno y débil enfriamiento nocturno, mantienen las altas temperaturas. Finalmente durante los días 12 y 13 se produce una nueva advección de aire cálido, que vuelve a elevar los valores térmicos.

Durante los días 4 y 5 se observa en la topografía de 500 hPa una reactivación de la circulación ondulada de altura, con un área depresionaria en el Atlántico hacia el oeste de Portugal, que introduce aire tropical cálido en la Península, y una dorsal que se extiende desde las Islas Canarias hasta el centro de Europa, y bloquea la entrada de las borrascas atlánticas. La dorsal (Fig. 1), que viene señalada por la isohipsa 5.880 m, alcanza su máxima extensión; describe un arco, que pasa por el oeste de Galicia-centro de Gran Bretaña-Berlín-Belgrado; la isohipsa 5.940 m incluye a Navarra en su totalidad. En la topografía de 850 hPa, una bolsa cerrada de aire cálido, isoterma 24°, se sitúa sobre Navarra, que obtiene la misma temperatura que el África sahariana. En superficie, hay una depresión térmica en el norte de África, reforzada por otra interior, próxima a Navarra, que se observa en el mapa de las 18 h.

El día 4, los valles cantábricos navarros registran las temperaturas máximas más altas de Navarra, que superan los cuarenta grados en varios observatorios (Betelu 41°, Bertiz 41°, Etxalar 41°, Lesaka 40°, Santesteban 42,5°, Bera 40°, Valcarlos 40°, Lekaroz 44,7°). La mayor parte de las comarcas navarras, incluidos los valles pirenaicos, alcanzan los 37°. Apenas enfría por la noche, y, salvo las áreas montañosas, los observatorios se aproximan o superan los 20°.

Sorprende la obtención de las temperaturas máximas más altas en los valles cantábricos, que son moderados en la estación estival, hecho que en las anteriores olas de calor no había ocurrido. Se trata de una situación de *foëhn*, relacionada con la advección de masas de aire cálidas de procedencia continental, que da lugar en los valles cantábricos a un aumento de las temperaturas y del ambiente seco. Esto es debido a la subsidencia dinámica de la dorsal y al recalentamiento orográfico que tiene lugar al descender las masas de aire la cadena divisoria hacia el litoral cantábrico. Esta cadena, de orientación zonal y próxima al mar, desempeña un papel importante en el aumento térmico de los valles cantábricos navarros durante la ola de calor, por el importante desnivel topográfico que tiene a sotavento (Baztan, Doneztebe, regata del Bidasoa, Leitzarán). Es el *foëhn anticiclónico*, estudiado en la cornisa cantábrica (FERNÁNDEZ y RASILLA, 1993) y en otros países (COOK y TOPIL, 1952; LOCKWOOD, 1962)

En las jornadas siguientes, hasta el día 11, la circulación ondulada de altura permanece sin cambios, y favorece la persistencia de la ola de calor. En el mapa de 500 hPa, la isohipsa 5.880 m llega a alcanzar Escocia y el sur de Italia, mientras que isoterma 24° se sitúa sobre Navarra en el de 850 hPa. En superficie, a veces, la depresión térmica en el norte de África, se refuerza con dos térmicas, situadas en el interior peninsular. Con la cresta tropical en altura, el sol actúa fuertemente y la subsidencia anticiclónica impide la circulación de las capas bajas. Las masas de aire cálidas africanas, estancadas en el territorio navarro, sometidas a fuerte radiación solar, experimentan un fuerte caldeoamiento. La intensa insolación diurna determina el recalentamiento rápido del suelo y de las capas bajas próximas. A causa de la larga duración del día, con más de catorce horas de sol para calentar y menos de diez para enfriar, hay una acumulación de calor de un día para otro. Temperaturas elevadas y ausencia de nubosidad es lo dominante. Las masas de aire de superficie son cálidas y se producen ascensos, pero la ausencia de aire frío en altura, impide la formación de tormentas, que refresquen el ambiente.

