

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CALOR EN LA ISLA DE TENERIFE (1950-2000). CONTRIBUCIÓN A LA PREVENCIÓN DE SITUACIONES DE RIESGO

M.^a Victoria MARZOL JAÉN

Departamento de Geografía. Universidad de La Laguna

RESUMEN

Se realiza el análisis estadístico de la temperatura máxima diaria en las ciudades de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna entre 1950 y 2000 con el fin de detectar las olas de calor habidas y la adecuación de los umbrales fijados por el Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos.

Palabras clave: Temperatura máxima, ola de calor, confort, riesgo, ciudad, Canarias.

ABSTRACT

This study shows the statistics of the maximum daily temperature in two cities of Tenerife Island between 1950 and 2000 with the aim of detecting the heat waves which occurred and adjusting them to the thermal threshold established by the National Plan of Prediction and Vigilance of Adverse Meteorological Phenomena.

Key words: *Maximum temperature, heat wave, comfort, hazard, city, Canary Islands.*

1. INTRODUCCIÓN

Aunque en general la ciudad ofrece más posibilidades para mejorar la calidad de vida, en comparación a las condiciones de algunos medios rurales, también hay en ella un mayor número de riesgos conducentes al malestar humano. Los factores de riesgo del confort en una ciudad no son exclusivamente de origen meteorológico (olas de calor o frío, inundaciones, vientos fuertes, etc.) sino también otros como la contaminación, tanto atmosférica como acústica, las disfunciones bioclimáticas causadas por el diseño y la construcción de los edificios e, incluso, el trazado y mobiliarios urbanos. Ahora bien, si el ciudadano parece mostrar una enorme capacidad de adaptación a esos riesgos del bienestar a la vez se manifiesta vulnerable ante un paroxismo climático puntual, en la medida en que afecta a su integridad física o psíquica de manera inmediata.

Al igual que los climatólogos utilizan la “isla de calor” para referirse al área de máxima temperatura de la ciudad, Buechley acuñó, en 1972, el término de “islote urbano de mortalidad” para indicar la estrecha relación existente entre el aumento de la temperatura y el incremento de la mortalidad. Las variables que contempló fueron la temperatura superior a 39°C, la densidad de población y las condiciones socioeconómicas. Clarke y Bach un año antes, en 1971, establecieron esa relación a partir de 33°C.

Existe una bibliografía profusa acerca de la vinculación entre el aumento de la mortalidad y los episodios de calor extremo en ciudades tanto templadas como tropicales (SAKAMOTO-MONIYAMA, 1977; HENSCHER *et al.*, 1969; KALKSTEIN, 1993; BESANCENOT, 1989; DE y MUKHOPADHYAY, 1998; RASO, 1999). La población de mayor riesgo es la de edad avanzada y las personas con enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Consideramos necesario, con vistas a la predicción y previsión de situaciones peligrosas para la salud, como es una ola de calor, conocer la frecuencia, intensidad y duración de las mismas, así como sus efectos sobre la salud humana.

2. OBJETIVO, METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS

El objetivo es analizar las “variaciones anormales” del régimen térmico en las dos ciudades más grandes de la isla de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, para contribuir al conocimiento de este paroxismo climático y al establecimiento de unos umbrales que permitan alertar a la población de las condiciones meteorológicas potencialmente peligrosas para su salud. El Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos que tiene este cometido incorporó en octubre de 2000 las olas de calor en la región de Canarias, que hasta entonces no se contemplaban.

Los umbrales de calor fijados por las comunidades autónomas varían. Así, Castilla-La Mancha diferencia según la altitud y contempla tanto la temperatura máxima como la mínima; en cambio, Andalucía y Extremadura consideran ola de calor si se mantienen durante más de dos días consecutivos temperaturas superiores a 40°C. En Canarias el aviso a la población de una ola de calor ha de hacerse cuando se produce un ascenso de más de 4°C en 24 horas y se alcanzan los 35°C si se trata de la costa o un incremento térmico de 6°C entre dos días consecutivos y temperaturas superiores a 40°C si es el ámbito del interior de las islas.

La elección de Santa Cruz de Tenerife y de La Laguna se hace por múltiples razones. En primer lugar, porque poseen información meteorológica dilatada y fiable al ser observatorios de primera categoría que el INM tiene en el centro de la capital, en el primer caso, y en el aeropuerto de Los Rodeos, a 1 km de La Laguna. En segundo lugar porque por su localización y altitud, 36 m y 600 metros respectivamente, representen a dos sectores de la isla: la costa y las medianías, término utilizado en las islas para referirse al sector altitudinal intermedio entre la costa y la cumbre. En último lugar, porque al ser los dos núcleos urbanos más importantes de la isla, con 345.000 habitantes, el 52% de la población insular, el número de personas afectadas por los fuertes calores es considerable, y está demostrado que el estrés térmico es más grave en las aglomeraciones urbanas que en el medio rural.

