

Marzol Jaén, M.V. & J. Trujillo García (2019). El comportamiento del mar de nubes durante el verano en la isla de Tenerife a partir de su observación desde las torres de vigilancia. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Agua: reflexiones para una gestión eficaz*, pp. 21-44. Actas XIV Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. 170 pp. ISBN 978-84-09-15374-9

1. El comportamiento del mar de nubes durante el verano en la isla de Tenerife a partir de su observación desde las torres de vigilancia

M^a Victoria Marzol Jaén y Jonás Trujillo García

Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna
mmarzol@ull.edu.es – jtrujillo@hotmail.com

In Memoriam de Victor Hernández
Abril 1967 – Febrero 2019

La aproximación al conocimiento de la capa nubosa de estratocúmulos en Canarias, conocida por nosotros como “mar de nubes”, se ha realizado desde diferentes campos de la ciencia – por muy dispares motivos y metodologías–, por investigadores, curiosos, viajeros, conocedores del tema, etc. En este artículo queremos acercarnos a este rasgo tan distintivo de nuestro clima, el mar de nubes, desde el aire porque los datos que aquí presentamos son fruto de la colaboración de muchas personas que desde las torres contraincendios, a 15 metros de altura, vigilan nuestro territorio para avisar de los conatos de incendio que se producen en los meses de verano, momento en el que nuestros bosques están más secos y constituyen un gran peligro. Los vigilantes de dos torres en Tenerife, las del El Gaitero –situada 1.710 m de altitud en la dorsal central de la isla– y la de Bólico –localizada a 1.340 m, en el Noroeste de la isla–, además de su trabajo “oficial” se convirtieron en oteadores y observadores del

mar de nubes. Esa valiosa colaboración comenzó en el año 1998 y se ha mantenido durante casi veinte años, hasta 2018. Su observación ha sido fundamental para saber cómo se comporta el mar de nubes durante los meses de junio a octubre. Por ello, este trabajo está dedicado a todas esas personas y en especial a Victor Hernández Beltrán que nos dejó inesperadamente el 16 de febrero de 2019.

Este trabajo constituye una parte de la conferencia impartida por la autora en la XIV Semana científica Telesforo Bravo, cuyo título era “Métodos alternativos de obtención de agua”.

Introducción

La localización geográfica del archipiélago canario, en torno a los 28° N de latitud, le infiere unos rasgos atmosféricos y climáticos característicos –que también se encuentran en otros lugares del planeta como las costas de California, Chile, Marruecos, Namibia y SW de Australia–, como son la cercanía de un anticiclón oceánico (el nuestro llamado anticiclón de Azores), los vientos alisios oceánicos y una corriente oceánica fría (la nuestra es la corriente fría de Canarias). La combinación de estos factores, unido a otros dos factores de carácter geográfico, la insularidad y la altitud y orientación del relieve, definen el clima de las islas (Marzol, 1993; Marzol & Suárez, 2012). A riesgo de cometer una exageración, afirmaríamos que el mar de nubes es el rasgo más singular y destacable del clima de las islas Canarias y, también, el más benefactor porque gracias a él se depositan importantes cantidades de agua en los bosques de las medianías de las islas más elevadas, suaviza las temperaturas de tal forma que ni el verano ni el invierno de las tierras situadas por debajo de este manto nuboso conocen días calurosos y fríos en extremo siempre que esté echado el mar de nubes sobre ellos. Tampoco hay que olvidar cómo todos los isleños deseamos su presencia cuando vemos nuestros montes arder bajo las llamas, coincidiendo con la llegada de un viento seco y cálido procedente del Sáhara y la desaparición del húmedo y refrescante mar de nubes. Está en nuestra memoria el pavoroso incendio que ha arrasado las cumbres de Gran Canaria en el verano de 2019.

El mar de nubes es una capa nubosa formada por un tipo de nubes que se llaman estratocúmulos, con origen en el anticiclón de las Azores, que avanzan por el Atlántico oriental al ritmo de los vientos alisios hasta que se encuentran con los archipiélagos de la Macaronesia de Madeira, Canarias y Cabo Verde. Su rasgo más destacado es que están compuestos por minúsculas gotitas que no pueden caer en forma de lluvia y quedan a merced del viento hasta que chocan con algún obstáculo dando lugar a la

conocida “precipitación oculta” puesto que no se mide con los pluviómetros oficiales y, además, que son nubes bajas, más o menos compactas, que se extienden en la horizontal como si de un manto o capa se tratara.

La mayor cantidad de descripciones y alusiones a su espectacularidad la encontramos desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta los años 30 del siglo XX (García Pérez, 1988; González Lemus, 1995; Pico & Corbella, 2000). Muchas de ellas son fruto de la visita y estancia en las islas de viajeros y científicos que siempre les llamó la atención este fenómeno meteorológico. Verneau, Humboldt, Glas, Berthelot, Coquet, Edwardes, Osuna y Saviñón, Arribas y Sánchez, Bory de Saint Vicent, Viera y Clavijo, Unamuno, etc. son algunos de los exponentes en cuyas obras encontramos descripciones del mar de nubes. Tan sólo incluimos un párrafo de Charles Edwardes que, en 1888, se hace eco de la frecuencia de esta nubosidad:

“El mismo Pico es invisible; el banco de nubes sobre el valle no se había elevado durante casi una quincena. Únicamente la cima podía ser vista en el mar, a cincuenta millas de distancia...” (EDWARDES, 1888. Rides and studies in the Canary Islands. London, p. 40. Extraído de Valladares, 1995).



Fig. 1. La densa capa del mar de nubes que cubría la vertiente Norte de Tenerife el 10 de junio de 2006, y que impedía la llegada del sol hasta el litoral, es una estampa habitual durante el verano de la que se hace eco Edwardes en 1888. © M^a Victoria Marzol.

La existencia de esa nubosidad está ligada a la potencia y altura de la inversión térmica de subsidencia –otro de los rasgos de nuestro clima–, de tal forma que el mar de nubes es más frecuente y se encuentra a menor altura en verano, mientras que en invierno alterna su presencia con situaciones de inestabilidad y su mayor altitud permite que desborde las cimas de las cumbres de algunas islas. Hay un tercer rasgo que lo caracteriza, es su mayor frecuencia entre las ocho de la noche y las ocho de la mañana que en las horas del mediodía, el 80% frente al 20% respectivamente (Marzol, 2003, 2008).

La inversión térmica se alía con el mar de nubes para hacer más singular el clima de las islas Canarias. En una atmósfera normal, conforme ascendemos en altitud la temperatura va disminuyendo lentamente porque el aire tiene menos capacidad de retener el calor. Ese descenso está estipulado en un gradiente medio de 0,56 °C a 0,65 °C cada 100 metros de ascenso. De ocurrir eso en Tenerife, por ejemplo, de los 19 °C de temperatura media que hay en el Puerto de la Cruz llegaríamos a Las Cañadas del Teide con 6,4 °C o 4,4 °C –dependiendo del gradiente utilizado– cuando en realidad la temperatura es de 9,6 °C.

