

Instituto de España
Real Academia Nacional de Farmacia

LECTURAS SINGULARES

10



Sinopsis bioclimática de la Tierra
y mapas bioclimáticos de Suramérica

por el

Excmo. Sr. D. Salvador Rivas-Martínez

Madrid 2010

ISBN: 978-84-937389-8-3
Depósito legal: M. 29.819-2010
Impreso en Realigraf, S. A.
Pedro Tezano, 26
28039 Madrid

ÍNDICE

Págs.

LAUDATIO, por el Excmo. Sr. D. Bartolomé Ribas Ozonas	7
1. CONCEPTOS DE LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA .	14
a) Introducción	14
b) Diferencias con otras clasificaciones bioclimáticas	16
c) Axiomas y razonamientos	18
2. PARÁMETROS, ÍNDICES Y TIPOS BIOCLIMÁTICOS	22
a) Parámetros e índices bioclimáticos	22
b) Índices de continentalidad	28
c) Índices ombrotérmicos estivales compensables	31
d) Índice de termicidad	31
e) Tipos térmicos	34
f) Tipos bioclimáticos de la escuela francesa	34
g) Tipos mensuales de heladas	37
h) Zonas y cinturas latitudinales	38
3. UNIDADES BIOCLIMÁTICAS	39
a) Macrobioclimas	39
b) Variantes bioclimáticas	45
c) Niveles de aridez	48
d) Pisos bioclimáticos	49
e) Isobioclimas	53
f) Distribución estacional de las precipitaciones	54

	<u>Págs.</u>
4. TIPOLOGÍA BIOGEOGRÁFICA REGIONAL DE LA TIERRA	54
a) Tipología biogeográfica de América hasta el rango provincial	55
5. CLAVES BIOCLIMÁTICAS	59
a) Clave para los macrobioclimas	59
b) Clave para los bioclimas tropicales	61
c) Clave para los bioclimas mediterráneos	61
d) Clave para los bioclimas templados	62
e) Clave para los bioclimas boreales	62
f) Clave para los bioclimas polares	62
g) Clave para las variantes bioclimáticas	63
6. BIOCLIMOGRAMAS	63
7. TABLA RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA TIERRA	65
8. CAMBIO CLIMÁTICO	67
9. GLOSARIO	71
10. LISTA DE TÉRMINOS Y LOCUCIONES	89
11. MAPAS BIOCLIMÁTICOS DE SURAMÉRICA (INÉDITOS)	96
12. BIBLIOGRAFÍA	100

LAUDATIO

POR EL EXCMO. SR. D. BARTOLOMÉ RIBAS OZONAS

*Leído el 20 de marzo de 2009 en el Ayuntamiento de Cádiz
en el Acto de entrega del I Premio Nacional Cortes de Cádiz
de Botánica Celestino Mutis*

Muy admirado y querido Señor Presidente de las Cortes españolas, Don José Bono, todos conocemos su excelente amor a España, que agradecemos de todo corazón y animamos a seguir luchando en beneficio de todos y de nuestro gran país. Excelentísima, admirada y querida Señora Alcaldesa de esta «tacita de plata» limpia y brillante de Cádiz, Teófila Martínez Sáiz. Excelentísimas y Excelentísimos Académicos de numerosas Academias de España, Señoras y Señores, amigas y amigos.

Es un gran honor para el que os habla, como pocos en mi vida, estar en este acto aquí en Cádiz; y por ello agradezco profundamente a quien represento, a la Presidenta de la Real Academia Nacional de Farmacia, Excma. Señora Doña María Teresa Miras Portugal, que por motivos familiares no ha podido disfrutar de esta singular ocasión para glosar la «laudatio» de una obra ingente de nuestro galardonado, el Excmo. Señor y también excelente compañero y amigo Salvador Rivas Martínez, Académico de Número, más antiguo y primero del escalafón de nuestra Real Academia Nacional de Farmacia. Por ello, trataré de cumplir bienamente la tarea que se me ha encomendado, recordando algunos de aquellos curtidos físicos, matemáticos, astrónomos y botánicos españoles y europeos en comparación con nuestro galardonado. Y en Celestino Mutis residía toda esa formación, adquirida aquí, cuando Cádiz era el eje estratégico de España, Europa y de toda la América española, con los

Jorge Juan, Antonio Ulloa y el francés Luis Godín. Más de tres discípulos de Linneo herborizaban en la época Cádiz, sus alrededores y España. Todos ellos, con la vista puesta en sus ilusiones y en las estrellas con las que se guiaban, llegaban a la América española y algunos regresaron para descargar enseñando todo su saber en aquella populosa ciudad que era el Cádiz de la época. Nuestro galardonado Salvador Rivas, al igual y como aquellos científicos intrépidos, conoce como la palma de la mano, la geobotánica de las mismas áreas geográficas y además las de otros continentes.

Salvador Rivas Martínez desde su juventud siempre estuvo en plena actividad y su vida rodeada de ideas, debido a la brillante e intelectual saga familiar. Tuvo un ambiente de excelencia, de calidad, numerosos estímulos intelectuales; y su gran obra es meritoria, de un viajero curtido, como lo fueron los españoles Jorge Juan, Antonio Ulloa, Malaspina, Ruiz y Pavón, Celestino Mutis y tantos otros. Salvador Rivas es un sabio, botánico, científico, profesor excelente y maestro de generaciones y una persona humanamente maravillosa; amigo de todos hasta de sus enemigos, tanta es la fuerza de su espíritu y el bagaje científico y sus cualidades humanas, que no teme a nadie, todos somos sus amigos, y el que suscribe me considero admirador desde siempre y también de su padre. Salvador Rivas padre, fue el exponente en la introducción en España de la Farmacobotánica en relación a los factores ambientales y la vegetación. Fue el impulsor de la publicación de las numerosísimas láminas botánicas de José Celestino Mutis, depositadas en el Real Jardín Botánico de Madrid desde su llegada del Virreinato de Novogranada. Actualmente se están publicando por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Desarrollo y el Gobierno de Colombia, en más de 60 volúmenes, treinta de ellos salieron a la luz. En nuestro académico cristaliza la «Saga de los Rivas» con una obra mayúscula en su tiempo, en parte galardonada aquí, en esta Primera Edición del Premio José Celestino Mutis.

Actualmente Salvador Rivas está atareado en la redacción de su obra madura y perenne, diversificada en aspectos varios que le han ocupado durante los muchos años de vida intensa, científica y docente, de laboriosidad y sacrificio. Es una obra, en definitiva, de síntesis, de visión global, sustentada por los resultados y nueva información que en muchos casos él mismo ha elaborado. Es por tanto una obra de carácter personal, que le identifica de forma clara, como una de las más atrayentes personalidades botánicas de nuestros días, que nos enorgullece pri-

mero por ser española y también universal, que lleva su propio sello, de viajero erudito y enciclopédico, de maestro y especialista en la Geobotánica, a la altura y equiparación en el tiempo, de los primeros botánicos que viajaron con el Capitán Cook como Forster y Banks, del que escribió Humboldt en su «Diario de América»: *sólo la Biblioteca de Banks en Londres superaba a la de José Celestino Mutis en Bogotá*. Otros ejemplos comparativos con Salvador Rivas son los también curtidos como él: Jorge Juan y Antonio Ulloa, y el grupo formado por Carlos Linneo, cuyos discípulos envió alrededor del mundo y entre otros estuvieron en España y contactaron con Mutis: Alströmer, Logié, Löffling y tantos otros. Se enumeran cerca de veinte discípulos, de los cuales cuatro murieron fuera de Suecia, entre ellos Löffling en Cumaná, en la expedición comandada por José de Iturriaga para establecer límites con Portugal, en la actual Venezuela y cuya labor de enviar ejemplares botánicos a Carlos Linneo continuó Celestino Mutis. Pero nuestro galardonado está aquí, con toda su salud, viveza, actividad, inteligencia y trabajo, aclimatado a todos los ambientes, coyunturas y circunstancias de la vida, con una energía y un vigor que le ha dado Dios poco comunes. Como también es el caso del ya mencionado botánico, que visitó a Celestino Mutis en Santa Fe de Bogotá, durante varios meses en 1801, Alexander von Humboldt, que subió, estoy seguro no a tantas cumbres como ha conseguido nuestro galardonado. Es cierto que Humboldt subió a varias cumbres de la América española, como: Cotopaxi, Pichincha, Antisana, Iliniza y Chimborazo, mientras que «nuestro» galardonado ha subido cumbres en todos los continentes América, África y Asia. Ambos ilustres e internacionales botánicos Humboldt y Rivas han estudiado y conocido la flora de las regiones que han pisado, de ahí la personalidad científica y humana y el saber hacer de Salvador Rivas en todas las circunstancias de su vida, de quien no conozco un solo enemigo. Posiblemente los tenga, como los tenemos todos, aún Humboldt lo tenía en Schiller mientras Goethe le adoraba, por ello no sería raro que tuviera alguno. Toda esa historia de Salvador le identifica a si mismo y nos enorgullece a todos como españoles.

Es una fortuna que, después de los años esté disponible su pensamiento sedimentado; que la actual fase de su vida científica esté por encima de los datos y se mueva en el campo de las ideas. Es evidente que las ideas no surgen por generación espontánea, y que las que ahora son objeto de la obra de Salvador tienen sus antecedentes en obras de

síntesis y pensamientos anteriores. Pero tampoco hay contradicción en la evidencia del mayor peso que tienen en estos últimos años.

La internacionalización de la ciencia geobotánica por Salvador Rivas incide en los temas tan importantes como la «ecología y salud»; en el cambio climático; sostenibilidad de poblaciones y de la fauna, flora y el ambiente; incidiendo directamente en la salud humana, es decir, en Salud Pública. Es todo ello preferente para la Organización Mundial de la Salud. España tuvo un significado decisivo en esta visión internacional y mundial de la salud, con la «Real Expedición Filantrópica de la Vacuna» en 1803, con objeto de vacunar en masa contra la viruela a poblaciones de la América española y Filipinas, y por ello nuestro país fue pionero en un funcionalismo internacional en ayuda a poblaciones necesitadas, como posteriormente se ha responsabilizado la Organización Mundial de la Salud. Salvador Rivas ha aportado de forma manifiesta su grano de arena a esta visión universal de la salud humana, como logro social al estado del bienestar, que puede incidir en numerosas zonas del planeta y el control de las enfermedades, que aún hoy en algunas áreas geográficas dejan mucho que desear. Sus resultados pueden ayudar a la vigilancia de numerosos parámetros geobotánicos establecidos por nuestro galardonado, que incidirán muy probablemente en el futuro sistema sanitario y en el control de enfermedades emergentes o debidas en relación a los cambios climáticos, que son reales, naturales y cíclicos y antropogénicos.

Desde la cartografía de la vegetación potencial de España (Rivas Martínez, 1987), publicada hace quince años, se han sucedido una serie de obras con ese carácter integrador, con sustento ideológico. Sin entrar en detalle sobre lo aportado entre medias forman parte de este tipo de obras las últimas sobre la vegetación potencial de América del Norte (Rivas Martínez *et al.*, 1999), el catálogo sistemático de la vegetación de España y Portugal (Rivas Martínez *et al.*, 2001), sus adiciones posteriores (Rivas Martínez *et al.*, 2002) como la de este Premio José Celestino Mutis. Todas ellas son referente generalizado para botánicos en general, así como para cualquier clase de naturalistas, ingenieros forestales y agrónomos, geógrafos, sociólogos, conservacionistas, etc.

Todo ello ha dado lugar a una intensa y estrecha vinculación con científicos de numerosas universidades europeas, americanas, japonesas, norteafricanas y a una presencia continuada en órganos de asesoramiento y de decisión europeos o de asociaciones de rango continental e

intercontinental. No puede extrañar por tanto, que haya sido distinguido por distintas universidades con el mayor reconocimiento que se concede en el ámbito universitario, el título de doctor *honoris causa*; y hoy aquí galardonado en la ciudad natal de José Celestino Mutis. La Universidad del País Vasco le concedió el galardón de doctor *honoris causa*; y más tarde la de Granada; la Politécnica de Lisboa (Portugal) y Ancona de Italia en el año 2002.

La obra de Salvador Rivas Martínez es muy extensa, numerosa y perseverante, año tras año, desde que inició su tesis doctoral sobre la vegetación de las Sierras del Centro de España (Rivas Martínez, 1961), que dirigió el eminente edafólogo José María Albareda, preclaro exponente en la implantación de la calidad científica, humana y en el gran número de instituciones científicas tanto de ciencia experimental como de humanidades creadas en una difícil época de penuria económica, social y política en España. Nunca había tenido lugar en España, a pesar de la anterior existencia de la Institución Libre de Enseñanza, un claro florecimiento de la ciencia. Albareda buen amigo del padre de Salvador Rivas tuvo que actuar solo con un reducido número de apoyos como Manuel Lora-Tamayo, Gregorio Marañón y Rodríguez Candela, quienes le secundaron en todos los ámbitos de su trabajo. Tuvo por ello Salvador Rivas además de su preclara familia de excelentes botánicos un portentoso maestro y guía de otros numerosos científicos españoles.

No procede plasmar aquí el número de sus publicaciones ni la larga estela de escalones de profesorado universitario docente e investigador y Universidades que ha recorrido, sin embargo, en la bibliografía proporcionamos el listado de su literatura con la relación de sus trabajos hasta 1996 (Loidi, 1996; Ceballos, 1996).

Si consideramos las tesis doctorales dirigidas por Salvador Rivas Martínez, ha dirigido más de treinta, que tienen un significado considerable en el campo de la Botánica en completa evolución y desarrollo. El número de discípulos directos, actualmente profesores, catedráticos e investigadores son numerosos y sería difícil hallar resultados similares en la especialidad, en numerosas universidades españolas y extranjeras. La importancia de esa labor se refleja en los campos analizados, relaciones clima-vegetación; estudio del paisaje vegetal y de las comunidades que lo forman; taxonomía en plantas vasculares y no vasculares; y otras líneas de trabajo.

En cuanto a la trascendencia de esa labor, no hay más que considerar la posición que ocupan sus discípulos en cargos de la universidad española, casi una decena son Catedráticos de Universidad y la mayoría de los restantes Profesores Titulares de Universidad o Investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ha continuado la línea de excelencia familiar que hablábamos al principio, pues su padre, de una personalidad manifiesta y arrolladora, también continuidad de la de su abuelo, reseñadas las tres vidas familiares por el Profesor Izco Sevillano en «Cien años de Historia de la Botánica en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid» en 2003. Los dos antecesores de nuestro galardonado realizaron de forma ejemplar, una enorme obra docente e investigadora en nuestro país (Izco Sevillano, 2003).

La saga de los Rivas es irrepetible, de la que todos los españoles desde Baleares a Canarias pasando por supuesto por la Península Ibérica, sin distinción alguna, nos debemos sentir orgullosos; y de la que, desde luego, todos los estudiosos nos declaramos entusiastas admiradores, y por supuesto el que suscribe, el primero.

Señor Presidente de las Cortes Españolas, Don José Bono, como expresé al iniciar mis palabras, todos los españoles conocemos bien su elegante personalidad y desde Baleares a Canarias, agradecemos de todo corazón su intenso amor a España, le animamos a seguir adelante sin titubeos en beneficio de todos y de nuestro gran país.

Señora Alcaldesa, quiero destacar lo mucho que nos alegramos por su apoyo, amabilidad y simpatía, de poder ser huéspedes de su preciosa ciudad, ahora más tacita de plata limpia y brillante que nunca, y usted admirada y querida ya por toda España. En nombre de la Real Academia Nacional de Farmacia y muy expresamente de su Presidenta, María Teresa Miras Portugal, le agradezco sinceramente su invitación a este acontecimiento de premiar a nuestro brillante Académico Salvador Rivas Martínez, futuro genio botánico historiable, en honor al sabio gaditano José Celestino Mutis, tan querido en nuestro país, en Colombia como padre de la Ciencia, admirado públicamente en otros países como Suecia, Chile y Alemania y que consideramos también gloria de la Humanidad.

He dicho.

BIBLIOGRAFÍA

- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987): *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Serie Técnica, 268 págs. y 30 mapas.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; SÁNCHEZ MATA, D. & COSTA, M. (1999): «North American boreal and western temperature vegetation». *Itinera. Geobot.* 12: 5-316.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. (2001): «Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level». *Itinera Geobot.* 14: 5-341.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; IZCO SEVILLANO, J.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. (2002): «Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001». *Itinera Geobot.* 15(1): 5-432 and (2): 433-922.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1961): *Estudio de la vegetación del tramo de orfite de la Sierra de Guadarrama y Gredos*. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, 224 f. Director: J. M. Albareda.
- LOIDI, J. (edt.) (1996): *Publicaciones del Profesor Salvador Rivas Martínez. Avances en Fitosociología*, 175-191. Bilbao, Universidad del País Vasco.
- CEBALLOS Y FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, L. (1996): *Discurso leído con motivo de ingreso como Académico de Número de la Real Academia Española*. Prólogo: *A la flora de El Quijote*. SmithKline Beecham, S. A. Soluciones Plenas, Edit. Madrid.
- IZCO SEVILLANO, J. (2003): «Los Rivas: Cien años de Historia de la Botánica en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid», en *Jardines de Papel*. Universidad Complutense de Madrid. Editado: Consejería de Sanidad-Comunidad de Madrid.

Nuestra clasificación bioclimática, desde sus inicios en 1982 y en las numerosas aproximaciones sucesivas, intenta alcanzar la mayor correlación posible entre la vegetación potencial y los valores cuantitativos del clima, empleando un conjunto de parámetros e índices bioclimáticos de utilización sencilla, con el propósito de dar a conocer los umbrales climáticos de los grandes ecotonos vegetacionales y biogeográficos de la Tierra. En resumen, esta clasificación sigue intentando conocer y modelizar, con el mayor afinamiento posible, la relación entre los ecosistemas terrestres y el bioclima, con el ánimo de conseguir la mayor capacidad de predicción recíproca posible (Rivas-Martínez, 1982, 1983, 1984, 1987, 1988, 1991, 1996, 1997, 2004, 2007, 2008; Rivas-Martínez, Sánchez-Mata & Costa, 1999).

1. CONCEPTOS DE LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

a) Introducción

La Bioclimatología, que podría denominarse también Fitoclimatología, es una ciencia ecológica que estudia la relación entre el clima y la distribución de los seres vivos y sus comunidades en la Tierra. Esta disciplina comenzó a estructurarse en base a relacionar los valores medios del clima (temperatura y precipitación) con los areales de las plantas y de sus formaciones vegetales, para incorporar en las últimas décadas información de las biogeocenosis y conocimientos procedentes de la fitosociología dinámico-catenal, es decir, de los sigmetum, geosigmetum y geopermasigmetum (series, geoseries y geopermaseries de vegetación).

Desde hace más de dos décadas trato de poner a punto una «Clasificación Bioclimática de la Tierra». La razón del empeño es disponer de una tipología de los bioclimas fácilmente aplicable, que muestre una relación ajustada entre los modelos vegetacionales y los valores del clima; al tiempo que, habida cuenta el elevado valor predictivo de las unidades bioclimáticas, puedan utilizarse en otras ciencias de la naturaleza, en los programas de estudio y conservación de la biodiversidad y de los «hábitats», en el pronóstico para la obtención de recursos agrícolas y forestales, en la lucha contra el hambre, así como en la determinación de escenarios climáticos y vegetacionales futuros en la Tierra.

