

PEDRO JAVIER DORTA ANTEQUERA*

ESTADO DE LA ATMOSFERA EN LAS OLAS DE CALOR ESTIVALES EN CANARIAS

RESUMEN - RÉSUMÉ - ABSTRACT

El Archipiélago Canario, por su cercanía a África, se ve afectado por un tipo de tiempo de origen continental: las advecciones de aire procedentes del desierto del Sahara. Estas son más frecuentes durante los meses más cálidos del año (de mayo a octubre), y dan lugar a intensas olas de calor que rompen con la habitual suavidad del clima de Canarias que proporciona el régimen de alisios.

* * *

Etat de l'atmosphère pendant les vagues de chaleur d'été aux Iles Canaries. - Les Iles Canaries, à cause de leur proximité de l'Afrique, sont affectées par un type de temps continental: affluence d'air très chaud originaire du désert du Sahara. Ce temps est plus fréquent pendant les mois les plus chauds de l'année (de mai à octobre) et donne lieu à de très fortes vagues de chaleur qui interrompent la douceur habituelle du climat des Iles Canaries, crée par le régime des alizés.

* * *

The conditions of the atmosphere during the summer heat waves at the Canary Islands. - Owing to their situation close to Africa, the Canary Islands are usually affected by a type of continental weather: the advection of air blowing from the Sahara desert. This happens more often during the hottest months of the year (from May to October), causing strong heat waves which break the usual mildness of the Canarian climate, tempered by the trade winds.

PALABRAS CLAVE: ola de calor, alisios, depresión térmica, masa de aire sahariano, calima.

MOTS CLÉ: vague de chaleur, alizés, basses pressions thermiques, masse d'air saharien, calina.

KEY WORDS: heat wave, trade winds, low thermic pressures, saharian air masses, floating dust.

A lo largo del año Canarias se ve afectada por tres tipos de tiempo diferentes, que se alternan y se manifiestan según la combinación de los distintos centros de presión que influyen en esta región del Atlántico oriental.

El primero de ellos, y el que presenta mayor frecuencia, es el régimen de alisios, dominante una gran parte del año, sobre todo durante los meses de verano.

En segundo lugar se hallan todos los tipos de tiempo que originan inestabilidad en las islas y que fundamentalmente tienen su origen en las borrascas del Frente Polar que descienden hasta la latitud del archipiélago.

Por último, se encuentran las advecciones de aire procedentes del Sáhara que dan lugar, sobre to-

do desde fines de la primavera hasta principios del otoño, a intensas olas de calor de características totalmente saharianas.

Estos episodios cálidos tienen una importancia trascendental en el clima del archipiélago ya que, además de poseer una elevada frecuencia anual, tienen unos efectos negativos muy claros en la economía y en el medio ambiente de las islas.

I. LAS ADVECCIONES DE AIRE SAHARIANO

A grandes rasgos, las características climáticas típicas de estas olas de calor son:

* Departamento de Geografía, Universidad de La Laguna.

1) Un aumento generalizado de las temperaturas, alcanzándose valores extremos de hasta 40°C.

2) Un descenso muy acusado de los porcentajes de humedad relativa, que llegan a situarse por debajo del 10%.

3) Los vientos que soplan desde el desierto pueden transportar hasta las islas grandes cantidades de polvo en suspensión o calma.

4) Las masas de aire continentales cálidas y secas se desplazan sobre una capa de aire que, al estar en contacto con el mar, es más fresca y húmeda, lo que origina que los sectores de las islas más afectadas sean por regla general los situados por encima de los 400 ó 500 m. de altitud. Este hecho también provoca la aparición de inversiones térmicas a muy baja altitud, o incluso desde el nivel del mar. Todo ello hace que se establezca sobre las islas un aire absolutamente estable.

5) Los vientos, en términos generales, son del Este y del SE, intercalándose con largos períodos de calmas.