Esta situación hace que los días sean difícilmente soportables. Lo normal es que las temperaturas máximas superen en muchos lugares los 37° y las mínimas no bajen de 20°. La humedad relativa es baja, el viento bochorno débil y desecante, y se elevan la evapotranspiración, la radiación e insolación. Sólo se salvan los valles pirenaicos navarros y las zonas montañosas de los valles

cantábricos, en los que tiene lugar un descenso térmico nocturno, con la llegada a los valles de las brisas de montaña que refrescan el ambiente.

El día 12 (Fig. 1) se observa la profundización de una vaguada por el Atlántico sur, que origina la llegada de una nueva advección cálida. En la topografía de 500 hPa, la isohipsa 5.880 m abarca nuevamente una gran extensión, y describe un amplio arco que llega hasta Londres-La Haya-Belgrado, y la isohipsa 5.940 m incluye a Navarra. En la topografía de 850 hPa, más de la mitad occidental peninsular se sitúa dentro de la isoterma 24°, y, además, se ve una bolsa cerrada de aire cálido, isoterma 28°, al oeste de Navarra, que marca temperaturas similares a las de África septentrional.

Durante los días 12 y 13 las temperaturas máximas son elevadas, próximas o superiores a los 40° en toda la Comunidad, sobre todo en las zonas llanas de los valles cantábricos, en donde el calor se agarra al suelo (Betelu 40°, Santesteban 42°, Lekaroz 43,9°, Navascués 40°, Pamplona 39,5°, Artieda 40°, Caparroso 40°, Buñuel 40°). Las temperaturas nocturnas no bajan de 20° en muchos lugares (Santesteban 21°, Pamplona 19,5°, Olite 21,5°, Fitero 21°), siendo más moderadas en las zonas elevadas de los valles cantábricos, en los valles pirenaicos y otras zonas montañosas, suavizadas por las brisas de montaña (Leitza 17°, Alsasua 16°, Abaurrea Alta 17°, Larraona 17°, Olague 16°, Urbasa 10°).

Los datos del día 12 muestran la reactivación de la ola de calor. La humedad relativa es baja, aunque ha aumentado en los valles cantábricos navarros (Santesteban 69%, Remendía 52,9%, Pamplona- Larrabide 42%, Estella 37%, Tudela 39,5%). Continúa el escaso intercambio y el estancamiento del aire (Santesteban 2 m/s, Remendía 1,6 m/s, Pamplona- Larrabide 1,4 m/s, Estella 2,5 m/s, Carcastillo 1,8 m/s). La radiación global es intensa (Santesteban 266 w/m², Remendía 314 w/m², Pamplona- Larrabide 288 w/m², Estella 290 w/m², Tudela 292 w/m²).

La *fase final* de la ola de calor se inicia el día 14 y se consolida el 15, debido al debilitamiento de la dorsal cálida y a la entrada de una corriente del oeste. En la topografía de 500 hPa, la disminución de la fuerza de la dorsal se observa en la isohipsa 5.880 m, que desciende respectivamente, el día 14 y 15 al norte de Galicia-sur de Francia, y parte meridional peninsular; y en la 5.940 m, que se retira al interior de África. En la topografía de 850 hPa domina la isoterma 16°. En superficie, la Comunidad se ve afectada por el extremo sur de una borrasca atlántica, que envía aire bastante más suave. Los valores térmicos del día 14 muestran la finalización de la ola de calor en Navarra. Los observatorios de las Cuencas intermedias, Navarra Media y la Ribera, los más cálidos, se sitúan alrededor de los 35° de temperatura máxima, y los valles cantábricos y pirenaicos, próximos a 30°. Las temperaturas mínimas, por el contrario, siguen siendo elevadas, salvo en los valles pirenaicos navarros.

