

ALGUNAS NOTAS SOBRE LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y METODOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS DEL CLIMA DE CANARIAS: ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Pedro Dorta Antequera

Introducción

La naturaleza de las islas Canarias ha suscitado a lo largo de la historia, desde su conquista en el siglo XVI, un gran interés y curiosidad entre los viajeros y científicos de toda Europa. Sin duda a ello ha contribuido su posición estratégica entre tres continentes y servir de escala en las comunicaciones transoceánicas, pero también su gran biodiversidad, resultado de su situación insular, su latitud y longitud, su complicado relieve y también su clima.

El objetivo de este trabajo es analizar el tratamiento que se le ha dado al estudio del clima de Canarias, desde las primeras referencias históricas hasta las obras más recientes. Se pretende con esta exposición repasar los métodos empleados y el tratamiento de toda la información climática con el fin de mostrar los avances y cambios en las técnicas de análisis y en las nociones y conceptos sobre el clima del archipiélago.

Debido al diferente “peso científico” de los trabajos anteriores al siglo XX con respecto a estos últimos y a que ya hay algunas obras que analizan aspectos de las obras climáticas históricas sobre Canarias (ORY, 1994 y 1995; LÓPEZ, 1985 y 1987; VALLADARES, 1995), se hará un más profundo análisis en los segundos (siglo XX), puesto que su importancia en el conocimiento climático de las islas es indudablemente muy superior que en los trabajos “precientíficos”, de los cuales sólo hemos tenido en cuenta una pequeña muestra porque las referencias climáticas son innumerables¹ y la información que aportan en la mayor parte de los casos es meramente descriptiva.

En los cuatro primeros siglos, excepto alguna excepción muy puntual, prácticamente no existen trabajos exclusivos sobre el clima de Canarias y únicamente se trata de referencias marginales o descripciones de determinados episodios meteorológicos de consecuencias graves en aspectos sociales o económicos de las islas.

Los fundamentos del clima del archipiélago eran, hasta bien entrado el siglo actual, prácticamente desconocidos. Sólo a partir de las publicaciones de Inocencio Font Tullo en los años cuarenta se comenzaron a descifrar todas las claves de las condiciones atmosféricas de esta región a caballo entre el dominio climático templado y el tropical.

Por todo ello hemos dividido el trabajo en tres partes: la primera que podríamos denominar como precientífica, la segunda, una fase de transición, en la que la principal novedad es la utilización de datos meteorológicos y la aparición de las primeras obras climáticas

y, la tercera y última, científica, que se corresponde con la mayor parte del siglo XX y fruto de la cual es la inmensa mayoría del conocimiento actual sobre el clima de Canarias. Es a ésta, por tanto, a la que dedicamos un análisis más minucioso.

Etapa precientífica

El término precientífico en Climatología hace referencia al período comprendido entre la prehistoria y el siglo XVI al ser una etapa “más contemplativa que explicativa” (GIL y OLCINA, 1997, pág. 9), en la que además se mezclan los fenómenos meteorológicos con referencias mitológicas y en la que fundamentalmente existe la observación visual y la descripción.

Creemos que a pesar de que entre los siglos XVII y XVIII se crean los primeros instrumentos de observación, las primeras redes meteorológicas en algunos puntos del planeta y “se produce el tránsito de la especulación a la ciencia experimental” (GIL y OLCINA, 1997, pág. 17), esta etapa en las islas se alarga hasta bien entrado el siglo XIX, puesto que no es hasta esa centuria cuando comienzan a realizarse mediciones de forma más o menos sistemática y se publican trabajos basados en esos datos de los elementos del clima y con planteamientos relativamente científicos.

Las primeras observaciones sobre el clima de Canarias comienzan ya desde el siglo XVI con descripciones de algunos aspectos de las islas, como es el caso del ingeniero italiano Leonardo Torriani. En esta obra, escrita en 1590, se realiza una profunda descripción de los aspectos humanos y físicos más destacados de Canarias. En sus páginas podemos encontrar relatos interesantes sobre las características del clima canario. Durante un ascenso al Teide explicaba lo siguiente refiriéndose, sin duda, a la segunda capa de los vientos alisios por encima de la inversión térmica de subsidencia:

Encima hay vientos fuertes y muy secos, sin ninguna humedad durante el mes de junio; de lo cual inferí que está en la parte más alta de la primera región del aire, donde las exhalaciones secas acuden dando vueltas (TORRIANI, 1980, pág. 175).

Narraciones de este tipo podemos encontrarlas en numerosas publicaciones, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XVIII (GLAS, 1764; LEDRU, 1796, URTUSAUTEGUI, 1779) y de forma mucho más abundante durante la siguiente centuria.

Las descripciones más numerosas en esta época se refieren fundamentalmente a algunas cuestiones, que son las que mayores consecuencias tienen en el medio físico y humano de las islas o que sorprenden por lo poco usual en los países o regiones de origen de los narradores, en su mayor parte ingleses, franceses, alemanes y belgas. Los relatos de mayor valor descriptivo se centran así en la apreciación del mar de nubes, las invasiones de aire sahariano, los episodios catastróficos de precipitaciones de gran intensidad horaria, que afectan a las islas con relativa frecuencia, y las frecuentes sequías.

En el primer caso, la capa de estratocúmulos, que se conoce vulgarmente como mar de

nubes o panza de burro, llama la atención, de forma especial, a los viajeros que ascienden al Teide, y son muy numerosas las obras que dedican un apartado o capítulo a describir el ascenso. El más famoso de los cuales tal vez sea el de Humboldt en 1799. Hemos entresacado dos textos por su expresividad sobre la apariencia del mar de nubes. El primero del navegante escocés George Glas en 1764 y el segundo de Alexander Humboldt:

Lo que más llamó la atención de mi compañero fue la extraordinaria y poco corriente apariencia de las nubes por debajo de nosotros: parecían como un océano, sólo que su superficie no era tan azul ni suave, sino que parecía algodón muy blanco; y en donde este océano de nubes, como puede llamarlo, tocaba la orilla, parecía espumajear como olas rompiendo en la playa”. (GLAS, G., 1982, pág. 86).

Las nubes aparecían repartidas de manera tan uniforme y estaban dispuestas en un plano tan exactamente, que producían el efecto de una inmensa cubierta de nieve. (HUMBOLDT, 1997, pág. 34).

Este último autor llega, incluso, a establecer la altitud a la que se situaba el manto de estratocúmulos, 600 toesas ó 1170 metros (LÓPEZ, 1985, pág. 470), y realizó una serie de mediciones térmicas en su subida al volcán.

El ascenso al Teide llegó a constituir el objeto del viaje hasta las islas de numerosos viajeros. De esta forma se han aportado descripciones detalladas no sólo del mar de nubes sino de las diferencias de la temperatura y humedad del aire con la altitud o de cuestiones importantes de la distribución en pisos de la vegetación, del poblamiento, etc. En el siglo XVIII destacan Feuillé, Adanson, Glas, Humboldt - Bonpland, etc, y en el XIX Berthelot, Coquet, Leclercq, Pruneda, Verneau, etc.²

A través de los textos antiguos también se obtienen interesantes descripciones de las invasiones de aire sahariano más intensas que han afectado a las islas y ya se establecen sus características más singulares. Estas situaciones atmosféricas producen graves alteraciones en la vida socioeconómica del archipiélago puesto que no sólo llevan aparejadas altas temperaturas y bajos valores higrométricos, sino que también pueden acarrear polvo en suspensión y plagas de langosta. Estas últimas han sido relativamente frecuentes hasta mediados del siglo actual. Existen referencias en obras de Berthelot, Verneau, Leclercq, etc. Hay algunos relatos de excepcional valor descriptivo como los que se exponen a continuación de Viera y Clavijo en 1776 y de Darwin en 1832:

He dicho que lo menos malo que introducen los vientos australes en Canarias es el calor, porque también suelen acarrear la sequedad, el huracán y la langosta... (VIERA Y CALVIJO, 1967, pág. 23).

Este polvo cae con tal cantidad, que todo lo ensucia a bordo y ofende a los ojos; algunas veces hasta oscurece la atmósfera, tanto, que se han perdido buques y estrellado contra la costa. Con frecuencia cae sobre barcos que navegan a varios centenares de millas de la costa de África, hasta más de 1000 millas y en puntos distantes de 1600 millas en dirección Norte y Sur... (Darwin, 1832, Extraído de ORY, 1994, pág. 224).