6) Desaparece la típica nubosidad baja propia del alisio en las fachadas a barlovento y es sustituida, en numerosas ocasiones, por nubes medias y altas, sobre todo altostratos, altocúmulos y cirrostratos.

Por último, es preciso señalar que los diferentes autores que han investigado este tipo de tiempo han usado términos distintos para referirse a él. Así FONT TULLOT¹, en 1950, menciona "invasiones de aire caliente africano", mientras que HUETZ DE LEMPS², en 1969, utiliza el término de "régimen de viento continental sahariano". Consideramos más expresivo y definitorio denominar a este tipo de tiempo invasión de aire sahariano, porque, realmente se trata de una irrupción, de una invasión en el sentido más literal de la palabra, en virtud de la cual las masas de aire procedentes del desierto cambian radicalmente los rasgos climáticos del típico régimen de alisios (una atmósfera nítida y un ambiente relativamente fresco y húmedo tanto en las costas como en los sectores de altitud media de las islas, situados entre los 500 y los 1500 m.) por otros que desembocan en una gran sequedad, calor y bochorno.

De todas maneras, no desechamos el nombre popular que se le da a este tipo de situaciones atmosféricas en las islas y que se conoce como "tiempo sur" por su antagonismo a los vientos dominantes del NE, aunque en realidad la procedencia de las masas de aire africanas es del Este o SE. En cierto sentido, también quiere expresar su oposición al régimen de alisios.

El estudio de las situaciones atmosféricas más frecuentes, la localización y la distribución de los diferentes centros de presión que determinan la lie-

gada de estas invasiones de aire caliente desde el Sáhara hasta el archipiélago Canario constituyen el objeto de este artículo. Para realizar dicho estudio hemos trabajado con los mapas del tiempo de los días más cálidos habidos en el archipiélago entre los años 1951 y 1980. A partir de esta información se ha realizado un análisis exhaustivo de los 220 mapas más significativos.

De ellos, se han examinado en profundidad las superficies isobáricas a nivel del mar, a 500 hPa. y a 300 hPa. para poder conocer la disposición de las capas atmosféricas hasta los 10.000 m. de altitud.

II. DISTRIBUCION DE LOS CENTROS DE PRESION EN SUPERFICIE DURANTE LAS OLAS DE CALOR EN CANARIAS

En las capas de aire próximas al suelo se manifiestan durante esos días dos centros de presión básicos, los denominamos así porque aparecen en la mayor parte de los mapas estudiados, y porque además son absolutamente determinantes del tipo de tiempo que afecta a las Islas Canarias. También están presentes otros dos centros, denominados secundarios dado que son menos frecuentes y que su presencia no resulta tan decisiva en el establecimiento de vientos del Este procedentes del continente africano.

1. CENTROS DE PRESION BASICOS

Se trata del anticiclón de las Azores y de una depresión de origen térmico que se forma durante los meses más cálidos del año sobre el Sáhara como consecuencia del calentamiento del sustrato sobre el que se asienta.

Durante estas olas de calor, el primero de ellos, el *anticiclón de las Azores*, está situado la mayoría de los días sobre el Océano Atlántico, entre los 30° y 45° de longitud Oeste. Esta concreta localización geográfica supone que el anticiclón atlántico se retira del lugar habitual que ocupa cuando en verano predomina el régimen de alisios sobre el archipiélago Canario, y se desplaza hacia el NW.

En el período de tiempo analizado, 30 años, ha quedado de manifiesto que las dos localizaciones más frecuentes que adopta el anticiclón atlántico se encuentran:

1) Una, en el centro del Océano Atlántico, al SW de Azores, entre los 30° y 40° de latitud Norte y los 25° y 45° de longitud Oeste.

2) La otra, al SW de las Islas Británicas, entre los 40° y 50° de latitud Norte y los 10° y 25° de longitud Oeste, con una disposición más o menos diagonal de NE a SW. (figura 1).

¹ FONT TULLOT, 1950, págs. 334-349.

