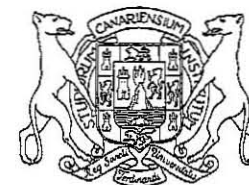


Homenaje al Prof. Dr.

**WOLFREDO WILDPRET
DE LA TORRE**

**Esperanza Beltrán Tejera, Julio Afonso-Carrillo,
Antonio García Gallo & Octavio Rodríguez Delgado
(Editores)**



Serie
MONOGRAFÍA LXXVIII

Esta edición ha contado con el patrocinio de
la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias,
el Área de Sanidad y Relaciones con la ULL del Cabildo de Tenerife,
la Fundación Canaria Salud y Sanidad,
el Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna,
la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna,
la Obra Social y Cultural de CajaCanarias,
el Colegio Oficial de Farmacéuticos de la Provincia de Tenerife,
la Cooperativa Farmacéutica de Tenerife (COFARTE)
y el Colegio Oficial de Biólogos de Canarias.

© 2009, los autores de los capítulos contenidos en el libro
© De esta edición: 2009, Instituto de Estudios Canarios
c/ Bencomo, 32, Apartado de correos 498
38201 La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Imprime: Gráficas Sabater
Maquetación: Cande da Silva
Diseño de la cubierta del libro: Víctor M. Gómez Reneses
Elaboración, diseño y desarrollo multimedia: Ahora, S.L., Omar Quino Zoncu, Ruymán Gil García & Guillermo
Pozo Cabeza
ISBN: 978-84-88366-82-5
Depósito Legal: Tf 1755/09

Ilustración de la cubierta y DVD: W. Wildpret de la Torre (archivo de O. Rodríguez Delgado)
Ilustración de la contracubierta: El Drago de Icod de los Vinos a comienzos del siglo XX (foto tomada por Burchard,
1911)

Modo de citación:

Libro completo:
Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez Delgado (Eds.), 2009. *Homenaje al Profesor
Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). Monografía
LXXVIII. 872 pp.
ISBN: 978-84-88366-82-5

Un capítulo:
Nezadal, W. & W. Weiss, 2009. Aportaciones al conocimiento del bosque termófilo en el noroeste de Tenerife (Islas
Canarias). In Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez Delgado (Eds.); *Homenaje al
Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife, Islas Canarias).
Monografía LXXVIII. pp.229-244.
ISBN: 978-84-88366-82-5

El DVD:
Beltrán Tejera, E., 2009. Semblanza de un botánico comprometido con su tiempo. Profesor Wolfredo Wildpret de
la Torre. Documentación anexa. DVD. In Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez
Delgado (Eds.); *Homenaje al Profesor Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna
(Tenerife, Islas Canarias). Monografía LXXVIII.
ISBN: 978-84-88366-82-5

Todos los derechos reservados. Esta publicación (escrita y digitalizada en el DVD) no puede ser reproducida, ni todo
ni en parte, ni registrada en –o transmitida por– un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni
por medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el
permiso previo por escrito de los titulares del "copyright".

Ensayo geobotánico global sobre la Macaronesia

SALVADOR RIVAS-MARTÍNEZ

Profesor Emérito. Universidad Complutense. Madrid. España.
E-mail: rivas-martinez.cif@tsai.es. Web: www.globalbioclimatics.org

A Wolf, mi amigo fraterno

Abstract: Macaronesia is the traditional name of a group of volcanic islands: Azores (2.400 km²), Madeira (870 km²), Canaries (7.179 km²) and Cape Verde Islands (4.030 km²), located in the Atlantic Ocean northern the Equator, between the parallels 10° y 40° and the meridians 13° and 32° W Greenwich. In this geobotanic condensed global exercise: floristic, corionomic, bioclimatic, vegetational and biogeographic, a piece of information that refuses to consider Macaronesia as an only region in the present Biogeography's context has been shown. Starting from corionomic and paleobotanic viewpoints, for example during Miocene, Paleobiogeography offers a rather different classification. To summarize, the following present biogeographic tipology is proposed: Azores must be considered as a biogeographic province of Eurosiberian region. Madeira and Canary Isles, related each other, constitute Madeirense and Canary provinces, both make up Canary-Madeirense subregion included in Mediterranean region in Holartic kingdom. Finally, Cape Verde Islands form Caboverdian province included in Paleotropical kingdom, in Sahelo-Sudanic biogeographic region (Saharo Tropical subregion).

Key words: Macaronesia, bioclimatology, vegetation, biogeography.

Resumen: La Macaronesia es el nombre tradicional de un conjunto de archipiélagos de origen volcánico: Azores (2.400 km²), Madeira (870 km²), Canarias (7.170 km²) y Cabo Verde (4.030 km²), ubicados en el Atlántico al Norte del Ecuador, entre los paralelos 10° y 40° N y los meridianos 13° y 32° W de Greenwich. En este ensayo geobotánico global compendiado: florístico, corionómico, bioclimático, vegetacional y biogeográfico, se ha puesto de relieve la información que no permite tratar la Macaronesia como una sola región dentro del contexto de la Biogeografía actual. Con criterios básicamente corionómicos o paleobotánicos, por ejemplo trasladándonos al Mioceno, la Paleobiogeografía ofrecería una clasificación algo distinta. Como resumen se propone la siguiente tipología biogeográfica actual: El archipiélago de las Azores debe considerarse una provincia biogeográfica de la región Eurosiberiana. Los archipiélagos de Madeira y de Canarias, emparentados entre sí, constituyen sendas provincias Madeirense y Canaria, que con el rango de subregión Canario-Madeirense, deben formar parte de la región Mediterránea del reino Holártico. Por último el archipiélago de Cabo Verde, provincia Caboverdiana, debe pertenecer al reino Paleotropical, dentro de la región biogeográfica Sahelo-Sudánica (subregión Saharo Tropical).

Palabras clave: Macaronesia, bioclimatología, vegetación, biogeografía.

INTRODUCCIÓN

La Macaronesia o Islas Afortunadas (Makarón Nesoi) es el nombre geográfico, y para algunos también biogeográfico, conferido al conjunto de archipiélagos orientales del Atlántico Norte formado por las Azores (2.400 km²), Madeira (870 km²), Canarias (7.170 km²) y Cabo Verde (4.030 km²). Se hallan ubicadas entre los paralelos 10° y 40° N y los meridianos 13° y 32° W de Greenwich. Todos ellos tienen origen volcánico y subvolcánico y su actividad todavía es visible en algunos. El afloramiento de las islas más antiguas se remonta al Mioceno aunque hay evidencias en Cabo Verde de un volcanismo antiguo de basaltos del Jurásico superior al Cretácico inferior, así como de sedimentos de calizas y areniscas posteriores y de rocas intrusivas básicas como las andesitas y ácidas como las fonolitas y sienitas, que favorecen la datación. El tratamiento geológico de la Macaronesia como un conjunto se ha debido, sobre todo desde WEGENER (1915), al similar origen tectónico de estos archipiélagos y al volcanismo provocado por la fricción de las placas eurasiática, americana y africana: el "triple contacto". Hoy a la teoría clásica de las grandes placas se añaden, a modo de controversia, los datos morfométricos de las rotaciones hacia el Oeste causados por la placa africana y por la microplacas ibérica y azórica recientemente evaluados por DIETZ (1961), ARAÑA & CARRACEDO (1978), ZAZO & GOY (1994), MARTÍNEZ DE PISÓN & QUIRANTES (1994), STORTETVELDT (1997), SCARTH & TANGUY (2001) y SCHNEIDEGER (2002).

La Geobotánica Global es la ciencia que establece macro y micromodelos basados en información florística, corionómica, vegetacional, bioclimática, biogeográfica y funcional, que tengan información relevante, capacidad de predicción y facilidad de utilización. Con este sentido utilizamos el nombre de Geobotánica, que es un término anterior y menos ambiguo que el de Ecología Vegetal. La adición del adjetivo global, Geobotánica Global, alude a que su jurisdicción es la geobiosfera, espacio aéreo y ambiente común de los ecosistemas terrestres, poblados, regidos y definidos esencialmente por las plantas vasculares de la Tierra, desde su aparición hacia la mitad del Paleozoico; que a su vez son función de la evolución y portadoras en sus corias de una precisa información geobotánica [BRAUN-BLANQUET (1928), HUGUET DEL VILLAR (1929), TUXEN (1956, 1978, 1979), SMITHÜSEN (1958), RIVAS GODAY (1961), SOTCHAVA (1962), BOLÓS (1963, 1984), RIVAS-MARTÍNEZ (1976, 1985, 1994, 2005), PIGNATTI (1980, 1994), GONZÁLEZ BERNÁLDEZ (1981), GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ (1981), TAKHTAJAN (1986), DIERSCHKE (1994), ASENSI (1996), ALCARAZ (1996), BIONDI (1996), IZCO (1998), CAPELO (2003), DÍAZ (2004), LOIDI (2004), GÉHU (2006)].

PROPUESTA BIOGEOGRÁFICA

En este ensayo geobotánico global sobre los territorios geográficos insulares del Atlántico Nororiental, conocidos como Macaronesia, se exponen con brevedad y a veces esquemáticamente las peculiaridades bioclimáticas, florísticas y vegetacionales de los cuatro archipiélagos que las forman, para fundamentar su originalidad e independencia geobotánica recíproca (Tabla 1)

La conclusión más importante a la que llegamos es que a pesar de las relaciones paleogeobotánicas, obvias en los linajes florísticos, las condiciones bioclimáticas, florísticas y vegetacionales que imperan actualmente, y que han existido también en los últimos milenios,

impiden considerar una sola región biogeográfica común, la Macaronésica, para todos los archipiélagos. Por nuestra parte (Tabla 1) tratamos las Canarias y el archipiélago de Madeira como sendas provincias biogeográficas subtropicales, dentro de la región Mediterránea (subregión Canario-Madeirense). Las islas Azores, ubicadas ya en la cintura latitudinal eutemplada, consideramos que constituyen una provincia hiperoceánica particular: Azórica, perteneciente a la región Eurosiberiana (subregión Atlántico-Centroeuropa). Por último, el archipiélago de Cabo Verde, situado en la cintura latitudinal eutropical, que tiene un macrobioclima tropical mayoritariamente desértico y xérico, le encuadramos sin problemas en el reino Paleotropical, como una provincia independiente: Caboverdiana, de la región Sahelo-Sudánica.

Tabla 1. Propuesta y ubicación biogeográfica de los archipiélagos de la Macaronesia.

Archipiélago	Reino	Región	Subregión	Provincia
CANARIAS	Holártico	Mediterránea	Canario-Madeirense	Canaria
MADEIRA	Holártico	Mediterránea	Canario-Madeirense	Madeirense
AZORES	Holártico	Eurosiberiana	Atlántico-Centroeuropa	Azórica
CABOVERDE	Paleotropical	Sahelo-Sudánica	Saharo Tropical	Caboverdiana

La tipología biogeográfica de la Macaronesia y de los territorios continentales afroeuropos latitudinalmente adyacentes (paralelos 13° N a 42° N, de Senegal a Portugal), desde el rango de región al de provincia biogeográfica es el que se expone seguidamente de norte a sur (las provincias macaronésicas van subrayadas). [ENGLER (1910), RÜBEL (1930), TAKHTAJAN (1986), RIVAS-MARTÍNEZ, WILDPRET *et al.* (1993), QUÉZEL (1995, 2008), COSTA (1997), COSTA *et al.* (1999), WILDPRET (2003), POTT, HÜPPE & WILDPRET (2003), RIVAS-MARTÍNEZ, PENAS & DÍAZ (2004a), RIVAS-MARTÍNEZ (2007)], (Mapa 1 y 2).

I. Reino Holártico

1. Región Eurosiberiana

1a. Subregión Atlántico-Centroeuropa

1.1. Provincia Atlántica Europea (del norte de Portugal a Holanda con las islas Británicas)

1.2. Provincia Azórica (Archipiélago de Azores)

2. Región Mediterránea

2a. Subregión Mediterránea Occidental (Europa del Tirreno)

2.1. Provincia Lusitano-Andaluza Litoral (de Marbella a Aveiro)

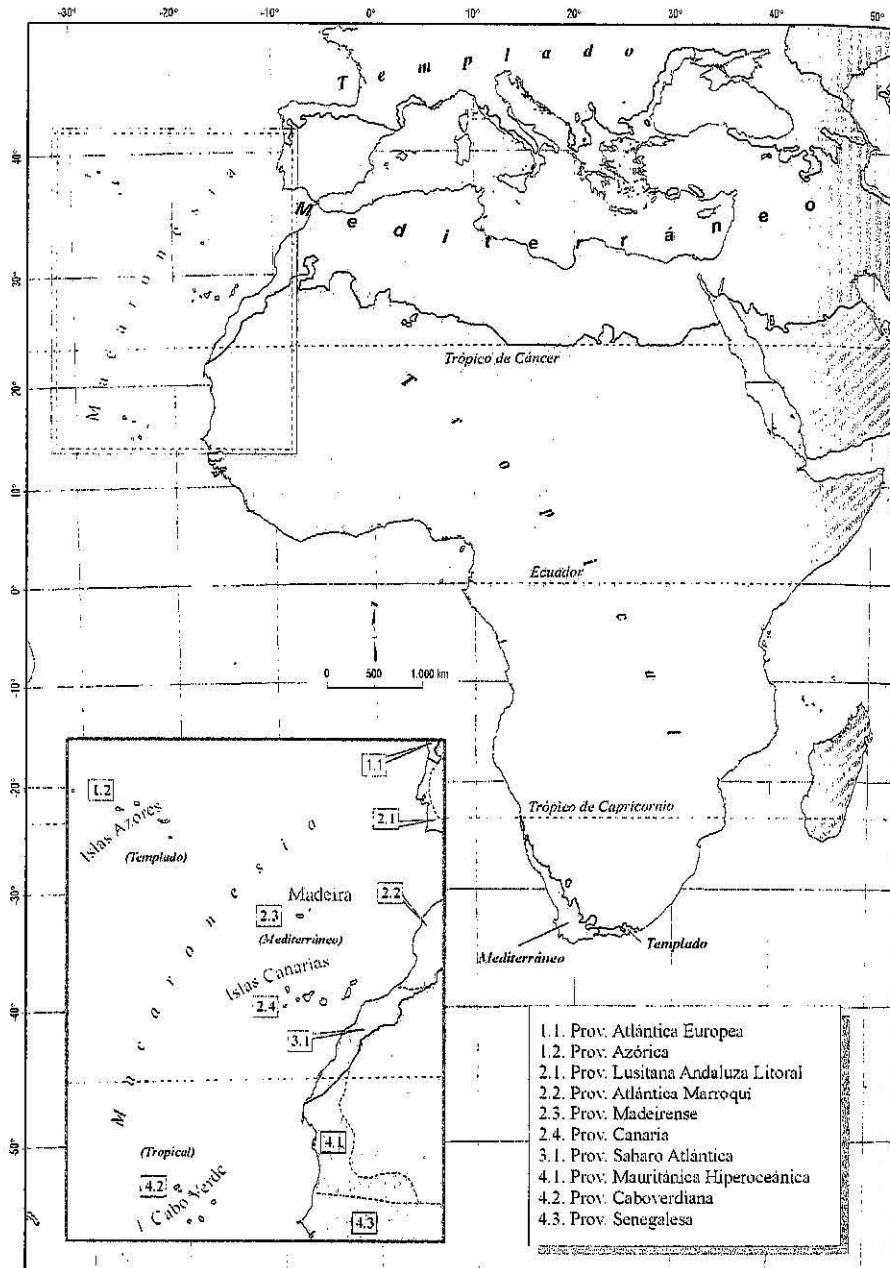
2b. Subregión Mediterránea Norteafricana (de Cirenaica a Cabo Drá)

2.2. Provincia Atlántica Marroquí (Asilah-Safi-Cabo Drá)
[del Sus al Drá: Sector Agadiro-Ifniense]

2c. Subregión Canario-Madeirense

2.3. Provincia Madeirense (Archipiélago de Madeira)

2.4. Provincia Canaria (Archipiélago de Canarias con las Salvajes)



Mapa 1. Distribución de las provincias biogeográficas de la Macaronesia y de las afro europeas adyacentes.

3. Región Saharo-Nortearábiga (Sáhara mediterráneo árido-ultrahiperárido)

3a. Subregión Saharo Mediterránea

3.1 Provincia Sahara Atlántica

II. Reino Paleotropical

IIa. Subreino Africano

4. Región Sahelo-Sudánica

4a. Subregión Saharo Tropical (Sáhara tropical árido-ultrahiperárido)

4.1. Provincia Mauritánica Híperoceánica (de Punta Sarga al río Senegal)

4.2. Provincia Caboverdiana (Archipiélago de Cabo Verde)

4b. Subregión Sahélica (Sahel tropical xérico)

4.3. Provincia Senegalesa (del río Senegal a Gambia)

DATOS GEBOTÁNICOS SOBRE LOS ARCHIPIÉLAGOS DE LA MACARONESIA

De forma resumida se exponen seguidamente algunos datos y modelos bioclimáticos, florísticos y vegetacionales que estimamos importantes para caracterizar e independizar biogeográficamente entre sí los archipiélagos que componen la Macaronesia.

En los mapas 1 y 2 y en las Tablas 2, 3 y 4 se resumen algunos datos biogeográficos, bioclimáticos, florísticos y fitosociológicos de las Islas Canarias, Madeira, Azores y Cabo Verde. Los nombres de las islas habitadas de la Macaronesia son los siguientes:

Canarias: Fuerteventura, Lanzarote, La Graciosa, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro; **Madeira:** Porto Santo y Madeira; **Azores:** Santa María, São Miguel, Terceira, Pico, Faial, São Jorge, Graciosa, Flores y Corvo; **Cabo Verde:** Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Sal, Boavista, Maio, Santiago, Fogo y Brava.

El significado de la mayoría de las locuciones y términos geobotánicos que empleamos en este trabajo, puede consultarse en las recientes publicaciones sobre la "Memoria del mapa de vegetación potencial de España" [RIVAS-MARTÍNEZ, *Itinera Geobot.* 17:5-222. 2007; *Itinera Geobot.* 18: 3-912. 2009 (in press)].

DIVERSIDAD BIOCLIMÁTICA DE LA MACARONESIA

La Bioclimatología o Fitoclimatología es una ciencia geobotánica que estudia la relación entre los valores medios del clima (precipitación y temperatura) y la distribución de las plantas vasculares y de sus comunidades en la Tierra. Tras un estudio comparado y mensurado de estos hechos en toda la Tierra durante cuatro décadas, estableciendo fronteras y calculando sus valores umbrales, con el auxilio de miles de estaciones meteorológicas y el empleo de parámetros e índices bioclimáticos fiables, así como miles de inventarios de vegetación y verificaciones de campo en casi todos los territorios de la Tierra, he establecido y contrastado en innumerables ocasiones esta nueva "Clasificación bioclimática de la Tierra", que hoy posee gran afinamiento y capacidad predictiva.