La inversión térmica está presente en nuestra atmósfera por encima del 95% de los días del año (Dorta, 1995). Es más frecuente y potente en verano que invierno, y como consecuencia de ella se detiene el crecimiento de las nubes, dando como resultado el manto nuboso del mar de nubes por debajo de esa inversión. En la figura 2 se muestra la frecuencia mensual de la inversión en la vertiente Norte de Tenerife, porque hacía más calor en Aguamansa, situada a 1.080 metros de altitud, que en La Guancha, a tan solo 572 metros. Esta circunstancia asegura la presencia del mar de nubes por debajo de esa altitud.

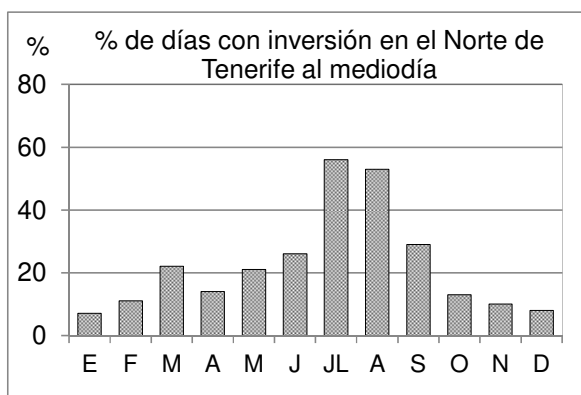


Fig. 2. Porcentajes medios mensuales de días en los que la temperatura es superior en La Guancha (a 572 m) que en Aguamansa (a 1.080 metros de altitud) como consecuencia de la inversión térmica de subsidencia.



Fig. 3. El aspecto perlado y grisáceo de la base del mar de nubes hizo que Pérez Galdós se refiriera a él como *panza de burro* y así la conocen en la isla de Gran Canaria. © M^a Victoria Marzol.

El mar de nubes “organizador de la insolación”

En trípticos informativos de las agencias de viaje e, incluso, en el boca a boca se dice que en Canarias *hay seguro de sol*; es más, hace años fue uno de los reclamos más utilizado para la atracción de turistas a nuestras islas. Es cierto que por estar más cerca del trópico de Cáncer la radiación solar es superior que en el resto de Europa; sin embargo, la frecuencia del mar de nubes en algunos sectores de las islas es tal que trastoca esa realidad y como consecuencia de ello se registran menos horas de sol de las que les corresponde. De la figura 4 se pueden extraer varias conclusiones muy rotundas relacionadas con el papel del mar de nubes como organizador de la insolación en las islas. Primero, que durante todo el año en las vertientes meridionales hace siempre más sol que en las septentrionales (p.e. si comparamos lo que ocurre en el Puertito de Güímar frente al Puerto de la Cruz, en San Andrés frente a Taganana). Segundo, que las cumbres de las islas, salvo La Gomera, El Hierro, Lanzarote y Fuerteventura, poseen más horas de sol porque suelen estar por encima de las nubes y no hay

obstáculos que detengan a los rayos solares (p.e. Izaña en Tenerife y San Mateo en Gran Canaria). En tercer lugar, que los meses de junio y julio son menos soleados en las vertientes del Norte que en las del Sur fruto del estancamiento nuboso sobre esa vertiente; es más, en julio hay menos horas de sol que en mayo o septiembre (p.e. en el Puerto de la Cruz, Taganana o la ciudad de Las Palmas). Eso es una anomalía causada porque el estancamiento del mar de nubes, entre los 700 y 900 metros de altitud de esas vertientes, dificulta la llegada de los rayos solares hasta la costa.

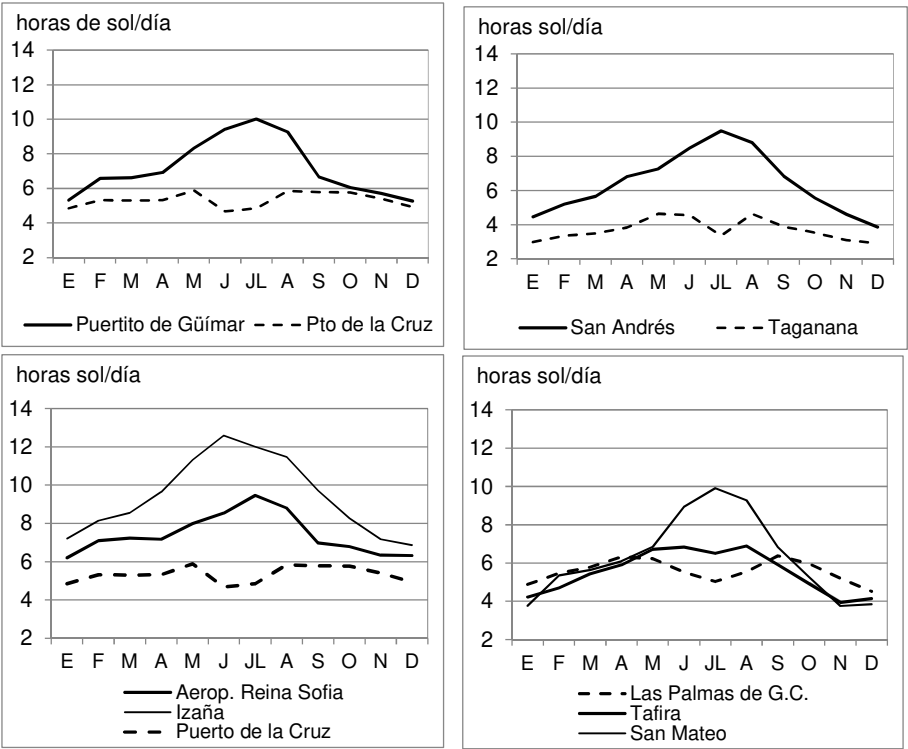


Fig. 4. Evolución mensual de las horas de sol al día en diferentes lugares de las islas dependiendo de la altitud y vertiente en que se encuentren. Fuente de los datos: AEMET. Elaboración propia.

El mar de nubes “regulador” térmico

Uno de los efectos más relevantes del mar de nubes es el de regulador térmico, conocido como efecto invernadero natural. El efecto invernadero, en estos momentos “la bestia negra” del planeta por su aumento imparables, tiene el destacable papel de mantener una temperatura en el planeta que lo

hace habitable, de no ser por él en la Tierra no habría vida. De todos los gases que forman el efecto invernadero, el vapor de agua es el que contribuye con más grados a dicho efecto. Por eso, la capa nubosa del mar de nubes tiene la misión de reducir la radiación directa que llega hasta la superficie durante las horas diurnas pero también la de impedir que se pierda parte del calor nocturno. Así, la figura 5 nos muestra cómo a pesar de que la temperatura media de Arrecife de Lanzarote y de Mazo, en la vertiente oriental de La Palma, es muy similar (21,2 y 20,4 °C respectivamente) existen notables diferencias entre el mediodía –más caluroso en Arrecife que en Mazo– y la noche que, al contrario, es más templada en Mazo que en Arrecife. La explicación no es otra que el que las nubes estancadas sobre Mazo impiden que el calor recogido durante el día por la Tierra se pierda a la atmósfera.