² HUETZ DE LEMPS, pág. 47.

El primer modelo es ligeramente más frecuente que el segundo, pues aparece en un 27% de los mapas analizados mientras que el segundo lo hace en un 25%. Por consiguiente, en el 52% de las fechas recogidas este centro de presión ocupa las posiciones citadas. En el resto de los días el anticiclón no aparece, y si lo hace no posee una localización concreta que supere el 10% de los mapas analizados, por lo que no influye en absoluto en el tiempo atmosférico reinante en el archipiélago.

La variación barométrica en el núcleo de ese anticiclón atlántico es notablemente amplia, oscilando entre 1.016 hPa. y 1.032 hPa. Sin embargo, al analizar los valores de la presión en aquellos días en los que el anticiclón se encontraba en sus dos posiciones más habituales durante las olas de calor, se observa que la presión más frecuente (el 43,5% de las veces) era de 1.024 hPa., seguida de 1.028 hPa. con un 37%. Por tanto, casi en el 81% de las ocasiones la presión oscilaba entre 1.024 y 1.028 hPa (cuadro I).

El segundo de los centros de presión básicos es la *depresión del Sáhara*, claramente situada en el 64% de los días estudiados entre los 10° de longitud Este y los 15° de longitud Oeste, y entre los 25° y los 35° de latitud Norte (figura 1).

Es preciso señalar que muchos de los mapas de los años 50 con los que se ha trabajado son muy deficientes en la información que ofrecen, no contando algunos de ellos con las isobaras al Sur del paralelo 35° Norte. Posiblemente, si pudiésemos tener en cuenta dicha información el porcentaje de días con bajas presiones sobre el desierto del Sáhara sería superior al aquí expuesto.

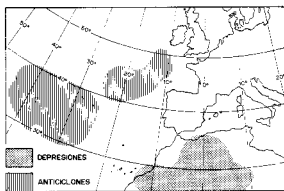


Fig. 1. Centros de presión principales durante las olas de calor estivales en Canarias.

La presión en el núcleo de esta baja térmica oscila, con muy pocas excepciones, entre los 1.008 hPa. y 1.012 hPa. De los dos valores, es más frecuente el segundo, con el 73% de los días, frente a las veces (23%) que desciende a 1.008 hPa. Este hecho demuestra que no es necesaria la formación de una profunda baja presión en el Norte del vecino continente africano para que en las Islas Canarias se produzca una situación atmosférica de excesivo calor (cuadro I).

En definitiva, y al nivel del mar, en la mayor parte de los días más calurosos del verano canario existen dos centros de presión básicos y fundamentales. Durante los meses del estío, el predominio de uno u otro determina qué tipo de tiempo se va a establecer sobre Canarias: si el régimen de alisios o la invasión de aire sahariano.

Cuando el anticiclón ejerce su radio de acción sobre el archipiélago, es decir, cuando se sitúa en sus proximidades, se establecen vientos de componente NE, de manera que Canarias se encuentra bajo los efectos del alisio. Cuando este centro anticiclónico se retira hacia el NW y es la baja presión térmica, situada sobre el Norte de Africa, la que extiende su radio de acción hasta las islas, los vientos se dirigen de Este a Oeste, es decir desde el desierto hacia Canarias, trayendo consigo un brusco aumento de las temperaturas, un descenso muy acusado de los porcentajes de humedad relativa del aire —especialmente por encima de los 500 m. de altitud— y, con frecuencia, nubes de polvo en suspensión o calima.

2. CENTROS DE PRESION SECUNDARIOS

También en superficie, además de los centros de presión básicos ya mencionados, se generan otros dos centros calificados como secundarios por su menor influencia en estas advecciones de aire cálido sobre el archipiélago.

