

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DEL MAR DE NUBES: EL CASO DEL AÑO 1989 EN EL NORTE DE TENERIFE

Pedro Valladares Bethencourt

RESUMEN

El mar de nubes es la formación nubosa más frecuente en Canarias, produciendo un aporte adicional de agua en una región que carece de este recurso. En este trabajo se propone un nuevo método para analizar su dinámica, utilizando para ello las horas de saturación registradas en el año 1989 en dos estaciones meteorológicas situadas en la vertiente norte de la isla de Tenerife.

Palabras clave: mar de nubes, horas de saturación, Tenerife, islas Canarias.

ABSTRACT

The clouds sea is the most frequent cloud's type in Canary islands and it produces water in a region without this resource. In this study we propose a new method to know its dynamic using the hours with 100% relative wet which have been recorded at 1989 in two meteorological stations in the north of Tenerife.

Key words: clouds sea, hours with 100% relative wet, Tenerife, Canary islands.

Introducción

La nubosidad más frecuente en el archipiélago canario, sobre todo en las islas que alcanzan una mayor altitud, está compuesta por un manto de estratocúmulos y es conocida popularmente como «mar de nubes».

La estructura de la baja troposfera más habitual en la región de Canarias muestra una gran estabilidad atmosférica debido a la influencia del anticiclón atlántico y a la presencia de una corriente oceánica fría que baña su litoral. La acción combinada de ambos factores provoca que el estrato de aire más próximo al suelo sea más húmedo y fresco que el que se le superpone. La inversión térmica que separa las dos capas, situada en torno a los 1.200

m., impide el desarrollo vertical de la nubosidad pero, en cambio, favorece su disposición horizontal. Finalmente, el relieve de aquellas islas que sobrepasan los 1.000 m. de altitud (La Palma, La Gomera, El Hierro, Gran Canaria y Tenerife), propicia el estancamiento del manto nuboso en las vertientes abiertas a los vientos alisios.

A pesar de los efectos benéficos generados por el mar de nubes, ya que asegura un aporte extra de humedad durante todo el año, especialmente en el verano, estación en la que no se registran precipitaciones en las islas, no se ha realizado una investigación sistemática que descubra las claves de su comportamiento, aunque sí hay estudios parciales como los de GARCÍA PRIETO (1955-56), FONT TULLOT (1956) y KAMMER (1974) que abordan aspectos puntuales del mismo.

El objetivo del presente artículo es proponer un método para analizar la dinámica de esta formación nubosa y conocer las variaciones que experimenta a escala temporal (estacional, mensual y horaria), eligiendo para ello lo ocurrido durante el año 1989 en la vertiente norte de Tenerife.

1. Metodología y fuentes utilizadas

La metodología utilizada se ha inspirado en un trabajo realizado en 1988 (MARZOL JAÉN et al., 1988), cuya finalidad era analizar la relación existente entre la dinámica del mar de nubes y la vegetación de la vertiente septentrional de Tenerife.

Para elaborar el estudio se analizaron las bandas de la humedad relativa registradas por el termohigrógrafo Thies. En el proceso de lectura y de obtención de la información se tuvieron en cuenta dos variables: el número diario de horas con una humedad relativa del aire del 100% y los intervalos horarios que la registraron. La elección de esta información no fue arbitraria ya que, como se sabe, con una humedad relativa del 100% se produce la condensación y por tanto la formación de la nubosidad. Se seleccionaron dos estaciones meteorológicas, El Gaitero y Garachico-Montañeta, localizadas en el norte de Tenerife y situadas a 1.747 y 960 m. de altitud respectivamente (fig. 1). Estos lugares son los idóneos porque se ubican en las cotas altitudinales superior e inferior que el mar de nubes puede alcanzar por término medio, según las mediciones realizadas por Font Tullot entre 1939 y 1950. Este meteorólogo comprobó que la máxima altitud media de la cima del manto nuboso se registraba en diciembre a 1.670 m. y la mínima en agosto a 1.230 m.

El período elegido ha sido el año 1989 por ser el que tiene menos lagunas de información de una serie temporal que comprende desde 1987 a 1990.