Analizando los textos antiguos algunos autores, especialmente historiadores, han llegado a encontrar referencias de multitud de estas plagas, estrechamente unidas a situaciones sinópticas de dominio de masas de aire africano, conocidas popularmente como “tiempo sur”. Las más antiguas de las que se tienen noticia son las de 1581, 1585 y 1588 (BRITO GONZÁLEZ, 1989, pág. 72). Asimismo, existen multitud de referencias de la de 1659, aunque algunas otras también tuvieron graves repercusiones (1726, 1769, etc.). Aproximadamente se han registrado entre 3 y 6 cada siglo. De las más recientes la de mayor importancia ha sido la de 1954, cuya evolución aparece fielmente reflejada en la obra de Del Cañizo (1953-54).

Las inundaciones y lluvias intensas también reciben un tratamiento informativo importante puesto que en algunos casos, incluso, han supuesto pérdida de vidas humanas. Son tristemente célebres los aluviones de 1645, 1781, 1783, 1826, 1957 y 1988 (QUIRANTES et al., 1993, pág. 611). El de 1783 queda reflejado brevemente en el siguiente texto:

Entre once y una del día, corrió el barranco de Santa Catalina con tanta abundancia de agua y tan fuertes sus extragos, que será memorable por muchos años. Se llevó siete casas y arruinó otras muchas de las inmediaciones (...). Perekieron dos hombres y una niña y muchos se libraron de milagro. (En LORENZO y MOREIRA 1957, pág. 92).

El de 1826 parece ser que es el que mayores repercusiones ha tenido en los ámbitos humano y geomorfológico en la historia reciente del archipiélago (QUIRANTES et al. 1993, pág. 612). Son numerosas las referencias sobre este aluvión y gracias a ellas se ha podido reconstruir su origen y consecuencias (HERNÁNDEZ, 1968-69; QUIRANTES et al., 1993). De ahí la importancia de las crónicas históricas en el estudio del clima de Canarias, especialmente en los fenómenos extremos.

Por último, las sequías, suponen el otro gran apartado que cuenta con amplia documentación histórica puesto que en un medio tradicionalmente agrario la falta de agua puede llegar a tener consecuencias muy graves. Existen relatos muy interesantes sobre sequías severas que, sin duda, suponen uno de los rasgos más destacados del clima del archipiélago. Durante el siglo XVIII, por ejemplo, se hacen 17 rogativas por falta de agua en la ciudad de La Laguna en Tenerife (HERNÁNDEZ, 1990, pág. 59), lo que indica la alta frecuencia de estos períodos secos.

A pesar de la fertilidad proverbial de la Gran Canaria, con frecuencia se han experimentado sequías que han destruido sus sembrados, y que después de la casi completa desaparición de sus bosques, han sido más frecuentes (MILLARES, A., 1860, pág. 363).

A través de todos estos relatos se pueden deducir los principales rasgos del clima de Canarias: irregularidad pluviométrica, temperaturas suaves aunque no exentas de valores extremos, fundamentalmente cálidos, gran frecuencia del manto de estratocúmulos, etc. Sin embargo se hace patente la falta de mediciones meteorológicas y todo se debe a la pura observación. Aún así, comienzan a surgir, por parte de algunos naturalistas, los primeros trabajos con un peso climático importante.

Según Ory (1994, pág. 221), la primera publicación específica sobre el clima de Canarias data de 1823, realizada por Leopold von Buch y titulada “Remarques sur le climat des îles Canaries”. Este mismo autor, varios años después, también inserta un estudio climático del archipiélago en una obra general sobre la Geografía del archipiélago (BUCH, 1836). Por esta época (1845-1850) también es importante la información aportada por el diccionario de Pascual Madoz, con algunas descripciones climáticas de indudable valor. De cualquier manera será a partir de estos momentos, mediados del siglo XIX, con la instalación de aparatos de medición, cuando se avance con mayor rapidez en el estudio climático de las islas, comenzando así lo que hemos denominado fase de transición.

Etapa de transición

Esta fase de transición comienza aproximadamente a mediados del XIX y concluye en el primer tercio del siglo XX. Hemos creído conveniente establecer un período de transición entre la mera descripción de los siglos anteriores y la etapa científica siguiente puesto que en estos años ya se adivinan algunos cambios referidos fundamentalmente al inicio de la instalación de las primeras estaciones meteorológicas fijas. Además, aunque aún se está muy lejos de comenzar a conocer con cierto rigor el clima del archipiélago ya empiezan a publicarse trabajos más científicos al basarse en datos meteorológicos reales.³

De esta forma, en 1847 dos naturalistas franceses, Arago y Berthelot proponen el establecimiento de un observatorio meteorológico en los alrededores del Teide, aunque finalmente no se concluyó (ORY, 1994, pág. 221). Sin embargo, algunos años más tarde, en 1868, si se inaugura la primera estación meteorológica fija de Canarias y una de las primeras de España, en el instituto de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, que ha mantenido siempre la misma ubicación; con anterioridad sólo se habían realizado observaciones pero siempre de manera puntual y durante períodos de tiempo muy cortos. Asimismo, el ascenso al Teide de Piazzi-Smith en 1856 contribuye, de forma indudable, al conocimiento de la estructura vertical de la baja troposfera en la región, puesto que hizo notar que la cima del mar de nubes coincide con la base de la inversión térmica de subsidencia (LÓPEZ, 1985, pág. 410), lo cual supone ya una primera aportación científica sobre la singular disposición del aire en el archipiélago. Más tarde, en 1906, Julius von Hann también trabajaría sobre las inversiones en la isla de Tenerife y observaciones en el Teide.

Desde mediados de esta centuria llegan al archipiélago algunos investigadores relacionados con instituciones meteorológicas, especialmente desde Gran Bretaña, entre los que destacan Douglas, Whitford, Ward, Brown, etc. (ORY, 1994, pág. 223). Este último publica en 1905 un completo trabajo, que podría definirse como una guía de viajes para el turista de la época, donde dedica un amplio capítulo a los rasgos climáticos de tres de los archipiélagos macaronésicos: Azores, Madeira y Canarias,⁴ en el que, incluso, se acompaña de gráficos y modelos de la circulación atmosférica en toda esta región del globo (BROWN, 1905). Asimismo, por esta época, en 1900, se publica en una revista meteorológica inglesa un pequeño artículo sobre el polvo sahariano por parte de un meteorólogo inglés. Este texto es extremadamente significativo de las condiciones ambientales de las masas de aire del norte de África. Aunque su valor es fundamentalmente descriptivo, emplea algunos de los datos de los elementos climáticos más importantes (temperatura, humedad relativa, dirección del viento) medidos durante el episodio de tiempo sur (cua-

dro I) (SCOTT, 1900).⁵

CUADRO I
CUADRO RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA DURANTE
UN EPISODIO DE TIEMPO SUR EN FEBRERO DE 1898

FUENTE: SCOTT, 1900.

METEOROLOGICAL OBSERVATIONS AT PUERTO OROTAVA, TENERIFFE,
FEBRUARY 14-20, 1898.
64 FEET ABOVE MEAN SEA-LEVEL.

DAY.	Barometer at Mean Sea-Level.		Air Temperature.				Humidity.					
							Dep. of Wet.		Vapour Ten- sion.		Percentage.	
	9 a.m.	9 p.m.	9 a.m.	9 p.m.	Min.	Max.	9 a.m.	9 p.m.	9 a.m.	9 p.m.	9 a.m.	9 p.m.
	ins.	ins.							in.	in.	%	%
14	30.23	30.19	63.6	59.0	57.2	67.7	3.0	2.2	.485	.430	83	87
15	30.16	30.05	60.0	63.3	57.3	67.3	4.8	2.0	.374	.512	72	88
16	29.96	30.01	66.0	63.0	58.9	68.8	12.2	3.9	.288	.446	44	78
17	30.09	30.08	63.0	60.3	57.3	65.0	3.4	3.5	.462	.413	80	80
18	30.10	30.09	63.7	60.8	58.0	67.4	4.0	2.5	.457	.452	77	85
19	30.09	30.15	62.5	60.3	55.4	69.6	5.3	4.0	.399	.399	70	77
20	30.16	30.14	64.8	59.1	53.2	70.0	6.1	4.2	.413	.376	68	75

DAY.	Wind Direction and Force.				Cloud Amount.		Rain.	REMARKS.
	9 a.m.		9 p.m.		9 a.m.	9 p.m.	9 a.m.	
14	NE	2	S	1	8	3	.06	☉° in night.
15	S	1	NE	5	10	10	...	☉° in night and during day.
16	SE	6	Calm	0	10	10	...	Strong "South" weather.
17	Calm	0	Calm	0	10	10	...	See below.
18	S	1	Calm	0	10	10	.02	☉° shower in night. ≡ not so thick.
19	S	1	NE	1	4	4	...	≡ cleared at noon.
20	NE	1	S	1	5	8	...	Great visibility.

17th.—A dust haze amounting to fog. Dust fell very heavily. It was a very fine brown dust.
The sun was also a perfect blue ball.

