

LA PRECIPITACIÓN DE NIEBLA EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE



CABILDO  TENERIFE

El presente trabajo de D. Luis Santana Pérez, es la actualización de una comunicación que presentó en el Simposio Internacional de Recursos Hidráulicos. Canarias Agua-2000, celebrado en el Puerto de la Cruz (Tenerife) en abril de 1987, cuando el autor prestaba sus servicios en el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).

Se trata de una publicación de indudable interés, pues recoge los trabajos realizados en esta materia en dicha época, que supusieron una aproximación rigurosa a la cuantificación del fenómeno de la precipitación horizontal y que pusieron de manifiesto su importancia en el mantenimiento de determinados ecosistemas y agrosistemas de la isla.

Dado que este trabajo tuvo en su día una difusión muy restringida a los ámbitos técnico-científicos especializados y que recientemente ha renacido el interés en el aprovechamiento de esta fuente de agua, basados en los mismos principios, aunque empleando nuevos materiales, AGROCABILDO solicitó al autor la redacción de este documento para ponerlo a disposición de nuestros visitantes interesados.

José Manuel Hernández Abreu
Jefe del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife

ÍNDICE

1.	ASPECTOS FÍSICOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE NIEBLA	4
2.	ESTRUCTURA DE LA TROPOSFERA INFERIOR EN LA REGIÓN CANARIA	5
3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MAR DE NUBES	8
4.	PERFIL Y CONSTITUCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL OBSTÁCULO.	13
5.	MEDIDAS DE PRECIPITACIÓN DE NIEBLA REALIZADAS EN TENERIFE (1983 – 1986).....	16
6.	PRECIPITACIONES RECOGIDAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS. CAPTANIEBLAS METÁLICOS	23
a)	Precipitaciones recogidas en los captanieblas rectangulares medianos	25
b)	Precipitaciones recogidas en los captanieblas cilíndricos	30
c)	Precipitaciones recogidas en un captaniebla rectangular gigante	31
7.	DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE NIEBLA EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE	37

1. ASPECTOS FÍSICOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE NIEBLA

Las nieblas son sistemas coloidales compuestos de gotitas de agua y partículas sólidas formadas por la condensación del vapor de agua sobre núcleos higroscópicos. La cantidad de agua líquida que contiene las nieblas varían entre 10^{-4} a 2 g/m^3 , y su valor medio se considera próximo a 0.2 g/m^3 .

En las nubes la cantidad de agua condensada es en promedio un poco más elevada que en las nieblas y varía entre 10^{-2} a 4 g/m^3 . La base de las nubes se encuentra a una centena de metros sobre la superficie del suelo, mientras que la base del “estrato de niebla” se encuentra próxima al suelo. En aquellos lugares de gran altitud, cómo las cumbres de nuestras islas, la nube se convierte en “niebla” si la altitud del relieve es superior a la base de la nube.

Las nubes al ser arrastradas por el viento a través de obstáculos depositan por contacto las gotitas de agua, posteriormente, el conjunto de gotitas se transforma en una gota de mayor diámetro y cae al suelo por la acción de la gravedad y origina la llamada **precipitación horizontal** o **precipitación de niebla**.

Es frecuente observar en el interior de un bosque la disminución de la densidad de niebla desde las copas de los árboles al suelo, de modo que sólo las partes superiores y laterales de los árboles están afectadas por las nieblas espesas, mientras que el sotobosque permanece libre de nieblas.

Los árboles de la laurisilva que tienen las hojas con limbo ancho son los menos efectivos para captar las gotitas de nieblas, al compararlo con los pinos que poseen limbo acicular. El comportamiento distinto en la humectación de las hojas se encuentra en las diferentes trayectorias de los flujos aire – gotita en el contorno de las hojas. La superficie amplia tiene una mayor posibilidad de hacer rebotar las gotitas de agua que las de superficie tipo acicular.

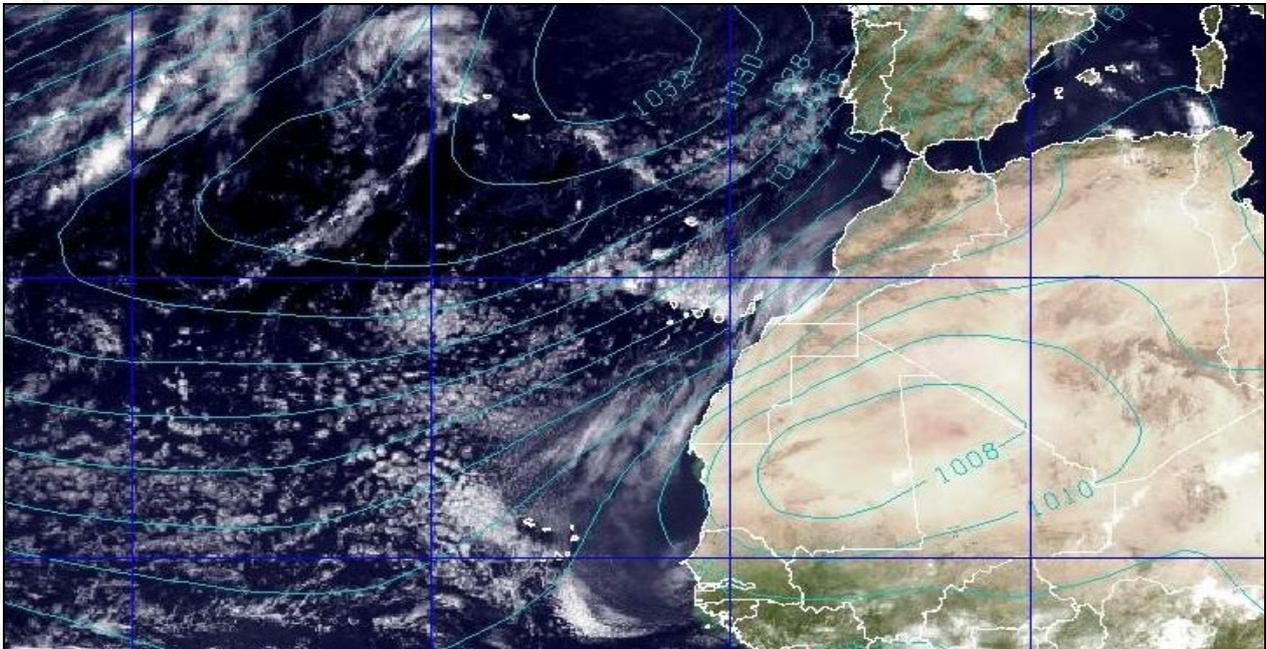
Cuando la fuerza del viento es débil o moderada, las gotitas permanecen en suspensión alrededor del bosque y apenas se depositan en ramas y hojas, pero al incrementarse la fuerza del viento, la **precipitación de niebla** es abundante: incide un mayor número de gotitas sobre el obstáculo en una misma unidad de tiempo, también, se baña una mayor superficie de follaje al penetrar la niebla en el interior del arbolado. La **precipitación de niebla** aumenta cuando la temperatura del aire disminuye.

2. ESTRUCTURA DE LA TROPOSFERA INFERIOR EN LA REGIÓN CANARIA

Las masas de aire que llegan a las costas del archipiélago canario están condicionadas por la distribución de la temperatura de la superficie del mar, estrechamente relacionada con la corriente fría de Canarias. Notablemente, las masas de aire son expulsadas por el anticiclón caliente de las Azores, que en esta región forman los **vientos alisios**, vientos moderados que soplan en la dirección noreste.

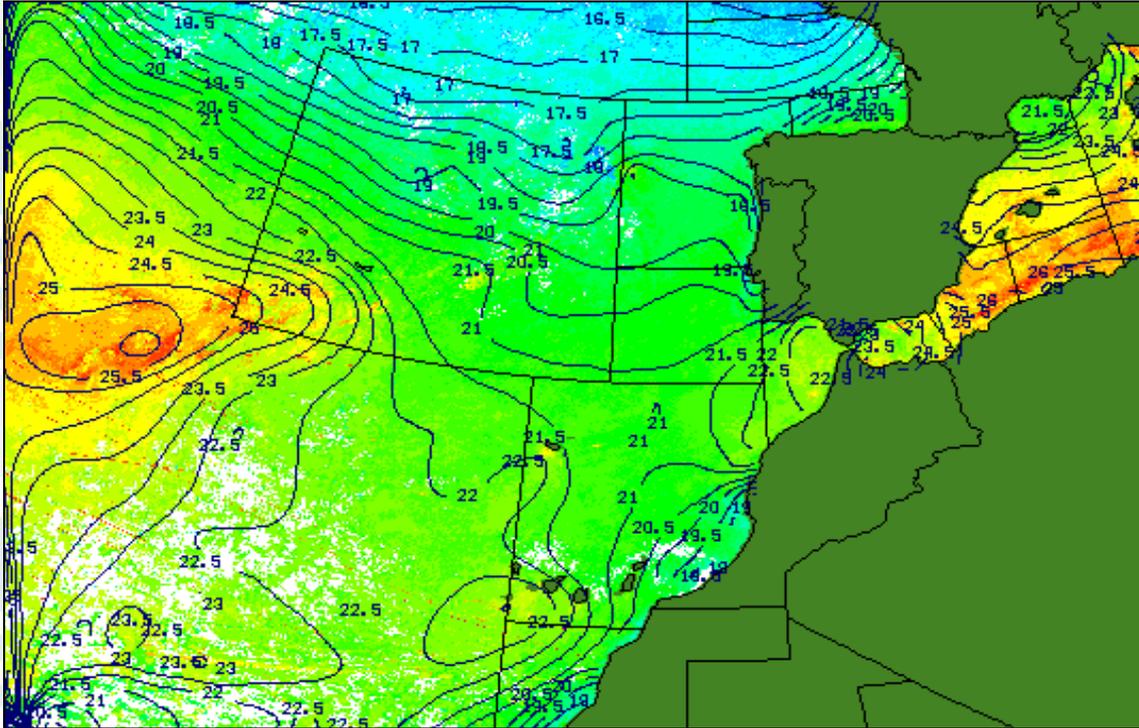
Los vientos alisios transportan a las islas aire húmedo y fresco. A esta capa de aire húmedo se le superpone otra capa seca, separadas ambas por una “inversión vertical de temperaturas”. En esta zona tiene lugar los fenómenos de condensación de vapor de agua y coalescencia de gotitas de agua, desarrollándose una amplia capa de estratocúmulos, llamada popularmente **mar de nubes**.

Este tipo de estratificación atmosférica es muy estable, las posibilidades de movimientos convectivos y turbulentos quedan limitados por la capa seca. En la costa del continente africano, donde más frías son las aguas, se forman principalmente en verano, una auténtica “barrera de aire frío” que en las situaciones atmosféricas de invasiones de aire caliente procedentes del interior del continente no puede remover, las masas de aire caliente a través de ésta se desplaza en altura hacia el océano. En Canarias este fenómeno es una de las causas de la inversión de temperaturas sobre el nivel del mar; nivel y espesor de la inversión de la temperatura sufre grandes variaciones durante el transcurso del día. La altura de la base de la inversión suele disminuir progresivamente a medida que aumenta el calentamiento diurno del suelo.