El primero de ellos consiste en una *área de altas presiones*, muchas veces relativas (1.016 ó 1.020 hPa.), que se sitúan sobre el Mediterráneo occidental entre las costas del Norte de Africa y el Sur de Europa. Una situación anticiclónica en esa posición también puede encauzar aire sahariano hacia el archipiélago canario en colaboración con la baja presión térmica situada en el Sáhara, por lo que aumenta la intensidad de la ola de calor. La frecuencia de este anticiclón mediterráneo es muchísimo menor que la del anticiclón atlántico o la depresión térmica sahariana, ya que sólo el 11,4% de los días estudiados presentaban la mencionada alta presión. Su localización geográfica más frecuente se encuadra entre los 0° y los 10° de longitud Este y los 35° y 40° de latitud Norte (figura 2).

Dentro de este tipo de situaciones atmosféricas, también podrían incluirse las que presentan una *cuña anticiclónica* sobre la Península Ibérica y Norte del Magreb porque producen el mismo efecto en Canarias; es decir, canalizan el aire sobre el Norte del Sáhara hasta llegar a las islas, ocasionando un considerable aumento de las temperaturas y una notable sequedad del aire.

La presencia de esta *cuña anticiclónica* sobre el SW europeo es menos representativa porque no llega al 7% de los días estudiados.

El segundo centro de presión secundario es una *baja térmica* que se forma en los días más cálidos

del verano sobre la Península Ibérica. La localización de esta depresión es bastante indefinida porque abarca todo el territorio peninsular, excepto el cuadrante noroccidental (figura 2).

Su influencia en las entradas de aire sahariano en Canarias es prácticamente nula. Ahora bien, evidencia que, con frecuencia (en torno al 40%), mientras predomina una ola de calor estival en Canarias se está produciendo también un intenso caldeoamiento de la Península Ibérica.

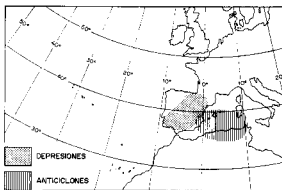


Fig. 2. Centros de presión secundarios durante las olas de calor estivales en Canarias.

Por tanto, el mapa sinóptico tipo de superficie que reflejaría una advección de aire caliente del Sáhara sobre Canarias debe mostrar un anticiclón atlántico alejado hacia el NW de su posición habitual, con una presión en su núcleo de 1.024 hPa. o 1.028 hPa.; al mismo tiempo, sobre el sector occidental del Sáhara se sitúa una depresión de origen térmico con una presión preferentemente de 1.012 hPa.

La posición de estos dos centros da como resultado una circulación de vientos desde el continente hasta el archipiélago. Vientos que, como ya se ha citado, llevan aparejados un ascenso de los valores termométricos, un notable descenso de la humedad del aire, etc.

Por otro lado, también se localizaría sobre la Península Ibérica, especialmente en el tercio meridional, una baja presión térmica por convección del aire de las capas inferiores debido al intenso caldeoamiento del terreno.

La aparición de un anticiclón en el Mediterráneo occidental es mucho menos habitual aunque, si se origina, también es determinante a la hora de encauzar el aire del desierto entre éste y la baja térmica sahariana hasta las islas.

En el mapa inferior de la figura 3 se expone un claro ejemplo de un mapa del tiempo que refleja una situación sinóptica en superficie totalmente favorecedora a un desplazamiento de las masas de aire calientes y secas, que habitualmente se originan en el desierto del Sáhara, hasta el archipiélago.

El día 9 de agosto de 1976 las Islas Canarias se ven influenciadas de forma clara por la depresión térmica del Norte de África que, en su núcleo, poseía

una presión de 1.012 hPa. El anticiclón atlántico, que aparece dividido en varias células de 1.028 hPa., extiende su radio de acción desde el centro del océano Atlántico hasta las costas escandinavas. Este alejamiento hacia el Norte de su posición habitual del verano, permite que la baja sahariana afecte a las islas y obliga a las borrascas del Frente Polar a circular por el borde septentrional del mencionado sistema de altas presiones atlánticas. Simultáneamente, aparece sobre la Península Ibérica una depresión relativa, de origen térmico, coincidente, en numerosas ocasiones, como ya se ha mencionado, con las olas de calor sobre el archipiélago.

