

# CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA EN DETERMINADOS ENCLAVES DEL SUDESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

David CORELL CUSTARDOY<sup>1</sup>, María José ESTRELA NAVARRO<sup>1</sup>, José Antonio VALIENTE PARDO<sup>2</sup>, Susana BARCELÓ CERDÁ<sup>3</sup>, José Jaime CAPEL MOLINA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Meteorología-Climatología, Unidad Mixta CEAM-UVEG, Facultad de Geografía, Universidad de Valencia

<sup>2</sup>Laboratorio de Meteorología-Climatología, Unidad Mixta CEAM-UVEG, Instituto Universitario Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) – Universidad Miguel Hernández

<sup>3</sup>Departamento de Estadística e Investigación Operativas Aplicadas y Calidad, Universidad Politécnica de Valencia

<sup>4</sup>Universidad de Almería, Almería, España

davidcocu@gmail.com, majoesna@uv.es, josean@ceam.es, sbarcelo@eio.upv.es

## RESUMEN

El sudeste de la Península Ibérica y, en concreto, las provincias de Alicante, Murcia y Almería, es un área especialmente sensible a la problemática de la escasez de agua, debido a su clima de escasas precipitaciones y de sus habituales periodos largos sin lluvias. Es por ello, que la búsqueda de fuentes de agua alternativas puede ayudar a mejorar este problema. En este trabajo, se hace un estudio sobre el potencial de captación de agua de niebla mediante métodos pasivos en siete emplazamientos de montaña, analizando a su vez sus principales características. La tasa de captación obtenida durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011, ha variado entre 7.1 l/m<sup>2</sup>/d en Bernia y 0.8 l/m<sup>2</sup>/d en Helada. El episodio de recolección de niebla de mayor duración ha sido de 86 horas consecutivas, acumulándose un total 465 l/m<sup>2</sup>. El estudio nos ha permitido determinar la dirección óptima en la que se debería instalar un captador de niebla industrial de tipo pantalla así como llevar a cabo una estimación del volumen de agua potencial que se podría haber recolectado en cada emplazamiento

Palabras clave: Niebla de advección, recolección de niebla, captación de agua, SE de la Península Ibérica

## ABSTRACT

Little or no rain for an extended period of time is typical in the Southeast of the Iberian Peninsula and in particular, in the provinces of Alicante, Murcia and Almería. Therefore, scarcity of water is considered to be a problem in this area. Fog-water is being used successfully in many parts of the world as a new source of water. In this paper, we study the potential of fog-water harvesting and the main features of fog at seven mountain sites of this area. During the period between January 2010 and April 2011, fog collection rates varied from 7.1 l/m<sup>2</sup>/d at Bernia to 0.8 l/m<sup>2</sup>/d at Helada. The longest fog event lasted for 86 hours, accumulating 465 l/m<sup>2</sup> of fog-water. The study allowed us to determine the optimal direction and the potential volume of fog-water for a flat fog collector at each site.

Keywords: Advection fogs, fog collection, fog harvesting, SE of the Iberian Peninsula

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2003 se está llevando a cabo una investigación sobre el potencial de recolección de agua de niebla en el litoral mediterráneo de la Península Ibérica. Para ello, el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) puso en funcionamiento una Red de Colectores de Agua de Niebla que se extiende desde los Pirineos hasta el Cabo de Gata. En total, se instalaron 23 colectores de niebla, los cuales han funcionado de forma autónoma durante la investigación, recolectando datos de niebla acumulada cada diez minutos, entre otras variables meteorológicas.

El potencial de recolección de agua de niebla con fines de aprovechamiento ha sido estudiado previamente en numerosos países tales como Chile, Perú, Sudáfrica, Nepal o Croacia (Cereceda *et al.*, 2002; Larrain *et al.*, 2002; Mac Quarrie *et al.*, 2001; Mileta, 2004; Olivier *et al.*, 2002; Osses *et al.*, 2000; Schemenauer y Cereceda, 1991, 1993, 1994), habiéndose relatado que en zonas con unas características determinadas puede ser una importante fuente de agua. Así, en países como en Chile desde 1987 el agua procedente de la niebla costera abasteció para consumo humano durante años a un pequeño pueblo de 330 habitantes (Chungungo) y en Perú se ha aprovechado para la reforestación de un parque natural situado al norte de Lima y para abastecer una escuela cerca de la capital (Schemenauer y Cereceda, 1994). En España las primeras investigaciones sobre la niebla se realizaron en las Islas Canarias y más concretamente en la isla de Tenerife (Marzol y Valladares, 1998; Marzol, 2001, 2002, 2005). Las investigaciones llevadas a cabo allí fueron encaminadas a obtener agua para consumo en el Parque Rural de Teno, al noroeste de la isla de Tenerife, zona elevada de unos 1.000 m de altitud, con la presencia frecuente de nieblas de advección.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar el comportamiento de la niebla en el sudeste peninsular. Esta área de la Península Ibérica está calificada como árida o semiárida (Capel, 1982), tratándose de una zona de lluvias escasas y con frecuentes periodos largos de sequía. Ello hace que sea un área con importantes problemas en los recursos de agua, por lo que la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento distintas a las tradicionales, puede ayudar a mejorar esta problemática intrínseca del territorio.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de estudio