Se ha trabajado la serie termométrica de máximas diarias, desde el 1 de enero de 1950 hasta el 31 de diciembre de 2000. La escala temporal del análisis ha sido la diaria y abarca, por tanto, 18.628 días en cada ciudad. En cada caso se ha calculado la desviación diaria de la temperatura máxima con respecto a la media de máximas de cada uno de los meses; posteriormente, se ha establecido el incremento o descenso diario de la temperatura, agrupándolos en intervalos de grado en grado; por último, detectados los episodios de mayor calor, se realiza el análisis de la situación sinóptica tipo.

3. EL RÉGIMEN TÉRMICO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE Y DE LA LAGUNA

El ambiente climático de ambas ciudades tinerfeñas, Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, es muy diferente a pesar de mediar una distancia no superior a 6 km entre ambas. Esa diferencia se debe a su distinta localización en altitud y a su posición respecto a la nubosidad y a los vientos húmedos del norte (Fig. 1).

La temperatura de Santa Cruz de Tenerife puede calificarse de cálida. En el mes más frío, enero, los termómetros no descienden de 17°C de media y en el mes más cálido, agosto, alcanzan los 25°C; las temperaturas extremas indican que en contadas ocasiones éstas bajan de 10°C (quince veces en 51 años) mientras que son numerosos los días que sobrepasan los 30°C (1.034 días, el 5.6%). Además de un ambiente cálido, la humedad relativa del aire en esta ciudad es moderada, entre 56% en verano y 66% en invierno, porque a pesar de encontrarse junto al océano su situación a sotavento le dificulta recibir los efectos de los vientos húmedos (MARZOL *et al.* 1991). Señalar que la humedad, en muchas olas de calor, desciende bruscamente desde un 80% hasta menos del 25% en tan sólo siete horas, lo que supone un importante trastorno para las personas.

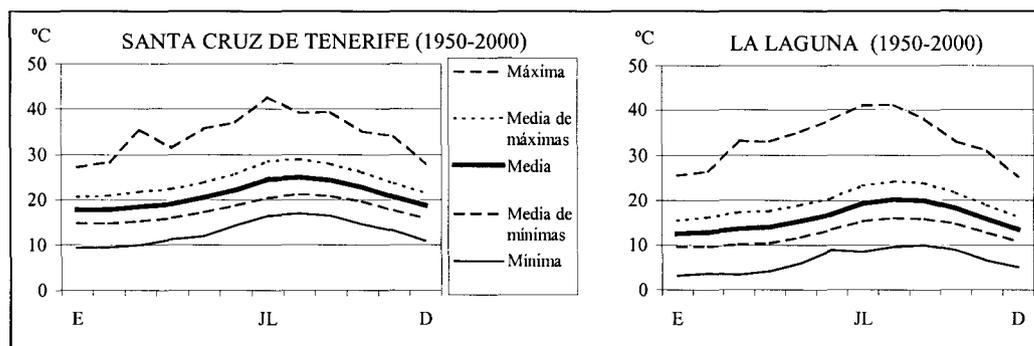


Fig. 1: Régimenes térmicos de Santa Cruz de Tenerife y de La Laguna (1950-2000)

Santa Cruz de Tenerife está en un sector de la isla con muchas horas de sol (2.851 h al año) y poco beneficiado por las lluvias porque a los escasos 250 mm al año se unen no más de 55 días de lluvia. En definitiva, esta ciudad tiene un clima desértico cálido.

El clima de La Laguna es totalmente diferente por estar situada a mayor altitud, 600 metros, y abierta a los vientos húmedos. La temperatura media anual es cinco grados centígrados más baja que en Santa Cruz, con veranos que no superan los 20°C de media e inviernos por debajo de 13°C. La temperatura más baja registrada en esta ciudad ha sido 3,2°C (28-1-1961) pero en los últimos 51 años los 10°C se han registrado en el 25% de los días: 4.582 veces. Sin embargo, las temperaturas más cálidas del verano son parecidas e incluso superiores a las de la costa; los 30°C los han superado en 624 ocasiones. La elevada humedad relativa del aire, siempre superior al 70%, las 2.380 horas de sol al año, una precipitación en torno a 600 mm y que llueva uno de cada tres días hacen que el clima de esta ciudad sea fresco y húmedo durante el invierno y templado y apacible en el estío, aunque interrumpido por bruscas olas de calor de más de 35°C y de una gran sequedad ambiental.

