

MARCO ECOLÓGICO DE LAS ISLAS CANARIAS

José María Fernández-Palacios

Profesor de Ecología
Universidad de La Laguna

INTRODUCCIÓN A LOS ECOSISTEMAS INSULARES

Desde un punto de vista biogeográfico –estudio de la distribución espacial y temporal de los organismos y de las causas que las originan–, las islas pueden subdividirse atendiendo a su origen geológico en oceánicas, aquéllas que surgen desnudas del fondo del mar producto de la actividad volcánica de los fondos marinos, generalmente lejos de los continentes y separadas por grandes profundidades, y continentales, aquéllas otras que aun cuando formaron parte de continentes, hoy en día se encuentran separadas de éstos por brazos de mar estrechos generalmente poco profundos (Fig. 1). De hecho, la mayor parte de las islas continentales volverán en el futuro a unirse y a separarse reiteradamente de sus respectivos continentes, en función de que el nivel del mar baje, lo que ocurre durante las glaciaciones, uniéndose éstas a los continentes, o suba en los períodos interglaciares, como ocurre en la actualidad, separándose de nuevo.

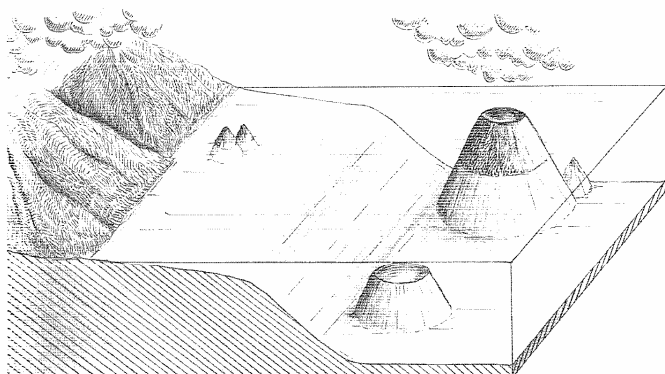


Figura 1: Diferencias entre la formación de una isla continental y una oceánica. Junto a la isla oceánica se puede observar un monte submarino de cima plana o «guyots», resto de una antigua isla sumergida, así como un volcán submarino que aún no ha emergido y que eventualmente podría dar lugar a una nueva isla.

La biota de las islas oceánicas, o conjunto de especies animales, vegetales y microbianas que las habitan, es necesariamente el producto de diferentes colonizaciones, bien de los continentes más cercanos o de otras islas emergidas previamente. Las Islas Canarias son un excelente ejemplo de islas oceánicas, al igual que Islandia, Azores,

Madeira y Cabo Verde en el Atlántico Norte, Ascensión, Santa Helena y Tristán da Cunha en el Atlántico Sur, las Mascareñas en el Índico o Hawai y Galápagos en el Pacífico, por citar las más conocidas. Las islas continentales, por su parte, están pobladas bien por descendientes de las especies que ya existían antes de su separación o por elementos llegados de fuera. Las Islas Británicas y Sicilia son buenos ejemplos de islas continentales en Europa, mientras que, Terranova, Tasmania o Sumatra, lo son del resto del Globo.

Finalmente, los fragmentos continentales constituyen un tercer grupo de islas que pese a su origen continental quedaron irreversiblemente aislados de éstos por la formación de dorsales centrooceánicas. En general, las superficies y las edades geológicas de estos fragmentos continentales suelen ser mayores que las de las islas oceánicas, por lo que los procesos de aislamiento pueden durar cientos de millones de años, lo que se traduce en tasas muy altas de endemismo como ocurre, por ejemplo, en Madagascar, Nueva Zelanda o Nueva Caledonia. Las islas oceánicas, por su parte, contrarrestan su menor edad, pues éstas surgen y desaparecen en lapsos de tiempo muy breves tal vez del orden de 10 a 30 millones de años, con un aislamiento mucho mayor que las continentales.

La capacidad de poblamiento o colonización de una isla o un archipiélago oceánico, va a ser función de determinadas características: i) geográficas, propias de las islas y del entorno en el que éstas se encuentran, ii) biológicas, inherentes a los individuos y especies que las han colonizado y iii) ecológicas, relativas a las comunidades y ecosistemas insulares que han de ser invadidos (Tabla 1).

Tabla 1. Algunos determinantes del poblamiento de una isla.

GEOGRÁFICOS propios de la isla que va a ser poblada	BIOLÓGICOS propios de la especie que va a poblarla	ECOLÓGICOS propios de la comunidad a invadir
Superficie	Poder de dispersión	Existencia de hábitats adecuados
Altitud	Tipo de reproducción	Existencia de recursos adecuados
Diversidad de hábitats	Tasa neta de reproducción	Existencia de polinizadores
Distancia al continente	Estrategia de supervivencia	Existencia de competidores
Edad geológica	Poder competitivo	Existencia de depredadores
Latitud	Plasticidad genética	Invasibilidad de la comunidad
Vientos y corrientes dominantes		
Historia climática de la zona		

En primer lugar, los regímenes eólicos y corrientes marinas existentes en la zona van a condicionar el ritmo de llegada de las diásporas y, casi siempre, su lugar de procedencia. En el caso canario, los vientos alisios y la corriente fría de Canarias, ambos con componente Noreste, han motivado que nuestra biota nativa comparta muchas especies con las zonas mediterránea y norteafricana. Además, esta capacidad de poblamiento crece con la superficie, altitud y edad geológica de las islas, al aumentar la probabilidad de llegada de las diásporas, mientras que decrece con la distancia al continente. Ha de tenerse así mismo en cuenta el papel determinante que han podido jugar en el poblamiento bancos submarinos actualmente sumergidos, pero que constituían puntos de paso ("stepping stones") en el proceso colonizador.

No obstante, es preciso tener en cuenta que la edad geológica de las islas no condiciona necesariamente la antigüedad de la biota endémica que las habita, puesto que éstas han podido servir de último refugio a seres antaño más extensamente distribuidos, como es el caso de los árboles de la laurisilva canaria, o ésta se ha originado en islas actualmente desaparecidas, pero colonizó sucesivamente islas de más reciente formación, como es el caso de la biota hawaiana.

Los condicionantes biológicos del poblamiento se centran fundamentalmente en el poder de dispersión de los organismos existentes en el "pool" continental y en el poder de colonización de los que logran arribar a las islas. En primer lugar, únicamente organismos con poder de dispersión a larga distancia, van a ser capaces de atravesar una barrera como la que constituye un brazo de mar. Esta dispersión podrá ser bien: I) activa, volando, nadando o navegando –en el caso del hombre–, II) pasiva, cuando las diásporas son transportadas por el viento, las corrientes marinas o las aves –bien en su tracto digestivo o adheridas a su cuerpo– o, por último, III) asistida, cuando han contado con la ayuda voluntaria o involuntaria del ser humano (Fig. 2).

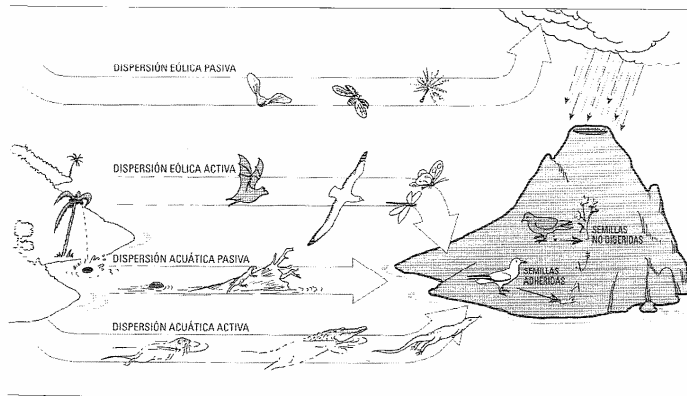


Figura 2: Diferentes vías de llegada de diásporas a una isla oceánica. No está representada la dispersión asistida por el ser humano. (Tomado de la Enciclopedia Salvat de la Fauna)

También juegan un papel de primera magnitud el tipo de reproducción del individuo recién llegado, ya que aquellos que posean una reproducción sexual habrán de aguardar la llegada del sexo opuesto, la existencia de mecanismos de reproducción asexual que les permita aguardar esa llegada –como la reproducción vegetativa de las plantas o la partenogénesis de algunos grupos de animales–, una tasa de natalidad adecuada que les posibilite superar rápidamente los efectos de la depresión por endogamia, una estrategia de supervivencia suficientemente amplia como para poder subsistir sin grandes requisitos ambientales, o finalmente, un importante poder competidor que le permita hacerse un hueco en la comunidad a invadir.