El estudio se centra en el análisis del potencial de recolección de agua de niebla en el sudeste de la Península Ibérica y más en concreto, en siete puntos de montaña litorales y prelitorales (figura 1), localizados en las provincias de Alicante, Murcia y Almería. En cada uno de estos emplazamientos se instaló un colector de niebla experimental, como el que se detalla en el apartado 2.2. Todos los emplazamientos cumplían las recomendaciones geográficas realizadas por Schemenauer y Cereceda (1994) a la hora de seleccionar un lugar para implantar un sistema pasivo de captación de agua de niebla. Se trata de lugares con altitudes superiores a 400 m, con presencia de vientos persistentes de componente marítima, próximos al mar y sin presencia de obstáculos en el relieve cercano (montañas, picos, etc.) que desvíen la trayectoria de los vientos e impidan que la niebla intercepte con el emplazamiento seleccionado.

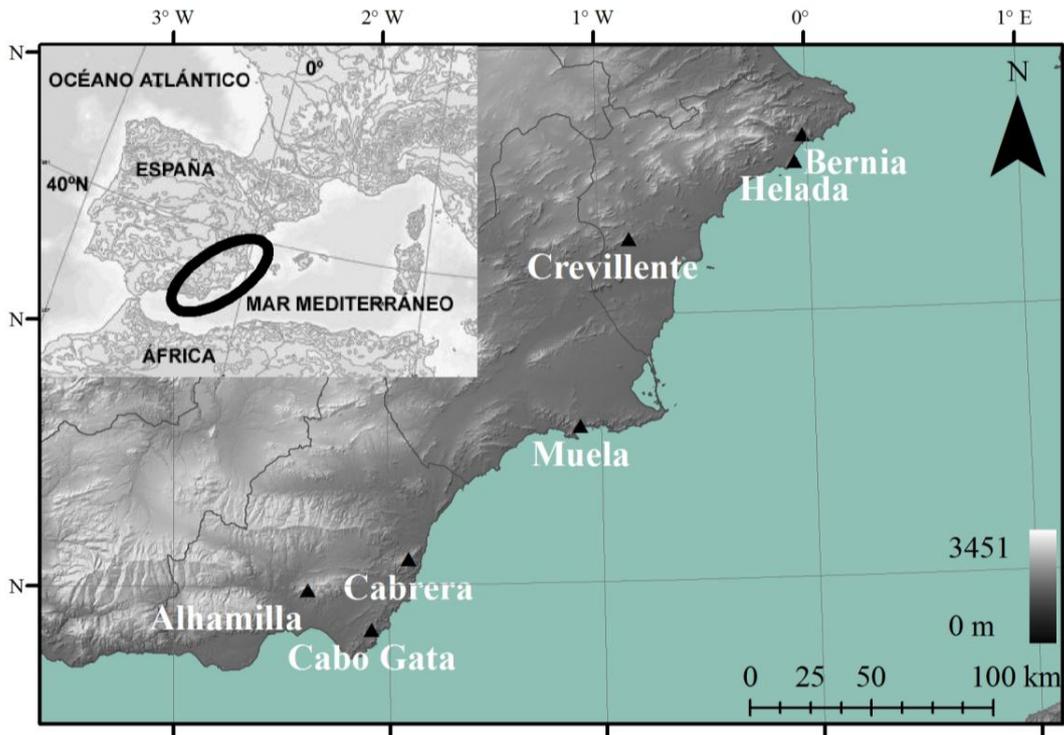


Fig. 1: Distribución geográfica de los colectores de niebla situados en el sudeste de la Península Ibérica

## 2.2 Instrumentación

En cada uno de los siete emplazamientos seleccionados se instaló un sistema integrado para la captación de niebla como el descrito en Estrela *et al.* (2008). Este equipo está instrumentado con un dispositivo para la captación experimental de agua de niebla, además de estar dotado con sensores para la medición de la temperatura, humedad relativa, lluvia y la velocidad y dirección de viento. El captador de niebla empleado es de tipo pasivo, tiene forma cilíndrica y ha sido diseñado y fabricado artesanalmente por personal de la Fundación CEAM basándose en los modelos SFC (Schemenauer y Cereceda, 1994a) y ASRC (Falconer y Falconer, 1980). El pluviómetro utilizado es de tipo balancín (modelo 7856M, marca Davis Instruments), el anemómetro de cazoletas y está integrado en un único dispositivo junto a la veleta (modelo 7914, marca Davis Instruments). La temperatura y humedad se registra mediante una sonda (modelo HMD50Y, marca Vaisala) protegida por una carcasa de intemperie.