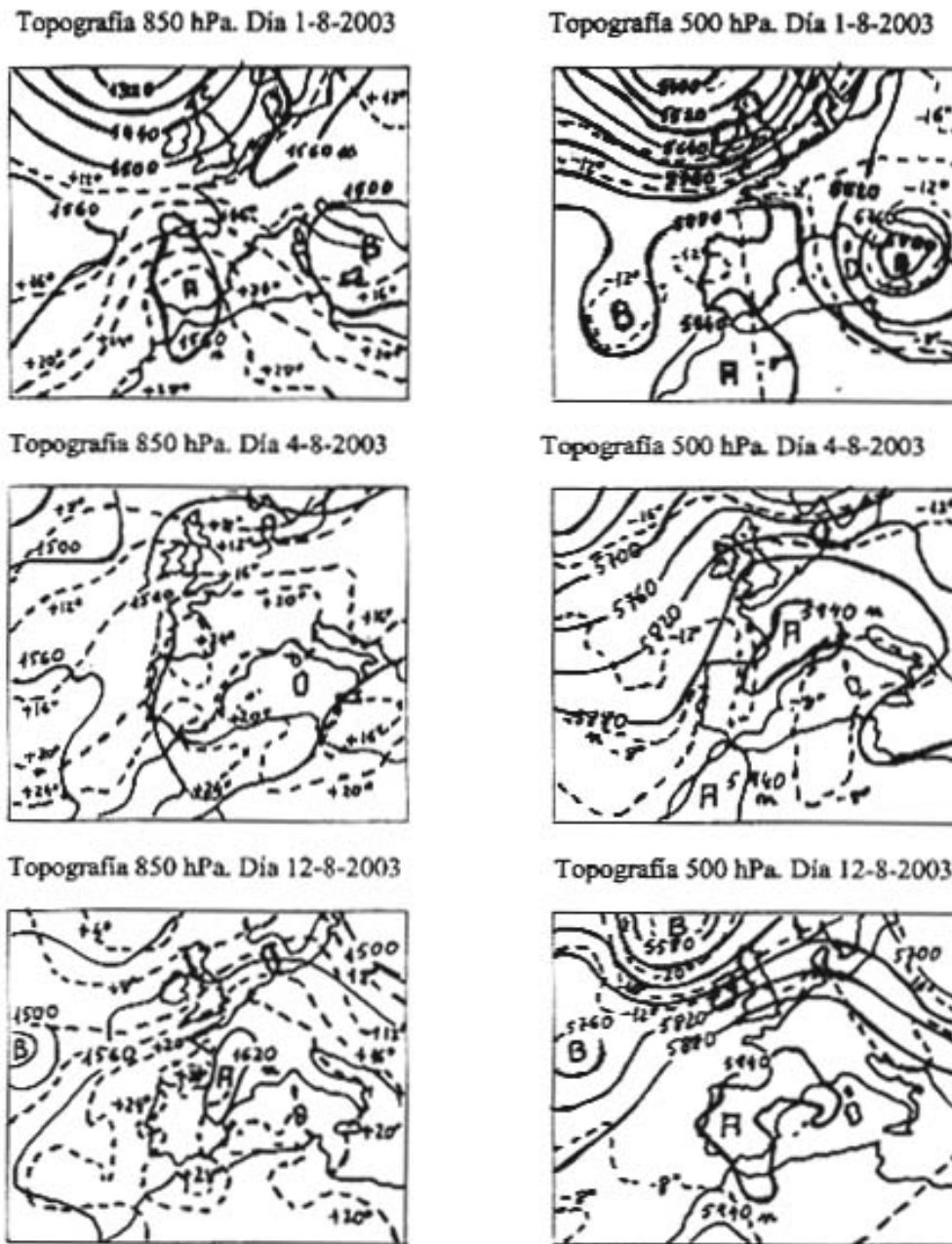


Fig. 1. Topografía de la superficie de 850 hPa y 500 hPa a 12 h (TMG), correspondientes a los días 1, 4 y 12 de agosto de 2003

3. UN PERIODO EXTREMADAMENTE CÁLIDO

La variada comarcalización climática de Navarra se manifiesta en la diferente intensidad alcanzada por la ola de calor, que se observa en los valores de la tabla 1. En *los valles húmedos cantábricos del noroeste*, de clima oceánico suave, se registraron las temperaturas absolutas más altas (Santesteban 42,5°, Lekaroz 44,7°, Bertiz 42°, Betelu 41°, Etxalar 41°). El alto grado de calor diurno y la escasa suavidad nocturna de los valles cantábricos próximos al nivel del mar

(Santesteban) se observa en la temperatura media de las máximas, próximas a 38°, diez grados por encima de las históricas, y en las mínimas, que alcanzan los 18°. Seis y nueve jornadas alcanzaron los 40° y 37° respectivamente; y, asimismo, durante siete y once noches, la temperatura no descendió de 20° y 17°.