4. RESULTADOS

4.1. Los años y meses más cálidos en la segunda mitad del siglo XX

De los cincuenta y uno años estudiados, 25 de ellos en la capital y 22 en La Laguna fueron más cálidos de lo normal (Tabla 1). La ausencia de correlación entre las temperaturas medias de las máximas indica que el calor no se da simultáneamente en las dos urbes; por ejemplo, el año 2000 fue de los más cálidos en La Laguna mientras que en la capital se considera normal. También es significativo que la media de las temperaturas más cálidas de cada año sea más suave pero más cambiante, en lo referente a su intensidad, en La Laguna que en Santa Cruz puesto que la desviación típica es 10,1 en la primera y 6,1 en la segunda.

Tabla 1: CLASIFICACIÓN DEL CALOR ANUAL SEGÚN LOS QUINTILES DE LA TEMPERATURA MEDIA DE MÁXIMAS EN LAS DOS CIUDADES (1950-2000)

MUY CÁLIDOS		CÁLIDOS		NORMALES		"FRESCOS"		"FRÍOS"	
Santa Cruz	La Laguna	Santa Cruz	La Laguna	Santa Cruz	La Laguna	Santa Cruz	La Laguna	Santa Cruz	La Laguna
1998	1995	1966	1980	1978	1975	1968	1960	1972	1972
1997	1998	1953	1983	1957	1973	1973	1963	1993	1950
1996	1990	1985	1981	1981	1957	1976	1951	1971	1959
1995	1987	1983	1999	1989	1966	1988	1976	1992	1971
1961	1997	1951	1992	1990	1958	1954	1975	1974	1956
1955	2000	1980	1985	1950	1993	1956	1962	1991	1967
1999	1989	1969	1991	1963	1979	1965	1977	1959	1968
1987	1994	1964	1961	1970	1986	1967	1969	1994	1954
1952	1996	1962	1978	1982	1955	1977	1970	1975	1965
	1988	1960	1984	2000	1982	1984	1953		
		1958				1986	1964		
						1979	1952		

El orden de los años en cada columna indica, de mayor a menor intensidad, el valor de la temperatura

Conocidas las medias mensuales de las temperaturas máximas diarias de 1950 a 2000, hemos hallado el número de días que en cada año se ha superado ese valor; este dato nos indica en una primera aproximación si durante ese período hubo años notablemente más cálidos. Consideramos ese calificativo teniendo en cuenta sólo la temperatura diurna puesto que casi siempre las máximas se producen habitualmente en las horas en torno al mediodía, sin descartar que la temperatura nocturna también pueda intervenir en ese incremento anual.

Descubrimos así que en Santa Cruz de Tenerife en más de la mitad de los años, treinta y tres en concreto, los días que superan la temperatura media de las máximas mensuales respectivas son entre el 25% y el 50%; que en trece años, más de la mitad de los días cumplen este requisito y que en 1997 y 1998, los años más cálidos de la serie, más del 75% de los días tuvieron más calor (Tabla 2a). En La Laguna no ha habido ningún año en el que las tres cuartas partes de sus días hayan sido más cálidos de lo normal, sin embargo supera a la capital en número de años en los que más de la mitad de sus días sí lo fueron: 16 frente a 13. También 1997 y 1998, junto con 1995, son los años que agrupan un mayor número de jornadas con más calor (Tabla 2b).

Tabla 2: DÍAS QUE SOBREPASAN LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE MÁXIMAS

a) En Santa Cruz de Tenerife (1950-2000)

AÑO	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	TOTAL	%
1997	26	26	29	28	24	25	14	15	22	28	30	29	296	81,1
1998	29	27	28	23	20	23	19	18	21	14	27	25	274	75,1

b) En La Laguna (1950-2000)

AÑO	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	TOTAL	%
1995	25	23	14	20	23	26	22	27	14	24	22	24	264	72,3
1997	21	25	23	22	26	21	8	19	18	22	24	27	256	70,1
1998	25	23	27	16	12	21	17	20	21	26	24	20	252	69,0

Ese incremento de las temperaturas diurnas está generalizado a todos los meses, como mínimo en el 40% de sus días. Los meses en los que se registra el mayor número de días con temperatura superior a las medias respectivas son, por este orden, noviembre, mayo, enero y octubre en el caso de Santa Cruz y noviembre, enero y junio en La Laguna. El hecho de que haya mayor cantidad de días más cálidos en invierno que en verano indica que el incremento térmico anual no se justifica por temperaturas excesivamente elevadas en el estío sino por un conjunto de días anómalamente más templados a lo largo del año.