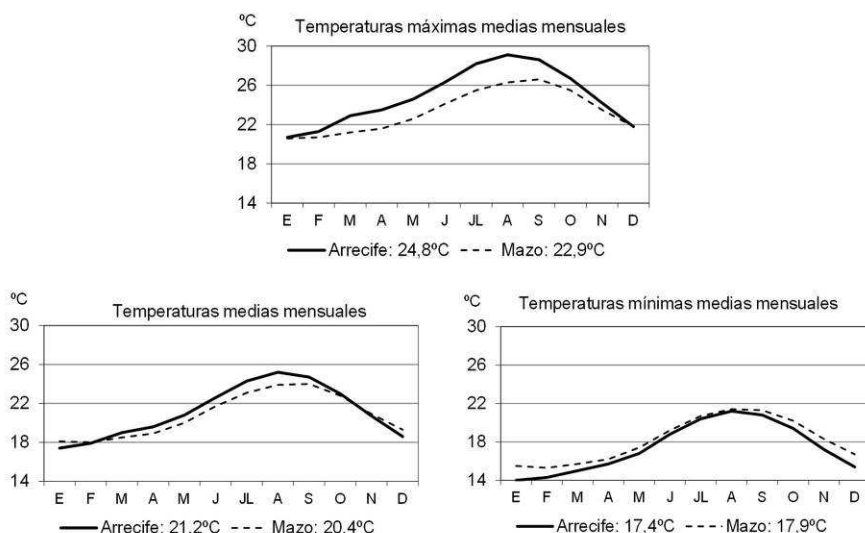


Fig. 5. El papel del mar de nubes como efecto invernadero es tan importante que mitiga el calor durante el mediodía en Mazo –casi siempre nublado– y hace que las noches sean más cálidas en Mazo que en Arrecife. Las temperaturas máximas nos indican lo que ocurre al mediodía mientras que las mínimas representan las de primeras horas del amanecer. Fuente de los datos: AEMET. Elaboración propia.

Las torres de vigilancia

En la isla de Tenerife la primera torre de vigilancia que se construye es la de El Gaitero, a comienzos de los años 70. Se sabe que era de madera. Diez años más tarde se levantan las de Los Topos, San Juan, Arguazo y

Picacho; en 1985 la de Chavao, situada en Guía de Isora, y la última, en el año 1992, es la de Bolico. Todas ellas tienen entre 12 y 14 metros de altura y se localizan en lugares con buena visibilidad con el fin de cubrir todo el territorio insular y así poder vigilar nuestros montes (Fig. 6).

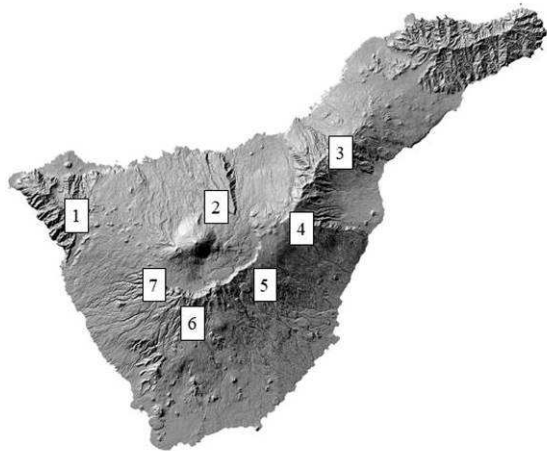


Fig. 6. Mapa con la localización de las siete torres contraincendios. El nombre de cada una de ellas corresponde a los números indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Características geográficas de las siete torres contraincendios de la isla de Tenerife. Su localización se indica en el mapa de la figura 6.

	TORRE DE VIGILANCIA	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m)
1	Bolico	Buenavista del Norte	28°18'39" N	16°49'25" W	1.340
2	San Juan	San Juan de La Rambla	28°19'42" N	16°36'40" W	1.707
3	El Gaitero	La Victoria de Acentejo	28°23'41" N	16°26'00" W	1.743
4	Arguazo	Güímar	28°17'59" N	16°28'20" W	1.903
5	El Picacho	Arico	28°13'27" N	16°31'16" W	1.655
6	Los Topos	Vilaflor	28°10'18" N	16°39'05" W	1.833
7	Chavao	Guía de Isora	28°13'11" N	16°42'20" W	2.075

El estudio de la nubosidad plantea importantes retos porque no existe un instrumento específico que registre esa variable meteorológica; tan solo en las estaciones de AEMET de primer orden se dispone de su medición visual (Marzol *et al.*, 1996, 2001). Así, la localización privilegiada de las torres contraincendios ha sido fundamental para solicitar la colaboración de los vigilantes en la observación del mar de nubes de los valles de La

Orotava y de Güímar en el caso de la torre de El Gaitero y del valle de Santiago del Teide, Teno Alto y Noroeste de la isla por parte de la torre de Bolico. Desafortunadamente, por una drástica reducción de presupuesto y la necesidad de construir un radar meteorológico en el lugar que se hallaba esta última, se ha ido reduciendo el número de torres hasta quedar operativas tan sólo dos en el año 2018, las de El Gaitero y El Picacho.



Fig. 7. Evolución de la torre de vigilancia de El Gaitero. La primera imagen data de los años 80 y tenía una base triangular (imagen extraída de la fototeca forestal del INIA), la segunda, con base cuadrangular es de 1998 cuando se comienza la colaboración (imagen de M^a V. Marzol) y la tercera es de 2012, mucho más robusta y algo más alta, muestra la sustitución que el Cabildo Insular realizó a raíz de la tormenta Delta (imagen de M^a V. Marzol).



Fig. 8. Imágenes que recorren los últimos años de la torre de vigilancia de Bolico. La primera es del año 2002, su sustitución por el nuevo modelo se realiza en el año 2006 y permanece así hasta 2019 que se derriba para instalar un radar meteorológico. © M^a V. Marzol.