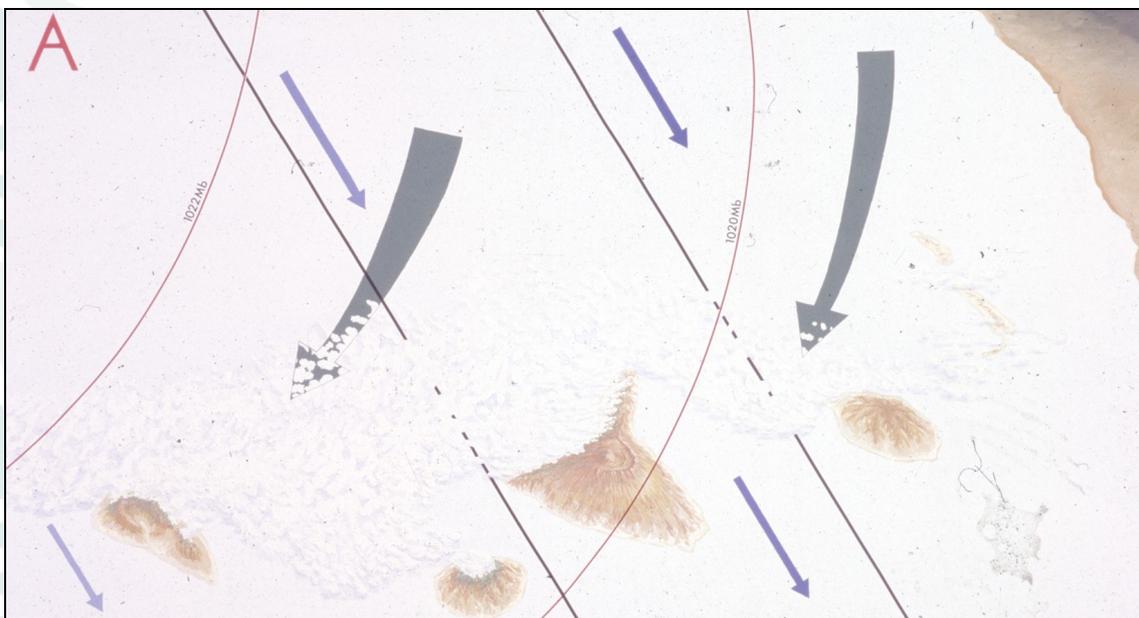
Situación meteorológica 8 de julio de 2007 a 12 h UTC: Anticiclón Atlántico oriental y depresión sahariana.

El mapa sinóptico indica altas presiones intensas sobre el Atlántico oriental y bajas presiones centrada al sur de Marruecos. Vientos débiles a moderados de dirección NE, nubosidad en las vertientes norte de las islas de mayor relieve y presencia de calima en Tenerife.



Temperaturas de la superficie del mar el 7 de julio de 2007 (INM)

Las isotermas disminuyen su valor cuando nos aproximamos a la costa sahariana



Características fundamentales del clima de las islas Canarias

El clima del archipiélago canario está influenciado por la corriente marina fría de Canarias y por la posición Atlántica del anticiclón de las Azores, que en su contorno oriental envía vientos superficiales húmedos y frescos que soplan en la dirección noreste

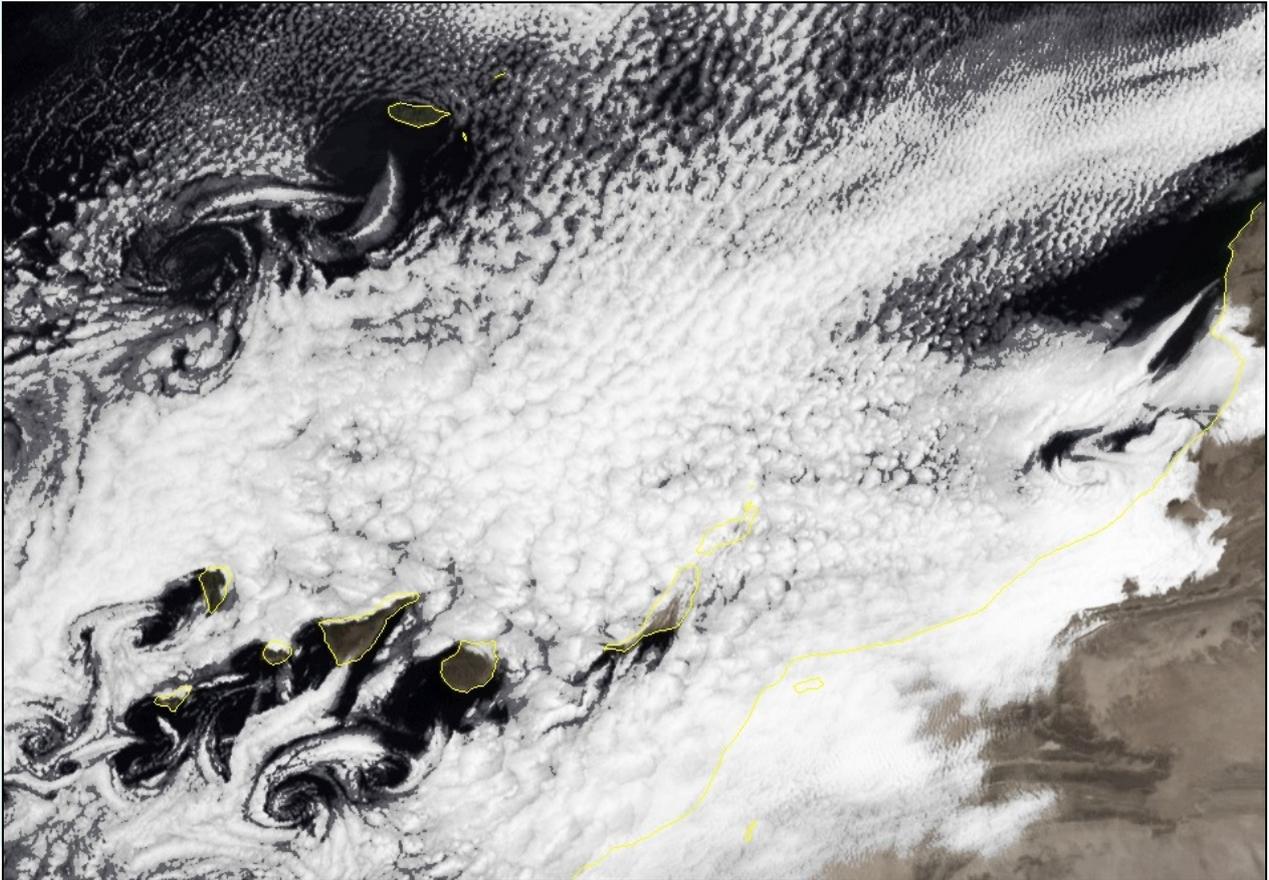


Imagen del satélite Meteosat 8 (visible): 29 de junio de 2010 a las 12 h UTC

El satélite nos indica nubes estratiformes sobre Canarias debido al anticiclón intenso situado en el Atlántico oriental y bajas presiones poco intensas al oeste de Marruecos. Soplan los vientos alisios en Canarias.

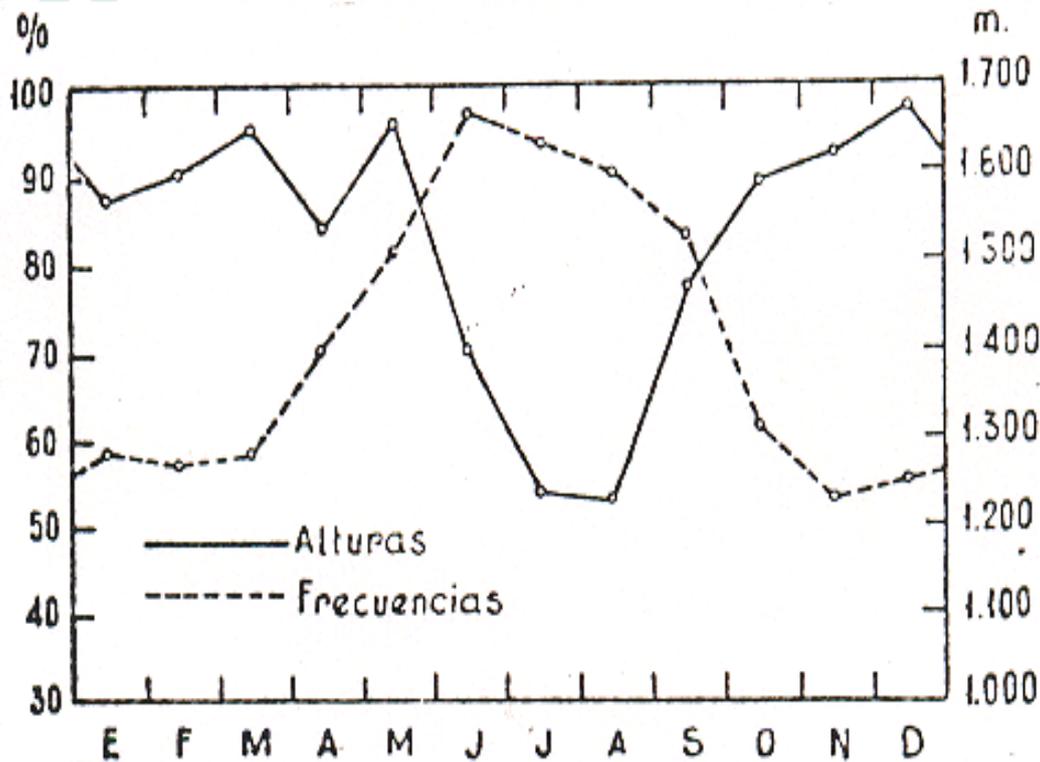
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MAR DE NUBES

Los datos que tenemos sobre las características del “mar de nubes”, han sido obtenidos en el Observatorio de Izaña durante el periodo 1939 – 1950 (Tiempo atmosférico en las islas Canarias. Font Tullot, I. 1956). Este punto de observación se encuentra a 2367 m de altitud.

Las observaciones medias durante el periodo de 12 años en los meses de enero y julio son las siguientes:

FRECUENCIAS DEL MAR DE NUBES			ALTURA
MES	3 Observ. diarias	1 Observ. Diaria	-----
Enero	29 %	58.1 %	1570 m
Julio	90.3 %	93.5 %	1240 m

Las observaciones han sido tomadas a las 6, 12 y 17 horas



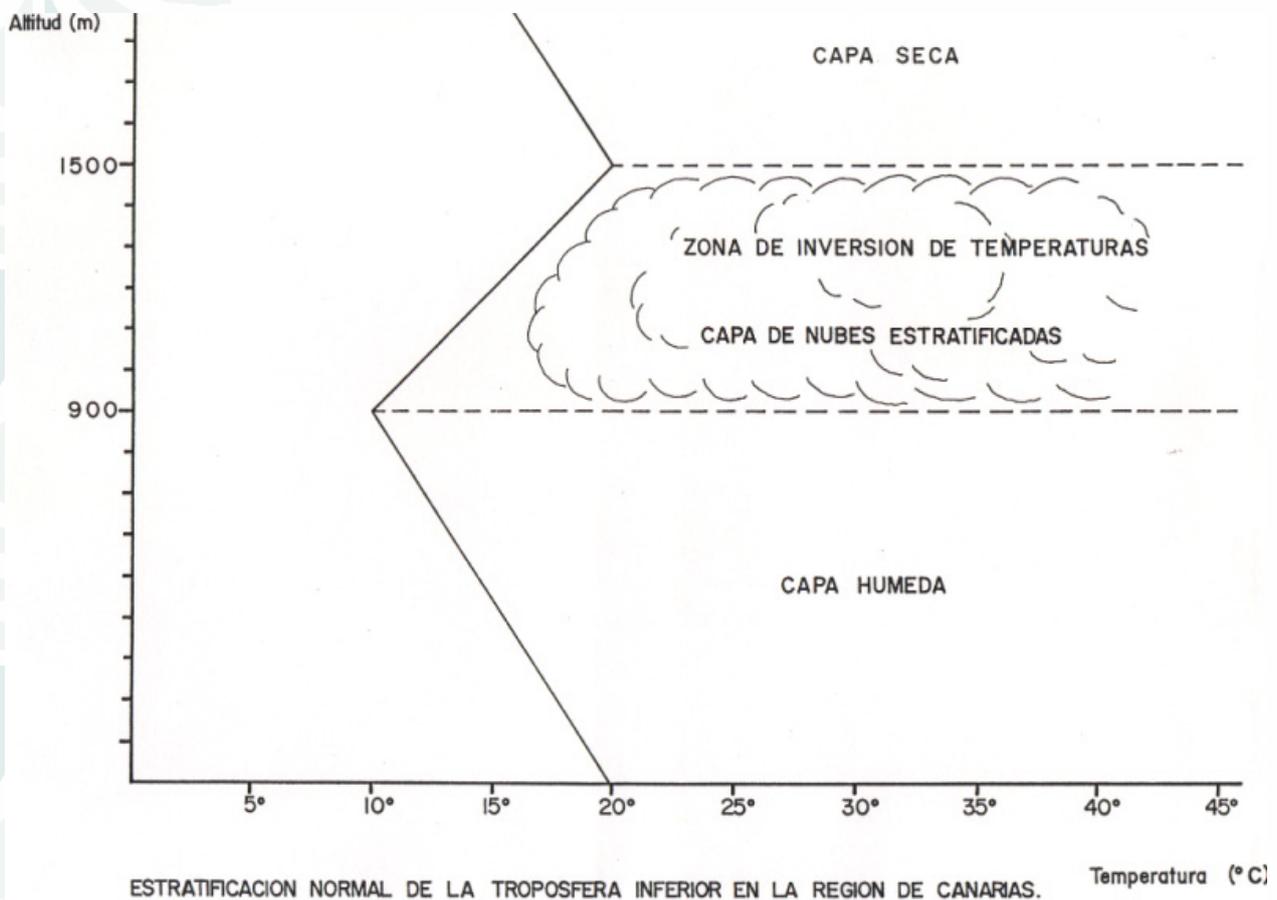
Variación de la altura y frecuencia del mar de nubes en Tenerife

La frecuencia mensual de formación del mar de nubes y el grosor medio mensual de la capa nubosa tiene un sentido sensiblemente inverso. La máxima frecuencia corresponde al periodo estival, y está relacionada con el periodo donde los vientos alisios son dominantes, mientras el resto del año, la capa nubosa es mucho más profunda que en verano, y es a causa de las frecuentes invasiones de aire polar marítimo procedentes de latitudes mucho más altas que aquellas en que se origina los vientos alisios.