4.2. Los cambios bruscos de las temperaturas más cálidas

La falta de confort térmico de las personas no sólo se debe al calor o al frío excesivos sino también a los cambios bruscos de la temperatura y a la combinación de ésta con la humedad y el viento. Rivolier determinó que diferencias de 10°C en dos horas o 4°C en treinta minutos tenían con-

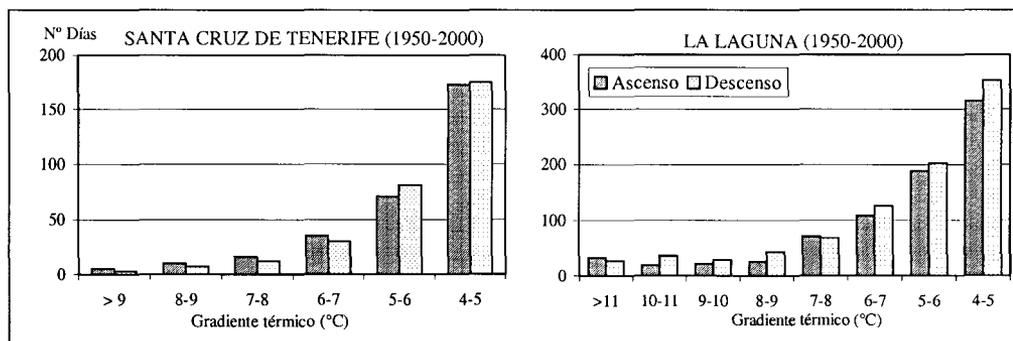


Fig. 2: Variación de la temperatura máxima entre dos días consecutivos en Santa Cruz de Tenerife y en La Laguna (1950-2000)

secuencias nefastas para la salud. Para conocer cómo es la variación diaria de la temperatura máxima se ha calculado la diferencia termométrica entre días consecutivos.

Lo más frecuente en ambas ciudades es que la temperatura cambie muy poco, menos de un grado centígrado de un día a otro, tanto para aumentar como para disminuir con respecto al día precedente (Fig 2). Sin embargo, no son extrañas irrupciones bruscas de calor que pueden presentarse

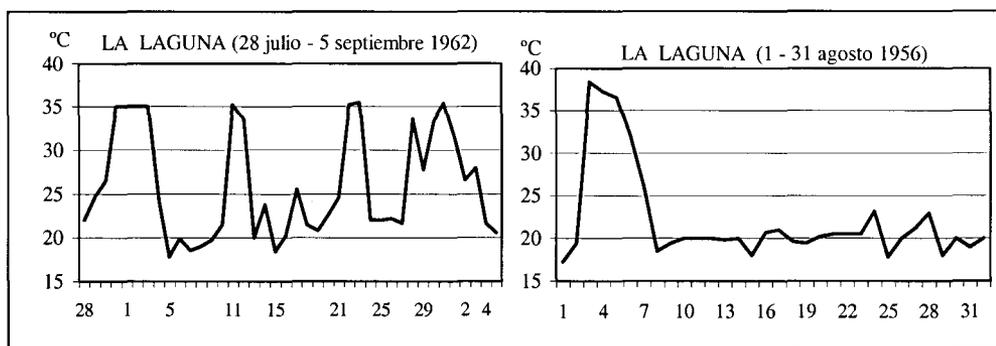


Fig. 3: Olas de calor ocurridas en La Laguna que comenzaron con bruscos ascensos de la temperatura máxima.

de forma aislada (agosto de 1956) o varias consecutivas, como lo ocurrido en el verano de 1962 (Fig. 3).

Le sigue en importancia la variación térmica de casi dos grados entre días seguidos y a partir de entonces la frecuencia, tanto del cambio de la temperatura como del mantenimiento de la misma, porque no varía de un día a otro, se reduce considerablemente (Tabla 3).

Una de las diferencias más nítidas entre ambas ciudades concierne a los cambios más acusados de las máximas, tanto en el gradiente como en su frecuencia. En Santa Cruz sólo en cinco ocasiones se registran aumentos de más de 9°C con respecto al día anterior, pero en La Laguna esa diferencia se produce 74 veces. La mayor frecuencia de estos dientes de sierra de la temperatura la tienen

agosto y julio sin que septiembre y junio sean ajenos a ellos.