En otoño de 1913, se comienza a construir el observatorio meteorológico de Izaña, uno de los más importantes de la red meteorológica nacional, situado a 2.367 metros sobre el nivel del mar, y cuyos primeros datos se remontan a 1916.⁶ La gran importancia de este observatorio radica en que es una de las escasas estaciones de primer orden situadas en la alta montaña española y además está integrado en la red BAPMoN.⁷ En este sentido hay que indicar que las instalaciones de Izaña fueron, durante muchos años y tras diversas ampliaciones, la sede central de la Meteorología en España, hasta que se inauguró el edificio de la ciudad universitaria en Madrid en 1962 (GARCÍA y GIMÉNEZ, 1985, pág. 55). Su emplazamiento y su larga serie de observaciones lo hace básico en todos los estudios climáticos y meteorológicos del archipiélago.

Etapas científicas

Las investigaciones con una base más científica, es decir, con la incorporación de series fiables y largas de datos numéricos y estadísticos proporcionados por las primeras estaciones meteorológicas oficiales así como la aplicación de las primeras teorías y conocimientos sobre circulación de la atmósfera o los principios básicos de la física del aire, no comienzan a publicarse hasta bien entrado el siglo XX.⁸ En un principio tratan aspectos muy parciales del clima de las islas; más concretamente de Tenerife en la mayor parte de las ocasiones.⁹

Este período consideramos que comienza aproximadamente con el segundo tercio del siglo XX. Salvo algunas excepciones (FICKER, 1930), los autores extranjeros van dando paso a los españoles. Así, Barasoain (1943) analiza el mar de nubes a lo largo de más de un año entre 1938 y 1939 y Font Tullot, entre 1945 y 1949, los vientos y nieblas en el aeropuerto de Los Rodeos, la radiación solar, la presión atmosférica en Izaña, etc.

En los años 40 y 50 este último meteorólogo trabajó intensamente no sólo en el clima de las islas sino también en el del antiguo Sáhara español (FONT TULLOT, 1949, 1955a y 1956a). Hasta hoy son más de una docena las obras de este autor relacionadas de alguna u otra manera con el clima de Canarias, de las cuales tal vez la de mayor importancia sea *El tiempo atmosférico de las Islas Canarias (1956b)*, puesto que supone una síntesis muy acertada de todos sus trabajos anteriores. Síntesis que de nuevo publica, casi treinta años más tarde, con algunas modificaciones y mayor profusión de datos, en una obra general sobre el clima de los países ibéricos (FONT TULLOT, 1983). Todas las investigaciones de este autor suponen, en realidad, el primer gran impulso en el conocimiento del clima de las islas Canarias.

Font Tullot establece las bases del conocimiento científico del clima de toda esta región Canarias - costa occidental sahariana a lo largo de algo más de una década de estudios. Ha sido el primer gran investigador científico en materia climática y meteorológica residente en Canarias. Sus numerosas publicaciones son la base de todos los trabajos de climatología posteriores y cualquier estudioso del tema ha de referirse a él. Resulta imprescindible conocer la totalidad de sus publicaciones antes de comenzar cualquier investigación relacionada con el clima del archipiélago. A pesar de los años transcurridos desde sus primeras publicaciones aún hoy se mantienen vigentes la mayor parte de sus conclusiones.

Sus trabajos emplean, fundamentalmente, datos de la isla de Tenerife a lo que contribuyó, sin duda, su destino en el observatorio de Izaña y el mayor número de estaciones meteorológicas con respecto al resto de las islas. Aún así, la mayoría de sus conclusiones son perfectamente extrapolables a todo el archipiélago. Es el primer investigador en emplear sistemáticamente los mapas del tiempo como fuente de información, por lo que su método de trabajo es básicamente sinóptico. De esta manera es también el primer autor en realizar una completa clasificación de tipos de tiempo para las islas (FONT TULLOT, 1956b),¹⁰ con ocho tipos distintos, estableciendo las características y frecuencia de cada uno de ellos así como la situación sinóptica tipo. Además a algunas de estas situaciones meteorológicas dedicó trabajos monográficos, como es el caso de “las invasiones de aire caliente africano” (FONT TULLOT, 1950) o “las depresiones frías” (FONT TULLOT, 1955c). Asimismo, aunque no pudo contar con la información primordial de los sondeos

termodinámicos, llevo a analizar las inversiones térmicas de subsidencia, las cuales son, sin lugar a dudas, uno de los rasgos más destacados del clima de Canarias, y establece ya la altitud media mensual aproximada a la que ésta se localiza (FONT TULLOT, 1951). Además también estudió de forma exhaustiva los factores que determinan el clima de las islas (FONT TULLOT, 1955b).

En definitiva este investigador puso los cimientos de la climatología científica en Canarias. Aunque haya aspectos que ya han quedado algo desfasados sus aportaciones tienen un valor incalculable. Podemos afirmar, incluso, que sólo a partir de sus trabajos comenzó a conocerse realmente el clima de las islas.

También en esta misma época destacan otros trabajos que tratan aspectos parciales de los rasgos climáticos de Canarias, como la dirección de los vientos (GRACIA, 1946), las borrascas del frente polar que llegan a las islas (LINÉS, 1953), el mar de nubes (GARCÍA, 1955-56) o, incluso, clasificaciones climáticas aplicadas al archipiélago (LÓPEZ, 1959).

Después de las publicaciones de Font Tullot no es hasta 1969 cuando el francés André Huetz de Lemps realiza una obra general del clima de Canarias, la cual además de ser una contribución fundamental en el campo de la climatología, está realizada con una concepción claramente geográfica (MARZOL, 1987a, pág. 3), y representa el segundo gran trabajo general del clima de las islas. Este autor también emplea un método sinóptico y utiliza una serie de datos amplia (1946-1965) contando, además con la información, por primera vez, de los sondeos termodinámicos de Santa Cruz de Tenerife en los últimos años del estudio. Gracias a toda esa información también plantea una clasificación de tipos de tiempo. Aunque en buena parte está basada en los trabajos de Font Tullot, Huetz de Lemps sólo emplea tres tipos fundamentales: “el régimen de los alisios marítimos”, “el régimen del viento continental sahariano” y “las perturbaciones oceánicas”. Ahora bien, dentro de éstos, define muchos subtipos y situaciones que matizan las condiciones medias de cada uno de ellos. Una parte encomiable de la obra de este autor es la estadística de frecuencia de los tipos de tiempo realizada a escala diaria en cuatro años (1953, 1961, 1963 y 1964), lo que avala el rigor de su obra.

En estos años también se publican algunos trabajos de biólogos, geólogos, etc., en algunos casos no quedan exentos de ciertos errores de tipo conceptual, con capítulos o apartados en los que se trata, generalmente de forma somera, el clima. Tal vez los más representativos sean una amplia obra de Geografía de Canarias (BRAVO, 1954) y un trabajo exhaustivo sobre las obras hidráulicas de la isla de Gran Canaria, incluso con mapas de isoyetas de esa isla (BENÍTEZ, 1958-59).

También desde los años 70, se han publicado diversos artículos y libros donde la variable clima, sin ser el único objeto de estudio, sí representa una parte fundamental de éstos: es el caso de las relaciones clima - vegetación (KAMMER, 1974; MARZOL et al., 1988 y LUIS et al., 1994), clima - incendios forestales (DORTA et. al., 1991; DORTA y MARZOL, 1993), o clima y contaminación atmosférica (MARZOL, 1987c). Asimismo, dentro de esta misma línea el clima aparece siempre en una gran parte de los trabajos de Geografía Física del archipiélago, especialmente en los relacionados con la biogeografía o con una visión integradora del paisaje (PÉREZ CHACÓN, 1984; AROZENA, 1987 y

1991; LUIS, 1994; BELTRÁN 1991; FERNÁNDEZ PELLO, 1989 etc.) o, incluso, en estudios diversos, especialmente botánicos (CEBALLOS y ORTUÑO, 1976; GONZÁLEZ et al., 1986)

A pesar de que aún quedan muchos huecos por llenar en el estudio del clima de Canarias, en los últimos años, a partir de la década de los ochenta hasta la actualidad, han salido a la luz numerosos trabajos. Con la novedosa información ofrecida por los satélites meteorológicos, a principios de esta década,¹¹ sale a la luz un pequeño estudio sobre una situación atmosférica de mayo de 1979 en las islas (TABEAUD, 1982).