En la Tierra se reconocen veintiocho tipos de bioclimas, agrupados en cinco macrobioclimas, denominados por tradición geobotánica (Braun-Blanquet, Troll, Walter, Emberger, Gaussen, etc.): tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar. En los bioclimas, además de sus variaciones ombro-termoclimáticas o pisos bioclimáticos, sobre todo por los ritmos estacionales de la precipitación, a veces en combinación con valores térmicos, hemos propuesto más de diez variantes bioclimáticas.

Tabla 2. Caracterización de las provincias biogeográficas macaronésicas y las afroeuropas latitudinalmente adyacentes (13° N a 42° N), por sus macroseries de vegetación (alianzas) y algunas especies bioindicadoras.

Provincia biogeográfica [Subregión biogeográfica]	Vegetación potencial Alianzas (macroseries)	Especies bioindicadoras
1.1. Atlántica Europea [Atlántico-Centroeuropa]	<i>Quercion robori-pyrenaicae</i> , <i>Quercion roboris</i> , <i>Ilici-Fagion sylvaticae</i> .	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. pyrenaica</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Q. orocantabrica</i> , <i>Fa- gus sylvatica</i> , <i>Betula celtiberica</i> .
1.2. Azórica [Atlántico-Centroeuropa]	<i>Culcito-Juniperion brevifoliae</i> , <i>Pittosporo undulati-Myricion fayae</i> , <i>Dryopterido azoricae- Laurion azoricae</i> .	<i>Juniperus brevifolia</i> , <i>Erica azo- rica</i> , <i>Picconia azorica</i> , <i>Prunus azorica</i> , <i>Laurus azorica</i> .
2.1. Lusitano-Andaluza Litoral [Mediterránea Occidental]	<i>Quercion broteroi</i> , <i>Arbuto-Lau- rion nobilis</i> , (<i>Rhododendron pontici</i>), <i>Coremion albae</i> .	<i>Quercus broteroi</i> , <i>Q. rivas- martinezii</i> , <i>Pyrus bourgeana</i> , <i>Corema album</i> , <i>Juniperus na- vicularis</i>
2.2. Atlántica Marroquí [Mediterránea Norteafricana]	<i>Tetraclinidi-Pistacion atlanti- cae</i> , <i>Senecioni antieuphorbii- Arganion spinosae</i> , <i>Acacion gummiferae</i> .	<i>Olea maroccana</i> , <i>Euphorbia beaumeriana</i> , <i>Argania spinosa</i> , <i>Acacia gummifera</i> , <i>Tetraclinis articulata</i> .
2.3. Madeirense [Canario-Madeirense]	<i>Mayteno umbellatae-Oleion maderensis</i> , <i>Sibthorpio pere- grinae-Clethrion arboreae</i> , <i>Polysticho falcinelli-Ericion canariensis</i> .	<i>Euphorbia piscatoria</i> , <i>Olea ma- derensis</i> , <i>Maytenus umbellatus</i> , <i>Erica maderenicola</i> , <i>Clethra arborea</i> .
2.4. Canaria [Canario-Madeirense]	<i>Aeonio-Euphorbion canariensis</i> , <i>Mayteno canariensis-Ju- niperion canariensis</i> , <i>Ixantho viscosae-Laurion novocana- riensis</i> , <i>Cisto symphytifolii-Pi- nion canariensis</i> , <i>Spartocytisus supranubii</i> .	<i>Euphorbia canariensis</i> , <i>E. aphylla</i> , <i>E. balsamifera</i> , <i>Ma- ytenus canariensis</i> , <i>Olea cera- siformis</i> , <i>Erica platycodon</i> , <i>Pi- nus canariensis</i> , <i>Spartocytisus supranubius</i> .
3.1. Sahara Atlántica [Saharo Mediterránea]	<i>Zygophyllo waterlotii-Tragan- ion moquini</i> , <i>Traganopsis glo- meratae-Euphorbion echini</i> .	<i>Traganum moquini</i> , <i>Zygophy- llum waterlotii</i> , <i>Nitraria retusa</i> , <i>Traganopsis glomerata</i> , <i>Pentzia hesperidae</i> .
4.1. Mauritánica Hiperoceánica [Saharo Tropical]	<i>Traganion nudati</i> , <i>Euphorbion pseudobalsamifero-sudanicae</i> , <i>Panico turgidi-Acacion raddia- nae</i> .	<i>Traganum nudatum</i> , <i>Euphorbia sudanica</i> , <i>Stipagrostis pungens</i> , <i>Leptadeniapyrotechnica</i> , <i>Acacia raddiana</i> , <i>Maerua crassifolia</i> .
4.2. Caboverdiana [Saharo Tropical]	<i>Asparago-Sarcostemion dal- tonii</i> , <i>Globulario-Artemision gorgoni</i> , <i>Sideroxylo margina- tae-Acacion albidae</i> .	<i>Sarcostema daltonii</i> , <i>Periplo- ca chevalieri</i> , <i>Artemisia gorgo- num</i> , <i>Acacia albida</i> , <i>Side- roxylon marginata</i> .
4.3. Senegalesa [Sahélica]	<i>Avicennio africanae-Rizopho- rion manglae</i> , <i>Combretum glutin- osae-Anogeission leiocarpi</i> .	<i>Avicennia africana</i> , <i>Bombax costanum</i> , <i>Terminalia avice- noides</i> , <i>Combretum glutinosus</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> .

Por último, en función de la amplitud o diferencia de la temperatura media del mes más cálido y más frío del año, o entre cualesquiera de los que componen las estaciones anuales, se ha establecido una escala de continentalidad (Ic), que ha mostrado tener gran utilidad taxonómica y predictiva en todos los territorios y bioclimas.

De cada archipiélago se han seleccionado cinco estaciones que estimamos representativas de los bioclimas existentes en el conjunto insular, procurando que estén incluidos los de menor y mayor precipitación, así como el máximo rango altitudinal posible (figura 6). De **Azores**: Ponta Delgada (125), Nordeste (122), Fontinhas (102), Angra do Heroísmo (92), Flores (101); de **Madeira**: Porto Santo (165), Funchal (153), Camacha (152), Santana (170), Bica da Cana (150); de **Canarias**: Los Estancos (30), Vallehermoso (89), Valleseco (51), Vilaflor (90), Izaña (71); por último, de **Cabo Verde**: Mindelo (2), Praia (7), S. Jorge dos Órgãos (18), São Filipe (9) y Serra da Malagueta (15).

El número que figura antes del nombre de la localidad, corresponde al de nuestro registro de datos climáticos de la Macaronesia que tiene un total de 172 estaciones. Las siglas climáticas y bioclimáticas utilizadas en la Tablas 4 y 5 tiene como es habitual el significado siguiente: T, temperatura media anual en grados centígrados; P, precipitación media anual en milímetros; Itc, índice de termicidad compensado; Io, índice ombrotérmico anual; Ic, índice de continentalidad simple; Ios, índice ombrotérmico del mes más cálido del trimestre estival; Ios₃, índice ombrotérmico del trimestre estival; Iod₁, índice ombrotérmico del mes más seco del trimestre con menor precipitación del año; Iod₃, índice ombrotérmico del trimestre con menor precipitación del año; P<T, número de meses del año en que el índice ombrotérmico mensual es inferior a 1.0, con la siguiente escala: 0.4-1.0 árido, 0.2-0.4 hiperárido, 0.0-0.2 ultrahiperárido.

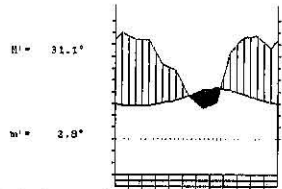
La clasificación de las localidades de la Tabla 5 se resumen en las fórmulas bioclimáticas siguientes: bioclima + piso bioclimático + subtipo de continentalidad + variantes bioclimáticas.

Tabla 3. Datos geográficos y macrobioclimáticos de los archipiélagos de la Macaronesia

Archipiélago, km ² , (islas habitadas)	Latitud Longitud	Cintura latitudinal Altitud máxima	Macrobioclima dominante (Macrobioclima minoritario)
AZORES 2400 km ² , (9)	36° 43' N-39° 56' N 29° 46' W-31° 30' W	Eutemplada El Pico, 2351m	Templado (Mediterráneo)
MADEIRA 870 km ² , (2)	32° 23' N-33° 07' N 16° 15' W-17° 15' W	Subtropical Ruivo, 1862m	Mediterráneo (Templado)
CANARIAS 7170 km ² , (8)	27° 38' N-29° 25' N 13° 20' W-18° 10' W	Subtropical Teide, 3717m	Mediterráneo
CABO VERDE 4030 km ² , (9)	14° 45' N-17° 10' N 22° 40' W-25° 20' W	Eutropical Pico Fogo, 2829m	Tropical

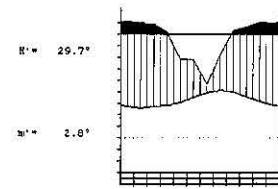
Tabla 4. Ombroclimogramas de las localidades elegidas de los archipiélagos macaronésicos.

PONTA DELGADA (AZORES, PORTUGAL) 36 m
 P= 828 37° 45' N 25° 40' W 31/31 y.
 T= 17.4° Ic= 7.8 Tp= 2084 Tn= 0
 m= 11.7° M= 16.7° Itc= 455 Io= 4.0



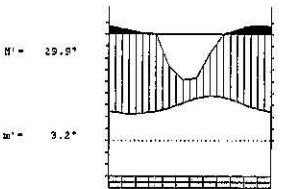
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Inframediterráneo superior subhúmedo inferior

NORDEST (AZORES, PORTUGAL) 140 m
 P= 1714 37° 50' N 25° 5' W 30/30 y.
 T= 16.2° Ic= 7.8 Tp= 1947 Tn= 0
 m= 10.3° M= 15.7° Itc= 420 Io= 8.8



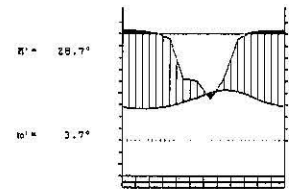
Templado hiperoceánico (submediterráneo)
 Infratemplado húmedo inferior

FONTINHAS (AZORES, PORTUGAL) 430 m
 P= 1352 36° 0' N 25° 5' W 30/30 y.
 T= 14.5° Ic= 7.8 Tp= 1738 Tn= 0
 m= 8.9° M= 13.6° Itc= 368 Io= 7.8



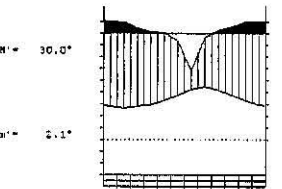
Templado hiperoceánico
 Termotemplado inferior húmedo inferior

ANGRA DO HEROÍSMO (AZORES, PORTUGAL) 74 m
 P= 1326 38° 40' N 27° 13' W 30/30 y.
 T= 16.7° Ic= 8.3 Tp= 2004 Tn= 0
 m= 10.9° M= 15.4° Itc= 450 Io= 5.6



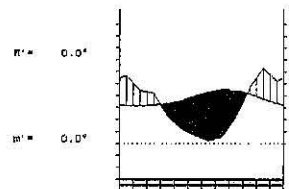
Templado hiperoceánico (submediterráneo)
 Infratemplado subhúmedo superior

FLORES AEROPUERTO (AZORES, PORTUGAL) 28 m
 P= 1716 39° 27' N 31° 8' W 21/21 y.
 T= 17.0° Ic= 8.9 Tp= 2041 Tn= 0
 m= 10.5° M= 16.0° Itc= 435 Io= 8.4



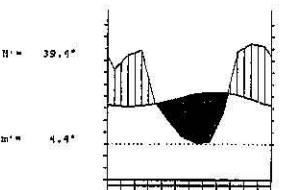
Templado hiperoceánico (submediterráneo)
 Infratemplado húmedo inferior

PORTO SANTO (MADEIRA, PORTUGAL) 97 m
 P= 376 33° 4' N 16° 21' W 51/51 y.
 T= 18.7° Ic= 6.2 Tp= 2394 Tn= 0
 m= 12.7° M= 18.6° Itc= 489 Io= 1.7



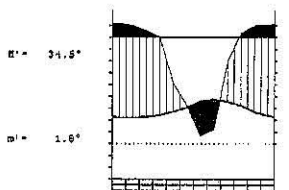
Mediterráneo véxico oceánico
 Inframediterráneo superior seco superior

FUNCHAL (MADEIRA, PORTUGAL) 58 m
 P= 553 32° 41' N 16° 46' W 41/31 y.
 T= 18.7° Ic= 6.1 Tp= 2247 Tn= 0
 m= 13.3° M= 18.3° Itc= 485 Io= 2.5



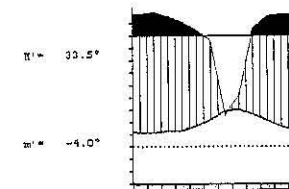
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Inframediterráneo superior seco inferior

CAMACHA (MADEIRA, PORTUGAL) 660 m
 P= 1427 32° 40' N 16° 50' W 28/28 y.
 T= 14.2° Ic= 9.0 Tp= 1708 Tn= 0
 m= 8.1° M= 13.8° Itc= 361 Io= 8.3



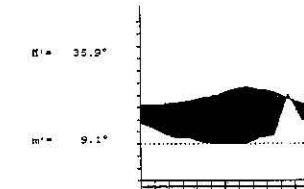
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Termomediterráneo superior húmedo inferior

BICA DA CANA (MADEIRA, PORTUGAL) 1560 m
 P= 2966 32° 45' N 17° 3' W 30/30 y.
 T= 9.3° Ic= 9.1 Tp= 1114 Tn= 0
 m= 2.7° M= 8.9° Itc= 209 Io= 26.6



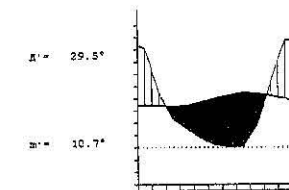
Templado hiperoceánico (submediterráneo)
 Mesotemplado superior ultrahiperhúmedo

LOS ESTANÇOS (CANARIAS, ESPAÑA) 200 m
 P= 108 28° 36' N 13° 59' W 25/25 y.
 T= 19.0° Ic= 7.4 Tp= 2285 Tn= 0
 m= 12.3° M= 19.0° Itc= 497 Io= 0.5



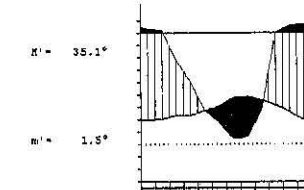
Mediterráneo desértico oceánico
 Inframediterráneo superior árido inferior

VALLEHERMO (CANARIAS, ESPAÑA) 212 m
 P= 438 28° 11' N 17° 16' W 23/23 y.
 T= 19.3° Ic= 5.8 Tp= 2318 Tn= 0
 m= 13.6° M= 20.0° Itc= 507 Io= 1.9



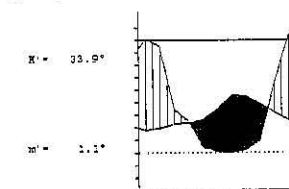
Mediterráneo véxico oceánico
 Inframediterráneo superior semiárido superior

VALLESECO (CANARIAS, ESPAÑA) 1000 m
 P= 896 28° 4' N 15° 33' W 25/25 y.
 T= 13.8° Ic= 9.7 Tp= 1698 Tn= 0
 m= 5.3° M= 13.9° Itc= 330 Io= 5.4



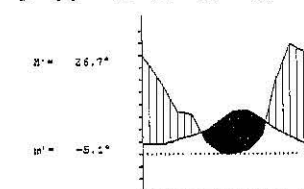
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Mesomediterráneo inferior subhúmedo superior

VILAFLO (CANARIAS, ESPAÑA) 1416 m
 P= 537 28° 10' N 16° 39' W 13/13 y.
 T= 14.8° Ic= 14.1 Tp= 1770 Tn= 0
 m= 4.7° M= 13.0° Itc= 325 Io= 0.0



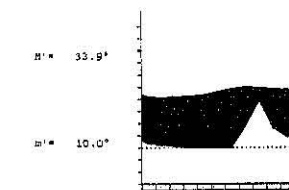
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Mesomediterráneo superior seco superior

IZAÑA (CANARIAS, ESPAÑA) 2367 m
 P= 464 28° 18' N 16° 29' W 40/40 y.
 T= 9.4° Ic= 13.6 Tp= 1131 Tn= 0
 m= 0.8° M= 6.9° Itc= 171 Io= 4.1



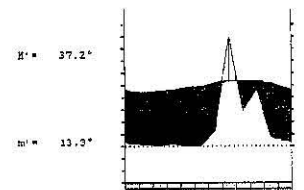
Mediterráneo pluviestacional oceánico
 Supramediterráneo inferior subhúmedo inferior

MINDELO (CABO VERDE, PORTUGAL) 1.6 m
 P= 96 16° 53' N 25° 0' W 33/33 y.
 T= 22.8° Ic= 4.4 Tp= 2743 Tn= 0
 m= 18.9° M= 22.2° Itc= 640 Io= 0.1



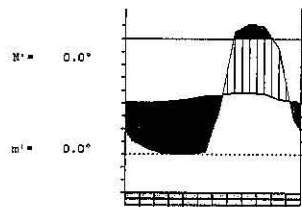
Tropical desértico (pluviesértico)
 Termotropical inferior hiperárido superior

PRAIA (CABO VERDE) 35 m
 P= 210 14° 55' N 23° 31' W 26/26 y.
 T= 24.6° Ic= 4.7 Tp= 2956 Tn= 0
 m= 19.4° M= 25.0° Itc= 691 Io= 0.7



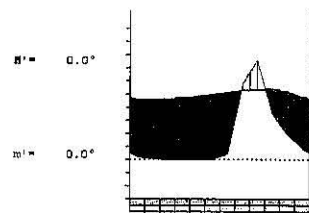
Tropical desértico (pluviesértico)
 Termotropical inferior árido superior

SAN JORGE DE ORGAOS (CABO VERDE) 319 m
 P= 759 16° 0' N 24° 0' W 20/20 y.
 T= 22.0° Ic= 3.8 Tp= 2640 Th= 0
 m= 20.2° H= 20.2° Itc= 524 Io= 2.8



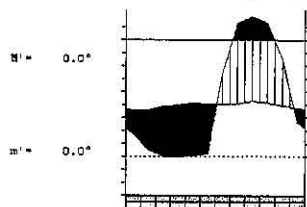
Tropical xérico (pluviserótino)
 Termotropical inferior seco inferior

SAN FILIPE (CABO VERDE) 60 m
 P= 203 16° 0' N 24° 0' W 30/20 y.
 T= 24.8° Ic= 4.2 Tp= 2975 Th= 0
 m= 22.8° H= 22.8° Itc= 704 Io= 0.7



Tropical desértico (pluviserótino)
 Termotropical inferior árido inferior

SERRA DA MALAGUETA (CABO VERDE) 890 m
 P= 1059 16° 0' N 24° 0' W 20/20 y.
 T= 19.7° Ic= 3.5 Tp= 2369 Th= 0
 m= 17.8° H= 17.8° Itc= 553 Io= 4.5



Tropical pluviestacional (pluviserótino)
 Termotropical superior subhúmedo inferior

AZORES

Ponta Delgada (S. Miguel) [reg. 125]: Mediterráneo pluviestacional oceánico inframediterráneo superior subhúmedo inferior- euhiperocéánico.