Tabla 3: INTENSIDAD Y CARÁCTER POSITIVO O NEGATIVO DEL CAMBIO TÉRMICO EN 24 H. EN SANTA CRUZ DE TENERIFE Y LA LAGUNA (1950-2000)

% ¹	SANTA CRUZ DÍAS	AUMENTO TÉRMICO	LA LAGUNA DÍAS	% ¹
0,06	5	> 9,0°	74	0,9
0,1	10	8,0 a 8,9	26	0,3
0,2	16	7,0 a 7,9	71	0,8
0,4	35	6,0 a 6,9	108	1,2
0,8	71	5,0 a 5,9	188	2,2
2,0	173	4,0 a 4,9	315	3,6
4,9	422	3,0 a 3,9	663	7,6
12,2	1.042	2,0 a 2,9	1.428	13,4
31,0	2.660	1,0 a 1,9	2.722	31,2
48,3	4.136	0,1 a 0,9	3.125	35,8
100%	8.570	TOTAL	8.720	100%
% ¹	SANTA CRUZ DÍAS	DESCENSO TÉRMICO	LA LAGUNA DÍAS	% ¹
0,03	3	> 9,0°	92	1,1
0,1	7	8,0 a 8,9	43	0,5
0,1	12	7,0 a 7,9	68	0,8
0,4	30	6,0 a 6,9	126	1,5
0,9	81	5,0 a 5,9	202	2,4
2,1	175	4,0 a 4,9	353	4,2
5,6	470	3,0 a 3,9	681	8,2
13,0	1.085	2,0 a 2,9	1.302	15,6
30,9	2.592	1,0 a 1,9	2.468	20,6
46,8	3.917	0,1 a 0,9	3.006	36,0
100%	8.372	TOTAL	8.341	100%
	1.070	0°C	951	

¹ % sobre el total de días con el mismo signo de variación: ascenso o descenso térmico.
No se contemplan en ese cálculo los días con isoterma.

Por lo general, el calor entra en La Laguna de forma muy brusca; el cambio de un día a otro ha llegado a ser de más de 19°C (en julio 1953 y agosto 1956). Es un verdadero golpe de calor, originado por la llegada de aire tropical cálido y seco desde el Sahara que crea un ambiente atmosférico diametralmente opuesto al habitual, lo que supone un importante grado de riesgo para las personas con la salud frágil.

4.3. Las olas de calor: su frecuencia e intensidad.

Muchos estudios han demostrado que por encima de 35°C el cuerpo humano muestra claros signos de estrés térmico y que aumenta el peligro para las personas con afecciones cardiovasculares

y respiratorias, sobre todo en los medios urbanos donde la combinación de estas condiciones atmosféricas con unos mayores índices de contaminación (ozono troposférico) y de radiación solar multiplican los efectos negativos de los extremos térmicos.

En la segunda mitad del s. XX esa temperatura se ha alcanzado o superado en 98 ocasiones en Santa Cruz de Tenerife y en 155 días en La Laguna, lo que representa una frecuencia de dos y tres jornadas al año respectivamente. Más de las tres cuartas partes de ellas, sobre todo en La Laguna, se produjeron en verano, seguido de lejos por septiembre que reúne menos del 15% de esas temperaturas en cada una de las urbes. Atendiendo a su distribución anual, destacan 1957 y 1961 en la capital con siete días con más de 35°C, y los años 1961, 1962, 1976, 1978 y 1990 con ocho días cada uno de ellos en La Laguna.

Si consideramos ola de calor a aquellos episodios compuestos de varios días, en los que las condiciones atmosféricas cambian notablemente porque los termómetros suben de 30°C y en algún momento superan 35°C, la humedad baja a porcentajes mínimos, la insolación aumenta y predominan las calmas, hay que señalar que durante este período en Santa Cruz se han contabilizado 59 olas de calor frente a 75 en La Laguna. También encontramos diferencias en cuanto a su duración media, 7 y 4 días respectivamente, y a la intensidad del calor, puesto que la media de las 75 de La Laguna es cerca de dos grados centígrados más elevada que la de las 59 de la capital.