Se optó por elegir un modelo de colector de niebla de tipo cilíndrico en lugar de uno de tipo pantalla, debido a que el primer tipo de sensor es omnidireccional y presenta una exposición uniforme a los vientos de todas las direcciones, independientemente de la orientación en que se instale. Por el contrario, los colectores de niebla de tipo pantalla, para que su eficacia de captación sea máxima, se deben instalar perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes portadores de la niebla, siendo más adecuada su colocación en los emplazamientos en donde está bien documentado dicha dirección o donde, por las características geográficas del terreno, se pueda suponer con seguridad cuál va a ser la misma. El proceso de recolección de agua de niebla es simple. Las gotas de agua suspendidas en el aire y arrastradas por el viento, chocan contra la superficie captadora (hilos de nylon o malla tipo raschel) y a medida que crecen por el impacto de nuevas gotas, caen por gravedad deslizándose hasta un disco inferior donde se recolectan y/o cuantifican. El volumen de agua

de niebla recolectado por unidad de área ( $l/m^2$ ) se obtiene dividiendo el volumen de agua recogido por la superficie efectiva de recolección del colector.

### 2.3 Tipo y período de datos de recolección de agua de niebla, lluvia y viento

Los datos registrados por cada uno de los siete sistemas para la prospección de la niebla y demás variables meteorológicas han sido diezminutales: en el caso de las variables niebla y lluvia, se trata de valores acumulados en diez minutos, mientras que para la velocidad y dirección de viento, son valores promedio diezminutales de datos muestreados cada seis segundos. A partir de los datos diezminutales, se han calculado los promedios o acumulados en distintos intervalos temporales (horarios y diarios), que han servido de base para el cálculo de los resultados. Siguiendo la metodología utilizada en los trabajos que estudian la niebla con fines de aprovechamiento, los valores denominados de niebla muestran toda el agua capturada por el colector de niebla, que bien podría ser niebla, precipitación o ambos meteoros a la vez. De este modo es posible conocer la cantidad de agua que se podría recolectar empleándose un sistema industrial basado en esta tecnología. El porcentaje de contaminación por lluvia durante el periodo de estudio para los siete colectores analizados, ha sido, en promedio, del 20 % y ha sido calculado siguiendo el procedimiento descrito en Estrela *et al.*, 2008. Los datos meteorológicos utilizados en el estudio corresponden al periodo entre enero de 2010 y abril de 2011.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Promedio diario de recolección de agua de niebla y de precipitación

La tabla 1 muestra el promedio diario de agua capturada por el colector de niebla y de precipitación registrada en cada uno de los siete emplazamientos analizados. Dichas tasas han sido calculadas como la relación entre el volumen capturado de niebla y/o de lluvia, y el número de días en que ha estado operativo el sistema, para cada estación del año y para un año completo. El colector Cabrera no presenta datos en la estación de verano, ya que no se encontraba operativo para dicho periodo. Los valores denominados de niebla se muestran en metro cuadrado de superficie captadora y día, mientras que los de precipitación aparecen en milímetros por día.

Colector	Variable meteorológica	Anual	I	P	V	O
Bernia	Niebla ( $l/m^2/d$ )	7.1	11.8	5.9	2.4	4.4
	Precipitación (mm/d)	1.5	1.6	1.2	1.3	2.0
Helada	Niebla ( $l/m^2/d$ )	0.8	1.4	0.4	0.3	0.5
	Precipitación (mm/d)	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8
Crevillente	Niebla ( $l/m^2/d$ )	2.0	2.9	1.4	1.1	2.2
	Precipitación (mm/d)	0.9	1.0	1.0	0.6	0.9
Muela	Niebla ( $l/m^2/d$ )	2.4	4.1	2.0	0.6	2.7
	Precipitación (mm/d)	1.0	1.3	1.0	0.3	1.4
Cabrera	Niebla ( $l/m^2/d$ )	5.6	8.1	1.1	-	4.6
	Precipitación (mm/d)	1.8	1.9	1.0	-	1.9
Cabo Gata	Niebla ( $l/m^2/d$ )	1.9	2.4	0.6	0.2	3.4
	Precipitación (mm/d)	0.8	0.8	0.7	0.2	1.2
Alhamilla	Niebla ( $l/m^2/d$ )	3.1	7.2	0.5	0.1	2.8
	Precipitación (mm/d)	1.2	2.1	0.5	0.2	1.8

Tabla 1: TASA ANUAL Y ESTACIONAL DE AGUA CAPTURADA POR EL COLECTOR DE NIEBLA Y DE PRECIPITACIÓN, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 1 DE ENERO DE 2010 Y EL 30 DE ABRIL DE 2011 (I: INVIERNO; P: PRIMAVERA; V: VERANO; O: OTOÑO)

