

# EFECTO DEL ALISIO EN LAS VERTIENTES DE BARLOVENTO Y SOTAVENTO EN LA ISLA DE LA PALMA

**Vicente Ramos González,  
Julián Vinuesa Sánchez y  
Santiago Orduña Miró**  
*(I.B. Santa Cruz de La Palma)*

## RESUMEN

En el presente artículo los autores proponen un proyecto de carácter interdisciplinar, destinado a alumnos de B.U.P., en el que se aborda el estudio de distintos aspectos del clima de las Islas Canarias y especialmente de la isla de La Palma.

Se hace hincapié en el régimen de vientos predominantes en el Archipiélago, variación de la temperatura del aire con la altura, medida de la humedad ambiental, proceso de formación de nubes y precipitaciones, efecto Fohen, así como en la descripción de los distintos ecosistemas que dichas variables determinan.

Se propone un método de trabajo asequible para los alumnos encaminado a la obtención de valores de la presión atmosférica, temperatura, humedad relativa,..., para estudiar los fenómenos antes mencionados.

## SUMMARY

The authors of this article propose an interdisciplinary project for secondary school students which deals with several aspects of the climate in the Canary Island, particularly in La Palma.

Emphasis is laid on the system of winds prevailing in this archipelago, the variation of air temperature because of the height, the measurement of environmental moisture, cloud-formation and rainfall processes, Fohen effect and the description of the ecosystems which all such variables produce.

A working method is proposed which can be easily applied by students and aims to obtain the values of air pressure, temperature, relative moisture,..., in order to study the phenomena mentioned above.

## **Presentación.**

A menudo nos encontramos que una determinada asignatura no puede aborar por sí sola la explicación de fenómenos reales cercanos a nosotros, teniéndonos que conformar con el desarrollo de teorías o actividades prácticas puntuales que no consiguen motivar suficientemente a los alumnos.

Si consideramos que la enseñanza tiene que ir alejándose de modelos puramente teóricos y estandarizados veremos la necesidad de actuar interdisciplinariamente para abarcar, en conjunto, aspectos complementarios de un mismo tema.

Por ello presentamos este proyecto interdisciplinar para estudiar aspectos concretos de nuestro clima, tratándolos desde puntos de vista geográficos, físicos y biológicos.

Según la dificultad experimental que queramos darle podrá ser aplicado a una amplia gama de niveles educativos, desde los últimos cursos de la E.G.B. hasta los primeros de la Enseñanza Universitaria. Nosotros aquí lo trataremos como si estuviera dirigido a niveles medios de B.U.P.

### **a) El clima de las Islas Canarias.**

El clima de las Islas Canarias es el resultado de la interacción de dos conjuntos de factores que actúan a distintas escalas:

- La dinámica atmosférica propia de las latitudes subtropicales.
- La influencia que proporciona el hecho de ser, en general, islas con relieve abrupto, bañadas por la corriente fría de Canarias y próximas a Africa.

Los rasgos climáticos esenciales de esta zona del Globo son el resultado de la alternancia de anticiclones subtropicales que dan lugar a un tiempo estable y de borrascas del frente polar, no frecuentes, las cuales dan lugar a un tiempo lluvioso e inestable.

Como consecuencia de la localización de las altas presiones al N. de Canarias, fluyen sobre esta zona los VIENTOS ALISIOS. Son vientos regulares en cuanto a su velocidad, cuyo origen es el anticiclón de las Azores, y aunque parten con una dirección N, conforme circulan hacia latitudes más bajas adquieren un rumbo NE.

En verano, al desplazarse el anticiclón hacia el N., el predominio de los alisios sobre las islas es total.

El predominio de este régimen de vientos proporciona un tiempo estable con cielos nubosos en los sectores de medianías y costa de las vertientes de barlovento, y cielos despejados en las situadas a sotavento.

Hay que tener en cuenta que la Troposfera queda estratificada en dos capas: una inferior, húmeda y fresca, y otra superior, cálida y seca. Esta superposición determina la inversión térmica, cuyos límites oscilan entre 650 y 1.500 m. de altitud.

La capa inferior del alisio es la que determina la formación del MAR DE NUBES, al realizar un largo recorrido sobre el mar. Esta masa de aire superficial húmeda está muy cargada de vapor de agua, y al descender su temperatura con la altura aumenta su humedad relativa hasta los 1.500 m. de altitud. Sobre ésta se encuentra la segunda capa del alisio, cálida y seca, que impide

la formación de nubes de desarrollo vertical.

El relieve juega un papel importante en la formación del MAR DE NUBES; las islas del orografía más abrupta son las que se ven afectadas por este fenómeno. Este relieve supone un obstáculo en el recorrido de los alisios, que se ven forzados a elevarse por la vertiente de barlovento, sufriendo un enfriamiento y condensación si la latitud es suficiente. Estas son nubes de desarrollo horizontal que producen llovizna.

Cuando el aire se ha elevado y alcanza la cima de las islas, ha perdido casi la totalidad de su vapor de agua, cediendo al aire el calor desprendido en el proceso de condensación, por lo que aumenta ligeramente su temperatura, y comenzará entonces a descender por las ladera de sotavento en forma de CASCADA DE NUBES.

El MAR DE NUBES alcanza su máxima frecuencia en verano.

La variación diurna se explica porque durante la noche las brisas soplan de la tierra al mar alejándose las nubes de la costa. Por el contrario, durante el día las brisas soplan de mar a tierra y crean corrientes ascensionales de aire por las vertientes de barlovento. (Fig. 1).

## **b) Aspectos Físicos.**

### **Descripción general de los fenómenos.**

Si hacemos una gráfica temperatura-altura veremos que teóricamente existiría un descenso de la temperatura con la altura de forma lineal pero con frecuencia aparece una inflexión anómala, alrededor de los 650-1.500 m., que puede llegar a producir un aumento local de la temperatura.

Así encontramos que a partir de una determinada altura aparece una INVERSION TERMICA, es decir, las capas superiores de aire están más calientes que las inmediatamente inferiores. Esto impedirá los movimientos de aire ascensionales y actuará como una tapadera. A este fenómeno se le conoce como SUBSIDENCIA.

Como ya hemos visto, en nuestro archipiélago es frecuente el viento del NE que, recordemos, es frío y húmedo por haberse desplazado sobre la corriente oceánica fría de Canarias.

Este viento llega a La Palma y choca con la dorsal alineada de N a S con alturas que oscilan alrededor de los 2.000 m. salvo en la zona de Cumbre Nueva donde las cotas rondan los 1.400 m.

Al encontrarse este obstáculo natural, el aire se ve obligado a ascender, enfriándose y por tanto aumentando su grado de humedad.

En su ascensión se encuentra con la capa de CONTRALISIO que actúa de tapadera, provocando la acumulación de nubes y formando el denominado MAR DE NUBES.

Si el enfriamiento es suficiente, en la zona expuesta al viento (barlovento) se producen precipitaciones. La masa de aire que salva la crestería llega a la vertiente a resguardo del viento (sotavento) ya desecada y al descender se calienta disminuyendo su humedad, y por tanto dispersando las nubes y apareciendo lo que se conoce como SOMBRA PLUVIOMÉTRICA (EFECTO FOEHN).

### **Enfriamiento interno el aire en función de la altura.**

El aire es una mezcla de gases cuya composición varía con la altura y que tiene un determinado peso por unidad de superficie que se denomina PRESION ATMOSFERICA. Dicha presión disminuye con la altura, muy rápidamente en las capas bajas, del orden de 1 mb. por cada 10 m., en los primeros 3.000 m. de altura. (Fig. 3).

Por otro lado sabemos que, según la ley de POISSON, un gas que mantenga constante su volumen sufre una variación de temperatura en función de la 0,68 potencia de la variación de la presión.

Combinando ambos factores, es decir descenso de presión con la altura y descenso consecutivo de la temperatura, se obtiene un valor teórico de un grado centígrado por cada 100 m. de altura.

### **Medida de la humedad del aire.**

La medida de la humedad del aire está relacionada con la cantidad de vapor de agua que contiene.

Se puede expresar de dos maneras:

a) HUMEDAD RELATIVA, expresada como el tanto por ciento de cantidad de vapor de agua posible que puede albergar el aire a cada temperatura.