El uso exclusivo de esta fuente impide conocer el tipo de nubosidad que causa esa elevada humedad (estratocúmulos, cúmulos o cúmulonimbos) y bajo qué condiciones meteorológicas aparece, lo que representaba un serio obstáculo porque lo que se pretendía era analizar sólo los períodos u ocurrencias de saturación debidos a la presencia del mar de nubes. Para solventar este problema se recurrió a una nueva fuente: la cantidad de precipitación, suministrada por el Centro Meteorológico Territorial de Canarias Occidental y recogida en pluviómetros situados en dos estaciones meteorológicas, Izaña (2.367 m.) e Icod-Redondo, a 925 m. (fig. 1). Se eligieron esas localidades porque son las más cercanas a las dos anteriores y se encuentran a una altitud similar, por tanto, los datos de la lluvia se pueden hacer extensibles. Ambas fuentes fueron comparadas descartándose, en el caso del Gaitero, todos los períodos de saturación que coincidían con una precipitación superior a 0.1 mm. en Izaña y en el de Garachico-Montañeta las horas que registraban más de 10.0 mm. de lluvia en Icod-Redondo. Esta diferencia en el umbral mínimo de precipitación se debe a que el mar de nubes difícilmente alcanza la altitud de Izaña (2.367 m.) y por tanto cualquier cantidad, por pequeña que sea, está relacionada con otro tipo de nubosidad de

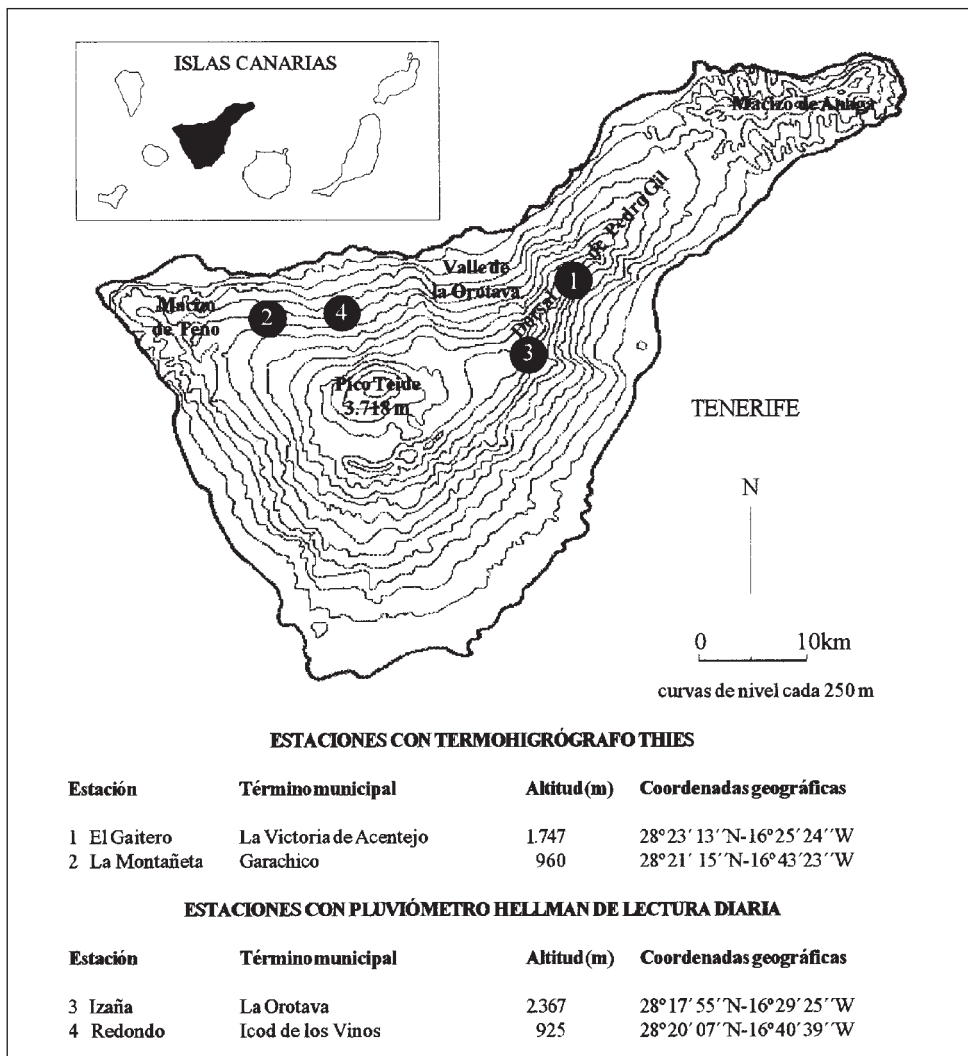


FIGURA 1. Localización de las estaciones meteorológicas.

mayor desarrollo vertical que la del estratocúmulos. En cambio, Icod-Redondo sí puede verse afectado por la presencia del manto de nubes que, en condiciones óptimas, llega a producir cantidades apreciables de precipitación.