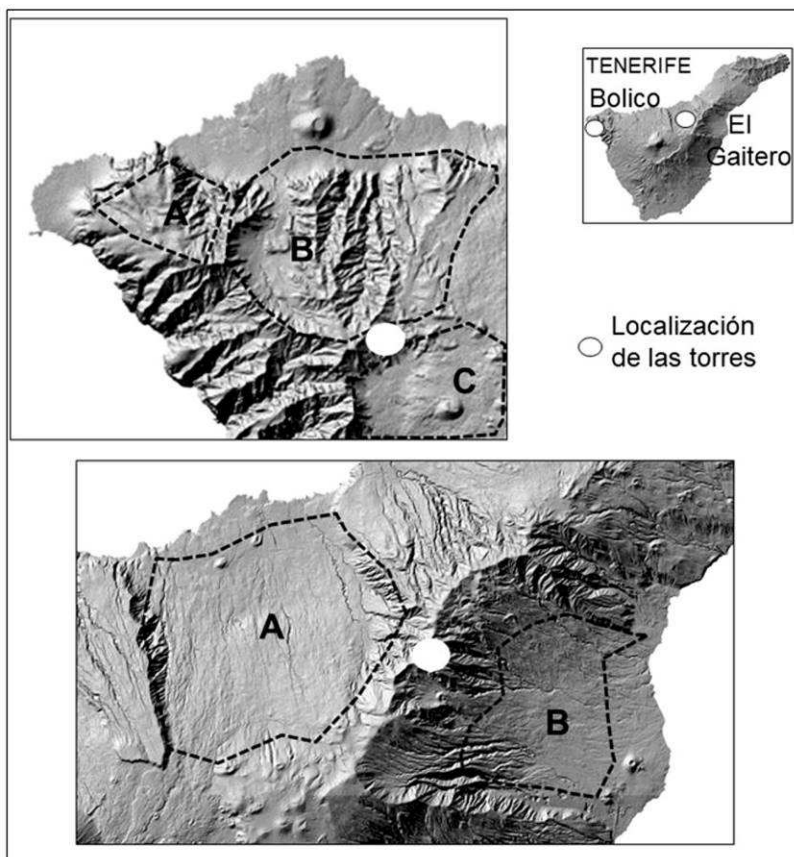


Fig. 9. La magnífica localización de ambas torres permite la correcta visualización de amplios sectores que habitualmente están cubiertos por el mar de nubes. En Bolicó se distinguieron 3 sectores que aparecen referenciados en la figura 10, mientras que desde la torre del Gaitero se anotaba los datos referidos a los valles de Güímar y de La Orotava.

La información utilizada

El trabajo realizado por los vigilantes de las dos torres ha consistido en anotar las horas en las que estaba presente el mar de nubes en el valle de La Orotava y el valle de Güímar –en el caso de la torre de El Gaitero– y en los valles de Santiago, El Palmar y Teno Alto en la de Bolicó. Además, en ambos casos se marcaban las horas en las que la niebla cubría las torres, distinguiendo si era niebla seca –porque no depositaba agua– o niebla mojadora porque se recogía agua. Esa información se recogía en tablas sencillas como las que muestran las figuras 10, 11 y 12.

OBSERVACIÓN VISUAL DEL MAR DE NUBES DESDE LA TORRE DE BOLICO

A: Mar de nubes cubriendo Teno Alto
 B: Mar de nubes cubriendo El Palmar y bosque Madre del Agua
 C: Mar de nubes cubriendo Santiago del Teide
 D: Mar de nubes cubriendo la torre

SEPTIEMBRE 2017

MARCAR con la presencia del mar de nubes según la hora y el lugar

DÍAS	7 HORAS				14 HORAS				18 HORAS				22 HORAS			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																

Fig. 10. En este modelo de recogida de datos se anotaba una X cuando el vigilante veía que el mar de nubes estaba situado sobre alguno de esos tres lugares o cubría la propia torre. La medición se realizaba a 4 horas del día en ambas torres.

OBSERVACION VISUAL DEL MAR DE NUBES DESDE LA TORRE DE "EL GAITERO"

 NIEBLA MOJADORA SOBRE LA TORRE
 NIEBLA SECA SOBRE LA TORRE
 LLUVIA

SEPTIEMBRE 2009

DÍAS	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								

Fig. 11. En esta tabla se anotaba, mediante símbolos diferentes, hora a hora, si la torre estaba sumida en la niebla, si esta era seca o “mojadora” y si se producía precipitación.

Además, a los pies de ambas torres estaba instalada una garita meteorológica con un termohigrógrafo en su interior que registraba –en una banda de papel– la temperatura y la humedad relativa de aire con la que pudimos analizar el ritmo horario de la niebla (Fig. 13). Además, en el caso de la torre de Bolico se instalaron tres pantallas de 25 cm x 25 cm con diferentes mallas, con la finalidad de coleccionar el agua de la niebla. Fueron diseñadas por Marzol en el año 2002 y se les puso el nombre de quarter fog collector (QFC) porque su tamaño es $\frac{1}{4}$ de m^2 frente al modelo utilizado habitualmente de $1 m^2$ (standard fog collector, SFC) diseñado por Schemenauer y Cereceda, en 1994.

MEDICIÓN DEL AGUA DE NIEBLA EN LAS PANTALLAS (CASA FORESTAL DE BOLICO)						
CAMPANA DE VERANO DE 2009						
SEPTIEMBRE 2009						
DÍAS	HORA	LITROS Nº 1	LITROS Nº 2	LITROS Nº 3	LLUVIA	OBSERVACIONES
1	12:00	0'0	0'0	0'6		
2	12:00	0'0	0'0	0'0		
3	10:00	7'00	8'00	4'5		
4	12:00	0'0	1'00	0'0		
5	12:00	2'00	2'00	1'00		
6	12:00	0'0	0'0	0'0		
7	12:00	1'00	1'00	2'00		
8	12:00	4'00	2'00	1'00		
9	14:00	0'0	0'0	0'0		
10	11:00	2'00	2'00	1'00		
11	13:00	1'5	2'00	0'5		
12	17:00	1	1	0'0		
13	17:00	0'0	0'0	0'0		
14	11:00	0'0	0'0	0'0		
15	11:00	1'00	0'0	0'0		
16	11:00	2'00	2'00	1'00		
17	10:00	0'0	0'5	0'0		
18	17:00	0'0	0'0	0'0		
19	16:00	2'00	1'50	0'0		
20	16:00	3'00	2'00	1'00		
21	12:00	1'00	2'00	2'00		
22	17:00	3'50	3'00	2'00		
23	17:00	0'0	0'0	0'0		
24	17:00	0'0	0'0	0'0		
25	15:00	0'0	0'0	0'0		
26	17:00	0'0	0'0	0'0		
27	17:00	0'0	0'0	0'0		
28	17:00	1'5	0'5	0'0		
29	13:00	1'00	0'0	0'0		
30	17:00	0'0	0'0	0'0		
31						

NOTA: Es importante conocer la cantidad exacta de agua recogida en cada episodio de niebla. Para ello, es fundamental saber qué día y a qué hora comienza y acaba la niebla. Es bueno anotar las mediciones todos los días, incluso si no ha entrado niebla (se indica 0,0)

Fig. 12. La finalidad de utilizar diferentes modelos de mallas era estudiar la eficacia de cada una de ellas para, posteriormente, instalar captanieveblas de mayor dimensión. Los datos de septiembre de 2009 recogidos por los vigilantes nos indican que no llovió ese mes en las cumbres de Bolico pero que sí se recogieron 126 L/m² en la malla nº1, 120 L/m² en la nº 2 y tan solo 64 L/m² en la nº 3.