Nordest (S. Miguel) [reg. 122]: Templado hipoocéánico-infratemplado húmedo inferior – euhiperocéánico – submediterráneo.

Fontinhas (Sta. Maria) [reg. 102]: Templado hipoocéánico-termotemplado inferior húmedo inferior-euhiperocéánico.

Angra do Heroísmo (Terceira) [reg. 92]: Templado hipoocéánico-infratemplado subhúmedo inferior – subhiperoocéánico – submediterráneo.

Flores, Aeropuerto (Flores) [reg. 101]: Templado hipoocéánico-infratemplado húmedo inferior – subhiperoocéánico – submediterráneo.

MADEIRA

Porto Santo (S. Tome) [reg. 166]: Mediterráneo xérico oceánico-inframediterráneo superior semiárido superior- euhiperocéánico- xérico moderado.

Funchal (Madeira) [reg. 153]: Mediterráneo pluviestacional oceánico-inframediterráneo superior seco inferior-euhiperocéánico.

Camacha (Madeira) [reg. 152]: Mediterráneo pluviestacional oceánico-termomediterráneo superior húmedo inferior-euhiperocéánico.

Santana (Madeira) [reg. 170]: Templado hipoocéánico-termotemplado inferior húmedo inferior-euhiperocéánico-submediterráneo.

Bica da Cana (Madeira) [reg. 151]: Templado hipoocéánico-mesotemplado superior ultrahiperhúmedo-euhiperocéánico-submediterráneo.

CANARIAS

Los Estancos (Fuerteventura) [reg. 30]: Mediterráneo desértico oceánico-inframediterráneo superior árido superior-euhiperocéánico-desértico árido acusado.

Vallehermoso (Gomera) [reg. 89]: Mediterráneo xérico oceánico-inframediterráneo superior semiárido superior-euhiperocéánico-xérico moderado.

Valleseco (Gran Canaria) [reg. 51]: Mediterráneo pluviestacional oceánico-mesomediterráneo inferior subhúmedo superior-subhiperoocéánico.

Vilaflor (Tenerife) [reg. 90]: Mediterráneo pluviestacional oceánico-mesomediterráneo inferior seco superior-euoceánico.

Izaña (Tenerife) [reg. 71]: Mediterráneo pluviestacional oceánico-supramediterráneo inferior subhúmedo inferior-euoceánico.

CABO VERDE

Mindele (São Vicente) [reg. 2]: Tropical desértico-termotropical inferior hiperárido superior-euhiperocéánico-pluviserótino, desértico hiperárido.

Praia (Santiago) [reg. 7]: Tropical desértico-termotropical inferior árido superior-euhiperocéánico-pluviserótino, desértico moderado.

S. Jorge dos Órgãos (Santiago) [reg. 10]: Tropical xérico-termotropical inferior seco inferior-ultrahiperocéánico-pluviserótino, subxérico.

São Filipe (Fogo) [reg. 9]: Tropical desértico-infratropical superior árido inferior-euhiperocéánico-pluviserótino, desértico acusado.

Serra da Malagueta (Santiago) [reg. 15]: Tropical pluviestacional-termotropical superior subhúmedo inferior-ultrahiperocéánico-pluviserótino, pluviestacional xerofítico.

RESUMEN BIOCLIMÁTICO

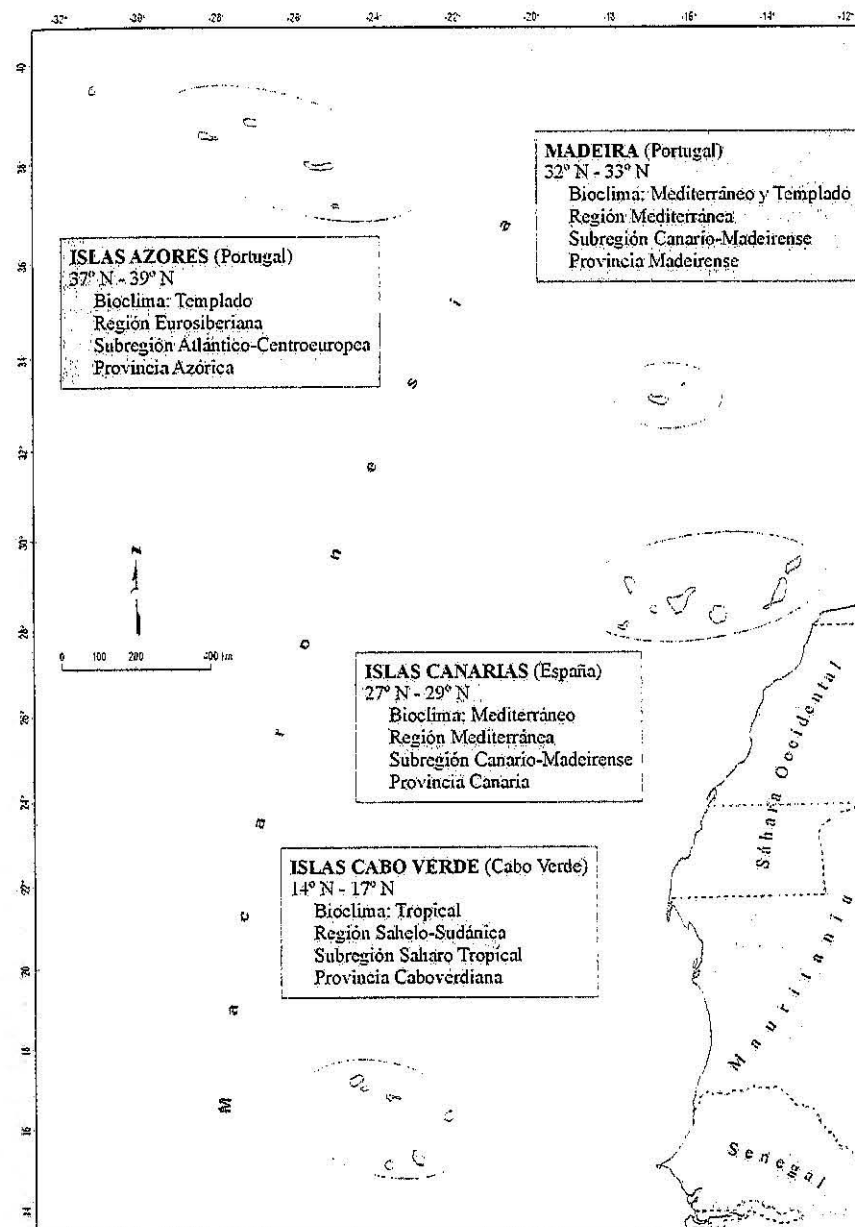
Los cuatro archipiélagos de la Macaronesia: Cabo Verde, Canarias, Madeira y Azores, son bioclimáticamente muy distintos entre sí (Tabla 6 y 7).

Cabo Verde, ubicado en la cintura latitudinal eutropical (14° 45' N y 17° 10' N), tiene un macrobioclima tropical pluviserótino, en su mayoría tropical desértico (70% aprox.); sólo una cuarta parte del territorio es seco y semiárido, es decir tropical xérico y únicamente una veintea parte de la superficie caboverdiana (5% aprox.) es tropical pluviestacional xerofítica, es decir subhúmeda y además esos territorios se hallan en áreas montañosas poco accesibles y muy inclinadas (Fogo, Santiago).

Otro factor que agudiza el carácter desértico del archipiélago y su desertización natural son las extremadas sequías recurrentes plurianuales, en las que prácticamente no llueve nada, que acaecen en bastantes ocasiones cada centuria. Todo ello ha provocado importantes extinciones, sobre todo de plantas arbóreas y arbustivas tropicales, que sin esos factores limitantes

Tabla 5. Datos climáticos y bioclimáticos de veinte localidades de los archipiélagos macaronésicos.

AZORES										
Reg.	Localidad (Isla)	Alt. m	T	P	Itc	Io	Ic	Ios ₁	Ios ₂	P<T
125	Ponta Delgada (S. Miguel)	36	17.4	820	455	3.97	7.8	1.20	1.48	0
122	Nordest (S. Miguel)	140	16.2	1714	420	8.80	7.8	2.35	3.21	0
102	Fontinhas (Sta. Maria)	430	14.5	1352	368	7.78	7.8	2.96	3.40	0
92	Angra do Heroísmo (Terceira)	74	16.7	1126	430	5.62	8.3	1.68	2.29	0
101	Flores, Aeropuerto (Flores)	28	17.0	1716	435	8.41	8.8	2.74	3.85	0
MADEIRA										
166	S. Tomé (Porto Santo)	97	18.7	376	489	1.68	6.9	0.1	0.22	5
153	Funchal (Madeira)	58	18.7	553	485	2.45	6.1	0.02	0.12	3
152	Camacha (Madeira)	680	14.2	1427	361	8.35	8.0	0.36	0.99	2
170	Santana (Madeira)	380	15.2	1442	386	7.89	6.1	1.54	2.35	0
151	Bica da Cana (Madeira)	1560	9.3	2966	209	26.63	9.1	1.75	3.98	0
CANARIAS										
30	Los Estancos (Fuerteventura)	200	19.0	108	497	0.47	7.4	0.00	0.00	10
89	Vallehermoso (Gomera)	212	19.3	438	507	1.89	5.8	0.04	0.06	6
51	Valleseco (Gran Canaria)	1000	13.8	895	330	5.40	9.7	0.21	0.50	2
90	Vilaflor (Tenerife)	1656	14.8	537	325	3.03	14.1	0.04	0.09	5
71	Izaña (Tenerife)	2367	9.4	464	171	4.10	14.2	0.00	0.08	3
CABO VERDE										
Reg.	Localidad (Isla)	Alt. m	T	P	Itc	Io	Ic	Iod ₁	Iod ₂	P<T
2	Míndelo (São Vicente)	16	22.8	95	640	0.35	4.4	0.00	0.00	11
7	Praia (Santiago)	35	24.6	209	691	0.71	4.7	0.00	0.05	9
10	S. Jorge dos Órgãos (Santiago)	319	22.0	739	624	2.80	3.8	0.00	0.02	6
9	São Filipe (Fogo)	60	24.8	203	711	0.68	4.2	0.00	0.00	9
15	Serra da Malagueta (Santiago)	850	19.7	1059	553	4.47	3.5	0.02	0.08	6



Mapa 2. Ubicación en el Atlántico de los archipiélagos de la Macaronesia.

hubiesen podido sobrevivir o arribar al archipiélago. El hombre también ha tenido que adaptarse a esas condiciones y las hambrunas han limitado severamente su población. Por ello, la destrucción de la cubierta vegetal por los animales domésticos, la agricultura en laderas y la recolección de la escasa madera como combustible, ha incrementado enormemente la desertización.

Una peculiaridad del termoclima caboverdiano que lo independiza de todos los demás macaronésicos, sobre el que creo no se ha insistido suficientemente, es que a causa de su latitud eutropical el piso basal de todas las islas es termotropical inferior, o incluso infratropical superior en el litoral suroccidental de la isla de Fogo, es decir mucho más cálido que en el resto de las zonas litorales macaronésicas. La diferencia de 140 a 230 unidades It conlleva, que la zona más cálida de Canarias empezaría térmicamente en Cabo Verde a los 1.000 m de altitud, la de Madeira a 1.400 m y la de las Azores a 1.600 m. Esta amplia banda, que supera en altitud a una buena parte de los territorios e islas caboverdianas, tienen una flora y vegetación tropicales, que no podría existir termoclimáticamente en el resto de los archipiélagos macaronésicos con independencia de sus distintos macrobioclimas y en ocasiones también de sus ombrotipos estacionalmente antitéticos.

Las Canarias ubicadas en la cintura latitudinal subtropical (27° 38' N-29° 25' N) tienen unos bioclimas: mediterráneo pluviestacional, xérico y desértico oceánicos genuinos, ya que los meses de mayor aridez anual, en cualquier caso $P < 2T$, corresponden invariablemente a los meses de día largo, es decir los situados entre el equinoccio de primavera y el de otoño, circunstancia que se mantiene incluso en los territorios desérticos de ombrotipo hiperárido de las Canarias Orientales. Los vientos dominantes son los alisios del norte, que provocan nieblas abundantes a barlovento en los relieves, sobre todo en las islas centrorientales entre los 300 y 1.300 m. Este efecto se produce incluso muchos días por la mañana durante el verano, pero las criptoprecipitaciones nebulosas estivales se disipan con rapidez sin llegar a humectar el suelo a causa de la baja humedad relativa del aire en esas épocas. Por todo ello, las nieblas y criptoprecipitaciones solamente tienen un efecto conservador y amortiguador de la evapotranspiración del suelo del monte verde durante el largo verano canario, que en los territorios de laurisilva potencial (*Pruno hixae-Lauretalia novocanariensis*) persiste de 4 a 5 meses consecutivos con $P < 2T$, de los cuales al menos dos su ombrotipo es árido o hiperárido $P < T$. Por lo expuesto hasta aquí es evidente que tanto el macrobioclima tropical como el templado no pueden existir en Canarias en las condiciones climáticas actuales.

El archipiélago de Madeira, el más pequeño de los macaronésicos (870 km²), está formado por la isla grande de Madeira o Madera (741 km²) y al sureste de la capital Funchal por las islas e islotes deshabitados de las Desertas; al nordeste se halla la pequeña isla de Porto Santo, de menos de 100 km², rematada por el pico do Castelo (437 m), con bioclima infratermomediterráneo semiárido-seco, cuya flora y vegetación es mediterránea madeirense. Al sur, más cerca de las Islas Canarias que de Madeira, se halla el archipiélago deshabitado de las Salvajes, que administrativamente pertenece a Portugal pero que desde el punto de vista biogeográfico forma parte de la provincia biogeográfica Canaria (PÉREZ DE PAZ & ACEBES, 1978). El bioclima de la isla de Madeira es muy variado, como lo son su flora y vegetación. El piso bioclimático inframediterráneo seco y hacia el nordeste el subhúmedo rodean toda la isla, para ceder por encima de los 700-800 m en la vertiente meridional y de los 200-300 m en la nororiental, ante los amplios pisos mesotemplado húmedo y mesotemplado hiperhúmedo que ocupan todas las áreas elevadas madeirenses, salvo entre los 1.650 m

Tabla 6. Macrobioclimas, bioclimas y valores umbrales de los ombrotipos existentes en los archipiélagos de la Macaronesia (los porcentajes de las superficies ocupadas son estimativos, a la espera de una cartografía computarizada detallada).

Archipiélagos	Macrobioclimas	%	Bioclimas	Ombrotipos	Io-Umbrales
AZORES	Templado	90	T.hiperoceánico	Subhúmedo superior a hiperhúmedo	4.7-32.0
	Mediterráneo	10	M.pluviestacional oceánico	Subhúmedo	3.9-5.5
MADEIRA	Templado	40	T.hiperoceánico	Húmedo a ultrahiperhúmedo	7.5-27.0
	Mediterráneo	50	M.pluviestacional oceánico	Seco a húmedo inferior	2.0-8.5
		10	M.xérico oceánico	Semiárido superior	1.5-2.0
CANARIAS	Mediterráneo	50	M.pluviestacional oceánico	Seco a húmedo inferior	2.0-8.0
		20	M.xérico oceánico	Semiárido	1.0-2.0
		30	M.desértico oceánico	Hiperárido a árido	0.3-1.0
CABO VERDE	Tropical	5	Tr. pluviestacional	Subhúmedo a húmedo inferior	3.6-5.4
		25	Tr. xérico	Semiárido a seco	1.0-3.6
		70	Tr. desértico	Hiperárido a árido	0.2-1.0

y las cumbres (1.862 m) donde existe un excepcional piso bioclimático supratemplado ultrahiperhúmedo submediterráneo ($I_{tc} < 190$, $I_o > 24.0$, $I_{os} < 2.8$), que en la época estival puede visitarse con cierta facilidad siguiendo el espectacular y vertiginoso camino del pico Arieiro (1.818 m) al pico Ruivo (1.862 m).

Las Azores representan el archipiélago más septentrional de la Macaronesia. Se halla ampliamente disperso en una distancia de más de 600 km, en la cintura latitudinal eutemplada del Atlántico Noroccidental, a más de 1.300 km de Lisboa entre los paralelos 36° 43' N-39° 56' N. Su orografía de origen volcánico es abrupta, con relieves elevados cuyas cimas en las islas centrales superan los 1.000 m de altitud: São Miguel (1.103 m), Terceira (1.021 m), São Jorge (1.053 m) y Faial (1.045 m), [el volcán reciente de la isla Pico de 2.351 m alcanzaría

Tabla 7. Sinopsis de los valores umbrales máximos y mínimos (Itc, Tp, Io, Ios₃, Iod₃, Ic), que se estima corresponden a cada tipo de bioclima que tiene representación en alguna de las islas de los archipiélagos de la Macaronesia. Itc índice de termicidad compensado, Tp temperatura positiva (sólo para las montañas más elevadas), Io índice ombrotérmico, Ios₃ índice ombrotérmico del trimestre estival, Iod₃ índice ombrotérmico del trimestre de menor precipitación del año (sólo tropical), Ic índice de continentalidad.

Archipiélago	Bioclima	%	Itc	Tp	Io	Ios ₃	Iod ₃	Ic
AZORES	Templado hiperoceánico	90	470-120	900-550	4.7-32.0	2.0-8.5	-	7.0-10.0
	Mediterráneo pluviestacional oceánico	10	480-420	-	3.2-5.5	1.4-2.0	-	7.0-10.0
MADEIRA	Mediterráneo pluviestacional oceánico	50	520-350	-	2.0-9.0	0.1-1.7	-	5.8-8.0
	Mediterráneo xérico oceánico	10	510-430	-	1.5-2.0	0.2-0.5	-	6.0-8.0
	Templado hiperoceánico	40	410-170	-	7.5-27.0	2.0-4.2	-	5.8-10.0
CANARIAS	Mediterráneo pluviestacional oceánico	50	550-120	900-450	2.0-8.0	0.1-0.6	-	5.5-15.0
	Mediterráneo xérico oceánico	20	560-400	-	1.0-2.0	0.0-0.2	-	5.5-14.0
	Mediterráneo desértico oceánico	30	570-490	-	0.3-1.0	0.0-0.1	-	5.5-8.0
CABO VERDE	Tropical pluviestacional	5	550-490	-	3.6-5.4	-	0.0-0.8	3.0-6.0
	Tropical xérico	25	650-240	-	1.0-3.6	-	0.0-0.2	3.0-7.0
	Tropical desértico	70	715-490	-	0.2-1.0	-	0.0-0.1	3.0-6.0

teóricamente el termostipo orotemplado inferior]; las islas cuyas cimas no alcanzan el millar de metros de altitud son: Santa María (587 m), la más suroccidental, Graciosa (402 m), la más pequeña de las centrales y las noroccidentales: Flores (913 m) y Corvo (918 m). Su bioclima mayoritario, aproximadamente el 90 % de la superficie del archipiélago, es templado hiperoceánico y altitudinalmente va desde el piso infratemplado subhúmedo submediterráneo al mesotemplado hiperhúmedo en las zonas insulares que superan los 500 m de altitud. El rápido descenso de la termicidad con la altitud se debe al carácter hiperoceánico acusado de

las islas Azores. El bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico representa aproximadamente el 10 % de la superficie de las Azores. Sólo se halla bien representado, por debajo de los 300 m de altitud, en la isla de Santa María y en la fachada meridional de la isla de São Miguel, así como de un modo topográfico hay enclaves costeros meridionales en Terceira, Pico y Faial, que corresponden a los pisos bioclimáticos infra y termomediterráneo subhúmedo. [QUÉZEL, BARBERO, BONIN & LOISEL (1980), DEL ARCO *et al.* (1996, 1999, 2002, 2006), FERNÁNDEZ GONZÁLEZ (1997), DEL ARCO & GONZÁLEZ (2003), LOUSÃ (2004), RIVAS-MARTÍNEZ, PENAS & DÍAZ (2004b, 2004c), RIVAS-MARTÍNEZ (2007-2009), MARTÍN OSORIO *et al.* (2007)].