Paralelamente, una parte importante de los trabajos de climatología en Canarias se originan en el Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna, siendo el primero de éstos una memoria de licenciatura sobre el clima de Tenerife (MARZOL, 1980). Algo más tarde también se publica un artículo sobre las condiciones climáticas locales de la fachada de barlovento de la isla de Gran Canaria (MARTÍN, 1984). Dentro de este departamento es muy significativo el trabajo desarrollado por la doctora Marzol Jaén, el cual supone el último gran impulso en el conocimiento general del clima de las islas y cuyas obras más representativas durante estos años ochenta hacen referencia a las precipitaciones en las islas (MARZOL 1987a, 1987b, 1988a, 1988b). Asimismo, es autora de otro gran trabajo sobre el clima de Canarias (MARZOL, 1984) y profundiza en el estudio de numerosos aspectos climáticos de las islas.

Bajo su dirección, se trabaja en la actualidad en diversas líneas de investigación dentro de la climatología, fruto de las cuales se han publicado trabajos referentes a las olas de calor (DORTA, 1989, 1990), el clima urbano de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife (DORTA et al., 1991; MARZOL et al., 1992), la dinámica atmosférica (DORTA et al., 1993), el mar de nubes (VALLADARES, 1995 y 1996) y la precipitación de niebla (MARZOL et al., 1994, 1996 y 1997), tema también tratado por otros autores (GIODA et al., 1993a y GIODA et al., 1993b) y cuyo primer antecedente data de principios de siglo (PÉREZ, 1918).

El método sinóptico es ampliamente empleado en la mayoría de todas estas obras, al que se le comienzan a añadir técnicas estadísticas para tratar el gran volumen de datos climáticos con el que ya se puede contar (DORTA, 1997). Además, la generalización de los ordenadores permite la manipulación de esa información numérica, pudiéndose conjugar la utilización del mapa del tiempo con las cada vez más numerosas estaciones meteorológicas y con la información de los sondeos termodinámicos. Estos últimos también han permitido profundizar en el conocimiento de la estructura vertical de la atmósfera en nuestra región (MARZOL, 1995; DORTA, 1996).

Asimismo, esta misma investigadora realiza, al igual que sus predecesores Font Tullot y Huetz de Lemps, una clasificación de tipos de tiempo, siendo la más reciente de todas ellas (1993b). Se trata de un catálogo muy esquemático y a la vez didáctico en el que bajo la denominación de “situaciones atmosféricas” distingue tres tipos claramente diferenciados: “el régimen de alisios”, “las borrascas oceánicas” y “las invasiones de aire cálido sahariano”, muy similar al esquema más simple planteado por Huetz de Lemps. Cada una de estas situaciones se corresponde con una combinación diferente de la localización y potencia de los centros de presión.

De forma paralela, en el Departamento de Arte Ciudad y Territorio de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en su sección de Geografía, también se han realizado algunos trabajos aunque más puntuales, relacionados con las precipitaciones en la isla de Lanzarote (DÁVILA y TORRES 1995; DÁVILA Y ROMERO, 1994) y de Gran Canaria (ROMERO y HERNÁNDEZ, 1996), y las olas de calor en las islas (DORTA, 1991).

Desde el Instituto Nacional de Meteorología se han publicado trabajos casi exclusivamente estadísticos sobre los elementos del clima utilizando las estaciones meteorológicas principales del archipiélago (JOVER, 1973; ROLDÁN, 1985)¹² o, recientemente, cuestiones mucho más específicas (RUS, 1993).

Este centro y el Departamento de Física Fundamental y Experimental de la Universidad de La Laguna han trabajado a lo largo de los años noventa con la información de la estación BAPMoN de Izaña. Estas publicaciones están relacionadas con la composición química troposférica y con física del aire en las que se muestran las mediciones de algunos gases como el dióxido de carbono (CUEVAS et al., 1991; NAVASCUES, B. y RUS, C., 1991) y Ozono (DÍAZ et al., 1992; GUERRA, 1996). También publicaciones específicamente de contaminación atmosférica superficial (GUERRA, et al., 1993). En realidad el objeto de trabajo de estas publicaciones no es el clima en sí sino cuestiones muy específicas de la atmósfera canaria.

En los últimos años también destaca la obra de Reinhold Lazar, profesor de geografía en la universidad austriaca de Graz, sobre las condiciones térmicas locales del sector de Las Cañadas del Teide en la isla de Tenerife (1996), los trabajos de cartografía temática realizados desde el área de Ecología de la Universidad de La Laguna (FERRER et al., 1996) y un estudio de López Ruano de bioclimatología de Tenerife (1996).

En los cuadros II y III aparecen esquematizados de forma cronológica los trabajos más representativos de la que hemos denominado etapa científica en la climatología de Canarias. Sólo se han considerado los que el objeto principal del estudio es el clima de las islas, bien tratado de manera general o parcial.

ELABORACIÓN PROPIA

*Obra general con capítulo dedicado al clima de Canarias.

**No se ha podido acceder a ese trabajo

CUADRO II

RELACIÓN CRONOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES AUTORES Y PUBLICACIONES SOBRE EL CLIMA DE CANARIAS (1930-1980)

CRONOLOGÍA	AUTOR	AÑO	FORMATO	TEMA TRATADO	ISLA
1930-1940	FICKER, H.**	1930	Libro	Inversión térmica	Tenerife
11941-1950	BARASOÁIN, J.A.	1943	Libro	Mar de nubes	Tenerife
	BENÍTEZ, S.**	1945	Artículo de revista		
	FONT, I.	1945	Libro	Vientos y niebla	Tenerife
	GARCÍA, F.	1946	Artículo de revista	Vientos	Canarias
	FONT, I.	1946	Artículo de revista	Radiación	Tenerife
	FONT, I.	1947	Artículo de revista	Presión	Tenerife
	FONT, I.	1949	Artículo de revista	Vientos	Tenerife
	FONT, I.	1950	Artículo de revista	Aire sahariano	Canarias
1951-1960	FONT, I.	1951	Artículo de revista	Estructura vertical del aire	Canarias
	FONT, I.	1952	Artículo de revista	Vientos	Tenerife
	LINÉS, A.	1953	Artículo de revista	Borrascas	Canarias
	BRAVO, T.	1954	Capítulo de libro*	General	Canarias
	FONT, I.	1955	Artículo de revista	Factores del clima	Canarias
	FONT, I.	1955	Artículo de revista	Borrascas	Canarias
	FONT, I.	1955	Artículo de revista	Perturbaciones tropicales	Canarias
	GARCÍA, O.	1955-56	Artículo de revista	Mar de nubes	Tenerife
	FONT, I.	1956	Artículo de revista	General	Canarias
	BENÍTEZ, S.	1958-59	Capítulo de libro	General	Gran Canaria
	FONT, I.	1959	Artículo de revista	General	Canarias
	LÓPEZ, J. Y LÓPEZ, A.	1959	Artículo de revista	Clasificación climática	Canarias
1961-1970	HUETZ DE LEMPS, A.	1969	Libro	General	Canarias
1971-1980	JOVER, D.	1973	Libro	Análisis estadístico	Gran Canaria
	KÄMER, F.	1974	Libro	General	Tenerife
	MARZOL, M ^a .V.	1980	Memoria de Licenciatura	General	Tenerife
	MARZOL, M ^a .V.	1980	Comunicación congreso	Fuentes meteorológicas	Canarias

CUADRO III

RELACIÓN CRONOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES AUTORES Y PUBLICACIONES SOBRE EL CLIMA DE CANARIAS (1981-1997)