Este poder de colonización por el cual una especie llegada a una isla va a ser capaz de establecer una población autosuficiente va a depender así mismo de una serie de condicionantes ecológicos del lugar de arribada, como serían la existencia de condiciones ambientales adecuadas para sus requerimientos, por ejemplo la disponibilidad de zonas en la isla en la que los ecosistemas maduros hayan sido destruidos por algún tipo de perturbación como la actividad volcánica. La relajación de la competencia que ocurre en estos lugares aumenta indudablemente la probabilidad de que la especie que llegue pueda establecerse. Además, jugarán también un papel la presencia, en el caso de las plantas, de vectores de polinización adecuados, la disponibilidad de recursos alimenticios, o el grado de saturación o invasibilidad existente en las comunidades, por citar los más importantes. En todo caso, es necesario tener en cuenta que la gran mayoría de las llegadas de diásporas no va a prosperar, constituyendo el establecimiento exitoso más la excepción que la norma.

Como quiera que las reglas que rigen la estructura y función de los ecosistemas son iguales en continentes que en islas, los ecosistemas insulares tenderán a repetir el modelo de

los ecosistemas continentales más próximos. No obstante, las diferentes capacidades de dispersión de los organismos continentales ante una barrera geográfica de primera magnitud como son los brazos de mar, conduce a que sólo una fracción de los mismos, pueda alcanzar las islas. Este aislamiento tiende por lo tanto a un *empobrecimiento* de las islas –de hecho sabemos que existen menos especies por unidad de superficie en una isla que en el continente–. Esta selección en la dispersión implica que la biota llegada a las islas es únicamente una representación sesgada –constituida por aquellos organismos con poder de dispersión de larga distancia– de la biota continental. Va ser pues a partir de estos “ladrillos” con los que se tendrá que construir el “edificio” del ecosistema insular. Ello va a dar lugar a la formación de ecosistemas incompletos, es decir con nichos –conjunto de recursos espaciales, temporales o alimenticios por explotar– vacíos, como ilustra, por ejemplo, la general ausencia de grandes herbívoros y, consecuentemente, carnívoros en las islas, concepto conocido en biogeografía insular como *disarmonía* (Carlquist, 1974).

Esta disarmonía promueve a corto plazo el desarrollo de una serie de procesos ecológicos por parte de los recién llegados, tendentes a ocupar los nichos vacíos existentes, como los cambios de densidad, la ampliación del rango de recursos (bien espaciales, bien alimenticios) que explota, el cambio de hábitat, o incluso el cambio de dieta, procesos en general conocidos como *relajación o liberación ecológica*. Este fenómeno está perfectamente ilustrado en Canarias con la distribución del pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) en La Palma y El Hierro, en donde ante la ausencia del endémico pinzón azul (*Fringilla teydea*) se extiende por el monte verde y el pinar, en contraposición con su distribución en Tenerife y Gran Canaria, islas en las que el pinzón azul explota el pinar, limitando el vulgar su distribución al monte verde.

A largo plazo, sin embargo, la disarmonía promueve procesos evolutivos tendentes a la *especiación* –creación de nuevas especies a partir de los ancestros que pudieron alcanzar y establecerse en las islas– cuando se dan las condiciones adecuadas de presión ambiental, de competencia y de existencia de recursos sin explotar, direccionándolos hacia la ocupación de estos nichos vacíos.

EVOLUCIÓN Y ESPECIACIÓN EN ISLAS

Aún a costa de resultar reiterativo, parece necesario recordar el papel que desempeñó la visita del Beagle a las islas Galápagos en la mente del joven naturalista Charles Darwin en el desarrollo de su obra magna “El origen de las especies”, posiblemente el libro más importante jamás escrito. Lo mismo cabría decir del influjo de las islas indonesias en su colega y competidor Alfred Russell Wallace. Incluso en las formalizaciones más actuales, la teoría de la Evolución se sigue enriqueciendo de aportes insulares –como por ejemplo los trabajos punteros en las *Drosophilas* hawaianas, o en las *Asteráceas* de Juan Fernández, entre otros muchos–.

Cabría por lo tanto preguntarse ¿cuáles son las características que diferencian a las islas de los continentes para hacerlas verdaderos laboratorios de la evolución? o también ¿qué condicionantes bióticos o abióticos disparan los procesos de formación de nuevas especies exclusivas de estas islas? Indudablemente, llaman la atención las tasas de endemidad que se llegan a obtener en ciertas islas o archipiélagos del Planeta, como por ejemplo la endemidad de la flora de Hawaii, superior al 95%, o de Madagascar, Nueva Zelanda o Nueva Caledonia superior al 80%. En Canarias, estos valores alcanzan el 50%, ocurriendo algo similar con la fauna.

La especiación ocurre cuando debido al aislamiento de una parte de los individuos integrantes de una población o de diferentes poblaciones entre sí, por la aparición de barreras geográficas, climáticas o incluso morfológicas, fenológicas o de comportamiento, se produce la imposibilidad de intercambiar material genético con las poblaciones de origen. Los grupos afectados por estos procesos de especiación serán aquellos con baja capacidad de dispersión o lo que es lo mismo, que posean cierta facilidad para quedarse aislados, bien por haber estado presentes en el fragmento continental que se desgajó (es el caso que ha ocurrido con las coníferas de Nueva Caledonia) o por haber sido capaces de alcanzar las islas oceánicas debido a algún evento azaroso (como, por ejemplo, ocurrió con los pinzones de Darwin en las Galápagos).

Por el contrario, en especies con alto poder de dispersión, la existencia de un flujo genético continuo impide su aislamiento y, consecuentemente, los procesos de especiación, lo que se traduce en muy bajas tasas de endemidad para grupos como los hongos, musgos o libélulas por citar algunos.

Atendiendo a un punto de vista geográfico, los procesos de especiación han sido divididos en *alopátricos*, *parapátricos* o *simpátricos*. Los primeros ocurren cuando por diferentes razones se pierde el contacto entre la población original y el o los individuos que se han aislado. Estos procesos de especiación alopátricos son los más frecuentes en la génesis de nuevas especies en islas, y a ellos limitaremos nuestros comentarios. En el segundo caso, la población que diverge se encuentra junto a la original, formándose bien un polimorfismo bioquímico o morfológico –*ecotipos*– o un gradiente de variación geográfico-ecológico que pueden dar lugar con el tiempo a nuevas especies más adaptadas a su entorno. Finalmente, en el tercer caso, el proceso ocurre en el seno de la población, cuando surgen mutaciones –como las causantes de la poliploidía– que imposibilitan súbitamente el intercambio genético entre los individuos mutantes y los de la población original. Recientemente, se ha postulado la importancia que puede tener en islas un caso particular de especiación simpátrica, conocido como *especiación competitiva*.

Este mecanismo de especiación, mucho más lento que la poliploidía, ya que puede requerir el paso de hasta cien generaciones, se basa inicialmente en un proceso de liberación ecológica en el que la especie recién llegada expande su nicho para explotar un nicho vacío. La existencia de dos o más picos de recursos bien definidos puede llevar a que se establezca

una dura competencia intraespecífica en las zonas en las que estos recursos se solapan, dando lugar con el paso del tiempo a una tendencia a evitar la competencia que lleva consigo el desdoblamiento de la población original en dos o más poblaciones, cada una especializada en su pico de recursos, cuyo resultado final es la formación de nuevas especies en simpatria procedentes de la original (Whittaker, 98).