Influye el escaso desnivel de la cadena divisoria Belate-Azpirotz por su parte meridional y el más pronunciado por su lado septentrional. Las masas de aire del sur, en contacto con la misma, tienen pocos metros para ascender y apenas se enfrían; y después de atravesar la cadena, experimentan un mayor calentamiento en su descenso. Existen diferencias dentro de esta zona, originadas por la situación y la altitud. La ola de calor incidió con menor intensidad en tres sectores situados a mayor altitud: el corredor del Arakil (Alsasua), los valles meridionales húmedos (Basaburua, Ultzama, Anue), y los valles cantábricos situados en lugares más altos (Artikutza). En estas comarcas, las brisas nocturnas de montaña suavizaron el ambiente, en relación con su altitud.

Tabla 1. Valores térmicos registrados en la ola de calor

| Observatorio | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---------------|------|------|------|------|---|----|------|------|----|----|
| Artikutza | 35,5 | 37 | 31,9 | 23,7 | 0 | 0 | 15,7 | 14,3 | 6 | 1 |
| Santesteban | 42,5 | 44 | 37,9 | 27,3 | 6 | 9 | 18,4 | 15,1 | 11 | 7 |
| Alsasua | 39 | 40 | 36,1 | 25,7 | 0 | 8 | 16,2 | 13 | 7 | 2 |
| Eugi | 38,6 | 37 | 36,4 | 26 | 0 | 8 | 15,3 | 11,8 | 4 | 0 |
| Esparza Salaz | 37 | 38 | 35,8 | 27,4 | 0 | 4 | 14,4 | 11,6 | 3 | 0 |
| Abaurrea Alt | 37 | 38 | 34,6 | 25,1 | 0 | 1 | 16,1 | 11,6 | 7 | 0 |
| Pamplona-Ob | 39,5 | 40,3 | 38 | 27,6 | 0 | 12 | 19,4 | 14,5 | 13 | 7 |
| Yesa | 40 | 42 | 37,6 | 30,2 | 1 | 11 | 18,1 | 15,3 | 12 | 5 |
| Alloz | 40 | 39 | 38,1 | 30 | 1 | 13 | 20 | 16 | 14 | 11 |
| Arróniz | 41 | 40 | 38,3 | 30 | 2 | 13 | 18,5 | 15,9 | 11 | 5 |
| Olite | 38,8 | 42,6 | 37,5 | 29,7 | 0 | 10 | 19,6 | 15,6 | 15 | 7 |
| Carcastillo | 39 | 42 | 37,6 | 30,9 | 0 | 11 | 17,5 | 15,1 | 12 | 1 |
| Fitero | 39 | 41 | 37,6 | 31,4 | 0 | 13 | 19,9 | 15,8 | 15 | 13 |
| Buñuel | 41 | 42 | 37,4 | 31,7 | 3 | 7 | 20,2 | 16,9 | 15 | 13 |

- A. Temperatura máxima absoluta (1 al 15 de agosto 2003)
- B. Temperatura máxima absoluta histórica
- C. Temperatura media de las máximas (1 al 15 de agosto 2003)
- D. Temperatura media de las máximas históricas (1 al 15 de agosto)
- E. Número de días con temperaturas $\geq 40^\circ$
- F. Número de días con temperaturas $\geq 37^\circ$
- G. Temperatura media de las mínimas (1 al 15 de agosto 2003)
- H. Temperatura media de las mínimas históricas (1 al 15 de agosto)
- I. Número de días con temperaturas $\geq 17^\circ$
- J. Número de días con temperaturas $\geq 20^\circ$

En los *valles pirenaicos navarros*, si bien las temperaturas fueron las más bajas de Navarra, debido a la altitud en que se encuentran, es donde el calor se dejó sentir con más intensidad, que contrasta con la moderación habitual del verano. Esta mayor suavización con respecto a las otras comarcas se observa en las temperaturas medias de las máximas, que se situaron próximas a 35°, en casi todos los valles (Eugi, Abaurrea Alta, Esparza de Salazar), nueve grados, aproximadamente, por

encima de las series históricas. Debido a la quebrada orografía, los valores térmicos varían de unas zonas a otras en relación con la altitud, el mayor o menor alejamiento al mar Cantábrico y la situación latitudinal. Sólo la mitad de los días alcanzaron los 37° en los Pirineos centrales navarros y muy pocas jornadas lo hicieron en los orientales.