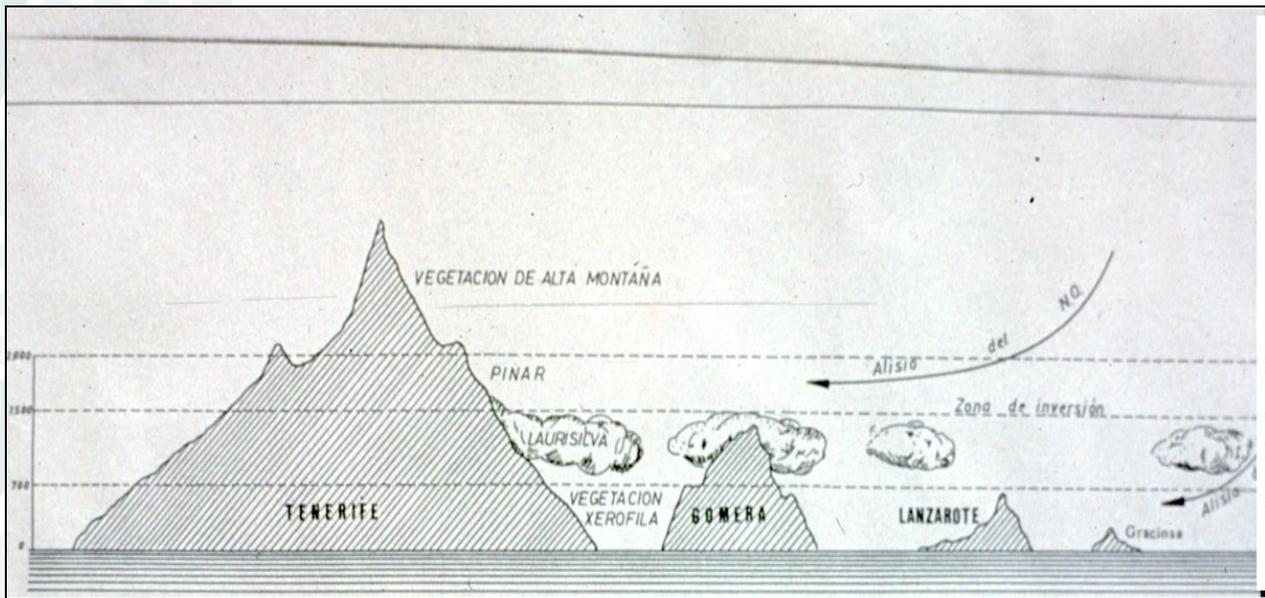
La capa nubosa tiene un grosor superior a los 1500 m en la mitad de los días del periodo octubre a marzo. En julio a agosto, la capa nubosa adquiere grosores menores a los 1000 m.

El mar de nubes puede provocar solamente precipitaciones ligeras en aquellos lugares donde adquiere espesores notables y su base está próxima al suelo. También, juega un papel importante en el fenómeno de **precipitación de niebla** cuando ésta incide sobre el relieve y fluye a través del arbolado con velocidad notable.

La **precipitación de niebla** en las cumbres de nuestras islas, entre las altitudes de 900 m a 1600 m, tiene una gran importancia hidrológica y su valor medido en el sotobosque nos hace pensar que la cantidad de agua recogida en el suelo, en las zonas de montaña donde el aire húmedo circula con velocidades importantes, procede principalmente de la capa nubosa.



Troposfera de la Región Canaria es muy estable. A la capa atmosférica superficial húmeda se le superpone otra seca, separada por una capa de estratocúmulos “**mar de nubes**” en las laderas a barlovento.



Las distintas altitudes del relieve de las islas Canarias no tiene el mismo efecto en la formación de mar de nubes sobre las laderas a barlovento de los vientos húmedos dominantes del norte. La capa de estratocúmulos es atrapada por las laderas en las islas de mayores altitudes, Tenerife y La Palma; La capa nubosa “peina” las lomas de las islas de altitudes intermedias, Gran Canaria, El Hierro y La Gomera; por el contrario, la capa nubosa está ausente en las islas de menores altitudes, las islas orientales del archipiélago canario. La base de la capa de estratocúmulos se estima en cotas próximas a 700 m. Los bosques de lauráceas coinciden con las superficies de contacto frecuentes de la capa nubosa.



La capa de estratocúmulos atrapada por un relieve elevado. La fotografía está realizada en las proximidades de Izaña donde Font Tullot nos legó las características del mar de nubes.



La capa de estratocúmulos tiene un grosor de algunas decenas de metros y apenas tiene contacto con el relieve.

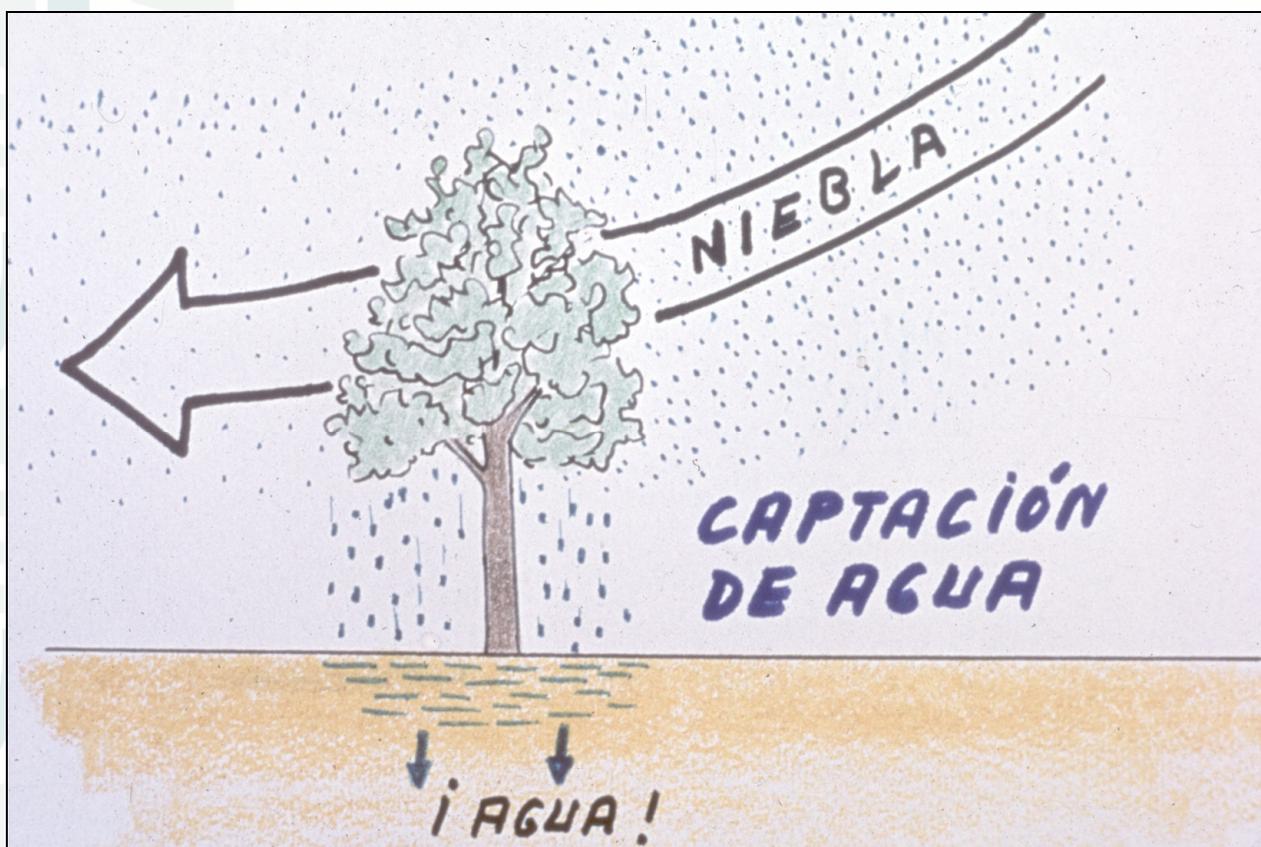


La precipitación de niebla no se desarrolla en el interior del valle, las nubes orográficas quedan atrapadas por el relieve. En el periodo nocturno, el contenido acuoso de la capa nubosa se recoge en el suelo en forma de **precipitación de rocío**.



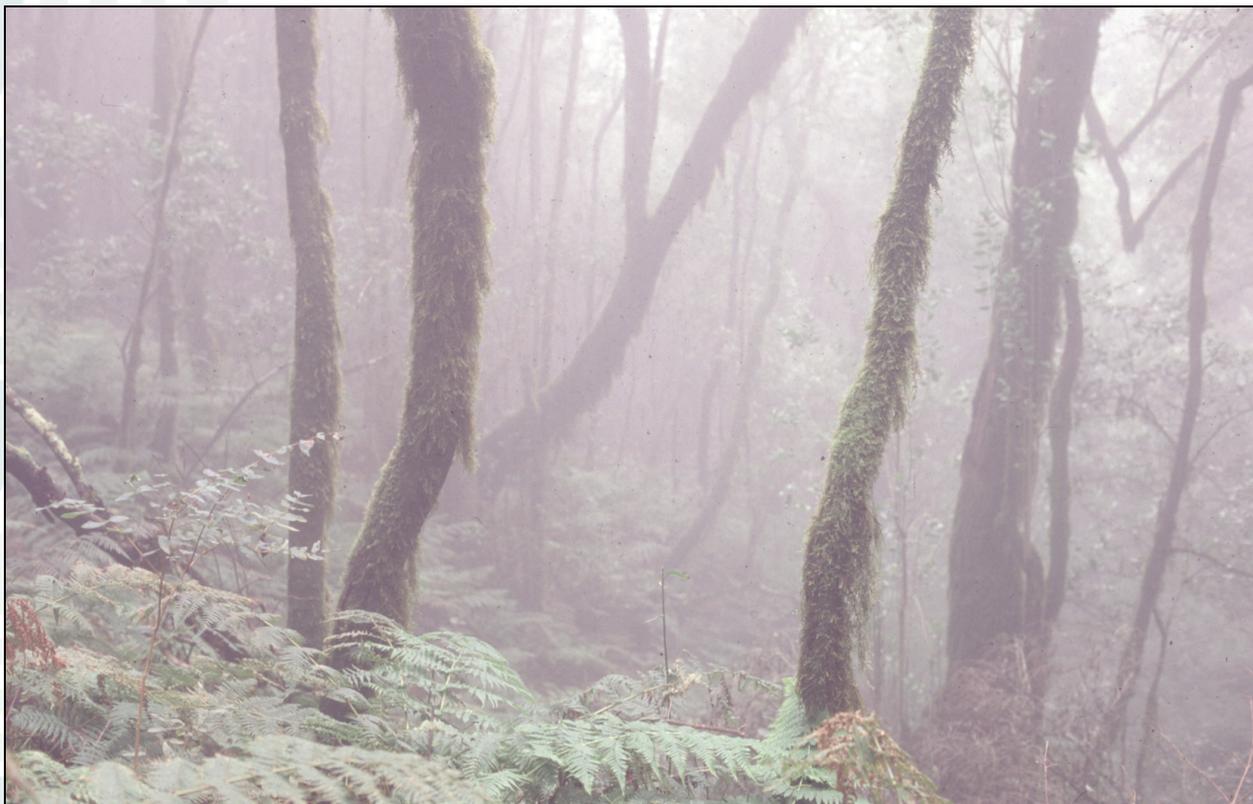
La **precipitación de niebla** se desarrolla en las crestas y lomas de montaña que rozan con las nubes orográficas.