No obstante, la comparación entre los registros de la humedad relativa y de la precipitación suscitó ciertas dudas con respecto a lo acontecido en fechas puntuales. Por ello, la labor de eliminación de las ocurrencias de saturación no relacionadas con la presencia de la capa de estratocúmulos se completó con un tercer tipo de fuente: la consulta de los mapas sinópticos diarios elaborados por el Instituto Nacional de Meteorología español a las 12:00 horas TMG. Si la situación sinóptica analizada era característica del régimen de alisios, las horas de saturación de esa jornada eran contempladas, en caso contrario, se eliminaban.

Concluida esta fase de depuración de la información se dispuso de los datos necesarios para estudiar el comportamiento del mar de nubes. No obstante, es necesario comentar que los resultados obtenidos están mediatizados, en parte, por los inconvenientes presentados por las fuentes debido a una serie de problemas técnicos y humanos, sobre todo en las bandas de la humedad relativa del aire de Garachico-Montañeta. Por ello hay que hacer constar que en el estudio se incluyen sólo las jornadas en las que se tiene constancia de que los termohigrógrafos funcionaron perfectamente en ambas estaciones meteorológicas. El resto de los días, que suman un total de 128, fueron descartados ya que su inclusión no hubiese permitido realizar un análisis comparativo fiable entre El Gaitero y Garachico-Montañeta (cuadro I). El mejor ejemplo de esta situación es el mes de enero del que se ha perdido la información de sus 31 días.

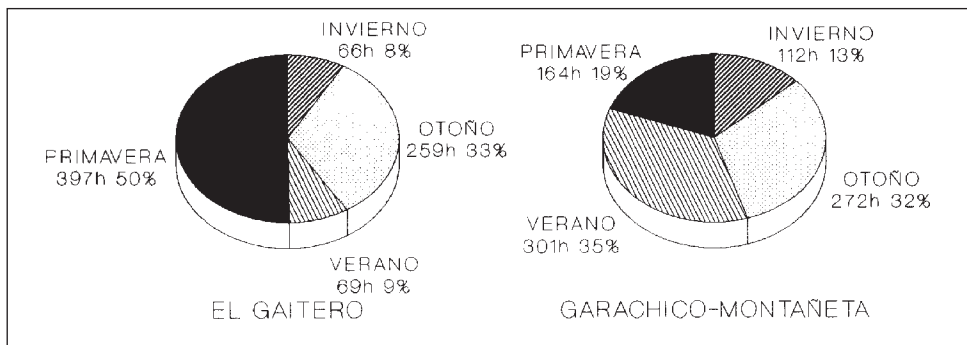
Cuadro I
**NÚMERO DE DÍAS DESCARTADOS EN EL GAITERO
 Y GARACHICO-MONTAÑETA EN 1989**

E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	TOT.
31	0	0	2	10	15	17	18	8	11	6	10	128

2. La distribución estacional de los períodos de saturación

El reparto estacional de los períodos de saturación en ambas estaciones difiere significativamente (fig. 2). El máximo, en la estación de El Gaitero, se produce durante la primavera y el otoño, con 397 y 259 horas respectivamente, que en porcentajes suponen el 50 y el 33% del total anual. En el extremo opuesto está el invierno con 66 horas seguido del verano con 69 que representan el 8 y 9% del total anual. Hay que recordar que se desconoce lo ocurrido en 41 días del invierno (31 de enero y 10 de diciembre) lo que supone casi el 46% de las jornadas de dicha estación. En Garachico-Montañeta los resultados son bien distintos ya que el máximo se da en el verano con 301 horas (35%) seguido del otoño con 272 ó 32% sobre el total; en la primavera este número desciende hasta 164 y en el invierno se registran 112, valor que expresado en términos porcentuales equivale a un 13% del total.