Donde más se aprecia la moderación es en las temperaturas medias de las mínimas, que aunque fueron tres o cuatro grados por encima de las históricas, suponen un enfriamiento nocturno más acusado. Las brisas de montaña hicieron de estos valles, los lugares refugio más soportables de Navarra. Las noches fueron las más suaves de la Comunidad, pues la temperatura mínima, casi siempre, descendió de los 17°.

En las *Cuencas intermedias*, los valores térmicos fueron superiores a los obtenidos en los valles pirenaicos navarros e inferiores a los cantábricos. Se trata de zonas llanas, situadas a sotavento del aire del sur y rodeadas de montañas, propicias al estancamiento de aire cálido con dorsales tropicales. Las masas de aire meridionales experimentaron un calentamiento al paso de las sierras Exteriores (Perdón-Alaiz-Izco) y del complejo montañoso Urbasa-Andía.

Las temperaturas medias de las máximas fueron elevadas, 38°, diez grados arriba con respecto a las series históricas (Pamplona). La moderación, dentro del ambiente cálido, se dejó sentir en las zonas montañosas circundantes. El grado de calor diurno fue tan alto que durante doce jornadas se alcanzaron los 37°. En las noches apenas refrescó, pues durante siete y trece noches, la temperatura no bajó de 20° y 17° respectivamente.

En *Navarra Media y la Ribera*, se consiguieron altos valores térmicos, superiores a los valles pirenaicos navarros e inferiores a los cantábricos. La buena orientación con respecto a las advecciones del sur y su situación en el valle del Ebro, especie de cuenca cerrada situada a baja altitud, favoreció el estancamiento de masas de aire cálidas con bajas térmicas en superficie y dorsales tropicales en altura. No es de extrañar que los resultados obtenidos sean, junto con los observatorios de los valles cantábricos, los más altos de Navarra. Los observatorios situados a cierta altitud, junto a las sierras Exteriores prepirenaicas, fueron menos cálidos que los llanos.

Las temperaturas medias de las máximas fueron elevadas, por encima de los 37° (Alloz, Yesa, Fitero, Buñuel), de seis a ocho grados por encima de las series históricas. El grado de calor diurno fue tan alto que en trece jornadas se alcanzaron los 37° en ambas comarcas. La moderación nocturna no se dejó sentir, ya que registraron temperaturas medias de las mínimas elevadas, entre 18° y 20°, poco conocidas en las series históricas. Los observatorios de la Ribera baja (Fitero, Buñuel) tuvieron el calor nocturno más alto, pues durante quince y trece noches, la temperatura mínima no descendió de 17° y 20° respectivamente

4. CONSECUENCIAS

Toda Navarra, al igual que el resto del país y parte de Europa, se vio afectada por la ola de calor. La Ribera, los lugares situados a baja altitud de Navarra Media, la Cuenca de Pamplona y los valles cantábricos, próximos al nivel del mar (Baztan-Bidasoa), fueron los focos, en donde la ola de calor se dejó sentir con mayor intensidad, por el elevado grado de calor diurno y el escaso descenso de los valores térmicos nocturnos. Dentro del común denominador del calor intenso,

registraron una ola de calor algo más suave, apreciable en el moderado descenso térmico nocturno, los observatorios situados a cierta altitud de Navarra Media, Cuenca de Pamplona, valles meridionales húmedos y valles cantábricos. Finalmente, los valles pirenaicos y las zonas montañosas tuvieron una mayor suavidad, por su altitud y relieve compartimentado, apreciable, sobre todo, en el enfriamiento nocturno.