El conocimiento cada vez más detallado de la distribución de la vegetación sobre la Tierra, así como las modificaciones en el aspecto y composición de la vegetación potencial y de sus etapas de sustitución, está permitiendo que cada día puedan reconocerse con mayor precisión y objetividad las fronteras bioclimáticas y vegetacionales, y calcular estadísticamente los valores numéricos umbrales que las definen. De este modo, progresivamente, se han ido delimitando y ajustando los espacios correspondientes a las unidades bioclimáticas (bioclimas, termotipos y ombrotipos). Los modelos biofísicos así establecidos han demostrado tener una elevada reciprocidad en el binomio clima-vegetación, lo que está permitiendo realizar mapas bioclimáticos y biogeográficos bastante precisos en todo el mundo. Una consecuencia práctica

es haber conseguido valores predictivos recíprocos en toda la Tierra (Rivas-Martínez, 1981, 1982, 1984, 1987, 1988, 1991, 1996, 1997, 2004, 2005, 2006, 2007; Montero de Burgos & González Rebollar, 1983; Santos, 1983; Bolòs & Vigo, 1984; Aschmann, 1985; Walter, 1986; Ladero y col., 1987, 1994; Sánchez-Mata, 1989, 1999; Rivas-Martínez, Wildpret, Del Arco, Rodríguez, Pérez de Paz, García Gallo, Acebes, T. E. Díaz & Fernández-González, 1993; Roselló, 1994; Moreno & Oechel, 1995; Ferreras, 1986; Del Arco, Acebes & Pérez de Paz, 1996; Blasi, 1996; Fernández-González, 1997; Amigo & Ramírez, 1998; Rivas-Martínez & Costa, 1998; Rivas-Martínez, Cantó, Fernández-González, Molina, Pizarro & Sánchez-Mata, 1999; Rivas-Martínez, Sánchez-Mata & Costa, 1999; Rivas-Martínez, Fernández-González, Loidi, Lousã & Penas, 2001; Barber, Tun & Crespo, 2001; Del Arco & *et al.*, 2002; Navarro & Maldonado, 2002; Rivas-Martínez, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas, 2002; Mesquita, Capelo & Lousã, 2004; Lousã, 2004; Mesquita, 2005; Río, 2005; Río, Penas & Fraile, 2005; Rivas-Martínez, 2007; Navarro & Ferreira, 2007).

El macrobioclima es la unidad tipológica suprema de nuestro sistema de clasificación bioclimática. Se trata de un modelo biofísico ecléctico, delimitado por determinados valores climáticos y vegetacionales, que posee una amplia jurisdicción territorial y que está relacionado con los grandes tipos de climas, de biomas y de regiones biogeográficas que se admiten en la Tierra. Siguiendo la tradición europea, los cinco macrobioclimas se denominan: tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar. Cada uno de ellos, y cada una de sus respectivas unidades subordinadas o bioclimas, está representado por un conjunto de formaciones vegetales, biocenosis y comunidades vegetales propias (Figura 1). En cada bioclima, a su vez, se ha reconocido un cierto número de variaciones en los ritmos estacionales de precipitación o variantes bioclimáticas (Figura 2). Así como en los valores térmicos u ombrotérmicos (pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos), lo que supone se eleve a más de trescientos el número de los bioclimas básicos o isobioclimas que tienen representación territorial en la geobiosfera.

Macrobioclimas	Bioclimas	Siglas
Tropical [tr]	Tropical pluvial Tropical pluviestacional Tropical xérico Tropical desértico Tropical hiperdesértico	trpl trps trxe trde trhd
Mediterráneo [me]	Mediterráneo pluviestacional oceánico Mediterráneo pluviestacional continental Mediterráneo xérico oceánico Mediterráneo xérico continental Mediterráneo desértico oceánico Mediterráneo desértico continental Mediterráneo hiperdesértico oceánico Mediterráneo hiperdesértico continental	mepo mepc mexo mexc medo medc meho mehc
Templado [te]	Templado hipoceánico Templado oceánico Templado continental Templado xérico	teho teoc teco texe
Boreal [bo]	Boreal hipoceánico Boreal oceánico Boreal subcontinental Boreal continental Boreal hipercontinental Boreal xérico	boho booc bosc boco bohcc boxe
Polar [po]	Polar hipoceánico Polar oceánico Polar continental Polar xérico Polar pergélido	poho poooc poco poxe pope

FIGURA 1. *Macrobioclimas (5), bioclimas (28) y siglas, correspondientes a la clasificación bioclimática de la Tierra.*

b) Diferencias con otras clasificaciones bioclimáticas

Las clasificaciones bioclimáticas que hasta ahora se han propuesto y utilizado con intención ecológica globalizadora no han sido numerosas (Köppen, 1918, 1936; Thornthwaite, 1931, 1933, 1984; Gaussen, 1955;

Variantes bioclimáticas	Macrobioclimas	Siglas
Submediterránea	te, bo, po	sbm
Esteparia	te, bo, po, me	stp
Bixérica	tr	bix
Antitropical	tr	ant
Sequía tropical	tr	str
Seropluvial	tr	spl

FIGURA 2. Variantes bioclimáticas reconocidas en la Tierra y su correspondencia con los macrobioclimas: tropical (tr), mediterráneo (me), templado (te), boreal (bo) y polar (po).

Troll & Paffen, 1964; Holdridge, 1967; Walter, 1954, 1970, 1985; Box, 1981). A pesar de la bondad de muchas de ellas y en ocasiones de su amplia aceptación, estimamos que en algunos aspectos importantes aún no se ha dado respuesta a ciertas situaciones que acaecen en la Tierra.

Las diferencias más significativas entre las clasificaciones citadas y la que se ha propuesto y utilizamos, son las siguientes:

- a) Los sistemas de clasificación más conocidos tratan en una sola categoría climática o zona bioclimática todas las altas montañas de la Tierra (oroclimas y orobiomas).

Por mi parte, considero que las montañas representan variaciones térmicas altitudinales, en una buena parte de los casos expresables a través de la zonación altitudinal de los pisos bioclimáticos propios de los macrobioclimas que reinan en los valles y llanuras adyacentes. Las montañas, climáticamente, determinan fenómenos de convergencia, pero sus oroclimas no pueden ser homólogos entre sí, sobre todo por la duración del día y de la noche a lo largo del año, por efecto de la latitud. Como consecuencia, estimo que no es posible que las montañas constituyan una sola unidad bioclimática en la Tierra.

- b) Hasta ahora casi todas las clasificaciones han reconocido un único tipo de clima desértico para todos los desiertos del mundo.

Por mi parte, en armonía con la oscilación anual del fotoperiodo y con el ritmo estacional de las precipitaciones y temperaturas, además de los criodesiertos polares y pergélidos, se reconocen cuatro tipos de bioclimas desérticos: dos en el seno del macro-

bioclima tropical, con lluvias en el solsticio de verano (tropical desértico y tropical hiperdesértico), y cuatro en el macrobioclima mediterráneo sin lluvias en dicho solsticio (mediterráneo desértico oceánico y continental, así como mediterráneo hiperdesértico oceánico y continental).

- c) De forma casi unánime, las clasificaciones de referencia tratan como clima mediterráneo únicamente el tipo subtropical templado-cálido con abundantes lluvias de invierno y sequía en verano, en relación casi exclusiva con los bosques y prebosques esclerofilos.

Por mi parte, considero que hay un amplio macrobioclima mediterráneo, siempre al exterior de los trópicos, con aridez estival, que como mínimo tiene dos meses consecutivos en verano (días largos) con $P < 2T$, si bien tal aridez puede prolongarse incluso hasta los doce meses del año. Según sea la cuantía de las precipitaciones, la estructura de la vegetación potencial mediterránea corresponde a tipos muy diversos: bosques cerrados sempervirentes o decíduos, bosques abiertos, arbustedas, semi-desiertos, desiertos o hiperdesiertos. Tal vez sea útil recordar que las fitocenosis regidas por los bioclimas mediterráneos poseen una flora muy original, rica y diversa, y, por tanto, una vegetación radicalmente distinta a la de los territorios de bioclimas tropicales y templados con precipitaciones de similar cuantía. También es muy significativo el hecho de que los bioclimas mediterráneos tienen su mayor representación en el oeste de los grandes continentes vegetados.

c) Axiomas y razonamientos

Esta clasificación se basa en los axiomas y razonamientos que se exponen a continuación a modo de principios: reciprocidad, fotoperiodo, continentalidad, estacionalidad de las precipitaciones, mediterraneidad, desiertos, orobioclimas y orogenias.

Reciprocidad. En bioclimatología debe existir una ajustada y recíproca relación entre el clima, la vegetación y los territorios geográficos, es decir, entre los bioclimas, las series de vegetación y las unidades biogeográficas.

Fotoperíodo. Entre los paralelos 23° N y S, en razón de que la radiación solar es prácticamente cenital y que la duración del día y de la noche varían poco a lo largo del año, el clima y la vegetación existentes a cualquier altitud, con independencia de la temperatura, se considera tropical.

En la cintura latitudinal subtropical (23° a 35° N y S), en función de la temperatura y del ritmo ómbrico a lo largo del año, se reparten el territorio los macrobioclimas tropical, templado y mediterráneo. Los fotoperíodos estacionales limitados por los paralelos 35° y 52° N y S, representan una frontera severa para muchas especies y comunidades vegetales. No obstante, salvo los macrobioclimas tropical y polar (excepcionalmente el Polar hasta el 51° N) los restantes macrobioclimas pueden hallarse en estos intervalos latitudinales. Más allá de los paralelos 66° N y S, en razón de la gran diferencia existente en la duración del día y la noche durante los solsticios, la vegetación a cualquier latitud y altitud es, boreal o polar y, consecuentemente, sus macrobioclimas boreal y polar.

Continentalidad. El rango o amplitud entre las temperaturas medias de los meses más extremados del año (valor que, expresado en grados centígrados, corresponde al índice de continentalidad simple que se ha utilizado), tiene una influencia de primera magnitud en la distribución de la vegetación y, en consecuencia, en las fronteras de muchos bioclimas. En la continentalidad los valores límite más significativos son: 0-4 (ultrahiperocéánico), 4-8 (euhiperocéánico), 8-11 (subhiperocéánico), 11-14 (semihiperocéánico), 14-17 (euocéánico), 17-21 (semicontinental), 21-28 (subcontinental), 28-46 (eucontinental) y entre 46 y 65 (hipercontinental).

Estacionalidad de las precipitaciones. El ritmo anual o reparto de las precipitaciones a lo largo del año tiene tanta o más trascendencia en la composición y distribución de las comunidades vegetales que la cuantía de las mismas. Tales variaciones o ritmos pluviales son determinantes, tanto de las unidades bioclimáticas (macrobioclimas: tropical, mediterráneo y templado, en los bioclimas: pluviestacional, xérico y desértico), como de las unidades subordinadas (variantes bioclimáticas: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical, seropluvial y de sequía tropical).

Mediterraneidad. Los sistemas de clasificación anglosajones, de forma casi unánime, definen el bioclima mediterráneo como un tipo

subtropical templado-cálido con abundantes lluvias de invierno y sequía en verano, relacionándolo además con los bosques y prebosques esclerofilos. Por nuestra parte, consideramos que existe un amplio macrobioclima mediterráneo, latitudinalmente extratropical, ómbricamente antitético a los macrobioclimas tropical y templado, a cualquier altitud y valor de continentalidad que muestra una sequía estival de al menos dos meses consecutivos en los que $P < 2T$. Tal escasez de lluvias durante el verano puede prolongarse, incluso, hasta los doce meses del año en los bioclimas mediterráneo desértico y mediterráneo hiperdesértico.

En función de la cuantía de las precipitaciones y del termotipo, la estructura de la vegetación potencial mediterránea corresponde a tipos muy diversos: bosques sempervirentes o deciduos (mediterráneo pluviestacional); microbosques y arbustadas cerrados (mediterráneo xérico); semidesiertos o arbustadas abiertas y matorrales poco densos (mediterráneo desértico), y también, hiperdesiertos carentes de vegetación climatófila leñosa (mediterráneo hiperdesértico). Conviene tal vez recordar que las comunidades vegetales regidas por bioclimas mediterráneos poseen una flora y una vegetación distintas a las que muestran los bioclimas templados y tropicales con precipitaciones de similar cuantía; que el macrobioclima mediterráneo existe desde la cintura subtropical a la altotemplada (23° a 52° N y S); que los bioclimas mediterráneos xérico y desértico ocupan amplios territorios en el interior de todos los continentes; que se hallan en todos los termotipos desde el inframediterráneo al crioromediterráneo; y por último, que el bioclima mediterráneo pluviestacional tiene su óptimo territorial en los países bañados por los océanos y mares ubicados a occidente de los continentes.

Desiertos. Se reconocen, además de los criodesiertos pergélidos o atérmicos polares y de las altas montañas permanentemente heladas, los bioclimas tropicales desérticos y los bioclimas mediterráneos desérticos, en función del ritmo y de la cuantía anual de las precipitaciones. Los bioclimas tropical desértico y tropical hiperdesértico tienen el máximo de sus escasas lluvias en los cuatro meses subsiguientes al del solsticio de verano (régimen ómbrico tropical), en tanto que en los bioclimas mediterráneo desértico e hiperdesértico la mayor parte de las precipitaciones acaecen entre los equinoccios de otoño y primavera, y éstas son superiores a las pocas lluvias que se recogen durante los cuatro meses siguientes al solsticio de verano (régimen ómbrico mediterráneo). La flora y vegetación de ambos tipos de desiertos tropicales y mediterrá-

neos, son claramente distintas y están fenológicamente adaptadas a tales ritmos ómbricos antitéticos.

Oroclimas. El bioclima de las montañas, salvo en los valores de la temperatura y precipitación, muestra una estrecha relación con el de sus piedemontes. Por ello, igual que existe una determinada zonación vertical de la vegetación, en cada macrobioclima deben reconocerse unos particulares termotipos y ombrotipos altitudinales o pisos bioclimáticos.

Es evidente que las montañas situadas entre los trópicos poseen un ritmo solar anual equinoccial, en tanto que, en las zonas latitudinales eutempladas y subtempladas la duración del día varía de forma muy apreciable a lo largo del año. En consecuencia, el ritmo diario de temperaturas en las altas montañas tropicales se ajusta a lo largo del año a un casi continuo ritmo de fuertes heladas nocturnas y elevadas temperaturas diurnas, lo que conlleva una alternancia diaria de hielo/deshielo (gelirremonición). Por el contrario, en las montañas ubicadas a mayores latitudes existe un largo invierno helado, carente de deshielo y, hasta ciertas altitudes, un corto y fresco verano, carente de heladas. Como consecuencia, la flora y vegetación de las montañas tropicales y extratropicales, independientemente de las migraciones en los periodos glaciales, sobre todo en aquellas altas cordilleras orientadas con dirección norte-sur (cordilleras americanas), están constituidas en buena parte por elementos florísticos y vegetacionales cuyos linajes tienen origen en las floras de los piedemonte respectivos (tropicales, mediterráneas, templadas, etc.).

Como resumen, consideramos que las montañas representan únicamente variaciones térmicas altitudinales, en la mayoría de los casos expresables a través de la zonación de los pisos bioclimáticos de los macrobioclimas que reinan en los valles y llanuras adyacentes. Por ello, estimamos que no es posible, como en ocasiones se ha propuesto, que las montañas constituyan un modelo bioclimático único en la Tierra.

Orogenias. La orogenia alpina dio lugar a las grandes cordilleras actuales de la Tierra. En el continente euroasiático originó un conjunto casi continuo de sistemas montañosos orientados este-oeste. Tales barreras, y los efectos asociados de «sombra de lluvia» o «valle interno», ha limitado en gran medida los movimientos migratorios de las plantas durante los cambios climáticos posteriores. Así, además de las severas extinciones acaecidas durante los periodos áridos o las épocas glaciales, las grandes cordilleras de la Tierra y sobre todas las transversales cen-

troasiáticas (Himalaya, Karakorum, Hindu Kush, etc.) han limitado en los periodos interglaciales y últimamente durante el holoceno, las migraciones florísticas y vegetacionales procedentes de la cintura subtropical adyacente. Como consecuencia, en Asia (70º a 120º E), entre los paralelos 26º y 35º N, ha sido necesario establecer el límite altitudinal de 2.000 metros como una frontera aproximada entre el macrobioclima tropical y los macrobioclimas mediterráneo o templado.

2. PARÁMETROS, ÍNDICES Y TIPOS BIOCLIMÁTICOS

a) Parámetros e índices bioclimáticos

Se enumeran a continuación por sus notaciones y siglas los parámetros e índices bioclimáticos que se utilizan en la «Clasificación Bioclimática de la Tierra», que para su utilización internacional derivan en general del inglés. Se comienza con los parámetros de precipitación (expresados en mm), temperatura (la media expresada en grados centígrados y la positiva o índices en décimas de grados centígrados) y estacionalidad, para acabar con los índices bioclimáticos, que ya son fórmulas aritméticas sencillas que integran parámetros. En negrita se destacan los más utilizados.

Parámetros de precipitación

P	precipitación media anual en milímetros o en litros por metro cuadrado
P_i	precipitación media mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
Pcm₁	precipitación del cuatrimestre más cálido del año
Pcm₂	precipitación del cuatrimestre siguiente al más cálido del año
Pcm₃	precipitación del cuatrimestre anterior al más cálido del año
Pd	precipitación del trimestre más seco del año (dry)
Pp	precipitación positiva anual (de los meses de Ti superior a 0º C)
Ppi	precipitación positiva mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre

Ppd	precipitación positiva del trimestre más seco del año. Σ Ppd, $T_i > 0^\circ \text{ C}$
Ppd₁	precipitación positiva del mes más seco del año
Ppd₂	precipitación positiva del bimestre más seco del año. Σ Ppd ₂ , $T_i > 0^\circ \text{ C}$
Pps	precipitación positiva del trimestre estival. Σ Pps, $T_i > 0^\circ \text{ C}$
Ppw	precipitación positiva del trimestre invernal. Σ Ppw, $T_i > 0^\circ \text{ C}$
Ps	precipitación del trimestre estival (summer)
Psb₁	precipitación del bimestre tras el solsticio de verano (julio + agosto)
Psb₂	precipitación del bimestre subsecuente a Psb ₁
Ps_i	precipitación de cualquier mes del trimestre estival
Ps₁	precipitación del mes más cálido del trimestre estival
Ps₂	precipitación del bimestre más cálido del trimestre estival
Pss	precipitación del semestre más cálido del año
Psw	precipitación del semestre más frío del año
Pw	precipitación del trimestre invernal
> W >	precipitación invernal (winter)
> P >	precipitación primaveral (primavera, en español)
> S >	precipitación estival (summer)
> F >	precipitación otoñal (fall)

Parámetros de temperatura

T	temperatura media anual en grados centígrados
T_i	temperatura media mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
T'_i	temperatura media mensual de las máximas absolutas, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
Tamax	temperatura media de las máximas absolutas del mes más cálido
Tamin	temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío
Tcmax	temperatura media de las máximas del mes más contrastado del año

Tcmin	temperatura media de las mínimas del mes más contrastado del año
Td	temperatura del trimestre más seco del año
Tmax	temperatura media del mes más cálido del año
Tmaxab	temperatura máxima absoluta del año
Tmaxabi	temperatura máxima absoluta mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
Tmin	temperatura media del mes más frío del año
Tminab	temperatura mínima absoluta del año
Tminabi	temperatura mínima absoluta mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
Ts ₂	temperatura media del bimestre más cálido del trimestre estival
Tn	temperatura negativa anual: Suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales. $T_{i_{1-12}} < 0^{\circ} \text{C}$
Tp	temperatura positiva anual: Suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales. $T_{i_{1-12}} > 0^{\circ} \text{C}$
Tpi	temperatura positiva mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre, en décimas de grados centígrados
Tpd ₁	temperatura positiva del mes más seco del año, en décimas de grados centígrados
Tpd ₂	temperatura positiva del bimestre más seco del año, en décimas de grados centígrados. $\Sigma Tpd_2, T_i > 0^{\circ} \text{C}$
Tps	temperatura positiva del trimestre estival, en décimas de grados centígrados. $\Sigma Tps, T_i > 0^{\circ} \text{C}$
Tpw	temperatura positiva del trimestre más frío, en décimas de grados centígrados. $\Sigma Tpw, T_i > 0^{\circ} \text{C}$
Tpw ₂	temperatura positiva del bimestre más frío, $\Sigma Tpw_2, T_i > 0^{\circ} \text{C}$
Tpw ₁	temperatura positiva del mes más frío
Ts	temperatura media del trimestre estival
M	temperatura media de las máximas del mes más frío
M'	temperatura media mensual de las máximas absolutas del mes más cálido