Los resultados obtenidos demuestran un comportamiento diferenciado de las ocurrencias de saturación a escala estacional entre ambas localidades en virtud, creemos, de la fluctuación altitudinal de esta formación nubosa a escala anual, de tal manera que a 1.747 m. la nubosidad estratocumuliforme es más frecuente en primavera y, en cambio, en torno a los 1.000 m. lo es en el verano. Según Font Tullot (1951) el espesor de la capa húmeda del alisio tiene variaciones con un máximo en el invierno y un mínimo en el verano. Afirma que la capa superficial húmeda, característica de la estructura vertical de la baja troposfera en esta región del planeta, es más espesa en la primavera y en el invierno que en el verano debido a que dicha capa es reforzada por las irrupciones de aire polar marítimo asociado a las depresiones que alcanzan el archipiélago canario. Bajo estas condiciones, la inversión térmica de subsidencia, que separa esta capa superficial de otra superior, cálida y seca, debe situarse a una mayor altitud lo que propicia a su vez una mayor elevación de esta formación nubosa. Este hecho puede explicar la importancia que la primavera adquiere en El Gaitero, situado a 1.747 m., momento del año en el que el mar de nubes se sitúa más alto y afecta a esta estación meteorológica. La menor importancia de



• las cifras se expresan en número de horas y en % sobre el total del año.

FIGURA 2. Distribución estacional del mar de nubes en 1989.

este fenómeno en el invierno de 1989, que se hace patente en el bajo número de períodos de saturación, inferior incluso al del verano, se explica porque en ese año se registraron condiciones de inestabilidad en Canarias que hicieron desaparecer la inversión térmica de subsidencia; un dato relevante es que en El Gaitero el número de momentos con esa elevada humedad causada por condiciones de inestabilidad es superior (270 horas) al relacionado con el mar de nubes (66). De igual forma, la falta de información del mes de enero motiva que los valores de esta época del año sean inferiores a los que cabría esperar.

Durante el verano hay un predominio casi absoluto del régimen de alisios en el archipiélago, que provoca una fuerte inversión térmica y potencia la nubosidad de carácter estratiforme. Además, en estos meses se produce una reducción del espesor de la capa húmeda, comprimida por el aire subsidente, cálido y seco, procedente del continente africano que refuerza la segunda capa del alisio. Todo ello motiva que la situación sea inversa a la que se registra en el invierno; El Gaitero muestra un número de horas con el 100% de humedad sensiblemente menor que Garachico-Montañeta (69 frente a 301) e incluso si se dispusiera de la información de todas las horas de saturación registradas durante la época estival en Garachico-Montañeta (falta el 54% de los días) el resultado incrementaría de forma notable esa diferencia a favor de los sectores ubicados en torno a los 1.000 m. Por otro lado, es posible que esas condiciones del verano se mantengan hasta bien avanzado el otoño lo cual explicaría esa leve diferencia (272 frente a 259) a favor de Garachico en lo que a horas saturadas se refiere.

3. La distribución mensual de los períodos de saturación

La distribución mensual de las horas en las que el aire ha alcanzado la saturación en ambas estaciones también presenta unas pautas diferentes (cuadro II). En El Gaitero el máximo se alcanza en los meses de abril, marzo y noviembre, con 199, 154 y 150 horas respectivamente, mientras que el mínimo se produce en febrero, agosto y septiembre. En febrero no se registró ninguna ocurrencia pero esta situación es excepcional porque persistieron las condiciones de inestabilidad durante la mayor parte del mes, recogándose 225 mm. de precipitación en Izaña en 10 días.

Garachico-Montañeta presenta el máximo en el mes de junio (138 horas) y julio también registra un número de ocurrencias elevado, 101. Estas cifras podrían ser mayores si se tiene en cuenta la falta de información de la mitad de los días de junio y de 17 días en

Cuadro II
DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LOS PERÍODOS DE SATURACIÓN EN 1989

ESTACIÓN	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	O	N	D	TOT.
El Gaitero	*	0	154	199	44	42	26	1	16	93	150	66	791
Garachico	*	41	30	45	89	138	101	62	113	33	126	71	849

* no hay datos del mes

julio. Noviembre y septiembre son otros meses destacados, totalizando 126 y 113 horas respectivamente. El mínimo se produce a lo largo del invierno y la primavera, sobre todo en marzo, febrero y abril (30, 41 y 45 horas). No se dispone de datos del mes de enero y en el caso de octubre la carencia de información de 11 días hace suponer que el total de horas con saturación supera la cifra de 33.