4. PERFIL Y CONSTITUCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL OBSTÁCULO.



Los árboles son los principales obstáculos que causan la precipitación de niebla, ya que son los suficientemente altos para destacar por encima de la capa de aire cercana al suelo, pobre en viento y en niebla. La **precipitación de niebla** sobre rocas, piedras y suelo se produce cuando las nieblas son muy densas y se desplazan con velocidades notables.

En los bosques existe una clara relación entre el goteo de agua con el volumen, perfil y exposición del árbol. Los bosques despejados con calveros entre los árboles grandes y aislados ofrecen los valores más altos de **precipitación de niebla**, cuando están expuestos a los vientos fuertes y húmedos; esta situación existe en crestas y lomas de las laderas a barlovento de los vientos alisios. Los bosques cerrados, la **precipitación de niebla** se produce casi exclusivamente en las partes de vegetación que sobresalen del conjunto, mientras que las partes de vegetación media y baja, matorral y hierbas del bosque apenas están afectadas por las nieblas. Los bosques situados en los cauces y laderas de barrancos estrechos, la **precipitación de niebla** es casi desconocida, pero la vegetación recibe un aporte adicional de agua atmosférica durante el periodo nocturno en forma de **precipitación de rocío**.



Las nieblas se trasladan con velocidad moderada en el interior del bosque. Durante el periodo nocturno la precipitación es abundante en forma de rocío.

Kämmer (1974) estudió los efectos de humectación en diferentes especies vegetales y su relación con la cantidad de precipitación de niebla, para ello, colocó una pequeña rama de tejo y unas hojas de laurel durante algún tiempo en medio de una niebla densa y con velocidad apreciable; la rama de tejo comenzó a gotear de forma copiosa después de pocos minutos, mientras que las hojas de laurel que tenían un volumen semejante a la rama de tejo, apenas produce goteo después de una exposición más larga de tiempo. Bajo las mismas condiciones, mantuvo las superficies de las hojas en exposición perpendicular a la dirección del viento y observó sólo la humectación de los bordes y el peciolo.

El motivo del comportamiento distinto de las hojas con respecto a la humectación se encuentra en las diferentes trayectorias de los flujos de aire-gotitas en el contorno del obstáculo. La superficie amplia produce un flujo turbulento en las proximidades de las hojas, de modo que las gotitas son rebotadas y es difícil el contacto-adherencia de la gota con la hoja. La superficie en forma acicular, como son las hojas del tejo, brezo y pino canario, presentan unas condiciones aerodinámicas más favorables para la adherencia de las gotas por la ausencia de remolinos entorno a la hoja. Con una situación meteorológica de vientos fuertes y nieblas muy espesas, apenas podemos mostrar las diferencias aerodinámicas en el contorno de las hojas.

Los árboles de laurisilva que presentan hojas con limbo ancho son obstáculos menos efectivos a la **precipitación de niebla** que los pinares o brezales. Los factores principales que deciden la intensidad de **precipitación de niebla** son la exposición de los árboles o arbustos en zonas de nieblas densas y vientos fuertes.



Las gotitas de agua que constituyen la niebla son adheridas a las hojas y ramas, se forman gotas de mayor diámetro que caen al suelo por la acción de la gravedad.

5. MEDIDAS DE PRECIPITACIÓN DE NIEBLA REALIZADAS EN TENERIFE (1983 – 1986)

El Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) realizó mediciones de *precipitación de niebla* en el interior del arbolado y sobre estructuras metálicas verticales recubiertas de telas metálicas, diseñadas expresamente para este objetivo y colocadas en parcelas de terreno despejados de arbolado que impiden la buena captación de las gotitas de agua por la tela metálica.

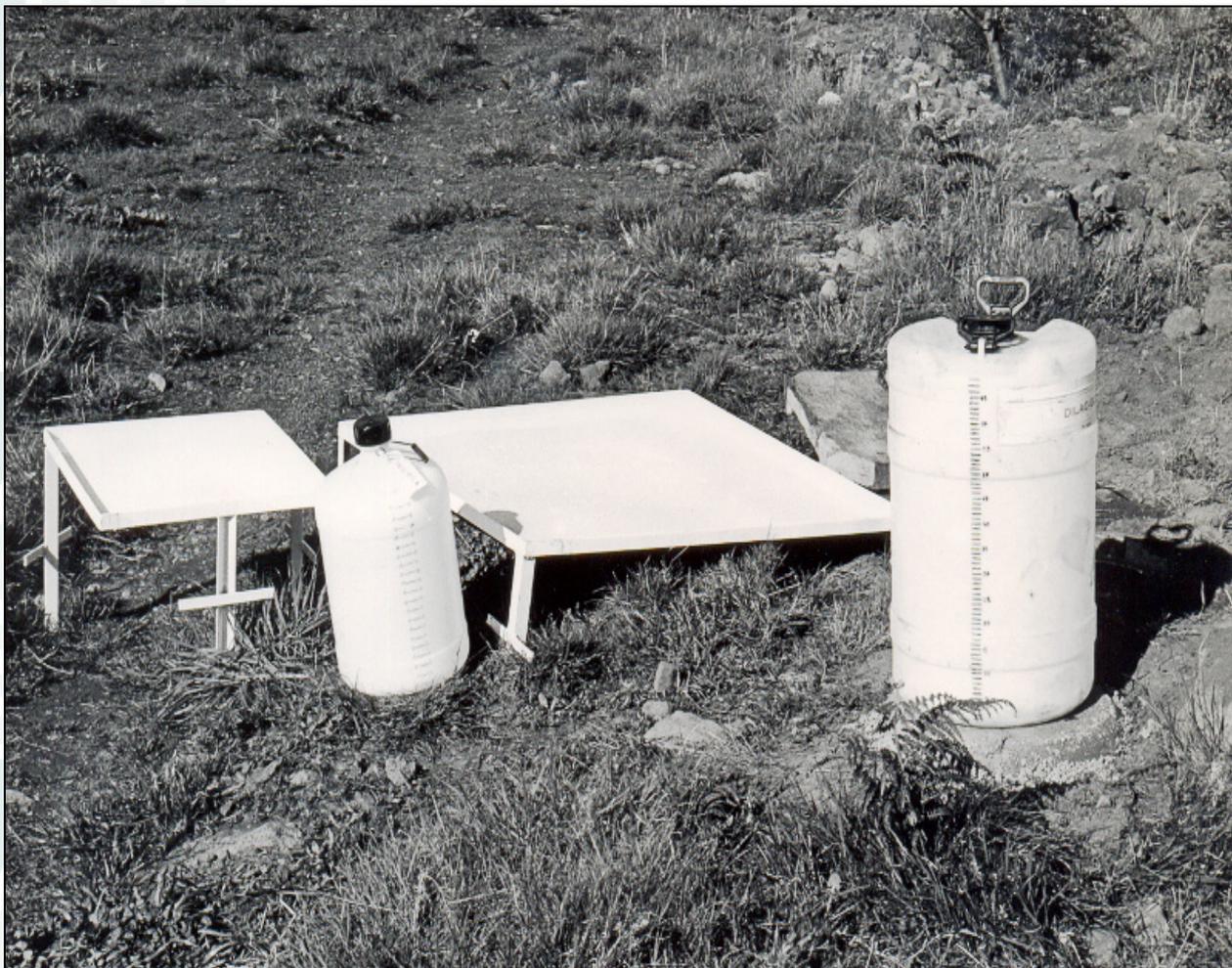
Precipitación recogida en el interior del arbolado

En Tenerife se realizaron mediciones de *precipitación de niebla* en el interior de distintas comunidades de vegetales situadas a diferentes cotas y condiciones orográficas.

- a) Zona de crestería de montaña donde las nubes orográficas rozan frecuentemente con el arbolado y relieve a velocidad fuerte.
- b) Zona de interior de barrancos y valles estrechos donde las nubes orográficas penetran con velocidad moderada y apenas tiene contacto con el arbolado. En estas zonas es importante la *precipitación de rocío*.
- c) Zona de laderas de montaña cubiertas por un arbolado espeso, donde la *precipitación de niebla* se produce en las copas de aquellos árboles que sobresalen del conjunto.

La **precipitación de niebla** es recogida en una **mesa pluviométrica**, superficie receptora de precipitación de 0.25 m², construida en los talleres del ICONA. El depósito del pluviómetro es un bidón plástico de 23 o 28 litros.

En Tenerife se estudió la *precipitación de niebla* en tres lugares con características orográficas distintas: ladera de montaña cubiertas de frecuentes nubes orográficas, laderas de valles y en crestas donde la base de la capa nubosa roza permanentemente con el relieve.



Mesas pluviométricas de 50*50 cm² y 100*100 cm² diseñada en ICONA para medir la precipitación en el interior del arbolado. Los depósitos de uso doméstico se han aforado manualmente.

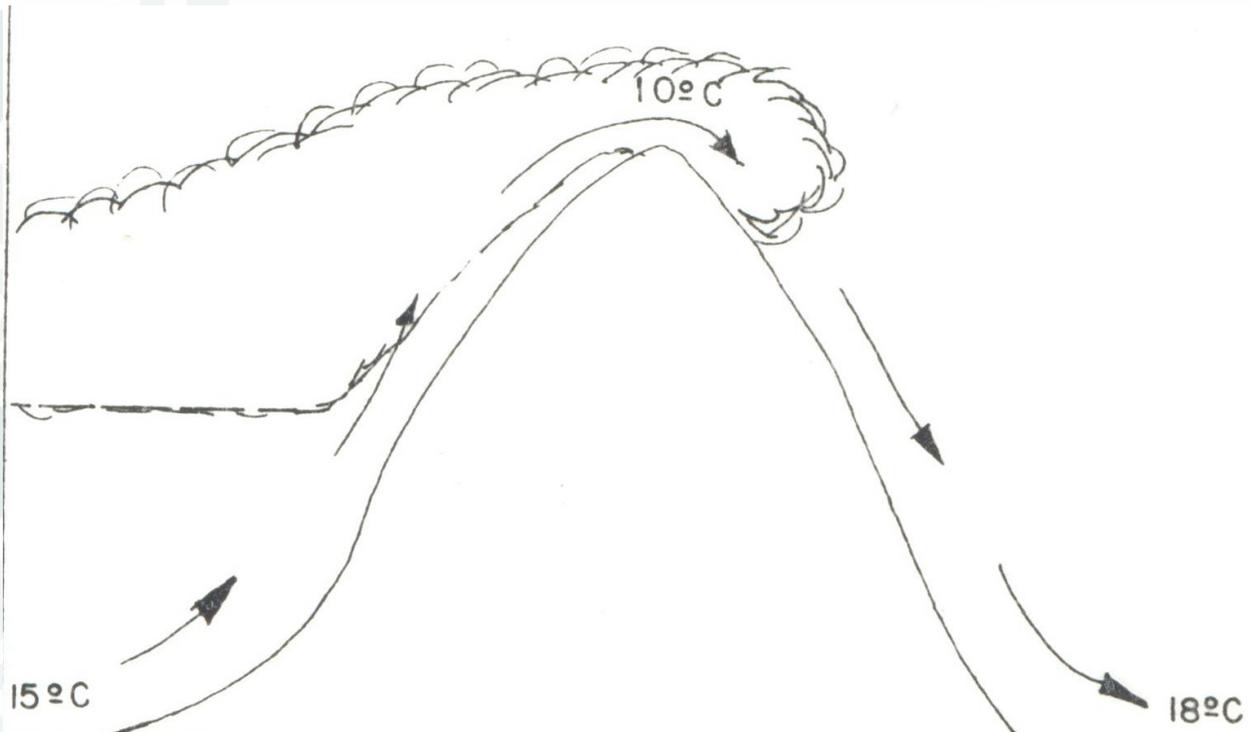


Mesa pluviométrica de 50*50 cm² colocada debajo de un pino canario. El depósito recolector de la precipitación está soterrado. La **precipitación de niebla** es escasa en los pinares de Tenerife.