CRONOLOGÍA	AUTOR	AÑO	FORMATO	TEMA TRATADO	ISLA
1981-1990	MARZOL, M ^o .V.	1981	Comunicación congreso	Clima de montaña	Tenerife
	TABEAUD, M.	1982	Artículo de revista	Imágenes de satélite	Canarias
	FONT, I.	1983	Capítulo de libro	General	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1984	Capítulo de libro	General	Canarias
	MARTÍN, J.F.	1984	Artículo de revista	Clima local	Gran Canaria
	RODRÍGUEZ, G.	1984	Artículo de revista	Lluvia artificial	Canarias
	LÓPEZ, J.	1985	Artículo de revista	Climatología histórica	Tenerife
	ROLDÁN, A.	1985	Libro	Análisis estadístico	Tenerife
	LÓPEZ, A.	1987	Artículo de revista	Climatología histórica	Tenerife
	MARZOL, M ^o .V.	1987	Tesis doctoral	Precipitaciones	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1987	Artículo de revista	Precipitaciones	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1987	Artículo de revista	Clima y contaminación atmosfér.	Tenerife
	MARZOL, M ^o .V.	1987	Artículo de revista	Olas de frío	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1988	Libro	Precipitaciones	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1988	Capítulo de libro	Precipitaciones	Canarias
	MARZOL, M ^o .V. et al.**	1988	Capítulo de libro	Clima y vegetación	Tenerife
	BERGAMETTI, G. et al.**	1989	Artículo de revista	Imágenes de Satélite	Canarias
	DORTA, P.	1989	Memoria de licenciatura	Olas de calor	Tener. y G. Canaria
	RUS, C.	1989	Artículo de revista	Cartografía climática	La Palma
	ALBENTOSA, L.	1989	Capítulo de libro*	General	Canarias
	DORTA, P.	1990	Artículo de revista	Olas de calor	Canarias
DORTA, P. et al.	1990	Comunicación congreso	Clima urbano	Tenerife	
MARZOL, M ^o .V.	1990	Capítulo de libro	Clima local	Tenerife	
MARZOL, M ^o .V.	1990	Capítulo de libro	Factores de clima	Canarias	
1991-1997	DORTA, P.	1991	Artículo de revista	Olas de calor	Canarias
	DORTA, P. et al.	1991	Actas de congreso	Clima e incendios forestales	Canarias
	MARZOL, et al.	1991	Capítulo de libro	Clima urbano	Tenerife
	MARZOL, M ^o .V.	1992	Capítulo de libro	Clima y contaminación atmosfér.	Tenerife
	DORTA, P.	1993	Capítulo de libro	Tipos de tiempo	Canarias
	DORTA, P.	1993	Capítulo de libro	Clima e incendios forestales	La Palma
	DORTA, P. et al.	1993	Capítulo de libro	Dinámica atmosférica	Canarias
	GIODA, A. et al.	1993	Artículo de revista	Precipitación de niebla	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1993	Capítulo de libro	General	Canarias
	MARZOL, M ^o .V.	1993	Capítulo de libro	Tipos de tiempo	Canarias
	DÁVILA M ^o .P. y ROMERO, L.E.	1994	Actas de congreso	Precipitaciones	Lanzarote
	GARCÍA, L. Y REIJA, A.	1994	Capítulo de libro*	General	Canarias
	LUIS, M. et al.	1994	Artículo de revista	Clima y vegetación	Tenerife
	MARZOL, M ^o .V. et al.	1994	Capítulo de libro	Precipitación de niebla	Tenerife
	ORY, F.	1994	Capítulo de libro	Climatología histórica	Canarias
	SÁNCHEZ, E. Y VOCES, J.	1994	Capítulo de libro	Clima local	Gran Canaria
	DÁVILA M ^o .P. y TORRES, C.G.	1995	Actas de congreso	Precipitaciones	Lanzarote
	MARZOL, M ^o .V.	1995	Artículo de revista	Estructura vertical del aire	Canarias
	ORY, F.	1995	Capítulo de libro	Climatología histórica	Tenerife
	VALLADARES, P.	1995	Memoria de licenciatura	Mar de nubes	Tenerife
	VALLADARES, P.	1996	Artículo de revista	Mar de nubes	Tenerife
	ROMERO, L.E.	1996	Capítulo de libro	Precipitaciones	Gran Canaria
	DORTA, P.	1996	Artículo de revista	Estructura vertical del aire	Canarias
	MARZOL, M ^o .V. et al.	1996	Capítulo de libro	Precipitación de niebla	Tenerife
	LAZAR, R.	1996	Artículo de revista	Clima de montaña	Tenerife
	FERRER, F. et al.	1996	Capítulo de libro	Cartografía climática	Tenerife
	FERRER, F. et al.	1996	Capítulo de libro	Cartografía climática	Tenerife
	LÓPEZ, F.	1996	Capítulo de libro	Clima y vegetación	Tenerife
	GUERRA, J.C.	1996	Tesis doctoral	Clima y contaminación atmosfér.	Tenerife
	DORTA, P.	1997	Tesis doctoral	Aire sahariano	Canarias
MARZOL, M ^o .V.	1997	Capítulo de libro	General	Canarias	
MARZOL, M ^o .V. et al.	1997	Capítulo de libro	Precipitación de niebla	Tenerife	

ELABORACIÓN PROPIA

*Obra general con capítulo dedicado al clima de Canarias.

**No se ha podido acceder a ese trabajo

Conclusiones

En definitiva, los conocimientos que se tienen hoy sobre el clima de Canarias son resultado de los numerosos trabajos que han realizado multitud de investigadores: desde las primeras referencias exclusivamente descriptivas del siglo XVI hasta los estudios más recientes en los que se emplean los datos de las estaciones meteorológicas, los mapas del tiempo y los sondeos termodinámicos con métodos y técnicas .

A lo largo de las tres etapas que hemos establecido se ha pasado de la pura descripción a la medición y explicación de todas las variables que intervienen en el clima de las islas, se ha evolucionado desde la intuición a la comprobación y evaluación de los fenómenos.

La fase precientífica, con observaciones directas, muy pocos datos y conocimientos muy limitados por parte de los autores pero muy rica en los detalles aportados en las descripciones de los fenómenos, comprendida entre los siglos XVI y mediados del XIX.

La de transición, hasta el primer tercio del siglo XX, en la que comienzan a instalarse los primeros observatorios meteorológicos y se publican algunos trabajos exclusivamente climáticos y donde la variable clima comienza a tener un peso destacado.

Y la última, científica, con la utilización de la abundante información numérica y gráfica suministrada por los centros meteorológicos, especialmente desde los años 40 hasta la actualidad, en la que se puede ver la gran diversidad de temas en los que se ha trabajado. Todo ello ha permitido que hoy el clima de Canarias se conozca con relativa profundidad. Evidentemente, es en los últimos años en los que se ha avanzado más, destacando por calidad, cantidad y generalidad de los estudios Font Tullot, Huetz de Lempy y Marzol Jaén.

Analizando la bibliografía podemos observar como es la isla de Tenerife sobre la que mayor número de trabajos se han realizado. Sin duda por su altitud, lo que ha permitido analizar el mar de nubes y la inversión térmica, y por su red meteorológica, más extensa en cantidad de observatorios y en las series temporales. Aunque hay también que señalar que esa red es al mismo tiempo causa y efecto puesto que permite un análisis más pormenorizado, pero también es la altitud de la propia isla la que crea la necesidad y la demanda de la instalación de las estaciones. Por otro lado los temas que han tenido un mayor seguimiento han sido los relacionados con las precipitaciones y la inestabilidad en las islas, con más de una decena de trabajos, y el mar de nubes y la precipitación de niebla.

Aún así, el clima de Canarias no es ni mucho menos un tema cerrado. Hay numerosas cuestiones en las que se continúa trabajando en la actualidad: tipos de tiempo, clima y vegetación, precipitación de niebla, contaminación atmosférica, etc. Sin duda, el uso de nuevas técnicas ya sea estadísticas, de teledetección o en los sistemas de información geográfico, poco utilizadas hasta la actualidad, contribuirán a seguir avanzando en el conocimiento del clima canario, difícil de definir por su situación latitudinal de transición y por todas las discontinuidades que impone el relieve de las islas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBENTOSA, L. (1989) El clima y las aguas. Madrid, Síntesis.
- AROZENA, M.E. (1991) *Los paisajes naturales de La Gomera*. Excmo. Cabildo Insular de La Gomera.
- BARASOAIN, J. A. (1943) *El mar de nubes en Tenerife*. Madrid, S.M.N. Serie A-13.
- BELTRÁN, E. (1991): “Los volcanes de Garachico y Arafo como unidades de paisaje de la Isla de Tenerife (Islas Canarias)”. *Alisios*. nº 1, págs 55-70.
- BENITEZ, S. (1945) “Aclaración de un dato meteorológico que afecta a la morfología insular”. Anexo El *Museo Canario*. nº 14, págs 1-8.
- BENÍTEZ, S. (1958-59) *Gran Canaria y sus obras hidráulicas. Bases geográficas y realizaciones técnicas*. Las Palmas, Cabildo Insular de Gran Canaria.
- BERGAMETTI, G.; GOMES, L.; COUDE-GAUSSSEN, G.; ROGNON, P. y LE COUSTOMER, M.N. (1989) “African dust observed over Canary Island: source regions identification and transport pattern for some summer situations”. *Journal of Geophysical Research*., Vol 94, pág. 14855-14864.
- BERTHELOT, S. (1980) *Primera estancia en Tenerife 1820-1830*. Traducido por L.D. Cuscoy. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife.
- BRAVO, T. (1954) *Geografía General de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife, Goya Ediciones.
- BRITO, O. (1989) “La langosta en Canarias durante el antiguo régimen”. *Anuario de Estudios Atlánticos*, nº 35, págs. 67-101.
- BROWN, A. S. (1905) *Madeira, Canary Islands and Azores*. London, Sampson Low, Marston & Co.
- BUCH, L. (1823) “Remarques sur le climat des îles Canaries”. *Ann. Chim. Phys.* nº 22, págs 281-304.
- BUCH, L. (1836) *Description phisyque del Iles Canaries*, París, F. G. Levrault.
- CAÑIZO DEL, J. (1953-54) *Invasión de langosta peregrina en Canarias (octubre de 1954)*. Madrid, I.N.I.A. Serie fitopatología nº 273.
- CASTRO, A. (1992) “Crónica de Canarias”. *Noticias del INM*, nº 36-37.
- CEBALLOS Y ORTUÑO, F. (1976) *Vegetación y flora forestal de las Canarias Occidentales*. Santa Cruz de Tenerife, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife.
- COQUET, A. (1982) *Una excursión a las Islas Canarias*. Traducido por J. Degado. La Orotava (Tenerife), Colección.
- CUEVAS, E.; DÍAZ, A. y MARTÍN, F. (1991) “Atmospheric carbon dioxide concentration at Izaña BAPMoN observatory, Canary Islands, 1984-1990”. *These Proceedings*.
- DAVILA, M.P. y TORRES, C.G. (1995) “Estudio de las lluvias torrenciales acaecidas en febrero de 1989 en Lanzarote”. *IV Jornadas de estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*. Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote Tomo IV, págs. 239-250.
- DAVILA M.P. y ROMERO, L.E. (1994) “Precipitaciones máximas en Lanzarote. Régimen de intensidades y frecuencias”. *V Jornadas de estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*. Excmo. Cabildo Insular de Fuerteventura. Tomo V, págs. 54-72.
- DÍAZ, A.; GUERRA, J.C.; REDONDAS, A. y CUEVAS, E. (1992) “Tropospheric Ozone in Tenerife measured at Izaña BAPMoN Observatory and La Laguna University Station”. *Air Pollution Modelling and its Application IX*. New York, H.van Dop y G. Kallos Plenum Press, págs. 437-444.
- DORTA, P. (1989) *Las olas de calor estivales en Tenerife y Gran Canaria*. Memoria de licenciatura. Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna. Inédita.
- DORTA, P. (1990a) “La ola de calor del 15 al 24 de marzo de 1990 (en Canarias)”. *Boletín climatológico mensual del Centro Meteorológico Zonal de Santa Cruz de Tenerife*, nº 3, págs 26-32.
- DORTA, P. (1990b) “Estado de la atmósfera en las olas de calor estivales en Canarias”. *Ería*. nº 23, págs 205-211.
- DORTA, P. (1991) “Características climatológicas de las olas de calor estivales en Canarias”. *Alisios*. nº 1, págs 7-20.
- DORTA, P. (1993) “El clima: los tipos de tiempo”. En *Geografía de Canarias*. Tomo I (Geografía General) cap. VIII, Las Palmas de Gran Canaria, Prensa Canaria Ibérica S.A., págs. 117-132.
- DORTA, P. (1996) “Las inversiones térmicas en Canarias”. *Investigaciones Geográficas*, nº 15, págs. 109-124.