Las mayores tasas anuales de captura de agua de niebla se han obtenido en los colectores Bernia y Cabrera, con valores promedios de 7.1 y 5.6 l/m<sup>2</sup>/d respectivamente, lo que equivale a volúmenes anuales superiores a 2.000 l/m<sup>2</sup> en ambos casos. En el resto de colectores, los promedios de recolección han variado entre 1.9 y 3.1 l/m<sup>2</sup>/d, a excepción del colector Helada, el cual ha logrado la menor tasa de captura. Igualmente, la tabla muestra como los valores anuales de agua capturada por el colector de niebla son superiores a los valores de precipitación en todos los emplazamientos. A su vez, las figuras 2 y 3 muestran un claro ciclo anual en cuanto a la captura de niebla y la precipitación. Las dos variables han mostrado durante el periodo analizado dos estaciones más húmedas, invierno y otoño, y dos más secas, primavera y sobre todo, verano. En el caso de la niebla, la figura 2 muestra como los promedios de captura de agua de niebla para las estaciones de invierno y otoño, superan los 2 l/m<sup>2</sup> en todos los casos, excepto en Helada. Se observa a su vez, un descenso generalizado de las tasas de captura de agua de niebla y precipitación en primavera, pero sobre todo en verano, siendo éste más acusado cuanto más al sur. Sin embargo, los colectores instalados en emplazamientos más meridionales presentan mayores tasas de captura en invierno y sobre todo en otoño que los más septentrionales.

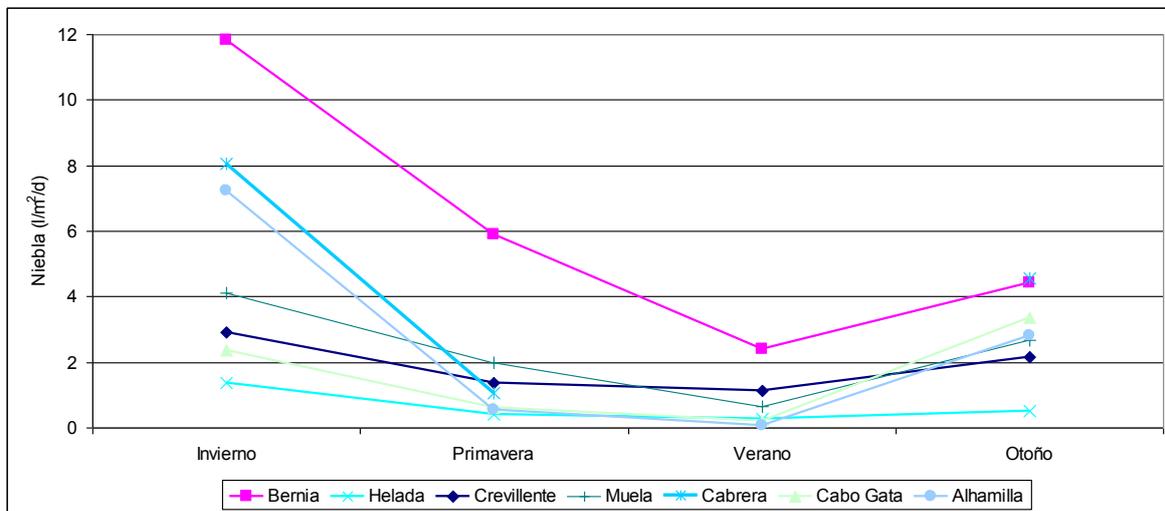


Fig. 2: Promedio diario de recolección de agua de niebla, en función de la estación del año, durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011