No hay duda que la información obtenida de la observación de estas personas es valiosísima para conocer cómo es el mar de nubes desde junio a octubre en estos sectores de la isla de Tenerife. El período temporal disponible es, en el caso de El Gaitero –desde finales de junio de 1998 hasta mediados de octubre de 2018– y en el de Bolico desde mediados de agosto de 1999 hasta septiembre de 2017. En definitiva, se han realizado observaciones del mar de nubes, entre junio y octubre, a lo largo de veinte años en la primera torre y dieciocho años en la segunda torre. Ese tiempo expresado en días son 2.169 días en El Gaitero y 1.816 en Bolico que, contabilizado en horas de observación, son 52.056 horas y 43.584 horas respectivamente. Con este volumen de datos es incuestionable el valor del trabajo realizado por los vigilantes que, además, siempre fue de forma altruista, y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

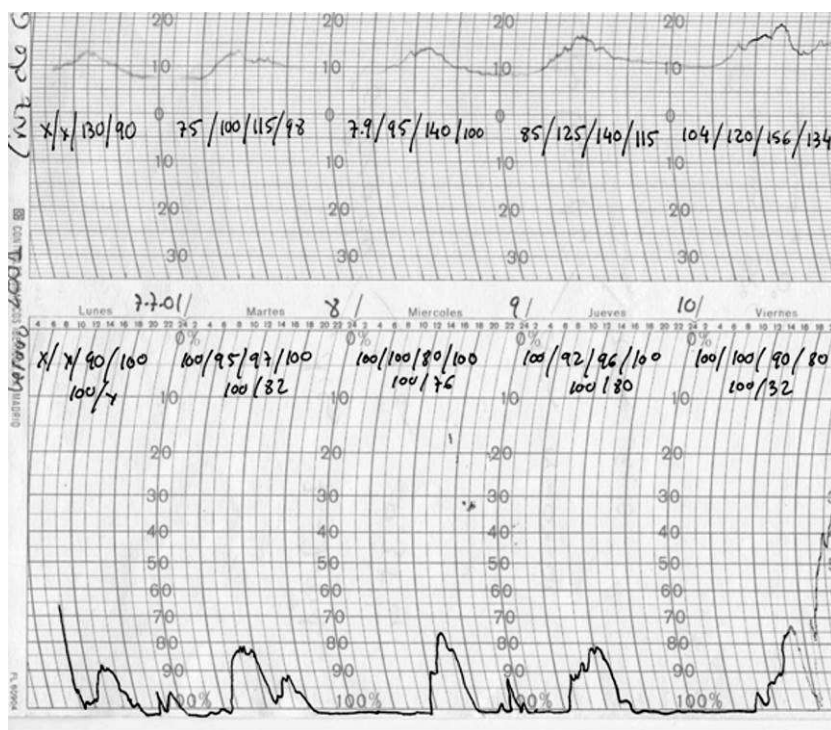


Fig. 13. Las bandas de un termohigrógrafo son una fuente de información meteorológica muy importante, aunque su obtención supone un trabajo tedioso, porque nos dan a conocer hora a hora cómo se ha comportado la temperatura y la humedad. Esta, del 7 al 11 de julio de 2001, muestra que el aire estaba saturado –porque la humedad era del 100%– desde las 18 horas hasta las 6 y las 12 del mediodía durante los cuatro días. Eso indica que la torre estaba sumida en niebla durante esas horas.



Fig. 14. Las imágenes muestran como las vigilantes María Pérez y Fátima Afonso contabilizan el agua colectada por uno de los captanieblas después de un día con niebla en la torre y la segunda realiza el cambio de banda de un termohigrógrafo situado dentro de una garita meteorológica. © M^a V. Marzol.

El valor del mar de nubes

La primera pregunta que cabría hacerse es si en los últimos veinte años la frecuencia del mar de nubes en estas dos cumbres de la isla de Tenerife ha variado. Al observar la figura 15 queda patente, primero, que este fenómeno meteorológico es más frecuente en las cumbres del Noroeste que en la dorsal central de la isla; en segundo lugar, que su presencia estival ha sido desigual en ambos lugares durante los últimos veinte años y, por último, que sí se aprecia cierto descenso de su frecuencia desde el año 1998 hasta la actualidad.

En las tablas 2 y 3 se indica el tiempo de observación en cada torre y el número mensual de horas en los que hubo mar de nubes porque las torres estaban envueltas en la niebla.

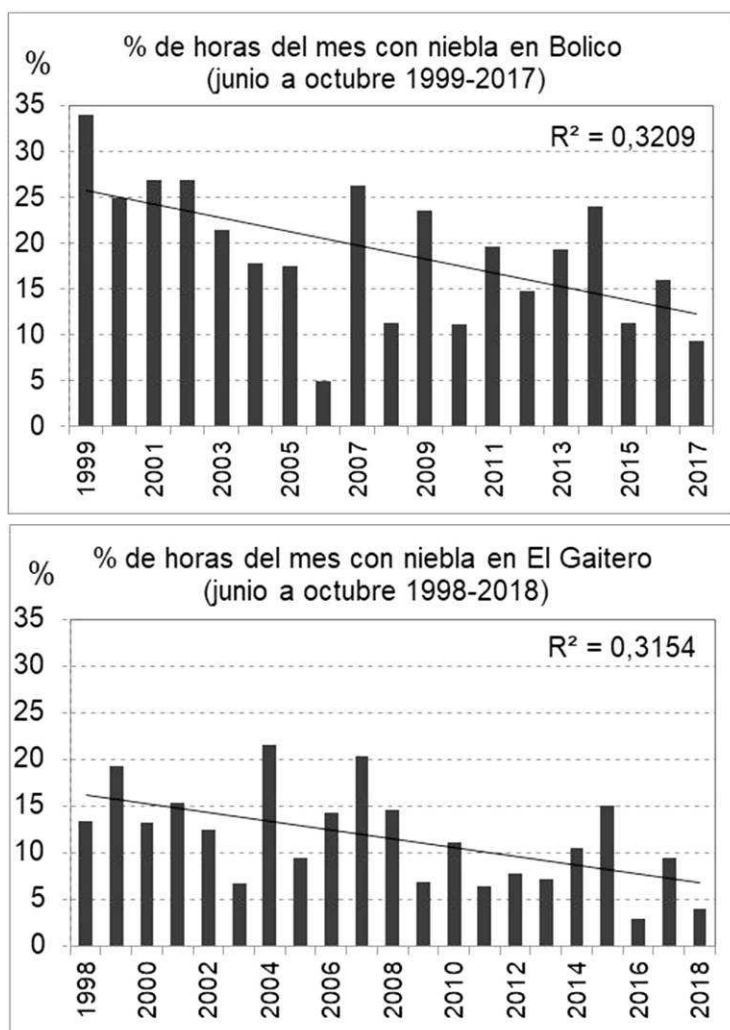


Fig. 15. Porcentaje medio de horas en las que el Noroeste y la dorsal central de Tenerife se encontraban cubiertos por el mar de nubes durante los meses de junio a octubre.