El vapor de agua posible viene dado por la presión de vapor correspondiente (Fig. 2), entendiéndose como tal la presión del agua que, pasada a estado de vapor, ejercería por sí sola en la mezcla de gases que forman el aire.

En una mezcla de gases, cada uno de los componentes ocupa todo el volumen pero cada uno ejerce una presión individual, siendo la presión total (en este caso la presión atmosférica) la suma de todas ellas.

b) HUMEDAD ABSOLUTA, expresada como el número de gramos de vapor de agua contenidos en un metro cúbico de aire.

La humedad relativa se puede medir con el PSICRÓMETRO, aparato formado por dos termómetros iguales, uno de ellos en contacto con el aire y el otro unido, mediante una mecha, a un depósito de agua.

El agua, al evaporarse, absorbe calor (CALOR LATENTE DE VAPORIZACION). La diferencia de temperaturas entre ambos termómetros indicará la capacidad que tiene el aire de admitir más o menos vapor de agua. Con la ayuda de unas tablas podemos calcular el tanto por ciento de humedad.

Veamos un ejemplo de cómo podemos pasar de la humedad relativa a la absoluta.

Supongamos que la humedad relativa encontrada con el psicrómetro es del 70% a la temperatura de 20°C.

Para calcular la humedad absoluta se busca en la tabla P vapor-Temperatura el valor de saturación a esa temperatura; 17,534 mm. de Hg.

Aplicando la ecuación general de los gases ideales

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

P = Presión expresado en atmósferas 1 atm = 760 mm. Hg.

V = Volumen expresado en litros.

n = N° de moles = n° gr/M M = peso molecular.

R = Cte universal de los gases = 0,082 at. 1/°kmol.

T = Temperatura absoluta T = 273,2+ °C

Sustituyendo valores obtenemos que  $n^\circ \text{ gr} = 12$ .

Luego la humedad absoluta será de 12 gr. de vapor de agua por  $\text{m}^3$  de aire.

### **Formación de las nubes y precipitación.**

Ya hemos visto que hay un enfriamiento de  $1^\circ\text{C}$  por cada 100 m. de aumento de la altura.

Si observamos la tabla P v agua-T veremos que la Pv disminuye al disminuir la temperatura. Esto hace posible que una determinada masa de aire pueda llegar a la saturación, es decir a un valor del 100% de humedad.

Como el aire que llega a la isla es húmedo y fresco es frecuente que esta saturación ocurra a una altura relativamente baja.

Cuando el aire está saturado se puede producir la condensación del vapor que se depositará sobre pequeños núcleos de condensación (pequeñas partículas sólidas) formando pequeñas gotitas de agua que se mantienen en suspensión formando las nubes.

Para que se produzca precipitación es necesario que el peso de esas gotitas venzan las corrientes ascensionales que se dan dentro de las nubes.

El proceso de unión de gotitas es complejo y se conoce con el nombre de COALESCENCIA. Esto explica la formación de la LLUVIA VERTICAL, es decir, lluvia que cae del cielo.

Pero en la isla tiene mucha importancia la denominada LLUVIA HORIZONTAL, es decir, la lluvia producida por la coalescencia debida a las ramas de árboles y arbustos que se encuentran en la zona dominada por el MAR DE NUBES.

Cuando en una masa de aire saturada de humedad, el vapor de agua pasa a agua líquida, se libera una determinada cantidad de calor denominado CALOR LATENTE DE LICUACIÓN y que a  $25^\circ\text{C}$  vale 581.1 cal/gr.

Esto modifica el normal enfriamiento del aire en su ascenso disminuyendo su gradiente e incluso puede darse el caso de que se produzca un aumento local de temperatura.

El aire irá ascendiendo formando el denominado MAR DE NUBES hasta que se encuentra con la zona del CONTRALISIO en la que debido a la mayor temperatura y menor grado de humedad la nube se disipa.

### **Efecto FOEHN.**

Si el CONTRALISIO se encuentra a una altura superior a la de la dorsal de la isla, las nubes saturadas procedentes de barlovento superarán esta cota e iniciarán el descenso por sotavento, con lo que se producirá un calentamiento y por tanto su humedad relativa descende. Al ocurrir esto las pequeñas gotas de agua de la nube se transforman otra vez en vapor de agua enfriando algo el aire (CALOR LATENTE DE EVAPORACION).

Esto hace que la nube vaya descendiendo pegada a la ladera de sotavento y poco a poco va desapareciendo, creando un fenómeno denominado CASCADE DE NUBES.

Salvo en las zonas adyacentes a la ladera de sotavento, no pueden producirse precipitaciones al no alcanzar el aire el valor de condensación, creando lo que se conoce como SOMBRA PLUVIOMÉTRICA.

Además el aire, a una determinada cota de sotavento, estará más caliente que en la de su correspondiente de barlovento. A este fenómeno se le conoce como EFECTO FOEHN.

Si la dirección del viento es constante a lo largo del año esa SOMBRA PLUVIOMÉTRICA a sotavento producirá un verdadero desierto, tal es el caso de La Patagonia.

### c) Ecosistemas.

La influencia de los factores climáticos expuestos anteriormente determinan la existencia de los siguientes ecosistemas:

#### Cardonal - Tabaibal.

Ocupa las laderas inferiores de la isla, hasta casi los 300 m. en nuestro transecto, caracterizándose por presentar: gran insolación, baja humedad ambiental y suelos todavía poco evolucionados en general, por tanto pobres en materia orgánica.

Estas drásticas condiciones determinan el asentamiento de una rica comunidad vegetal arbustiva xerófila, donde el Cardón (*Euphorbia canariensis*) y distintas especies de Tabaibas (*Euphorbia* sp.) son las especies dominantes, siendo muy típicas: la Vinagrera (*Rumex lunaria*), el Verode (*Kleinia neriifolia*), el Salado (*Schyzogine sericea*), el Incienso (*Artemisia thuscula*), los Bejeques (*Aeonium* sp), el Taginaste (*Echium breviflorum*), Cardoncillos (*Ceropegia* sp), el Cornical (*Periploca laevigata*), la Chivera (*Lavándula multifida*), el Tasaigo (*Rubia fructicoa*), etc., cuya acomodación a este medio se manifiesta con adaptaciones encaminadas a conseguir el máximo aprovechamiento del agua asimilada mediante diversos mecanismos: a) permitiendo su acumulación gracias al desarrollo de tejidos de reserva (Parénquima acuífero), lográndose así el engrosamiento del tallo (como en el caso del Cardón, Cardoncillos y Tabaibas) o de las hojas (caso de los Bejeques, por ejemplo).

b) Evitando su pérdida por evapotranspiración, mediante la reducción del tamaño y número de sus hojas (tomillo y Tabaibas), la transformación de éstas en espinas (como en el Cardón) o el recubrimiento de las mismas por una pilosidad cérea impermeabilizante (Salado, Incienso).

En otros casos ciertas adaptaciones tienen como finalidad evitar el efecto negativo de los vientos costeros de cierta intensidad, mediante la aparición de hojas adherentes (Tasaigo), la adquisición de tallos volubles para su fijación (Cornical) a otras especies más firmes.

La biocenosis animal está representada en cuanto a vertebrados se refiere por: el Lagarto (*Gallotia galloti*), ciertas aves como el Caminero (*Anthus bertelloti*), Currucas (*Sylvia* sp), Canario (*Serinus canarius*), Cernícalo (*Falco tinnuculus*), Búho Chico (*Asio otus*),... y escaso mamíferos como el Conejo (*Oryzolagus cuniculus*) y la Rata (*Rattus rattus*), siendo notable la microfauna, en especial insectos y arácnidos, destacando la entomofauna asociada al cardón.

Entre las diversas interacciones destacan las relaciones de competencia entre el Cornical y la Tabaiba, o entre Araneidos y Asilidos, la relación de Parasitismo que se establece entre un hongo Tizón y el Salado, la Simbiosis entre el alga y el hongo que constituyen el Liquen *Sterocaulón vesubianum* y como ejemplo de las complejas redes tróficas, el Lagarto que se nutre a base de in-

sectos, incluyendo un rico aporte vegetal (frutos, pétalos, etc.), siendo a su vez la presa básica del Cernicalo, además de insectos y pequeñas aves.