ORÍGENES DE LA FLORA Y VEGETACIÓN DE LA MACARONESIA

En África del Norte, probablemente hasta bien entrado el Mioceno (24.6-5.1 Ma), la flora, el bioclima y la vegetación de las zonas bajas (<600 m) debieron ser infra y termotropicals (It>500). En las postrimerías del Mioceno (8-10 Ma), en las cinturas latitudinales subtropical y bajotemplada (23°-43° N y S), las sequías aparecidas durante los meses más cálidos del año (Ios₃<2), que persistieron en muchos territorios secularmente y que en otros se incrementaron bastantes meses, dieron origen al macrobioclima mediterráneo y a su peculiar flora y vegetación de fisiología estacional antitética respecto a la tropical pluviestacional y xérica preexistentes, de régimen pluvial monzónico estival (máximo pluvial en el período cálido del año). La consolidación y ampliación del macrobioclima mediterráneo en la Tierra al occidente de todos los continentes, se alcanzó al parecer cuando una buena parte de la Antártida se cubrió de hielo (8 Ma), y con ello se estabilizaron las grandes corrientes marinas y los grandes flujos de la circulación del aire atmosférico. Todos estos hechos han favorecido la amplitud y la biodiversidad de las bioregiones mediterráneas en la Tierra, que hoy día representan el 14% de la superficie emergida del planeta (RIVAS-MARTÍNEZ & RIVAS SÁENZ, 2009).

Las diásporas de los táxones que desde el Mioceno comenzaron a emigrar y dieron origen a la flora y vegetación de los archipiélagos emergentes de la Macaronesia, tuvieron que proceder, como es lógico suponer, sobre todo de los territorios continentales o insulares adyacentes (África, Europa e islas atlánticas macaronésicas más antiguas). El éxito de las diásporas que arriban (ornitócoras, anemócoras, hidrócoras, etc., y tardamente antropócoras), no hay que olvidarlo, se debe en buena medida a la compatibilidad y viabilidad con el bioclima, la vegetación y la fauna existentes.

Aunque en los territorios bioclimáticos y biogeográficos que ahora se reconocen como modelos mediterráneos, ha variado mucho su biodiversidad y distribución desde el final del Mioceno, el contenido florístico fundamental de las biorregiones mediterráneas preexistentes, es decir sus corias (linajes), es muy parecido al actual [PONS, 1964; QUÉZEL, 1965; AXELROD, 1973; THOMAS, 1979; BIONDI *et al.*, 1985; SUC *et al.*, 1991; ROIRON, 1992; QUÉZEL & BARBERO, 1993; RÖGL, 1999].

El poblamiento de los roquedos desnudos insulares causados por los volcanismos emergentes, erupciones o cambios climáticos radicales, estimula la especiación de las plantas que llegan o de las preexistentes en la isla susceptibles de colonizar tales biotopos. Por eso son tan ricos en endemismos en la subregión Canaria los geopermasigmetos rupícolas comofíticos crasuláceos (*Greenovia-Aeonietea*), centro genético y de distribución primaria y secundaria de los géneros que dan nombre al sintaxon. También son llamativas las comunidades casmofíticas ultrabásicas peridofíticas, colonizadoras de las ranuras de esos roquedos (*Cheilanthe-*

Italia maranto-maderensis), de distribución subcosmopolita, pero muy estenoicas, existentes en los archipiélagos canario-madeirense y caboverdiano, en las que pese a su antigüedad se evidencia una especiación regional inicial (*Adiantum reniforme* var. *pusillum*, *Notholaena marantae* var. *canariensis* y *Notholaena marantae* var. *cupripaleacea*, etc.).

Las grandes paleo-biorregiones que originaron y nutrieron la flora y la vegetación de los archipiélagos macaronésicos desde el final del Mioceno, por los cambios climáticos acaecidos, algunos dramáticos, tuvieron que desplazarse latitudinal y longitudinalmente, para adaptarse a las sucesivas crisis áridas y pluviales, que provocaron extinciones, especiaciones e inmigraciones, que en algunas ocasiones las modificaron y desplazaron significativamente. No obstante, una buena parte de los linajes (corias) que existían persisten en la actualidad en ambientes semejantes. Para establecer un marco biorregional comparable, hemos diseñado y sustanciado cuatro territorios geobotánicos de referencia, para hacer más objetivos y comprensibles entre sí, los orígenes, las relaciones florísticas y las vegetacionales de la Macaronesia con los territorios continentales o insulares nodriza adyacentes. No hay que olvidar que una vez poblada una isla, interactúa rápidamente con las vecinas emergentes, a través de “puentes” aéreos o marinos interinsulares o insular-continentales de ida y vuelta.

- A. Mediterráneo Afroeuropeo
- B. Tropical Africano
- C. Templado Atlántico Europeo
- D. Insular Macaronésico

A. TERRITORIO GEOBOTÁNICO MEDITERRÁNEO AFROEUROPEO

Consideramos “Mediterráneo Afroeuropeo”, como su propio nombre indica, los territorios actuales y pretéritos africanos y europeos con macrobioclima mediterráneo (pluviestacional, xérico, desértico o hiperdesértico oceánicos), situados en las cinturas latitudinales subtropical y eutemplada (23°-52° N y S); es decir, que además de tener una aridez estival inferior a $Ios_3 < 2.0$, las precipitaciones más cuantiosas se producen durante el semestre más frío y de días más cortos del año o invernal ($Psw > Pss$). Las unidades biogeográficas que comprende son las siguientes: región 2. Mediterránea, subregiones, 2b. Mediterránea occidental, 2b. Mediterránea Norteafricana (la subregión 2a. Canaria, véase en el territorio geobotánico Macaronésico) y la región 3. Saharo-Notearábica, subregión 3a. Saharo Mediterránea. Hay que evocar aquí, por las implicaciones corológicas y vías migratorias, la región mediterránea y submediterránea Capense (austroafricana), sobre todo a las provincias correspondientes a los bioclimas xérico, desértico e hiperdesértico (Petit Karróo, Namaqualand y la Namibia mediterránea hiperdesértica). También tendría relación con este territorio geobotánico, el contenido afroarábigo mediterráneo desértico e hiperdesértico de la llamada “Rand Flora” (MONOD, 1951).

El conocimiento actual de la flora mediterránea de África del Norte, con inclusión de todo el Sáhara, es decir también la de la subregión Saharo Tropical, así como de su vegetación, es bastante satisfactorio. Bástenos recordar aquí las floras y catálogos más importantes: Catálogo de la Flora de Marruecos (MAIRE *et al.*, 1931-1941), Flora de África del Norte (MAIRE *et al.*, 1952-1987, 16 tomos), Flora de Argelia (QUÉZEL & SANTA, 1966), Flora del Sáhara (OZENDA, 1977), Med Checklist (GREUTER *et al.*, 1984-1989), Catálogo de las plantas vasculares raras, amenazadas o endémicas de Marruecos (FENNANE & IBN TATTOU, 1988), Flora de Mauritania (DE BARRY & CELLES, 1988) y el Catálogo del Norte de

Marruecos (VALDÉS *et al.*, 2002). Las cifras totales de especies y táxones infraespecíficos que pueden entreverse después de las aproximaciones para Marruecos de FENNANE & IBN TATTOU (1988) y de MEDAIL & QUÉZEL (1997, 1999) y QUÉZEL (1995, 2000) para el Magreb mediterráneo, permiten aproximar a 5.600 las existentes en el territorio Saharo-Norteafricano Magrebí, de las cuales unas 1.400 (25%) serían endémicas de esas áreas africanas, así como lo son una treintena de géneros (0.53%).

B. TERRITORIO GEOBOTÁNICO TROPICAL AFRICANO

El territorio geobotánico “Tropical Africano” comprende los países y comarcas africanas con macrobioclima tropical (xérico, desértico e hiperdesértico); es decir todos los situados en las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0°-23° N y S); así como los ubicados en la cintura subtropical (23°-35° N y S), en los que la suma de las precipitaciones mensuales más cuantiosas sucedan durante el semestre estival, es decir, en los meses de mayor duración del Sol sobre el horizonte ($Pss > Psw$). En los territorios con macrobioclima tropical, con la excepción de los bioclimas pluvial e hiperdesértico, se reconocen las tres variantes bioclimáticas tropicales que a continuación se definen:

Variante Seropluvial: las precipitaciones de los dos primeros meses del solsticio de verano, son al menos 1.3 veces inferiores a las de los dos meses siguientes ($Psb_1 < 1.3 Psb_2$).

Variante Anfrotropical: las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio de invierno son superiores a las del trimestre del solsticio de verano ($Ptr_1 > Ptr_3$) (esta variante sólo opera en las cinturas ecuatorial y eutropical).

Variante Bixérica: al menos durante algún mes de cada uno de los trimestres de los solsticios Tr1, Tr3, existe un período de aridez $Pi \leq 2 Ti$ al que sigue otro período más lluvioso durante los trimestres de los equinoccios Tr2, Tr4.

Las unidades biogeográficas que comprende son las siguientes (todas ellas paleotropicales africanas: región 4. Sahelo-Sudánica, subregiones: 4a. Saharo Tropical, 4b. Sahélica, 4c. Sudánica; región 5. Somalo-Etiópica; región 6. Namibio-Zambeziana; y de las regiones Guineano-Congoleña y Africana Suroriental solamente los enclaves xéricos y desérticos. También tendría referencia aquí la flora tropical árida de la “Rand Flora”.

C. TERRITORIO GEOBOTÁNICO TEMPLADO ATLÁNTICO EUROPEO

El territorio geobotánico “Templado Atlántico Europeo” comprende los países europeos con macrobioclima templado hiperoceánico y oceánico, actual o pretérito, ubicados en la cintura latitudinal eutemplada (35°-52° N), con una continentalidad situada entre la euhiperoceánica acusada y la euoceánica atenuada ($Ic: 4.0-17.0$). Biogeográficamente está enclavada en la región 1. Eurosiberiana, subregión 1a. Atlántico-Centroeuropa, con un componente esencial de la provincia Atlántica Europea; que paleohistóricamente ha ocupado muchos territorios de la Península Ibérica o incluso magrebíes, hoy día mediterráneos.

D. TERRITORIO GEOBOTÁNICO MACARONÉSICO

Este territorio, formado por los cuatro archipiélagos macaronésicos: Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde, está bien caracterizado y delimitado geológica y geográficamente, pero geobotánicamente hablando es muy heterogéneo, ya que en el momento actual contiene tres macrobioclimas: Templado, Mediterráneo y Tropical, y biogeográficamente forma parte

de dos reinos: Holártico y Paleotropical, y de tres regiones biogeográficas: 1. Eurosiberiana (provincia Azórica), 2. Mediterránea (subregión Canaria, provincias Canaria y Madeirense), y 4. Sahelo-Sudánica (subregión 4a. Sahara Tropical, provincia Caboverdiana). No obstante, habida cuenta su larga historia geológica, los distintos poblamientos habidos desde el Mioceno, la insularidad, los cambios climáticos y sobre todo su flora rica en endemismos locales de muy distinta edad y origen, permiten reconocer diversas relaciones continente-islas; islas-continente y, sobre todo, islas-islas, que estimamos de gran importancia (Tabla 8).

Tabla 8. Resumen de las influencias florísticas de los territorios geobotánicos con las islas macaronésicas; y entre los archipiélagos. Símbolos: ++++ total, +++ muy grande, ++ importante, + evidente, (+) muy pequeña, (·) vestigial, (-) inexistente.

Territorio geobotánico		Azores	Madeira	Canarias	Cabo Verde
A	Mediterráneo Afroeuropeo	+	++	+++	(+)
B	Tropical Africano	(·)	+	++	+++
C	Templado Atlántico Europeo	+++	+	(+)	(-)
D	Insular Macaronésico	v. D1	v. D2	v. D3	v. D4
D1	Archipiélago de Azores	++++	++	(+)	(·)
D2	Archipiélago de Madeira	++	++++	+++	(+)
D3	Archipiélago de Canarias	(+)	+++	++++	+
D4	Archipiélago de Cabo Verde	(·)	(+)	+	++++

FLORA DE LA MACARONESIA

La flora vascular macaronésica (*Pteridophyta* y *Spermatophyta*) es muy rica en endemismos locales y en especies autóctonas así como tras el poblamiento humano en neófitos de diverso origen. El interés por sus floras ha sido y sigue siendo muy grande, y puede decirse que su conocimiento general y catalogación está prácticamente culminado. El catálogo más importante sobre la flora de "Macaronesia", que utilizamos como referencia (1.062 géneros y 3.106 especies), es la cuarta edición revisada de HANSEN & SUNDING (Sommerfeltia 17:3-295. 1995); así mismo, para las Canarias empleamos la última "Lista de especies de Canarias: hongos, plantas y animales terrestres", que está muy bien documentada y puesta al día (ACEBES *et al.*, 2004: 96-143), publicada por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias. Para el archipiélago de Madeira existe una flora reciente, con buenas claves, descripciones y muchos iconos, editada por PRESS & SHORT (1994).

Para Cabo Verde hemos utilizado la "Checklist" de Cristina DUARTE (in prep.), catálogo muy completo, que se ha podido ajustar con motivo de nuestros trabajos de campo en todas las islas (LOUSÁ, COSTA, DUARTE & RIVAS-MARTÍNEZ 2004-2007). También ha sido de gran utilidad el extenso y documentado trabajo sobre los endemismos de las islas

de Cabo Verde, publicado por BROCHMANN, RUSTAN, LOBIN & KILIAN (Sommerfeltia 24:2-356. 1997). Por último, para el archipiélago de las Azores, además de *Flora Europaea*, vol. I-V (1964-1980), se dispone del útilísimo *Catálogo das plantas vasculares dos Açores* de RUY TELLEZ PALINHA, revisado y publicado en 1966, bajo la responsabilidad científica de PINTO DA SILVA, por la Sociedade de Estudos Açorianos Afonso Chaves. (Ed. Minerva. Lisboa).

En lo que respecta a la Macaronesia, cuyos trabajos de referencia florística hemos relacionado en este capítulo, se estima que en el conjunto de los archipiélagos: Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde, existen unas 3.300 especies y táxones infraespecíficos nativos y naturalizados distintos, de los cuales 890 son endemismos exclusivos de cada archipiélago a los que habría que añadir 64, que son los que comparten dos o más archipiélagos (Tabla 10). También hay que destacar los 27 géneros endémicos de estos territorios; 22 son de Canarias, 4 de Madeira, 1 de Azores y ninguno de Cabo Verde. De Canarias: *Rutheopsis*, *Tinguarra* y *Todaroa* (Apiaceae), *Allagopapus*, *Atalanthus*, *Babcokia*, *Chrysoprenanthes*, *Gonospermum*, *Lactucosonchus*, *Lugoa*, *Sventenia*, *Vieria* (Asteraceae), *Parolinia* (Brassicaceae), *Neochamaelea* (Cneoraceae), *Greenovia* (Crassulaceae), *Spartocytisus* (Fabaceae), *Ixanthus* (Gentianaceae), *Pleiomis* (Myrsinaceae), *Dendriopoterium* (Rosaceae), *Plocama* (Rubiaceae) y *Kunkeliella* (Santalaceae); de Madeira: *Monizia* (Apiaceae), *Musschia* (Campanulaceae), *Parafestuca* (Poaceae), *Chamaemeles* (Rosaceae); por último, en las Azores de macrobioclima templado se acepta un sólo género endémico: *Azorina* (Campanulaceae). Las islas de Cabo Verde, las de flora más pobre y macrobioclima tropical, carecen de géneros endémicos (*Tornabaena*, es heterógeno y carece de entidad).

Tabla 9. Resumen de especies y táxones infraespecíficos, nativos, naturalizados, endémicos y exóticos no naturalizados, que viven en los archipiélagos de la Macaronesia. A. Número de especies que viven en los archipiélagos; B. Número de especies exóticas no naturalizadas; C. Número total de especies nativas, endémicas y naturalizadas; D. Endemismos exclusivos de cada archipiélago; E. Endemismos que se hallan en dos o más archipiélagos (Tabla 10); F. Endemismos totales en cada archipiélago; G. Proporción entre endemismos (F) y la flora nativa con la naturalizada. Observación: Se estima que un 23.8 % de las especies nativas y naturalizadas vive en dos o más archipiélagos, por lo que el total de la flora macaronésica es de unas 3.300 especies y táxones infraespecíficos.

Archipiélago	A	B	C	D	E	F	G
Azores	989	132	857	63	10	73	8.5 %
Madeira	1.226	215	1.011	123	63	186	13.4 %
Canarias	2.157	371	1.786	623	61	684	38.3 %
Cabo Verde	808	135	675	81	9	90	13.3 %
Totales	5.180	851	4.329	890	64	1.033	23.9 %

Tabla 10. Endemismos que se hallan en dos o más archipiélagos de la Macaronesia. Resumen por archipiélago. Azores: 10, Madeira: 63, Canarias: 61, Cabo Verde: 9.

Archipiélago	Endemismos
Azores-Madeira	3
Azores-Canarias	1
Azores-Canarias-Madeira	4
Madeira-Canarias	47
Madeira-Canarias-Cabo Verde	6
Canarias-Cabo Verde	1
Azores-Madeira-Canarias-Cabo Verde	2
Total	64

ENDEMISMOS CANARIO-MADEIRENSES

Sólo los archipiélagos de Canarias y Madeira tienen un número elevado de endemismos compartidos (47 especies y táxones infraespecíficos), si lo comparamos con el resto de los endemismos comunes a dos o más archipiélagos en la Macaronesia (Tabla 11). Estos hechos, además de las similitudes vegetacionales, bioclimáticas y paleohistóricas, que evidentemente poseen, refuerza su pertenencia a la misma subregión biogeográfica Canaria (región Mediterránea). No obstante, su distinta flora: Canarias tiene 623 especies endémicas propias, en tanto que Madeira, también rica, sólo 183; así como sus diferencias vegetacionales –Canarias posee dos clases fitosociológicas propias: *Kleinio-Euphorbietea canariensis* (cardonales y tabaibales infra-termomediterráneos hiperárido-semiáridos) y *Chamaecytiso-Pinetea canariensis* (pinares canarios y retamares de cumbre meso-oromediterráneos seco-húmedos)– avalan suficientemente que constituyan dos provincias biogeográficas diferentes: Canaria y Madeirense.