La circulación de la atmósfera originó la ola de calor. Una cresta tropical en altura se extendió desde el norte de África hasta las Islas Británicas, mientras que una vaguada se profundizó en el océano Atlántico. Con este dispositivo bórico llega, con rapidez, una masa de aire caliente procedente del desierto del Sahara, por el flanco oriental de la vaguada atlántica. Posteriormente, una capa de aire cálido se estanca durante quince días sobre la vertical de Navarra, en régimen de subsidencia anticiclónica, que impide la circulación de las capas bajas. La presencia de la dorsal cálida persistente provoca un doble efecto: calentamiento fuerte por subsidencia y la imposibilidad de formación de tormentas, que originen un descenso térmico. Al estancarse la masa de aire tropical, la fuerte insolación diurna determina el recalentamiento rápido del suelo y en consecuencia, de las capas bajas cercanas a él, sobre todo en los pasillos, corredores y cuencas cerradas, abundantes en Navarra. A causa de la larga duración del día -más de catorce horas de sol para calentar y menos de diez para enfriar- hay una acumulación de calor de un día para otro.

La fuerte insolación a la que se ven sometidas las tierras navarras, las convierte en una importante fuente de calor. Se forma una masa de aire local que se propaga hasta la base de la troposfera media, en donde se encuentra la cúpula de aire cálido. En superficie, aparece una baja térmica, unida a la del norte de África, formada por la ascensión en la baja troposfera de aire sobrecalentado en contacto con el suelo, que favorece la entrada de aire tropical cálido. El origen térmico de la baja superficial origina su desaparición durante la noche, pasando a pantano barométrico. El ascenso convectivo se ve frenado por la presencia de una inversión debida a la subsidencia dinámica de la masa situada sobre ella. Sólo, ocasionalmente, se logra romper la capa de inversión, los días siete, ocho y diez, en los valles pirenaicos, en donde se produjeron tormentas muy locales y de escasa precipitación.

El espacio geográfico navarro contribuyó decisivamente a la formación, intensidad y duración de la ola de calor. Las masas de aire cálidas, estancadas en condiciones de estabilidad, con muchas horas de sol, de escaso contenido de humedad y con bajas presiones relativas en superficie, atraen vientos terrales muy cálidos del interior peninsular, que se fueron calentando cada vez más. Algunas zonas de Navarra, como la depresión del Ebro, cuenca de Pamplona y regata del Bidasoa, son áreas locales que se recalientan con facilidad en el estío.

Además, las masas de aire que vienen del sur, cuando llegan a Navarra, experimentan un último calentamiento al pasar la cadena divisoria Belate-Azpirotz. La configuración topográfica de los valles cantábricos navarros, entre la Cadena Divisoria y el mar, su posición latitudinal y la dirección de los valles -regata del Bidasoa, Valles del Baztan, Araitz, Leitzarán- son determinantes. La originalidad de esta ola de calor reside en que estos valles cantábricos fueron los más calurosos de Navarra. El aumento de temperatura y la sequedad en los valles cantábricos, es debida a la situación atmosférica, más un efecto de recalentamiento orográfico al descender las masas de aire hacia el litoral cantábrico, después de atravesar la cadena divisoria Belate-Azpirotz, en un proceso similar al denominado föhn anticiclónico. Los días cuatro, doce y trece, jornadas

en que se registraron las temperaturas más altas en los valles cantábricos, coincidieron con el reforzamiento de vaguadas en el Atlántico, que favorecieron este efecto.

Los efectos de la ola de calor dejaron sentir en nuestra Comunidad. Uno de los más sobresalientes fue el relativo al consumo y abastecimiento de agua. La excesiva evaporación influyó en la pérdida de importantes cantidades de agua de los pantanos, si bien había abundantes reservas aportadas por el lluvioso invierno anterior. El aumento del consumo de agua -1.550 l/s diarios- fue tan importante, que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, tuvo que recurrir al aporte suplementario de 300 l/s del río Arakil. El día 6 de agosto, el consumo de agua alcanzó la cifra máxima de 1.754 l/s. La demanda de la primera semana supuso un crecimiento de un 15% con respecto a la del año anterior.