M_i	temperatura media mensual de las máximas, siendo i : 1 = enero, ..., 12 = diciembre
M'_i	temperatura media mensual de las máximas absolutas
m	temperatura media de las mínimas del mes más frío
m_i	temperatura media mensual de las mínimas, siendo i : 1 = enero, ..., 12 = diciembre
m'	temperatura media mensual de las mínimas absolutas del mes más frío
m'_i	temperatura media mensual de las mínimas absolutas, siendo i : 1 = enero, ..., 12 = diciembre

Parámetros de estacionalidad

Tr_1	trimestre correspondiente al solsticio de invierno (invernal, N: 12-2)
Tr_2	trimestre correspondiente al equinoccio de primavera (primaveral, N: 3-5)
Tr_3	trimestre correspondiente al solsticio de verano (estival, N: 6-8)
Tr_4	trimestre correspondiente al equinoccio de otoño (otoñal, N: 9-11)
Tr_{1ss}	primer trimestre del semestre más cálido del año
Tr_{2ss}	segundo trimestre del semestre más cálido del año
Cm_1	cuatrimestre más cálido del año
Cm_2	cuatrimestre siguiente al más cálido del año
Cm_3	cuatrimestre anterior al más cálido del año
Pav	periodo de actividad vegetal
Pf	periodo de heladas

Índices bioclimáticos

Iar	índice de aridez (PE/P)
Ic	índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (Tmax-Tmin en grados centígrados)
Id	índice de diurnidad o intervalo térmico diario (Tcmax-Tcmin en grados centígrados)

Im	índice de mediterraneidad (PEs/Ps)
Im₁	índice de mediterraneidad del mes de julio en latitud N y del mes de enero en latitud S
Im₂	índice de mediterraneidad de los meses de julio + agosto en latitud N y de los meses de enero + febrero en latitud S
Im₃	índice de mediterraneidad de los meses de junio + julio + agosto en latitud N y de diciembre + enero + febrero en latitud S
Io	índice ombrotérmico anual (Pp/Tp) 10
Iosmi	índice ombrotérmico semestral, siendo i: 1 = invernal (N: 10-3, S: 4-9), ..., 2 = estival (N: 4-9)
Ioti	índice ombrotérmico trimestral, siendo i: 1 = invernal (N: 12-2), ..., 4 = otoñal (N: 9-11, S: 10-3)
Iom	índice ombrotérmico mensual (Pi/Tpi) 10
Iod₁	índice ombrotérmico del mes más seco del trimestre más seco del año
Iod₂	índice ombrotérmico del bimestre más seco del trimestre más seco del año
Iod₃	índice ombrotérmico del trimestre más seco del año
Iod_{SS1}	índice ombrotérmico del mes más seco del segundo trimestre del semestre más cálido del año
Iod_{SS2}	índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del segundo trimestre del semestre más cálido del año
Iod_{SS3}	índice ombrotérmico del segundo trimestre del semestre más cálido del año
Ios	índice ombrotérmico estival de cualquiera de los meses del estío
Ios_i	índice ombrotérmico de cualquier mes del trimestre estival (Tr ₃)
Ios₁	índice ombrotérmico del mes más cálido del trimestre estival (Tr ₃)
Ios₂	índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival (Tr ₃)
Ios₃	índice ombrotérmico del trimestre estival (Tr ₃)

Ios₄	índice ombrotérmico del cuatrimestre resultante de la suma del trimestre estival (Tr_3) y del mes inmediatamente anterior
Iosc	índice ombrotérmico estival resultado de la compensación (Iosc ₃ , Iosc ₄)
Iosc ₃	índice ombrotérmico compensado del trimestre del solsticio de verano (Tr_3)
Iosc ₄	índice ombrotérmico compensado del cuatrimestre resultante de la suma del trimestre estival (Tr_3) y del mes inmediatamente anterior
Ioe	índice de ombro-evaporación anual
Iptr	índice porcentual trimestral de la precipitación anual. $Iptr_1 = Ptr_1/P$, $Iptr_4 = Ptr_4/P$
Iptns	índice porcentual recíproco de la precipitación de los trimestres solsticiales. $Iptrs_1 = Pw/Pw+Ps$; $Iptrs = Ps/Ps+Pw$
It	índice de termicidad ($T + M + m$) $10 \cong (T + Tmin \times 2) 10$
Itc	índice de termicidad compensado
$\Sigma Wstm$	índice de sequía tropical
Vstm	valor de la sequía tropical mensual: $250-10 I_o$, siendo $I_o > 3.6$
C_1	valor de compensación para el cálculo del Itc
C_0	valor de compensación para el Itc cuando $I_c < 8$
C_1	valor de compensación para el Itc entre I_c 18 y 21
C_2	valor de compensación para el Itc entre I_c 21 y 28
C_3	valor de compensación para el Itc entre I_c 28 y 46
C_4	valor de compensación para el Itc cuando $I_c > 46$
f_i	factor corrector progresivo de la continentalidad
PE	índice de evapotranspiración potencial anual de Thornthwaite
PEi	índice de evapotranspiración potencial mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre
PEs	índice de evapotranspiración potencial del trimestre estival

b) Índices de continentalidad

Los índices de continentalidad reflejan la amplitud de la oscilación anual de la temperatura. Así, el grado de continentalidad es directamente proporcional a la citada amplitud. En sentido contrario se utiliza el vocablo oceanidad; mares, lagos y océanos no helados tienden a amortiguar el contraste de la temperatura, mientras que con el alejamiento de las costas, tierra adentro, sucede lo contrario.

Los índices más empleados para expresar la continentalidad/oceanidad se pueden agrupar en sencillos y compensados. Son sencillos aquellos que reflejan únicamente la diferencia entre las temperaturas extremas, y compensados los que corrigen, la amplitud u oscilación de la temperatura anual en función de la altitud o de la latitud (Figura 3).

Entre las compensaciones o índices propuestos para eliminar el efecto del aumento de la amplitud de la temperatura estacional con el incremento de la latitud, pueden mencionarse el de Gorezyński [$c = (1,7 I_c / \text{sen lat.}) - 20,4$], y el similar de Conrad, que trata de universalizar el anterior [$c = (1,7 I_c / \text{sen lat.} + 10^\circ) - 14$], ajustando en una escala decimal el valor cero (extremadamente oceánico para las Islas Feroes) y el valor 100 (extremadamente continental para Verchojansk, en el nordeste de Siberia). Una buena correlación entre la continentalidad y la vegetación en los territorios septentrionales del hemisferio boreal la ofrece el cociente de continentalidad de Currey, que se obtiene dividiendo la amplitud térmica anual o diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año (I_c) entre el tercio de la latitud más uno. [$C_c = I_c / (1 + 1/3 \text{ lat.})$]. Con base en tal cociente, Currey consideró hiperoceánicos los territorios con valores inferiores a 0,6, oceánicos de 0,6 a 1,1, subcontinentales de 1,1 a 1,7, continentales de 1,7 a 2,3 e hipercontinentales los superiores a 2,3.

Como los efectos sobre la vegetación por causa del aumento de la continentalidad comienzan a ser muy evidentes fuera del macrobioclima tropical, no ha sido necesario recurrir a los índices de continentalidad compensados. La simplicidad de los índices a emplear en la clasificación bioclimática ha sido uno de los objetivos que nos hemos propuesto, aunque en algún caso haya supuesto una pequeña pérdida de precisión, que opinamos queda compensada por la facilidad y accesibilidad de los datos.

Sencillo simple	Diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año (Tmax-Tmin)
Sencillo ampliado	Diferencia entre las temperaturas medias absolutas de los meses más cálido y más frío del año (Tamax-Tamin)
Sencillo magnificado	Diferencia entre la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta del año (Tmaxab-Tminab)
Compensado por latitud	Gorezyński = (1.7 Ic/sen lat.) 20.4 Conrad = (1.7 Ic/sen lat. + 10) -14 Currey = índice simple (1 + 1/3 lat)
Compensado por altitud	Rivas-Martínez = índice simple + [altitud x 0.6/100]

FIGURA 3. Tipos de índices de continentalidad.

Por su sencillez, disponibilidad de datos y excelente correlación global, hemos utilizado en la clasificación bioclimática de la Tierra el índice de continentalidad simple (Ic), cuyo origen se halla en el primer mapa de oceanidad de la Tierra de Supan. Este índice de continentalidad expresa en grados centígrados la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido (Tmax) y la del mes más frío del año (Tmin). $Ic = Tmax - Tmin$ en grados centígrados. Los tipos, subtipos y niveles de continentalidad que se reconocen se exponen en la Figura 4. Hiperocéánico: ultrahiperocéánico (0-4), euhiperocéánico (4-8), subhiperoocéánico (8-11). Oceánico: semihiperocéánico (11-14), euocéánico (14-17), semi-continental (17-21). Continental: subcontinental (21-28), eucontinental (28-46) e hipercontinental (46-66). Estableciendo o promediando el valor de los subtipos disponemos de los niveles: acusado y atenuado, que se adjudican en cada caso por su mayor (acusado) o menor (atenuado) proximidad con los valores extremos de la tabla (0 y 66) (Figura 4).

Además de las categorías de continentalidad reconocidas utilizando el índice de continentalidad simple [$Ic = Tmax - Tmin$]: 3 tipos, 9 subtipos y 18 niveles; en ocasiones resulta útil emplear las locuciones de la escala de nueve valores de continentalidad que se proponen, sobre todo para calificar ciertos tipos de vegetación y de bioclimas (Figura 5).

Tipos	Subtipos	Niveles	Valores
1. Hiperoceánico (0-11)	Ultrahiperoceánico	1.1a. Acusado	0-2,0
		1.1b. Atenuado	2,0-4,0
	Euhiperoceánico	1.2a. Acusado 1.2b. Atenuado	4,0-6,0 6,0-8,0
	Subhiperoceánico	1.3a. Acusado 1.3b. Atenuado	8,0-10,0 10,0-11,0
2. Oceánico (11-21)	Semihiperoceánico	2.1a. Acusado	11,0-12,0
		2.1b. Atenuado	12,0-14,0
	Euoceánico	2.2a. Acusado 2.2b. Atenuado	14,0-15,0 15,0-17,0
	Semicontinental	2.3a. Atenuado 2.3b. Acusado	17,0-19,0 19,0-21,0
3. Continental (21-66)	Subcontinental	3.1a. Atenuado	21,0-24,0
		3.1b. Acusado	24,0-28,0
	Eucontinental	3.2a. Atenuado 3.2b. Acusado	28,0-37,0 37,0-46,0
	Hipercontinental	3.3a. Atenuado 3.3b. Acusado	46,0-56,0 56,0-66,0

FIGURA 4. *Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (Ic) que se reconocen en la Tierra.*

Locuciones	Valores Ic	Subtipos	Valores Ic
Hiperoceánico extremado	0,0-8,0	Ultrahiperoceánico Euhiperoceánico	0,0-4,0 4,0-8,0
Euhiperoceánico moderado	8,0-14,0	Subhiperoceánico Semihiperoceánico	8,0-11,0 11,0-14,0
Oceánico equilibrado	14,0-17,0	Euoceánico	14,0-17,0
Continental moderado	17,0-28,0	Semicontinental Subcontinental	17,0-21,0 21,0-28,0
Continental extremado	28,0-66,0	Eucontinental Hipercontinental	28,0-46,0 46,0-66,0

FIGURA 5. *Otras locuciones de la escala de continentalidad.*

c) Índices ombrotérmicos estivales compensables

Por definición, el macrobioclima mediterráneo es el tipo extratropical ($> 23^\circ$ N & S) que, coincidiendo con el verano (época más cálida del año), tiene un periodo de sequía en el que, al menos durante dos meses consecutivos la precipitación es menor o igual que el doble de la temperatura ($P \leq 2T$). Por el contrario, un territorio no es mediterráneo si el índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival Ios_2 es superior a 2 ($Ios_2 > 2$). Si Ios_2 es menor o igual a 2,0 ($Ios_2 \leq 2,0$), el territorio puede ser o no mediterráneo, debido a que la disponibilidad de agua en el suelo, puede compensar la precipitación del mes anterior, es decir, si P (junio + julio + agosto) / T (junio + julio + agosto) en el hemisferio norte, o bien P (diciembre + enero + febrero) / T (diciembre + enero + febrero) en el hemisferio sur, es mayor de 2,0 ($Ios_3 > 2,0$) entonces los territorios no son mediterráneos. Si el Ios_3 es menor o igual a 2,0 ($Ios_3 \leq 2,0$), el territorio puede o no ser mediterráneo, ya que con un Ios_3 deficitario aún puede producirse una compensación con la precipitación del mes anterior (mayo o noviembre, respectivamente); es decir, si P (mayo + junio + julio + agosto) / T (mayo + junio + julio + agosto) en el hemisferio norte o bien, P (noviembre + diciembre + enero + febrero) / T (noviembre + diciembre + enero + febrero) en el hemisferio sur, es mayor de 2,0 ($Ios_4 > 2,0$), los territorios no son bioclimáticamente mediterráneos y en caso contrario ($Ios_4 \leq 2,0$) son definitivamente mediterráneos. Los índices ombrotérmicos, tienen un alto valor discriminatorio en los territorios fronterizos mediterráneo-templados y mediterráneo-boreales. Los valores compensables de los índices ombrotérmicos estivales son los que se indican en la Figura 6.

d) Índice de termicidad

Es la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del periodo mensual más frío) $It = (T + m + M) 10$. It es, por lo tanto, un índice que pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales, junto con la temperatura media anual. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados. En los fríos con valores de It o Itc inferiores a 120 y en los

Io	Ios2	Ios3	Ios4
2,0-2,8	≥ 1,9	≥ 2,0	≥ 2,0
2,8-3,6	≥ 1,8	≥ 1,9	≥ 2,0
3,6-4,8	≥ 1,8	≥ 1,9	≥ 2,0
4,8-6,0	≥ 1,7	≥ 1,9	≥ 2,0
6,0-7,0	≥ 1,5	≥ 1,8	≥ 2,0
7,0-8,0	≥ 1,4	≥ 1,8	≥ 2,0
8,0-9,0	≥ 1,3	≥ 1,8	≥ 2,0
9,0-10,0	≥ 1,2	≥ 1,8	≥ 2,0
10,0-11,0	≥ 1,1	≥ 1,7	≥ 2,0
11,0-12,0	≥ 1,0	≥ 1,7	≥ 2,0
> 12,0	≥ 0,9	≥ 1,7	≥ 2,0

FIGURA 6. *Tabla de compensación. Intervalos de los valores de los índices ombrotérmicos anuales (Io) que, en función de los valores de los índices ombrotérmicos estivales (Ios2, Ios3), pueden compensarse y pasar del macrobioclima mediterráneo al templado (variante submediterránea).*

continentales $I_c > 21$, resulta más significativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual (T_p).

En las zonas extratropicales de la Tierra (al norte y al sur del paralelo 23° N y S), el índice de termicidad compensado (I_{tc}) pondera el valor del índice de termicidad (I_t), debido al «exceso» de frío o de templanza que acaece durante la estación fría en los territorios con clima de tendencia continental o muy hiperoceánico, para que su continentalidad pueda ser comparable.

Si el índice de continentalidad simple (I_c) está comprendido entre 8 y 18, el valor del I_{tc} se considera igual al del I_t ($I_t = I_{tc}$). Por el contrario, si el índice de continentalidad no alcanza o supera los valores mencionados, hay que compensar el índice de termicidad adicionando o sustrayendo un valor de compensación (C_i). $I_{tc} = I_t \pm C_i$.

En las zonas extratropicales acusadamente hiperoceánicas ($I_c < 8,0$), el valor de compensación (C_0) se calcula multiplicando por diez la diferencia entre 8,0 y el I_c de la localidad: $C_0 = (8,0 - I_c) 10$. Este valor (C_0) se resta del índice de termicidad: $I_{tc} = I_t - C_0$.

En los climas extratropicales continentales o semicontinentales ($I_c > 18,0$), el valor de compensación (C_i) se suma al índice de termicidad: I_{tc}

= $I_t + C_i$. Este valor de compensación se calcula según sea la cifra del índice de continentalidad simple (I_c). Así, cuando la continentalidad es moderada ($18,0 < I_c \leq 21,0$), el valor de compensación (C_1) se obtiene multiplicando por f_1 ($f_1 = 5$) el resultado de la sustracción entre el I_c de la localidad y 18. Cuando la continentalidad es acusada ($I_c > 21,0$), el valor de compensación se calcula mediante un sumatorio cuyos valores parciales (C_1, C_2, C_3, C_4) son proporcionalmente mayores debido al incremento del factor multiplicador (f_i) en función del aumento de la continentalidad. Por lo tanto: $I_{tc} = I_t + (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)$. Los valores de compensación en función del índice de continentalidad simple (I_c) y del factor corrector progresivo de la continentalidad (f_i) se obtienen de la forma que se expone en la Figura 7.

En la práctica, en los territorios extratropicales de la Tierra ($> 23^\circ$ N & S) con un índice de continentalidad ≥ 21 , así como en todas aquellas localidades con un I_t o $I_{tc} < 120$, para el cálculo del termotipo del piso bioclimático se utiliza el valor de la temperatura positiva (T_p).

I_c	f_i	C_i	valor máximo
$I_c \leq 8$	$f_0 = 10$	$C_i = C_0; C_0 = f_0 (8 - I_c)$	$C_0 = - 80$
$18 < I_c \leq 21$	$f_1 = 5$	$C_i = C_1; C_1 = f_1 (I_c - 18)$	$C_1 = + 15$
$21 < I_c \leq 28$	$f_2 = 15$	$C_i = C_1 + C_2; C_1 = f_1 (21 - 18) = 15; C_2 = f_2 (I_c - 21)$	$C_2 = + 105$
$28 < I_c \leq 46$	$f_3 = 25$	$C_i = C_1 + C_2 + C_3; C_1 = 15; C_2 = f_2 (28 - 21) = 105; C_3 = f_3 (I_c - 28)$	$C_3 = + 450$
$46 < I_c \leq 65$	$f_4 = 30$	$C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4; C_1 = 15; C_2 = 105; C_3 = f_3 (46 - 28) = 450; C_4 = f_4 (I_c - 46)$	$C_4 = + 570$

FIGURA 7. Cálculo de los valores de compensación, según el valor del índice de continentalidad, para la obtención del índice de termicidad compensado (I_{tc}).

e) Tipos térmicos

Las unidades térmicas: tipos y subtipos de temperatura aplicables a periodos anuales o mensuales (T, Tp, Ti, M, Tmax) que se reconocen en la Tierra, se exponen en la Figura 8.

Pisos de vegetación y bioclimáticos de los Andes tropicales

Correspondencia entre los pisos altitudinales de vegetación y los pisos bioclimáticos, que se están utilizando en las últimas monografías regionales en los Andes tropicales de América del Sur: Navarro & Ferreira. 2007. Mapa de Vegetación de Bolivia. Esc. 1:250.000. CD-Rom. ISBN: 978-99954-0-168-9. The Nature Conservancy (Figura 9).

Tipos térmicos	Subtipos térmicos	Tp, It, Itc	T
A. Cálido T 16°-30°	1. Hipercálido	> 710	> 24°
	2. Cálido	490-710	19°-24°
	3. Subcálido	320-490	16°-19°
B. Templado T 6°-16°	4. Templado	120-320	11°-16°
	5. Subtemplado	800-1300	7°-11°
C. Frío T < 6°	6. Frío	380-800	3°-7°
	7. Hiperfrío	130-380	0°-3°
	8. Ultrafrío	0-130	< 0°
D. Gélido T = 0°	9. Gélido	0	Ti ≤ 0°
	10. Hipergélido	0	M ≤ 0°
	11. Ultragélido	0	Mi ≤ 0°

FIGURA 8. *Tipos y subtipos de térmicos de la Tierra.*

f) Tipos bioclimáticos de la escuela francesa

Entre las importantes aportaciones a la bioclimatología llevadas a cabo por los botánicos y bioclimatólogos franceses desde los orígenes de esta ciencia, se pueden mencionar las de: Bagnouls, 1960; Bagnouls & Gaussen, 1953, 1957; Barry & Faurel, 1973; Barbero, Quezel & Rivas-Martínez, 1981; Capot-Rey, 1951, 1953; Daget, 1977, 1980, 1986; De Martonne, 1926; Emberger, 1930, 1942, 1954, 1955, 1959; Emberger, Gaussen & De Phillippis, 1963; Gaussen, 1921, 1947, 1954a, 1954b,

<i>Pisos bioclimáticos</i>	<i>Pisos altitudinales</i>	<i>Límites altitudinales (orientativos en m)</i>
Infratropical	Basimontano	500-800
Termotropical	Basimontano	500-800 a 1.800-1.900
Mesotropical	Montano	1.800-1.900 a 2.900-3.200
Supratropical	Altimontano	2.900-3.200 a 3.900-4.100
Orotropical	Altoandino	3.900-4.100 a 4.300-4.600
Criorotropical	Subnival	4.300-4.600 a 4.800-5.200
Gélido	Nival	4.800-5.200

FIGURA 9. Correspondencia entre los pisos bioclimáticos (termotipos) y los pisos ecológicos altitudinales de vegetación de los Andes tropicales.