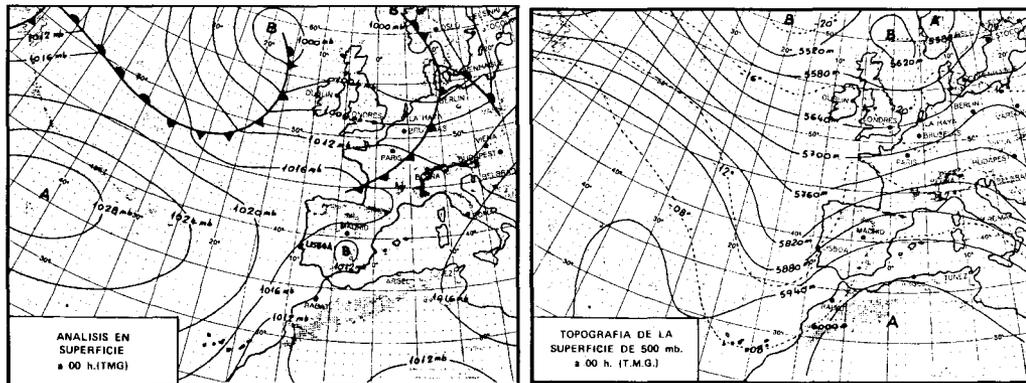


Fig. 4: Mapas sinópticos de superficie y de 500 hPa correspondientes a la ola de calor en las islas Canarias del día 28 de julio de 1979.

Las olas de calor se asocian a un esquema de la circulación atmosférica muy concreto. En superficie una vez retirado el anticiclón atlántico hacia Azores, el considerable calor de la superficie del Sahara favorece la presencia de una baja térmica relativa, con una presión en su núcleo entre 1008 y 1012 hPa (DORTA, 1999), situada sobre la superficie del desierto, que envía aire muy seco y cálido hacia las islas Canarias. Esta situación de los campos de presión es más nítida y causa efectos más patentes en verano que en invierno. Mientras tanto en los niveles medios y altos predomina una situación anticiclónica en la que el gradiente térmico vertical es inferior a 0,8°C/100 m ya

que a 5.500 metros la temperatura no pasa de $-8,0^{\circ}\text{C}$.

El mapa del 28 de julio de 1979, día en el que se superaron los cuarenta grados en Santa Cruz de Tenerife ilustra esa situación atmosférica típica.

4.4. Un ejemplo: el calor en agosto de 1990.

Durante agosto de 1990 en Santa Cruz de Tenerife más de la mitad de los días superaron los 30°C , siendo el siete el día más caluroso con $38,6^{\circ}\text{C}$. En La Laguna esa temperatura se superó en doce días y el mayor calor se dio el veintisiete con $38,4^{\circ}\text{C}$, aunque el siete tuvo $36,4^{\circ}\text{C}$. Mientras que en la capital hubo una ola de calor que duró trece días, del cinco al diez, que comenzó con una subida de $3,7^{\circ}\text{C}$ y una temperatura media de $33,2^{\circ}\text{C}$; en La Laguna hubo dos olas de calor: del tres al doce y del veintiséis al veintiocho. La primera comenzó con un ascenso de $8,0^{\circ}\text{C}$ y duró diez días, en la segunda el incremento fue de $7,4^{\circ}\text{C}$ y tres días de duración. Las temperaturas medias fueron $33,3^{\circ}\text{C}$ y $36,7^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

La evolución horaria de la temperatura en Santa Cruz de Tenerife durante el día siete indica el bochorno que hubo por la noche porque la humedad era del 40% y la temperatura no bajó de 29°C ; a partir de las siete de la mañana el calor fue envolviendo la ciudad hasta alcanzar el máximo a las cinco de la tarde con $41,5^{\circ}\text{C}$ mientras la humedad se redujo a la mitad. Esta ola de calor, como la mayoría, coincidió con una inversión térmica superficial que en la madrugada era de tres grados entre la costa y los 250 metros.

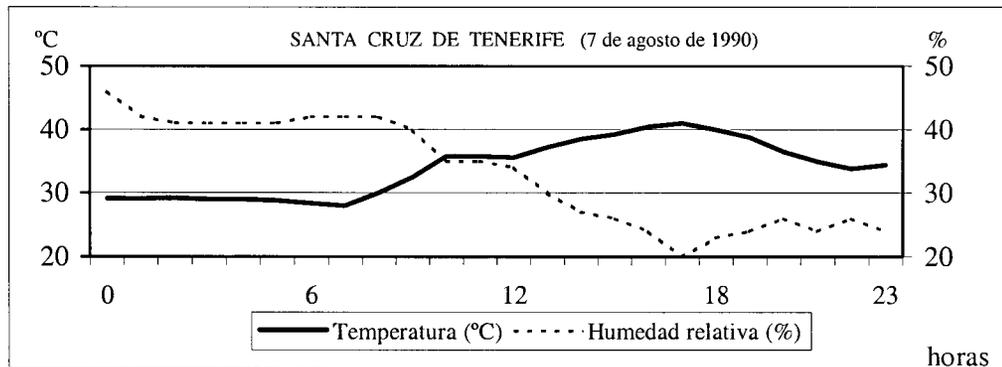


Fig. 5: Evolución horaria de la temperatura y la humedad en el centro de la ciudad en la ola de calor del 7 de agosto de 1990.