En general, los procesos alopátricos ocurren cuando surgen barreras físicas –como por ejemplo una colada de lava– o biológicas –como la desaparición de los individuos o poblaciones intermedias– que separan en dos a una población original, aunque el fenómeno más frecuente es el aislamiento de una colonia que ocurre cuando uno o varios individuos –llamados fundadores– llegan a aislarse de su población de origen. Ello puede ocurrir tanto a escala continente-isla colonizada, como entre las islas de un archipiélago o incluso entre los barrancos de una misma isla. Este proceso, llamado *evento fundador*, implica que sólo una fracción de la variabilidad genética de la población de origen va a estar presente en el comienzo de la nueva población. Este efecto, denominado *error de muestreo*, va a suponer por un lado la pérdida de alelos y por otro la variación de las frecuencias de los alelos no perdidos en la nueva población.

Un suceso análogo, ocurre cuando por diferentes causas una población tras haber sido diezmada hasta el umbral de su extinción comienza a recuperarse. Se dice entonces que la población ha pasado un *cuello de botella*. Ello podría ser debido a causas naturales, como sería el caso extremo de una colada de lava que arrasara a toda la población excepto a pocos individuos que por encontrarse en una cresta no fueran alcanzados (*islotes o kipukas*), fenómeno en el que la selección natural no se basa en la aptitud de los individuos seleccionados sino exclusivamente en su ubicación física, de claro carácter estocástico. Al igual que en el caso anterior, los supervivientes contarán únicamente con una fracción de la variabilidad genética original.

Tanto en el caso del evento fundador como en el del cuello de botella, la nueva población que surja de los individuos supervivientes, presentará por muchas generaciones un acervo genético muy limitado, ya que la recuperación por mutaciones de los alelos perdidos es sólo posible a muy largo plazo. Si su baja variabilidad genética no es un obstáculo para remontar el vuelo –por ejemplo, porque la especie en cuestión posee una alta tasa de reproducción– y la población puede estabilizarse en un número de efectivos suficientemente alto como para evitar los efectos corrosivos de la depresión por endogamia, va a ser la *selección natural*, de forma determinística, la que dirija el proceso hacia la formación de una nueva especie más acorde con su nuevo marco ambiental. Por el contrario, si durante varias generaciones la nueva población no es capaz de alcanzar un tamaño mínimo, para que actúe la selección natural, serán los procesos azarosos asociados a la *deriva genética* los que direccionarán la génesis de nuevas especies.

El resultado más común, aunque no el único, de estos procesos de especiación es la *radiación adaptativa*, fenómeno por el cual un ancestro original de carácter generalista que

logra colonizar una o varias islas, da lugar a la formación de nuevas especies, de marcado carácter especialista, que explotan en mejores condiciones sus respectivos medios ambientes. Ejemplos espectaculares de radiación pueden ser los pinzones de Darwin en las Galápagos o los *Drepaníidos* de Hawai.

Podríamos utilizar las plantas superiores para ilustrar la importancia que el fenómeno de la especiación ha adquirido en nuestro archipiélago. Así podemos encontrar géneros como *Aeonium* (con 32 especies diferentes), *Echium* (24 sp.), *Sideritis* (24 sp.), *Sonchus* (23 sp.), *Argyranthemum* (18 sp.), *Limonium* (18 sp.), *Micromeria* (17 sp.), *Senecio* (16 sp.), *Lotus* (16 sp.), *Monanthes* (15 sp.) o *Cheirolophus* (14 sp.). A esta lista habría que añadir la existencia de al menos 12 géneros más con un número superior a 10 especies endémicas (Bramwell & Bramwell, 1990). Por todo ello, las tasas de endemidad existentes en Canarias –cerca del 50% de la flora nativa– son con mucho las más altas de nuestro entorno y a nivel mundial son únicamente igualadas por Galápagos y superadas por Hawai, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda y Madagascar.

Una situación similar acontece con aquellos grupos taxonómicos de baja capacidad de dispersión que hayan podido alcanzar las islas por eventos azarosos, como serían los reptiles, grupo en el que todas las especies nativas canarias son endémicas, o determinados invertebrados, como los gorgojos del género *Laparocerus* que presentan una espectacular radiación con 68 especies diferentes, u otros géneros de escarabajos como *Attalus* (51 sp.), *Cardiophorus* (31 sp.), *Calathus* (24 sp.), las arañas del género *Dysdera* (43 sp.) o los caracoles del género *Hemicycla* (35 sp.), por citar algunos ejemplos (Oromí, com. pers.). Un caso especial en Canarias lo constituyen los mamíferos, pues su moderada tasa de endemidad (33%) se debe a que el grueso de la fauna nativa está constituida por murciélagos, de alto poder de dispersión (Tabla 2).

Tabla 2. Status corológico de la biota superior de Canarias.

Fuente: Aguilera *et al.*, 1994

GRUPO TAXONÓMICO	TOTAL sp.	NATIVAS	ENDÉMICAS	% END.	INTRODUCIDAS
Plantas vasculares	1950	1.270	600	48	680
Aves	68	65	4	6	3
Mamíferos terrestres	22	9	3	33	13
Mamíferos marinos	20	20	0	0	0
Reptiles terretres	13	11	11	100	2
Reptiles marinos	5	5	0	0	0
Anfibios	2	0	0	0	2
Peces de agua dulce	5	0	0	0	5
Peces de mar	553	553	5	1	0

No obstante, hay que hacer notar que junto a estos taxones que han radiado existen otros, asimismo endémicos, que por diferentes causas no han desencadenado procesos de especiación. Muchas han sido las razones propuestas para explicar este fenómeno de estabilidad evolutiva, entre las que destacarían la rigidez genética de estos taxones frente a la plasticidad de los que radian, su carácter marcadamente generalista, su alto poder de dispersión con la consiguiente dificultad de que algunos individuos queden aislados, o sencillamente el que no haya pasado aún el tiempo necesario para que los procesos de especiación cuajen con la formación de nuevas especies.

Un repaso a las tendencias evolutivas que muestran las especies insulares de nueva creación, haría referencia fundamentalmente a la pérdida del poder de dispersión, que una vez en las islas supone un gasto energético innecesario, y que se traduce en términos de pérdida de alas en muchas aves e insectos (como los extintos dodos que habitaron las Mascareñas) o en la reducción o desaparición de estructuras dispersoras de las semillas en muchas plantas (como ocurre en las plantas del género *Bidens* en Hawai). Además, llama también la atención el gigantismo del que hacen gala ciertas especies animales (como los lagartos, tortugas y ratas gigantes de las Islas Canarias, ya extintos) o la tendencia a la lignificación observada en algunas especies vegetales en islas (como los taginastes canarios o los girasoles arbóreos de Santa Helena). Menos perceptibles pueden ser ciertas tendencias encaminadas hacia el melanismo, enanismo y disminución de la puesta en aves.

Por otro lado, aquellos grupos taxonómicos de alto poder de dispersión –y, consecuentemente, baja probabilidad de aislamiento– presentarán tasas de endemidad bajas o muy bajas. Entre los vegetales estarían las algas (con un 7% de endemismo en Canarias), los musgos (1%) o los líquenes (15%). Por su parte, la endemidad los hongos apenas llega a un 7%, al igual que la avifauna, mientras que en algunos grupos de insectos voladores, como las libélulas, la endemidad incluso es inexistente.

La limitación del territorio insular y la elevada altitud que alcanzan las islas volcánicas, se traduce en ecosistemas estructurados en altitud sobre áreas muy limitadas. Debido a ello, muchas especies endémicas –de marcado carácter especialista, pues están perfectamente adaptadas al medio ambiente en el que crecen– están constituidas sólo por una o varias poblaciones de pequeño tamaño, a veces con un número de individuos incluso inferior a la decena, y consiguientemente poseen un “pool” genético muy limitado para adaptarse a cambios naturales o inducidos en su medio ambiente. Por ello, son altamente vulnerables, al no estar en condiciones de competir con elementos exóticos agresivos una vez que su medio ambiente haya sido alterado en mayor o menor proporción.