- DORTA, P. (1997) Las invasiones de aire sahariano en el archipiélago canario. Tesis Doctoral, Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna. Inédita.
- DORTA, P.; MARZOL, V.; RODRIGUEZ, J. (1990) "Estudio del clima urbano de una ciudad del litoral. El caso de Santa Cruz de Tenerife (I. Canarias)". *VI Trobadas Científiques de la Mediterrania: Energia, Medi Ambient i Edificació*. Menorca. Institut d'Estudis Catalans, págs 69-89.
- DORTA, P.; MARZOL, M^a.V. y SANCHEZ J.L. (1991) "Los incendios en el Archipiélago Canario y su relación con la situación atmosférica. Causas y efectos". *Actas del XII Congreso Nacional de Geografía*. Valencia, A.G.E., págs 151-158.
- DORTA, P. y MARZOL, M^a.V. (1993) "Los incendios forestales en la isla de La Palma", *Actas del I Encuentro del Geografía, Historia y Arte*. Patronato del V Centenario de la Fundación de Santa Cruz de La Palma. Tomo III, págs 190-204.
- DORTA, P.; MARZOL, M.V. y VALLADARES, P. (1993) "Localisation et fréquence des cellules de pression dans l'Atlantique nord, l'Europe occidentale et le nord l'Afrique (1983-1992)". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*. Thessaloniki, vol. 6, págs. 453-466.
- EDUARDES, CH. (1888) *Rides and studies in the Canary Islands*. Londres, T. Fisher Unwin.
- FERNÁNDEZ, F. (1995) *Manual de Climatología Aplicada: clima medio ambiente y planificación*. Madrid, Síntesis.
- FERNÁNDEZ PELLO, L. (1989) *Los paisajes naturales de la isla de El Hierro*. Excmo. Cabildo Insular de El Hierro-Centro de la Cultura Popular Canaria.
- FERRER, F.; CABRERA, P.; GARCÍA, A. y DE NICOLÁS, J.P. (1996) "Metodología sobre cartografía bioclimática". *Clima y agua: la gestión de un recurso Climático*. Madrid, Edit. Marzol, Dorta y Valladares, págs. 365-378.
- FERRER, F.; CABRERA, P.; GARCÍA, A. y DE NICOLÁS, J.P. (1996) "La cartografía climática básica. Su significación aplicada". *Clima y agua: la gestión de un recurso Climático*. Madrid, Edit. Marzol, Dorta y Valladares, págs. 379-384.
- FICKER, H. (1930) *Die Meteorologischen verhältnisse der Insel Teneriffe*. Berlín, Press Akad.
- FONT TULLOT, I. (1945) *Resumen del régimen de vientos y nieblas en el aeropuerto de Tenerife*. Madrid, S.M.N.
- FONT TULLOT, I. (1946) "La intensidad de la radiación solar en el observatorio de Izaña (Tenerife) y su relación con la humedad absoluta, polvo atmosférico y régimen de vientos". *Revista de Geofísica*, vol V, nº 19, págs 329-338.
- FONT TULLOT, I. (1947) "La variación diurna de la presión atmosférica en el observatorio de Izaña-Tenerife". *Revista de Geofísica*, vol. VI, nº 23, págs 450-457.
- FONT TULLOT, I. (1949a) "El régimen de vientos superiores en Tenerife". *Revista de Geofísica*, vol. VIII, nº 32, págs 486-506.
- FONT TULLOT, I. (1949b) *El clima del Africa occidental española*. Madrid, S.M.N. Serie A (memorias nº 21).
- FONT TULLOT, I. (1950) "Las invasiones de aire caliente africano en el Archipiélago Canario". *Revista de Geofísica*, vol IX, nº 36, págs 334-349.
- FONT TULLOT, I. (1951) "El espesor de la capa superficial de aire marítimo en la región de las Islas Canarias". *Revista de Geofísica*, vol X, nº 40, págs 281-291.
- FONT TULLOT, I. (1952) "La corriente aérea superior del NW en Tenerife". *Revista de Geofísica*, vol XI, nº 42, págs 157-172.
- FONT TULLOT, I. (1955a) *El clima del Sáhara*. Madrid, Instituto de Estudios Africanos.
- FONT TULLOT, I. (1955b) "Factores que gobiernan el clima de las Islas Canarias". *Estudios Geográficos*, nº 58, págs. 5-21.
- FONT TULLOT, I. (1955c) "Efectos de las depresiones frías en el tiempo de las Islas Canarias". *Revista de Geofísica*, vol XIV, nº 56, págs 347-362.
- FONT TULLOT, I. (1955d) "Perturbaciones tropicales del tiempo atmosférico en la región de Canarias y Sáhara Español". *Revista de Geofísica*, vol XIV, nº 54, págs 139-152.
- FONT TULLOT, I. (1956a) "Las causas de la sequedad del Sáhara". *Estudios Geográficos*, nº 62, págs. 61-73.
- FONT TULLOT, I. (1956b) *El tiempo atmosférico en las Islas Canarias*, Madrid, S.N.M. Serie A (memorias nº 26).
- FONT TULLOT, I. (1959) "El clima de las Islas Canarias". *Anuario de Estudios Atlánticos*, nº 5, págs 57-103.