Se produjeron algunos incendios, aunque no fueron importantes por la escasa frecuencia del viento bochorno y tormentas secas de calor, y al desecamiento de las masas de aire al atravesar las montañas. El número elevado de días con altas temperaturas repercutió en la salud de los ciudadanos; la prensa diaria mencionaba el goteo diario de pacientes ingresados en las clínicas con síntomas derivados del calor; el registro civil recoge 107 óbitos durante la ola de calor mientras que el año pasado murieron 87 en el mismo período, lo que supone un aumento del 23%. El Instituto de Salud Pública (Gobierno de Navarra) reconoció doce personas fallecidas, directamente relacionadas con la ola de calor (ocho por golpe de calor y cuatro por deshidratación), desconociendo el número de fallecidos en los que pudo influir indirectamente el calor. Asimismo, creció el consumo de electricidad de los hogares para climatización, con una subida de un 9% con respecto al mismo período del pasado año.

La ola de calor tuvo consecuencias en los distintos cultivos, frutales y hortalizas, pero sobre todo, en la producción de hierba para la ganadería vacuna y ovina en los valles cantábricos. La valoración realizada por el Gobierno de Navarra indica que la producción en agosto fue de 1.495 kilos de materia verde, frente a los 5.461 normales, lo que supone una reducción del 72,6%. Se establecieron ayudas para los ganaderos en las partidas destinadas al fondo compensatorio de montaña y rebajas fiscales. Por otra parte, la vendimia se adelantó dos semanas debido a la aceleración del proceso de maduración, y se estimó la pérdida de un 5% en la producción de uva.

5. CONCLUSIÓN

La primera quincena de agosto del 2003 fue un período excepcional en Navarra por su intensidad y duración. La originalidad no se manifiesta en las temperaturas máximas absolutas, que no se alcanzaron por poco, sino en el número de días seguidos que duró. Debido a la variada comarcalización climática de Navarra, la ola de calor incidió de manera diferente en las distintas comarcas. La dinámica atmosférica general, que propició la formación de una potente cresta tropical, la llegada de masas de aire muy cálidas, y las características geográficas del territorio navarro -configuración topográfica, posición latitudinal, proximidad del mar Cantábrico- contribuyeron decisivamente al desarrollo de este evento atmosférico, único en la serie de datos disponibles.

Es difícil que vuelva a suceder con tal intensidad y duración. No es corriente la llegada de masas de aire cálidas saharianas a Navarra, por su situación septentrional. No suele ser normal que una

dorsal anticiclónica en altura de semejante fuerza llegue hasta el interior de Europa y bloquee, durante tanto tiempo, la entrada de aire más suave del Atlántico. Es poco frecuente también, que el aire muy cálido, estancado en condiciones de estabilidad, pueda permanecer varios días consecutivos sin dar lugar a tormentas. Son muchas coincidencias, difíciles de repetir, durante tantas jornadas seguidas. El final de la ola de calor tuvo lugar con la llegada de masas de aire atlánticas, más suaves, que produjeron tormentas.

6. AGRADECIMIENTOS

A la sección de Meteorología del Servicio de Estructuras Agrarias del Gobierno de Navarra, que me ha facilitado puntualmente los datos completos de las estaciones manuales y automáticas.

7. REFERENCIAS

- COOK, A.W. y TOPIL, A.G. (1952). "Some examples of chinooks east of the mountains in Colorado". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 33, pp. 42-47.
- LOCKWOOD, J.G. (1962). "Occurrence of föhn winds in the British Isles". *Meteorological Magazines*, 91, pp 57-65.
- FERNÁNDEZ, F. y RASILLA, D. (1993). "El viento en la cornisa cantábrica: Avance de un estudio sobre los temporales del Sur". *Eusko-Ikaskuntza*, 20, pp. 271-297.
- GOBIERNO DE NAVARRA (2001). *Estudio agroclimático de Navarra*. Servicio de Estructuras Agrarias, Sección de Suelos y Climatología, Pamplona.
- OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. (1995). "Sequías y golpes de calor en el Sureste ibérico: efectos territoriales y económicos". *Investigaciones Geográficas*, enero-junio, pp. 47-79.
- PEJENAUTE GOÑI, J. (1992). "La ola de calor de agosto de 1991 en Navarra". *Estudios de Ciencias Sociales*, 5, pp. 119-152.
- PEJENAUTE GOÑI, J. (1995). "La ola de calor de octubre de 1995 en Navarra". *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VI, Geografía, t. 8, pp. 11-33.