Detalle en el interior de un bosque cerrado (pino insigne). Las cortezas de los pinos están cubiertas por musgos. La precipitación de niebla es escasa. Los vientos húmedos fluyen a través del arbolado con velocidades muy débiles. Debemos considerar la importancia de la **precipitación de rocío** en las primeras horas del día.

En el monte de Tacoronte, las observaciones se realizaron sobre una ladera de inclinación moderada, cubierta de un pinar espeso limitada en su parte inferior por un bosque de fayal – brezal. La masa húmeda comienza a condensarse a partir de los 900 m y se desplaza hacia la arista superior de la Cordillera Dorsal. Las nubes orográficas se desplazan con mayor velocidad en la arista de la Cordillera comprendidas entre las cotas 1000 m a 1500 m y es la zona donde se recoge mayor cantidad de **precipitación de niebla**; el contenido de agua de la nube es captado por las copas de los árboles que sobresalen del conjunto del bosque, el aire desprovisto de agua líquida desciende por las laderas orientadas en la dirección sur.



El efecto **Föhn** es producido cuando el aire se ve forzado a ascender para atravesar una cadena de montaña. La temperatura al pie de la ladera a **barlovento** es inferior a la registrada al pie de la ladera a **sotavento**.



Efecto Föhn en las cumbres de Anaga

El efecto **Föhn** es producido por los vientos cálidos y húmedos que soplan frecuentemente en el sector noroeste a noreste, ascienden por las laderas boscosas y producen una capa de estratocúmulos que en muchas ocasiones van acompañadas de lloviznas: vertiente cubierta de nubes. El aire ascendente pierde gran parte de su contenido acuoso, posteriormente, el aire cálido o caliente y semiseco desciende por las vertientes opuestas, vertiente soleada.

En Aguamansa, las observaciones se realizaron debajo de dos pinos canarios. El primer pino de grandes dimensiones, pino de repoblación natural, tiene las ramas distribuidas irregularmente en torno al tronco. El segundo pino es de repoblación no natural tiene unos 5 metros de altura, con las ramas distribuidas simétricamente en torno al tronco. El pinar del Valle de la Orotava se extiende a lo largo de una superficie inclinada orientada en dirección norte – sur y se extiende desde el nivel del mar hasta la cota 2350 m; lateralmente la limita dos paredes de acantilado de altura considerable. La masa de aire húmedo asciende a lo largo de la ladera y a partir de los 1000 m, normalmente, se produce la condensación. La capa de estratocúmulos típica en el Valle se extiende hasta 1500 m de altura. En raras ocasiones, la capa nubosa entra en contacto con el arbolado, la circulación de los vientos ascendentes durante el periodo diurno y descendente durante el periodo nocturno, efecto anabático – catabático, impiden el contacto. La precipitación de niebla es escasa en el sotobosque, no obstante, las lloviznas son frecuentes en la zona de contacto de la nube con el relieve y la inmediata a la capa inferior del estrato nuboso. El enfriamiento nocturno disminuye la intensidad de los movimientos convectivos sobre la ladera y es un factor climático favorable a la formación de precipitación de rocío.

Las observaciones se realizaron en el periodo noviembre 1985 a febrero 1986. La vegetación epifítica es abundante. En casi todas las ocasiones, las mediciones realizadas debajo del arbolado fueron inferiores a las realizadas a cielo despejado. El cociente entre las observaciones fueron 0.66 y 0.76. El pino canario natural distribuye más irregularmente las precipitaciones debajo del arbolado que el pino de repoblación. Las mediciones realizadas se muestran en la tabla siguiente:

MES	PERIODO	PLUVIÓMETRO	MESA PLUVIOMÉTRICA		PROPORCIÓN	
			(días)	(mm)	(2) (l/m ²)	(3) (l/m ²)
NOV	15	123.6	62.4	78.4	0.50	0.63
	3	66.2	53.2	65.6	0.80	0.99
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	18	189.8	115.6	144.0	0.61	0.76
DIC	43	109.0	68.8	80.4	0.63	0.74
ENE	26	66.5	44.4	49.6	0.67	0.75
	3	115.1	85.0	>90.0	0.74	>0.78
	3	80.3	89.4	>90.0	1.11	>1.12
	----	-----	-----	-----	-----	-----
	32	261.1	218.8	>229.6	0.84	>0.88
FEB	15	72.3	36.8	41.2	0.51	0.57
	13	77.7	40.4	46.4	0.52	0.60
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	28	150.0	77.2	87.6	0.51	0.58
TOTAL	121	710.7	480.4	541.6	0.66	0.76

- (1) Precipitación a cielo abierto
- (2) Precipitación recogida debajo de las ramas de un pino canario natural de grandes dimensiones
- (3) Precipitación recogida debajo de las ramas de un pino canario de repoblación de unos 5 m de altura
- (4) Cociente entre la precipitación (2) y la precipitación a cielo abierto
- (5) Cociente entre la precipitación (3) y la precipitación a cielo abierto

- Zona Norte de Tenerife Interior del Valle de la Orotava

El arbolado se encuentra por debajo de la capa de estratocúmulos. Las nubes no inciden sobre el relieve. No tiene importancia hidrológica la precipitación de niebla.

- Observador : D. Inocencio González Tosco
- Periodo de observación: Noviembre 1985 a febrero 1986. Aguamansa 1100 m.

Los Realejos – El Asomadero, las observaciones se realizaron debajo de un pino insigne de repoblación con una altura próxima a los 10 m. El pino se encuentra en la arista del acantilado que limita el borde occidental del Valle de la Orotava. Este lugar reúne las condiciones idóneas de captación del contenido acuoso de la capa nubosa por el arbolado; las gotitas de agua de mayor diámetro se decantan en la parte inferior del mar de nubes y son transportadas por el viento hacia la arista del acantilado, por lo tanto, las gotitas de agua son adheridas en las acículas, ramas y troncos del pino, formándose una gota de mayor diámetro que cae al suelo cuando su peso supera la fuerza de adherencia con el obstáculo. Las ramas y troncos de los pinos están cubiertos por abundantes vegetación epifítica.

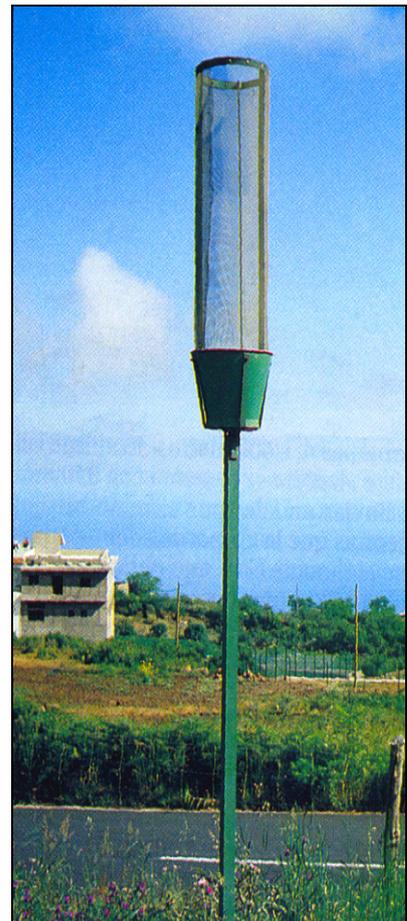
Las observaciones se realizaron en el periodo junio 1985 a marzo 1986. En muchas ocasiones, el observador encontró el depósito de la mesa pluviométrica lleno de agua. El cociente entre la precipitación en el interior del arbolado y a cielo despejado oscila de 0.74 en noviembre y 67.2 en agosto; el cociente medio en el periodo de observación es superior a 1.87. Los cocientes de menor rango corresponden a los meses más lluviosos, mientras que durante los meses no lluviosos, la precipitación de niebla es muy abundante, periodo que coincide con la mayor presencia de los vientos alisios.

6. PRECIPITACIONES RECOGIDAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS. CAPTANIEBLAS METÁLICAS

Durante dos años se recogieron precipitación de niebla por medio de estructuras metálicas revestidas de tela metálica comercial: hueco $1.5 * 1.5 \text{ mm}^2$ y alambres de hierro galvanizado de 0.5 mm de sección. En Tenerife y La Palma se diseñaron tres modelos diferentes.

- Estructura rectangular de 3 m de largo y 1.5 m de alto. La superficie de la armadura metálica está recubierta por doble superficie de tela metálica. La precipitación se recoge en bidones plásticos de 67 litros de capacidad. **Captaniebla rectangular mediano.**
- Estructura cilíndrica de 28 cm de diámetro y 1 m de altura. **Captaniebla cilíndrico**
- Estructura rectangular de 20 m de largo y 2 m de alto. **Captaniebla rectangular gigante**

Las estructuras metálicas están suspendidas a 2.5 m de altura



Captanieblas cilíndricos fabricados en las instalaciones del ICONA

- (1) El pluviómetro ICONA con superficie de recepción de 800 cm^2*
- (2) El captaniebla cilíndrico de tela metálica de 1 m de altura.*



Captaniebla cilíndrico, pluviómetro y garita meteorológica (equipada de termo - higrógrafo). Los Realejos - Piedra de los Pastores (1600 m). Zona superior del pinar canario. La precipitación de niebla es relevante cuando la capa nubosa alcanza cotas elevadas sobre las laderas norte de Tenerife.



Captaniebla rectangular de $3 * 1.5 \text{ m}^2$ fabricado en las instalaciones del ICONA. Lugar de experimentación: Los Realejos - El Asomadero (1350 m). Borde occidental del Valle de La Orotava. Zona de laurisilva. Abundante vegetación epifítica. La capa de estratocúmulos “peina” frecuente el acantilado. Lugar idóneo para la recogida de agua sobre captaniebla. La precipitación de niebla es relevante. El depósito de 75 litros soterrado estaba frecuentemente rebosando.



Captaniebla rectangular de $3 \times 1.5 \text{ m}^2$. Lugar de experimentación: La Matanza - Las Lagunetas (1400 m). Cordillera Dorsal, lugar de tránsito de la masa húmeda que asciende por la ladera norte a barlovento y, posteriormente, se expande con menor humedad en la ladera sureste a sotavento. Zona de pinar y monteverde. La capa de estratocúmulos “peina” frecuente el relieve. Sotobosque rico en especies vegetales. Lugar idóneo para la recogida de agua sobre captaniebla. La precipitación de niebla es relevante.

a) Precipitaciones recogidas en los captanieblas rectangulares medianos

Los captanieblas se instalaron en lugares húmedos expuestos a nieblas que se desplazan con velocidades importantes. Los lugares escogidos: **Las Lagunetas** (La Matanza - Cordillera Dorsal) a 1400 m y **El Asomadero** (Acantilado de Tigaiga - Los Realejos) a 1100 m.