VEGETACIÓN DE LA MACARONESIA

En el apartado sobre la vegetación de las islas de la Macaronesia se va a tratar con brevedad cada archipiélago, reuniendo sucintamente algunos aspectos sobresalientes como su vegetación potencial (macroseries y macropemseries), el marco bioclimático, la endemoflora, la sintaxonomía, los geosigmnion cliseriales y las relaciones más notables con los demás archipiélagos y con los territorios geobotánicos de referencia. El orden de exposición va a ser de septentrión a meridión: Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde. [CEBALLOS & ORTUÑO (1951), RIVAS GODAY & ESTEVE (1965), OBERDORFER (1965), SUNDING (1972), BARBERO, QUÉZEL & RIVAS-MARTÍNEZ (1981), SANTOS (1983a, 1983b), QUÉZEL, BARBERO, BENABIB & RIVAS-MARTÍNEZ (1995), PÉREZ DE PAZ & ACEBES (1983), RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (1993, 2001, 2002), DEL ARCO *et al.* (1996, 2002, 2006), RODRÍGUEZ *et al.* (1998, 2000), DEL ARCO & RODRÍGUEZ (1999, 2003), CAPELO *et al.* (2000, 2003, 2004, 2005), COSTA (2000, 2003, 2004), MARTÍN OSORIO *et al.* (2007), RIVAS-MARTÍNEZ (2009)]

Tabla 11. Relación alfabética de los endemismos Canario-Madeirenses. (Con independencia del rango que se acepta para cada taxon, en el listado y en el trabajo sólo se utilizan binómenos).

<i>Adiantum pusillum</i>	<i>Melica canariensis</i>
<i>Ammi procerum</i>	<i>Myosotis canariensis</i>
<i>Andryala varia</i>	<i>Monizia edulis</i>
<i>Apollonias barbujana</i>	<i>Notolaena cupripaleacea</i>
<i>Asparagus scoparius</i>	<i>Ocotea foetens</i>
<i>Cheilanthes pulchella</i>	<i>Persea indica</i>
<i>Carlina salicifolia</i>	<i>Phyllis nobla</i>
<i>Crepis andryalioides</i>	<i>Picconia excelsa</i>
<i>Dracaena draco</i>	<i>Plantago maderensis</i>
<i>Ebingeria elegans</i>	<i>Rhamnus glandulosa</i>
<i>Erysimum bicolor</i>	<i>Rubia melanocarpa</i>
<i>Galium geminiflorum</i>	<i>Rubus bollei</i>
<i>Globularia salicina</i>	<i>Rumex maderensis</i>
<i>Heberdenia excelsa</i>	<i>Salix canariensis</i>
<i>Hypericum floribundum</i>	<i>Semele androgyna</i>
<i>Hypericum glandulosum</i>	<i>Senecio incrassatus</i>
<i>Ilex canariensis</i>	<i>Sideroxylon mirmulano</i>
<i>Jasminum odoratissimum</i>	<i>Smilax canariensis</i>
<i>Juniperus cedrus</i>	<i>Tamus edulis</i>
<i>Laurus novocanariensis</i>	<i>Urtica morifolia</i>
<i>Lavandula pinnata</i>	<i>Viola maderensis</i>
<i>Lolium lowei</i>	<i>Visnea mocanera</i>
<i>Lotus lancerottensis</i>	

VEGETACIÓN DE LAS AZORES

La relación de la vegetación actual de las Azores con la del territorio geobotánica Templado Atlántico Europeo de referencia, hay que buscarla en la antigua lauroide bajotemplada y subtropical infratemplada y submediterránea hiperoceánica europea y norteafricana del final del Mioceno, desaparecida del continente afroeuropo por el auge del macrobioclima mediterráneo, sobre todo del xérico y del desértico; así como por el incremento de la continentalidad, del frío y de la aridez estival en el macrobioclima templado subtropical y bajotemplado. La originalidad bioclimática de las Azores frente a Canarias o Madeira y el continente afroeuropo próximo en latitud, es que mantiene, como bioclima preponderante en las zonas basales del archipiélago, el piso bioclimático infra-termotemplado húmedo-hiperhúmedo euhiperoceánico.

Al menos el 90 % de la superficie de las Azores tiene bioclima templado y el resto, localizado a meridión en las costas de las islas orientales, mediterráneo pluviestacional; las

fórmulas de ambos territorios se exponen seguidamente. En el templado hiperoceánico: It 470-120 [tp 900-550], Io 4.7-32.0, Ios, 2.0-8.5, Ic 7.0-9.0; que traducido sería: infra-orotemplado inferior subhúmedo-ultrahiperhúmedo, euhiperoceánico-subhiperoceánico, índice ombrotérmico estival trimestral seco-húmedo; en tanto que en las áreas mediterráneas (sólo el 10 % de la superficie insular azórica): It 480-420, Io 3.2-5.5, Ios, 1.4-2.0, Ic 7.0-9.0, es decir: infra-termomediterráneo subhúmedo, euhiperoceánico-subhiperoceánico, índice ombrotérmico estival trimestral semiárido.

La vegetación potencial de las Azores corresponde a microbosques perennifolios lauroides y micrófilos, tanto en el territorio templado como en las estrechas bandas costeras mediterráneas. Sólo en altitudes superiores a los 1200 m en la isla de Pico, sobre todo a partir del piso supratemplado, los microbosques se truecan primero en mesofruticadas de *Erica azorica*, para acabar en los brezales enanos abiertos de *Daboecia azorica*, *Thymus caestitiitius* y *Calluna vulgaris* (*Daboecion azoricae*) con líquenes aerohigrófilos en el piso orotemplado cumbreño, tal vez favorecidos por el carácter volcánico reciente, aún no consolidado ni edafizado desde la erupción de 1562. Otras estaciones donde la vegetación potencial no tiene carácter microforestal, además de en ciertas turberas ombrógenas o soligenas, son los promontorios litorales muy venteados, donde si tienen un limitaciones aerohalinas acusadas se hallan las elatigraminadas de *Festuca petraea* con *Daucus azoricus* (ambas endémicas), y si no alcanzan un grado tan elevado de salinidad, como sucede en el Faro de Manhénha, se desarrollan mesofruticadas permanentes de *Corema azoricum* con *Erica azorica* y *Juniperus brevifolia*.

Todos los microbosques naturales representan la vegetación potencial y pertenecen a una sola clase fitosociológica: *Lauro azoricae-Juniperetea azoricae*, en la que la mayoría de las plantas vasculares indígenas del archipiélago son endemismos azóricos: *Carex hochstetteriana*, *Carex peregrina*, *Carex vulcanorum*, *Daphne azorica*, *Dryopteris azorica*, *Dryopteris crispifolia*, *Erica azorica*, *Euphorbia stygiana*, *Frangula azorica*, *Hedera azorica*, *Ilex azorica*, *Juniperus brevifolia*, *Laurus azorica*, *Lysimachia azorica*, *Myrsine retusa*, *Picconia azorica*, *Prunus azorica*, *Sanicula azorica*, *Smilax divaricata*, *Vaccinium cylindraceum*, *Viburnum subcordatum*. Además de los microbosques litorales naturales de *Myrica faya* y *Picconia azorica*, muy mermados y alterados por el antiguo cultivo del viñedo (*Carici hochstetteriana-Picconietum azoricae*, *Pittosporo undulati-Myricion faya*) y por los neófitos invasores arborescentes *Hedychium gardnerianum* y *Pittosporum undulatum*, se encuentran como climatofitos mesofíticos y sub-higrófiticos los microbosques lauroides de la alianza *Dryopterido azoricae-Laurion azoricae* y en los litosuelos, suelos turbicolos o hidromorfos, a modo de comunidades microforestales permanentes los enebrales brevifolios de la alianza *Culcito macrocarpae-Juniperion brevifoliae*. Otros tipos de vegetación común en las Azores son los pastos y praderas vivaces mesolíticos, que representan un recurso económico importante en el archipiélago y están presididos por las gramíneas endémicas *Holcus rigidus*, *Agrostis congestiflora*, *Agrostis gracililaxa* y *Gaudinia coarctata*, que están siendo estudiadas en las islas por Fernández Prieto y Carlos Aguiar. A estas praderas hay que añadir las hidrófilas y turbicolas más localizadas pertenecientes a los órdenes *Molinietalia coeruleae*, *Littorelletalia uniflorae*, *Caricetalia nigrae* y *Sphagnetalia magellanici* de óptimo eurosiberiano.

Un hecho llamativo, que pone si cabe más en evidencia el alejamiento biogeográfico entre los archipiélagos de Azores y Cabo Verde, es que no existe ninguna especie endémica

compartida entre ambos, ni siquiera a través de Canarias o Madeira. En común sólo se pueden evocar algunas especies cosmopolitas o antropócoras existentes en todos los archipiélagos macaronésicos; como entre los helechos sucede con: *Adiantum capillus-veneris*, *Anogramma leptophylla*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium hemionitis*, *Christella dentata*, *Cystopteris fragilis*, *Davallia canariensis*, *Equisetum ramosissimum*, *Pteridium aquilinum* y *Pteris vittata*. La geoclinosecuenciación (catena altitudinal) (geoclinosigmion) que se elige como modelo azórico, corresponde a la fachada meridional de la isla de Pico por ser la de mayor altitud (2.351 m) y, como consecuencia, la que posee más pisos de vegetación. Resumida por pisos bioclimáticos, corresponde a la siguiente catena altitudinal de macroseries climatófilas y edafoxerófilas (geoclinosigmion), culminadas por una permaserie oreina (Tabla 12).

Tabla 12. Geoclinosecuencia de la vertiente meridional de la isla de Pico desde Lajes al Pico (2.351 m), expresada por sus macroseries y permamacroseries (geoclinosigmion culminado por un geopermasigmion).

Pisos bioclimáticos	Alianzas de referencia nomenclatural
Infra-termomediterráneo subhúmedo-húmedo	<i>Pittosporo undulati-Myricion faya</i>
Termo-mesotemplado húmedo-ultrahiperhúmedo	<i>Dryopterido azoricae-Laurion azoricae</i>
Meso-supratemplado hiperhúmedo-ultrahiperhúmedo	<i>Culcito macrocarpae-Juniperion brevifoliae</i>
Supra-orotemplado hiperhúmedo	<i>Polysticho falcinelli-Ericion canariensis</i>

VEGETACIÓN DEL ARCHIPIÉLAGO DE MADEIRA

La relación de la vegetación y de la flora de las islas del archipiélago de Madeira (Porto Santo, Desertas y Madeira) con las del territorio geobotánico Mediterráneo Afroeuropeo de referencia, es grande, antigua y variada. En primer lugar hay que vincularla con las pretéritas subtropicales y bajotempladas mediterráneas y submediterráneas afroeuropeas. Respecto a sus relaciones con la Canarias están claras sus identidades, semejanzas y geovicarianzas florísticas y vegetacionales a través del puente interinsular recíproco canario-madeirense, sobre todo en lo que respecta a la vegetación potencial seco-húmeda correspondientes a las clases *Pruno hixae-Lauretea novocanariensis* y *Oleo cerasiformis-Rhamnetea crenulatae* que comparten, así como sus 47 endemismos comunes, que ya hemos enumerado en el capítulo sobre la flora macaronésica. Los nexos caboverdiano-madeirenses son muy sutiles y sólo se pueden establecer a través de algunos pteridófitos rupícolas silicibásicolas de talla pequeña como *Ceterach aureum*, *Asplenium braithwaitii* y *Cheilanthes subcordata*, endémicos de los archipiélagos de Madeira, Canarias y Cabo Verde (*Cheilanthes marantho-maderensis*). Los vínculos florísticos y vegetacionales azórico-madeirenses existieron hace mucho tiempo, probablemente anteriores a las glaciaciones pleistocénicas, pero fueron debilitándose después. Se puede destacar como ejemplo del aislamiento vegetacional antiguo entre los archipiélagos de Madeira y Azores, que una buena parte de los árboles y arbolillos de la laurisilva

de la isla de Madeira son endemismos canario-maideirenses, característicos de la clase *Pruno hixae-Lauretea novocanariensis*, y que los microbosques lauroides azóricos: *Lauro azoricæ-Juniperetea brevifoliae*, salvo *Myrica faya*, no comparten ninguna especie arborecente. Entre las características endémicas canario-maideirenses arbóreas, cabe destacar las siguientes [entre corchetes, si ha lugar, los táxones geovicariantes endémicos de Azores]: *Apollonias barbujana*, *Erica canariensis*, *Heberdenia excelsa*, *Ilex canariensis* [*Ilex azorica*], *Laurus novocanariensis* [*Laurus azorica*], *Ocotea foetens*, *Persea indica*, *Picconia excelsa* [*Picconia azorica*], *Prunus hixa* [*Prunus azorica*], *Salix canariensis* (rivular), *Sideroxylon mirmulano* y *Visnea mocanera*. *Erica azorica* Hoschst. Es geovicariante de *Erica platycodon* (Webb & Berthel.) Rivas-Martínez & al. de Canarias pero, sobre todo, de la subsp. *maderenica* (D. C. McClint.) Rivas-Martínez, propia de la laurisilva anemófila madeirensis.

El bioclima del archipiélago de Madeira es muy variado y, en la actualidad, aproximadamente la mitad del territorio (50 %) es mediterráneo pluviestacional oceánico, que si es subhúmedo-húmedo alberga como vegetación potencial un monte verde o laurisilva bastante rica en especies (*Visnea mocanerae-Apollonion barbujanae*); un pequeño territorio (aprox. 10 %) tiene bioclima mediterráneo xérico oceánico semiárido superior (ocupa una parte de las islas Desertas y Porto Santo, así como territorios costeros cercanos al mar y algún promontorio meridional de Madeira), cuya vegetación potencial climatófila, así como la pluviestacional seca edafoxerófila adyacente, corresponden a microbosques y altifruticedas esclerófilas y micrófilas de la alianza *Mayteno umbellatae-Oleion maderensis*, que como etapa de sustitución o vegetación permanente litosólida tiene la comunidad crasicaula *Euphorbietum piscatoriae* de la misma alianza. El 40 % restante de la isla de Madeira, que ocupa el centro y el septentrión de la isla, es templado hiperoceánico submediterráneo subhúmedo-ultrahiperhúmedo (Tabla 13), donde la laurisilva corresponde a la alianza endémica *Sibthorpio peregrinae-Clethrion arboreae* y las zonas cumbreñas supratempladas ultrahiperhúmedas a los microbosques ombrófilos de brezos arbóreos canarios (*Polysticho falcinelli-Ericion canariensis*). La geoclinosecuencia de la vertiente meridional de Madeira, desde el mar en Funchal al pico Arieiro (1818 m) corresponde a la catena de macroseries (alianzas) que se expone en la Tabla 13.

Tabla 13. Geoclinosecuencia de la vertiente meridional de la isla de Madeira, de Funchal al pico Arieiro (1.818 m), expresada por sus macroseries.

Pisos bioclimáticos	Alianzas de referencia nomenclatural
Infra-termomediterráneo	<i>Oleo maderensis-Maytenion umbellati</i>
Termomediterráneo, subhúmedo-húmedo	<i>Visnea mocanerae-Apollonion barbujanae</i>
Termo-mesotemplado húmedo-hiperhúmedo	<i>Sibthorpio peregrinae-Clethrion arboreae</i>
Supratemplado ultrahiperhúmedo	<i>Polysticho falcinelli-Ericion canariensis</i>

VEGETACIÓN DE LAS ISLAS CANARIAS

Las Islas Canarias representan al archipiélago con mayor extensión superficial (7.140 km²) cuya área es equivalente a la suma de la de los otros tres: Azores (2.400 km²), Madeira (870 km²) y Cabo Verde (4.030 km²) que constituyen la Macaronesia (14.440 km²). Canarias es también el que tiene un número más elevado de especies nativas y naturalizadas (1.786), así como el mayor número de endemismos exclusivos del archipiélago (623), que en este caso casi triplican a los particulares del resto de la Macaronesia: Azores (63), Madeira (123), Cabo Verde (81). Su mayor riqueza florística y endémica se debe no sólo a su tamaño y antigüedad sino a otras causas como: su cercanía a las costas africanas, apenas 100 km entre Cabo Juby en el sur de Marruecos y la Península de Jandía en Fuerteventura [Azores: 1.300 km desde Lisboa, Madeira: 700 km desde las costas de Marruecos y Cabo Verde: 500 km desde Senegal], su latitud subtropical centrada equidistante entre el Trópico de Cáncer y el paralelo 35° N que limita la cintura subtropical, posee la mayor altitud regional en el pico del Teide (3.717 m) de la isla de Tenerife y, sobre todo, su variado macrobioclima mediterráneo, regido por los vientos alisios del norte y la corriente fría de Canarias, que de forma invariable con pocas modificaciones fluyen desde hace miles de años. Todo ello ha permitido una especiación gradual insular continua en géneros, subgéneros y secciones favorables de este proceso en las Canarias: *Aeonium*, *Argyranthemum*, *Echium*, *Lotus*, *Micromeria*, *Monanthes*, *Pericallis*, *Sideritis*, *Sonchus* y *Teline*. Cabe destacar que sólo estos 10 géneros poseen 275 táxones endémicos no híbridos en las Canarias, lo que representa el 44 % del total de los endemismos canarios, así como un importante incremento de los sintáxones en el territorio, sobre todo de comunidades permanentes (*Greenovio-Aeonietea*) [SANTOS (1999)].

Las relaciones de la vegetación y de la flora actuales y pretéritas con el territorio geobotánico Mediterráneo Afroeuropeo de referencia son grandes y evidentes. Lo primero que se advierte, si tenemos en cuenta el conjunto de la vegetación potencial insular, tanto la climatófila sucesional (sigmetos) como la permanente o asucesional vivaz (permasigmetos), es que no pudo haber sincronía en los procesos de neocolonización desde el continente, habida cuenta las diferentes exigencias bioclimáticas de sus clases de vegetación: *Kleinio-Euphorbietea canariensis* (tabaibales, cardonales infra-termomediterráneos áridos y semiáridos canarios), *Oleo cerasiformis-Rhamnetea crenulatae* (microbosques abiertos y altifruticedas esclerófilas y micrófilas infra-mesomediterráneas semiárido-secas canario-maideirenses), *Chamaecytiso-Pinetea canariensis* (pinares canarios y retamares del Teide meso-oromediterráneos seco-subhúmedos canarios), *Pruno hixae-Lauretea novocanariensis* (bosques plani-perennifolios lauráceos y micrófilos aciculares nebulosos infra-mesomediterráneos seco-húmedos y termo-supratemplados submediterráneos húmedo-ultrahiperhúmedos canario-maideirenses), *Greenovio aureae-Aeonietea* (comunidades rupícolas rosulado-suculentas de crasuláceas comofíticas y casmo-comofíticas infra-supramediterráneas árido-húmedas canario-maideirenses), *Crithmo-Limonietea* (comunidades rupícolas crasifolias, arrossetadas, pulviniformes y cespitosas haloanemógenas litorales infra-mesomediterráneas árido-subhúmedas y termo-mesotempladas mediterráneas y atlánticas europeas; en Canarias *Frankenio ericifoliae-Astydamion latifoliae* y en Madeira *Helichryson obconico-devium*, *Asplenietea trichomanis* (comunidades rupícolas casmofíticas mediterráneas, tropicales, templadas y boreales hipermicrotérmino-macrotérmicas árido-ultrahiperhúmedas cosmopolitas; en la Macaronesia *Cheilanthes lalia maranto-maderensis* y en la subregión Canaria además *Cheilanthes pulchellae*).