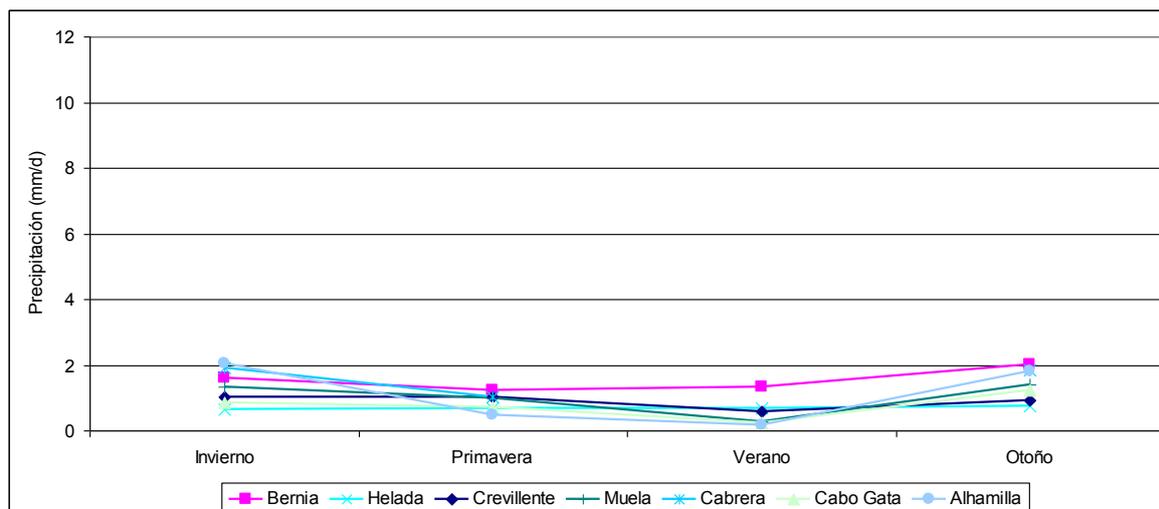


Fig. 3: Promedio diario de precipitación, en función de la estación del año, durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011

### 3.2 Duración de los episodios de recolección de agua de niebla

Según Marzol (2005), se entiende por episodio de niebla al tiempo, expresado en horas, en el que de manera ininterrumpida este fenómeno aparece en el lugar. En nuestro caso, podríamos entender este concepto como el tiempo, expresado en horas, en el que de manera ininterrumpida se produce recolección de agua por medio del colector de niebla. Se ha calculado la duración, en horas, de cada episodio de niebla que ha generado recolección de la misma, independientemente de si ha habido lluvia o no. También se ha calculado el promedio horario de recolección de niebla de cada uno de dichos eventos, en  $l/m^2/h$ , como la relación entre el volumen capturado en cada evento y su duración en horas, siguiendo la metodología descrita por Estrela *et al.* (2008). La figura 4 muestra la duración de cada evento de recolección de niebla frente a su promedio de captura, para todos los episodios de captura de niebla acontecidos en los siete emplazamientos seleccionados. El gráfico contiene todos los datos de captura de niebla obtenidos durante el periodo de estudio, agrupados por episodios de niebla. Para lograr una mejor representación, se ha utilizado una escala logarítmica en el eje de abscisas.

La duración más frecuente de los episodios de niebla ha sido de 1-11 horas, con un promedio de captación comprendido entre 0.1 y 4  $l/m^2/h$ . Para cada uno de los puntos del gráfico, el volumen de agua capturado en cada evento de niebla se obtiene multiplicando la duración por el promedio de captación. De este modo, el episodio de mayor duración tuvo lugar en el colector Bernia y persistió durante 86 horas consecutivas, acumulándose un total 465  $l/m^2$ . Del mismo modo, el episodio con mayor promedio de captura tuvo lugar igualmente en Bernia, con valor medio de recolección de 9.1  $l/m^2/h$  y una duración de 3 horas, recolectándose por tanto un total de 27.2  $l/m^2$ . El gráfico muestra a su vez una relación positiva entre la duración de los episodios y su promedio de recolección.