### **Bosque Termófilo.**

El área potencial de este ecosistema ocupa la zona de transición con el monte verde, extendiéndose desde los 400 hasta los 600 m. aproximadamente, estando en la actualidad relegado a ciertas zonas relicticas debido a la colonización agrícola, tal como sucede en nuestra zona de estudio, aunque excepcionalmente bien representado en los términos de Mazo y Breña Baja.

Situado fuera de la influencia del mar de nubes, por ello sometido a una cierta insolación, mayor humedad y suelos más desarrollados que el ecosistema anterior, permite aún el asentamiento de especie arbóreas de marcada xerofilia como la Sabina (*Juniperus phoenicea*), el Acebuche (*Olea europea*), la Palmera (*Phoenix canariensis*), el Drago (*Dracaena draco*), el Mocán (*Visnea mocanera*), el Peralillo (*maytenus canariensis*), el Almácigod (*Pistacia atlántica*) y diversos arbustos como el Granadillo (*Hypericum canariensis*), el Espinero (*Rhamnus crenulata*), el Jazmín (*Jasminus odoratissimum*), el Guaidil (*Convolvulus floridus*)....

La comunidad animal, en gran parte similar a la del ecosistema anterior, se ve enriquecida por nuevas especies, fundamentalmente insectos, al actuar como ecotono.

### **Laurisilva.**

Se extiende este singular ecosistema desde los 600 hasta los 1.300 m. aproximadamente, bajo la influencia directa y casi constante de los alisios y por ello del mar de nubes, por tanto caracterizado por su elevada humedad atmosférica, fresca temperatura y suelos muy ricos en materia orgánica.

Bajo estas favorables condiciones prospera una riquísima formación arbórea perennifolia y umbrófila, vestigio del Terciario, con un Vigor demesurado y máxima cobertura, constituyendo una auténtica jungla subtropical cuyas especies más significativas de un total de 18 son: el Loro (*Iaurua azórica*), el Viñátigo (*Persea indica*), el Palo blanco (*Picconia excelsa*), Barbusano (*apollonias barbujana*), Acebiño (*Ilex canariensis*), el Til (*Ocotea foentens*) en las zonas más húmedas y óptimas, la Faya (*Myrica faya*), el Sanguino (*Rhamnus glandulosa*), etc., predominando en los estratos inferiores: la Estrelladera (*Gesnouinia arborea*), el Pininana (*Echium pininana*) bellísimo endemismo palmero, la Reina del Monte (*Ixanthus viscosus*), el Pata de Gallo (*Geranium canariensis*), el Nomeolvides (*Myosotis latifolia*), el Bicácaro (*Canarina canariensis*), enredaderas, numerosos y exuberantes helechos, musgos y líquenes.

La comunidad vegetal presenta especiales adaptaciones tendentes a conseguir el máximo aprovechamiento de la radiación lumínica, bien mediante el crecimiento desmesurado del tallo (Til, Chupones de Viñátigo), bien mediante el incremento de expansiones laminares (frondes de helecho) o por la aparición de estructuras y mecanismos de apoyo y fijación (raíces adventicias de hiedras), para permitir la trapa hasta el estrato superior.

La biocenosis animal, entre cuyas especies vertebradas destacan las Palomas Rabiche y Turqué (*Columba junoniae* y *C. bollii*), el Pinzón (*Fringilla coelebs*), Mirlo (*Turdus merula*), Chivita (*Phylloscopus collybita*), Gavilán (*Acci-*

piternissus), Aguillilla (*Buteo buteo*)... y mamíferos como la Rata de Monte (*Rattus rattus*) y Murciélagos (*Plecotus teneriffae*), resulta especialmente importante por su microfauna (Moluscos, Crustáceos terrestres, Insectos y Arácnidos) que incluye notorios endemismos.

En la dinámica de este ecosistema son de señalar las relaciones de Competencia que se establecen entre Hiedra y Til, las de Parasitismo entre Hima-nóptero y Barbusano, de Simbiosis entre el alga y el hongo que constituyen el Liquen *Pseudocyphellaria* y entre las diversas interdependencias tróficas la que se establece entre el Mirlo que se nutre de frutos, granos e invertebrados diversos, siendo la presa habitual del Gavilán, habilísimo predador ornitófa-go.

### **Fayal - Brezal.**

Se extiende entre los 1.200 - 1.500 m. generalmente, por encima directamente de los límites del bosque de Lauráceas, aunque su distribución en ocasiones puede resultar más amplia puesto que aparece como consecuencia de la degradación de la Laurisilva, apareciendo representado en nuestro transecto en la zona de sotavento, desde la cumbre (1.360 m.) hasta los 1.200 m. aproximadamente. Por ello y aunque sometido al influjo del mar de nubes, su situación le confiere no obstante una mayor sequedad ambiental que determina características abióticas más extremas: valores térmicos más altos y menor índice higrométrico.

Es de destacar su monótona pobreza florística, siendo las especies dominantes, la Faya (*Myrica faya*) y el Brezo (*Erica arborea*), entremezclándose en esta constante asociación vegetal, según la situación, algún ejemplar de Acebiño (*Ilex canariensis*) y Pino (*Pinus canariensis*) y en las áreas más húmedas el Loro (*Laurus azórica*), estando el estrato herbáceo representado por el Helecho Macho (*Pteridium aquilinum*), y la Encimba (*Senecio papyraceus*) en ciertas ocasiones.

En este ecosistema las adaptaciones vegetales se traducen en conseguir la máxima economía hídrica mediante la reducción del tamaño foliar, caso de las hojas lineares de tipo acícula de Brezo.

La comunidad animal representada más conspicuamente por ciertas aves como el Petirrojo (*Erithacus rubecula*), Currucas (*Sylvia* sp), Canario (*Serinus canarius*), Buho Chico (*Asio otus*)... y por diversos invertebrados, contrasta por su escasez al compararla globalmente con el resto de ecosistemas insulares.

Entre las interacciones dignas de mención son de señalar el grado de competencia trófica entre el Petirrojo y las distintas especies de Currucas y las relaciones de Depredación entre el Búho Chico y las diversas presas ornitológicas, micromamíferos e insectos varios que constituyen su dieta.

### **Pinar.**

Su distribución general en nuestra isla es tal que llega hasta aproximadamente los 2.000 m. de altitud, por tanto por encima del mar de nubes y sometido por ello a fuerte insolación diurna, contrastes térmicos muy acusados y valores de humedad relativa poco significativos. En nuestro transecto no obstante se extiende en la ladera de Sotavento, curiosamente por bajo del nivel

del Fayal-Brezal, desde los 1.200 m. hacia cotas inferiores.

Es de señalar la acusada xerofilia de esta formación arbórea monoespecífica a la que van asociadas poblaciones arbustivas diversas en función de la distinta altitud y orientación: Jaras (*Cistus symphytifolius*) en zonas secas y recuperadasde recientes incendios, Fayas (*Myrica faya*) y Brezos (*Erica arboorea*) dispersos en zonas húmedas y en las más altas el tapiz homogéneo del Codoso (*Adenocarpus viscosus*). Entre las herbáceas, los Corazoncillos (*Lotus hillebrandii*), el Taginaste (*Echium webbi*), el Helecho Macho (*Pteridium adquinum*),...

Para conseguir evitar los derroches hídricos y lograr la máxima absorción de agua, el Pino presenta como adaptaciones particulares: hojas aciculares con cutícula endurecida para impedir una acusada evapotranspiración y por otro lado un gran desarrollo reticular. Como resultado de su acomodación a un medio volcánico ha desarrollado una gruesa corteza que le permite resistir el efecto devastador del incendio así como una extraordinaria capacidad para rebrotar de nuevo (turiones).

Faunísticamente destacan en este ecosistema entre los vertebrados, las aves, tales como el Pinzón (*Fringilla coelebs*), Reyzeulo (*Regulus regulus*), Herrerillo (*Parus caeruleus*), Gavilán (*Accipiter nissus*) y entre los Artrópodos, los Insectos, con endemismos ligados al pino, como el Lepidoptero Macaronesia fortunata y el Coleoptero *Temnochila*.