Como se observa, es mayor la frecuencia de las nubes en el Noroeste que en la dorsal central insular y, además, que los meses en los que es más habitual el mar de nubes son los de junio y octubre –al principio del verano y del otoño– en ambos sectores mientras que se reduce notablemente en los meses centrales.

Tabla 2. Número de días y horas observados desde la torre de Bolico y el porcentaje de las mismas en las que la niebla cubría esta torre en el período 1999-2017.

	Nº días observados	Nº horas observadas	Nº horas con niebla en la torre	% horas con niebla
Junio	84	2.016	640	31,5
Julio	452	10.848	1.323	12,2
Agosto	568	13.632	1.861	13,7
Septiembre	570	13.680	2.682	19,6
Octubre	142	3.408	1.047	30,7

Tabla 3. Número de días y horas observados desde la torre de El Gaitero y el porcentaje de las mismas en las que la niebla cubría esta torre en el período 1998-2018.

	Nº días observados	Nº horas observadas	Nº horas con niebla en la torre	% horas con niebla
Junio	145	3.480	328	9,4
Julio	589	14.136	552	4,0
Agosto	616	14.784	843	5,7
Septiembre	558	13.392	2.068	15,4
Octubre	261	6.264	1.445	23,1

En verano es poco habitual que las nubes cubran las cumbres de Bolico y de El Gaitero porque ambas se sitúan por encima de los 1.300 m de altitud, pero esas nubes sí están sobre Teno Alto y El Palmar, en el caso del NW, y en el valle de La Orotava. La explicación de ello es que durante esos meses –julio y agosto sobre todo– la inversión térmica es más baja e impide que las nubes superen los 900 metros de altitud. En la figura 16 se muestra la importante presencia de las nubes en algunos de los sectores en los que se dividió el territorio cuando los vigilantes anotaban información en las tablas (ver figuras 9 y 10). Destacan Teno Alto y El Palmar porque casi la mitad de los días están cubiertos por nubes.

Otro rasgo del mar de nubes que se puede definir a partir de las observaciones de los vigilantes desde las torres es su frecuencia horaria. De esta forma responderíamos a la duda de si el mar de nubes está presente todo el día o tiene unas horas en las que es más frecuente. En general, este tipo de nubosidad es más frecuente a partir del atardecer en cualquier sitio de la isla de Tenerife, incluida en Anaga (Marzol, 2003, 2008).

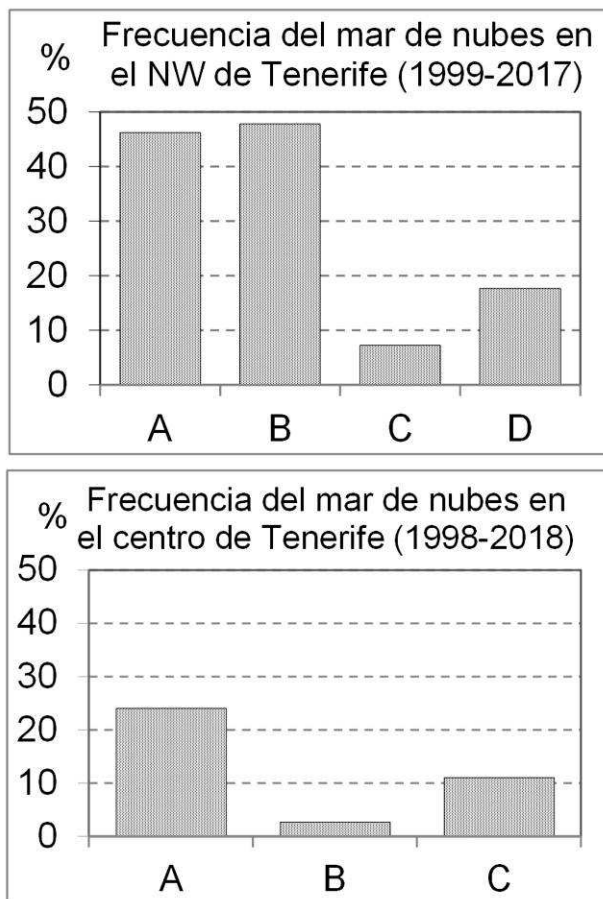


Fig. 16. Frecuencia del mar de nubes en Teno Alto (A), El Palmar (B), Santiago del Teide (C), cumbre de Bolicó (D), el valle de La Orotava (A), el valle de Güímar (B) y la cumbre de El Gaitero (C) de junio a octubre en el período de 1998 a 2018.

Cuando el mar de nubes entra en contacto con el territorio insular disminuye la visibilidad horizontal y se convierte en una niebla de advección que deposita o no gotas de agua en la superficie dependiendo de si se trata de una niebla mojadora o seca. Esta fue una diferenciación que los vigilantes realizaban en sus anotaciones (ver figura 11) y gracias a ella podemos distinguir entre el ritmo de un mar de nubes seco –que no deja agua pero si dificulta la visibilidad– de otro mar de nubes “mojador” porque de él se puede coleccionar agua de forma natural, a través de la vegetación, y artificial a partir de mallas captanieblas. A este fenómeno se le denomina “precipitación oculta”. El ritmo horario de ambos tipos de mar de nubes – seco y “mojador”– es muy diferente y complementario porque mientras que

el primero es más frecuente en las horas del mediodía, el segundo está presente sobre todo desde el atardecer hasta primeras horas del día (Fig. 18).



Fig. 17. Imagen tomada el 1 de julio de 2006 desde la torre de Bólico. En ella se observa cómo las nubes cubren Teno Alto y gran parte de El Palmar mientras que la torre estaba despejada. © M^a V. Marzol.

Finalmente, habría otro interrogante que se podría contestar después de tantos años estudiando al mar de nubes. Es el de ¿cuánta agua puede depositar el mar de nubes en aquellas superficies cubiertas de vegetación con las que intercepta? En este campo estamos investigando desde el año 1996 y ya podemos dar respuestas fundamentadas de cuál es la importancia que tiene el fenómeno atmosférico del mar de nubes para la isla de Tenerife porque aporta, de forma pausada, nada violenta, importantes cantidades de agua que es aprovechada por la vegetación; en concreto, es el monteverde el que más se beneficia por ello por ser a esa altitud donde intercepta la nubosidad con la isla.