Podemos afirmar, por lo tanto, que los ecosistemas insulares son: I) *singulares* en la medida que están compuestos por muchos elementos exclusivos o por combinaciones exclusivas; II) *diferenciados de los continentales* en la medida que presentan nichos sin ocupar respecto a éstos con el peligro de que sean explotados por elementos introducidos; III) *territorialmente limitados y fragmentados* debido a las reducidas dimensiones de las islas y IV) por todo ello, *frágiles y vulnerables* ante actuaciones humanas irracionales.

EL ORIGEN VOLCÁNICO DE LAS ISLAS CANARIAS

El archipiélago canario comparte con otros archipiélagos del Atlántico Oriental una serie de características geográficas que han dado lugar a la existencia de un número importante de elementos florísticos y faunísticos similares. Ello dio pie a la utilización del término "Macaronesia" acuñado por Webb en 1835 con un sentido biogeográfico más amplio, aun cuando probablemente en el ánimo de este autor tal término se restringía a las Islas Canarias. Hoy en día se incluyen en él los archipiélagos portugueses de Azores y Madeira con Salvajes, Canarias y el archipiélago de Cabo Verde. Algunos autores llegan a incorporar a esta región una estrecha franja del continente africano próxima a las Islas Canarias. No obstante, en la actualidad la pertenencia de los enclaves continentales, al igual que la del archipiélago de Cabo Verde a esta región está siendo muy discutida, lo mismo que ocurre, aunque en menor medida, con Azores.

Aun cuando hasta hace relativamente poco tiempo se asumía el carácter continental de las islas orientales (Lanzarote y Fuerteventura), lo cierto es que hoy en día el conjunto del Archipiélago Canario se considera de origen volcánico. Sin embargo, esta unanimidad existente en cuanto a su origen no se traslada a la hora de explicar cómo se originaron las islas, subsistiendo hoy en día al menos dos grandes teorías diferentes al respecto, punto caliente y fractura propagante, esta última incluyendo de alguna manera a la de los empujes ascensionales y bloques levantados, cada una de ellas con sus evidencias y hechos inexplicados. Sean cuales fueran las causas últimas de dicho origen, lo cierto es que hoy creemos que fue hace aproximadamente unos 20 millones de años cuando emergieron del Atlántico las primeras islas (posiblemente parte de lo que hoy conocemos por Lanzarote o Fuerteventura). Un segundo grupo de islas, el grupo central formado por Gran Canaria, Tenerife y La Gomera, comenzó a emerger hace unos 8-14 millones de años, y por último, dentro del grupo occidental, La Palma no surge del fondo marino hasta hace unos 1,5 millones de años, mientras que la más reciente, El Hierro no lo hará hasta hace solamente 0,7 millones de años.

Una vez emergidas, las islas volcánicas se encuentran sujetas a dos grandes procesos, los constructivos y los destructivos. Los primeros se deben al afloramiento de nuevo material magmático en la superficie de las islas, que tenderán a rejuvenecer el terreno, suavizando el relieve y aumentando la superficie y la altitud de éstas. Los segundos, debidos a la erosión hídrica, eólica y marina, tienden a dismantelarlas, produciendo orografías muy abruptas (valles, barrancos, acantilados, etc.).

A diferencia de lo que ocurre con una parte importante de las islas volcánicas del mundo, en donde los procesos constructivos y destructivos se dan consecutivamente, en las Islas Canarias ambos procesos se simultanean, existiendo en todas las islas, excepto en La Gomera que carece de volcanismo en los últimos millones de años, zonas más jóvenes junto a otras más viejas. En el primer caso, podríamos ejemplificarlo en el Archipiélago de Hawaii, en donde tras una fase de construcción ocurrida cuando la Placa Pacífica se situó sobre un punto caliente existente en mitad del Océano Pacífico, las islas comienzan a ser erosionadas

hasta que acaban desapareciendo bajo la superficie del mar quedando como montes submarinos. Estos montes, denominados "guyots", poseen, a diferencia de los volcanes submarinos de cima picuda, que constituyen nuevas islas en procesos de formación, una cima plana producto de dicha erosión que deja de ser funcional cuando se alcanza el nivel del mar. Algunos autores han estimado en unos 10 millones de años la duración del proceso de desmantelamiento de una isla media hawaiana.

Además de posibilitar su propio origen, el papel de la actividad volcánica continuada sobre una isla presenta también una gran importancia ecológica, pues se están destruyendo continuamente ecosistemas de una forma natural al ser arrasados por las nuevas erupciones, a la vez que creándose territorios por colonizar por nuevas especies en los que comenzará a desarrollarse un proceso de duración muy variable, en función de la capacidad de carga del ecosistema arrasado, denominado sucesión ecológica, mediante el cual el ecosistema arrasado tiende a recuperar su estado anterior de armonía con el medio en el que se desarrolla.

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL DE LAS ISLAS CANARIAS

A pesar de su origen volcánico común, las Islas Canarias, presentan un gran contraste de condiciones geográficas que les permiten diferenciarse de forma importante entre sí (Tabla 3). Así tendríamos en primer lugar sus edades, que oscilarían entre los cerca de 20 millones de años que se le atribuyen a Fuerteventura, a los 0,7 ma de El Hierro y a los pocos

Tabla 3. Algunas características geográficas de las Islas Canarias.

Fuente: Aguilera *et al.*, 1994, parcialmente modificado.

ISLA	ÁREA (km ²)	ALTITUD (metros)	PERÍMETRO COSTERO (km)	DISTANCIA al continente (km)	EDAD millones de años
Tenerife	2.034	3.718	269	284	11,9
Fuerteventura	1.655	807	255	95	20,5
Gran Canaria	1.560	1.948	197	196	14,5
Lanzarote	807	670	203	125	15,5
La Palma	708	2.426	126	416	1,5
La Gomera	370	1.487	87	333	12
El Hierro	269	1.501	95	383	0,8
La Graciosa	27,5	266	28,1	151	0,043
Alegranza	10,2	289	14,0	168	0,03
Lobos	4,4	122	9,5	123	<0,05
Mña. Clara	1,3	256	6,4	159	0,035
Canarias	7.447	3.718	1.291	95	20,5

miles de años de los islotes. Asimismo, la preponderancia que en las diferentes islas, o en diferentes partes de una misma isla, hayan podido tener los procesos geológicos constructivos (vulcanismo) frente a los destructivos (erosión) durante las últimas centenas de miles de años, introducen otro carácter diferencial, que es traducible en la existencia de islas envejecidas de abrupta topografía (Gran Canaria y La Gomera) frente a islas rejuvenecidas con relieves menos acusados (Lanzarote).

Además, existen importantes diferencias en área (Tenerife es 7 veces mayor que El Hierro y unas 1.700 veces mayor que Montaña Clara) y en altitud (las isletas apenas alcanzan los 300 m, Lanzarote apenas los 600 m,

mientras Tenerife es con 3.718 m, tras Hawai, la isla volcánica más alta del mundo). Incluso, la distancia al continente (cuatro veces mayor para La Palma que para Fuerteventura, que sólo dista 95 km de Punta Stafford en Sahara Occidental) o la profundidad del océano entre las islas (40 m entre Lanzarote y Fuerteventura, que hace sólo 18.000 años estaban unidas junto a los islotes para formar la gran isla oriental, para la que recientemente ha sido propuesta la denominación de Mahan, por cerca de 3.000 m entre Tenerife y Gran Canaria, o 3.500 entre La Gomera y El Hierro) son asimismo elementos diferenciales a tener en cuenta.

Estas características geográficas diferenciales, contrapuestas a la existencia de fenómenos comunes a todas las Islas, como su localización oceánica, la importante altitud que alcanzan, la presencia de una inversión térmica en altitud en estas latitudes, la incidencia de los vientos alisios dominantes y de la corriente fría de Canarias, la corta distancia existente al continente africano, la ocasionalidad de los vientos saharianos o de las tormentas atlánticas, etc. ha propiciado la existencia de una alta variabilidad climática que se traduce en la concurrencia de un número importante de mesoclimas diferentes en el Archipiélago. Podríamos ilustrar esta importante diversidad climática atendiendo a la variación que algunos parámetros climáticos como la temperatura, la precipitación, la humedad relativa o la insolación pueden adquirir en las Islas.