- FONT TULLOT, I. (1983) *Climatología de España y Portugal*. Madrid, I.N.M.
- FONT TULLOT, I. (1988) *Historia del clima de España: cambios climáticos y sus causas*. Madrid, I.N.M.
- GARCIA, L. y GIMENEZ, J.M. (1985) *Notas para la historia de la Meteorología en España*. Madrid, Instituto Nacional de Meteorología.
- GARCÍA, L. y REIJA, A. (1994) *Tiempo y clima en España. Meteorología de las autonomías*. Madrid, Dossat 2000.
- GARCÍA, P. (1955-1956) "El mar de nubes en Tenerife". *Boletín trimestral del C.M.T.* nº 84 y 85. s.p.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L y GARCÍA-VEGA, C. (1998) "Notas meteorológicas relativas a los archipiélagos de Baleares y de Canarias". *Calendario Meteorológico 1998*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, págs. 243-252.
- GIL, A. Y OLCINA, J. (1997) *Climatología general*. Ariel, Barcelona.
- GIODA, A.; HERNÁNDEZ, Z. y GONZÁLEZ, E. (1993) "Observatoires, brouillards et arbres fontaines aux Canaries". *Veille Climatique Satellitaire*, nº 46, págs. 38-49.
- GIODA, A.; ACOSTA, A.; FONTANEL, P.; HERNÁNDEZ, Z. y SANTOS, A. (1993) "El árbol fuente". *Mundo científico*, nº 132, págs. 126-134.
- GLAS, G. (1982) *Descripción de las islas Canarias. 1764*. La Laguna. Instituto de Estudios Canarios - Goya Ediciones.
- GONZÁLEZ, M^a.N.; RODRIGO, J.D. y SUÁREZ, C. (1986) *Flora y vegetación del Archipiélago canario*. Las Palmas de Gran Canaria, Edirca.
- GRÁCIA, F. (1946) "¿Cuál es la dirección del alisio en las Islas Canarias?". *El Museo Canario*, Separata nº 17, págs 33-41.
- GUERRA, J.C.; ÁLVAREZ, C.; DÍAZ, A. y DÍAZ, J.P. (1993) "Primeras mediciones de las concentraciones de NOx en La Laguna". *Revista Academia Canaria de Ciencias*, vol. V, págs. 9-18.
- GUERRA, J.C. (1996) *Concentraciones de Ozono superficial en Tenerife bajo la capa de inversión térmica*. Tesis Doctoral, Dpto. de Física Fundamental y Experimental, Universidad de La Laguna. Inédita.
- HANN, J.v. (1906) "Die Windrichtung auf dem Gipfel des Teide". *Meteorologische Zeitschrift*.
- HERNÁNDEZ, M. (1990) *La muerte en Canarias en el siglo XVIII*. La Laguna, Centro de la Cultura Popular Canaria-Ayuntamiento de La Laguna.
- HERNÁNDEZ, J.C. (1968-69) "Efectos del aluvión de 1826 en Güimar". *Revista de Historia Canaria*. Nº 157-164, págs. 222-231.
- HUETZ DE LEMPS, A. (1969) *Le climat de Iles Canaries*. Paris, S.E.D.E.S.
- HUMBOLDT, A. et BONPLAND, A. (1816) *Voyage aux regions equinoxiales du Nouveau continent fait en 1799 et 1804*. Paris, Librairie Grecque-Latine-Allemende.
- HUMBOLDT, A. (1997) *Del Orinoco al Amazonas*. Barcelona, Guadarrama.
- JOVER, D. (1973) *Notas para una climatología de Gando*. Madrid. S.M.N. Serie A-59.
- KAMMER, F. (1974) *Klima und Vegetation auf Tenerife besonders im Hinblick auf den Nebelniederschlag*. Gotinga, Scripta Geobotanica.
- LAZAR, R. (1996) "Geländeklimatische Untersuchungen auf Teneriffa (insbesondere in den Canadas)". *Sonderdruck aus Wetter und Leben*, nº 48, págs. 217-240.
- LEDRU, A.P. (1982) *Viaje a la isla de Tenerife (1796)*. La Orotava, José A. Delgado Luis.
- LECLERCQ, J. (1990) *Viaje a las islas Afortunadas (1879)*. Madrid, Vicenconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- LINÉS, A. (1953) "Los temporales en las Islas Canarias". *Estudios Geográficos*, nº 52, págs. 345-361.
- LÓPEZ, J.A. y POLO, F.A. (1990) "Situación de contaminación atmosférica en Las Palmas durante 1982 y 1983. Análisis de los factores principales". *Afinidad*. nº47, págs. 74-80.
- LOPEZ, J. y A. (1959) "El clima de Canarias según la clasificación de Köpen". *Estudios geográficos*, nº 75, págs. 167-188.
- LOPEZ, J. (1985) "Observaciones de Humboldt sobre el clima del Teide". *Estudios Geográficos*. nº 181, págs 409-415.
- LOPEZ, A. (1987) "Importancia decisiva del Teide en la historia de la Climatología". *Arbor*, nº 487, págs 41-72.
- LORENZO, J.B. (1975) *Noticias para la Historia de La Palma*. La Laguna, Instituto de Estudios Canarios.
- LÓPEZ, F. (1996) "Contribución a la caracterización bioclimática de Tenerife". *Clima y agua: la gestión de un recurso Climático*. Madrid, Edit. Marzol, Dorta y Valladares, págs. 385-398.
- LORENZO, J.B. y MORERA, A. (1957) "Una tromba de agua en La Palma, en 1783". *Revista de Historia Canaria*, nº 117-118.

- LUIS, M.; AROZENA, M^a.E.; BELTRÁN, E.; DORTA, P. y MARZOL, M^a.V. (1994) “El clima en la variación espacial del pinar de Tenerife”. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*. Lisboa, págs. 393-406.
- LUIS, M. (1994) *Los paisajes vegetales de la vertiente Norte de Tenerife*. Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna. Tesis Doctoral inédita.
- NAVASCUES, B. y RUS, C. (1991) Carbon dioxide observations at Izaña Base-line Station, Tenerife (Canary Island) 1984-1988. *Tellus*, nº 43B, págs. 118-125.
- MADOZ, P. (1986) Diccionario geográfico - estadístico - histórico de España (Canarias) (1845-1850). Valladolid, Ámbito/Editorial Interinsular Canaria.
- MARIN, M. (1991-92) “Los cambios metodológicos en los actuales estudios climáticos”. *Documents d'Analisi Geografica*, nº19-20, págs 195-217.
- MARTIN, J.F. (1984) “Los rasgos climáticos de la fachada de barlovento de Gran Canaria”. *Revista de Geografía Canaria*, tomo I, págs 129-157.
- MARZOL, M.V. (1980a) *Aproximación al estudio del clima de Tenerife. Las zonas climáticas*. Memoria de licenciatura. Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna. Inédita.
- MARZOL, M.V. (1980b) “Problemas de las fuentes meteorológicas en las investigaciones de Geografía Climática. El caso de Canarias”. *II Coloquio Ibérico de Geografía*, Lisboa, págs 321-328.
- MARZOL, M.V. (1981) “El clima de montaña de la isla de Tenerife. Variaciones en el gradiente térmico”. *VII Coloquio de Geografía*. Pamplona, tomo I, págs 163-168.
- MARZOL, M.V. (1984) “El clima” en *Geografía de Canarias*, tomo I, cap. IX. Santa Cruz de Tenerife, Editorial Interinsular Canaria, págs 157-202.
- MARZOL, M.V. (1987a) *Las precipitaciones en Las Islas Canarias*. Tesis doctoral. Departamento de Geografía. Universidad de La Laguna.
- MARZOL, M.V. (1987b) “El régimen anual de las lluvias en el archipiélago Canario”. *Ería*, nº 14, págs 187-194.
- MARZOL, M.V. (1987c) “La contaminación atmosférica en Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias)”. *Finisterra*, vol. XXII, nº 43, págs 162-181.
- MARZOL, M.V. (1987d) “La ola de frío del 29 de enero al 10 de febrero de 1986 en las Islas Canarias”. *Finisterra*, XXII, nº 43, págs 153-162.
- MARZOL, M.V. (1988a) *La lluvia, un recurso natural para Canarias*. Santa Cruz de Tenerife. Caja General de Ahorros de Canarias.
- MARZOL, M.V. (1988b) “Situaciones atmosféricas de lluvias intensas en Canarias”. *Reunión científica internacional sobre Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*, Alicante - Murcia., págs 16
- MARZOL, M.V. (1990) “Itinerarios geomorfológicos por Tenerife”, *Jornadas de campo sobre Geomorfología Volcánica*, Santa Cruz de Tenerife, S.E.G. Monografía nº5.
- MARZOL, M.V. (1990b) “Los factores atmosféricos y geográficos que definen el clima del archipiélago canario” *Aportaciones en Homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa*. Tarragona, págs. 151-176.
- MARZOL, M.V. (1992) “Los agentes que intervienen en la calidad del medio ambiente urbano. El caso de Santa Cruz de Tenerife (Canarias). *Jornadas sobre el futuro de las ciudades canarias en el contexto del Libro Verde sobre medio ambiente urbano de la Comisión de las comunidades europeas*. Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna y Amigos de la Tierra de Canarias, págs 33-38.
- MARZOL, M.V. (1993a) “El clima: rasgos generales”. En *Geografía de Canarias*. Tomo I (Geografía General), cap. VII, Las Palmas de Gran Canaria, Prensa Canaria Ibérica S.A., págs. 101-116.
- MARZOL, M.V. (1993b) “Tipificación de las tres situaciones atmosféricas más importantes de las Islas Canarias”. *Revista de Historia Canaria. Homenaje a la Dra. Marrero*. págs 79-95.
- MARZOL, M.V. (1995) “Características de la tropopausa en la región de Canarias (1982-1993)”. *Revista de Norte Grande*, nº 22, págs. 59-66.
- MARZOL, M.V. (1997) “El clima de Canarias”. *Master en Gestión Ambiental. Ecosistemas insulares canarios: usos y aprovechamientos en el Territorio*, vol. I., págs. 147-152. Santa Cruz de Tenerife, Ed. P.L. Pérez de Paz.
- MARZOL M.V.; DORTA, P.; RODRIGUEZ, J. (1991) “Variations temporelle et particulartés de la temperature horaire dans la ville de Santa Cruz de Tenerife (Iles Canaries)”. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, Fribourg (Suiza), Vol. IV, págs 43-54.
- MARZOL, M^a.V.; DORTA, P.; VALLADARES, P. y PÉREZ, R. “Le potentiel hydrique de la base de la mer de nuages à Ténérife (Îles Canaries)”. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie, en prensa*.