Desde el año 2001 hasta el cierre de la torre de Bólico, en septiembre de 2017, para su derribo y la construcción de un radar meteorológico, se ha contabilizado el agua de la niebla depositada en tres QFC con mallas diferentes (ver figura 14). En la figura 19 se presentan los resultados de una de las mallas para dejar constancia de la importancia del mar de nubes

como suministrador de agua en esta época del año, cuando no es habitual que llueva de forma convencional. Se puede afirmar que en estas cumbres se colecta, de media, entre 250 y 300 Litros/m² de agua proveniente del mar de nubes, cada mes del verano, mientras que el agua de la lluvia, registrada en los pluviómetros, no alcanza los 16 mm al mes.

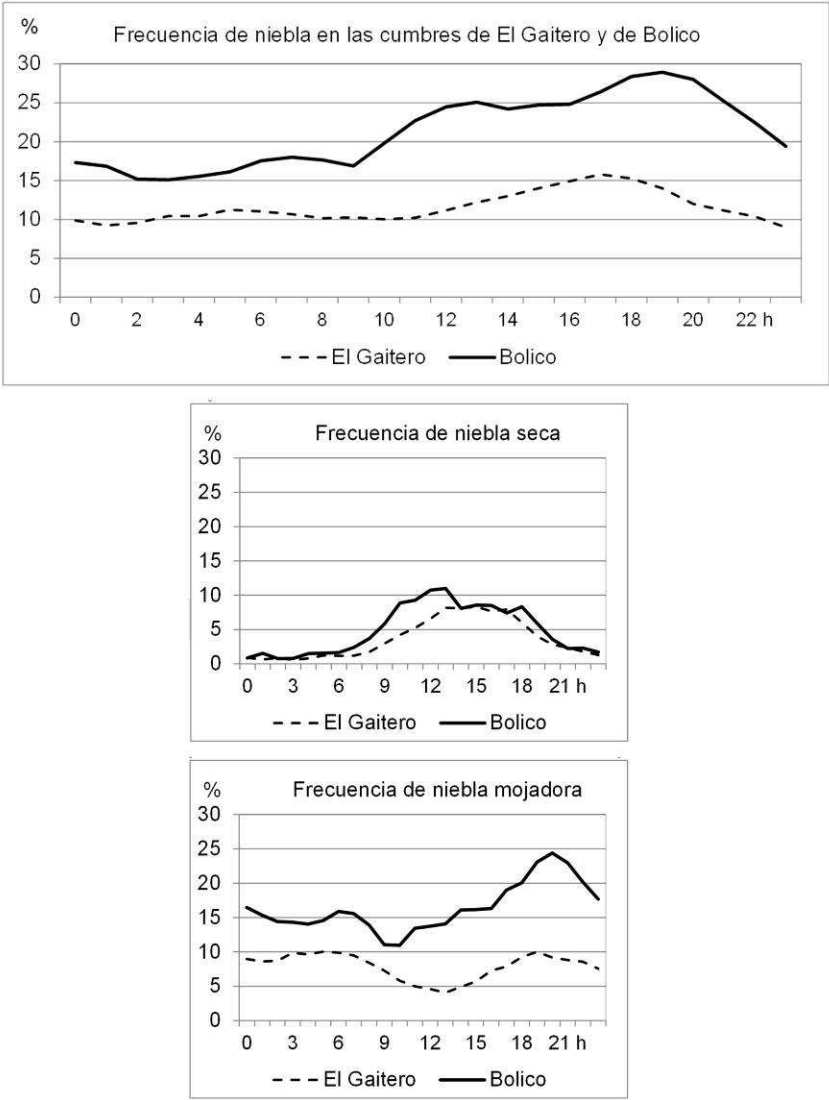


Fig. 18. Aunque el mar de nubes esté presente en las cumbres de Tenerife durante todo el día, si bien con mayor frecuencia a partir de las 18 horas, sabemos que en las horas del mediodía no deposita agua y que sí lo hace desde las 20 horas hasta las 8 h de la mañana. En todos los casos, son las cumbres de Bolico las más nubladas en el periodo de estudio: de junio a octubre de 1998 a 2018.

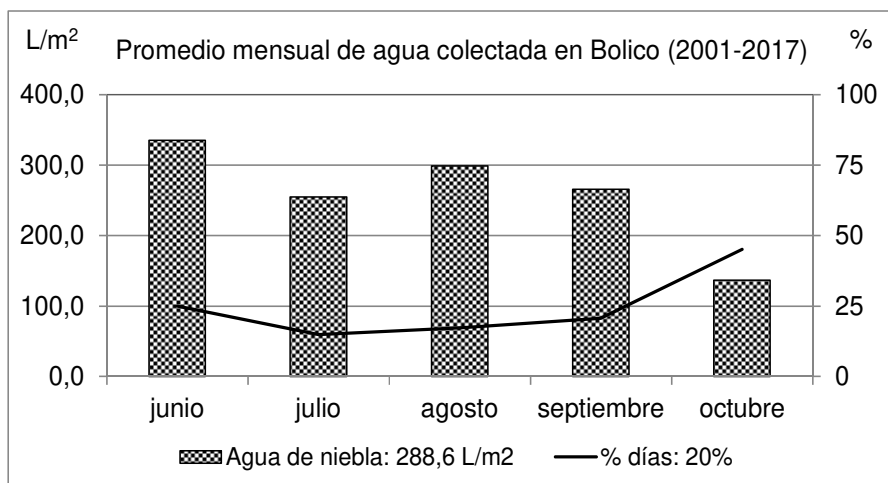


Fig. 19. El volumen de agua mensual depositado por contacto de la niebla con los montes de Bolico es casi de 300 L/m², lo que supone una media de 9 L/m² al día de agua suministrada a la vegetación de ese lugar.



Fig. 20. Desde la torre de Bolico es fácil ver cómo al atardecer el mar de nubes desborda por la cumbre y cae hacia el valle de Santiago del Teide. Si es “mojador” depositará importantes cantidades de agua en los brezos de la ladera Norte y en el pinar de la cumbre. © Laura Márquez.

El volumen de agua colectado de junio a octubre en las cumbres de la isla de Tenerife es muy significativo y de gran importancia para el mantenimiento de la cubierta vegetal, no solo porque son abultadas cantidades de agua sino también porque se producen en la estación más seca del año, cuando las plantas tienen estrés hídrico por la falta de lluvias; sin embargo, se ven “regadas” por el agua del mar de nubes. De ahí el importante valor ecológico que tiene el mar de nubes para algunas de las islas Canarias.

Tabla 4. Media diaria de agua de niebla colectada en diferentes lugares de la isla de Tenerife (Litros/m²/día).