Así, en las Islas es posible encontrar rangos de variación térmica muy amplios, como ocurre, por ejemplo en Tenerife en donde la temperatura media anual puede oscilar en menos de 40 km de distancia desde los 22°C de la Punta de la Rasca, en su extremo meridional a los 1 ó 2°C del Pico del Teide, una diferencia, cuyo parangón continental supondría atravesar el continente europeo desde el Cabo Norte en Noruega hasta la isla de Creta en el Mediterráneo. Si atendemos a valores absolutos, de nuevo encontramos una alta variabilidad desde los más de 40°C de máxima absoluta que pueden alcanzarse en las Islas cuando ocurren invasiones de tiempo sahariano, hasta los -21°C de temperatura mínima absoluta registrada en Cañada de la Grieta, Tenerife. Desafortunadamente, sólo poseemos desde hace algunos años una nueva estación meteorológica en La Rambleta (3.500 m de altitud), tiempo en el que ya se ha registrado un valor de -18°C.

Las precipitaciones que se recogen en el Archipiélago tampoco son ajenas a esta variabilidad, y sus montantes anuales pueden oscilar entre los 30 mm registrados en Tefía (Fuerteventura) y los cerca de 1.500 mm que se registran para las medianías a barlovento de La Palma. Incluso en una única isla, como Tenerife, pueden observarse diferencias que oscilan desde los 78 mm de la Punta de la Rasca hasta los 1.200 mm de Aguamansa. Todo ello sin tener en cuenta el fenómeno de la precipitación horizontal, que afecta fundamentalmente a las medianías de barlovento de las islas centrales y occidentales, y aunque cuyo aporte total es aún objeto de controversias, algunos autores afirman que puede llegar a duplicar o incluso triplicar la cantidad de precipitación vertical recogida en dichos lugares.

La humedad relativa y la insolación solar tampoco son ajenas a esta importante variabilidad. La primera puede oscilar en una ascensión de la costa a la cumbre por la vertiente a barlovento desde los 70-75% en la costa, a la saturación (100%) en las medianías bajo el

influjo del mar de nubes, hasta alcanzar los 35-40% de las zonas de cumbre. La insolación, por su parte, presenta valores medios anuales cercanos a 8 horas de sol/día para la costa de sotavento y de 6 h. sol/día para la de barlovento, bajando hasta 4 h. sol/día para las zonas de medianías en el mar de nubes, para finalmente alcanzar 10 h. sol/día sobre 12 posibles en la cumbre de las islas más altas. Este último valor es realmente alto y justifica, junto a la transparencia de nuestra atmósfera, la instalación del observatorio europeo del hemisferio Norte en nuestras Islas.

Esta alta variabilidad mesoclimática, junto con el aislamiento de las islas y el paso del tiempo, han dado lugar a una naturaleza excepcionalmente rica y diversa, organizada en forma de ecosistemas únicos, que ha hecho que estas islas hayan sido consideradas fuera de aquí como *continentes en miniatura* y dignas de visita desde el comienzo de las grandes expediciones científicas hasta nuestros días.

LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

La respuesta de las especies en Canarias a la alta variabilidad de condiciones mesoclimáticas, estriba fundamentalmente en un patrón de distribución altitudinal, función de sus requerimientos ambientales, de tal manera que aquéllas con requerimientos muy específicos (especies especialistas) verán restringida su distribución a rangos altitudinales concretos, mientras que aquéllas con requerimientos menos específicos (especies generalistas) podrán encontrarse en un rango altitudinal muy amplio (Fig. 3). El resultado de esta organización

consiste en el desarrollo de *ecosistemas zonales*, es decir, ecosistemas estructurados altitudinalmente con una distribución costa-cumbre. El número de ecosistemas zonales que puede albergar una isla vendrá determinado por la altitud que alcance. De esta manera, Tenerife, como isla más alta presentará todo el abanico de ecosistemas zonales conocidos para el Archipiélago, es decir seis, de costa a cumbre: i) matorral costero, ii) bosques termófilos, iii) monteverde, iv) pinar, v) matorral de cumbre y vi) ecosistema del Pico. El resto de las islas contarán con un número menor de ecosistemas zonales en función de su altitud. Así, La Palma contará con cinco, todos excepto el ecosistema del Pico; Gran Canaria y El Hierro cuatro, es decir ni el ecosistema del Pico ni el matorral de cumbre; La

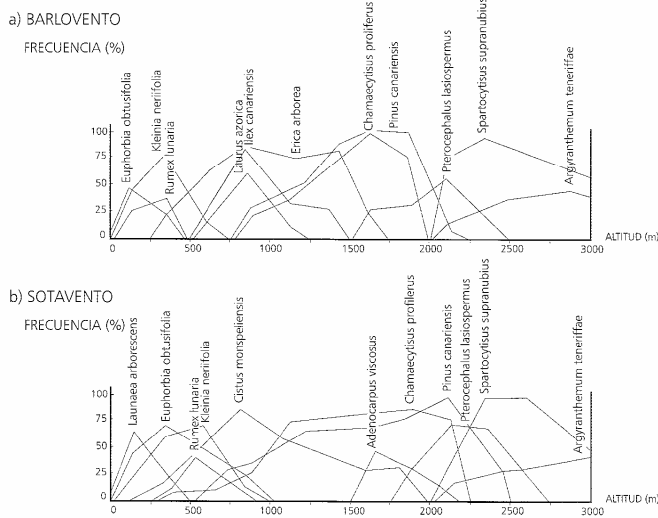


Figura 3: Distribución altitudinal por vertientes de las especies vegetales más frecuentes en Tenerife (tomado de Fernández-Palacios y de Nicolás, 1995)

Gomera tres, matorral costero, bosques termófilos y monteverde y finalmente, Fuerteventura, Lanzarote y las isletas únicamente el matorral costero.

Además de estos ecosistemas zonales, cuya distribución está controlada por el clima, existen en Canarias al menos otros dos tipos de ecosistemas: los *ecosistemas azonales* cuya distribución está en última instancia controlada por factores edáficos, pudiendo por ello aparecer a diferentes altitudes y finalmente, *los ecosistemas antrópicos*, cuando los procesos que ocurren en su seno están controlados por la actividad humana (Fernández-Palacios y de los Santos, 1996).

Los ecosistemas zonales pueden ser subdivididos atendiendo al desarrollo que adquieren las especies vegetales dominantes (*fisionomía de la comunidad*), en arbustivos (matorrales) y arbóreos (bosques). Los ecosistemas arbóreos ocupan las zonas de medianías de las islas altas, caracterizadas por presentar temperaturas y disponibilidad hídrica adecuadas a lo largo del año para maximizar la biomasa y la producción. Las medianías de barlovento, bajo la influencia del mar de nubes, están ocupadas por el monteverde, bien como comunidades de laurisilva, en las zonas más protegidas o como fayal-brezal en las más abiertas. Por encima del monteverde se extiende el pinar y por debajo, los bosques termófilos. De las medianías hacia la costa y hacia la cumbre se desarrollan sendos gradientes de estrés –hídrico y térmico, respectivamente– que disminuyen progresivamente la capacidad de carga del sistema. Ello imposibilita que la vegetación de estas zonas adquiera un porte arbóreo, resultando en un matorral de costa (tabaibal-cardonal) y un matorral de cumbre (retamar-codesar), respectivamente (Fig. 4 y Tabla 4).