Los datos comentados con anterioridad reflejan que la distribución de la saturación a escala mensual en ambas estaciones no se ajusta a un modelo específico, en gran medida por la ausencia de registros, aunque sí existe un comportamiento distinto que se acentúa especialmente en los meses del verano. La causa principal que explica estas diferencias es nuevamente la desigual altitud a la que se dispone el mar de nubes a lo largo del año. Desde finales de mayo hasta septiembre esta formación nubosa raramente alcanza los 1.500 m., lo cual justifica el elevado número de horas en Garachico-Montañeta, situada por debajo de esa cota. Finalmente, durante el resto del otoño, el invierno y buena parte de la primavera la nubosidad se dispone a una mayor altitud y la posibilidad de que se registre ese ambiente de extrema humedad es mayor en El Gaitero que en Garachico-Montañeta, a pesar de que los datos contradigan de forma parcial esta idea. Debe recordarse que en febrero hubo un claro predominio de la nubosidad de desarrollo vertical por la inestabilidad atmosférica reinante y que se ignora lo sucedido en el mes de enero.

4. La distribución horaria de los períodos de saturación

La distribución horaria de los períodos con el 100% de humedad relativa del aire durante 1989 muestra un comportamiento análogo entre ambas estaciones aunque es posible advertir, de nuevo, ligeras diferencias. En general, la menor frecuencia se produce durante el mediodía mientras que el máximo al finalizar la tarde. En El Gaitero el mínimo se sitúa entre las 12:00 y las 15:00 TMG, en concreto a las 13:00 horas sólo se registraron 25 ocurrencias en todo el año (fig. 3). A medida que transcurre la tarde se incrementa su número, alcanzando un máximo de 39 horas de saturación a las 20:00 TMG, lo que significa que el mar de nubes es empujado y asciende por la vertiente ayudado por la brisa mar-tierra, que aunque ya ha dejado de actuar en ese momento de la tarde posiblemente la dinámica de la nubosidad tenga una respuesta más lenta. La saturación del aire es habitual desde las 8 de la noche hasta el amanecer y a partir de ese momento su frecuencia disminuye progresivamente hasta el mediodía.

En Garachico-Montañeta la menor frecuencia es simultánea con respecto a El Gaitero (fig. 3) pero es notablemente menor puesto que en ningún caso se registran más de 20 horas de saturación. Después del mediodía se incrementa su importancia, debido a la aparición de las corrientes de aire antes mencionadas y al efecto de la brisa mar-tierra que favorecen