1955a, 1955b, 1968; Gaussen & Bagnouls, 1952; Legris 1960; Legris & Viart, 1960; Le Houerou, 1984, 1995; Mangenot, 1951; Meher-Homji, 1963; Michalet, 1991; Ozenda, 1977; Quezel, 1957, 1965, 1999, 2000; Quezel, Barbero, Benabid & Rivas-Martínez, 1992, 1994, 1995; Trochain, 1952, 1954.

Entre los índices termo-pluviométricos propuestos y su representación gráfica en busca de una calificación y clasificación de la aridez, sobre todo en los bioclimas mediterráneos, cabe destacar el cociente pluviotérmico de Emberger, el índice xerotérmico de Gaussen y los coeficientes de aridez de Dubief y de Capot-Rey.

Gaussen en sus ensayos sobre los bioclimas, desde el primer momento puso de manifiesto la gran importancia que tiene sobre la vegetación tanto el ritmo de las temperaturas a lo largo del año como el de las precipitaciones. Poco después Bagnouls & Gaussen para jerarquizar los bioclimas confirieron un gran valor diagnóstico a los ombrotermogramas anuales de distribución mensual, ajustados a $P = 2T$, así como al empleo de las siguientes nociones. *Mes cálido*: mes con temperatura media mensual (T_i) superior a 20° . *Periodo cálido*: conjunto de meses cálidos. *Mes frío*: mes con temperatura media mensual (t_i) inferior a 0° . *Periodo frío*: conjunto de meses fríos. *Mes seco*: mes en el que la precipitación en mm es igual o inferior al doble de su temperatura media en grados centígrados ($P \leq 2T$). *Periodo seco*: conjunto de meses secos. En estas clasificaciones de la escuela francesa de bioclimatología se pueden reconocer doce tipos bioclimáticos que se agrupan en las siguientes tres grandes categorías (Figura 10):

- a) *Climas cálidos*: con la curva de temperatura siempre positiva; todos los meses $T_i > 0^\circ$ (1 a 6).
- b) *Climas templados y fríos*: con la curva negativa en algún periodo del año; algún mes $T_i < 0^\circ$ (7 a 11).
- c) *Climas glaciales*: con la curva de temperatura negativa todo el año; todos los meses $T_i < 0^\circ$ (12).

Tipos bioclimáticos	N.º meses		Otros nombres
	$T_i > 0^\circ$	$P_i \leq 2T_i$	
1. Termoerémico	12	12	desértico cálido
2. Termohemierémico	12	9-11	subdesértico cálido
3. Termoxerotérico (sequía días largos)	12	1-8	mediterráneo cálido
4. Termoxerochimérico (sequía días cortos)	12	1-8	tropical cálido
5. Bixérico (dos periodos de sequía anuales)	12	1-11	bixérico
6. Termoaxérico ($T_{\min} > 15^\circ$)	12	0	axérico cálido
7. Mesoaxérico ($T_{\min} < 15^\circ$)	1-11	0	axérico templado
8. Psicroerémico	1-11	11-12	desértico frío
9. Psicrohemierémico	1-11	9-10	subdesértico frío
10. Psicroxerotérico	1-11	1-8	submediterráneo
11. Psicroaxérico	1-11	0	axérico frío
12. Criomérico	0	—	glacial

FIGURA 10. Síntesis de los tipos bioclimáticos de la escuela francesa y otros nombres equivalentes.

Tipos térmicos y macrobioclimas

Con ánimo de que se pueda generalizar el empleo de los tipos térmicos de la escuela francesa, y que tengan correspondencia con los adjetivos de la cantidad de temperatura y con los pisos bioclimáticos en toda la Tierra, se dan a conocer en las tablas adjuntas los valores umbrales correspondientes a los índices de termicidad (I_t , I_{tc}) y los de la temperatura positiva (T_p) en todos los macrobioclimas (Figuras 11 y 12).

g) Tipos mensuales de heladas

Ultragélido: mes con temperatura media de las máximas absolutas igual o inferior a cero grados ($T_{maxabi} < 0^{\circ} C$).

Hipergélido: mes con temperatura media de las máximas igual o inferior a cero grados ($M_i \leq 0^{\circ} C$).

Gélido: mes con temperatura media igual o inferior a cero grados ($T_i \leq 0^{\circ} C$).

Tipos térmicos	Tp, It, Itc	T	Adjetivos
1. Megatérmico	> 710	> 24°	1. Tórrido
2. Macrotérmico	490-710	19°-24°	2. Cálido
3. Macro-mesotérmico	320-490	16°-19°	3. Subcálido
4. Mesotérmico	120-320	11°-16°	4. Templado
5. Meso-microtérmico	800-1.300	< 11°	5. Subtemplado
6. Microtérmico	380-800	< 6°	6. Frío
7. Hipermicrotérmico	130-380	< 3°	7. Hiperfrío
8. Ultramicrotérmico	0-130	< 0°	8. Ultrafrío
9. Gélido	0	$T_i \leq 0^{\circ}$	9. Gélido
10. Hipergélido	0	$M \leq 0^{\circ}$	10. Hipergélido
11. Ultragélido	0	$M_i \leq 0^{\circ}$	11. Ultragélido

FIGURA 11. Relación entre los tipos térmicos y los de termicidad.

Tipos térmicos (It, Itc, Tp)	Tropical	Medite-rráneo	Templado	Boreal	Polar
Megatérmico	> 710	—	—	—	—
Macrotérmico	490-710	> 350	290-410	—	—
Mesotérmico	320-490	220-350	190-290	—	—
Microtérmico	160-320	120-220,	120-190,		
		> 900	> 800	> 680	—
Hipermicrotérmico	450-950	450-900	380-800	380-680	100-380
Ultramicrotérmico	1-450	1-450	1-380	1-380	1-100
Gélido	0	0	0	0	0

FIGURA 12. Relación entre los tipos térmicos y los macrobioclimas (valores de It, Itc, en redondas, y los de Tp, temperatura positiva, en cursivas).

Subgélido: mes con temperatura media de las mínimas igual o inferior a cero grados ($m_i \leq 0^{\circ} C$).

Preagélido: mes con temperatura media de las mínimas absolutas igual o inferior a cero grados ($m'i \leq 0^\circ \text{ C}$).

Agélido: mes libre de heladas, es decir, con temperatura media de las mínimas absolutas superior a cero grados ($m' > 0^\circ \text{ C}$).

Hiperagélido: mes en los que nunca se han registrado temperaturas igual o inferior a 0° C ($T_{\text{minabi}} > 0^\circ \text{ C}$).

La existencia o ausencia de heladas ($T < 0^\circ$) en un territorio, la magnitud y la duración de las mismas son determinantes para la vegetación. En función de la temperatura media reconocemos los siguientes tipos de meses gélidos y de probabilidades de heladas. Según estos valores, las heladas mensuales pueden ser seguras, posibles o ausentes (Rivas-Martínez & Izco) (Figura 13).

Tipo mensual	Condición	Heladas
Ultragélido	$T_{\text{maxabi}} < 0^\circ \text{ C}$	seguras
Hipergélido	$M_i \leq 0^\circ \text{ C}$	seguras
Gélido	$T_i \leq 0^\circ \text{ C}$	seguras
Subgélido	$m_i \leq 0^\circ \text{ C}$	seguras
Preagélido	$m'i \leq 0^\circ \text{ C}$	posibles
Agélido	$m'i > 0^\circ \text{ C}$	posibles
Hiperagélido	$T_{\text{minabi}} > 0^\circ \text{ C}$	ausentes

FIGURA 13. *Tipos de meses gélidos, condiciones y probabilidades de heladas.*

h) Zonas y cinturas latitudinales

En función de la latitud, a cualquier altitud sobre el nivel del mar se distinguen en la Tierra tres amplias zonas latitudinales que tradicionalmente se han denominado: 1. Cálida. 2. Templada. 3. Fría, en las que, a su vez, se reconocen las subunidades o cinturas latitudinales siguientes: 1a. Ecuatorial. 1b. Eutropical. 1c. Subtropical. 2a. Eutemplada. 2b. Subtemplada septentrional. 2c. Subtemplada austral. 3a. Ártica. 3b. Antártica. Las zonas y las cinturas latitudinales, pese a su denominación, no se corresponden con los límites actuales de los macrobioclimas (Figura 14).

Zonas latitudinales	Cinturas latitudinales
1. Cálida (0° a 35° N & S)	1a. Ecuatorial 7° N a 7° S 1b. Eutropical 7° a 23° N & S 1c. Subtropical 23° a 35° N & S
2. Templada (35° a 66° N, 35° a 60° S)	2a. Eutemplada 35° a 52° N & S 2b. Subtemplada septentrional 52° a 66° N 2c. Subtemplada austral 52° a 60° S
3. Fría (66° a 90° N, 60° a 90° S)	3a. Ártica 66° a 90° N 3b. Antártica 60° a 90° S

FIGURA 14. *Amplitud de las zonas y cinturas latitudinales que se reconocen en la Tierra.*

3. UNIDADES BIOCLIMÁTICAS

a) Macrobioclimas

Los macrobioclimas son las unidades tipológicas de mayor rango de la clasificación bioclimática. Se trata de modelos biofísicos sintéticos, delimitados por determinados valores latitudinales, climáticos y vegetacionales, que poseen una amplia jurisdicción territorial y que están relacionados con los grandes tipos de climas, biomas, biorregiones y regiones biogeográficas de la Tierra. Los cinco macrobioclimas que se aceptan en nuestra clasificación son: tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar; sus límites latitudinales se exponen en la Figura 15. En ellos, por sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se han distinguido 28 unidades subordinadas que se denominan bioclimas (Figura 1).

Macrobioclima tropical. El macrobioclima tropical está presente a cualquier altitud y valor de continentalidad en todos los territorios de la Tierra pertenecientes a las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0 a 23° N & S). También se halla en los territorios latitudinalmente subtropicales (23° a 35° N & S), a cualquier altitud en aquellas áreas en las que la precipitación del semestre más cálido del año es mayor que la del semestre más frío del año ($P_{ss} > P_{sw}$), o bien que la precipitación del cuatrimestre más cálido del año es mayor que la del cuatrimestre siguiente al más cálido, y menor que la del cuatrimestre anterior al más

cálido del año ($Pcm_3 < Pcm_1 > Pcm_2$), al tiempo que, calculados teóricamente a 200 m de altitud sus valores térmicos, cumplen dos de estas tres condiciones: temperatura media anual $\geq 21^\circ C$, una temperatura media de las máximas del mes más frío de $\geq 18^\circ C$ y un índice de termicidad \geq de 470 ($T \geq 21^\circ$, $M \geq 18^\circ$ $It \geq 470$). Entre los paralelos 23° a $35^\circ N \& S$, para calcular teóricamente los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir cada 100 m que supere tal altitud: $0,6^\circ$ a la temperatura media anual (T), $0,5^\circ$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc).

Zonas latitudinales	Cinturas latitudinales	Tr	Me	Te	Bo	Po
1. Cálida 0° a 35° N & S	1a. Ecuatorial	0°				
	1b. Eutropical					
	1c. Subtropical	35°	23°	23°		
2. Templada 35°-66° N, 35°-60° S	2a. Eutemplada		52°		43° N 49° S	
	2b, 2c. Subtempladas			55° S 66° N	56° S 71° N	51° N 53° S
3. Fría 66°-90° N, 60°-90° S	3a. Ártica					
	3b. Antártica					90°

FIGURA 15. *Distribución latitudinal de los macrobioclimas en las zonas y cinturas latitudinales de la Tierra: tr = tropical, me = mediterráneo, te = templado, bo = boreal, po = polar.*

También se considera que tienen macrobioclima tropical, con independencia de sus ritmos ómbricos, los territorios subtropicales que cumplan al menos dos de los siguientes valores: temperatura media anual igual o superior a $25^\circ C$, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año igual o superior a $10^\circ C$, o un índice de termicidad compensado igual o superior a 580 ($T \geq 25^\circ$, $M \geq 10^\circ$ $Itc \geq 580$). Por el contrario, no son tropicales los territorios de Asia y África por encima de 2.000 m, comprendidos entre los 25° y $35^\circ N$ (Figura 15).

El macrobioclima tropical está representado en todos los continentes salvo en la Antártida. En la Tierra tienen macrobioclima tropical las veintisiete regiones biogeográficas siguientes (por continentes); África: Africana Suroriental, Guineano-Congoleña, Malgache, Namibio-Zambesiana, Sahelo-Sudánica y Sudano-Etiópica; Australia y Polinesia: Australiana Tropical, Hawaiana, Neocaledoniana y Polinésica; Eurasia: Fijiano-Papuana, Indochina, Indonesio-Filipina, Indostánica, Omano-Síndica, Sahelo-Sudánica y Somalo-Etiópica; Norteamérica: Caribeño-Mesoamericana, Madreana y Mexicana Xerofítica; Suramérica: Amazónica, Andina, Brasileño-Paranense, Chaqueña, Novagranatense, Orinoco-Guayanesa y Pacífica Desértica.

En el macrobioclima tropical en función de la cuantía de la precipitación anual, de la precipitación estacional y del ritmo anual de las precipitaciones se distinguen los cinco bioclimas siguientes: tropical pluvial (trpl), tropical pluviestacional (trps), tropical xérico (trxe), tropical desértico (trde) y tropical hiperdesértico (trhd).

Macrobioclima mediterráneo. Tienen macrobioclima mediterráneo, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical y eutemplada (23° a 52° N & S), en los que existan al menos dos meses consecutivos con aridez durante el periodo más cálido del año, en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival es menor del doble de la temperatura media del bimestre más cálido del trimestre estival expresada en grados centígrados ($Ps_2 < 2Ts_2$). Asimismo, en los territorios de la cintura subtropical (23° a 35° N & S), donde además de lo estipulado, se cumplan al menos dos de las tres condiciones que se mencionan a continuación: temperatura media anual inferior a 25° , temperatura media de las mínimas del mes más frío del año inferior a 10° C, o un índice de termicidad compensado inferior a 580 ($T < 25^{\circ}$, $m < 10^{\circ}$, $I_{tc} < 580$).

Entre los paralelos 23° a 48° N y 23° a 52° S, para calcular teóricamente los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud, es necesario añadir por cada 100 m que supere tal altitud: $0,6^{\circ}$ a la temperatura media anual (T), $0,5^{\circ}$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, I_{tc}). Entre los paralelos 48° a 52° N para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir cada 100 m: $0,4^{\circ}$ a la temperatura media anual, $0,5^{\circ}$ a la temperatura media de las

máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp) (Figura 15).

El macrobioclima mediterráneo tiene su mayor representación territorial en el centro y en el occidente de todos los continentes excepto en la Antártida. En la Tierra tienen macrobioclima mediterráneo las ocho regiones biogeográficas siguientes (por continentes); África: Capense, Mediterránea y Saharo-Nortearábica; Australia y Polinesia: Australiana Mediterránea; Eurasia: Irano-Turaniana, Saharo-Nortearábica y Mediterránea; Norteamérica: Californiana y Gran Cuenca; Suramérica: Meso-chileno-Patagónica.

En el macrobioclima mediterráneo en función de la continentalidad y del índice ombrotérmico se distinguen ocho bioclimas: mediterráneo pluviestacional oceánico (mepo), mediterráneo pluviestacional continental (mepc), mediterráneo xérico oceánico (mexo), mediterráneo xérico continental (mexc), mediterráneo desértico oceánico (medo), mediterráneo desértico continental (medc), mediterráneo hiperdesértico oceánico (meho) y mediterráneo hiperdesértico continental (mehc) (Figura 1).

Macrobioclima templado. Tienen macrobioclima templado, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical, eutemplada y subtemplada (23° a 66° N y 23° a 55° S) en los que no existe o se compensa (v. índices ombrotérmicos estivales compensables) dos o más meses consecutivos con aridez durante el verano o periodo más cálido del año, es decir, en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival sea mayor del doble de la temperatura media en grados centígrados del bimestre más cálido del trimestre estival ($Ps_2 \geq 2Ts_2$). De igual manera, en los territorios subtropicales (23° a 35° N & S), calculados teóricamente a 200 m de altitud, que cumplan dos de las siguientes condiciones: temperatura media anual inferior a 21° , temperatura media de las máximas del mes más frío inferior a 18° , índice de termicidad inferior a 470 ($T < 21^{\circ}$, $M < 18^{\circ}$, $It < 470$); del mismo modo que al menos dos de los tres valores siguientes sean inferiores a: temperatura media anual 25° , temperatura media de las mínimas del mes más frío 10° C, índice de termicidad compensado 580 ($T < 25^{\circ}$, $m < 10^{\circ}$, $Itc < 580$). En la cintura subtemplada (51° a 66° N y 51° a 60° S) los valores calculados teóricamente a una altitud de 200 m, o los existentes a altitudes menores, tienen ambos que ser mayores que los valores umbrales que limitan los macrobiocli-

mas templado y boreal, que en función de los valores del índice de continentalidad son los que se indican a continuación. En los territorios hiperoceánicos ($I_c \leq 11$) inferiores a: temperatura media anual 6° , temperatura media del mes más cálido 10° , temperatura positiva estival 290 ($T < 6^\circ$, $T_{max} < 10^\circ$, $T_{ps} < 290$), en los territorios oceánicos ($I_c 11-21$) inferiores a: temperatura media anual $5,3^\circ$, temperatura positiva anual 720 ($T < 5,3^\circ$, $T_p < 720$), en los territorios subcontinentales ($I_c 21-28$) inferiores a: temperatura media anual $4,8^\circ$, temperatura positiva anual 740 ($T < 4,8^\circ$, $T_p < 740$), en los territorios eucontinentales ($I_c 28-46$) inferiores a: temperatura media anual $3,8^\circ$, temperatura positiva anual 800 ($T < 3,8^\circ$, $T_p < 800$), y, por último, en los territorios hipercontinentales ($I_c > 46$) inferiores a: temperatura media anual 0° , temperatura positiva anual 800 ($T < 0^\circ$, $T_p < 800$).

Entre los paralelos 23° a 48° N y 23° a 51° S, para calcular los valores termoclimáticos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir cada 100 m que supere tal altitud: $0,6^\circ$ a la temperatura media anual (T), $0,5^\circ$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 66° N y 51° a 55° S, para calcular tales valores se debe añadir cada 100 m: $0,4^\circ$ a la temperatura media anual, $0,5^\circ$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp) (Figura 15).

En la Tierra tienen macrobioclima templado [minoritario territorialmente (*)] las regiones biogeográficas siguientes (por continentes): África: Capense (*); Australia y Polinesia: Australiana Templada y Neozelandesa; Eurasia: Chino-Japonesa, Eurosiberiana, Estesiberiana (*), y Tibetano-Himaláica; Norteamérica: Norteamericana Altántica y Rocosiana; Suramérica: Pampeana y Valdiviano-Magallánica.

En el seno del macrobioclima templado en función de la continentalidad y del índice ombrotérmico se reconocen cuatro bioclimas: templado hiperoceánico (teho), templado oceánico (teoc, templado continental (teco) y templado xérico (texe).