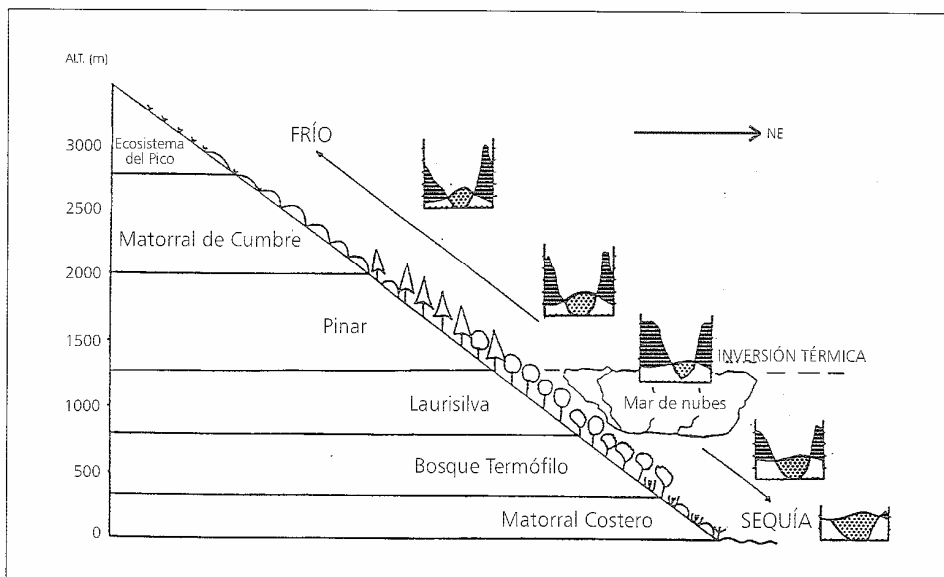


Figura 4: Distribución altitudinal de los pisos de vegetación en la ladera a barlovento de Tenerife. Se puede observar, mediante los climodiagramas, el desarrollo de un gradiente de estrés hídrico desde las medianías hacia la costa y otro de estrés térmico desde las medianías hacia la cumbre que afectarán a los diferentes ecosistemas (tomado de Fernández-Palacios, 1992).

Tabla 4. Algunas características de los principales ecosistemas zonales canarios.
Fuente: Aguilera *et al.*, 1994, parcialmente modificado.

CARACTERÍSTICAS	MATORRAL COSIFERO	MONTEVERDE	PINAR	MATORRAL DE CUMBRE
GEOGRÁFICAS				
Distribución insular	en todas	en islas altas	en C, T, P y H	en T y P
Altitud (m)	0-400 bv	600-1.200	1.200-2.100 bv	>2.000 ambas vertientes
Exposición (bv/sv)	0-700 sv	sólo a bv	700-2.300 sv	
CLIMÁTICAS				
Temperatura media anual (°C)	18-21	13-16	10-15	5-10
Precipitación (mm)	<250	≈ 1.000	muy variable	≈ 400
Incidencia del mar de nubes	nunca	siempre	en invierno	ocasional
Insolación (h. sol/día)	8-9	4-5	6-8	>10
Humedad relativa %	70-80	cerca de 100	muy variable	30-40
Evapotranspiración (mm)	800-1.400	500-850	800-1.000	1.000-1.400
Déficit agua en el suelo	siempre	nunca	de septiembre a octubre	de junio a octubre
Estrés térmico	no existe	no existe	moderado	intenso
Estrés hídrico	intenso	no existe	moderado	moderado
ECOLÓGICAS				
Fisionomía de la vegetación	matorral suculento deciduo	bosque planifolio siempreverde	bosque aciculifolio siempreverde	matorral almohadillado siempreverde
Especies dominantes	tabaiba, cardón	brezo, loro, faya	pino, jaras	retama, codeso
Riqueza específica	alta	alta	baja	baja
Biomasa (kg/m ²)	0,8	28	30-40	1,3
Mantillo (kg/m ²)	0,40	1,00	1,03	0,75
PPN (kg/m ² año)	0,12	0,86	0,83	0,25
Eficiencia PPN/Luz	0,03	0,32	0,25	0,05
DE CONSERVACIÓN				
Impactos más importantes	Destrucción de hábitat	Destrucción de hábitat	Incendios y plantaciones	Fauna exótica
Estado de conservación	malo	muy malo	aceptable	bueno
Parque Nacional en Canarias	sin representación	P. N. Garajonay (La Gomera)	P. N. Taburiente (La Palma)	P. N. Teide (Tenerife)

El matorral costero representa el aspecto africano de las Islas Canarias. Está presente en todas las islas e isletas, se extiende desde el nivel del mar hasta unos 300-400 m a barlovento y hasta unos 800 m a sotavento. En las islas más bajas (Lanzarote, Fuerteventura e islotes) diferentes variantes de éste ocupan casi todo su territorio. Su limitación en biomasa, como refleja su porte de matorral, se debe al estrés hídrico que ha de soportar (precipitaciones inferiores a 250 mm/año). Sus especies componentes han desarrollado un síndrome adaptativo basado en la capacidad de retener el máximo de agua posible en sus tejidos

(suculencia), para evitar su rápida evaporación tras las escasas precipitaciones. Ello le confiere un aspecto característico de vegetación de desiertos, dominada por tabaibas, cardones, aulagas y balos.

Su riqueza en especies es relativamente elevada, pero no así su biomasa aérea (no acorde con su porte debido a que el contenido hídrico de las plantas supera el 95% de su peso fresco) situada sobre 0,8 kg/m², ni su producción primaria neta (PPN) que apenas alcanza 0,12 kg/m² año (Fig. 5).

Las mejores manifestaciones de este tipo de matorral en el archipiélago las podemos encontrar en el Malpaís de La Corona, estando sólo puntualmente representado en los islotes del Parque Nacional de Timanfaya, en Lanzarote; en los acantilados de la costa occidental de Gran Canaria, en los Malpaíses de Güímar y de Teno en Tenerife, siendo en general el estado de conservación superior en las islas occidentales.

Los bosques termófilos, aunque potencialmente presentes en todas las islas –de hecho, constituyeron los únicos bosques de las islas orientales– hoy en día se encuentran prácticamente restringidos a La Gomera y a El Hierro. Se extienden por encima del matorral costero en ambas vertientes, ya que requieren una mayor disponibilidad

hídrica que los matorrales costeros, aun cuando, como su nombre indica, no toleran bajas temperaturas. No suponen una comunidad homogénea, sino que son denominados según el o los elementos florísticos que dominen localmente, dando lugar a los sabinares, palmerales, almacigares, acebuchales, etc. Es la formación que presenta mayor afinidad en Canarias al mundo mediterráneo.

El monteverde, nombre vernáculo que designa tanto a la laurisilva como al fayalbrezal, es la representación del mundo tropical en las Islas Canarias. Se extiende casi exclusivamente a barlovento, bajo el influjo del mar de nubes debido a los vientos alisios, entre los

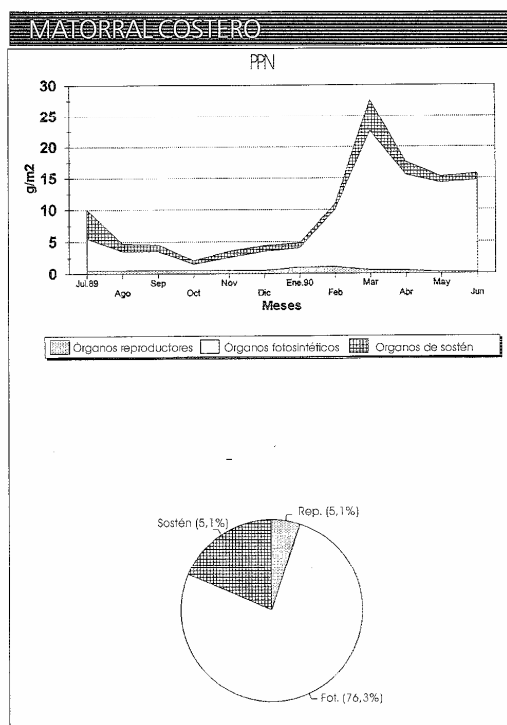


Figura 5: Evolución anual de la Producción Primaria Neta (PPN) en el matorral costero (tomado de Fernández-Palacios y de los Santos, 1996)

600 y 1.200 m de las islas centrales y occidentales. Se ubica pues en las zonas con condiciones climáticas más adecuadas para el desarrollo de la vegetación (inexistencia de estrés térmico e hídrico con temperaturas medias anuales rondando los 15°C y precipitaciones verticales cercanas a 1.000 mm/año). Además, cuentan con un aporte hídrico adicional, la precipitación horizontal, que comparte con el pinar y cuya dimensión total aún desconocemos. La laurisilva, relicto de la flora que en el Terciario pobló los márgenes del mar de Tetis (precursor del Mediterráneo), es la comunidad más rica en especies de Canarias. Está dominada por árboles como el laurel, el acebiño, el viñatigo, el barbazano o el palo blanco entre otros, alcanzando su cúpula en los fondos de barrancos, zonas favorecidas por la acumulación de aguas y nutrientes, unos 20 m. Su biomasa aérea supone unos 28 kg/m² y su PPN es del orden de 1 kg/m² año (Fig. 6).