En **Las Lagunetas** el captaniebla se colocó en una planicie despejada de vegetación. El aire húmedo asciende por las laderas norte, las nieblas orográficas se desplazan a velocidades fuertes. Las observaciones se realizaron semanalmente durante el periodo diciembre 1985 a marzo 1986. La precipitación recogida a cielo abierto es 1058.3 mm. Muchas de las veces el depósito del captaniebla se encontraba lleno de agua. Los cocientes semanales entre la precipitación sobre la tela (l/m^2) y a cielo abierto oscilaron entre 1.6 y valores superiores a 5.8. La anécdota del lugar se encuentra en la utilización del agua en el abrevaje de varios caballos de competición en el Hipódromo de la Zarzuela.

MES	PRECIP (l/800cm ²)	PERIODO (días)	CAPTANIEBLAS			PROPORCIÓN	
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Enero	22.0	31	> 67			> 2.8	
Febrero	7.5	30	36.7			7.7	
Marzo	5.8	31	38.5			14.3	
Abril	8.3	30	> 67			> 7.4	
Mayo	--	31	--			--	
Junio	4.8	30	> 30.6			> 6.4	
Julio	0.8	31	4.7			5.9	
Agosto	0.6	31	10.25			17.1	
Septiembre	0.0	30	0.25			7.9	
Octubre	0.6	31	4.75			4.2	
Noviembre	7.0	30	29.5			--	
Diciembre	0.6	9	8.5	65.5	14.6	14.2	1.96
	0.4	7	5.0	22.0	4.9	12.5	0.99
	0.8	7	20.0	40.0	8.9	25.0	0.90
	> 23.0	9	> 23.0	68.5	15.2	> 1.0	--
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
> 24.8	32	> 56.5	196.0	43.6	> 2.28		
Enero	3.5	7	> 23.0	63.5	14.1	> 6.6	0.32
	0.25	6	5.0	46.0	10.2	20.0	3.29
	0.475	8	12.5	65.5	14.6	26.3	2.48
	1.2	7	6.0	57.0	12.7	5.0	0.85
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5.435	30	> 46.5	232	51.6	> 8.6		
Febrero	> 23.0	8	> 23.0	> 67.0	>14.8	> 1.0	--
	1.5	7	12.0	65.0	14.4	8.0	0.77
	1.8	7	12.0	> 67.0	>14.8	6.7	> 0.66
	0.1	7	3.0	32.0	7.1	30.0	5.92
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
> 26.4	29	> 50.0	> 231	>51.3	> 1.9		
Marzo	> 23.0	7	> 23.0	> 67.0	>14.8	> 1.0	--
	0.5	3	11.5	> 67.0	>14.8	23.0	> 2.39
	4.0	7	> 23.0	> 67.0	>14.8	> 5.75	--
	0.45	7	7.5	> 67.0	>14.8	16.7	> 2.65
	0.75	7	> 23.0	> 67.0	>14.8	> 30.7	> 1.59
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
> 28.7	31	> 88.0	>335.0	>74.0	> 3.1		
Total Periodo	> 142.7	458	> 521.0	-----	-----	>3.65	

- (1) *Precipitación recogida en el captaniebla cilíndrico*
- (2) *Precipitación recogida en el captaniebla rectangular en litros/4.5m²*
- (3) *Precipitación recogida en el captaniebla rectangular expresada en litros/m²*
- (4) *Cociente entre la precipitación recogida en el captaniebla cilíndrico y la precipitación a cielo abierto (litros/800 cm²)*
- (5) *Cociente entre la precipitación recogida en el captaniebla y la precipitación a cielo abierto (litros/m²)*
- (6) *Cociente entre la precipitación recogida en el captaniebla rectangular y la precipitación a cielo abierto (litros/m²)*
- (7) *Cociente entre la precipitación en el interior del arbolado y la precipitación a cielo abierto (litros/m²)*

- Zona noreste de Tenerife. Exterior del Monte de la Esperanza

Planicie donde son frecuentes las presencias de nieblas. Los vientos se desplazan con velocidades moderadas. Tiene importancia hidrológica la precipitación de niebla.

- Observador : D. Federico Fajardo Perera

- Periodo de observación: Enero 1985 a Marzo 1986. La Matanza – Las Lagunetas 1400 m.

En **El Asomadero** el captaniebla se colocó en la arista del acantilado que bordea el Valle, muy cerca de una mesa pluviométrica. Las observaciones fueron realizadas durante el periodo junio 1985 a marzo 1986. La precipitación recogida a cielo abierto es 825 l/m^2 y la precipitación recogida sobre el captaniebla es superior a 3206 l/m^2 . Las observaciones durante el periodo estival se realizaron cada 3 días y durante el periodo invernal cada 15 días. Los cocientes entre las precipitaciones mensuales en la tela metálica y a cielo abierto expresada en litros/m^2 , oscilaron entre 0.28 y valores superiores a 118. Los cocientes mensuales observados en el periodo estival siempre fueron superiores a los del periodo invernal; ejemplo, en julio se recogió sobre la tela metálica más de 140 l/m^2 , mientras que a cielo abierto se recogieron 4.3 l/m^2 .

MES	PRECIP ($1/800\text{cm}^2$)	CAPTANIEBLAS			MESA PLUV.	PROPORCIÓN		
----	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Enero	11.9	32.5				2.73		
Febrero	5.95	9.25				1.55		
Marzo	4.325	38.25				3.64		
Abril	11.525	27.0				2.34		
Mayo	9.025	55.0				6.09		
Junio	3.65	45.3	> 338.0	> 75.1	> 177.2	12.4	> 1.66	> 3.91
Julio	0.35	> 41.3	> 633.0	>140.7	> 234.0	>118.6	>32.72	>54.4
Agosto	0.2	28.0	> 459.0	>101.3	168.0	140.0	>40.52	67.2
Septiembre	0.34	3.0	99.0	22.0	12.0	8.82	5.24	2.86
Octubre	0.225	2.0	17.0	3.8	0.0	8.89	1.36	2.86
Noviembre	12.35	30.0	167.0	37.1	140.0	2.43	0.24	0.91
Diciembre	9.55	19.0	151.0	33.6	88.0	1.99	0.28	0.74
Enero	16.75	> 60.0	> 474.0	>106.1	206.0	> 3.58	>0.51	> 1.38
Febrero	14.30	28.0	> 215.0	> 47.5	> 128.0	1.96	>0.27	> 0.72
Marzo	8.80	> 64.0	> 653.0	>145.1	> 300.0	>727.0	>1.32	> 2.75
TOTAL PERIODO	109.24	>482.8	>320.6	> 712.4	>1541.2			

- (1) Precipitación recogida en el captaniebla cilíndrico
- (2) Precipitación recogida en el captaniebla rectangular en $\text{litros}/4.5\text{m}^2$
- (3) Precipitación recogida en el captaniebla rectangular expresada en litros/m^2
- (4) Precipitación recogida en una mesa pluviométrica debajo de un pino insigne en litros/m^2
- (5) Cociente entre la precipitación recogida en el captaniebla cilíndrico y la precipitación a cielo abierto ($\text{litros}/800 \text{ cm}^2$)
- (6) Cociente entre la precipitación recogida en el captaniebla rectangular y la precipitación a cielo abierto (litros/m^2)
- (7) Cociente entre la precipitación en el interior del arbolado y la precipitación a cielo abierto (litros/m^2)

Zona norte de Tenerife.

Arista de acantilado. La base de la capa de estratocúmulos roza permanentemente con el relieve. Zona óptima en la captación de precipitación de nieblas. Los vientos se desplazan con velocidades moderadas a fuertes. El obstáculo es un pino insigne de unos 12 metros de altura. El tronco y ramas están cubiertos de líquenes. Tiene importancia hidrológica la precipitación de niebla.

Observador: D. Santiago Rodríguez Dorta

Periodo de observación: Enero 1985 a Marzo 1986. El Asomadero 1100 m.

c) **Precipitaciones recogidas en un captaniebla rectangular gigante**

El captaniebla se instaló en un lugar muy húmedo expuesto a la acción de la capa nubosa que se desplaza a través del relieve con velocidades importantes: **Cumbre Nueva** 1350 m (La Palma)

El captaniebla estaba constituido con cinco módulos metálicos independientes. Cada módulo tenía 4 m de largo y 2 m de alto. La superficie de la armadura metálica estaba recubierta por doble superficie de tela metálica. La captación se recogía en bandejas horizontales y un colector común conducía el agua al pie del captaniebla. El caudal medio medido en agosto 1986 por el autor de este documento era de 1.5 litros/minuto a 2 litros/minuto en una época donde la cascada de nubes no era notable.

Varios meses después de la instalación del captaniebla, la tela metálica sufrió proceso de corrosión intenso por la acción de los vientos muy húmedos y fuertes que soplan en la “Hilera de Cumbre Nueva” ocasionó su pérdida total. El abandono de la estructura metálica le llevó a su posterior desmontaje.



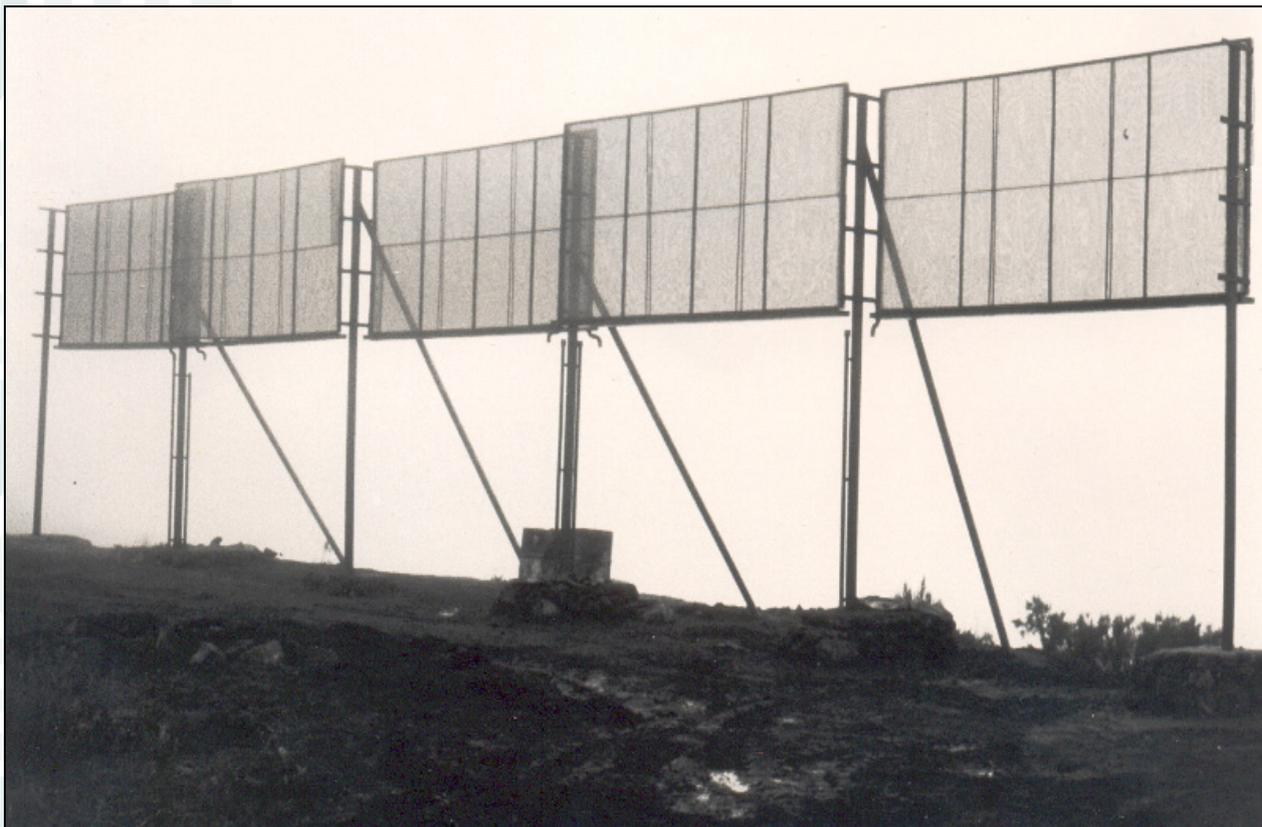
Características orográficas de la Hilera – Cumbre Nueva (La Palma)