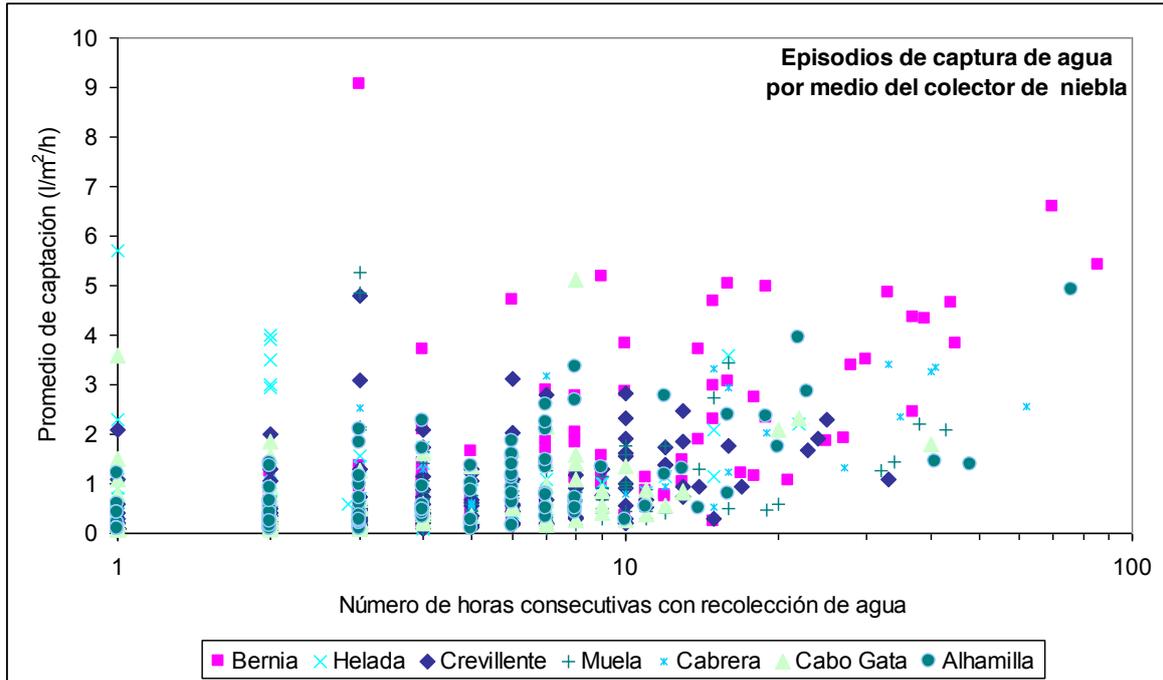


Figura 4: Duración de los episodios de recolección de agua de niebla en función del promedio de recolección, durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011

### 3.3 Frecuencia horaria de la niebla

La frecuencia horaria de la niebla representa el porcentaje de días del periodo de estudio en que se ha recolectado niebla en cada una de las 24 horas del día. Su cómputo se ha realizado, a partir de los datos de niebla acumulada en una hora, como la suma del número de días en los que se ha recolectado niebla a una determinada hora, dividido por el número total de días del periodo de estudio, calculado para cada una de las 24 horas del día, en tanto por ciento. A modo de ejemplo, el colector Muela a las 6 horas ha tenido presencia (y captura) de niebla el 17.7 % de los días. La figura 5 muestra un marcado ciclo diario para la mayoría de emplazamientos, con mayores frecuencias durante las primeras y últimas horas del día (horas nocturnas), y con menores porcentajes en las horas centrales del día (horas diurnas). Estas fluctuaciones diarias en la frecuencia horaria de recolección de niebla pueden deberse al desarrollo y disipación de nieblas orográficas, ya que éstas están asociadas a las fluctuaciones diarias de la temperatura del aire. Cuando la temperatura desciende, el vapor de agua presente en la masa de aire ascendente puede condensar y producir niebla. Por el contrario, cuando la temperatura del aire aumenta en las horas diurnas del día, puede no haber suficiente enfriamiento en la masa de aire ascendente para producir la condensación del vapor de agua, por lo que se inhibe la formación de niebla.

Los emplazamientos más meridionales, a excepción de Alhamilla, son los que han mostrado un ciclo diario más marcado, con presencia de niebla superior al 12 % de los días durante determinadas horas nocturnas, y con un descenso notable de la misma a mediodía, con valores entre 4 y 8 %. Las estaciones situadas al norte de la zona de estudio, Bernia y Helada, son las que muestran una curva de frecuencias con menores fluctuaciones.

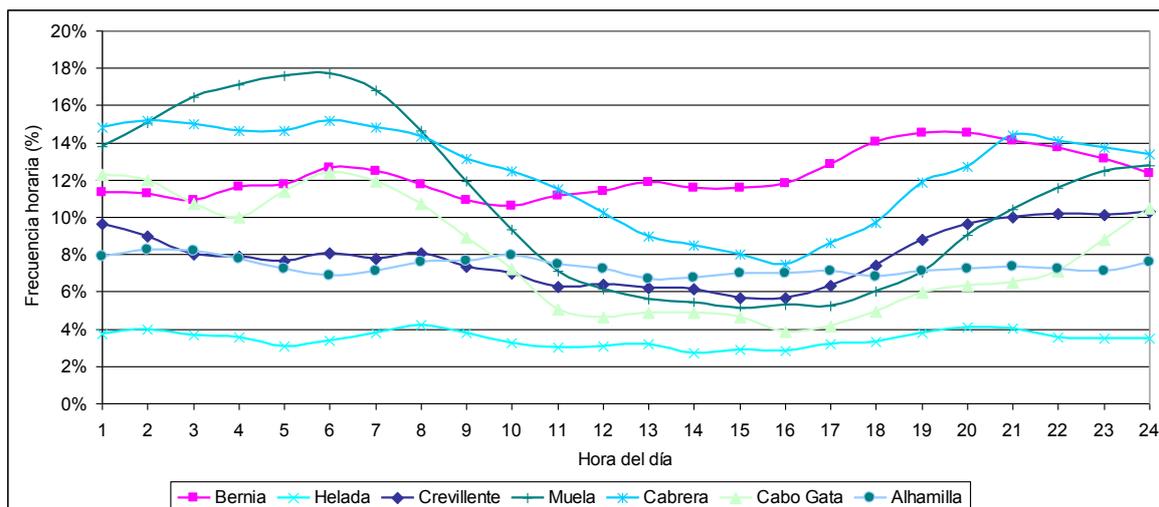


Fig. 5: Porcentaje de horas con recolección de niebla en función de la hora del día, durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011