Macrobioclima boreal. Tienen macrobioclima boreal a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre las latitudes 43° a 71° N y 51° a 56° S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 200 m de al-

titud, estén por debajo de los valores umbrales boreal-templados. Según sea la cuantía de la continentalidad los índices y parámetros bioclimáticos que se mencionan deben tener valores inferiores a los umbrales que se señalan a continuación. En los territorios hiperoceánicos ($I_c = 11$) inferiores a: temperatura media anual 6° , temperatura media del mes más cálido 10° , temperatura positiva estival 290 ($T < 6^\circ$, $T_{max} < 10^\circ$, $T_{ps} < 290$); en los territorios oceánicos ($I_c 11-21$) inferiores a: temperatura media anual $5,3^\circ$, temperatura positiva anual 720 ($T < 5,3^\circ$, $T_p < 720$); en los territorios subcontinentales ($I_c 21-28$) inferiores a: temperatura media anual $4,8^\circ$, temperatura positiva anual 740 ($T < 4,8^\circ$, $T_p < 740$); en los territorios eucontinentales ($I_c 28-46$) inferiores a: temperatura media anual $3,8^\circ$, temperatura positiva anual 800 ($T < 3,8^\circ$, $T_p < 800$); en los territorios hipercontinentales ($I_c > 46$) inferiores a: temperatura media anual 0° , temperatura positiva anual 800 ($T < 0^\circ$, $T_p < 800$).

Si en los territorios comprendidos entre las latitudes 43° a 52° N y 49° a 52° S, existen y no se compensan dos o más meses consecutivos de aridez durante el periodo más cálido del año ($Ps_2 < 2Ts_2$), dichos territorios tienen macrobioclima mediterráneo.

Entre los paralelos 43° a 48° N, para calcular los valores termoclimáticos teóricos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de latitud, es necesario añadir por cada 100 m que supere tal altitud: $0,6^\circ$ a la temperatura media anual (T), $0,5^\circ$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 71° N y 51° a 55° S para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir cada 100 m: $0,4^\circ$ a la temperatura media anual (T), $0,5^\circ$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp) (Figura 15).

En la Tierra tienen macrobioclima boreal [minoritario territorialmente (*)] las seis regiones biogeográficas siguientes (por continentes): Eurasia: Eurosiberiana (*), Estesiberiana; Norteamérica: Norteamericana Boreal y Rocosiana (*); Suramérica: Valdiviano-Magallánica (*).

En el seno del macrobioclima boreal, en función de la continentalidad y del índice ombrotérmico se reconocen seis bioclimas: boreal hiperoceánico (boho), boreal oceánico (booc), boreal subcontinental (bosc), boreal continental (boco), boreal hipercontinental (bohc) y boreal xérico (boxe) (Figura 1).

Macrobioclima polar. Tienen macrobioclima polar, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre los paralelos 51° a 90° N y 53° a 90° S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 100 m de altitud, tengan una temperatura positiva anual inferior a 380 (Tp). Entre los paralelos 51° a 90° N y 53° a 90° S, para calcular los valores termoclimáticos teóricos de la temperatura positiva anual (Tp), que corresponden a una localidad que esté situada a más de 100 m de altitud, es necesario añadir cada 100 m que supere tal altitud 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp) (Figura 15).

En la Tierra tienen macrobioclima polar [minoritario territorialmente (*)] las dos regiones biogeográficas siguientes (por continentes): Eurasia: Circunártica; Norteamérica: Circunártica; Suramérica: Valdiviano-Magallánica (*).

En el seno del macrobioclima polar en función de la continentalidad, del índice ombrotérmico y del valor de la temperatura positiva anual, se reconocen cinco bioclimas: polar hiperoceánico (poho), polar oceánico (poo), polar continental (poco), polar xérico (poxe), polar perglácido (pope) (Figura 1).

b) Variantes bioclimáticas

Las variantes bioclimáticas son unidades de la bioclimatología tipológica, que se reconocen en el seno de determinados bioclimas, que permiten distinguir peculiaridades climáticas de carácter ómbrico. Las variantes bioclimáticas son: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical y seropluvial y de sequía tropical (Figura 16).

Variantes bioclimáticas	Tr	Me	Te	Bo	Po
Submediterránea	—	—	*	*	*
Esteparia	—	*	*	*	*
Bixérica	*	—	—	—	—
Antitropical	*	—	—	—	—
Seropluvial	*	—	—	—	—
Sequía tropical	*	—	—	—	—

FIGURA 16. Distribución de las variantes bioclimáticas en los macrobioclimas de la tierra. tr = tropical, me = mediterráneo, te = templado, bo = boreal, po = polar.

Esteparia (stp). Variante bioclimática existente en los macrobioclimas mediterráneo, templado, boreal y polar, al menos semicontinentales atenuados ($I_c > 17$), en los que además de poseer una precipitación del trimestre estival superior a la del trimestre invernal [$P_s \geq P_w$], el índice ombrotérmico anual debe estar comprendido entre el hiperárido inferior y el subhúmedo superior: $0,2$ y 6 [$6 \geq I_o > 0,2$]; así como que al menos durante un mes del verano (P_{s_1}) la precipitación en mm sea inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [$P_{s_1}; P < 3T$]. El carácter estepario se pone de relieve en muy diversas formaciones vegetales continentales o semicontinentales por la aparición de tipos de vegetación xerofítica debido a la limitación hídrica existente en periodos vinculados a ambos solsticios.

Las formaciones vegetales más características de la Tierra que corresponden a esta variante bioclimática son: las estepas y bosques esteparios templados de Eurasia, las grandes praderas, arboladas o no, de Norteamérica, los desiertos esteparios de Asia Central, así como los bosques, matorrales y pastizales esteparios xerofíticos mediterráneos holárticos. Las formaciones de tundra y taiga esteparias correspondientes a los bioclimas boreal y polar, están restringidas a áreas de escasas precipitaciones estivales en Asia y Norteamérica. De modo general puede postularse que el carácter estepario corresponde en buena medida a tipos de clima con mediterraneidad estival atenuada y con pocas precipitaciones durante el solsticio invernal.

Submediterránea (sbm). Variante bioclimática común en el macrobioclima templado y que es muy escasa en el boreal y en el polar, en la que al menos durante un mes del estío la precipitación media en milímetros es inferior, dos veces y ocho décimas a la temperatura media en grados centígrados de ese mismo periodo [$I_{os}; P < 2,8T$].

Las formaciones vegetales templadas submediterráneas más características son las de transición o ecotono entre los bioclimas templados carentes de aridez estival y los genuinamente mediterráneos, en los que la sequía estival se prolonga más de dos meses. En el holártico, las formaciones vegetales más representativas, suelen ser las constituidas en su etapa madura por bosques esclerofilos o deciduos marcescentes, así como cierto tipo de bosques de coníferas xerofíticos.

Bixérica (bix). Variante bioclimática tropical, en la que existen dos periodos anuales de aridez al menos de un mes ($P \leq 2T$), correspondien-

tes a ambos solsticios, separados por otros dos periodos más lluviosos durante los trimestres equinocciales en los que al menos un mes sea $P \geq 2T$. Esta variante no tiene lugar en los bioclimas tropical pluvial y tropical hiperdesértico.

Las formaciones vegetales tropicales bixéricas tienen relaciones estructurales y en ocasiones filogenéticas con las mediterráneas pluviestacionales, xéricas y desérticas.

Antitropical (ant). Variante bioclimática tropical, prácticamente restringida a la cintura ecuatorial y a ciertos territorios adyacentes, en la que las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio invernal son superiores a las del trimestre estival. Esta variante no tiene lugar en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico.

Las formaciones vegetales antitropicales no son muy diferentes en su estructura a las tropicales de equivalente ombrotipo seropluvial o típico (lluvias monzónicas habituales), aunque el elemento florístico que las constituye posee un número elevado de endemismos, obviamente causados por un periodo fenológico prácticamente antitético, lo que ha favorecido su aislamiento y por tanto su especiación.

Seropluvial (spl.). Variante bioclimática tropical en la que la precipitación de los primeros meses del solsticio de verano es al menos 1,3 veces inferior a la correspondiente a los dos meses que los siguen. Esta variante no tiene lugar en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico.

Esta variante bioclimática pone de manifiesto los bioclimas monzónicos (pluviestacionales, xéricos y desérticos) a los que llegan tardíamente las lluvias estivales, circunstancia que acaece habitualmente hacia el occidente de los continentes en África, Indostán y Norteamérica.

Sequía tropical (str). Variante bioclimática tropical pluvial y pluviestacional ($I_o > 3,6$) en la que se pondera la sequía de los meses cuyo índice ombrotérmico es inferior a 2,5 ($I_{om} < 2,5$). El «valor de sequía tropical mensual» se calcula restando de 250 la cuantía del índice ombrotérmico mensual en décimas de grado del modo siguiente: $V_{stm} = 250 - (10I_o)$. Las variantes de sequía tropical (ombrovariantes) en los bioclimas pluvial y pluviestacional, se establecen en función de los «índices de sequía tropical», que es el sumatorio de los «valores de sequía tropical mensual» durante el año: ΣV_{stm} , y que son las siguientes: plu-

vial higrofítica 0, pluvial subhigrofítica 1-60, pluvial submesofítica 60-220; pluviestacional mesofítica 1-350, pluviestacional submesofítica 350-700, pluviestacional subxerofítica 700-1.050 y pluviestacional xerofítica 1.050-1.700 (Figura 17).

c) Niveles de aridez

En los bioclimas tropicales: xérico, desértico e hiperdesértico, así como en los correspondientes mediterráneos, se pueden establecer los siguientes niveles de aridez en función de los rangos de sus índices ombrotérmicos ($I_o = P_p:T_p$): xérico seco 2-3,6, xérico semiárido 1-2; desértico árido 0,4-1, desértico hiperárido 0,2-0,4; hiperdesértico intenso 0,1-0,2, hiperdesértico extremo 0,0-0,1 (Figura 18).

Variantes de sequía tropical	ΣV_{stm}
Pluvial higrofítica	0
Pluvial subhigrofítica	1-60
Pluvial submesofítica	60-220
Pluviestacional mesofítica	1-350
Pluviestacional submesofítica	350-700
Pluviestacional subxerofítica	700-1050
Pluviestacional xerofítica	1050-1700

FIGURA 17. *Relación entre las variantes de sequía tropical (ombrovariantes) y los valores de los índices de sequía tropical ΣV_{stm} en los bioclimas pluvial y pluviestacional.*

Niveles de aridez tropicales y mediterráneos	I_o
Xérico seco (sólo tropical)	2-3,6
Xérico semiárido	1-2
Desértico árido	0,4-1
Desértico hiperárido	0,2-0,4
Hiperdesértico moderado	0,1-0,2
Hiperdesértico extremo	0,0-0,1

FIGURA 18. *Niveles de aridez en los bioclimas tropicales: xérico, desértico e hiperdesértico y en los mediterráneos oceánicos y continentales: xérico, desértico e hiperdesértico.*

d) Pisos bioclimáticos

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos de condiciones climáticas que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (It, Itc, Tp) y ombroclimáticos (Io). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales: los pisos de vegetación. Aunque el fenómeno de la zonación tiene jurisdicción universal y los valores umbrales ombroclimáticos (Io) son equivalentes, los termoclimáticos (It, Itc, Tp) difieren algo en la mayoría de los macrobioclimas.

Termotipos. Los rangos termoclimáticos se basan en la suma de temperaturas máximas, medias o mínimas mensuales o anuales. Por conveniencias de nivel global, derivadas de sus peculiaridades termoclimáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos) en cada uno de los macrobioclimas de la Tierra: tropical (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido); mediterráneo (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido); templado (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), que corresponden respectivamente a los pisos y horizontes altitudinales clásicos: infracolino, termocolino, eucolino, submontano, montano, altimontano, subalpino, alpino, subnival, nival y gélido; boreal (termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido); polar (termo-, meso-, supra- y gélido). Para una concordancia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos la mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos. Si en algún caso fuese necesario una subdivisión menor más afinada, tales intervalos equitativos podrían denominarse niveles: superior e inferior.

Horizontes termotípicos. En la Figura 19 aparecen detallados los intervalos de It, Itc y Tp de los horizontes termotípicos correspondientes a todos los macrobioclimas, así como las abreviaturas que los designan.

A cualquier latitud, cuando el índice de termicidad (It) es inferior a 120 o cuando el índice de continentalidad (Ic) es igual o superior a 21, para calcular el termotipo se utiliza el valor de la temperatura positiva anual (Tp) que representa el sumatorio en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales (Ti) de los meses de temperatura media superior a 0° C: $Tp = (\sum Ti \geq 0^\circ) / 10$. Cada horizonte

termotípico representa la mitad superior o inferior del intervalo térmico del termotipo.

Ombrotipos. Son rangos basados en la precipitación y en la evaporación creciente con el incremento de la temperatura, en concreto se expresan y definen mediante los cocientes entre la precipitación media

FIGURA 19. *Horizontes termotípicos de los macrobioclimas tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar.*

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Ic \geq 21, Itc < 120
Infratropical inferior	itri	> 800	> 3.200
Infratropical superior	itrs	710-800	2.900-3.200
Termotropical inferior	ttri	600-710	2.600-2.900
Termotropical superior	ttrs	490-600	2.300-2.600
Mesotropical inferior	mtri	405-490	2.000-2.300
Mesotropical superior	mtrs	320-405	1.700-2.000
Supratropical inferior	stri	240-320	1.325-1.700
Supratropical superior	strs	160-240	950-1.325
Orotropical inferior	otri	(120)-160	700-950
Orotropical superior	otrs	—	450-700
Criorotropical inferior	ctri	—	100-450
Criorotropical superior	ctrs	—	1-100
Gélido	gtr	—	0

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Ic \geq 21, Itc < 120
Inframediterráneo inferior	imei	515-580	> 2.600
Inframediterráneo superior	imes	450-515	2.400-2.600
Termomediterráneo inferior	tmei	400-450	2.250-2.400
Termomediterráneo superior	tmes	350-400	2.100-2.250
Mesomediterráneo inferior	mmei	285-350	1.800-2.100
Mesomediterráneo superior	mmes	220-285	1.500-1.800
Supramediterráneo inferior	smei	150-220	1.200-1.500
Supramediterráneo superior	smes	(120)-150	900-1.200
Oromediterráneo inferior	omei	—	675-900
Oromediterráneo superior	omes	—	450-675
Cropmediterráneo inferior	cmei	—	100-450
Criomediterráneo superior	cmes	—	1-100
Gélido	gme	—	0

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Ic ≥ 21, Itc < 120
Infratemplado	ite	> 410	> 2.351
Termotemplado inferior	ttsei	350-410	2.176-2.350
Termotemplado superior	ttes	290-350	2.000-2.175
Mesotemplado inferior	mtei	240-290	1.700-2.000
Mesotemplado superior	mtes	190-240	1.400-1.700
Supratemplado inferior	stei	(120)-190	1.100-1.400
Supratemplado superior	stes	—	800-1.100
Orotemplado inferior	otei	—	590-800
Orotemplado superior	otes	—	380-590
Criorotemplado inferior	ctei	—	100-240-380
Criorotemplado superior	ctes	—	1-50-100
Gélido	gte	—	0

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Itc < 120
Termoboreal inferior	tboi	—	(740)-(800)
Termoboreal superior	tbos	—	680-(740)
Mesoboreal inferior	mboi	—	630-680
Mesoboreal superior	mbos	—	580-630
Supraboreal inferior	sboi	—	530-580
Supraboreal superior	sbos	—	480-530
Oroboreal inferior	oboi	—	430-480
Oroboreal superior	obos	—	380-430
Crioroboreal inferior	cboi	—	280-380
Crioroboreal medio	cbom	—	100-280
Crioroboreal superior	cbos	—	1-100
Gélido	gbo	—	0

Horizontes termotípicos	Abr.	It, Itc	Tp: Itc < 120
Termopolar inferior	tpoi	—	330-380
Termopolar superior	tpos	—	280-330
Mesopolar inferior	mpoi	—	190-280
Mesopolar superior	mpos	—	100-190
Suprapolar inferior	spoi	—	50-100
Suprapolar superior	spos	—	1-50
Gélido	gpo	—	0

en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos periodos del año cuya temperatura media mensual es superior a cero grados centígrados. Entre otros, se pueden distinguir el índice ombrotérmico anual ($I_o = (P_p/T_p) 10$), el índice ombrotérmico trimestral ($I_{otr} = (P_{ptri}/T_{ptri})10$) y el índice ombrotérmico mensual ($I_{om} = (P_i/T_{pi}) 10$). Dado el elevado valor predictivo y correlación que muestran los valores ombrotérmicos anuales con las estructuras de la vegetación potencial climatófila en toda la Tierra, hace más de una década que los utilizamos en la clasificación bioclimática para establecer los tipos y horizontes ómbricos en sustitución de las escalas por los valores de la precipitación media. Los tipos ómbricos mensuales (I_{om}) corresponden al valor del cociente entre la precipitación media mensual (P_i) y la temperatura media mensual positiva en grados centígrados del mismo periodo (T_{pi}). Los valores ombrotérmicos que diagnostican los tipos y los horizontes ómbricos anuales, semestrales, trimestrales y mensuales son los mismos en todos los casos. Los intervalos o valores de I_o e I_{om} que delimitan los tipos y horizontes ómbricos en todos los macrobioclimas de la Tierra, así como las abreviaturas que los designan, se recogen en la Figura 20.

Tipos ómbricos	Horizontes ómbricos	Abr.	I_o, I_{om}
1. Ultrahiperárido	1a. Ultrahiperárido inferior 1a. Ultrahiperárido superior	uhai uhas	0,0-0,1 0,1-0,2
2. Hiperárido	2a. Hiperárido inferior 2b. Hiperárido superior	hai has	0,2-0,3 0,3-0,4
3. Árido	3a. Árido inferior 3b. Árido superior	ari ars	0,4-0,7 0,7-1,0
4. Semiárido	4a. Semiárido inferior 4b. Semiárido superior	sai sas	1,0-1,5 1,5-2,0
5. Seco	5a. Seco inferior 5b. Seco superior	sei ses	2,0-2,8 2,8-3,6
6. Subhúmedo	6a. Subhúmedo inferior 6b. Subhúmedo superior	sui sus	3,6-4,8 4,8-6,0
7. Húmedo	7a. Húmedo inferior 7b. Húmedo superior	hui hus	6,0-9,0 9,0-12,0
8. Hiperhúmedo	8a. Hiperhúmedo inferior 8b. Hiperhúmedo superior	hhi hhs	12,0-18,0 18,0-24,0
9. Ultrahiperhúmedo	9. Ultrahiperhúmedo	uhu	> 24,0

FIGURA 20. *Valores umbrales de los tipos y horizontes ómbricos que se reconocen en la Tierra.*

e) Isobioclimas

El isobioclima es un modelo bioclimático formado por un bioclima, un termotipo y un ombrotipo. A cada isobioclima le corresponde un espacio bioclimático propio, identificable por los valores climáticos umbrales de cada una de las unidades bioclimáticas que lo constituyen. El número de isobioclimas que pueden reconocerse en la Tierra se aproxima a los cuatrocientos, pero con entidad territorial apreciable sólo unos trescientos. Estos espacios o modelos bioclimáticos son útiles para identificar territorios análogos y tipos de vegetación equivalentes, así como para realizar cartografías bioclimáticas de gran precisión.