Cascada nubosa de la Hilera de Cumbre Nueva

Cumbre Nueva es una arista de ladera limitada por montañas que alcanzan cotas superiores a 2000 m de altitud

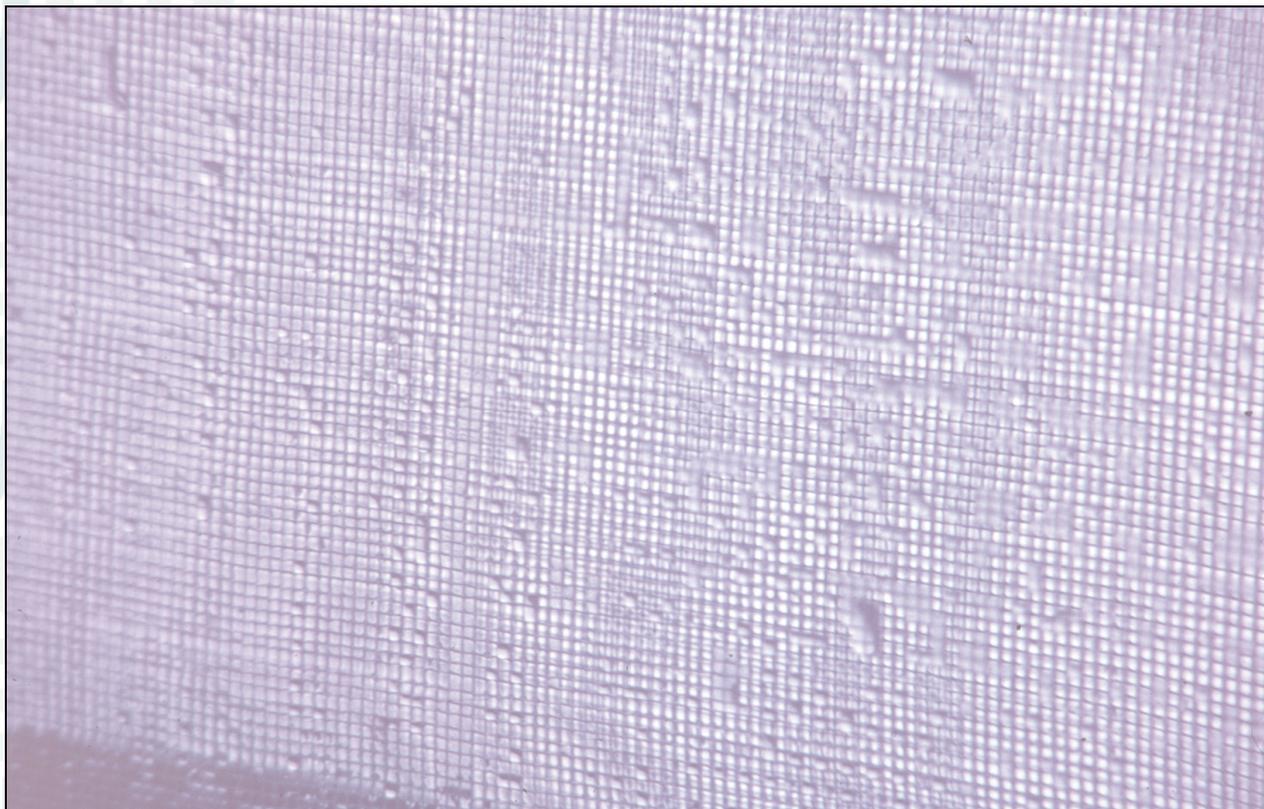
Efecto Föhn en la **Hilera** producido cuando el aire húmedo asciende por la ladera noreste de la isla: ladera de BARLOVENTO. El aire ascendente se enfría, aumentan su humedad y velocidad de desplazamiento, y a partir de cotas superiores a 900 m, el proceso de coalescencia de las gotitas acuosas, aumenta su concentración y diámetro en el estrato nuboso, las gotas caen al suelo o se adhieren a los obstáculos que encuentran en su desplazamiento; una vez` sobrepasado la Hilera, el aire desciende por la ladera suroeste: ladera de SOTAVENTO, aumenta la temperatura del aire, disminuyen la velocidad del viento y la humedad del aire.



Captaniebla rectangular de 40 m² colocado en la Hilera – Cumbre Nueva (La Palma - 1987) a 1350 m.



Caudal del captaniebla gigante en Cumbre Nueva. Aforo medio de 1.5 litros/minuto a 2 litros/minuto.



Las gotitas de agua de la masa nubosa en su desplazamiento forzado a través de la malla metálica quedan adheridas entre sus hilos, efecto coalescencia; las gotitas aumentan su diámetro por la unión de varias de ellas, deslizándose verticalmente, las gotas precipitan en una canaleta horizontal. El conjunto de todas las “gotitas de niebla” forma un caudal apreciable. Este fenómeno es similar al que sucede entre la niebla y las hojas aciculares de los árboles y arbustos de nuestros bosques.



Detalle de los paneles rectangulares de $4 * 2 \text{ m}^2$. Los paneles estaban revestidos de doble superficie de tela metálica de hierro galvanizado. Los paneles se fabricaron en la casa Forestal de El Paso.



Detalles de las dimensiones e instalación de las estructuras metálicas. En la instalación del captaniebla se utilizaron todos los medios disponibles en una orografía y condiciones atmosféricas adversas.



Detalles de las dimensiones e instalación de las estructuras metálicas. En la instalación del captaniebla se utilizaron todos los medios disponibles por el ICONA de La Palma en una difícil orografía y condiciones atmosféricas adversas e idóneas para la recogida de **precipitación de niebla**: ambiente ventoso y muy húmedo.

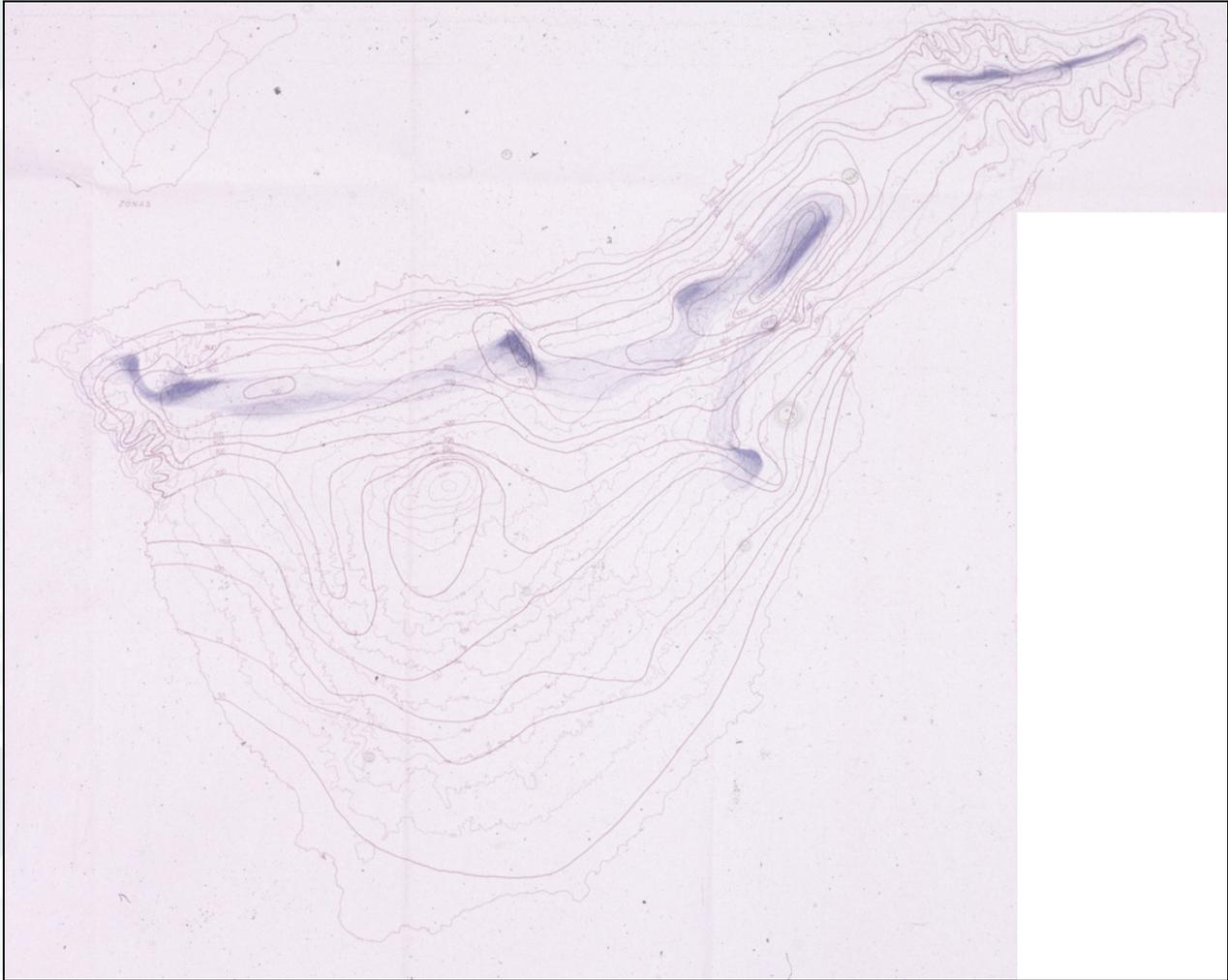
7. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE NIEBLA EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Los vientos húmedos de componente norte que llegan a las costas de Tenerife se desplazan sobre las laderas y barrancos situados desde el noroeste al noreste de la isla; en muchas ocasiones, la masa de aire húmeda alcanza las laderas orientadas en direcciones sureste a sur, principalmente en el Valle de Güímar. A partir de la cota 900 m hasta 1100 m, la masa húmeda alcanza el nivel de condensación, desarrollándose la capa de estratocúmulos, mar de nubes, típicas en las laderas de Tenerife. La altura y grosor de la capa nubosa depende de la época del año y de la velocidad del viento. En las laderas orientadas en las direcciones este a oeste, la altitud de la capa nubosa es superior y su grosor es inferior a la capa nubosa de la vertiente norte.

El mar de nubes sobre las laderas alcanza las lomas y crestas de montañas. Los vientos de valle, efecto anabático, los movimientos convectivos durante el periodo diurno, y los vientos de montaña, efecto catabático, impiden el contacto de la nube con las superficies inclinadas. En invierno y primavera, el suelo y el sotobosque se encuentran suficientemente fríos para que las nubes tengan mayores posibilidades de contacto con los obstáculos.

Evaluar la **precipitación de niebla** en el bosque es una tarea muy comprometida por la variación de los parámetros meteorológicos entorno a cada árbol, morfología del obstáculo y densidad de follaje, factores que intervienen en la adherencia de las gotitas. No obstante, el ICONA realizó en varios puntos el seguimiento de las mediciones a lo largo del año. El análisis de las mediciones realizadas nos permite afirmar: la precipitación en el interior del arbolado es inferior a la precipitación a cielo abierto; mientras que, en las zonas expuestas a los vientos húmedos con velocidades importantes, la precipitación en el interior del arbolado alcanza valores varias decenas de veces superiores a la precipitación a cielo abierto

Conclusión: en los lugares donde el fenómeno de la **precipitación de niebla**, es notable, el suelo recibe una precipitación dos a cinco veces la precipitación sin arbolado.



Distribución de la precipitación de niebla en Tenerife.

La intensidad de la precipitación de niebla es función del colorido. La precipitación de niebla es intensa en las aristas de los macizos montañosos entre las cotas 900 m a 1400 m expuestas a los vientos húmedos y frescos que soplan en el sector norte a noreste.