Esta estructura vertical de las primeras capas de aire junto con la calima y el cambio de vientos que introduce los humos industriales hacia la ciudad impiden la dispersión de éstos y provocan un ambiente altamente contaminado y con ausencia de confort para sus habitantes (MARZOL, 1987). La prensa regional refleja este ambiente con expresiones del tipo "si agobiante era el calor de la capital en los barrios, especialmente en los altos, la temperatura era más elevada...", "la isla se ha convertido en una especie de caldera humeante...", "Santa Cruz parecía una ciudad desierta", etc. (Diario de Avisos).

Las diferencias ocurridas entre ambas ciudades durante este mes son la tónica general del comportamiento de las olas de calor. La ciudad de Laguna sufrió los efectos de cuatro olas de calor durante agosto de 1962 y de una en agosto de 1956; el rasgo común a todas ellas fue un brusco incremento térmico (ver Fig. 3). En esas mismas fechas se registraron dos en la capital: una en torno al 21 de agosto del primer año y la otra en los primeros días de agosto del 56; ambas comenzaron con un ascenso térmico suave, inferior a cuatro grados centígrados.

En otro orden de cosas, los incendios más devastadores ocurridos en Canarias, como los del verano de 1995 y 2000, coinciden siempre con olas de calor (DORTA et al.,1991).

4.5. Los golpes de calor

El ambiente opresivo en Santa Cruz de Tenerife, porque se sobrepasan los cuarenta grados centígrados, aparece en cuatro jornadas, todas ellas en julio; dos coincidiendo con un incremento térmico muy brusco, de 13,0°C con respecto al día anterior, y las otras dos en medio de fuertes olas de calor. En el caso de La Laguna se alcanzaron en seis ocasiones, tres en julio y otras tres en agosto. En ambas ciudades esta temperatura se alcanza a partir de brutales golpes de calor o en el transcurso de una ola de calor de comienzo brusco.

En cambio, las temperaturas entre 35°C y 40°C son bastante frecuentes, sobre todo en La Laguna donde la media es de tres cada año frente a dos en la capital (Tabla 4). Su ocurrencia es muy elevada en verano puesto que el 85% y 78% respectivamente se produjeron en esa estación, pero existe cierta probabilidad de que el calor se prolongue a septiembre.

Al considerar los dos requisitos establecidos por el Plan para alertar de la posible llegada de una ola de calor intensa (incremento brusco, más de 4°C ó 6°C en menos de 24 h, y temperatura superior a 35°C ó 40°C según se trate de costa o interior) se obtienen 44 días en Santa Cruz de Tenerife y tan sólo un día en La Laguna. Los 44 días representan el 3,6% de todos los días que registraron un ascenso superior a 4°C en 24 horas en esa ciudad mientras que en La Laguna, aunque se alcanzan 40°C en seis ocasiones, la única fecha que cumple ambas condiciones es el 11 de julio de 1957; representa el 0,3% de los 279 días con más de 6°C de diferencia. En términos de prevención, estos valores indican que, entre 1950 y 2000, los habitantes de Santa Cruz debieron haber sido alertados en cuarenta y cuatro ocasiones y los de La Laguna en una sola.

5. CONCLUSIONES

Aunque es infrecuente que en ambas ciudades se supere el umbral de 40°C y el calor sea opresivo para las personas, sí son abundantes los fuertes calores en los que el termómetro llega o supera 35°C. Los meses de mayor riesgo de ocurrencia de este paroxismo térmico son julio y agosto en Santa Cruz y a la inversa en La Laguna.

En ésta la temperatura sufre incrementos entre un día y el siguiente más bruscos que en Santa Cruz, donde el régimen térmico es menos contrastado. También este ambiente caluroso tiene mayor intensidad, aunque persiste menos días, en La Laguna que en la capital.