Para denominar los isobioclimas se debe construir una frase diagnóstica con su sigla correspondiente, formada por los nombres del bioclima, el termotipo y el ombrotipo; ejemplo: tropical pluvial-infratropical-subhúmedo (trpl-irt-shu), que para abreviar puede situarse en primer lugar el termotipo: infratropical pluvial subhúmedo (itrplshu). Como ejemplos de isobioclimas existentes en la Tierra se presentan en la Figuras 21 y 22, los correspondientes a los bioclimas: templado oceánico (20 isobioclimas) y mediterráneo pluviestacional oceánico (20 isobioclimas).

teoc	sec	shu	hum	hhu	uhh	núm.
ite	—	*	*	—	—	2
tte	—	*	*	*	—	3
mte	—	*	*	*	—	3
ste	—	*	*	*	*	4
ote	—	*	*	*	*	4
cte	—	*	*	*	*	4

FIGURA 21. *Isobioclimas existentes en el bioclima templado oceánico (20); isob-, iteocshu, iteochum, tteocshu, tteochum, mteocshu, mteochum, mteochhu, steocshu, steochum, steochhu, steocuhh, oteocshu, oteochum, oteochhu, oteocuhh, cteocshu, cteochum, cteochhu, cteocuhh.*

mepo	sec	shu	hum	hhu	uhh	núm.
ime	*	*	—	—	—	2
tme	*	*	*	—	—	3
mme	*	*	*	*	—	4
sme	*	*	*	*	—	4
ome	*	*	*	*	—	4
cme	*	*	*	—	—	3

FIGURA 22. *Isobioclimas existentes en el bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (20); isob-: imeposec, imeposh, tmeposec, tmeposhu, tmepohum, mmeposec, mmeposhu, mmpohum, mmeposhum, smeposec, smeposh, smepohum, smepohhum, omeposec, omeposhu, omepohum, omepohhu, cmeposec, cmeposhu, cmepohum, cmepohhu.*

f) Distribución estacional de las precipitaciones

La cuantía de la precipitación de los trimestres correspondientes a las estaciones del año, la de los meses, cuatrimestres o semestres, así como su distribución y ritmo anual, son datos de gran valor diagnóstico en el reconocimiento y delimitación de los bioclimas, variantes, tipos y matices bioclimáticos, tanto en el nivel general como territorial. Para la formulación trimestral por cuantías decrecientes en los ombroclimogramas (gráfica 1, núm. 13) se utilizan como abreviaturas: invierno, winter (I, W), primavera, spring (P), verano, summer (V, S), otoño, fall (O, F), por ejemplo (inglés): $W > F > P > S$; (español): $I > O > P > V$.

4. TIPOLOGÍA BIOGEOGRÁFICA REGIONAL DE LA TIERRA

En los territorios emergidos de la Tierra se reconocen cuatro reinos: Holártico, Paleotropical, Neotropical-Austroamericano y Neozelándico-Australiano, siete subreinos y cuarenta y cinco regiones biogeográficas.

I. REINO HOLÁRTICO

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1. Región Circunártica | 5. Región Mediterránea |
| 2. Región Eurosiberiana | 6. Región Irano-Turaniana |
| 3. Región Estesiberiana | 7. Región Tibetano-Himaláyica |
| 4. Región Chino-Japonesa | 8. Región Sahara-Nortearábica |
| | 9. Región Norteamericana Boreal |

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 10. Región Norteamericana Atlántica | III. REINO NEOTROPICAL-AUSTROAMERICANO |
| 11. Región Rocosiana | IIIa. Subreino NEOTROPICAL |
| 12. Región Californiana | 29. Región Mexicana Xerofítica |
| 13. Región Gran Cuenca | 30. Región Madreana |
| II. REINO PALEOTROPICAL | 31. Región Caribeño-Mesoamericana |
| IIa. Subreino AFRICANO | 32. Región Novogranatense |
| 14. Región Sahelo-Sudánica | 33. Región Orinoco-Guayanesa |
| 15. Región Namibio-Zambeziana | 34. Región Amazónica |
| 16. Región Somalo-Etiópica | 35. Región Brasileño-Paranense |
| 17. Región Guineano-Congoleña | 36. Región Chaqueña |
| 18. Región Africana Suroriental | 37. Región Andina |
| 19. Región Capense | 38. Región Pacífica Desértica |
| 20. Región Malgache | IIIb. Subreino AUSTROAMERICANO |
| IIb. Subreino INDOMALAYO | 39. Región Pampeana |
| 21. Región Omano-Síndica | 40. Región Mesochileno-Patagónica |
| 22. Región Indostánica | 41. Región Valdiviano-Magallánica |
| 23. Región Indochina | IV. REINO NEOZELÁNDICO-AUSTRALIANO |
| 24. Región Indonesio-Filipina | IVa. Subreino NEOZELÁNDICO |
| 25. Región Fijiano-Papuana | 42. Región Neozelandesa |
| IIc. Subreino POLINÉSICO | IVb. Subreino AUSTRALIANO |
| 26. Región Neocaldoniana | 43. Región Australiana Tropical |
| 27. Región Polinésica | 44. Región Australiana Templada |
| 28. Región Hawaiana | 45. Región Australiana Mediterránea |

Correspondencia entre los territorios vegetados de la Tierra: Eurasia, África, Norteamérica, Suramérica, Australia y Polinesia, con los macrobioclimas y las regiones biogeográficas que se aceptan (Figuras 23, 24).

a) Tipología biogeográfica de América hasta el rango provincial

Para completar la tipología biogeográfica general de la Tierra, que se exponía en la primera parte de esta memoria (*Itinera Geobot.* 17: 35-37, 2007), nos parece oportuno dar a conocer la nueva sinopsis tipológica actualizada de América, hasta el rango de provincia biogeográfica, que estamos empleando en globalbioclimatics.org (1a). Asimismo, parece oportuno incorporar en el glosario los términos biogeográficos que no figuraban en la publicación de 2007 (1b). Por último, se relacionan alfabéticamente todas las unidades biogeográficas que figuran en las dos partes de la memoria (1c).

Eurasia	África	Polinesia y Australia
<i>Macrobioclima tropical</i>		
Omano-Síndica (21) Indostánica (22) Indochina (23) Indonesio-Filipina (24) Fijiano-Papuana (25) —	Sahelo-Sudánica (14) Namibio-Zambeziana (15) Somalo-Etiópica (16) Guineano-Congoleña (17) Africana Suroriental (18) Malgache (20)	Neocaledoniana (26) Polinésica (27) Hawaiana (28) Australiana Tropical (43) — —
<i>Macrobioclima mediterráneo</i>		
Mediterránea (5) Irano-Turaniana (6) Saharo-Nortearábica (8)	Mediterránea (5): Med. Norteafricana Saharo-Nortearábica (8) Capense (19)	Australiana Mediterránea (45) — —
<i>Macrobioclima boreal</i>		
Eurosiberiana (2): <i>Boreal Europea</i> Estesiberiana (3)	— —	— —
<i>Macrobioclima polar</i>		
Circunártica (1): <i>Polar Eurasiática</i>	—	—

FIGURA 23. *Relación entre los macrobioclimas y las regiones biogeográficas de Eurasia, África, Polinesia y Australia.*

De acuerdo con Gonzalo Navarro (Suramérica), así como con Manuel Costa (Norteamérica, Venezuela y Colombia), Daniel Sánchez-Mata (Norteamérica), Joaquín Giménez de Azcárate (México), Ángel Penas, Javier Amigo y Michael Barbour (Brasil, Chile y Estados Unidos, respectivamente), se reconocen en América: dos reinos, dos subreinos, diecinueve regiones, dos subregiones y ochenta y dos provincias biogeográficas.

Norteamérica	Suramérica
<i>Macrobioclima tropical</i>	
Mexicana xerofítica (29) Madreana (30) Caribeño-Mesoamericana (31) — — — —	Novogranatense (32) Orinoco-Guayanesa (33) Amazónica (34) Brasileño-Paranense (35) Chaqueña (36) Andino Tropical (37) Pacífica Desértica Tropical (38)
<i>Macrobioclima mediterráneo</i>	
Californiana (12) Gran Cuenca (13)	Mesochileno-Patagónica (40) —
<i>Macrobioclima templado</i>	
Norteamericana Atlántica (10) Rocosiana (11)	Pampeana (39) Valdiviano-Magallánica (41)
<i>Macrobioclima boreal</i>	
Norteamericana Boreal (9) Rocosiana (11): <i>Boreopacífica</i>	Valdiviano-Magallánica (41): <i>Boreomagallánica, Ins. Malvinas</i>
<i>Macrobioclima polar</i>	
Circunártica (1): <i>Ártica Norteamericana</i>	Valdiviano-Magallánica (41): <i>Antártica</i>

FIGURA 24. Relación entre los macrobioclimas y las regiones biogeográficas de Norteamérica y Suramérica.

A. Reino HOLÁRTICO

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Región CIRCUNÁRTICA 1.1. Pr. Ártica Norteamericana 2. Región BOREAL NORTEAMERICANA 2.1. Pr. Boreal Canadiense 2.2. Pr. Mackenziano-Yukonense 3. Región ATLÁNTICA NORTEAMERICANA 3.1. Pr. Apalachense 3.2. Pr. Norteamericana Llanera Central 3.3. Pr. Praderana 3.4. Pr. Norteamericana Llanera Sureña 3.5. Pr. Praderana Texana 4. Región ROCOSIANA 4a. Sbr. PACÍFICA NOROCCIDENTAL | <ul style="list-style-type: none"> 4.1. Pr. Boreopacífica 4.2. Pr. Cascadiana 4b. Sbr. ROCOSIANA 4.3. Pr. Rocosiana Septentrional 4.4. Pr. Rocosiana Suroriental 5. Región CALIFORNIANA 5.1. Pr. Californiana Septentrional 5.2. Pr. Californiana Meridional 5.3. Pr. Serrana Nevadense 6. Región GRAN CUENCA 6.1. Pr. Columbiana Meseteña 6.2. Pr. Intermontana 6.3. Pr. Colorado Meseteña 6.4. Pr. Mojavense 6.5. Pr. Arizoniano-Neomexicana |
|---|---|

- B. Reino NEOTROPICAL-AUSTROAMERICANO**
- Ba. Subreino NEOTROPICAL
7. Región MEXICANA XEROFÍTICA
- 7.1. Pr. Bajocaliforniana
- 7.2. Pr. Sonorense
- 7.3. Pr. Sinaloense
- 7.4. Pr. Chihuahuense
- 7.5. Pr. Tamaulipeca
8. Región MADREANA
- 8.1. Pr. Madreana Occidental
- 8.2. Pr. Neovolcánico-Madreana Oriental
- 8.3. Pr. Balseño-Madreana Meridional
9. Región CARIBEÑO-MESOAMERICANA
- 9.1. Pr. Floridana
- 9.2. Pr. Cubana
- 9.3. Pr. Antillana
- 9.4. Pr. Veracruzano-Yucateca
- 9.5. Pr. Chiapaneco-Hondureña
- 9.6. Pr. Panameño-Costarricense
10. Región NOVOGRANATENSE
- 10.1. Pr. Guajireña
- 10.2. Pr. Darienito-Chocoana
- 10.3. Pr. Caucoano-Magdaleniense
- 10.4. Pr. Venezolana Caribeña
- 10.5. Pr. Llanera
11. Región ORINOCO-GUAYANESA
- 11.1. Pr. Guayanesa
- 11.2. Pr. Orinocense Deltaica
- 11.3. Pr. Orinocense
- 11.4. Pr. Tepuyana
- 11.5. Pr. Casiquiareño-Rionegrese
12. Región AMAZÓNICA
- 12.1. Pr. Amazónica Occidental
- 12.2. Pr. Amazónica Norteña
- 12.3. Pr. Amazónica Deltaica
- 12.4. Pr. Amazónica Suroccidental
- 12.5. Pr. Amazónica Central
13. Región BRASILEÑO-PARANAENSE
- 13.1. Pr. Cerradense Occidental
- 13.2. Pr. Cerradense Oriental
- 13.3. Pr. Tocantina
- 13.4. Pr. Beniana
- 13.5. Pr. del Pantanal
- 13.6. Pr. Atlántica Brasileña
- 13.7. Pr. Paranaense
- 13.8. Pr. de la Caatinga
14. Región CHAQUEÑA
- 14.1. Pr. Chaqueña Septentrional
- 14.2. Pr. Chaqueña Meridional
15. Región ANDINA TROPICAL
- 15.1. Pr. Andina Paramera
- 15.2. Pr. Tumbesiano-Guayaquilense
- 15.3. Pr. Yungueña Septentrional
- 15.4. Pr. Yungueña Meridional
- 15.5. Pr. Puneña Mesofítica
- 15.6. Pr. Puneña Xerofítica
- 15.7. Pr. Boliviano-Tucumana
16. Región PACÍFICA DESÉRTICA TROPICAL
- 16.1. Pr. Norperuana Desértica
- 16.2. Pr. Norchileno-Arequipeña Desértica
- 16.3. Pr. Insular de Galápagos
- Bb. Subreino AUSTROAMERICANO
17. Región PAMPEANA
- 17.1. Pr. Pampeana Mesofítica
- 17.2. Pr. Pampeana Xerofítica
18. Región MESOCHILENO-PATAGÓNICA
- 18.1. Pr. Chilena Mediterránea Desértica
- 18.2. Pr. Chilena Central
- 18.3. Pr. Andina Mediterránea
- 18.4. Pr. Monteña Argentina
- 18.5. Pr. Patagónica Septentrional
- 18.6. Pr. Patagónica Meridional
19. Región VALDIVIANO-MAGALLÁNICA
- 19.1. Pr. Valdiviana
- 19.2. Pr. Magallánica
- 19.3. Pr. Insular de Malvinas
- 19.4. Pr. Insular de Juan Fernández
- 19.5. Pr. Peninsular Antártica

5. CLAVES BIOCLIMÁTICAS

a) Clave para los macrobioclimas

1	Territorios intertropicales entre los paralelos 23° N y S (cinturas ecuatorial y eutropical)	TROPICAL
	Territorios a septentrión o meridión de tales latitudes	2
2	Territorios entre los paralelos 23° y 35° N y S (cintura subtropical)	3
	Territorios al N y S del paralelo 35° (cinturas eutemplada, subtemplada y zona fría)	11
3	Eurasia: 26 a 35° N, longitud 70° E a 120° E, altitud \geq 2.000 m	10
	No cumple las condiciones	4
4	En territorios subtropicales (paralelos 23° a 35° N y S) al menos dos de los parámetros o índices de termicidad deben tener los siguientes valores: temperatura media anual $T \geq 25^\circ$, temperatura media de las mínimas del mes más frío $m \geq 10^\circ$, índice de termicidad $It, Itc \geq 580$	TROPICAL
	No cumple las condiciones	5
5	En territorios de altitud inferior a 200 m (1). Al menos dos de los tres parámetros o índices bioclimáticos siguientes deben tener los valores: temperatura media anual $T > 21^\circ$, temperatura media de las máximas del mes más frío $M > 18^\circ$, índice de termicidad, $It, Itc \geq 470$	6
	No cumple las condiciones	8
6	Cintura subtropical (paralelos 23° a 35° N y S): la precipitación del semestre más cálido del año es superior a la del semestre más frío, $Pss > Psw$	TROPICAL
	No cumple las condiciones	7
7	Verano sin déficit hídrico: índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival $Ios2 > 2$ o índice ombrotérmico estival resultado de la compensación $Iosc > 2$	TROPICAL
	No cumple las condiciones	9
8	Verano sin déficit hídrico; índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival $Ios2 > 2$ o índice ombrotérmico estival resultado de la compensación $Iosc > 2$	TEMPLADO
	No cumple las condiciones	MEDITERRÁNEO
9	Máxima precipitación durante el cuatrimestre más cálido del año, $Pcm3 < Pcm1 > Pcm2$	TROPICAL

10	No cumple las condiciones	MEDITERRÁNEO
	Verano sin déficit hídrico; índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival $Ios2 > 2$ o índice ombrotérmico estival resultado de la compensación $Iosc > 2$	TEMPLADO
	No cumple las condiciones	MEDITERRÁNEO
11	En territorios de latitud Norte $> 72^\circ$ o de latitud Sur $> 56^\circ$. En territorios fuera de tal latitud y de altitud inferior a 200 m (1); la temperatura positiva anual $Tp < 380$	POLAR
	En territorios de altitud inferior a 200 m (1); la temperatura positiva anual $Tp > 380$	12
12	En territorios de altitud inferior a 200 m (1), índice de continentalidad $Ic < 11$, temperatura positiva del trimestre estival $Tps \leq 290$, y temperatura media del mes más cálido $Tmax \leq 10^\circ$	BOREAL
	No cumple las condiciones	13
13	En territorios de altitud inferior a 200 m (1), en función del índice de continentalidad Ic , los valores de temperatura media anual T y de la temperatura positiva anual Tp , deben ser para: $Ic < 21$, $T < 5,3^\circ$ y $Tp < 720$; para: $Ic = 21-28$, $T < 4,8^\circ$ y $Tp < 740$; para: $Ic > 28$, $T < 3,8^\circ$ y $Tp < 800$	BOREAL
	No cumple las condiciones	14
14	Verano sin déficit hídrico; índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival $Ios2 > 2$ o índice ombrotérmico estival resultado de la compensación $Iosc4 > 2$	TEMPLADO
	No cumple las condiciones	MEDITERRÁNEO

(1) Si la localidad se halla a más de 200 m de altitud, hay que calcular teóricamente los valores de temperatura a tal altitud, incrementando T en $0,6^\circ$, M en $0,5^\circ$, e It o Ic en 13 unidades, cada 100 m que supere dicha altitud; si está situada al norte del paralelo $48^\circ N$ o al sur del $51^\circ S$, hay que calcular teóricamente los valores de la temperatura media anual y de la temperatura positiva anual Tp , incrementando T en $0,4^\circ$ y Tp en 12 unidades por cada 100 m que exceda la altitud indicada. Cuando $Ic \geq 21$ (continental) o cuando It o $Ic < 120$ el termotipo se calcula en función de la temperatura positiva anual, y los valores teóricos de Tp a 200 m incrementando 55 unidades cada 100 m que exceda dicha altitud.

b) Clave para los bioclimas tropicales

1	Índice ombrotérmico anual $I_o > 3,6$	2
	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 3,6$	3
2	Índice ombrotérmico bimestral más seco del trimestre más seco del año $I_{od2} < 2,5$	TROPICAL PLUVIESTACIONAL
	Índice ombrotérmico bimestral más seco del trimestre más seco del año $I_{od2} \geq 2,5$	5
3	Índice ombrotérmico anual $I_o < 0,2$	TROPICAL HIPERDESÉRTICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \geq 0,2$	4
4	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 1$	TROPICAL DESÉRTICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o > 1$	TROPICAL XÉRICO
5	$T_p > 950$	TROPICAL PLUVIAL
	$T_p < 950$ (oro-criorotropical)	6
6	Al menos tres meses consecutivos el año $P_i < 10$ mm	TROPICAL PLUVIESTACIONAL
	Sin tres meses consecutivos el año $P_i < 10$ mm	TROPICAL PLUVIAL

c) Clave para los bioclimas mediterráneos

1	Índice de continentalidad ≤ 21	2
	Índice de continentalidad > 21	5
2	Índice ombrotérmico anual $I_o > 2$, ombrotipo: seco-ultrahiperhúmedo	MEDITERRÁNEO PLUVIESTACIONAL-OCEÁNICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 2$	3
3	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 0,2$	MEDITERRÁNEO HIPERDESÉRTICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \geq 0,2$	4
4	Índice ombrotérmico anual $I_o: 0,2-1$	MEDITERRÁNEO DESÉRTICO-OCEÁNICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o: 1-2$	MEDITERRÁNEO XÉRICO-OCEÁNICO
5	Índice ombrotérmico anual $I_o < 0,2$	MEDITERRÁNEO HIPERDESÉRTICO-CONTINENTAL
	Índice ombrotérmico anual $I_o \geq 0,2$	6
6	Índice ombrotérmico anual $I_o > 2$	MEDITERRÁNEO PLUVIESTACIONAL-CONTINENTAL
	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 2$	7
7	Índice ombrotérmico anual $I_o: 0,2-1$	MEDITERRÁNEO DESÉRTICO-CONTINENTAL
	Índice ombrotérmico anual $I_o: 1-2$	MEDITERRÁNEO XÉRICO-CONTINENTAL

d) Clave para los bioclimas templados

1	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 3,6$	TEMPLADO XÉRICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o > 3,6$	2
2	Índice de continentalidad $I_c \leq 11$	TEMPLADO HIPEROCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 11$	3
3	Índice de continentalidad $I_c \leq 21$	TEMPLADO OCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 21$	TEMPLADO CONTINENTAL

e) Clave para los bioclimas boreales

1	Índice de continentalidad $I_c > 46$	BOREAL HIPERCONTINENTAL
	Índice de continentalidad $I_c \leq 46$	2
2	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 3,6$	BOREAL XÉRICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o > 3,6$	3
3	Índice de continentalidad $I_c \leq 11$	BOREAL HIPEROCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 11$	4
4	Índice de continentalidad $I_c 11-21$	BOREAL OCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 21$	5
5	Índice de continentalidad $I_c 21-28$	BOREAL SUBCONTINENTAL
	Índice de continentalidad $I_c 28-46$	BOREAL CONTINENTAL

f) Clave para los bioclimas polares

1	Temperatura positiva anual $T_p = 0$	POLAR PERGÉLIDO
	Temperatura positiva anual $T_p > 0$	2
2	Índice ombrotérmico anual $I_o < 3,6$	POLAR XÉRICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \geq 3,6$	3
3	Índice de continentalidad $I_c \leq 11$	POLAR HIPEROCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 11$	4
4	Índice de continentalidad $I_c 11-21$	POLAR OCEÁNICO
	Índice de continentalidad $I_c > 21$	POLAR CONTINENTAL

g) Clave para las variantes bioclimáticas

1	Macrobioclima boreal, templado o mediterráneo, de tendencia continental $I_c > 17$, con precipitación del trimestre estival P_s superior en 1,1 veces a la del trimestre invernal P_w ; índice ombrotérmico anual I_o 0,2-4,8, y al menos durante un mes del verano (P_{s_1}) la precipitación en mm debe ser inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [$\Psi_i: P < 2,8 T$]	ESTEPARIA
	No cumple las condiciones	2
2	Macrobioclima templado: la precipitación de al menos un mes del estío P_{s_1} es $P < 2,8 T$	SUBMEDITERRÁNEA
	Macrobioclima tropical con excepción de los bioclimas pluvial e hiperdesértico	3
3	Al menos durante algún mes de cada uno de los trimestres de los solsticios Tr_1, Tr_3 , existe un periodo de aridez $P_i \leq 2 T_i$ al que sigue otro periodo más lluvioso durante los trimestres de los equinoccios Tr_2, Tr_4	BIXÉRICA
	No cumple las condiciones	4
4	Las precipitaciones de los dos primeros meses del solsticio de verano son al menos 1,3 veces inferiores a las de los dos primeros meses siguientes, $P_{sb_1} < 1,3 P_{sb_2}$	SEROPLUVIAL
	No cumple las condiciones	5
5	Las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio de invierno son superiores a las del trimestre del solsticio de verano, $P_{tr_1} > P_{tr_3}$	ANTITROPICAL
	No cumple las condiciones. $I_o > 3,6$, rango de sequía ΣV_{stm}	SEQUÍA TROPICAL