La llegada de diásporas de plantas vasculares desde el continente a los archipiélagos, como es lógico, se inició cuando empezaron a emerger algunas islas, al parecer las primeras en el Oligoceno (30 Ma), en cualquier caso mucho antes de la existencia del actual macrobioclima mediterráneo, cuya antigüedad máxima se cifra en 8 Ma. De los tiempos antiguos y del Mioceno (24.6-5.1 Ma), parece saberse poco sobre las plantas vasculares que poblaron la Macaronesia entonces emergida, salvo conjeturas más o menos verosímiles como, que antes de la desecación del Mediterráneo en el Mesiniense (6.1-5.1 Ma) debieron existir bosques subtropicales lauráceos precursores de las actuales laurisilvas, como *Pruno-Lauretea novocanariensis* en Madeira y Canarias y *Lauro azoricae-Juniperetea brevifoliae* en Azores, que a su vez tuvieron diversas conexiones interinsulares, al menos ornitócoras que no pudieron evitar la especiación selectiva en cada archipiélago, más acusada en las Azores por su latitud y macrobioclima templado hiperocéánico determinantes. Otro tipo de vegetación canaria, que probablemente tiene también origen anterior al Mesiniense y por ende premediterráneo, son los tabaibales y cardonales áridos y semiáridos endémicos de las Islas Canarias pertenecientes a la clase *Kleinio-Euphorbietea canariensis*, cuyas comunidades geovicariantes africanas actuales son las Sahara atlánticas de la alianza *Traganopsio glomeratae-Euphorbion echini* Rivas-Martínez *all. nova*; *typus Traganopsio glomeratae-Euphorbietum echini* Barbero, Benabib, Quézel, Rivas-Martínez & Santos in Doc. Phytosociol. N. S. 6:318, tb. 9. 1982, [carácter. all.: *Euphorbia echinus*, *Euphorbia rogeri* N. E. Br. (*E. balsamifera* auct. Maroc. pl. non Aiton), *Penzia hesperidium*, *Pulicaria lozanoi*, *Traganopsis glomerata*] perteneciente a la clase *Euphorbio echini-Arganietea spinosae* Rivas-Martínez *classis nova*; *typus: Acacio gummiferae-Arganietalia spinosae* Barbero, Benabib, Quézel, Rivas-Martínez & Santos in Doc. Phytosociol. N. S. 6: 312. 1982 [caract. class. v. ord., l. c.].

En los territorios litorales Sahara tropicales hiperárido-áridos hiperocéánicos de Mauritania, se puede reconocer otra alianza geosinvicariante en la región Sahelo Sudánica: *Euphorbion pseudobalsamifero-sudanicæ* (inéd.), perteneciente a otra clase de vegetación en la que son comunes algunas tabaibas crasicaulas subarborescentes: *Euphorbia sudanica* y *Euphorbia pseudobalsamifera nova* (*Euphorbia balsamifera* sensu Barry & Celles in Fl. Mauritanie: 187.1991 non Aiton), y otros arbustos sahelosudánicos como *Leptadenia pyrotechnica* y *Grewia flavescens*.

La vegetación canaria de linajes claramente mediterráneos y paleomediterráneos que tuvo afinidades bioclimáticas con la continental afroeuropa durante algunos millones de años, corresponde a las de las clases *Rhamno crenulatae-Oleetea cerasiformis* (altifruticadas y microbosques esclerófilos y micrófilos semiárido-secos canario-madeirenses) y *Chamaecytiso-Pinetæ canariensis* (pinares y retamares oreinos seco-subhúmedos canarios), cuyas relaciones florísticas y sinecológicas con los territorios mediterráneos afroeuropes son evidentes; ya que existen táxones comunes con la clase de vegetación austroeuropa y norteafricana de los bosques y prebosques esclerófilos mediterráneos *Quercetea ilicis*, algunos de ellos en proceso avanzado de especiación como: *Asplenium onopteris*, *Arisarum simorrhinum*, *Daphne gnidium*, *Osyris quadripartita*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*, etc., si bien, en algún caso de dudoso estatus nativo en las islas.

La diversidad bioclimática del archipiélago de las Canarias es muy elevada, pero toda ella corresponde al macrobioclima mediterráneo. Se estima que aproximadamente la mitad de la superficie de Canarias (unos 3.600 km²) posee bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico; la quinta parte (unos 1.400 km²) bioclima mediterráneo xérico oceánico y el resto

(unos 2.200 km²) mediterráneo desértico oceánico. El ombrotipo va desde el manifiestamente hiperárido en la isla de Alegranza (la más septentrional del archipiélago Chinijo) al húmedo de los relieves elevados nororientales de la isla de La Palma. Todo el archipiélago tiene un índice ombrotérmico del trimestre estival (Ios₃) de extraordinaria aridez que oscila entre el árido inferior y el ultrahiperárido acusado, apenas amortiguado por las nieblas matinales en los bosques de laurisilva (*Ixantho-Laurion novocanariensis*). Los termotipos infra-termomediterráneo son los preponderantes, pero en las islas elevadas (Gran Canaria y La Palma) tienen notable extensión los termotipos meso y supramediterráneo, que además en la isla de Tenerife están rematados por encima de los 3000 m por el piso oromediterráneo.

Tabla 14. Geoclinosecuencia de la vertiente septentrional de la isla de Tenerife de El Rincón al pico Teide (3.717m), expresada por sus macroseries y permamacroseries (geoclinosigmiom culminado por un geopermasigmiom).

Pisos bioclimáticos	Alianzas de referencia nomenclatural
Infra-termomediterráneo árido-semiárido inferior	<i>Aeonio-Euphorbion canariensis</i>
Infra-termomediterráneo semiárido superior-seco inferior	<i>Mayteno canariensis-Juniperion canariensis</i>
Termo-mesomediterráneo inferior seco superior-subhúmedo inferior	<i>Visneo mocanerae-Apollonion barbujanae</i>
Termo-mesomediterráneo subhúmedo-húmedo	<i>Ixantho viscosae-Laurion novocanariensis</i>
Meso-supramediterráneo inferior seco-subhúmedo inferior	<i>Cisto symphytifolii-Pinion canariensis</i>
Supra-oromediterráneo inferior seco	<i>Spartocytision supranubii</i>
Oromediterráneo superior seco	<i>Violion cheiranthifoliae</i>

La geoclinosecuencia de Tenerife es la que posee un mayor número de pisos de vegetación de las Canarias. Resumida por geomacroseries de vegetación (geosigmiom) desde la playa del Rincón junto al Puerto de la Cruz a la cumbre del Teide se resume en la Tabla 14.

VEGETACIÓN DE CABO VERDE

La relación de la vegetación potencial y actual de Cabo Verde, sobre todo la de sus pisos bioclimáticos termotropicales árido-semiáridos, hay que buscarla en primer lugar en el territorio geobotánico Tropical Africano y lógicamente por ser la más próxima en la región tropical Sahelo-Sudánica. En lo que respecta a la vegetación potencial del archipiélago, he-

mos considerado (RIVAS-MARTÍNEZ, LOUSÁ, COSTA & DUARTE, in press.) que, dejando a un lado la litoral halófila y psammófila –muchas de ellas comunidades permanentes (permseries)– tanto la climatófila como la edafófila pueden agruparse en una nueva clase de vegetación *Periploca chevalieri-Sarcostemetea daltonii*, que reuniría todas las comunidades maduras fruticosas y sabanoides, infra-mesotropicales hiperárido-subhúmedas caboverdianas. El primer orden, *Periploca chevalieri-Sarcostemetea daltonii*, representaría a las micro-altifruticedas hiperárido-subhúmedas infra-mesotropicales y estaría formado por dos alianzas: *Asparago squarrosi-Sarcostemion daltonii*, infra-termotropical hiperárido-árida, y *Globulario amygdalifoliae-Artemision gorgoni*, mesotropical seco-subhúmeda. Un segundo orden *Dichrostachyo platycarpae-Acacietaalia albidae*, termotropical árido-seco, agruparía tanto a las sabanas semidesérticas y xéricas (*Sideroxylo marginatae-Acacion albidae*) como a los palmares psammófilos litorales (*Phoenicion atlantidis*) y a los tarajales de barrancos y ramblas enarenadas (*Tamaricion senegalensis*).

Todo el bioclima caboverdiano es tropical. La fórmula bioclimática que definiría todo el conjunto del archipiélago puede compendiarse del siguiente modo: Los valores umbrales son: It 715-240, Io 0.3-5.4, Ic 3.0-7.0, Iod₃ 0.0-0.8; es decir, infratropical superior-supratropical inferior, hiperárido inferior, subhúmedo superior, ultrahiperocéánico atenuado-euhiperocéánico atenuado; índice ombrotérmico del trimestre de menor precipitación del año: ultrahiperárido inferior-árido superior.

La flora de Cabo Verde es pobre por su aridez y probablemente por los recurrentes periodos plurianuales de extrema sequía que se han ido sucediendo durante milenios (675 especies nativas y naturalizadas de las cuales 81 son endémicas del archipiélago). La flora tropical en buena parte africana es la dominante, como puede comprobarse porque el 39 % de los géneros de plantas vasculares nativas o naturalizadas de Cabo Verde tiene esa distribución. Ordenados alfabéticamente son los siguientes: *Abrus*, *Abutilon*, *Aerva*, *Acacia*, *Anticharis*, *Athrasyon*, *Blainvillea*, *Blumea*, *Blutaparion*, *Borreria*, *Brachiaria*, *Caylusia*, *Celosia*, *Clitoria*, *Cenchrus*, *Chloris*, *Coculus*, *Commelina*, *Corchorus*, *Crotalaria*, *Dactyloctenium*, *Dalechampia*, *Dychrostachys*, *Diploteria*, *Elionurus*, *Emilia*, *Enteropogon*, *Eranthemum*, *Eriocaulon*, *Eriochloa*, *Eulophia*, *Ficus*, *Grewia*, *Hypodematium*, *Hackelochloa*, *Hermannia*, *Indigofera*, *Ipomoea*, *Kohautia*, *Leptothryum*, *Laportea*, *Macrotyloma*, *Melhania*, *Melinis*, *Merremia*, *Momordica*, *Monsonia*, *Nelsonia*, *Nephrolepis*, *Nervilia*, *Nesaea*, *Oldelandia*, *Oplismenus*, *Pegoletia*, *Pennisetum*, *Pentodon*, *Peristrophe*, *Phyllanthus*, *Pluchea*, *Rhynchosia*, *Rogeria*, *Schmidtia*, *Schoenofeldia*, *Sclerocarpus*, *Seetzenia*, *Sehima*, *Senna*, *Sesamum*, *Sesbania*, *Sesuvium*, *Sida*, *Sideroxylon*, *Stictocardia*, *Tephrosia*, *Teramnus*, *Tetrapogon*, *Themeda*, *Trianthema*, *Trichodesma*, *Tripogon*, *Triumfetta*, *Urena*, *Vernonia*, *Waltheria*, *Zaleyia*, *Zornia*.

Sobre algunos endemismos caboverdianos voy a hacer a continuación breves comentarios biogeográficos o taxonómicos. Una de las especies más significativas y adaptadas al clima desértico del archipiélago, que existe en casi todas las islas, es el endemismo *Sarcostema daltonii* Decaisne (*Asclepiadaceae*), arbusto áfilo muy ramificado, cundidor y succulento, perteneciente a un género paleotropical con diez especies afroindostánicas, ausente de la región Sahelo-Sudánica, cuyo taxon correspondiente parece el elemento namibio-surafricano *Sarcostema thunbergii* Don. *Periploca chevalieri* Browicz in *Arbor. Kórnickie* 11:38. 1966 (*Asplediaceae*), es un endemismo caboverdiano arbustivo, termo-mesotropical árido-seco, que existe en todas las islas del archipiélago con montañas superiores a los 900 m; perteneciente a un género de una docena de especies, de óptimo afro-arábigo tropical, pero con disyun-

ciones mediterráneas afroeuropas, saharianas y canarienses (*Periploca angustifolia* Labill., *P. laevigata* Aiton, *P. graeca* L. y *P. aphylla* Decaisne). *Periploca chevalieri* Browicz, debe tener rango de especie, habida cuenta sus consistentes diferencias morfológicas frente a *Periploca laevigata* Aiton, *Hort. Kew*, ed. 1: 301. 1789 (endemismo canariense) y a *Periploca angustifolia* Labill., *Icon. Pl. Syr.* 2: 13. 1791, taxon Saharo mediterráneo y mediterráneo magrebí árido, con disyunciones europeas murciano-almerienses y pantelleriano-maltesas. Los mejores caracteres que independizan a *Periploca chevalieri* son: sus grandes hojas persistentes lanceolado acuminadas íntegras de hasta 8 cm, sus inflorescencias multifloras con flores grandes de hasta 20 mm con sus lóbulos truncado retusos y, sobre todo, sus grandes folículos patentes y horizontales en la madurez de hasta 14 m cada uno. Según Browicz, la mayor afinidad del taxon caboverdiano la tiene *Periploca somaliensis* Browicz, elemento somalí y de la antigua flora árida tropical africana (Rand Flora).

Tabla 15. Geoclinosecuencia de la vertiente meridional de la isla de Fogo desde Punta Furada hasta la base del reciente cono volcánico somital del pico Fogo (2.829 m), todavía no colonizado; expresada por la catena altitudinal de las alianzas de referencia de las macro-series (geoclinosigimion o geoclinomacroserie).

Pisos bioclimáticos	Alianzas de referencia nomenclatural
Infra-termotropical inferior hiperárido-árido inferior	<i>Asparago squarrosi-Sarcostemion daltonii</i>
Termotropical árido superior-seco	<i>Sideroxylo marginatae-Acacion albidae</i>
Mesotropical seco-subhúmedo	<i>Globulario amygdalifoliae-Artemision gorgoni</i>

Los endemismos caboverdianos de los géneros *Diplotaxis*, *Globularia*, *Helianthemum*, *Lotus*, *Phagnalon* y *Micromeria*, poseen un origen mediterráneo afro europeo evidente, ya que sus linajes lo tienen. No hay que olvidar que la corriente fría de Canarias y los vientos alisios del nordeste llegan cerca de Cabo Verde y que el bioclima de las costas africanas desde Senegal a Marruecos ha fluctuado latitudinalmente mucho durante el Plioceno y el Pleistoceno. También son ilustrativas y destacables las geosinvariancias entre algunos endemismos rupícolas o leptosólicos dendromorfos chaparros, leñosos o paquicaules, caboverdianos y canarienses, pertenecientes a géneros afrotropicales o euroasiático-africanos *Sonchus* (*Dendrosonchus*), *Aeonium* y *Echium*, que tienen su mayor representación actual en las Islas Canarias y réplicas en Cabo Verde, como sucede con *Sonchus daltonii*, *Aeonium gorgonum* y *Echium hypertropicum* o *E. vulcanorum*, que ponen de manifiesto flujos migratorios antiguos significativamente ajenos a los actuales bioclimas de los territorios. La geoclinosecuencia que hemos elegido como modelo caboverdiano (Tabla 15), corresponde a la vertiente meridional de la isla de Fogo desde el mar en Punta Furada hasta el pie del cono volcánico reciente de pico Fogo (2.829 m), aún sin colonizar desde la última erupción (abril 1995).

ESQUEMA SINTAXONÓMICO DE LA MACARONESIA

A modo de resumen fitosociológico de este trabajo, se expone a continuación con brevedad, la sintaxonomía de las alianzas que representan a la vegetación potencial de los archipiélagos de la Macaronesia. Para mayor información sintaxonómica y especies características, véanse los siguientes trabajos de síntesis: RIVAS-MARTÍNEZ, WILDPRET *et al.* (1993), CAPELO *et al.* (2000), RIVAS-MARTÍNEZ, *et al.* (2000, 2002), DEL ARCO *et al.* (2006), RIVAS-MARTÍNEZ (2009), COSTA *et al.* (2009).

[Archipiélago de las Azores]

73. LAURO AZORICAE-JUNIPERETEA BREVIFOLIAE
Microbosques perennifolios laurifolios, esclerófilos o micrófilos y altifruticadas climatófilas, edafófilas o seriales, infra-supratemplados subhúmedo-húmedos, nebulosos y subhiperoceánicos, endémicos de las Azores.
- 73a. ERICETALIA AZORICAE
Orden único.
- 73.1. Calcito macrocarpaee-Juniperion brevifoliae
Microbosques micrófilos, edafófilos de *Juniperus brevifolia*, litosólicos o turbícolas, meso-supratemplados hiperhúmedo-ultrahiperhúmedos.
- 73.2. Pittosporo undulati-Myricion fayae
Microbosques esclerófilos climatófilos y edafoixerófilos de *Picconia azorica* y *Myrica faya*, infra-termomediterráneos y submediterráneos subhúmedo-húmedos, en parte sustituidos por los neófitos *Hedychium gardnerianum* Roscoe (Himalay) y *Pittosporum undulatum* Vent (Australia suroriental).
- 73.3. Dryopterido azoricae-Laurion azoricae
Microbosques lauroides climatófilos de *Prunus azorica* y *Laurus azorica*, termomesotemplados húmedo-ultrahiperhúmedos.

[Archipiélago de Canarias]

78. CHAMAECYTISO-PINETEA CANARIENSIS
Bosques de coníferas, altifruticadas retamoides y sufruticadas altioreinas climatófilas, edafoixerófilas, y seriales, meso-oromediterráneos seco-húmedos, hiperoceánicos moderados, endémicos de las Islas Canarias Occidentales.
- 78a. CHAMAECYTISO-PINETALIA CANARIENSIS
Pinares canarios (*Pinus canariensis*) y enebrales de cedros canarios (*Juniperus cedrus*), climatófilos y edafoixerófilos, meso-supramediterráneos seco-húmedos.
- 78.1. Cisto symphytifolii-Pinion canariensis
Meso-microbosques climatófilos de *Pinus canariensis* meso-supramediterráneos seco-húmedos.
- 78.5. Juniperion cedri
Microbosques edafoixerófilos de (*Juniperus cedrus*), meso-supramediterráneos seco-húmedos de los escarpes de las Cañadas del Teide y de la Caldera de Taburiente (La Palma).
- 78b. SPARTOCYTISETALIA SUPRANUBII
Altifruticadas de retamas del Teide (*Spartocytisus supranubius*) y sufruticadas alti-

reinas de violetas del Teide (*Viola cheiranthifolia*), meso-oromediterráneas seco-húmedas de las islas de Tenerife y La Palma.