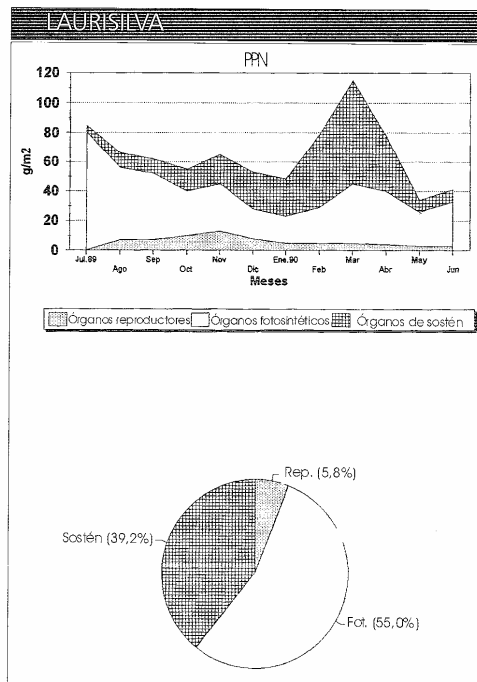


Figura 6: Evolución anual de la PPN en la laurisilva, (tomado de Fernández-Palacios y de los Santos, 1996).

Aunque antaño muy extendida, en la actualidad sólo subsiste en Anaga y Teno en Tenerife, así como en las islas occidentales, en donde se encuentran tal vez las mejores reservas de este tipo tan particular de bosque del Globo, concretamente en La Gomera en el Parque Nacional de Garajonay y en La Palma en la Reserva de la Biosfera de Los Tiles.

El fayal-brezal, por su parte, bien como formación de sustitución de la laurisilva o como comunidad madura en las zonas más escarpadas y expuestas al viento, es un bosque bajo dominado por fayas y brezos, que no suele rebasar los 5-10 m de altura. Es bastante más pobre que la laurisilva y tanto su biomasa como su PPN son inferiores.

Por su parte, el pinar es una formación boscosa oligoespecífica, cuya cúpula puede llegar a alcanzar los 30-40 m, estando siempre dominada por el pino canario. Se extiende por encima del matorral costero (o si estuvieran presentes, por encima de los bosques termófilos) en las vertientes de sotavento hasta los 2.300 m, y por encima del monteverde a barlovento hasta aproximadamente los 2.100 m de altitud.

El pinar se desarrolla en zonas con condiciones climáticas muy diferentes, soportando bien tanto altas y bajas temperaturas (heladas incluidas), así como precipitaciones escasas y abundantes. Estas diferencias llegan a tal extremo, que podríamos considerar que el pinar húmedo, que se extiende a barlovento y el pinar seco, que se extiende a sotavento, son en realidad dos ecosistemas diferenciados en términos de biomasa, producción, riqueza, composición específica o dinámica, pero que al dominar en ambos ecosistemas el pino, una especie de marcado carácter generalista que le posibilita desarrollarse en condiciones ambientales muy cambiantes, éste ha cedido su nombre a ambos ecosistemas.

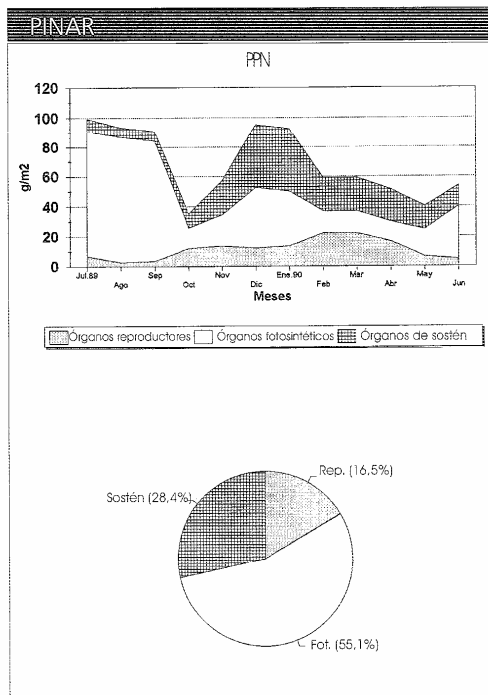


Figura 7: Evolución anual de la PPN en el pinar (tomado de Fernández-Palacios y de los Santos 1996).

a no tratarse de ecosistemas maduros, pues la capacidad de carga de las medianías admite un mayor techo de biomasa, sí reflejan el importe uso de que éstas ha hecho el hombre sobre todo a raíz de la Conquista.

Por su parte, el matorral de cumbre, representado exclusivamente en La Palma, donde domina el codeso del Pico, posiblemente por los reiterados incendios a que se ha visto sometido este matorral, y en Tenerife, donde domina la retama del Teide, se extiende aproximadamente a partir de los 2.000 m de altura en ambas vertientes. Su porte almohadillado, minimizando su contacto con el exterior, es la respuesta evolutiva de esta comunidad al estrés térmico imperante (léase gran amplitud térmica diaria y heladas nocturnas). Su riqueza es claramente inferior a la del matorral costero, pero su biomasa aérea (1,3 kg/m²) y su PPN (0,25 kg/m² año) (Fig. 8), son superiores. Su mejor manifestación, Las Cañadas del Teide en Tenerife, constituye un Parque Nacional.

Finalmente, sólo en Tenerife, por encima de este matorral se extiende una vegetación muy poco aparente, caracterizada por algunas gramíneas, la magarza y la violeta, así como por comunidades líquénicas.

Su riqueza es variable dependiendo de su estado de conservación, siendo común encontrar zonas pobladas exclusivamente por el pino. Sus acompañantes más frecuentes suelen ser la jara, el amagante, el codeso, el escobón y el tomillo. En las zonas más próximas a las cumbres, los elementos dominantes en el matorral de alta montaña ya participan claramente en el pinar. La biomasa y la producción primaria neta son muy variables dependiendo de la altitud y de que esté situado a barlovento o a sotavento pudiendo obtener valores entre 30 y 40 kg/m², mientras que su PPN, podría cuantificarse como próxima a 1 kg/m² año (Fig. 7). Ambos parámetros decrecerían marcadamente a sotavento y con la altitud.

Actualmente pueden encontrarse excelentes pinares en Gran Canaria, con las manifestaciones de Tamadaba, Inagua o Pílancones; en Tenerife en Mamio, altos de Icod, altos de Arico o Vilaflor; en La Palma, dentro y fuera de los bordes del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, así como en Cumbre Vieja y por último, en El Hierro en la zona de El Pinar.