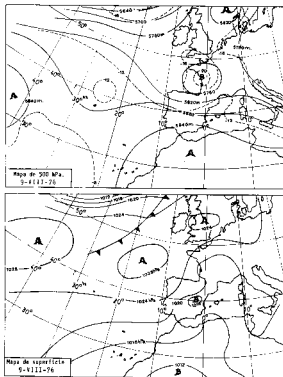


Fig. 3. Mapa de superficie y topografía de 500 hPa. del día 9 de agosto de 1976.

Con esta situación Canarias estuvo bajo los efectos de una intensa ola de calor en la que se alcanzaron los 39°C en los sectores de altitud media y los 36,5°C en las costas, la humedad relativa del aire descendió hasta el 11% en algunos puntos y los vientos fueron de componente S-SE.

III. LA SITUACION DE LA ATMOSFERA EN LAS CAPAS MEDIAS Y ALTAS DURANTE LAS OLAS DE CALOR EN CANARIAS

Los mapas a 500 hPa., en torno a los 5.500 m. de altitud, junto con los de 300 hPa., alrededor de los 9.000 ó 10.000 m. sobre el nivel del mar, reflejan lo que ocurre en las capas altas y medias de la atmósfera y son tan importantes o más que los realizados a nivel del mar.

Por otro lado, la circulación atmosférica a estas

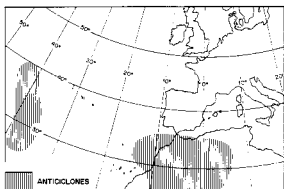


Fig. 4. Situación más frecuente de las altas presiones a 500 hPa. durante las olas de calor estivales.

altitudes se simplifica de manera notoria con respecto a lo que ocurre en superficie, al no existir la influencia térmica y el rozamiento del suelo.

1. CENTROS DE PRESION BASICOS: LAS ALTAS PRESIONES

Si atendemos a los anticiclones comprobamos que son dos, fundamentales y perfectamente definidos.

El más frecuente es el que se forma en la vertical del desierto del Sáhara, superpuesto a la baja térmica en superficie y con las mismas coordenadas geográficas.

Este centro de altas presiones aparece claramente definido en más de la mitad de los días estudiados (el 69%)³. Corresponde a una de las células de las altas presiones dinámicas subtropicales y constituye un factor primordial para comprender la notable estabilidad atmosférica que existe, a todos los niveles, en esta área del Atlántico (figura 4) por la subsidencia del aire superior que, a la vez, impide la ascendencia del aire inferior.

El segundo anticiclón, frecuente a los 5.000 m. de altitud, se sitúa sobre el centro del Atlántico, aproximadamente en la vertical del anticiclón atlántico superficial. Se localiza, durante los días más intensos de "tiempo sur" del verano, entre los 25° y los 40° de altitud Norte y los 35° y 45° de longitud Oeste, con una frecuencia del 20% de los días. En el resto de los días no se refleja el citado centro de altas presiones y si aparece no se encuentra situado en ninguna coordenada geográfica concreta con un porcentaje que supere el 5%.

Esta localización geográfica nos indica que también ha sufrido un desplazamiento hacia el Oeste, como ocurría con el anticiclón superficial.

El estado de la atmósfera en las topografías de 300 hPa. presenta unas características muy simila-

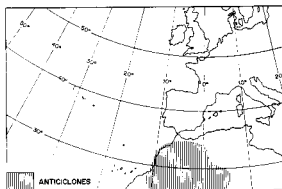


Fig. 5. Situación más frecuente de las altas presiones a 300 hPa. durante las olas de calor estivales.

res a las de los 500 hPa., si bien la circulación atmosférica se ha simplificado notablemente y existe una menor presencia de individuos isobáricos.