#### **d) Método de trabajo.**

El desarrollo del proyecto se puede plantear como un trabajo en grupos para que cada uno de ellos desarrolle un aspecto del tema, seguido necesariamente de una puesta en común para la obtención de unos resultados globales.

El contenido a desarrollar por cada uno de los grupos podríamos pensar que se distribuyera de la siguiente manera:

- a) Aspectos geográficos del clima. Podrían estudiar los distintos factores que determinan nuestro clima, desarrollando el apartado A.
- b) Aspectos Físicos. Desarrollarían el apartado B.
- c) Ecosistemas. Desarrollarían el apartado C.

La obtención de los datos experimentales se ha realizado de la siguiente manera:

- En primer lugar observar, mediante las conclusiones geográficas, dónde se producen los fenómenos a estudiar.
- A continuación, sobre un mapa topográfico de la isla, determinar la zona más adecuada para el estudio. Nos decidimos por el transecto que va desde Santa Cruz de La Palma hasta el punto de la Cumbre perpendicular al túnel de la Cumbre Nueva y desde allí a El Paso y Tzacorte.
- Marcamos sobre el mapa los puntos topográficos accesibles (sobre la carretera de S. Cruz - LosLlanos) de 100 en 100 m. de altitud.
- Mediante el altímetro comprobamos sobre el terreno la ubicación exacta de cada una de las cotas.
- Tomamos medidas de la presión, temperatura y humedad relativa, con la ayuda de un psicrómetro y un barómetro de cada una de las cotas

- que iban de los 300 a los 1.360 m. en la vertiente de Barlovento y hasta los 800 m. en la de Sotavento.
- Dicha operación se repitió durante una serie de días y los datos obtenidos se consignaron en unas tablas.
  - La duración aproximada de la toma de datos de todas las cotas indicada era de 2 horas aproximadamente. Consideramos despreciable la variación que experimentaban las variables mediadas en cada una de las cotas durante ese tiempo.
  - También se estudió la vegetación predominante en cada punto y se realizaron inventarios de especies vegetales y se obtuvieron datos de vegetación.
  - Gracias a la colaboración de Icona se consiguieron los datos pluviométricos y térmicos de una estación en la vertiente de Barlovento y otra de Sotavento.

Con todos estos datos se obtuvieron:

- a) Gráfica Altura-Presión atmosférica. (Fig. 3).
- b) Gráficas Altura-Temperatura y Altura-Humedad relativa. (Fig. 4 y 5).
- c) Climogramas de las estaciones de Barlovento y de Sotavento. (Fig. 6 y 7).
- d) Datos pluviométricos generales de la isla. (Fig. 8).
- e) Clasificación según la nomenclatura de Köppen de los distintos climas de la isla. (Fig. 9).
- f) Inventario, datos de especies vegetales y distribución de los distintos Ecosistemas. (Fig. 10, 11, 12, 13 y 14).

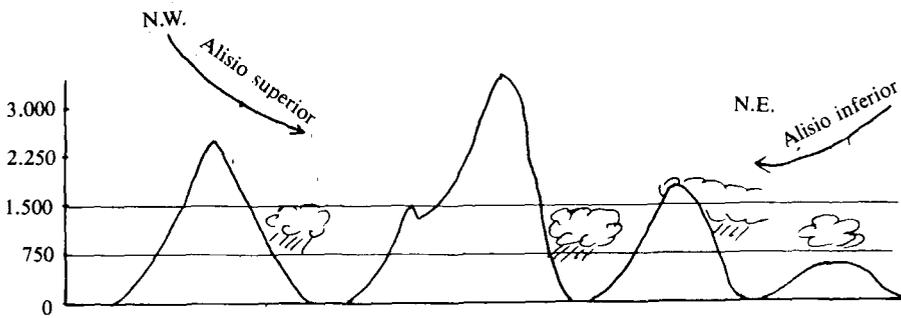
#### e) Conclusiones.

- a) Los climogramas realizados indican que hay mayor regularidad pluviométrica y térmica a lo largo del año en la vertiente de Barlovento. En Sotavento predomina la irregularidad pluviométrica y térmica a lo largo del año.
- b) En ambas vertientes observamos una estación seca en verano. Las precipitaciones corresponden a las estaciones de otoño e invierno.
- c) En los climogramas estudiados no se registran las precipitaciones horizontales que podrían resultar significativas.
- d) El incremento pluviométrico de otoño-invierno se debe a las borrascas atlánticas que afectan fundamentalmente al W de la isla y que coincide con la zona de Sotavento del transecto estudiado.
- e) La estación seca se corresponde con el dominio del alisio.
- f) La distribución altitudinal de los pisos de vegetación indican claramente una diferencia entre las vertientes de Barlovento y Sotavento.
- g) Los ecosistemas de Barlovento no se corresponden con los de la vertiente de sotavento excepto en la zona basal.
- h) La zona de laurisilva coincide con el dominio del «mar de nubes».
- i) En la vertiente de Sotavento se produce la inversión de los pisos de vegetación: Fayal-brezal y Pinar debido a la «Cascada de Nubes».

- j) La aparición de la laurisilva en la vertiente de Barlovento está determinada por la existencia del «mar de nubes» y, por tanto, de una lluvia horizontal que no se refleja suficientemente en los climogramas realizados.
- k) La obtención de datos correspondientes a la lluvia horizontal es fundamental para conocer las condiciones de desarrollo de la laurisilva y su contribución a las reservas hídricas de la isla.
- l) Actualmente estamos desarrollando un trabajo de cuantificación de la lluvia horizontal cuyas conclusiones complementarán el presente estudio.

### **Bibliografía**

- J.C. CARRACEDO y otros: *Geografía de Canarias. Tomo I (Geografía Física)* Ed. Interinsular Canaria. Las Palmas de G.C. 1984.
- P. GOUROU y L. PAPY: *Compendio de Geografía General*. Ed. Rialp. Madrid. 1980.
- M. TOHARIA CORTES: *Tiempo y Clima. Col. Temas Clave nº14* Ed. Salvat. Barcelona. 1981.
- J. RODRIGO, C. SUAREZ, M.N. GONZALEZ: *Flora del Archipiélago Canario*. Ed. Interinsular Canaria. Las Palmas de G.C. 1986.
- A SANTOS: *Vegetación y Flora de La Palma*. Ed. Interinsular Canaria. Las Palmas de G.C. 1983.
- D. y Z. BRAMWELL: *Flores Silvestres de las Islas Canarias*. Ed. Rueda. Madrid. 1983.
- J.J. BACALLADO y otros: *Fauna Marina y Terrestre del Archipiélago Canario*. ed. Interinsular Canaria. Las Palmas de G.C. 1984.
- VARIOS AUTORES: *Canarias*. Ed. Anaya. Madrid, 1980.
- VARIOS AUTORES: *Geografía de Canarias*. Ed. Interinsular Canaria. Las Palmas de G.C. 1983.
- SERVICIOS METEOROLOGICOS DE I.C.O.N.A.: *Datos de Precipitación y Temperaturas* (no publicados).



Choque del «mar de nubes» con las islas según la altitud.