- MARZOL, M.V.; DORTA, P.; VALLADARES, P.; MORÍN, P. SANCHEZ MEGÍA, J.L. y ABREU, M. (1994) "La captation de l'eau à Tenerife (Iles Canaries). L'utilisation des brouillards". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, Thesalóniki (Grecia), Vol. VII, págs. 83-91.
- MARZOL M.V.; RODRIGUEZ, J.; AROZENA, M.E.; LUIS, M. (1988) "Rapport entre la dynamique de la mer de nuages et la végétation au nord de Tenerife (Iles Canaries)". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, Aix - en - Provence, Vol. I, págs 273-283.
- MARZOL, M^a.V.; SANCHEZ, J.L.; VALLADARES, P.; PÉREZ, R. y DORTA, P. (1996) "Captación del agua del mar de nubes en Tenerife. Método e Instrumental". *Clima y agua: la gestión de un recurso Climático*. Madrid, Edit. Marzol, Dorta y Valladares, págs. 333-350.
- MARZOL, M^a.V. y VALLADARES, P. (1998) "Evaluation of fog water collection in Anaga (Tenerife, Canary Island)". *First International Conference on Fog and Fog Collection*. Ottawa (Canadá), International Development Research Centre (IDRC).
- MILLARES, A. (1860) *Historia de la Gran Canaria*. Las Palmas, imprenta de M. Collina.
- ORY, F. (1994) "Estudios y observaciones meteorológicas durante el siglo XIX en las Islas Canarias". *Calendario Meteorológico 1994*. Madrid, M.O.P.T.M.A., págs 219-224.
- ORY, F. (1995) "Las primeras investigaciones meteorológicas en el pico del Teide". *Calendario Meteorológico 1995*. Madrid, MOPTMA, págs 249-260.
- PÉREZ, J.V. "Precipitación de agua procedente de niebla de montaña por medio de la vegetación". Amigo del árbol, nº 8, págs.
- PÉREZ-CHACÓN, E. (1984): "Un estudio de paisaje integrado: el caso de la Cuenca de Tejeda-La Aldea en Gran Canaria", *Anuario 1983-1994 de la Universidad de La Laguna*, La Laguna, Secretariado de Publicaciones, tomo I, págs. 307-316.
- QUIRANTES, F; FERNÁNDEZ-PELLO, L; ROMERO, C. y YANES, A. (1993) "Los aluviones históricos en Canarias". *Nuevos procesos territoriales (XIII Congreso Nacional de Geografía)*, Sevilla, págs. 611-615
- RODRÍGUEZ, G. (1984) "Apuntes sobre la historia de los trabajos relacionados con la modificación artificial del tiempo en las islas Canarias". *Revista de Meteorología*, nº 3, págs 59-67.
- ROLDÁN, A. (1985) *Notas para una climatología de Santa Cruz de Tenerife*. Madrid, I.N.M. Publicación K-16.
- ROMERO, L.E. y HERNÁNDEZ, L. (1996) "Características pluviométricas de la cuenca del Guinguada (1950-1994). Gran Canaria. Islas Canarias". *Clima y agua: la gestión de un recurso Climático*. Madrid, Edit. Marzol, Dorta y Valladares, págs. 155-170.
- RUS, C. (1993) "Mapa de isoyetas anuales (1989) de la Isla de La Palma". *Mapping*, nº 9, pág. 34.
- SAINZ-PARDO PLA, A. (1998) "Determinación de parámetros que caracterizan los episodios de calima en Lanzarote". *Calendario Meteorológico 1998*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, págs. 261-265.
- SANCHEZ, E. y VOCES, J. (1994) "Canarias esa gran desconocida". *Calendario Meteorológico 1994*. Madrid, MOPTMA, págs. 225-229.
- SCOTT, R.H. (1900) "Note of a remarkable dust haze experienced at Teneriffe, Canary Islands, february 1898". *Royal Meteorological Office*. págs 33-36.
- SMITH, W.C. (1922) "Note on a fall of dust, "Blood rain" at Gran Canaria, 8th to 11th February 1920". *The Canary Island, their History, Natural History an Scenary*, London, Appendix A at the Bannerman, David, A.
- TABEAUD, M. (1982) "Contribution des images de satellite Météosat à la connaissance de l'influence des iles sur les formations nuageuses: exemple de l'Archipel des Canaries". *Norois* nº 116, págs 528-533.
- TORRIANI, L. (1978) *Descripcion de las Islas Canarias*. Traducido y notas de A. Cioranescu. Santa Cruz de Tenerife, Goya.
- URTUSAUTEGUI, J.A. (1983) *Diario de viaje a la isla de El Hierro en 1779*. La Laguna. Centro de Estudios Africanos.
- VALLADARES, P. (1995) *Estudio geográfico del mar de nubes en la vertiente Norte de Tenerife*. Memoria de Licenciatura. Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna. Inédita.
- VALLADARES, P. (1996) "Propuesta metodológica para el estudio del mar de nubes: el caso del año 1989 en el Norte de Tenerife". *Investigaciones Geográficas*, nº 15, págs. 99-108.
- VERNEAU, R. (1981) *Cinco años de estancia en las Islas Canarias*. La Orotava (Tenerife), J.A.D.L.
- VIERA Y CLAVIJO, J. (1967) *Noticias de la Historia General de las Islas Canarias*. Santa Cruz de Tenerife, Goya.
- WHITFORD, J. (1890) *The Canary Islands as a winter resort*. Londres, E. Stanford.

NOTAS

- ¹ En este sentido, Font Tullot señala que las fuentes documentales históricas sobre el clima en España son inagotables (1988, pág. 14).
- ² Algunos de estos ascensos y descripciones de índole climático, especialmente del mar de nubes, están perfectamente documentados en la memoria de licenciatura de Pedro Valladares (1995).
- ³ De esta época data también la organización de la mayoría de los servicios meteorológicos nacionales, constituyéndose el de España en 1886 (GIL y OLCINA, 1997, pág. 30).
- ⁴ A finales del siglo XIX el turismo inglés, en buena parte con fines curativos, era importante e hizo que aparecieran varias obras con formato de guías de viaje, como es el caso de Edwardes (1888), Whitford (1890) y Brown (1905), en las que se aludía al magnífico clima canario.
- ⁵ Aunque el autor del artículo sea Robert Scott, de la Royal Meteorological Society, en realidad el estudio lo realiza a partir de una información enviada por Samler Brown desde Santa Cruz de Tenerife.
- ⁶ Unos años antes, el gobierno alemán había instalado un observatorio provisional en la Cañada de la Grieta, en las Cañadas del Teide.
- ⁷ Background Air Pollution Monitoring Network.
- ⁸ Hay que tener en cuenta que algunas de las teorías científicas básicas sobre dinámica atmosférica no surgen y se adoptan totalmente hasta los años 20 ó 30. Es el caso, por ejemplo, del concepto de "Frente Polar" (GIL y OLCINA, 1997, pág. 37).
- ⁹ Existen algunas obras con datos fiables antes de los años treinta, pero las series son muy cortas. Un ejemplo es el libro de A.S. BROWN ya citado, que muestra datos meteorológicos recopilados, en la mayor parte de los casos, en las capitales y ciudades más importantes de las dos islas centrales del Archipiélago por parte de particulares.
- ¹⁰ Los primeros catálogos de tipos sinópticos a nivel mundial se realizan en torno a los años 20 (GIL y OLCINA, 1997, pág. 38).
- ¹¹ El *Meteosat I* es lanzado en noviembre de 1977.
- ¹² Recientemente también se han publicado las estadísticas de algunas de las estaciones principales de las islas correspondientes a la serie 1961-1990, como es el caso de Izaña, Los Rodeos o el Puerto de la Luz.