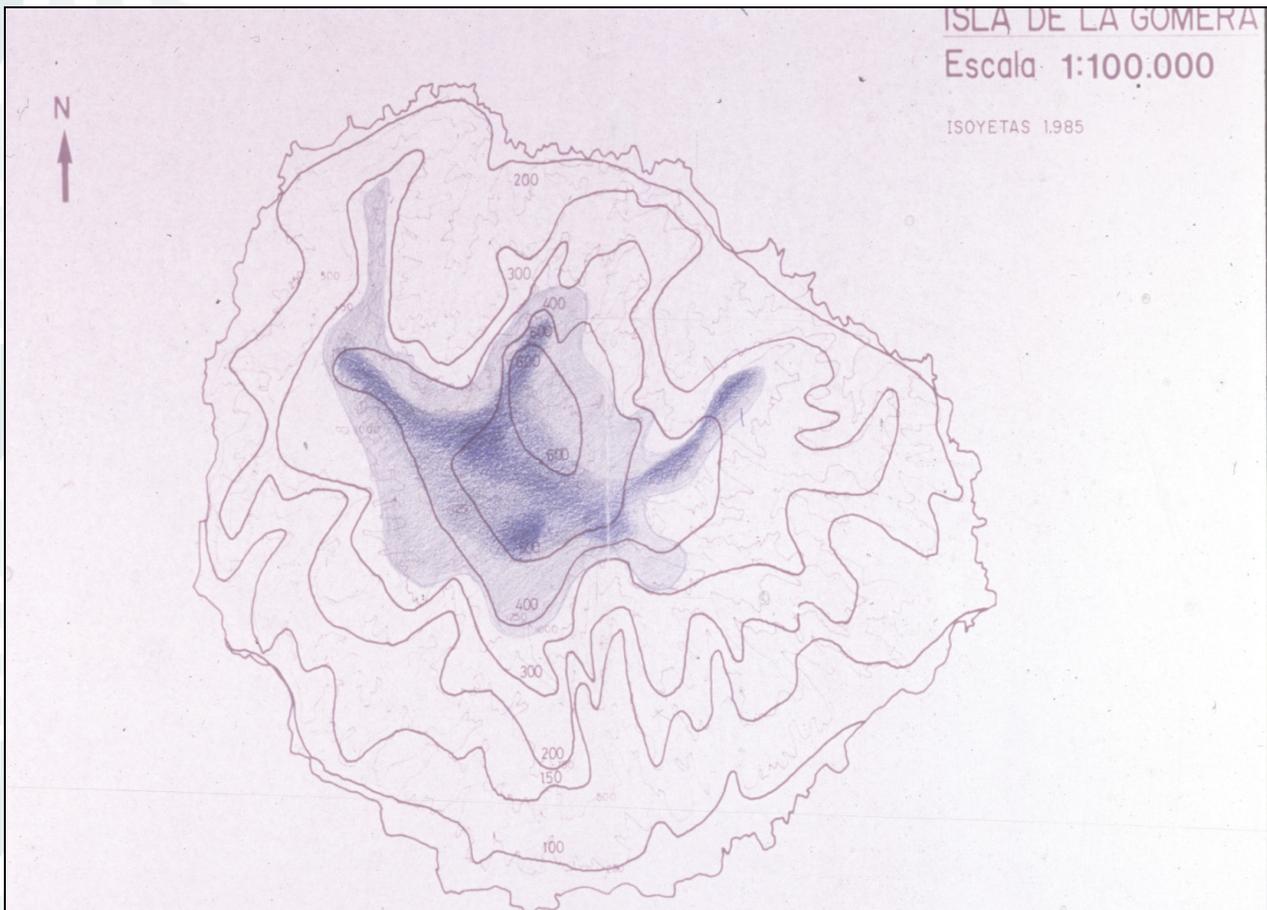
La **zona de crestas** entre las cotas 900 a 1400 m.- Las nieblas son muy densas y la precipitación **de niebla** es intensa (en algunos lugares alcanza valores de varias decenas de mm superior a la precipitación a cielo abierto). El aire húmedo que asciende por las laderas se comprime a medida que aumenta la altitud, las crestas son los lugares donde alcanza la máxima velocidad de desplazamiento y comienza la expansión a pocas decenas de metros por las laderas opuestas. Las Cumbres de Anaga y Teno, laderas acantiladas occidentales del Valle de la Orotava (La Corona, Asomadero) y Valle Güímar (Lomo Anocheza), Medianías altas de los Montes de Tacoronte y El Sauzal (Las Lagunetas) son los lugares de máxima **precipitación de niebla**.

Laderas **expuestas a la acción de los vientos húmedos de componente norte**. Entre las cotas 800 a 1200 m.- Las nieblas se desplazan con velocidad moderada. La **precipitación de niebla** es algunas veces superior a la precipitación a la precipitación a cielo despejado y es notable en aquellos árboles que sobresalen del conjunto del monteverde y pinar. Laderas de los Macizo de Anaga y Teno, Medianías Altas de la vertiente norte de Tenerife.



Distribución de la precipitación de niebla en La Palma.

La intensidad de la precipitación de niebla es función del colorido. La precipitación de niebla es intensa en las aristas de los macizos montañosos entre las cotas 900 m a 1400 m expuestas a los vientos húmedos y frescos que soplan en el sector norte a noreste. Los lugares de **precipitación de niebla** relevantes son en los bosques de lauráceas espesos de las medianías del norte a este y en particular en la zona de monteverde y pinares de la Hilera de la Cumbre.



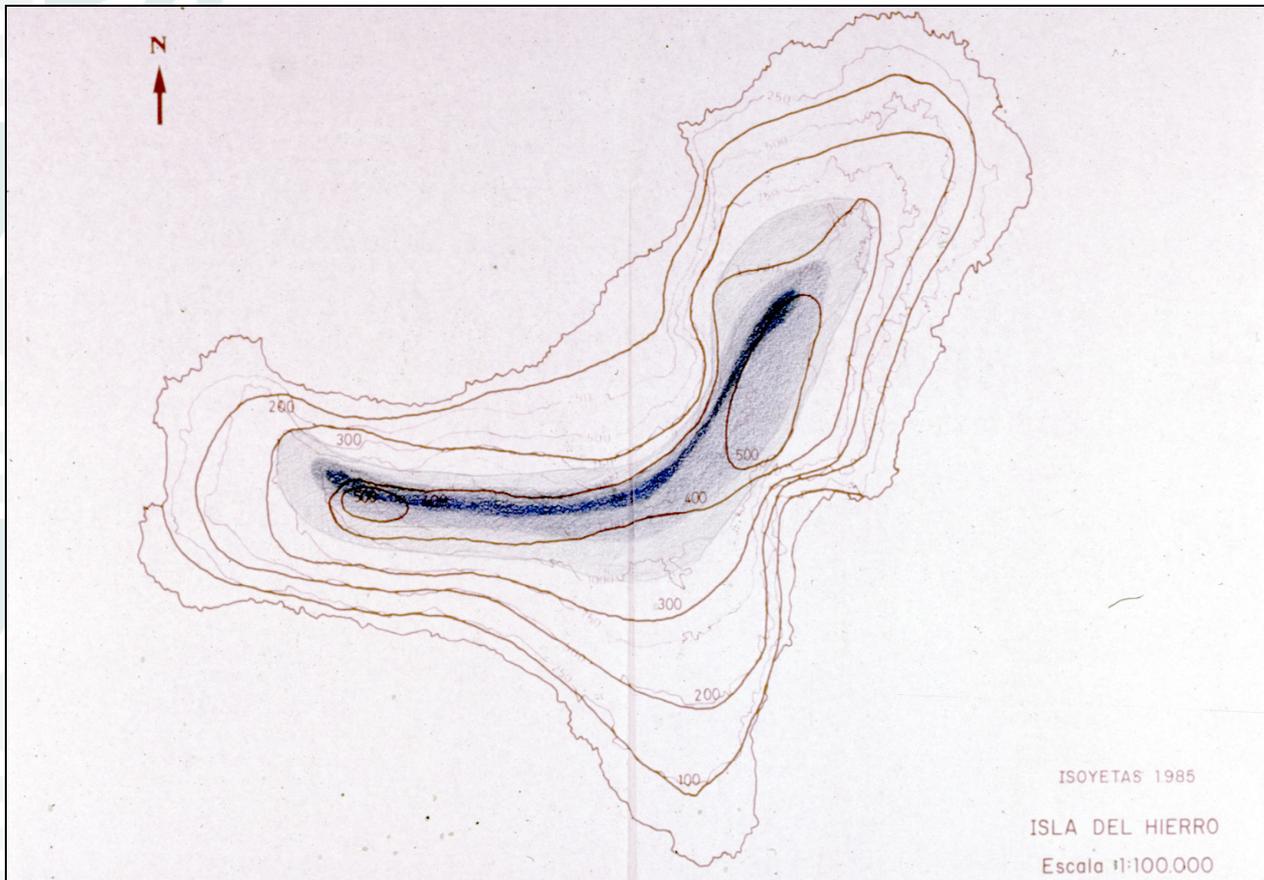
Distribución de la precipitación de niebla en La Gomera.

La intensidad de la precipitación de niebla es función del colorido. La precipitación de niebla es intensa en las aristas de los macizos montañosos entre las cotas 800 m a 1200 m expuestas a los vientos húmedos y frescos que soplan en el sector norte a noreste. Los lugares de **precipitación de niebla** relevantes son los bosques de lauráceas espesos de las cresterías de zona central de la isla: Parque Nacional de Garajonay.

La **zona de crestas** entre las cotas 900 a 1200 m.- Las nieblas son muy densas y la precipitación **de niebla** es intensa (en algunos lugares alcanza valores de varias decenas de mm superior a la precipitación a cielo abierto). El aire húmedo que asciende por las laderas se comprime a medida que aumenta la altitud, las crestas son los lugares donde alcanza la máxima velocidad de desplazamiento y comienza la expansión a pocas decenas de metros por las laderas opuestas. Las Cumbres de Tajaqué y una estrecha franja que se extiende por el relieve más elevado entre la Laguna Grande y Apartacaminos son los lugares de máxima **precipitación de niebla**.

Valles abrigados expuestos a la acción de los vientos húmedos de componente norte, situados entre las cotas de 800 a 1000 m.- La velocidad de desplazamiento de las nieblas es pequeña a través de los obstáculos. Los bosques permanecen cubiertos de nubes y las gotitas de agua de niebla tienen poco contacto con la vegetación. La evaporación sobre el suelo es pequeña y durante la noche la **precipitación de rocío** es importante. Esta zona corresponde a los cauces de los barrancos de La Madera, El Cedro, Los Loros, Los Gallos y la Meseta de Vallehermoso.

Laderas **expuestas a la acción de los vientos húmedos de componente norte**.- Las nieblas se desplazan con velocidad superior que en los cauces de los barrancos y éstas son más espesas cuando aumenta la altitud. La **precipitación de niebla** es algunas veces superior a la precipitación a la precipitación a cielo despejado y es notable en aquellos árboles que sobresalen del conjunto del bosque. La evaporación sobre el suelo es pequeña, al permanecer las laderas cubiertas de un espeso follaje. Esta zona corresponde a las laderas de los barrancos mencionados en el punto anterior.



Distribución de la precipitación de niebla en El Hierro.

La intensidad de la precipitación de niebla es función del colorido. La precipitación de niebla es intensa en las aristas de los macizos montañosos entre las cotas 900 m a 1100 m expuestas a los vientos húmedos y frescos que soplan en el sector norte a noreste

La **zona superior del acantilado del Golfo** entre las cotas 800 a 1200 m.- Las nieblas son muy densas y la **precipitación de niebla** es intensa. El aire húmedo asciende por las laderas acantilados del Valle del Golfo se comprime a medida que aumenta la altitud, las crestas son los lugares donde alcanza la máxima velocidad de desplazamiento y comienza la expansión por las laderas opuestas.

Planicie expuesta a la acción de los vientos húmedos de componente norte entre la cotas 800 y 1100 m.- Las nieblas se desplazan con velocidad moderada sobre la Meseta Central. La **precipitación de niebla** es algunas veces superior a la precipitación a la precipitación a cielo despejado y es notable en aquellos árboles que sobresalen del monteverde y pinares.