Figura 1

T°C	Pm Hg	T°C	Pmm Hg
11	9,844	21	18,650
12	10,518	22	19,827
13	11,231	23	21,068
14	11,987	24	22,377
15	12,788	25	23,756
16	13,634	26	25,209
17	14,530	27	26,739
18	15,477	28	28,349
19	16,477	28	30,043
20	17,534	30	31,824

Presión de Vapor de agua - Temperatura

Figura 2

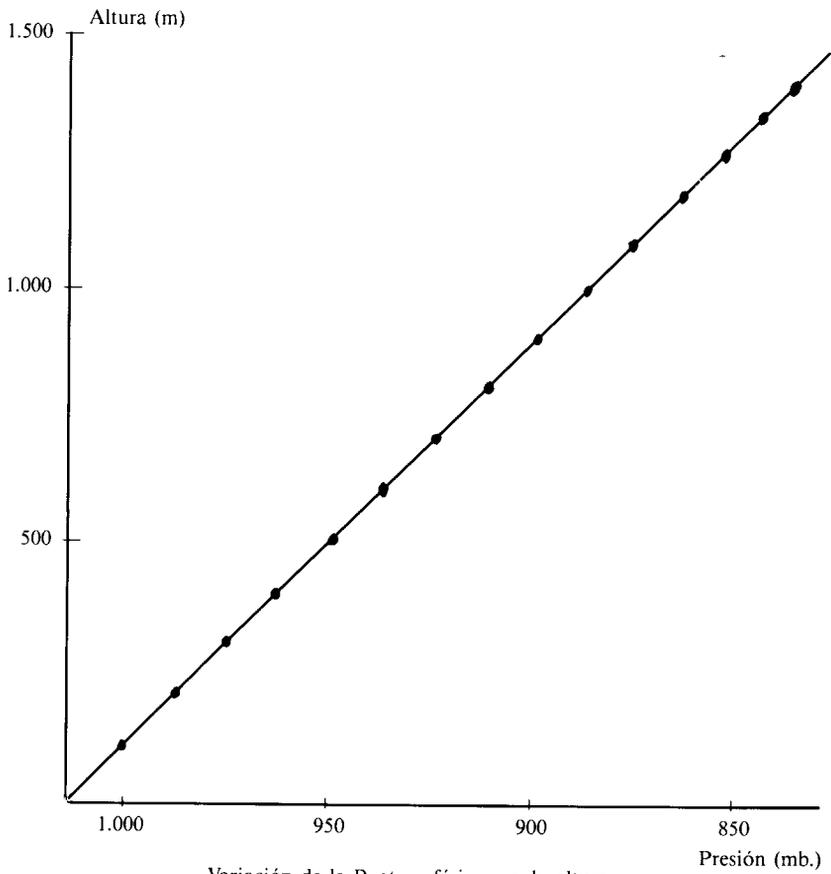


Figura 3

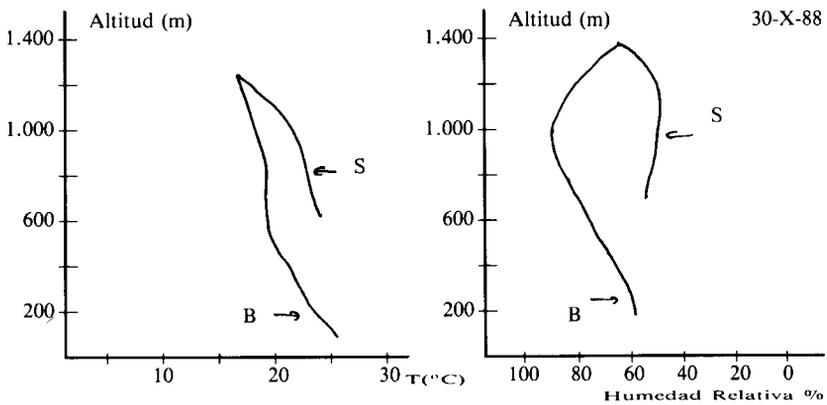
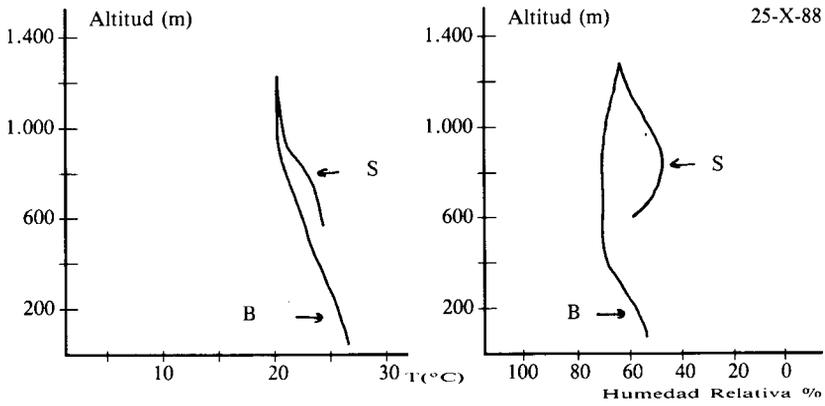
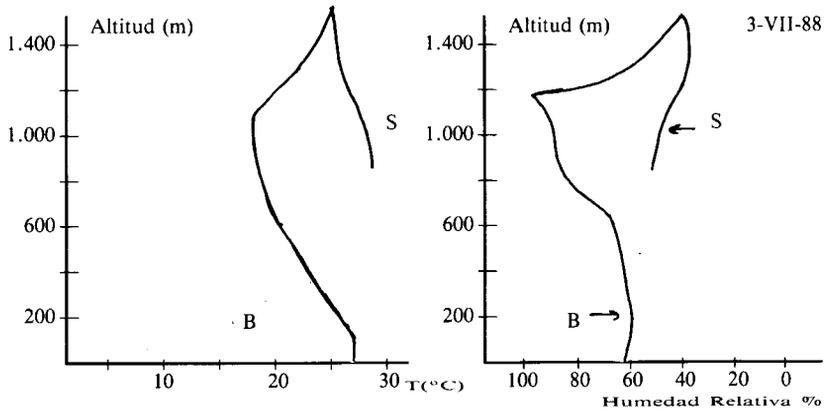


Figura 4

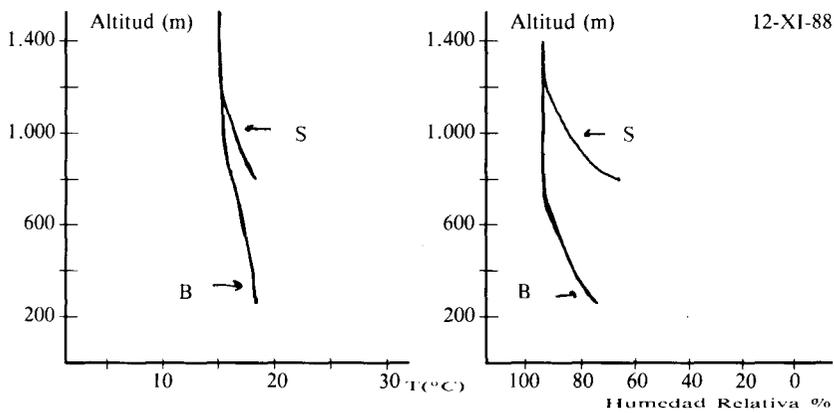
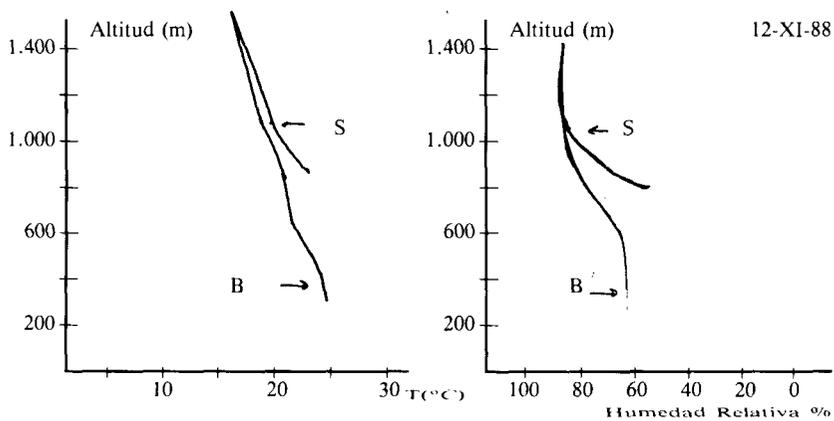
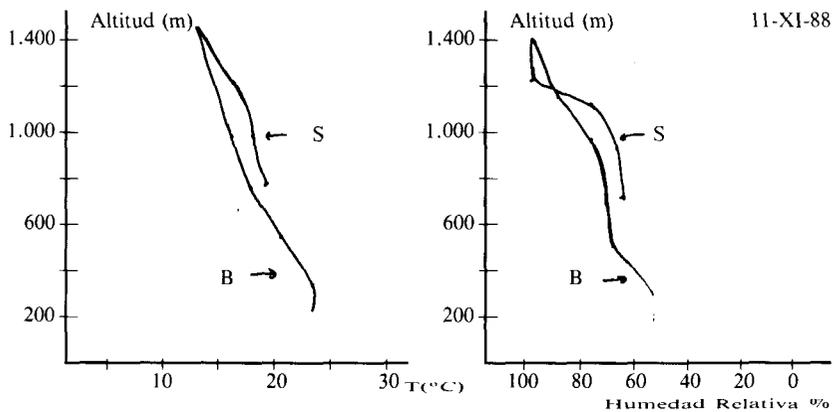
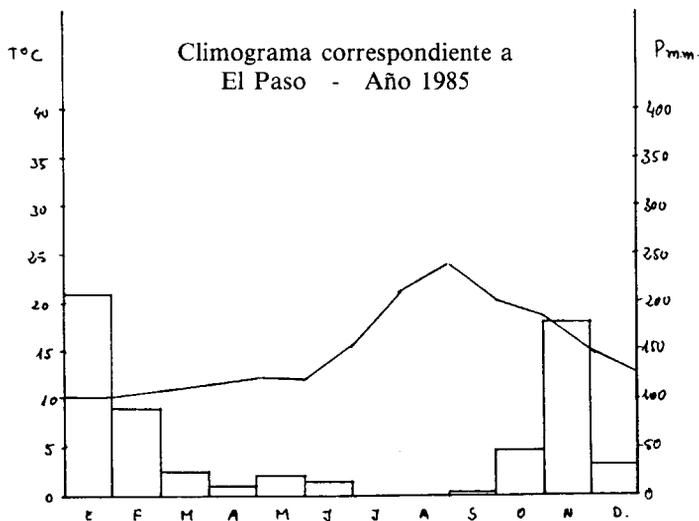
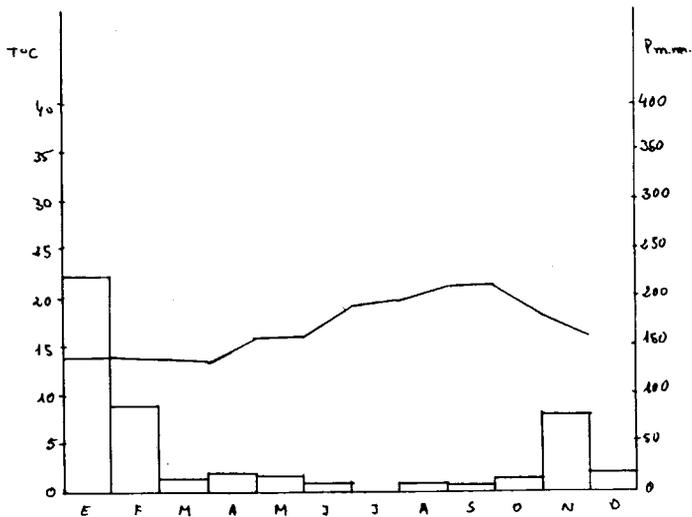