### 3.4 Direcciones de viento óptimas para la recolección de agua de niebla

Para cada uno de los siete colectores de niebla analizados, se ha calculado la dirección del viento que maximiza la recolección de agua de niebla utilizando un colector de tipo pantalla, que es el empleado habitualmente cuando se quiere capturar agua de niebla de manera industrial. Para ello se ha recurrido a una expresión que es función de la dirección de viento y del volumen de niebla capturado (Estrela *et al.*, 2009; Valiente *et al.*, 2010). Dicha ecuación calcula el volumen teórico a recolectar de niebla en todas las direcciones de viento, habiéndose escogido para cada emplazamiento la que maximiza la captura (tabla 2). Se observa cómo cada emplazamiento presenta una dirección óptima particular y que instalando un colector de tipo pantalla, se hubiera obtenido durante el periodo de tiempo analizado y en el mejor de los lugares, unos 2.471 l/año de agua por cada metro cuadrado de malla. A modo de ejemplo, si se hubiera instalado un colector de 18 m<sup>2</sup> de malla y asumiendo una relación igual a  $y=0.97x$  ( $y$  = volumen recolectado por un colector de tipo pantalla de 18 m<sup>2</sup>;  $x$  = volumen captado por un colector experimental cilíndrico (Estrela *et al.*, 2009)), se hubieran recolectado en un año unos 43.144 litros de agua.

Colector	Dirección óptima (Grados)	Volumen teórico (l/m <sup>2</sup> /a)
Bernia	170	2471
Helada	80	200
Crevillente	130	551
Muela	20	772
Cabrera	175	1100
Cabo Gata	55	585
Alhamilla	55	822

Tabla 2: DIRECCIÓN DE VIENTO QUE OPTIMIZA LA RECOLECCIÓN DE NIEBLA Y VOLUMEN TEÓRICO A CAPTURAR POR UN COLECTOR DE TIPO PANTALLA, OBTENIDO A PARTIR DE LOS DATOS COMPENDIDOS ENTRE ENERO DE 2010 Y ABRIL DE 2011

#### 4. CONCLUSIONES

El presente trabajo pone de manifiesto que en determinados emplazamientos, los cuales deben cumplir ciertas reglas en cuanto a altitud y orientación hacia el mar, es posible obtener volúmenes considerables de agua a partir de nieblas orográficas y de advección. La presencia del mar Mediterráneo y de una geografía abrupta cercana a la línea de costa a lo largo del litoral este peninsular, hace de esta región un lugar idóneo para la formación de nieblas de montaña. Los sistemas pasivos de recolección de niebla como el utilizado en este trabajo, cumplen perfectamente la función de extracción de agua de dichas nieblas, mostrándose por tanto como un sistema eficaz. Además, como los materiales utilizados para la fabricación de los colectores son de bajo coste y alta durabilidad, y como no es necesario el aporte de energía para su funcionamiento, se trata de una tecnología económica.

Los colectores de niebla analizados han tenido un comportamiento dispar en cuanto a los volúmenes de agua de niebla recolectados. El colector Bernia se ha mostrado como el más eficaz de todos los estudiados, habiendo recolectado, en promedio, un volumen anual superior a  $2.500 \text{ l/m}^2$ . Este colector limita por el norte la región analizada y debido a su situación geográfica y a su altitud, era de esperar un comportamiento de este tipo. El resto de colectores analizados de la provincia de Alicante han tenido menores tasas de captura. El colector Crevillente, a pesar de ser el más alejado del mar de los tres colectores de la provincia, ha tenido una tasa de captura que podría considerarse como media y que bien podría compararse con las obtenidas en otros colectores como Muela o Cabo Gata. Mientras tanto, el colector Helada ha sido el que menor tasa de captura de niebla ha obtenido de todos los emplazamientos analizados, menor incluso que la obtenida por los colectores situados al sur de la región, que en principio podían esperarse como menos productivos. Debido a la buena situación geográfica que presenta este colector, el cual se localiza en una zona bien ventilada, abierta a los vientos de componente marítima y separada del mar por escasos 300 metros, su escasa altitud (428 m) ha podido ser el factor limitante. De hecho, se trata del colector situado a menor altitud de los siete analizados. Consideramos que la altitud es uno de los factores clave a la hora de seleccionar un emplazamiento para realizar la captación de agua de niebla, corroborando lo mencionado por Schemenauer y Cereceda (1994). En este trabajo, con altitudes próximas a 500 m se han obtenido tasas de captura considerables. Tanto el colector Muela, con 556 m de altitud, como el captador Cabo Gata, con 487 m, han obtenido tasas de recolección importantes. Por último, los colectores situados en la parte más meridional del área de estudio también han obtenido promedios de captación elevados, destacando por encima del resto Cabrera, el cual, en promedio, ha obtenido un volumen anual superior a  $2.000 \text{ l/m}^2$ , aunque bien es cierto que no presenta datos en la estación de verano, tradicionalmente la más seca.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por el proyecto NIEVA «Evaluación del agua de niebla en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. Potenciales usos y aplicaciones», CGL2008-04550/CLI, así como por el proyecto CGL2011-30433-C02-01 del M. Ciencia e Innovación.