	El Gaitero ¹	Bolico	Teno Alto ¹	Anaga ²
Junio	2,8	10,8	6,7	11,3
Julio	1,1	5,1	4,7	22,4
Agosto	0,4	9,6	5,8	18,3
Septiembre	2,3	8,6	6,1	5,1
Octubre	3,7	4,4	7,5	3,6
MEDIA	2,1	7,7	6,2	12,1

¹ Marzol (2003); ² Marzol *et al.* (2011)

Conclusiones

Se sabe que el mar de nubes tiene numerosos detractores porque les impide gozar de un día soleado en una playa norteña, retrasa o cancela vuelos programados en el aeropuerto de Los Rodeos, porque puede convertir en desastre un paseo por el monte, etc. En definitiva, el motivo es que trastoca alguna actividad que habíamos programado con ilusión. Sin embargo, debemos ser conscientes que sin el contacto de ese manto nuboso con algunas de nuestras islas no dispondríamos del magnífico ejemplar de bosque nuboso y húmedo del Monteverde, que es un referente a nivel mundial.

El hecho de que ese mar de nubes dependa de la estacionalidad de la inversión térmica coadyuva a que sus efectos refrescantes y humectantes se produzcan en el momento más seco y cálido del año, los meses de verano. Finalmente, y por ello no menos valioso, el mar de nubes nos deleita con algunas escenas de una belleza sinigual al amanecer en las vertientes orientales, al atardecer en las septentrionales o cuando ascendemos a las cumbres y podemos deleitarnos con el goteo incesante de los pinos y brezos.

Victor Manuel Hernández Beltrán

In Memoriam

Victor Manuel Hernández Beltrán nació en Buenavista el 16 de abril de 1967 y falleció a los 51 años, el 16 de febrero de 2019, también en Buenavista. Toda su vida transcurrió en ese municipio del Noroeste de Tenerife, al que amaba y defendía, trabajando en su finca y cuidando los montes desde la torre de vigilancia de Bolico. Allí fue donde le conocí en el año 1999.

Victor era una persona callada, reservada, pausado, afable –siempre con una sonrisa en la cara–, amigo de sus amigos y muy celoso de su entorno familiar. Él confesaba que le gustaba su trabajo, que era feliz en la torre a pesar de que ello suponía pasar muchas horas y días solo, porque amaba a los montes.

Era muy serio en su trabajo y por eso confié siempre en las observaciones y mediciones que hacía del mar de nubes y de otros rasgos del paisaje norteño que me indicaba. Gracias Victor –desde donde estés– y también a todos los demás vigilantes por vuestra colaboración en el conocimiento de cómo se comporta el mar de nubes en Tenerife. Después de veinte años se lo podemos mostrar a los demás.



Agradecimientos

Mi gratitud inmensurada los vigilantes de las torres contra-incendios de El Gaitero y de Bolico por el valor de su abnegada y silenciosa observación del mar de nubes durante todo este tiempo. Ellos son Alberto

Ruíz, Alicia Martín, Carlos Medina, Carmen Fumero, Cristina Sánchez, David Rodríguez, Elisa Blanco, Fátima Afonso, Francisco Javier Martín, Guacimara Díaz, Gualberto Martín, Ithaisa León, Jana Martín, Jonathan Afonso, Jorge Alonso, José Manuel Armas, José Manuel Guanche, Juana Martín, Jana Trujillo, Laura Márquez, Manuel Yanes, María Pérez, María Sánchez, Natalia Rodríguez, Noemí Pérez, Santiago Campos, Sinforiano Expósito, Sonia Martín, Juana Trujillo, Vanessa Real, Victor Hernández, Victoria González. También a José M^a Sánchez, Jefe de la U.O. de Incendios Forestales y Medios Asociados. Área de Medio Ambiente del ECIT, por su información sobre las torres de vigilancia.

Bibliografía

- DORTA, P. (1995). Las inversiones térmicas en Canarias. *Investigaciones Geográficas* 15: 109-124.
- DORTA, P., M^aV. MARZOL & P. VALLADARES (1993). Localisation et fréquence des cellules de pression dans l'Atlantique Nord, l'Europe occidentale et le nord de l'Afrique (1983-1992). *Association Internationale de Climatologie* 6: 452-466.
- GARCÍA PÉREZ, J.L. (1988). *Viajeros ingleses en las Islas Canarias durante el siglo XIX*. CajaCanarias. Santa Cruz de Tenerife.
- GONZÁLEZ LEMUS, N. (1995). *Las islas de la ilusión (británicos en Tenerife. 1850-1900)*. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.
- MARZOL, M^a V. (1993). Los factores atmosféricos y geográficos que definen el clima del archipiélago canario. En Unidad de Geografía del Departamento de H^a y Geografía de la Universidad Rovira i Virgili *Aportaciones en Homenaje al Profesor Luis Miguel Albentosa*. Diputación Provincial de Tarragona: 151-176.
- MARZOL, M^aV. (2002). Fog water collection in a rural park in the Canary Islands (Spain). *Atmospheric Research* 64 (1-4): 239-250.
- MARZOL, M^aV. (2003). *La captación del agua de la niebla en la isla de Tenerife*. CajaCanarias. Santa Cruz de Tenerife.
- MARZOL, M^aV. (2008). Temporal characteristics and fog water collection during Summer in Tenerife (Canary Islands, Spain). *Atmospheric Research* 87: 352-361.
- MARZOL, M^aV., P. DORTA, P. VALLADARES, P. MORIN & M. ABREU (1994). La captation de l'eau à Tenerife (Iles Canaries). L'utilisation des brouillards. *Association Internationale de Climatologie* 7: 83-91.
- MARZOL, M^aV., P. DORTA, P. VALLADARES & R. PEREZ (1997). Le potentiel hydrique de la base de la mer de nuages à Tenerife (Iles Canaries). *Association Internationale de Climatologie* 10: 93-101.
- MARZOL, M^aV., P. VALLADARES & P. DORTA (2001). Métodos de análisis de la nubosidad: su aplicación a las cumbres de Tenerife (Islas Canarias). En MANERO, F. (coord.). *Espacio Natural y dinámicas territoriales*. Universidad de Valladolid: 250-263.

- MARZOL, M^aV., J.L. SÁNCHEZ, P. VALLADARES, R. PÉREZ & P. DORTA (1996). La captación del agua del mar de nubes en Tenerife. Método e instrumental. En *Clima y agua: la gestión de un recurso climático* (Marzol, M^a V., Dorta, P. & P. Valladares, Eds.). Tabapress. Madrid: 333-350.
- MARZOL, M^aV., J. SÁNCHEZ. & A. YANES (2011). Meteorological patterns and fog collection in Morocco and Canary Islands. *Erdkunde* 65: 291-304.
- MARZOL, M^aV. & P. SUÁREZ (2012). Algunas reflexiones acerca del clima de las islas Canarias. *Nimbus* 29-30: 399-416.
- PICO, B. & D. CORBELLA (2000). *Viajeros franceses a las Islas Canarias*. Instituto de Estudios Canarios. Tenerife.
- VALLADARES, P. (1995). Estudio geográfico del mar de nubes en la vertiente norte de Tenerife. Memoria de Licenciatura. Departamento de Geografía. Universidad de La Laguna.