- 78.2. Spartocytisus supranubii
Altifruticadas climatófilas y seriales de *Spartocytisus supranubius*, meso-oromediterráneas seco-húmedas de las islas de Tenerife y La Palma.
- 78.3. Violion cheiranthifoliae
Sufruticadas altioreinas glareosas permanentes de *Viola cheiranthifolia*, oromediterráneas subhúmedas de Tenerife.
79. KLEINIO NERIIFOLIAE-EUPHORBIEA CANARIENSIS
Micro-altifruticadas suculentas: cardonales, tabaibales, toldares y baleras climatófilas, edafoixerófilas y seriales, infra-termomediterráneas hiperárido-semiáridas, hiperoceánicas acusadas, endémicas de las Islas Canarias.
- 79a. KLEINIO NERIIFOLIAE-EUPHORBIEA CANARIENSIS
Orden único. Constituido por cardonales (*Euphorbia canariensis*), tabaibales dulces (*Euphorbia balsamifera*), tabaibales amargos (*Euphorbia lamarckii*), tabaibales wildpretianos (*E. lamarckii* subsp. *wildpretii*), tabaibales salvajes (*Euphorbia regisjuba*), toldares (*Euphorbia aphylla*) y baleras (*Plocama pendula*).
- 79.1. Aeonio-Euphorbion
Micro-altifruticadas suculentas canarienses: cardonales (*Aeonio-Euphorbion canariensis*: altifruticadas climatófilas árido-semiáridas), tabaibales dulces (*Helianthemum-Euphorbion balsamiferae*: mesofruticadas climatófilas hiperárido-áridas y edafoixerófilas semiáridas) y toldares (*Euphorbion aphyllae*: microfruticadas edafoixerófilas-anemógenas exclusivamente canarias centrales: C, T, G).
- 79.2. Euphorbion regisjuba-lamarckii
Mesofruticadas suculentas de tabaibas salvajes y amargas (*Euphorbion regisjuba-lamarckii*: edafoixerófilas de malpais cascajosas inestables o seriales de suelos removidos, árido-semiáridos), así como mesofruticadas retamoides de balos (*Plocamion pendulae*: edafoixerófilas derrubiales y ramblares, hiperárido-áridas).

[Archipiélagos de Canarias y de Madeira]

80. RHAMNO CRENULATAE-OLEETEA CERASIFORMIS
Microbosques esclerófilos o escuamiformes, palmerales canarios y retamares blancos, climatófilos, edafoixerófilos, derrubiales o temporihigrófilos, infra-termomediterráneos semiárido-secos, euhiperoceánicos e hiperoceánicos moderados, endémicos de Canarias y Madeira.
- 80a. RHAMNO CRENULATAE-OLEETALIA CERASIFORMIS
Orden climatófilo con cuatro alianzas: sabinas y acebuchales canarios (*Mayteno canariensis-Juniperion canariensis*), acebuchales madeirenses (*Mayteno umbellatae-Oleion maderensis*), palmerales canarios (*Phoenicion canariensis*) y retamares blancos canarios (*Retamion rhodorhizoidis*).
- 80.1. Mayteno canariensis-Juniperion canariensis
Microbosques esclerófilos y escuamiformes de *Juniperus canariensis* y *Olea cerasiformis*, climatófilos, infra-termomediterráneos semiárido-secos, endémicos de todas las grandes islas de Canarias (ausentes del archipiélago Chinijo y de las Islas Salvajes).

- 80.2. Mayteno umbellatae-Oleion maderensis
Microbosques esclerófilos de *Olea maderensis* y altifruticadas a veces crasicauales (*Euphorbia piscatoria*), climatófilos y edafoxerófilos infra-termomediterráneos semiárido superior-subhúmedo inferior, endémicos del archipiélago de Madeira.
- 80.6. Retamation rhodorhizoidis
Altifruticadas retamoides de *Retama rhodorhizoides* y a veces de *Euphorbia atropurpurea* (tabaiba majorera), edafoxerófilas derrubiales y litosólicas, infra-termomediterráneas semiárido-secas, endémicas canarias occidentales.
- 80.7. Phoenicion canariensis
Palmerales de *Phoenix canariensis* temporihigrófilos coluviales, infra-termomediterráneos árido-secos, endémicos del Archipiélago Canario.
82. PRUNO HIXAE-LAURETEA NOVOCANARIENSIS
Bosques perennifolios laurifolios y micrófilos ericoides, climatófilos y edafohigrófilos, nebulosos y heminebulosos, infra-mesomediterráneos subhúmedo-húmedos e infra-supratemplados subhúmedo-ultrahiperhúmedos, euhiperoceánicos y subhiperoceánicos, endémicos canario-madirenses. También se integran en esta clase los microbosques deciduos rivulares con sus zarzales seriales (82c. *Rubo bollei-Salicetalia canariensis*), así como las altifruticadas seriales de brezos canarios (82a. *Andryalo pinnatifidae-Ericetalia canariensis*), endémicas de los mismos territorios
- 82b. PRUNO HIXAE-LAURETALIA NOVOCANARIENSIS
Bosques laurifolios mesofíticos o temporihigrófilos mediterráneos nebulosos canarienses (*Ixantho-Laurion novocanariensis*); bosques laurifolios y esclerófilos submesofíticos heminebulosos mediterráneos canario-madirenses (*Visneo-Apollonion barbujanae*); bosques laurifolios mesofíticos y subhigrófiticos nebulosos templados húmedo-hiperhúmedos madirenses (*Sibthorpio peregrinae-Clethrion arboreae*), así como los microbosques ericoides mesofíticos heminebulosos supratemplados ultrahiperhúmedos madirenses (*Polysticho falcinelli-Ericion canariensis*).
- 82.4. Ixantho viscosae-Laurion novocanariensis
Bosques laurifolios mesofíticos o temporihigrófilos, nebulosos, infra-termomediterráneos subhúmedo-húmedos, euhiperoceánicos, endémicos canarios occidentales.
- 82.5. Visneo mocanerae-Apollonion barbujanae
Bosques laurifolios y esclerófilos submesofíticos heminebulosos, infra-termomediterráneos seco-húmedos, euhiperoceánicos, endémicos canarios occidentales y madirenses.
- 82.6. Sibthorpio peregrinae-Clethrion arboreae
Bosques laurifolios mesofíticos o subhigrófiticos nebulosos, termo-mesotemplados húmedo-hiperhúmedos, euhiperoceánicos, endémicos madirenses.
- 82.7. Polysticho falcinelli-Ericion canariensis
Microbosques ericoides mesofíticos heminebulosos de *Erica canariensis*, supratemplados ultrahiperhúmedos, subhiperoceánicos, endémicos madirenses.
- 82c. RUBO BOLLEI-SALICETALIA CANARIENSIS
Microbosques deciduos rivulares de *Salix canariensis* y zarzales seriales con bejucos, infra-mesomediterráneos e infra-mesotemplados, endémicos canario-madirenses.

- 82.9. Salicion canariensis
Microbosques rivulares deciduos de sauces canarios, de cauces de aguas permanentes o semipermanentes que tienen su origen o atraviesan bosques laurifolios.

[Archipiélago de Cabo Verde]

90. PERIPLOCO CHEVALIERI-SARCOSTEMETE DALTONII
Fruticadas y sabanas desérticas o xéricas climatófilas, infra-mesotropicals hiperárido-subhúmedas, hiperoceánicas extremadas, endémicas de la provincia biogeográfica Caboverdiana. [Rivas-Martínez, Lousã, J. C. Costa & C. Duarte son los autores de esta clase y de los sintáxones subordinados (in press)].
- 90a. PERIPLOCO CHEVALIERI-SARCOSTEMETA LIA DALTONII
Micro-altifruticadas, infra-mesotropicals hiperárido-subhúmedas, hiperoceánicas extremadas, endémicas de Cabo Verde.
- 90.1. Asparago squarrosi-Sarcostemion daltonii
Micro-mesofruticadas, infra-termotropicals hiperárido-semiáridas, hiperoceánicas extremadas, endémicas de Cabo Verde.
- 90.2. Globulario amygdalinae-Artemision gorgoni
Meso-altifruticadas, infra-termotropicals seco-subhúmedas, hiperoceánicas extremadas, endémicas de Cabo Verde.
- 90b. DICHROSTACHYO PLATYCARPAE-ACACIETALIA ALBIDAE
Sabanas desértico-xéricas, termotropicals árido-secas hiperoceánicas extremadas, endémicas de Cabo Verde.
- 90.3. Sideroxylo marginatae-Acacion albidae
Sabanas desértico-xéricas, termotropicals árido-secas, hiperoceánicas extremadas, endémicas de Cabo Verde.
- 90.4. Phoenicion atlantidis
Palmerales litorales termotropicals áridos, temporihigrófilos y psammófilos, hiperoceánicos extremados, endémicos de Cabo Verde.
- 90.5. Tamaricion senegalensis
Tarajales de barrancos y ramblas arenosas termotropicals árido-secos, hiperoceánicos extremados, endémicos de Cabo Verde.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer cordialmente a Ángel Penas, Sara del Río, Luis Herrero e Ignacio Prieto, de la Universidad de León, su inestimable y valiosa ayuda en la preparación del original de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEBES, J.R. & P.L. PÉREZ DE PAZ, 1985. Contribución al estudio de la flora y vegetación de las Islas Salvajes: validaciones. *Vieraea* 14 (1-2): 153-155.
- ACEBES, J.R., M. DEL ARCO, A. GARCÍA GALLO, M.C. LEÓN, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ & W. WILDPRET, 2001. Divisiones Pteridophyta, Spermatophyta. In IZQUIERDO, I., J.L. MARTÍN, N. ZURITA & M. ARECHAVALTA (Eds.): *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. 98-140 & 328-348. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.

- ACEBES, J.R., M. DEL ARCO & W. WILDPRET, 1992. Revisión taxonómica de *Chamaecytisus proliferus* (L. fil.) Link en Canarias. *Vieraea* 20: 191-202.
- ALCARAZ, F. 1996. Fitosociología integrada, paisaje y Biogeografía. In LOIDI, J. (Ed.): *Avances en Fitosociología*: 59-94. Ed. Universidad del País Vasco.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & T. FERNÁNDEZ-MARRON, 1984. Comparaisons des paléoclimats du Tertiaire de Sarreal et de Ribesalbes (Espagne) par l'étude des types foliaires. *C. R. 99e Cong. Soc. Savantes, Paris* 2: 367-372.
- ARANA, V. & J.C. CARRACEDO, 1978. *Los volcanes de las Islas Canarias I. Tenerife*. Ediciones Rueda. Madrid. 151 pp.
- ASENSI, A., 1996. Fitosociología y paisaje (Una aproximación histórica). In LOIDI, J. (Ed.): *Avances en Fitosociología*: 43-58. Ed. Universidad País Vasco.
- AXELROD, D.I., 1973. Hystorie of the Mediteranean ecosystem in California. In DI CASTRI, F. & H. A. MOONEY (Eds.): *Mediterranean-type Ecosystems Origin and Structure. Ecological Studies*, 7: 225-283; New York, Springer Verlag.
- AXELROD, D.I., 1975. Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62: 280-334.
- AXELROD, D.I. & P. RAVEN, 1978. Late cretaceous and tertiary history of Africa. In WERGER, M. J. A. (Eds.): *Biogeography and Ecology of Southern Africa*. 77-130, Jang, The Hague.
- BALARÓN, L., 1997. El clima mediterráneo y sus características en el contexto de la circulación general atmosférica. In IBAÑEZ, J.J., B.L. VALERO & C. MACHADO (Eds.): *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*: 131-160. Geoforma Ediciones. Logroño.
- BARBERO, M., P. QUEZEL & S. RIVAS-MARTINEZ, 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia* 9(3): 311-412.
- BENABIB, A. & M. FENNANE, 1994. Connaissances sur la végétation du Maroc. *Lazaroa* 14: 21-97.
- BIONDI, E., 1996. L'analisi fitosociologica nelle studio integrato del paesaggio. In LOIDI, J. (Ed.): *Avances en Fitosociología*: 13-22. Ed. Universidad del País Vasco.
- BIONDI, E., J.C. KOENIGUER & C. PRIVIGILL, 1985. Bois fossiles et végétations arborescentes des régions méditerranéennes durant le Tertiaire. *Giornale Botanico Italiano* 116(3-4): 167-196.
- BOLOS, O. de, 1963. Botánica y Geografía. *Mem. Real Acad. Ci. Barcelona*, 34: 443-480.
- BOLOS, O. de, 1984. Plant landscape (phytogeographie). In KUHBIER, H., J.A. ALCOVER & T. GUERAU (eds.): *Biogeography and Ecology of the pitiusic Islands*: 185-221.
- BRAMWELL, D., 1972. Endemism in the flora of the Canary Islands. In D.H. Valentine (Ed.): *Taxonomy, phytogeography and evolution*: 141-159. Ipswich.
- BRAMWELL, D., 1985. Contribución a la biogeografía de las Islas Canarias. *Botanica macaronésica* 14: 3-34.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1928. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Ed. Springer 330 pp. Berlin.
- BRAUN-BLANQUET, J. & W. DIEMONT, 1936. *Bibliographia Phytosociologica. Región Mediterránea*. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET, J. & M. MOOR, 1936. *Prodromus der Pflanzengesellschaften. 5. Verband des Bromion erecti*. Montpellier.
- BROCHMANN, C., O.H. RUSTAN, W. LOBIN & N. KILIAN, 1997. The endemic vascular plants of the Cape Verde Islands, N Africa. *Sommerfeltia* 24: 1-356. Oslo.
- CAPELO, J., 2003. *Conceitos e Métodos da Fitosociologia. Formulação Contemporânea e Métodos Numéricos de Análise da Vegeação*. Estação Florestal Nacional/Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. Oeiras.
- CAPELO, J., J.C. COSTA, M. LOUSÃ, S. FONTINHA, R. JARDIM, M. SEQUEIRA & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 2000. Vegetação da Madeira (Portugal). I. Aproximação à tipologia fitossociológica. *Silva Lusit.* 7(2): 257-282.
- CAPELO, J., J.C. COSTA, R. JARDIM, M. SEQUEIRA, C. AGUIAR & M. LOUSÃ, 2003. The vegetation of Madeira II. Woody caulirosetted communities of evergreen forest clearings: Euphorbion melliferae all. nova. *Silva Lusit.* 11(2): 111-113.
- CAPELO, J., J.C. COSTA, R. JARDIM, M. SEQUEIRA, C. AGUIAR & M. LOUSÃ, 2003. The vegetation of Madeira III. Diplazio caudati-Perseetum indicae ass. nova and Rhamno glandulosi-Sambucetum lanceolatae ass. nova: two new hygrophilic forest associations from Madeira Island. *Silva Lusit.* 11(2): 113-116.
- CAPELO, J., J.C. COSTA, R. JARDIM, M. SEQUEIRA & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 2003. The vegetation of Madeira VIII: Advances on the phytosociological survey of non nitrophyllous vegetation of the Madeira archipelago. *Silva Lusit.* 11(2): 256-263.
- CAPELO, J., M. SEQUEIRA, R. JARDIM, J.C. COSTA & S. MESQUITA, 2004. Guia da Excursão Geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à Ilha da Madeira. In CAPELO, J. (ed.): *A paisagem vegetal da Ilha da Madeira. Quercetea* 6: 5-45.
- CAPELO, J., M. SEQUEIRA, R. JARDIM, S. MESQUITA & J.C. COSTA, 2005. The vegetation of Madeira Island (Portugal). A brief overview and excursion guide. *Quercetea* 7: 95-122.
- CEBALLOS, L. & F. ORTUÑO, 1951. *Estudio sobre la Vegetación y la Flora Forestal de las Canarias occidentales*. Madrid. 465 pp.
- CHEVALIER, A., 1935. Les îles du Cap Vert, Flore de l'archipel. *Rev. Bot. Appl.* 15: 753-1090.
- COSTA, J.C., C. AGUIAR, J. CAPELO, M. LOUSA & C. NETO, 1999. Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea* 0: 5-56.
- COSTA, J.C., S. RIVAS-MARTÍNEZ, J. CAPELO, M. LOUSÃ, S. FONTINHA, R. JARDIM & M. SEQUEIRA, 2000. *As comunidades florestais da Ilha da Madeira: composição florística e contribuição para a sua conservação*. II Jornadas Florestais Insulares. Direcção Regional de Florestas. Funchal. 51 pp.
- COSTA, J.C., J. CAPELO, R. JARDIM, M. SEQUEIRA, M. LOUSÃ, M.D. ESPÍRITO SANTO & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 2003. A vegetação da Madeira VII: A classe Molínió-Arthenatheretea Tüxen 1937 e Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tüxen 1937 ex Westhoff, Dijck & Passchier. *Silva Lusit.* 11(2): 251-256.
- COSTA, J.C., M.D. ESPÍRITO SANTO, R. JARDIM, M. SEQUEIRA & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 2003. *A classe Polygono-Poetea annuae Rivas-Martínez 1975 no Arquipélago da Madeira*. Libro de resúmenes das XIX Jornadas de Fitosociologia. Congr. Intern. Fitosoc. 117 pp.
- COSTA, J.C., J. CAPELO, R. JARDIM & M. SEQUEIRA, 2004. Catálogo florístico do Arquipélago da Madeira. In CAPELO, J. (Ed.). *A paisagem vegetal da Ilha da Madeira. Quercetea* 6: 187-200.
- COSTA, J.C., J. CAPELO, R. JARDIM, M. SEQUEIRA, D. ESPÍRITO-SANTO, M. LOUSÃ, S. FONTINHA, C. AGUIAR & S. RIVAS-MARTÍNEZ, 2004. Catálogo sintaxonómico e florístico das comunidades vegetais da Madeira e Porto Santo. *Quercetea* 6: 61-185.
- COSTA, M., 1997. *Biogeografia*. In IZCO, J. & al.: *Botánica*: 683-742. McGraw-Hill.
- DEIL, U., 1989. Vicariance, pseudovicariance et correspondance. Réflexions sur quelques notions de taxonomie et de syntaxonomie et les possibilités d'une approche symphylogénétique. *Coll. Phytosociol.* 18: 165-178.
- DEL ARCO, M., 1986. Colonización vegetal de las Islas Canarias. In PÉREZ, P. L. & F. VALDÉS (Eds.): *Origen y evolución de la vida*: 105-124. Secr. Public. Universidad de La Laguna. Ser. Informes nº 21.
- DEL ARCO, M., 2008. *Consecuencias del cambio climático sobre la flora y vegetación canaria*. In MÉNDEZ PÉREZ, J.M. & M. VÁZQUEZ ABELEDO (Eds.): *El Cambio Climático en Canarias*: 79-100. Academia Canaria de Ciencias. Serie Monografías Nº 1. ISBN: 978-84-612-2434-0.