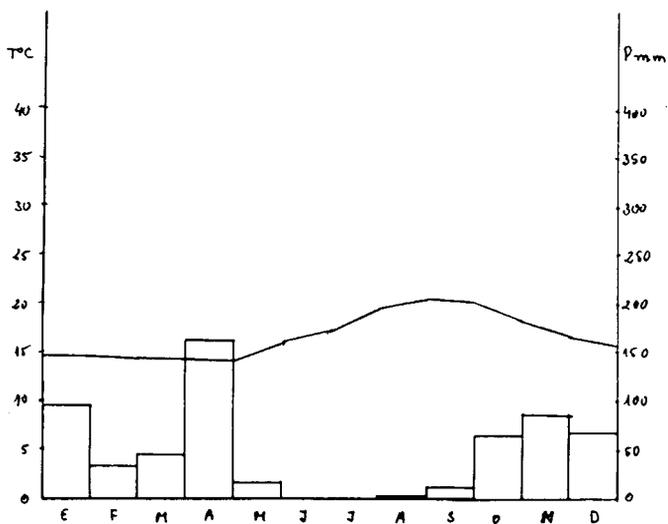
Figura 5

Climograma correspondiente a  
Breña Alta - Año 1985



- Figura 6 -

Climograma correspondiente a  
Breña Alta - Año 1986



Climograma correspondiente a  
Breña Alta - Año 1986

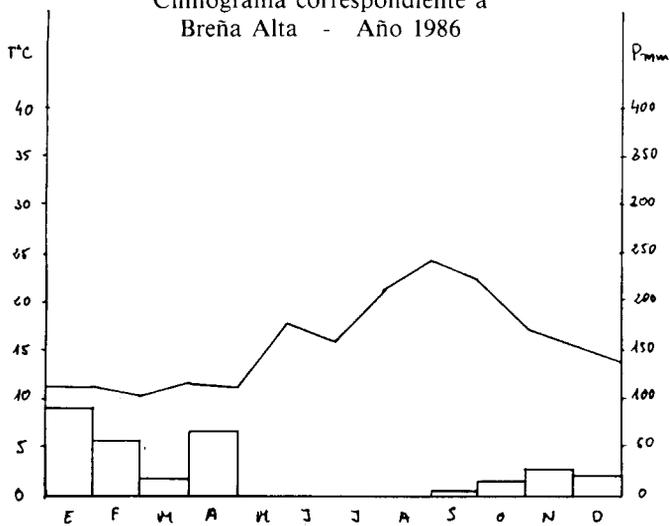
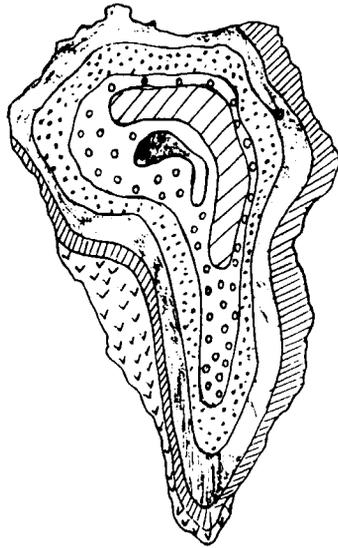


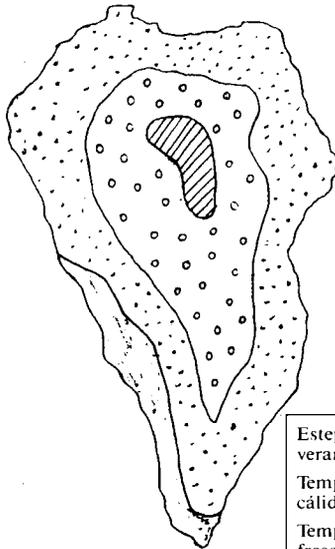
Figura 7



**PLUVIOMETRIA**

	800 - 1.000 mm.
	700 - 800 mm.
	600 - 700 mm.
	500 - 600 mm.
	400 - 500 mm.
	0 - 400 mm.

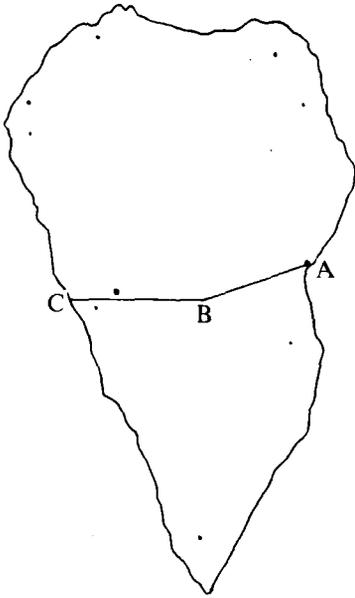
Figura 8



**CLASIFICACION DE KOPPEN**

Estepario cálido con verano seco		BShs
Templado con verano cálido y seco		Csa
Templado con verano fresco y seco		Csb
Templado con verano frío y seco		Csc

Figura 9



-  Tabaibal
-  Cardonal
-  Bosque Termófilo
-  Laurisilva
-  Fayal-Brezal
-  Pinar