#### 6. REFERENCIAS

- Capel Molina, J. J. (1982). La aridez en la Península Ibérica. Algunos mapas bioclimáticos. En volumen *Homenaje al Botánico Rufino Sagredo*, Instituto de Estudios Almerienses, Almería, pp. 11-35.
- Cereceda, P.; Osses, P.; Larrain, H.; Farías, M.; Lagos, M.; Pinto, R.; Schemenauer, R. S. (2002). "Advective, orographic and radiation fog in the Tarapacá region in Chile". *Atmospheric Research*, Vol. 64 (1-4), pp. 261-271.
- Estrela, M. J.; Valiente, J.A.; Corell, D.; Millán, M. M. (2008). "Fog collection in the western Mediterranean basin". *Atmospheric Research*, Vol. 87, pp. 324-337.
- Estrela, M. J.; Valiente, J. A.; Corell, D.; Fuentes, D.; Valdecantos, A. (2009). "Prospective use of collected fog water in the restoration of degraded burned areas under dry Mediterranean conditions". *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 149, pp. 1896-1906.
- Falconer, R. E.; Falconer, P. D. (1980). "Determination of cloud water acidity at a mountain observatory in the Adirondack Mountains of New York State". *J. Geophysical Research*, Vol. 85, pp. 7465-7470.
- Larrain, H.; Velásquez, F.; Cereceda, P.; Espejo, R.; Pinto, R.; Osses, P.; Schemenauer, R. S. (2002). "Fog measurements at the site "Falda Verde" north of Chañaral compared with other fog stations of Chile". *Atmospheric Research*, Vol. 64 (1-4), pp. 273-284.
- Mac Quarrie, K. I. A.; Pokhrel, A.; Shrestha, Y.; Osses, P.; Schemenauer, R. S.; Vitez, F.; Kowalchuk, K.; Taylor, R. (2001). Results from a high elevation fog water supply project in Nepal. *2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection*. Del 15 al 20 de julio. St. John's, Canadá, pp. 227-229.
- Marzol, M. V.; Valladares, P. (1998). Evaluation of fog water collection in Anaga (Tenerife, Canary Islands). *1<sup>st</sup> International Conference on Fog and Fog Collection*. Del 19 al 24 de julio. Vancouver, Canadá, pp. 449-452.
- Marzol, M. V. (2001). Fog: Drinking water for rural zones. *2<sup>nd</sup> International Conference on Fog and Fog Collection*. Del 15 al 20 de julio. St. John's, Canadá, pp. 247-250.
- Marzol, M. V. (2002). "Fog water collection in a rural park in the Canary islands (Spain)". *Atmospheric Research*, Vol. 64 (1-4), pp. 239-250.
- Marzol, M. V. (2005) *La captación del agua de niebla en la isla de Tenerife*. Publicación 333, investigación 61. Caja General de Ahorros de Canarias. Tenerife, Canarias.
- Mileta, M. (2004). Results from fog water collection on Mt Velebit in Croatia. *3<sup>rd</sup> International Conference on Fog, Fog Collection and Dew*. Del 11 al 15 de octubre. Ciudad del Cabo, Sudáfrica, H4.
- Olivier, J.; de Rautenbach, C. J. (2002). "The implementation of fog water collection systems in South Africa". *Atmospheric Research*, Vol. 64 (1-4), pp. 227-238.
- Osses, P.; Schemenauer, R. S.; Cereceda, P.; Larrain, H.; Correo, C. (2000). Los atrapanieblas del Santuario del Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación. *Revista Norte Grande de Geografía*, Vol. 27, pp. 61-67.
- Schemenauer, R. S.; Cereceda, P. (1991). "Fog-water collection in arid coastal locations". *Ambio*, Vol. 20 (7), pp. 303-308.
- Schemenauer, R. S.; Cereceda, P. (1993). "Meteorological conditions at a coastal fog collection site in Peru". *Atmósfera*, Vol. 6, pp. 175-188.
- Schemenauer, R. S.; Cereceda, P. (1994). "Fog collection's role in water planning for developing countries". *Natural Resources Forum*, Vol. 18 (2), pp. 91-100.
- Schemenauer, R. S.; Cereceda, P. (1994a). "A proposed standard fog collection for use in high elevations regions". *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 33 (11), pp. 1313-1322.
- Valiente, J. A.; Estrela, M. J.; Corell, D.; Fuentes, D.; Valdecantos, A. (2010). Fog water collection and reforestation on mountain locations in a western Mediterranean basin region. *Proceeding of 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew*. Del 25 al 30 de julio. Münster, Alemania, pp. 52-55.