- DEL ARCO, M., 2008. La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual. In AFONSO CARRILLO, J. (Eds.): *Naturaleza amenazada por los cambios del clima*: 105-140. Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz. Tenerife. ISBN: 978-84-612-6456-8.
- DEL ARCO, M. & R. GONZÁLEZ, 2003. El bioclima de Gran Canaria. In RODRÍGUEZ, O. (Ed.): *Apuntes sobre flora y vegetación de Gran Canaria*: 33-40. Cabildo de Gran Canaria.
- DEL ARCO, M. & O. RODRÍGUEZ, 1999. Flora y vegetación. In: *Enciclopedia temática e ilustrada de las Islas Canarias*: 62-82. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- DEL ARCO, M. & O. RODRÍGUEZ, 2003. Las comunidades vegetales de Gran Canaria. In RODRÍGUEZ, O. (Ed.): *Apuntes sobre flora y vegetación de Gran Canaria*: 71-134. Cabildo de Gran Canaria.
- DEL ARCO, M.J., P.L. PÉREZ DE PAZ, W. WILDPRET, L. LUCÍA & M. SALAS, 1990. *Atlas cartográfico de los pinares canarios. I. La Gomera y El Hierro*. Vicecons. Med. Amb. Gobierno de Canarias 90 pp + mapas. Santa Cruz de Tenerife.
- DEL ARCO, M.J., P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ, M. SALAS & W. WILDPRET, 1992. *Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios: II. Tenerife*. Dirección General de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias. 228 pp. + 44 mapas.
- DEL ARCO, M., J.R. ACEBES & P.L. PÉREZ DE PAZ, 1996. Bioclimatology and climatophilous vegetation of the Island of Hierro (Canary Islands). *Phytocoenologia* 26(4): 445-479.
- DEL ARCO, M.J., J.R. ACEBES, P.L. PÉREZ DE PAZ & M.C. MARRERO, 1999. Bioclimatology and climatophilous vegetation of El Hierro (part 2) and La Palma (Canary Islands). *Phytocoenologia* 29(2): 253-290.
- DEL ARCO, M., M. SALAS, J.R. ACEBES, M.C. MARRERO, J.A. REYES-BETANCORT & P.L. PÉREZ DE PAZ, 2002. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gran Canaria (Canary Islands). *Ann. Bot. Fennici* 39: 15-41.
- DEL ARCO, M., P.L. PÉREZ DE PAZ, J.R. ACEBES, J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, J.A. REYES-BETANCORT, J.A. BERMEJO, S. DE ARMAS & R. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, 2006. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). *Annales Botanici Fennici* 43(3): 167-192.
- DEL ARCO, M., W. WILDPRET, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ, J. R. ACEBES, A. GARCÍA-GALLO, V. E. MARTÍN OSORIO, J. A. REYES, M. SALAS, M. A. DÍAZ, J. A. BERMEJO, R. GONZÁLEZ, M. V. CABRERA & S. GARCÍA, 2006. *Mapa de vegetación de Canarias*. GRAFCAN. Sta. Cruz de Tenerife.
- DEL ARCO, M., O. RODRÍGUEZ-DELGADO, J. R. ACEBES, A. GARCÍA-GALLO, P. L. PÉREZ DE PAZ, J. M. GONZÁLEZ-MANCEBO, R. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ & V. GARZÓN, 2009. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gomera (Canary Islands). *Annales Botanici Fennici* 46: 161-191.
- DÍAZ, T.E., 2004. Pasado, presente y futuro de la Fitosociología española. *Lazaroa* 25: 3-13.
- DIERSCHKE, H., 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen un Methoden*. Verlag. Eugen Ulmer, Stuttgart. 683 pp.
- DIETZ, R., 1961. Ocean basin evolution by spreading of the sea floor. *Nature* 190: 854-857.
- ENGLER, A., 1910. Über die vegetation der Kanarischen Inseln. *Die Pflanzenwelt Afrikas* 1(67): 822-866. Leipzig.
- FENNANE, M. & M. IBN TATTOU, 1998. Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées oy endémiques du Maroc. *Bocconea* 81: 5-243.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., 1997. Bioclimatología. In IZCO, J. et al.: *Botánica*: 607-682. McGraw-Hill.
- GÉHU, J.M., 2006. *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétaux*. J. Cramer, Berlin. 899 pp.

- HESS, H. H., 1962. History of ocean basins. In ENGLER, A.E.J., H.I. JAMES & B.F. LEONARD (Eds.): *Petrologic Studes: a Volume in Honor of A. F. Buddington*: 599-620. Geol. Soc. Am.
- HUGUET DEL VILLAR, E., 1929. *Geobotánica*. Ed. Labor Barcelona.
- IZCO, J., 1980. The role of phytosociological data in floras and taxonomy. *Bot. J. Linnaean Soc.* 80: 179-190.
- IZCO, J., 1998. Diversidad fitosociológica. Riqueza de cabezas de series sucesionales en relación con la altitud. *Acta Bot. Barcinon.* 45: 525-534.
- LOIDI, J., 2004. Phytosociology and Biodiversity: an undissociable relationship. *Fitosociologia* 41(1) suppl. 1: 3-13.
- LOUSÁ, M., 2004. Bioclimatología e series de vegetação de Portugal. *Lazaroa* 25:83-86.
- MARTÍN OSORIO, V.E. & B. HERNÁNDEZ, 2003. Comunidad primocolonizadora de taludes de derrubios gelifractos en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). *Vieraea* 31: 281-292.
- MARTÍN, V.E., W. WILDPRET, M. DEL ARCO, P. L. PÉREZ DE PAZ, B. HERNÁNDEZ BOLAÑOS, O. RODRÍGUEZ, J. R. ACEBES & A. GARCÍA GALLO, 2007. Estudio Bioclimático y Fitosociológico comparativo de la alta cumbre canaria: Tenerife-La Palma. Islas Canarias. *Phytocoenologia* 37: 663-697.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. & F. QUIRANTES, 1994. Relieve de las islas Canarias. In GUTIÉRREZ ELORZA, M. (ed.): *Geomorfología de España*: 495-526. Ediciones Rueda. Madrid.
- MEDAIL, F. & P. QUÉZEL, 1997. Hot-Spots analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Missouri Bot. Garden* 84: 112-127.
- MEDAIL, F. & P. QUÉZEL, 1999. The phytogeographical significance of S. W. Morocco compared to the Canary Islands. *Plant Ecology* 140: 221-244.
- MEDUS, J. & A. PONS, 1980. Les prédécesseurs des végétaux méditerranéens actuels jusqu'au début du Miocène. *Naturalia Monspeliensis*: 11-20.
- MONOD, TH., 1951. Biologie des régions arides. *Bases écol. régén. vég. Zones arides*: 33-44. U.I.S.B. Publ. UNESCO. Paris.
- OBERDORFER, E. 1965. Pflanzensoziologische Studien auf Teneriffa und Gomera (Kanarische Inseln). *Beitr. Naturf. Forsch. Südwestdeutschl.* 24(1): 47-104.
- PÉREZ DE PAZ, P.L. (Ed.), 1990. *Parque Nacional de Garajonay, Patrimonio Mundial*. ICONA y Excmo. Cabildo Insular de La Gomera. 349 pp.
- PÉREZ DE PAZ, P.L., 2004. Panorama actual de la cartografía de la vegetación de las Islas Canarias. *Lazaroa* 25: 51-62.
- PÉREZ DE PAZ, P.L. & J.R. ACEBES, 1983. Contribución al estudio de la flora y vegetación de las Islas Salvajes. *Proc. II Congr. Int. Profl. Macaronésica* 221-267.
- PÉREZ DE PAZ, P.L., M. DEL ARCO & W. WILDPRET, 1981. Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de El Hierro (Islas Canarias). I. *Lagascalia*: 10(1): 25-57.
- PÉREZ DE PAZ, P.L., M.J. DEL ARCO, O. RODRÍGUEZ, J.R. ACEBES, M.V. MARRERO & W. WILDPRET, 1994. *Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios III: La Palma*. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 160 pp. + 7 mapas.
- PÉREZ DE PAZ, P.L., M. SALAS, O. RODRÍGUEZ, J.R. ACEBES, M.J. DEL ARCO & W. WILDPRET, 1994. *Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios IV: Gran Canaria y plantaciones de Fuerteventura y Lanzarote*. Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 199 pp. + 22 mapas.
- PIGNATTI, S., 1980. Zum Problem der Höhenstufen und Vegetationszonen. *Phytocoenologia* 7: 52-64.
- PIGNATTI, S., 1994. *Ecologia del paesaggio*. U.T.E.T., Torino.
- PONS, A., 1964. Contribution palinologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région rhodanienne. *Ann. Soc. Nat. Bot. Paris* 5: 499-722.

- POTT, R., J. HÜPPE & W. WILDPRET, 2003. *Die Kanarischen Inseln. Natur- und Kulturlandschaften*. Stuttgart. 320 pp.
- QUÉZEL, P., 1957. *Peuplement végétale des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord*. Ed. Lechevalier. Paris.
- QUÉZEL, P., 1965. *La végétation du Sahara*. Ed. G. Fischer Stuttgart.
- QUÉZEL, P., 1978. Analysis of the flora of Mediterranean and Saharen Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65(2): 479-534.
- QUÉZEL, P., 1985. Definition of the Mediteranean region and origin of its flora. In C. GÓMEZ CAMPO (ed.): Plant conservation in the Mediteranean area. *Geobotany* 7: 9-24. Kluwer. Dordrecht.
- QUÉZEL, P., 1995. La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. *Ecol. Medit.* 21: 19-39.
- QUÉZEL, P., 1999. Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios* 32 (1): 19-32
- QUÉZEL, P., 2000. *Réflexions sur l'évolution de la flore et la végétation au Maghreb méditerranéen*. Ibis Press. Paris. 117 pp.
- QUÉZEL, P. & M. BARBERO, 1993. Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène: enseignements de la flore et de la végétation actuelles. *Bulletin d'Ecologie* 24 (2-4): 191-202.
- QUÉZEL, P., M. BARBERO, G. BONIN & R. LOISEL, 1980. Essais de corrélations phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne. *Naturalia Monspel.* (Colloques de la Fondation L. Emberger, 9-10 avril 1980): 101-126.
- QUÉZEL, P., M. BARBERO, A. BENABID. & S. RIVAS-MARTINEZ, 1994. Le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du Haut Atlas Oriental (Maroc). *Phytocoenologia* 22(4): 537-582.
- QUÉZEL, P., M. BARBERO, A. BENABID. & S. RIVAS-MARTINEZ, 1995. Les structures de végétation arborées à Acacia sur les revers meridional de l'Anti-Atlas et dans la vallée inferieure du Draa (Maroc). *Phytocoenologia* 25(2): 279-304.
- RAVEN, P., 1971. Relationships between Mediterranean Floras. In: *Plant Life of South-West Asia*: 119-134. Botanical Soc. Edimburg.
- REYES BETANCORT, J.A., W. WILDPRET & M.C. LEÓN-ARENCEBIA, 2001. The vegetation of Lanzarote (Canary Islands). *Phytocoenologia* 31(2): 185-247.
- RIVAS GODAY, S., 1961. Los complejos climáticos de la cartografía de la vegetación (necesidad de precisar la etapa de sustitución y establecer los dominios para su cartografía). *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* 59: 65-72. Madrid.
- RIVAS GODAY, S. & F. ESTEVE CHUECA, 1965. Ensayo fitosociológico de la Crassi-Euphorbiete macaronésica y estudio de los tabaibales y cardonales de Gran Canaria. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 22: 220-339.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1976. Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 33: 179-188.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1985. *Biogeografía y Vegetación*. Discurso de ingreso como Académico de Número. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 86 pp. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1994. Dynamic-zonal phytosociology as landscape science. *Phytocoenologia* 24: 23-25.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2005. *Avances en Geobotánica*. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005. Instituto de España, Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 142 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139: 135-144.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries. Parte I. *Itinera Geobot.* 17: 5-222.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2009. Mapa de series, geoseries y geopermaseries. Parte II. *Itinera Geobot.* 18(1/2): 3-912. (in press).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & RIVAS SÁENZ, 2009. *Global Bioclimatics*. www.globalbioclimatics.org.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., W. WILDPRET, M. DEL ARCO, O. RODRÍGUEZ, P.L. PÉREZ DE PAZ, A. GARCÍA-GALLO, J.R. ACEBES, T.E. DÍAZ & F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 1993. Las comunidades vegetales de la Isla de Tenerife (Islas Canarias). *Itinera Geobot.* 7: 169-374.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., W. WILDPRET, T.E. DÍAZ, P.L. PÉREZ DE PAZ, M. DEL ARCO & O. RODRÍGUEZ, 1993. Excursión guide. Outline vegetation of Tenerife Island (Canary Islands). *Itinera Geobot.* 7: 5-167.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. LOIDI, M. LOUSĂ & A. PENAS, 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T.E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSĂ & A. PENAS, 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobot.* 15 (1,2): 5-922.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T. E. DÍAZ, 2004a. *Biogeographic map of Europe*. ISBN 84-9773-276-6
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T. E. DÍAZ, 2004b. *Biogeographic map of Europe. Bioclimates*. ISBN 84-9773-276-6
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T. E. DÍAZ, 2004c. *Biogeographic map of Europe, Thermoclimatic belts*. ISBN 84-9773-276-6
- RODRÍGUEZ DELGADO, O., 1993. Bibliografía geobotánica canaria. *Itinera Geobotanica* 7: 437-508.
- RODRÍGUEZ DELGADO, O. (Ed.), 2003. *Apuntes sobre Flora y Vegetación de Gran Canaria*. Cabildo de Gran Canaria, Medio Ambiente y Aguas. 271 pp.
- RODRÍGUEZ DELGADO, O. (Ed.), 2005. *Patrimonio Natural de la isla de Fuerteventura*. Cabildo de Fuerteventura, Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Canarias, Centro de la Cultura Popular Canaria. 460 pp.
- RODRÍGUEZ, O., M. DEL ARCO, A. GARCÍA GALLO, J.R. ACEBES, P.L. PÉREZ DE PAZ & W. WILDPRET, 1998. *Catálogo Sintaxonomico de las Comunidades Vegetales de Plantas Vasculares de la Subregión Canaria: Islas Canarias e Islas Salvajes*. Materiales Didácticos Universitarios, serie: Biología I. Serv. Publ. Univ. La Laguna. La Laguna. 130 pp.
- RODRÍGUEZ, O., A. GARCÍA GALLO & J.A. REYES, 2001. Estudio fitosociológico de la vegetación actual de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 28: 61-98 (2000).
- RÖGL, F., 1999. Mediterranean and Paratethys paleogeography during the Oligocene and Miocene. In AGUSTI, ROOK & ANDREWS: *Humanoid Evolution and Climatic Changes in Europe*. Vol. I: 8-22. Cambridge Univ. Press.
- ROIRON, P., 1992. *Flores, végétations et climats du Néogène méditerranéen: apports de macrofiores du sud de la france et du S. E. de l'Espagne*. Thèse Doct. Es-Sc. Univ. Montpellier II. 296pp + annexes.
- RÜBEL, E., 1930. *Die Pflanzengesellschaften der Erde*. Ed. H. Huber. Berlin. 464 pp.
- SANTOS GUERRA, A., 1983a. Vegetación de la región Macaronésica. *Proc. II Congr. Int. pro fl. Macaronésica*, 19-25 de Junho de 1977: 185-203. Funchal.
- SANTOS, A. 1983b. *Vegetación y Flora de La Palma*. 348 pp. Ed. Interinsular Canaria S.A. Santa Cruz de Tenerife.
- SANTOS, A., 1990. *Bosques de Laurisilva en la región macaronésica*. Consejo de Europa. Colección Naturaleza y Medio Ambiente, nº 49. Estrasburgo. 79 pp.

- SANTOS, A. 1999. Origen y evolución de la flora Canaria. In FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., J.J. BACALLADO & J.A. BELMONTE (Eds.): *Ecología y cultura en Canarias*: 107-129. Tenerife.
- SCARTH, A. & J. C. TANGUY, 2001. *Volcanoes of Europe*. Oxford Univ. Press. Oxford. 243pp.
- SCHEIDEGGER, A. E., 2002. Morphometric analysis and its relation to tectonics in Macaronesia. *Geomorphology* 46: 95-115.
- SCHMITHÜSEN, J., 1959. *Allgemeine Vegetationsgeographie*. Berlin.
- SHIELDS, O., 1997. Is plate tectonics withstanding the test of time?. *Ann. Geofis. Roma* 40 (4): 955-962.
- SOCHAVA, V. 1962 *Principles and methods of vegetation mapping*. Mosca-Leningrado, Akad. Nauk U.R.S.S.
- STIERSTORFER, C., 2005. *The Vascular Plant Vegetation in the Forest Belt of El Hierro (Canary Islands)*. J. Cramer. Stuttgart. 375 pp. + láms.
- STORETVEDT, K. M., 1997. *Our Evolving Planet*. Alma Mater Forlag. Bergen. 456 pp.
- SUNDING, P., 1972. *The vegetation of Gran Canaria*. Skrifter utgit av det Norske Vindenskaps-Akademi i Oslo. I.Mat.-Naturv. Klasse. NY. Serie N° 29. (Universitetsforlaget) Oslo.
- SUNDING, P., 1979. Origins of Macaronesian Flora. In BRAMWELL (ed.): *Plant and Island*. 112-117. Academic Press.
- TAKHTAJAN, A., 1986. *Floristic Regions of the World*. Transl. By T.J. Crovello and ed. by A. Cronquist. University of California Press. Berkeley. 522 pp.
- THEURILLAT, J.P., 1992. Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). Développement historique et conceptuel de la symphytocoenologie, niveaux de perception, méthodologie, applications. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 68: 1-384.
- THEURILLAT, J.P., 1992. L'analyse du paysage végétal en symphytocoenologie: ses niveaux et leurs domaines spatiaux. *Bull. Ecol.* 23(1-2): 83-92.
- THEURILLAT, J.P., 1994. Symphytocoenologie: du paysage végétal aux divisions phytogéographiques. *Rev. Valdôtaine Hist. Nat., Suppl.* 48: 317-333.
- THOMAS, H., 1979. Le rôle de barrière écologique de la ceinture saharo-arabique au Miocène. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*
- TÜXEN, R., 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angew. Pflanzensoz.* 13: 5-42. Stolzenau.
- TÜXEN, R., 1978. Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundlagen der Synsoziologie. In TÜXEN, R. (ed.): *Assoziationskomplexe (Sigmäten)*: 3-12. Ber. Intern. Symposium IV. Vaduz.
- TÜXEN, R., 1979. Sigmäten und Geosigmäten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. *Biogeographie* 16: 79-92.
- VON GAISBERG, M., 2005. *Die Vegetation der Fußstufe von El Hierro (Kanari-sche Inseln)*. Dissertationes Botanicae, Band 395. 364 pp. Seiten, 97 Abb., 23 Tab., 1 Beilage. J. Cramer ed. Stuttgart.
- WEGENER, A., 1915. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. 3. Aufl. 1924. Vieweg, Braunschweig. 144 pp.
- WILDPRET, W. & M. DEL ARCO, 1987. Las Canarias. In PEINADO LORCA & RIVAS-MARTÍNEZ (Eds.): *La vegetación de España*: 515-544. Publ. Univ. Alcalá de Henares.
- ZAZO, C. & J. L. GOY, 1994. Litoral Español. In GUTIÉRREZ ELORZA, M. (Ed.): *Geomorfología de España*: 437-469. Ediciones Rueda. Madrid.