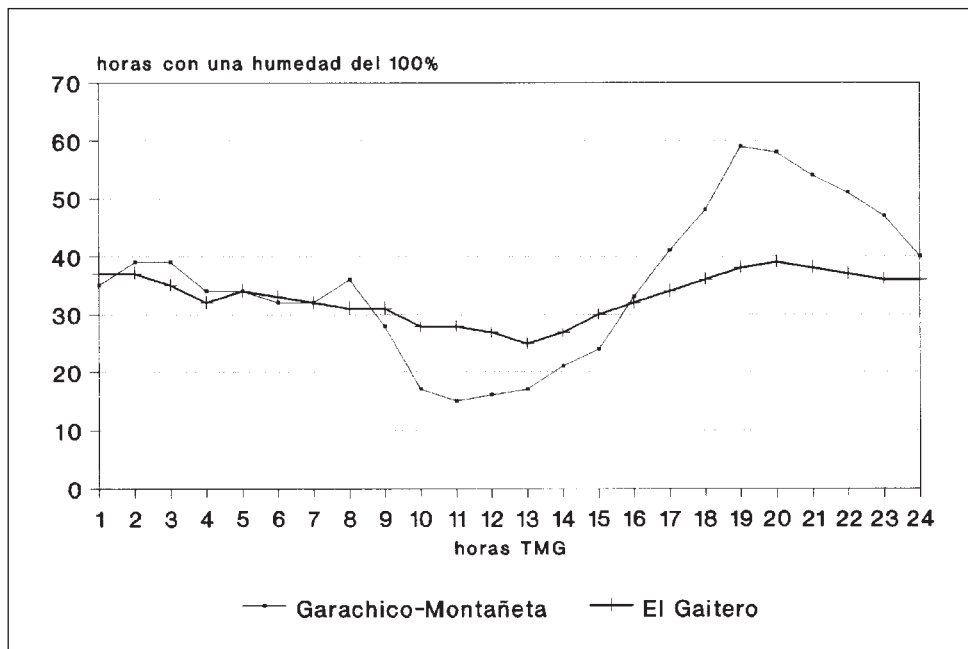


FIGURA 3. Distribución horaria del mar de nubes en la Montañera y El Gaitero en 1989.

el ascenso del manto nuboso registrándose un máximo de 59 períodos a las 19:00 TMG. A partir de este momento y durante toda la noche se produce un descenso hasta las 11:00 horas de la mañana, con 15 ocurrencias. Este comportamiento nocturno parece confirmar que en Garachico-Montañeta se deja sentir, de forma más nítida, la influencia de la brisa terrenal que obliga al mar de nubes a descender durante la noche, situación que se mantiene por inercia a lo largo de la mañana hasta que el calentamiento del suelo produce la situación inversa. Este tipo de brisa de tierra a mar no se constata en El Gaitero debido a su localización sobre la cresta de la dorsal de la dorsal de Pedro Gil, lo que explicaría la mayor frecuencia de horas saturadas en los momentos centrales del día en este lugar y una variación menos contrastada a lo largo de toda la jornada.

Para un mayor detalle se ha incluido la distribución horaria de esta variable en dos meses extremos, en concreto junio y diciembre, en los cuales la frecuencia y la altitud del mar de nubes es bien distinta (fig. 4). En diciembre la nubosidad en las dos localidades se comporta de forma muy similar no así en junio, mes en el que hubo una mayor frecuencia del fenómeno en Garachico. El análisis de la distribución horaria en estos meses confirma además el ascenso experimentado por el mar de nubes a medida que transcurre la tarde debido a la acción de corrientes ascendentes siendo significativo que en diciembre la máxima frecuencia en las dos localidades no se prolongue más allá de las 19:00 TMG mientras que en junio se mantiene este máximo hasta dos o tres horas más tarde, lo cual podría explicarse por la desigual duración de las horas de sol en invierno y en verano.

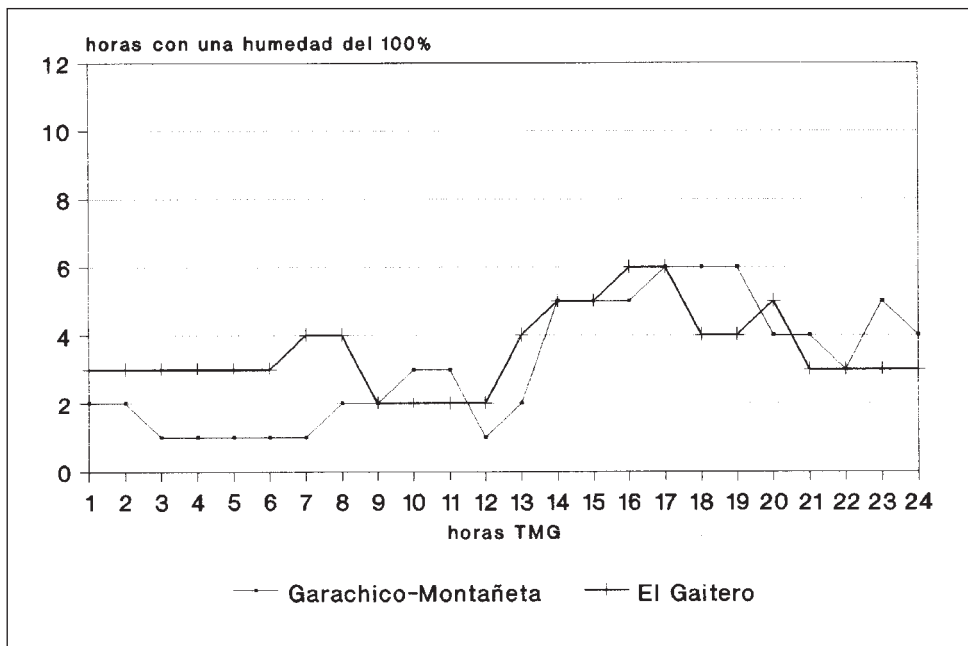


FIGURA 4a. Distribución horaria del mar de nubes en el mes de diciembre de 1989.