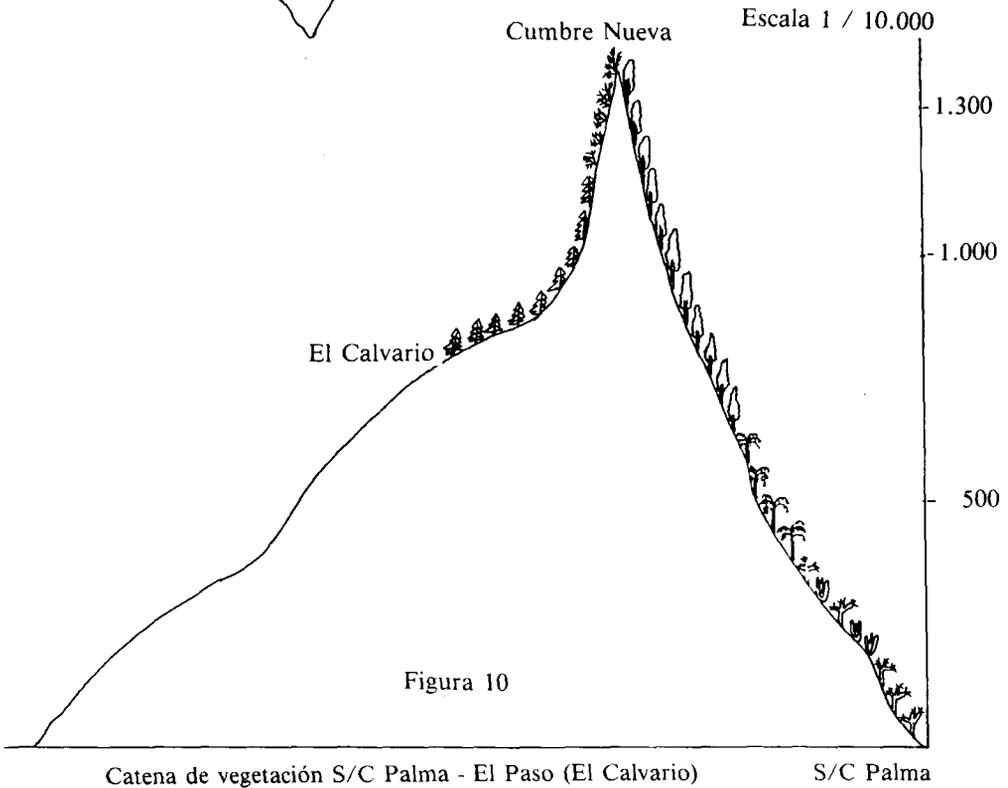


Figura 10

ESTUDIO DEL ECOSISTEMA : CARDONAL-TABAIBAL

ZONA : Los Cancajos	LOCALIDAD : Breña Baja
AREA ESTUDIO : 150 m <sup>2</sup>	CLIMATOLOGIA : nublado, lluvioso
FECHA : 5/11/87	HORA : 15'45

FACTORES ABIOTICOS

Tª	HUMEDAD	ALTITUD	PRESION	LUMINOSIDAD	Ph
27º	56%	50 mts	1010 mb	2400 Lux	8
TIPO DE SUELO : LITOSOL-VERTISOL					
ORIENTACION : Vertiente E. de la Isla					

INVENTARIO BIOCENOSIS VEGETAL

NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
Verode ( <i>Kleinia neriifolia</i> )	16	16/92 = 0'0173
Tabaiba ( <i>Euphorbia obtusifolia</i> )	27	27/92 = 0'293
Cardón ( <i>Euphorbia canariensis</i> )	10	10/92 = 0'108
Bejeque ( <i>Aeonium spathulatum</i> )	6	6/92 = 0'065
Chivera ( <i>Lavandula multifida</i> )	7	7/92 = 0'076
Bejeque ( <i>Aeonium ciliatum</i> )	2	2/92 = 0'021
Cornical ( <i>Periploca laevigata</i> )	9	9/92 = 0'097
Tasaigo ( <i>Rubia fruticosa</i> )	3	3/92 = 0'032
Vinagrera ( <i>Rumex lunaria</i> )	1	1/92 = 0'010
Salado ( <i>Schyzogone sericea</i> )	3	3/92 = 0'032
Tomillo ( <i>Micromeria herpyllomorfa</i> )	8	8/92 = 0'086
	92	0'9973

Figura 11

D A T O S    C O M U N I D A D    V E G E T A L

ABUNDANCIA :      92/150 m <sup>2</sup>	COBERTURA :    70 %
DIVERSIDAD :    11/92 =    0'119	VIGOR MEDIO :   1 mts
DOMINANCIA :    TABAIBA-VERODE-CARDON	

**Adaptaciones Comunidad Vegetal Ecosistema: Cardonal - Tabaibal.**

- TALLOS ENGROSADOS de Tabaibas, Verodes y Cardón debido al espacial desarrollo del parenquima acuífero para permitir el almacenamiento de agua, disponiendo de una reserva hídrica imprescindible.
- HOJAS SUCULENTAS de Bejeques para conseguir el almacenamiento de agua y resistir condiciones de sequedad ambiental.
- REDUCCION DEL TAMAÑO FOLIAR en el Tomillo para evitar las pérdidas de agua al reducir el número de estomas por superficie.
- REDUCCION DEL N° DE HOJAS típico de Verodes y Tabaibas, presentando solamente las de la región apical del tallo, educiendo con ello el derroche hídrico por evapotranspiración.
- TRANSFORMACION DE HOJAS EN ESPINAS en el Cardón, anulando así la posibilidad de deshidratación, adquiriendo además misión defensiva.
- RECUBRIMIENTO POR PILOSIDAD CEREAL DE HOJAS Y TALLOS propio del Salado y del Incienso para conseguir el necesario ahorro acuoso.
- HOJAS ADHERENTES del Tadaigo para lograr su fijación a la vegetación circundante y al sustrato y acusar la mínima influencia del efecto pernicioso de los vientos costeros.
- TALLOS VOLUBLES típicos del Cornical que le permiten abrazarse firmemente a otras especies como respuesta a la acción negativa del viento.

**Conclusión.**

Las especies de ésta comunidad vegetal presentan singulares adaptaciones tendentes a lograr el máximo aprovechamiento del agua asimilada y en ciertos casos a evitar la influencia negativa de la intensidad del viento.

ESTUDIO ECOSISTEMA : BOSQUE TERMOFILO(SABINAR)

ZONA : Ledas de Arriba	LOCALIDAD : S. José Breña Baja
ÁREA ESTUDIO : 150 m <sup>2</sup>	CLIMATOLOGIA : soleado,calima
FECHA : 10/12/88	HORA : 16'30

FACTORES ABIOTICOS

Tª	HUMEDAD	ALTITUD	PRESION	LUMINOSIDAD	Ph
19º	43 %	350 mt	970 mb	2000 Lux	6'44
TIPO DE SUELO : LITOSOL-VEERTISOL					
ORIENTACION : E.					

INVENTARIO BIOCENOSIS VEGETAL

NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
Sabina ( <i>Juniperus phoenicea</i> )	18	18/44 = 0'409
Acebucho ( <i>Olaea europaea ceras.</i> )	1	1/44 = 0'022
Espinero ( <i>Rhamnus crenulata</i> )	14	14/44 = 0'318
Jara ( <i>Cistus monspeliensis</i> )	3	3/44 = 0'068
Almácigo ( <i>Pistacia atlantica</i> )	3	3/44 = 0'068
Granadillo ( <i>Hypericum canariense</i> )	5	5/44 = 0'113
	44	0'998

DATOS COMUNIDAD VEGETAL

ABUNDANCIA : 44/150 m <sup>2</sup>	COBERTURA : 55 %
DIVERSIDAD : 6/44 = 0'136	VIGOR MEDIO : 5 mts
DOMINANCIA : SABINA	

Figura 12

### **Adaptaciones Comunidad Vegetal Ecosistema: Bosque Termofilo (Sabinar).**

Este ecosistema de marcada xerofilia presenta especies vegetales con notorias adaptaciones, tales como:

- HOJAS ESCUAMIFORMES E IMBRICADAS como las tejas de un tejado de la Sabina para disminuir las pérdidas de agua del medio interno por evapotranspiración. Al mismo tiempo constituyen superficies óptimas para conseguir la condensación de las escasas nubes cargadas de humedad que las envuelven, teniendo acceso así a un remanente hídrico extraordinario, que favorece su pervivencia en un medio xérico.
- CUTICULA FOLIAR de función impermeabilizante para evitar una evapotranspiración exagerada, como en el caso del Acebuche.
- HOJAS TRANSFORMADAS EN ESPINAS típicas del Espinero, para reducir las pérdidas hídricas y conseguir además función defensiva.
- HOJAS CON PILOSIDAD CEREAL para lograr un máximo aprovechamiento del agua al impedir su pérdida por transpiración, así como por disminución de la circulación del aire que pudiera favorecer la evaporación, observable en la Jara.