6. BIOCLIMOGRAMAS

Los bioclimogramas que utilizamos están inspirados en los de Gausen & Bagnouls y Walter & Lieth, ajustados a los programas informáticos originales Datacli. y Biocli. (Luengo, Penas & Rivas-Martínez, ined.), y adaptados por Rivas Sáenz a las necesidades de este trabajo y de <http://www.globalbioclimatics.org>. Estas gráficas, muy expresivas, se representan en un sistema de coordenadas cartesianas provisto de doble escala, ajustadas a $P \text{ mm} = 2T^\circ \text{ C}$, en las ordenadas las medias mensua-

les de la temperatura y precipitación, en las abscisas los meses a lo largo del año. Se ha convenido que en el hemisferio norte la abscisa comience en el mes de enero, mientras que en el hemisferio sur en julio.

La gráfica dibujada por Pizarro (Figura 25) se acompaña de un conjunto de datos: nombre de la localidad (1), altitud (2), latitud y longitud (3), número de años de observaciones meteorológicas (3), P (4), T (5), Ic (7), Tp (9), Tn (11), m (6), M (8), Ict (2), Io (12), m' (15), distribución estacional de la precipitación por trimestres (13), periodos mensuales de heladas (20: seguras y probables 21: ausentes), y periodo de actividad vegetal: (22: $T_i > 3^\circ$). La diagnosis bioclimática completa: macrobioclima, bioclima, variante bioclimática y piso bioclimático expresado como horizontes de termotipo y ombrotipo figuran al pie de la gráfica. Con objeto de dar cabida en un solo tipo de bioclimograma a todas las variaciones de T_i y P_i que ocurren en el mundo, la escala de temperatura (16), 0°C en la línea de puntos, avanza de 5 en 5 grados por encima de 0; respecto a las temperaturas negativas, la escala se modifica y cada intervalo representa las temperaturas siguientes: -10 , -20 y -60°C . En cuanto a las precipitaciones (17), cada segmento representa 10 mm de pluviosidad, hasta llegar a 90; a partir de la raya continua los valores se duplican cada intervalo: 180, 360 y 720 mm de P_i . Cuando la curva de pluviosidad excede la de la temperatura, esa superficie se raya en azul (negro en el ejemplo) para indicar mes con humedad disponible. La superficie de la curva de pluviosidad que sobrepase la línea de 90 mm se colorea en azul (18) (negro en el ejemplo), para indicar el cambio de escala, y si la curva de temperatura sobrepasa la de la precipitación, el área encerrada entre las dos curvas, expresión de la sequía (19), se colorea en rojo (negro en el ejemplo).

7. TABLA RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA TIERRA

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Bioclimas ⁽⁶⁾	Sigla	Intervalos bioclimáticos		Pisos bioclimáticos: termotipos		Sigla	Pisos bioclimáticos: ombrotipos		Sigla	
			Ic	Io	Iod2	It (Ite)	Ip ⁽²⁾		Io		
Tropical Zona cálida: ecuatorial, subtropical y subtropical (0° a 35° N & S). En subtropical (23° a 35° N & S) a < 200 m dos valores: T ≥ 25°, m ≥ 10°. Ite ≥ 580. Si no Pem2 < Pem, > Pem3, y Pss ≥ Psw, dos valores: T ≥ 21°, M ≥ 18°. It ≥ 470. Eurasia y África: 25° a 35° N > 2000 m no es tropical.	Tr. Pluvial Tr. Pluviestacional Tr. Xérico Tr. Desértico Tr. Hiperdesértico	trpl trps trxe trde trhd	— — — — —	≥ 3,6 ≥ 3,6 1,0-3,6 0,2-1,0 < 0,2	> 2,5 ≤ 2,5 — — —	710-890 490-710 320-490 160-320 < 160	> 2900 > 2300 > 1700 > 950 450-950 1-450 0	itr trr mtr str otr ctr gr	1. Ultrahiperárido 2. Hiperárido 3. Arido 4. Semiárido 5. Seco 6. Subhúmedo 7. Húmedo 8. Hiperhúmedo 9. Ultrahiperhúmedo	< 0,2 0,2-0,4 0,4-1,0 1,0-2,0 2,0-3,6 3,6-6,0 6,0-12,0 12,0-24,0 ≥ 24,0	uha har ari sar sec shu hum hhu uhh
Mediterráneo Zona cálida: subtropical y templada eutemplada (23° a 52° N & S), con sequía P < 2T, al menos bimestral tras el solsticio de verano: Ios2 ≤ 2, Iosc2 ≤ 2. En subtropical (23° a 35° N & S) al menos dos valores: T < 25°, m < 10°, Ite < 580.	Me. Pluviestacional Oceánico Me. Pluviestacional Continental Me. Xérico Oceánico Me. Xérico Continental Me. Desértico Oceánico Me. Desértico Continental Me. Hiperdesértico Oceánico Me. Hiperdesértico Continental	mepo mepc mexo mexc medo mede meho mehc	≤ 21 > 21 ≤ 21 > 21 ≤ 21 > 21 ≤ 21 > 21	Io > 2,0 > 2,0 1,0-2,0 1,0-2,0 0,2-1,0 0,2-1,0 < 0,2 < 0,2	— — — — — — — —	450-580 350-450 220-350 < 220 450-900 — — —	> 2400 > 2100 > 1500 > 900 450-900 1-450 0	ime tme mme sme ome cme gme	1. Ultrahiperárido 2. Hiperárido 3. Arido 4. Semiárido 5. Seco 6. Subhúmedo 7. Húmedo 8. Hiperhúmedo 9. Ultrahiperhúmedo	< 0,2 0,2-0,4 0,4-1,0 1,0-2,0 2,0-3,6 3,6-6,0 6,0-12,0 12,0-24,0 ≥ 24,0	uha har ari sar sec shu hum hhu uhh
Templado Zona cálida: subtropical y templada (23° a 66° N & 23° a 54° S). De 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, Ite < 470. Ios2 > 2, Iosc2 > 2.	Te. Hiperocéánico Te. Oceánico Te. Continental Te. Xérico	teho teoc teco texe	Ic ≤ 11 11-21 > 21 ≥ 4	Io > 3,6 > 3,6 > 3,6 ≤ 3,6	— — — —	410 290-410 190-290 < 190 380-800 1-380 0	> 2350 > 2000 > 1400 > 800 380-800 1-380 0	ite tte mte ste ote cte gre	4. Semiárido 5. Seco 6. Subhúmedo 7. Húmedo 8. Hiperhúmedo 9. Ultrahiperhúmedo	< 2,0 2,0-3,6 3,6-6,0 6,0-12,0 12,0-24,0 ≥ 24,0	sar sec shu hum hhu uhh

7. TABLA RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA TIERRA (cont.)

Macrobioclimas ⁽¹⁾	Bioclimas ⁽⁵⁾	Signa	Intervalos bioclimáticos			Pisos bioclimáticos: termotipos			Signa	Pisos bioclimáticos: ombrotipos	Signa	
			Ic	Io	Ip	Tp	T					
Boreal												
Zonas templada y fría (42° a 72° N, 49° a 56° S), A < 200 mm; Ic ≤ 11; T ≤ 6°, Tmax ≤ 10°; Tps ≤ 290; Ic = 11-21; T ≤ 5,3°, Tp = 380-720; Ic = 21-28; T ≤ 4,8°, Tp = 380-740; Ic = 28-45; T ≤ 4,3°, Tp = 380-800; Ic ≥ 45; T ≤ 0°, Tp = 380-800.	Bo. Hiperocéánico Bo. Oceánico Bo. Subcontinental Bo. Continental Bo. Hipercontinental Bo. Xérico	boho booc booc boco bohc boxe	≤ 11 11-21 21-28 28-46 > 46 < 46	> 3,6 > 3,6 > 3,6 > 3,6 — ≤ 3,6	≤ 720 ≤ 720 ≤ 740 ≤ 800 ≤ 800 ≤ 800	< 6,0° ≤ 5,3° ≤ 4,8° ≤ 3,8° ≤ 0,0° ≤ 3,8°	— — — — — —	1. Termoboreal 2. Mesoboreal 3. Supraboreal 4. Oroboréal 5. Crioboreal 6. Gélido ⁽⁵⁾	> 680 580-680 480-580 380-480 1-380 0	tbo mbo sbo obo cbo gbo	Io < 2,0 2,0-3,6 3,6-6,0 6,0-12,0 12,0-24,0 ≥ 24,0	sar sec shu hum huu uhh
Polar												
Zonas templada y fría (51° a 90° N & S), A < 100 mm; Tp < 380.	Po. Hiperocéánico Po. Oceánico Po. Continental Po. Xérico Po. Pergélido	poho poco poco poxe popo	≤ 11 11-21 > 21 ≥ 4 —	> 3,6 > 3,6 > 3,6 ≤ 3,6 —	> 0 > 0 > 0 > 0 0	— — — — —	1. Thermopolar 2. Mesopolar 3. Suprapolar 4. Gélido ⁽⁵⁾	280-380 100-280 1-100 0	tpo mpo sbo gpo	Io < 2,0 2,0-3,6 3,6-6,0 6,0-12,0 12,0-24,0 ≥ 24,0	sar sec shu hum huu uhh	

(1) Al norte y al sur de las zonas latitudinales ecuatorial y subtropical (23° N & 23° S), si la localidad se halla a más de 200 m de altitud, hay que calcular teóricamente los valores térmicos a tal altura incrementando T en 0,6°, M en 0,5°, e I o Ic en 13 unidades, por cada 100 m que se supere dicha altitud; si está situada al norte del paralelo 48° N o al sur del 51° S, hay que calcular los valores teóricos de la temperatura media anual y de la temperatura positiva anual incrementando T en 0,4° y Tp en 12 unidades, por cada 100 m que exceda dicha altitud. (2) Cuando Ic ≥ 21 (continental) o cuando los valores de I o Ic < 120 el termotipo se calcula en función de Tp, y los valores teóricos de Tp a 200 m incrementando 55 unidades cada 100 m que exceda dicha altitud. (3) En el termotipo gélido, en función de la cantidad de precipitación anual, se reconocen los ombrotipos (quonotipos): anivoso (< 10 mm), paucinivoso (10-200 mm), seminivoso (200-500 mm), supernivoso (500-1000 mm) y ultrasupernivoso (> 1000 mm). (4) El termotipo hemiboreal (Hbo) se utiliza en territorios de macrobioclina templado, al norte del 45° N o sur del 49° S, que tengan los siguientes valores: Ic < 21, alt. < 400 m, tp 720-900; Ic 21-28, alt. < 600 m, tp 740-900; Ic ≥ 28, alt. < 1000 m, tp 800-900. (5) Variantes bioclimáticas: esteparia (stp), submediterránea (sbm), bixérica (bix), antitropical (amt), pluviserótica (pse), sequía tropical (trs).

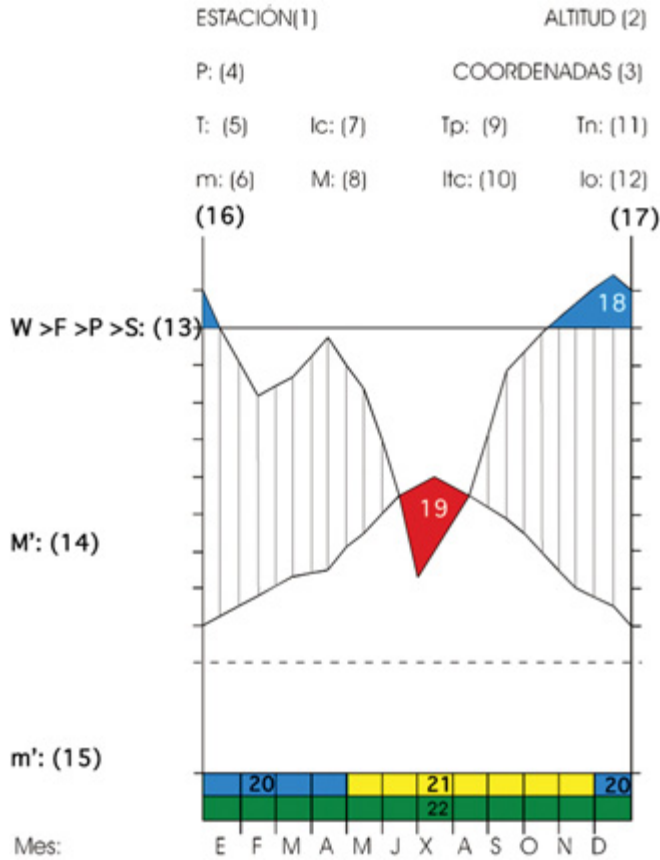


FIGURA 25. Bioclimograma utilizado en esta clasificación bioclimática de la Tierra.

8. CAMBIO CLIMÁTICO

El clima durante el cuaternario se sabe que ha sido muy cambiante. Durante el último millón de años se acepta que ha habido unas diez épocas glaciares e interglaciales. En el tiempo actual estamos desde hace quince mil años en un periodo interglaciario que se estima aún durará otros diez mil años. Se acepta que estos grandes y largos periodos de cambios en el clima —en los que puede haber diferencias de 5º a 10º en la temperatura media anual, la mitad o el doble de la precipitación anual, y variaciones hasta de 200 m en el nivel de las aguas marinas— están condicionados por las modificaciones en la órbita de la Tierra y en su inclinación respecto al Sol, es decir, en los parámetros orbitales de

excentricidad, oblicuidad y precesión, cuyos ciclos oscilan entre los veinte y cien mil años. En consecuencia, la historia del clima de la Tierra desde el plioceno puede considerarse una secuencia continuada de épocas frías o glaciares y de periodos más cálidos o interglaciares. Como es obvio, estas grandes fluctuaciones en el clima no son claramente perceptibles en la escala de décadas o siglos sino en la de milenios. En periodos menores de tiempo, como el calentamiento tras la «Pequeña Edad de Hielo» en las últimas décadas del último siglo, parece que puede atribuirse en parte a la emisión de calor y gases nocivos producidos por las actividades humanas en la Tierra.

Por lo que se sabe hoy, el cambio del clima en la Tierra es un hecho continuo y rítmico, con periodos de aceleración y de estabilización. Para su análisis objetivo, siempre multidisciplinar, no deben perderse nunca de vista las perspectivas del tiempo, es decir, si se trata de décadas o de milenios y la escala geográfica de referencia, es decir si el estudio es local, regional o global. Por todo ello, hay que ser muy prudentes en la utilización de los conceptos y explicaciones sobre «cambio climático» y «cambio global», ya que esos términos están politizados y con cierta frecuencia los intereses de unos y la vehemencia de otros enmascaran las conclusiones y las bases científicas de los procesos.

Hace unos 13.000 años terminó bruscamente la última gran glaciación del cuaternario, que con sus vaivenes había durado más de 35.000 años. En la latitud altotemplada en la que nos hallamos y en la fría o polar adyacente del hemisferio Norte, la temperatura media anual fue en el tardiglaciador de seis a nueve grados centígrados menor que la de hoy día. Los «inlandeís» (grandes campos y montañas de hielo asentados en tierra firme), las banquisas, los glaciares y los neveros, cubrieron o existieron en una buena parte de las regiones septentrionales terrestres y marinas, así como en las altas montañas. A lo largo de los últimos trece mil años del holoceno en que nos hallamos se sabe que han alternado periodos cálidos y fríos, con épocas lluviosas y áridas, bastante distintas a las de la actualidad. Bástenos recordar la templanza de la época del Imperio Romano. Hace poco más de dos milenios Aníbal cruzaba los Alpes de Saboya con su ejército y sus elefantes procedente de Hispania por collados alpinos que hoy no son transitables por la nieve y el hielo. También se pueden evocar los recientes periodos de grandes fríos, todavía en la memoria histórica, con incremento de los glaciares y neveros permanentes en las montañas, como el acaecido en

nuestra geografía peninsular desde los siglos decimosexto al decimonoveno, circunstancia que propició la emigración de nuestros conciudadanos de entonces a los territorios tropicales y mediterráneos hispanos de América. Fue la época que se ha denominado «Pequeña Edad de Hielo».

Lo que parece estar hoy día bastante claro es que existen épocas donde el proceso del cambio climático se acelera y otras en las que se estabiliza o se produce muy lentamente. Al final el Sol —que es el astro que emite la mayor parte de la energía calorífica que disponemos en la Tierra— es el principal responsable de tales cambios. Muy recientemente, expertos norteamericanos en manchas solares han pronosticado una rápida pérdida de calor en los próximos treinta años, lo que evidentemente anuncia el camino hacia una nueva época fría. ¿Persistirán, se incrementarán o desaparecerán esas manchas en la corona solar? Eso aún no lo sabemos o se halla en un periodo de investigación o comprobación.

Lo que hoy día se sabe es que el cambio del clima no es homogéneo en todos los lugares del planeta, y que el «efecto de urbe» o de «ciudad», es decir, que la emisión de calor y de gases producidos por las grandes ciudades, conurbes y zonas industriales, algunos de ellos nocivos para la salud y otros con capacidad para retener el calor, está siendo muy importante en los últimos decenios y que el calentamiento de los termoclimas urbano-industriales es significativo localmente en tales áreas. También, como ya publicamos hace más de un lustro (Gavilán, Fernández-González & Rivas-Martínez, 2001), tal influencia urbana es poco apreciable al alejarnos 50 kilómetros de las ciudades y de las aglomeraciones industriales productoras de este fenómeno, que aunque extendido parece tener mayor influencia local que global en la Tierra. Por ello, no se deben utilizar datos climáticos procedentes de las grandes ciudades para estudiar el cambio climático global, circunstancia que a veces se olvida y que ha conducido en ocasiones a predecir cambios termoclimáticos globales excesivos.