Comentario aparte, por la extensión que llegan a ocupar en algunas islas, merecen los matorrales de medianías, como brezales, escobonales y especialmente, los jarales. Pese

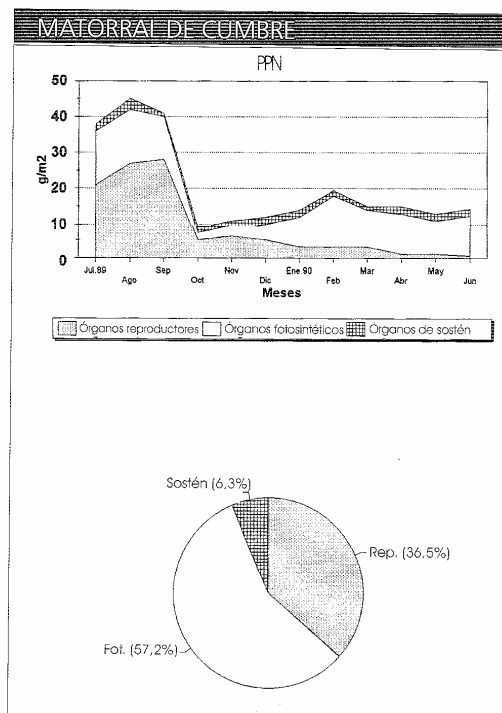


Figura 8: Evolución anual de la PPN en el matorral de cumbre (tomado de Fernández-Palacios y de los Santos, 1996).

En lo que a los ecosistemas azonales respecta, al organizarse éstos fundamentalmente en función de condicionantes edáficos, va a permitir encontrarlos a diferente altitud y en diversas exposiciones eólicas, aunque habrán de soportar los rigores del clima existente allí donde se encuentren. Vamos a diferenciar las costas, los barrancos, los riscos, las coladas recientes y las comunidades nitrófilas.

Dentro de lo que genéricamente hemos denominado costas se incluye el cinturón halófilo costero, que supone una adaptación de la vegetación a condiciones extremas de salinidad, tanto edáfica como ambiental, debida a la maresía. Dichas comunidades se extienden por las franjas costeras de todas las Islas e Islotes y se encuentran dominadas por diferentes especies de siemprevivas, tomillo marino y lechuga de mar. Así mismo, en este grupo quedarían englobados los saladares, comunidades sobre charcos salados restringidos a Fuerteventura y Lobos. La vegetación de dunas, en Canarias ligada a las costas, concluye este grupo y está fundamentalmente condicionada por la movilidad del sustrato, estando dominada por el balancón. Existen manifestaciones en las cuatro islas mayores, pero sólo en Corralejo y Jandía (Fuerteventura) y Maspalomas (Gran Canaria) alcanzan su esplendor.

A lo largo de los cauces de los barrancos presentes en todas las islas mayores se pueden encontrar comunidades en ramblas que tienen por factor común el hecho de poseer una disponibilidad hídrica superior a la de su entorno inmediato. Por un lado, se encuentran las comunidades de tarajales, dominadas por el tarajal y las palmeras, que caracterizan los barrancos de las islas orientales y los tramos bajos de las islas centrales. La segunda comunidad, los sauzales o saucedas, están dominadas por el sauce y se circunscribe a los barrancos de las islas altas.

Los riscos o paredones de las Islas, cuya característica fundamental es la escasez de suelo debido a la gravedad, se encuentran habitados por una serie de plantas que han desarrollado la habilidad de enraizarse profundamente en las propias rocas. Amén de la presencia de otras plantas menos aparentes, estos paredones se caracterizan por la presencia de bejeques: plantas crasas de los géneros *Aeonium* y *Greenovia*.

En las manifestaciones volcánicas recientes, debido a su juventud no han actuado con intensidad los agentes responsables de la alteración, de modo que sólo se ha producido una ligera disgregación física superficial, con baja capacidad de retención hídrica y de suministro de nutrientes. En estos materiales aún no transformados en suelo se desarrollan fundamentalmente especies pioneras. Las coladas históricas (menos de 500 años) y subhistóricas

se encuentran colonizadas por líquenes y fanerógamas de raíces fuertes y crecimiento profundo, como las vinagreras, pinos, tomillos, etc. Muchas de estas coladas han originado tubos volcánicos y jameos donde se desarrolla una rica fauna hipogea, que se nutre de los restos orgánicos de la vegetación epigea.

El último grupo incluido en los ecosistemas azonales engloba las comunidades nitrófilas, aquellas que se desarrollan en zonas que han sido o son perturbadas por la actividad humana y que cuentan con una disponibilidad mayor de ciertos nutrientes como los nitratos. En ellas quedan englobadas comunidades como los barrillares costeros, asociados asimismo a salinidad edáfica, la vegetación de bordes de caminos, la que crece sobre cultivos abandonados, zonas removidas, etc. que, aunque bajas en biomasa, pueden llegar a ser ricas en especies.

Finalmente, un tercer grupo de ecosistemas estaría constituido por aquellos de naturaleza artificial, producto de la intervención humana, que han de ser, en la mayor parte de los casos, subsidiados en términos de agua, nutrientes, manejo, etc. para que puedan desarrollarse. En este grupo quedarían incluidas en primer lugar, tanto las repoblaciones (de elementos nativos como el pino canario o el laurel) como las plantaciones (de elementos exóticos como los eucaliptos, las acacias, el pino insignie etc.). Ambas pueden, tras manejos adecuados, acabar por emanciparse, no necesitando la ayuda del hombre para perpetuarse. En todo caso, las plantaciones muchas veces presentan a la larga problemas insuperables. Quedarían también incluidos dentro de esta categoría los cultivos o agrosistemas, bien de secano o regadío. En los primeros el subsidio incluye siempre nutrientes, amén de los productos que limiten la competencia y el herbivorismo; en el caso de los regadíos hay que añadir un aporte hídrico suplementario y, en el caso especial de los cultivos de invernadero, se requiere además adecuar la temperatura y la humedad ambiental. Por último, los parques y jardines, son cultivos de plantas ornamentales de los que no se extrae cosecha, que requieren asimismo de subsidios similares.

En lo que se refiere a las relaciones tróficas entre los componentes de los ecosistemas, hay que señalar que los ecosistemas canarios pueden caracterizarse por la simplicidad de sus cadenas tróficas. Por un lado, la ausencia de grandes herbívoros en las Islas debido a su incapacidad de dispersión a larga distancia, ha motivado que la presión herbívora soportada por nuestra vegetación hasta la llegada del ser humano, se haya limitado a las aves granívoras, a algún roedor gigante, a los reptiles y, sobre, todo a los insectos fitófagos. A ello se debe que una fracción mayoritaria de la producción neta anual (superior al 90%) muera antes de ser consumida, quedando a disposición de los organismos detritívoros, los menos, que constituirán el primer eslabón de la cadena del detritus y, sobre todo, a disposición de los organismos descomponedores.

Por otro lado, la ausencia de grandes herbívoros lleva aparejada la inexistencia de grandes carnívoros, por lo que el papel de depredador final, no asumido por los mamíferos nativos, murciélagos y musarañas que son insectívoros, ha quedado relegado a las aves

rapaces diurnas y nocturnas. Finalmente, otras rapaces como el milano o el guirre, han desempeñado el papel de carroñeros del sistema. No obstante, estas sencillas relaciones tróficas se han visto alteradas, y en cierta medida complicadas, con la llegada del ser humano debido al impacto que sus actuaciones han generado sobre determinadas especies nativas y, sobre todo, por la introducción de especies exóticas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, F. y otros 1994. *Canarias: Economía, Ecología y Medio ambiente*. Francisco Lemus Editor. La Laguna.
- BRAMWELL, D. y BRAMWELL, Z. 1990. *Flores silvestres de las Islas Canarias*. Rueda. Madrid.
- CARLQUIST, S. 1974. *Island Biology*. Columbia University Press. Nueva York.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. 1992. Climatic responses of plant species on Tenerife, The Canary Islands. *Journal of Vegetation Science*, 3: 595-602.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. y DE NICOLÁS, J.P. 1995. Altitudinal pattern of vegetation variation on Tenerife. *Journal of Vegetation Science*, 6:183-190.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. y DE LOS SANTOS, A. 1996. *Ecología de las Islas Canarias. Muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Sociedad La Cosmológica. Santa Cruz de La Palma.
- WHITTAKER, R. J. 1998. *Island Biogeography. Ecology, evolution and conservation*. Oxford Univ. Press. Oxford.