A esa altitud se sigue formando un anticiclón sobre la vertical del Sáhara que se superpone al que ya había a 5.000 m. y a la depresión térmica superficial. Su frecuencia es del 48% de los días analizados (figura 5).

Por el contrario, el núcleo del anticiclón situado sobre el Atlántico aparece mucho menos definido que en las topografías inferiores y, a la vez, es más dispersa su localización geográfica. Por consiguiente, deja de tener la importancia que presentaban los primeros. Aparece reflejado en el 24,3% de los mapas, pero su localización varía en un amplio sector atlántico que va desde los 25° hasta los 50° de latitud Norte y desde los 10° hasta los 35° de longitud Oeste. Esta dispersión impide concretar la localización geográfica de su núcleo.

2. CENTROS DE PRESION SECUNDARIOS: LAS BAJAS PRESIONES

Si atendemos a la posición de las depresiones en el nivel isobárico de 500 hPa., lo primero que llama la atención es el hecho de que estos centros de presión no se sitúan en coordenadas geográficas concretas. Se distribuyen por toda Europa y el Atlántico.

Algo más del 50% en las topografías de 500 hPa. y del 36% en las de 300 hPa. de los mapas sinópticos analizados presentaban alguna depresión. Sus localizaciones más habituales, en ambos casos, eran la vertical del mar Adriático, Europa Central y Septentrional y algunos puntos del Atlántico; aunque en ningún caso se supera el 5% sobre el total de los días analizados.

Esto indica que a partir de los 5.500 m. de altitud no se localiza ninguna baja presión con entidad

³ Hay que hacer constar que de los 30 años utilizados en la investigación, solamente aparecen publicados mapas de 500 hPa. a partir de 1964, ya que con anterioridad a esta fecha no

se realizaban estas topografías. Los de 300 hPa. sólo están publicados entre 1964 y 1975.

CUADRO I
CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE PRESIÓN DURANTE LAS OLAS DE CALOR ESTIVALES EN CANARIAS

TOPOGRAFIAS ISOBARICAS	TIPO	CATEGORIA	LOCALIZACION MAS FRECUENTE	DIAS		PRESION EN SU NUCLEO	
				TOTAL	%	hPa	%
A. SUPERFICIE (220 mapas)	Anticiclón de Azores	Básico	35° - 50°N 10° - 45°W	115	54,5	1.024 1.028 OTRAS	43,5 37,0 19,5
	Depresión Sahariana	Básico	25° - 35°N 10°E - 15°W	141	64,0	1.008 1.012 OTRAS	23,0 73,0 4,0
	Anticiclón Mediterráneo Occidental	Secundario	35° - 40°N	25	11,4		
	Cuña Anticiclónica	Secundario	Península Ibérica Magreb	14	7,0		
	Baja Térmica	Secundario	Territorio Peninsular excepto en el NW	87	40,0		
B. A 500 hPa. (121 mapas)	Anticiclón Sahariano	Básico	25° - 35°N 10°E - 15°W	84	69,0		
	Anticiclón Atlántico	Básico	25° - 40°N 35° - 45°W	24	20,0		
	Depresiones	Secundarias	Adriático, Europa Central y Atlántico	—	—		
C. A 300 hPa. (82 mapas)	Anticiclón Sahariano	Básico	25° - 35°N 10°E - 15°W	39	48,0		
	Anticiclón Atlántico	Básico	25° - 50°N 10° - 35°W	20	24,0		
	Depresiones	Secundarias	—	30	36,0		

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. *Boletines diarios*.

suficiente como para influir de manera sensible en estas advecciones de aire sahariano sobre el archipiélago canario.

La inexistencia en este sector del Atlántico de centros permanentes de bajas presiones se explica por el comportamiento de la dinámica general de la circulación de la atmósfera durante los meses de verano, que asciende en latitud y sólo se pueden formar depresiones muy al Norte de Europa.