### **Conclusión.**

Las distintas especies vegetales relicticas de este expoliado ecosistema se adaptan a intentar paliar la sequedad ambiental recurriendo a diversos mecanismos morfológicos, estructurales y fisiológicos que les permitan la máxima economía hídrica al colonizar un medio de acusada xerofilia.

ESTUDIO DEL ECOSISTEMA : LAURISILVA	
ZONA : Cabecera Bco. Zarcita	LOCALIDAD : Breña Alta
AREA DE ESTUDIO : 150 m <sup>2</sup>	CLIMATOLOGIA : lluvioso
FECHA : 30/11/88	HORA : 16'0

FACTORES ABIOTICOS					
Tª	HUMEDAD	ALTITUD	PRESION	LUMINOSIDAD	Ph
11º	74 %	850 mt	915 mb	200 Lux	6'13
TIPO DE SUELO : ANDOSOL HUMICO					
ORIENTACION : E.					

INVENTARIO BIOGENOSIS VEGETAL		
NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
Viñátigo ( <i>Persea indica</i> )	24	24/85 = 0'282
Acebiño ( <i>Ilex canariensis</i> )	19	19/85 = 0'223
Laurel ( <i>Laurus azorica</i> )	3	3/85 = 0'035
Palo Blanco ( <i>Picconia excelsa</i> )	1	1/85 = 0'011
Faya ( <i>Myrica faya</i> )	2	2/85 = 0'023
Brezo ( <i>Erica arborea</i> )	4	4/85 = 0'047
Follao ( <i>Viburnum tinus</i> )	15	15/85 = 0'176
Granadillo ( <i>Hypericum perforatum</i> )	5	5/85 = 0'058
Hiedra ( <i>Hedera helix canariensis</i> )	4	4/85 = 0'047
Helecho ( <i>Dryopteris oligodonta</i> )	5	5/85 = 0'058
Zarza ( <i>Rubus bollei</i> )	3	3/85 = 0'035
	85	0'995

Figura 13

D A T O S   C O M U N I D A D   V E G E T A L	
ABUNDANCIA : 85/150 m <sup>2</sup>	COBERTURA : 90 %
DIVERSIDAD : 11/85 = 0'129	VIGOR MEDIO : 14 mts.
DOMINANCIA : VIÑATIGO	

### **Adaptaciones Comunidad Vegetal Ecosistema: Laurisilva.**

- DESARROLLO DESMESURADO DEL TALLO especialmente en los «chupones» de Viñatigo para acceder cuanto antes al estrato superior y posibilitar la absorción de radiación lumínica que posibilite a su vez la función fotosintética.
- INCREMENTO DE LA SUPERFICIE FOLIAR típico de todas las especies de Helechos en general, que al aumentar la superficie de sus expansiones laminares o frondes incrementan al máximo la absorción de la escasa energía lumínica del sol que penetra hasta los estratos inferiores, siempre en penumbra.
- TALLOS VOLUBLES DE FUNCION TREPADORA de la Hiedra, para permitirle al enrollarse sobre los troncos de las diversas especies arbóreas acceder a la cubierta superior y por ello a la luz (Función clorofílica).
- RAICES ADVENTICIAS de la Hiedra para conseguir su fijación a los troncos por los que trepan.

### **Conclusión.**

las especies vegetales de esta auténtica jungla subtropical presentan adaptaciones tendentes fundamentalmente a conseguir el máximo aprovechamiento de la energía radiante del sol, bien mediante un proceso de crecimiento acelerado, bien mediante el aumento de superficie de sus expansiones laminares o mediante el desarrollo de mecanismos de apoyo y sujeción que permiten el ascenso hacia la luz.

ESTUDIO DEL ECOSISTEMA : FAYAL - BREZAL

ZONA : Cumbre Nueva (Vert. Tunel)	LOCALIDAD : El Paso
AREA DE ESTUDIO : 150 m <sup>2</sup>	CLIMATOLOGIA : semisoleado
FECHA : 11/12/88	HORA : 14'15

FACTORES ABIOTICOS

T°	HUMEDAD	ALTITUD	PRESION	LUMINOSIDAD	Ph
15°	50 %	1350 mts	860 mb	2800Lux	6'54
TIPO DE SUELO : ANDOSOL HUMICO					
ORIENTACION : W					

INVENTARIO BIOCENOSIS VEGETAL

NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
Brezo (Erica arbórea)	84	84/103 = 0'815
Faya (Myrica faya)	19	19.103 = 0'184
	103	0'999

DATOS COMUNIDAD VEGETAL

ABUNDANCIA : 103/150 m <sup>2</sup>	COBERTURA : 80 %
DIVERSIDAD : 2/103 = 0'019	VIGOR MEDIO : 3 mts.
DOMINANCIA : BREZO	

Figura 14

**Adaptaciones Comunidad Vegetal Ecosistema: Fayal-Brezal.**

—HOJAS REDUCIDAS DE TIPO ACICULA del Brezo para disponer de la necesaria acumulación hídrica interna.

ESTUDIO DEL ECOSISTEMA : P I N A R

ZONA : prox. Llano Medel	LOCALIDAD : El Paso
AREA DE ESTUDIO : 150 m <sup>2</sup>	CLIMATOLOGIA : nublado
FECHA : 30/11/88	HORA : 16'45

FACTORES A B I O T I C O S

Tª	HUMEDAD	ALTITUD	PRESION	LUMINOSIDAD	Ph
16º	44 %	1050 mts	890 mb	1600 Lux	6'43
TIPO DE SUELO : ANDOSOL NO HUMICO					
ORIENTACION : W.					

INVENTARIO BIOCENOSIS VEGETAL

NOMBRE VULGAR Y CIENTIFICO	TOTAL	FRECUENCIA RELATIVA
Pino ( <i>Pinus canariensis</i> )	13	13/21 = 0'619
Jarón ( <i>Cistus simphytifolius</i> )	5	5/21 = 0'238
Brezo ( <i>Erica arborea</i> )	3	3/21 = 0'142
	21	0'999

D A T O S C O M U N I D A D V E G E T A L

ABUNDANCIA : 21/150 m <sup>2</sup>	COBERTURA : 65 %
DIVERSIDAD : 3/21 = 0'142	VIGOR MEDIO: 16 mts.
DOMINANACIA : Pino	

Figura 15

### **Adaptaciones Comunidad Vegetal Ecosistema: Pinar.**

- HOJAS ACICULARES CON CUTICULA ENDURECIDA del Pino, para lograr restar pérdidas de agua mediante el proceso de evapotranspiración.
- GRAN DESARROLLO RADICULAR del Pino, para conseguir la máxima absorción del agua de precipitación.
- CORTEZA ENGROSADA en el Pino para resistir el efecto devastador del fuego, presentando en este sentido la capacidad de rebrotar de nuevo después del incendio, como resultado de su especial acomodación a un medio volcánico.
- HOJAS PREVISTAS DE VELLOSIDAD CEREAL típicas del Jarón para disminuir las pérdidas de agua por su estructura foliar.
- FLORES VIVAMENTE ECOLOREADAS del Jarón para posibilitar la atracción de los insectos y como consecuencia la polinización.
- HOJAS LINEALES DE TIPO ACIULAR del Brezo para reducir las pérdidas excesivas de agua por sus estomas.

### **Conclusión.**

Las especies vegetales presentan adaptaciones encaminadas al logro de un imprescindible ahorro hídrico mediante diversos mecanismos y formas y por otro lado a conseguir medrar en un medio afectado con frecuencia por los incendios, por tratarse de una zona volcánicamente activa.