Tabla 4: DÍAS EN LOS QUE SE DAN LAS DIFERENTES CONDICIONES EN LA TEMPERATURA

a) Santa Cruz de Tenerife (1950-2000)

MESES	\geq a 40°C	Entre 35°C - 39,9°C	\geq 40°C + incremento \geq 4°C	35°C - 39,9°C + incremento \geq 4°C
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0
M	0	1	0	1
A	0	0	0	0
M	0	2	0	1
J	0	3	0	1
JL	4	39	2	16
A	0	34	0	18
S	0	14	0	4
O	0	1	0	1
N	0	0	0	0
D	0	0	0	0
TOTAL	4	94	2	42

b) La Laguna (1950-2000)

MESES	\geq a 40°C	Entre 35°C - 39,9°C	\geq 40°C + incremento \geq 4°C	\geq 40°C + incremento \geq 6°C	35°C- 39,9°C + incremento \geq 4°C	35°C- 39,9°C + incremento \geq 6°C
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
M	0	1	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
M	0	1	0	0	0	0
J	0	4	0	0	2	2
JL	3	53	1	1	23	14
A	3	73	1	0	25	21
S	0	17	0	0	8	6
O	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6	149	2	1	58	43

A la vista de los resultados obtenidos y puesto que la humedad es prácticamente la misma en ambas ciudades durante los episodios de calor, no parece aconsejable que se apliquen umbrales de riesgo diferentes. Creemos que, a pesar de la diferente respuesta de la población al calor y de un ambiente más contaminado en Santa Cruz durante las olas de calor, las condiciones severas de falta de confort son muy parecidas en ambas ciudades. Todos los días que superan 35°C están catalogados con falta de confort según los diferentes índices bioclimáticos, pero sólo aquellos con más de 40°C y una humedad superior al 20% reúnen las condiciones de riesgo de accidentes patológicos según el índice de confort de Thom. La combinación de estas dos variables climáticas son fundamentales para fijar que situaciones presentan riesgo para la salud porque la humedad aumenta la sensación de bochorno. Atendiendo a ello, es conveniente saber que ese peligro se consigue en las siguientes circunstancias: más de 35°C y más del 50% de humedad, 38°C y 30%, 40°C y 20% ó 42°C y 15%.

Puesto que del aviso a la población de la llegada de temperaturas altas se encarga la predicción

meteorológica diaria del INM, el Plan alertaría exclusivamente de las irrupciones del calor más bruscas y más intensas de lo normal, aquellas de las que se podrían derivar situaciones de riesgo para la salud de las personas. Si eso es así quizá fuera conveniente aumentar el gradiente interdiario a 5°C y la temperatura a alcanzar a 37°C, así como incluir la humedad del aire. De haber utilizado esos umbrales térmicos, entre 1950 y 2000 hubiese habido que alertar a la población de Santa Cruz en 14 ocasiones y 21 a la de la Laguna. Estos valores suponen una notable disminución de avisos en la primera ciudad y un claro incremento en la segunda.

6. REFERENCIAS

- BESANCENOT, J. (1989): "Réflexions sur le coup de chaleur. L'exemple des militaires français à Djibouti". *Climat et Santé*, 1, pp. 85-111.
- BUECHLEY, R., Van BRUGGEN, J., y TRUPPI, L. (1972): "Heat island = death island?". *Environmental Research*, 5, 85-92.
- CLARKE, J. y BACH, W. (1971): "Comparison of the comfort conditions in different urban and suburban microenvironments". *International Journal Biometeorological*, 15, 41-45.
- DE, U y MUKHOPADHYAY, R. (1998): "Severe heat wave over Indian subcontinent in 1998 in a perspective of global climate". *Current Science*, 75, 12, pp. 1308-1311.
- DORTA, P., MARZOL, M^aV., SÁNCHEZ, J. (1991): "Los incendios en el archipiélago canario y su relación con la situación atmosférica. Causas y efectos". *XII Congreso Nacional de Geografía*, Valencia, pp. 151-159.
- DORTA, P. (1999): "*Las invasiones de aire sahariano en Canarias*". Santa Cruz de Tenerife. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de Canarias.
- HENSCHER, A. et al. (1969): "An analysis of the heat deaths in St. Louis during July 1966". *Am. J. Publ. Health*, 59, 2232-2242.
- KALKSTEIN, L. (1993): "Health and climate. Direct impacts in cities". *The Lancet*, 342, pp. 1397-1399.
- MARZOL, M^aV. (1987): "La contaminación atmosférica en Santa Cruz de Tenerife". *Finisterra*, vol. XXII, 43, pp. 162-181.
- MARZOL, M^aV., DORTA, P., RODRÍGUEZ, J. (1991): "Variations temporelles et particularités de la température horaire dans la ville de Santa Cruz de Tenerife (Îles Canaries)". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 4, pp. 43-53.
- RASO, J.M. (1999): "Temperaturas extremas y mortalidad en Barcelona". 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. 459-468.
- SAKAMOTO-MOMIYAMA, N. (1977): "*Seasonality in Human Mortality*". Tokio, University of Tokio.