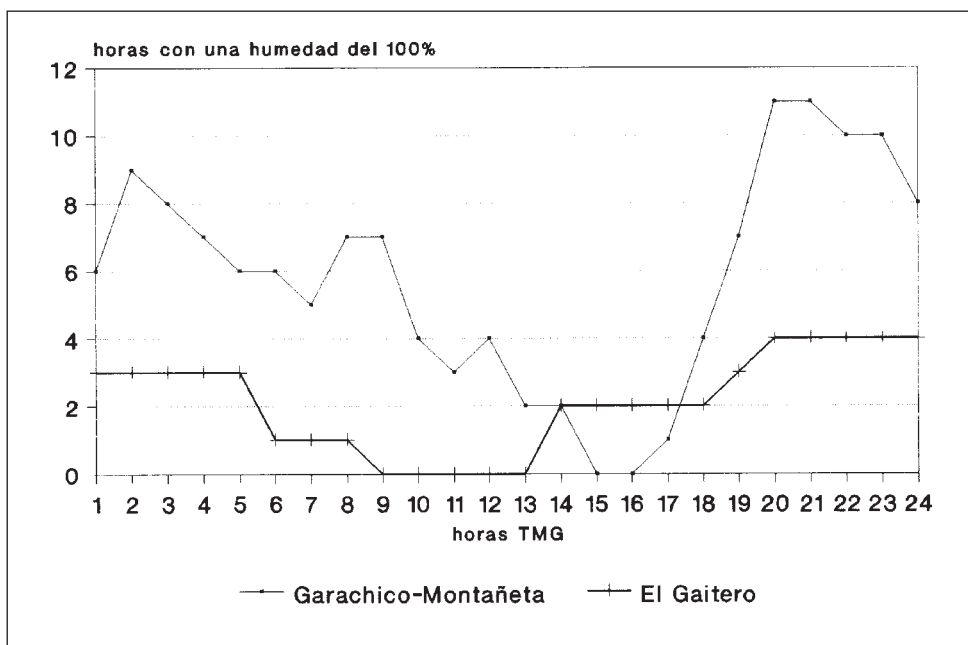


FIGURA 4b. Distribución horaria del mar de nubes en el mes de junio de 1989.

5. El espesor del mar de nubes

Los datos recopilados permiten formular también algunas consideraciones relativas al espesor de este manto nuboso aunque debe reconocerse que se trata de estimaciones poco precisas. Para calcular el espesor de este fenómeno basta con determinar las horas en las que se registra simultáneamente una humedad relativa del 100% en El Gaitero y Garachico-Montañeta, lo cual significa que el mar de nubes afecta a ambos lugares en un mismo momento del día, con una diferencia altitudinal de 787 m. entre ambas localidades. No obstante, conviene aclarar que el espesor resultante (787 m.) es el único que se puede determinar con exactitud aplicando esta metodología e incluso es posible que se registre un espesor similar a éste y no se tenga constancia ya que el mar de nubes pudo no afectar a una de las estaciones meteorológicas utilizadas, bien porque se sitúa por debajo de la localidad más alta, bien porque no afecta a la más baja; también puede suceder que el espesor de la nubosidad fuera mayor del considerado (superior a 787 m.). A esto hay que añadir la relativa lejanía existente entre los lugares elegidos, que distan entre sí unos 40 km. aproximadamente. Ello significa que para que el mar de nubes esté presente de forma simultánea en ambas localidades debe tener un considerable desarrollo superficial y cubrir buena parte del norte de Tenerife. Aunque no es raro que esto ocurra lo más normal es que la nubosidad se disponga en un sector concreto, como el valle de la Orotava, el macizo de Anaga, en el NE de la isla, o el macizo de Teno en el NW.