Los mapas de 300 hPa. también reflejan otro hecho importante con relación al tipo de tiempo que se está analizando: la circulación de la corriente en chorro. Mientras Canarias se encuentra bajo los efectos de una ola de calor, el *Jet Stream* permanece muy alejado hacia el Norte de las islas, lo cual nos confirma que, en las capas atmosféricas más altas, el archipiélago se encuentra inmerso, al igual que en superficie, en el aire tropical. Al mismo tiempo, la circulación del chorro en la inmensa mayoría de los casos estudiados es totalmente zonal, sin ondulaciones que permitan irrupciones de aire polar hacia el Sur.

El mapa superior de la figura 3 refleja la situa-

ción sinóptica a 500 hPa. del día 9 de agosto de 1976, cuando Canarias estaba bajo la influencia de masas de aire continentales africanas y al que ya ayudamos anteriormente. La alta presión que se localiza en la vertical de la depresión térmica sahariana superficial presenta una extensión superior a lo normal englobando bajo su radio de acción al archipiélago y contribuyendo, de forma determinante, a crear una atmósfera sobre Canarias totalmente estable. Al mismo tiempo, el anticiclón atlántico a los 5.500 m. también se encuentra muy alejado hacia el Oeste de su posición habitual durante el verano.

CONCLUSIONES

En síntesis, se puede afirmar que la atmósfera sobre Canarias en los días más cálidos del verano posee una sinopsis tipo muy bien delimitada, con unos centros de acción específicos y con una localización geográfica, en los diferentes niveles isobáricos, también muy concreta⁴.

En superficie se constata el alejamiento del an-

⁴ En el cuadro I aparece reflejada, de forma esquemática, toda la información referida a los centros de presión mencionados

a lo largo del artículo, sus localizaciones, sus frecuencias, etc.

ticiclón atlántico hacia el Oeste o el Noroeste y la baja presión térmica sahariana afecta de lleno al archipiélago. Puede ocurrir, también, que se forme una alta presión sobre el Mediterráneo occidental que canalice el aire seco y cálido a lo largo de buena parte del desierto del Sáhara hasta llegar a las islas.

En las capas altas de la atmósfera se establece un potente anticiclón sobre el Sáhara, perfectamente definido y superpuesto a la baja térmica superficial, que contribuye a dar una mayor estabilidad a

las masas de aire que se sitúan sobre esta zona de la tierra.

El anticiclón atlántico también aparece, aunque no tan marcado, y de nuevo lo encontramos alejado de la posición que habitualmente ocupa en el verano cuando predomina el régimen de alisios.

En definitiva, esta situación tipo analizada supone un verdadero cambio, una verdadera ruptura de las condiciones atmosféricas dominantes sobre Canarias en la gran mayoría de los días del año.

BIBLIOGRAFIA

- DORTA ANTEQUERA, P. (1989). *Las olas de calor estivales en Tenerife y Gran Canaria*. Memoria de Licenciatura. Dpto. de Geografía, La Laguna, inédita, 276 pp.
- FONT TULLOT, I. (1950). "Las invasiones de aire caliente africano en el archipiélago canario". *Revista de Geofísica*, Vol. IX, nº 36, pp. 334-349.
- FONT TULLOT, I. (1955). "Factores que gobiernan el clima de las Islas Canarias". *Estudios Geográficos*, nº 58, pp. 5-21.
- FONT TULLOT, I. (1956). *El tiempo atmosférico en las Islas Canarias*. Madrid, S.M.N., A-26. 95 pp.
- FONT TULLOT, I. (1983). *Climatología de España y Portugal*. Madrid, I.N.M., 296 pp.
- HUETZ DE LEMPS, A. (1969). *Le climat de l'les Canaries*. París, S.E.D.E.S., 225 pp.
- MARZOL JAEN, M. V. (1984). "El clima" en *Geografía de Canarias*. Tomo I, cap. IX. S. C. de Tenerife, Interinsular, pp. 158-202.