El análisis de los datos útiles, registrados en aquellos días en que los aparatos funcionaron correctamente en ambas estaciones meteorológicas, demuestra que en 1989 este fenómeno meteorológico afectó de forma simultánea a los dos lugares sólo en 173 horas repartidas a lo largo de 33 días por lo que se puede apuntar que se trata de un hecho poco frecuente, sobre todo si se tiene en cuenta que el número total de períodos de saturación es muy superior (791 en El Gaitero y 849 en Garachico-Montañeta). Otro aspecto de interés es que estas horas coincidentes se registran, descartado el invierno por falta de datos, en el otoño y la primavera (69 y 49 respectivamente) mientras que en el verano se reduce su número debido al menor espesor del manto nuboso que deja de afectar a las cumbres de la dorsal, donde se emplaza el Gaitero. Una buena prueba de este desigual reparto estacional son las 49 horas simultáneas que se producen en noviembre frente a las 15 del mes de julio. Con respecto a la frecuencia horaria de este espesor resulta curioso comprobar que es similar a la distribución horaria del mar de nubes, de forma que es habitual al finalizar la tarde y a principios de la noche, cuando la saturación del aire es más fácil; en cambio, la posibilidad de que se registre el espesor mencionado al mediodía es mínima, momento en el que también es menos probable que se alcance el 100% de humedad relativa.

Conclusiones

El análisis de los momentos del día en los que la humedad del aire ha llegado a ser del 100% nos permite formular las siguientes conclusiones:

1) El método utilizado es válido para estudiar la dinámica del manto de estratocúmulos y conocer su frecuencia, las fluctuaciones altitudinales a escala estacional, la distribución horaria y su espesor, a pesar de que los resultados obtenidos en el trabajo difieran ligeramente de los recogidos en estudios anteriores debido, en parte, a la falta de información y al comportamiento excepcional del mes de febrero.

2) En 1989 la presencia del mar de nubes sobre la vertiente septentrional de Tenerife

fue muy elevada, como lo demuestra que en El Gaitero el manto de estratocúmulos se formara en el 42.8% de los días realmente contabilizados (110 jornadas) con 791 horas de saturación y en Garachico-Montañeta en el 37.0% (95 días) con 849 períodos con el aire saturado.

3) Este fenómeno nuboso registra una distribución estacional muy clara relacionada con su variación altitudinal. En términos generales, la nubosidad originada por el estancamiento de la capa de estratocúmulos en esta vertiente es frecuente en los meses de la primavera y del otoño por encima de los 1.000 m. de altitud mientras que en los del verano es más probable su formación por debajo de esa cota. La falta de datos en el invierno, concretamente en enero, así como el anormal comportamiento del mes de febrero, nos impiden extraer conclusiones fidedignas referidas a la época más fría del año.

4) Las variaciones altitudinales del mar de nubes a escala horaria dependen de la acción de las brisas y vientos locales que remontan las laderas durante el día obligando al mar de nubes a ascender y caer pendiente abajo, hacia el mar, durante la noche forzando el descenso de la nubosidad. Este efecto de las brisas se manifiesta de manera retardada en la evolución diaria de la nubosidad.

5) El espesor del mar de nubes experimenta claras variaciones a lo largo del año y probablemente es mayor en las estaciones del otoño y la primavera y menor en el verano, como así lo ha demostrado el análisis de detalle efectuado en el año 1989.

Bibliografía

- FONT TULLOT, I. (1951): «El espesor de la capa superficial de aire marítimo en la región de las islas Canarias». *Revista de Geofísica*, nº 40, pp. 281-291.
- FONT TULLOT (1956): «El tiempo atmosférico de las islas Canarias». *Publicaciones Serie A (Memorias)* del Instituto Nacional de Meteorología, nº 26, pp. 15-23.
- GARCÍA PRIETO, P. (1955-1956): «El mar de nubes en Tenerife», *Boletín trimestral del C.M.T.*, nº 84 y 85, p. 7
- KÄMMER, F. (1974): *Klima und Vegetation auf Tenerife besonders im Hinblick auf den Nebelniederschlag*. Scripta Geobotánica, 77 pp.
- MARZOL JAÉN, V. et al. (1988): Rapport entre la dynamique de la mer de nuages et la vegetation aun nord de Tenerife (Iles Canaries). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. I, pp. 273-283.