Solanki *et al.* (2000, 2004) —apoyándose en la concentración de radiocarbono 14 obtenido en medidas dendrocronológicas y en su extrapolación con el número de manchas solares indicadoras del incremento en la emisión de calor en los últimos 11.400 años del holoceno— señalan que el significativo calentamiento habido en las últimas seis décadas está ya remitiendo por el incremento de las manchas solares, habida cuenta que la probabilidad de que la gran actividad solar se prolongue hasta el año 2030 es de solo el 25%, y únicamente del 8% en el año

2050. La conclusión parece obvia: que el calentamiento debido a la actividad solar está ya disminuyendo y que vamos hacia un periodo de estabilidad solar, cuya consecuencia será la de un incremento del frío en el Planeta.

En las cuatro últimas décadas, en nuestras latitudes peninsulares —como ha podido comprobar Sara del Río (2005) para Castilla y León— puede aceptarse como modelo en ese territorio: la existencia de un ligero aumento de la temperatura, sobre todo en invierno, que no en verano, y un desplazamiento de las precipitaciones invernales hacia la primavera, lo que conlleva, un incremento de la oceanidad y de la templanza, que no una tropicalización como se dice en la prensa o en los ambientes poco informados. Este nuevo escenario, dado que conocemos los umbrales y fórmulas bioclimáticas de las series de vegetación de España, permite predecir para Castilla y León, en el caso de mantenerse esa tendencia, para los 25, 50 y 75 años próximos un aumento de los bosques caducifolios, es decir, un incremento de los robledales y hayedos, a costa de los encinares y sabinars albares; circunstancia favorable económicamente, ya que incrementará la producción forestal, agrícola y ganadera. La conclusión territorial permite entrever un futuro poco catastrófico. Otros investigadores (Fernández-González *et al.*, 2005), utilizando la proyección del modelo Promes correspondiente al periodo 1961-1990, prevén para el último tercio del siglo XXI en la Península Ibérica, un posible aumento del valor del índice de termicidad (It) mayor al correspondiente a un horizonte termoclimático; así como un incremento de la «mediterraneidad» y de la aridización (disminución del índice ombrotérmico Io) considerables, también por encima del valor correspondiente a un horizonte ombroclimático. Los resultados proyectados por el modelo Promes para el conjunto de la Península Ibérica muestran incrementos de temperatura y aridez mayores que los obtenidos por Río (2005) y por Río & Penas (2006) para Castilla y León.

No obstante, con independencia de la finura de los modelos aplicados en cada caso, es evidente que hoy tenemos importantes conocimientos físicos, meteorológicos, climáticos, bioclimáticos y vegetacionales, para poder ensayar y utilizar modelos predictivos y acometer con rigor el apasionante campo científico de la predicción de escenarios bioclimáticos y vegetacionales futuros en la Tierra. Sin embargo, la investigación debe intensificarse en todos los campos y las conclusiones para que sean científicamente válidas deben testarse con la óptica de todas las

especialidades que se dedican a estos temas (Allen *et al.*, 1996; Almarza, 2000; Balairón, 2000; Blasi, 1996; Brunet *et al.*, 1999; Budong *et al.*, 2000; Burga, 1988; Camarero & Gutiérrez, 2004; Copons & Bordonau, 1997; Creus & Saz, 1999; Creus *et al.*, 2000; Davis *et al.*, 2003; Duplessy *et al.*, 1991; Escudero *et al.*, 1997; Galán *et al.*, 1999; Gavilán, 2003; Gavilán & Fernández-González, 1997; Goddard *et al.*, 2001; Fernández-González *et al.*, 2005; González-Hidalgo *et al.*, 2001; Grabherr *et al.*, 1994; Hernández, 1999; Herráez, 1999; Huntley, 1991; Manrique & Fernández-Cancio, 1999, 2000; Jalut *et al.*, 2000; Le Houérou, 2008; Menzel & Fabián, 1999; Moreno *et al.*, 1990; Moreno & Oechel, 1995; Murphy, 2000; Neq *et al.*, 2001; Orloci, 1994; Oturbay & Loidi, 2001; New *et al.*, 2001; Peñalba, 1994; Peñuelas & Filella, 2001; Pons & Reille, 1988; Pott, 1998, 2001; Ramil-Rego *et al.*, 2001; Río, 2005; Río *et al.*, 2005, 2006, 2007; Río & Penas, 2006; Rodríguez *et al.*, 2001, Ruiz-Zapata, 1999; Sala *et al.*, 2000; Sánchez-Egea, 1975; Sanz-Elorza *et al.*, 2003; Sparks & Menzel, 2002; Torres *et al.*, 2001; Walther *et al.*, 2002, etc.).

9. GLOSARIO

albedo. m. Término que expresa el valor del cociente entre la energía luminosa que se refleja y difunde en el espacio y la energía solar que incide en cualquier superficie de la biosfera. Los glaciares, zonas nevadas y nubes tienen valores altos, mientras que los bosques, mares y lagos profundos poseen valores bajos, ya que absorben una buena parte de la luz que llega. Las extensas actividades humanas: agricultura y urbanismo han modificado el albedo en la Tierra.

alpino, na. adj. Se dice de las plantas y de las comunidades vegetales que viven en los Alpes, con mayor precisión álpicas; asimismo, por extensión, a las de las montañas muy elevadas, en general coronadas por neveros permanentes o glaciares. También designa el piso de vegetación existente por encima del límite natural de los bosques en los Alpes y, por extensión, el de aquellas montañas que tienen una cliserie altitudinal de vegetación semejante. En tanto al bioclima tiene un significado equivalente a criorotemplado. Por analogía se ha empleado para designar termotipos de similar temperatura como: crioroboreal, crioromediterráneo y criorotropical.

antitropical. f. Variante bioclimática tropical, prácticamente restringida a la cintura ecuatorial y territorios adyacentes, en la que las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio invernal (Tr_1 y Tr_3 en el hemisferio norte y sur, respectivamente) son superiores a las del trimestre estival (Tr_3 y Tr_1 en el hemisferio norte y sur, respectivamente). La variante antitropical no opera ni en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico.

altioreino, na. adj. Comunidades vegetales y plantas que se desarrollan en las altas montañas por encima del límite natural de los bosques achaparrados y de las altifruticedas. Corresponde a la vegetación supraforestal permanente unistrata o poco estratificada, carente de comunidades vivaces seriales no nitrófilas, de los pisos termoclimáticos: criorotropical, crioromediterráneo, criorotemplado o crioroboreal y, por extensión, a la de los polares. En ocasiones también se incluye las de los horizontes termoclimáticos inferiores adyacentes cuando están sometidos a condiciones extremas: fuertes vientos, neveros persistentes, crioturbación continua, umbrías de relieves glaciares, etc., dado que en estos ambientes pueden albergar comunidades equivalentes. En los horizontes termoclimáticos altioreinos superiores ($Tp < 100$), con independencia del ombrotipo, prospera una vegetación abierta de muy pequeña cobertura, que denominamos nival o criodesértica, que se desarrolla sobre todo en roquedos, gelifractos o cursos temporales de agua.

árido, da. adj. Falto de humedad en el suelo. Clima árido de precipitaciones muy escasas o con un largo periodo anual sin lluvias. En cuanto al bioclima, árido es un tipo ómbrico situado entre el semiárido y el hiperárido, cuyos valores ombrotérmicos anuales (I_o) están comprendidos entre 0,4 y 1,0.

bioclima. m. Cada uno de los tipos de clima que se pueden reconocer en función de los valores umbrales del conjunto de factores climáticos, parámetros e índices bioclimáticos, que influyen en el desarrollo y distribución de las especies y comunidades vegetales en la Tierra. En nuestra clasificación bioclimática global el bioclima representa la unidad básica de referencia tipológica, debajo de la de mayor rango que es el macrobioclima. Formalmente, se reconocen cinco macrobioclimas y 28 tipos de bioclimas. Tropical: pluvial, pluviestacional, xérico, desértico, hiperdesértico. Mediterráneo: pluviestacional oceánico, pluviestacional continental, xérico oceáni-

co, xérico continental, desértico oceánico, desértico continental, hiperdesértico oceánico, hiperdesértico continental. Templado: hiperoceánico, oceánico, continental y xérico. Boreal: hiperoceánico, oceánico, subcontinental, continental, hipercontinental, xérico. Polar: hiperoceánico, oceánico, continental, xérico, pergélido. Cada uno de ellos posee formaciones vegetales, biomas, biocenosis y comunidades vegetales propias. En los bioclimas, además de sus variaciones ombro-termoclimáticas o pisos bioclimáticos, se han reconocido seis variantes bioclimáticas en función de los ritmos estacionales de precipitación: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical, sequía tropical y seropluvial.

bioclimatología. f. Ciencia geobotánica que estudia la reciprocidad entre el clima y la distribución de los seres vivos y de sus comunidades en la Tierra. Esta disciplina, que podría denominarse también Fito-climatología, comenzó a estructurarse a partir de la relación de los valores numéricos del clima (temperatura y precipitación) con los areales de las plantas y las formaciones vegetales, para añadir más adelante información de las biogeocenosis; recientemente está incorporando conocimientos procedentes de la fitosociología dinámico-catenal, es decir, de los sigmetos, geosigmetos y geopermasigmetos (series, geoseries y geopermaseries de vegetación). Desde hace más de una década estamos tratando de poner a punto una clasificación bioclimática de la Tierra que tenga jurisdicción en toda la geobiosfera. Las razones del empeño son llegar a disponer de una tipología bioclimática fácilmente cuantificable que muestre una relación ajustada entre los componentes vegetacionales y los valores del clima; al tiempo que, habida cuenta el elevado valor predictivo de las unidades bioclimáticas, puedan utilizarse en otras ciencias, en los programas de estudio y conservación de la biodiversidad, así como en la obtención de recursos agrícolas y forestales. El conocimiento cada vez más detallado de la distribución de la vegetación sobre la Tierra, así como las modificaciones en el aspecto y composición de la vegetación potencial y de sus etapas de sustitución, causadas por factores climáticos, edáficos, geográficos y antrópicos, está permitiendo que cada día puedan reconocerse con mayor precisión y objetividad las fronteras bioclimáticas y vegetacionales. Una vez conocidos y cartografiados los límites o fronteras de las series, geoseries y geopermaseries de vegetación, se han podido calcular

los valores bioclimáticos numéricos umbrales que los discriminan. De este modo, progresivamente, se han ido delimitando y ajustando los espacios correspondientes a las unidades bioclimáticas (bioclimas, termotipos y ombrotipos). Los modelos biofísicos así establecidos han demostrado tener una elevada reciprocidad en el binomio clima-vegetación, lo que está permitiendo realizar mapas bioclimáticos y biogeográficos mundiales bastante más precisos. Una consecuencia práctica es haber conseguido un valor predictivo recíproco en toda la Tierra, solamente conociendo los datos del clima o recíprocamente los tipos de vegetación. En la clasificación bioclimática global que utilizamos se reconocen cinco macrobioclimas, veintiocho bioclimas y cinco variantes bioclimáticas. El macrobioclima es la unidad tipológica suprema del sistema de clasificación bioclimática. Se trata de un modelo biofísico ecléctico, delimitado por determinados valores climáticos y vegetacionales, que posee una amplia jurisdicción territorial y que está relacionado con los grandes tipos de climas, de biomas y de regiones biogeográficas que se admiten en la Tierra. Hay cinco macrobioclimas: tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar. Cada uno de ellos y cada una de sus 28 respectivas unidades subordinadas o bioclimas, están representados por un conjunto de formaciones vegetales, biocenosis y comunidades vegetales propias. En los bioclimas, además de sus variaciones ombro-termoclimáticas o pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos, se ha reconocido en función de los ritmos estacionales de la precipitación un cierto número de sus unidades, que se han denominado variantes bioclimáticas.

bioclimograma. m. Diagrama ombrotérmico inspirado en los climogramas de Gaussen & Bagnouls y de Walter & Lieth, en los que en un sistema de coordenadas cartesianas se representa la precipitación y la temperatura media mensual a lo largo del año. En la escala de ordenadas se ajustan respectivamente la precipitación y la temperatura media mensuales a $P_{mm} = 2T^{\circ} C$; en la escala de abscisas se distribuyen equivalentemente los meses del año de enero a diciembre (en el hemisferio Norte). Los bioclimogramas que utilizamos, además de las curvas de precipitación y temperatura, muestran un amplio conjunto de datos geográficos y bioclimáticos, procedentes de la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se han denominado también ombrotermoclimogramas.

biosfera. f. Capa delgada de la superficie de la Tierra en la que se hallan confinados los fenómenos vitales. Incluye, por tanto, todos los organismos del planeta y sus interacciones con los medios donde habitan como parte del biosistema global. Se puede distinguir entre la geobiosfera o espacio principalmente aéreo (ambiente de los ecosistemas terrestres o biomas, es decir, directamente en contacto con la tropopausa) y la hidrobiosfera o espacio principalmente acuático (ambiente de los ecosistemas acuáticos: límnicos y marinos, es decir inmersos en mares, ríos y lagos).

bixérica. f. Variante bioclimática tropical, en la que existen dos periodos anuales de aridez ($P \leq 2T$), al menos en algún mes de los trimestres de los solsticios (Tr_1 , Tr_3), separados por otros dos periodos más lluviosos durante los trimestres equinociales (Tr_2 , Tr_4). Esta variante no se da en el bioclima tropical pluvial, ni en el tropical hiperdesértico.

bosque. m. Terreno poblado por árboles y las comunidades que originan; su adjetivo es boscoso. Según estén separadas o unidas entre sí las copas y ramas de los árboles, se distingue entre bosques abiertos y bosques cerrados. Por su tamaño, cuando son maduros, se pueden reconocer: megabosques > 50 m, macrobosques 22-50 m, mesobosques 12-22 m, microbosques 5-12 m y nanobosques o fruticedas arborescentes < 3-5 m. Por la persistencia o duración de las hojas se distingue entre bosques caducifolios, cuando se desprenden o marchitan al unísono cada año, y bosques perennifolios cuando las hojas duran en el árbol al menos un año completo. Por la amplitud del limbo foliar se reconoce entre árboles planifolios, de hojas planas anchas, y árboles aciculifolios de hojas muy angostas. En función de su naturalidad o alteración se puede distinguir entre bosques primitivos o vírgenes (nunca explotados por el hombre), los bosques primarios o potenciales (en equilibrio con las condiciones mesológicas actuales) y bosques secundarios o de sustitución (de crecimiento rápido y maderas blandas por sucesión secundaria temporal).

césped. m. Comunidad y estructura vegetal vivaz, formada por hemipterofitos cespitosos, es decir, por plantas gramíneas o gramínoformas de pequeña talla tupidas y en ocasiones amacolladas (perennigraminadas cerradas de corta talla). En los pisos altioreinos y termoplares húmedos representan la vegetación climatófila, en tan-

to que en los pisos inferiores, salvo sobre los histosoles, son seriales y se originan por fuegos y pastoreos intensivos, por lo que pueden denominarse también prados, pastizales vivaces o praderas. El plural es céspedes y el adjetivo cespitoso.

clima. m. Síntesis estadística de los meteoros atmosféricos de un territorio acaecidos durante un largo periodo de tiempo (> 20 años). Los datos meteorológicos más utilizados en bioclimatología son la temperatura y la precipitación; en menor medida la humedad relativa, el viento, etc. Su adjetivo es climático.

cliserie. f. Término geobotánico propuesto por Clements, que expresa la zonación o disposición catenal de las comunidades vegetales (asociaciones), determinada por la modificación altitudinal o latitudinal del clima: cliseries altitudinales (alticliseries u orocliseries) y cliseries latitudinales (laticliseries). Su adjetivo es cliserial.

criodesierto. m. Desierto con vegetación vascular de pequeña talla y muy abierta, creado por las bajas temperaturas, incluso durante el verano, formado principalmente por sufruticidas pulviniformes y perenniherbedas. Se halla tanto en las altas montañas como en las regiones polares, cuando la temperatura positiva anual (T_p) es inferior a 200 décimas de grado, y representa la vegetación potencial cuando la temperatura positiva es inferior a 100.

desierto. m. Término geográfico y geobotánico que se aplica a los espacios terrestres con diversas formaciones vegetales y de pequeña productividad y biomasa, en los que debido a un clima adverso de escasas lluvias o bajas temperaturas, la vegetación climatófila vivaz es una fruticida de pequeña talla, o una fruticida arborescente abierta, que solo llega a cubrir una exigua parte de la superficie del suelo. Entre los tipos de desierto más frecuentes cabe destacar los desiertos áridos causados por las sequías extremas: $I_0 < 1$ (formación sicci-deserta) y los desiertos fríos, criodesiertos y tundras desarboladas, propios de las altas montañas y de las zonas polares, condicionados por una baja temperatura positiva a lo largo del año $I_t < 380$ (formación frigrideserta). En los desiertos causados por la escasez de precipitaciones cabe reconocer: ultrahiperdesiertos (ombrotipo ultrahiperárido $I_0 < 0,2$), hiperdesiertos (ombrotipo hiperárido $I_0 0,2-0,4$), eudesiertos (ombrotipo árido $I_0 0,4-1$) y otros semidesiertos (ombrotipo semiárido $I_0 1-2$). Por el sustrato, como en el Sáhara,

cabe distinguir entre los desiertos dunares o erg (tipos: transversal, barjan, gurd, etc.), los pedregosos y gravosos o reg, los de las superficies rocosas de erosión o hámada, etc.

índice de continentalidad. Expresión numérica en grados centígrados de la oscilación térmica media mensual del año, es decir, de la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido (T_{max}) y la del mes más frío del año (T_{min}). $I_c = T_{max} - T_{min}$, que corresponde al índice de continentalidad simple. Los valores de las unidades de mayor rango que se reconocen, los tipos de continentalidad, son: hiperoceánico (0-11), oceánico (11-21) y continental (21-66); como unidades de menor rango se distinguen subtipos y niveles.

índice de termicidad. Fórmula que mide la temperatura en décimas de grado a partir de la temperatura media anual (T), más la temperatura media de las mínimas del mes más frío (m), más temperatura media de las máximas del mes más frío (M). Se expresa $I_t = (T + m + M) 10$.

índice de sequía tropical. loc. m. En los bioclimas tropicales pluvial y pluviestacional es el sumatorio de los valores de sequía de los meses del año cuyos índices ombrotérmicos son inferiores a 2,5. $I_{st} = \sum V_{stm}$, siendo el valor de sequía mensual en décimas de grados centígrados: $V_{stm} = 250 - 10I_o$.

índice ombrotérmico. Cociente de dividir el valor de la precipitación positiva anual (P_p) —es decir, la del sumatorio de la precipitación mensual en milímetros de los meses de temperatura media superior a cero grados centígrados— y la temperatura positiva anual (T_p); es decir, el sumatorio de la temperatura mensual en grados centígrados de los meses de temperatura media superior a cero grados centígrados. Su fórmula es $I_o = P_p/T_p$ y su sigla I_o .

isobioclima. m. Unidad bioclimática formada por un por un bioclima, un termotipo y un ombrotipo. A cada isobioclima le corresponde un espacio bioclimático propio, identificable por los valores climáticos umbrales de cada una de las unidades bioclimáticas que lo constituyen. El número de isobioclimas que pueden reconocerse en la Tierra se aproxima a los cuatrocientos, pero con entidad territorial apreciable sólo hay unos trescientos. Estos espacios o modelos bioclimáticos son útiles para identificar territorios análogos y tipos de vege-

tación equivalentes, así como para realizar cartografías bioclimáticas de gran precisión. Para denominar los isobioclimas se debe construir una frase diagnóstica con su sigla correspondiente, formada por los nombres del bioclima, el termotipo y el ombrotipo; ejemplo: tropical pluvial-infratropical-subhúmedo (trpl-irt-shu), que para abreviar puede situarse en primer lugar el termotipo: infratropical pluvial subhúmedo (itrplshu).

macrobioclima. m. Unidad tipológica de mayor rango que se reconoce en la clasificación bioclimática. Se trata de modelos biofísicos eclécticos, delimitados por determinados valores latitudinales, climáticos y vegetacionales, que poseen una amplia jurisdicción territorial y que están relacionados con los grandes tipos de climas y de biomas, así como con algunas regiones biogeográficas de la Tierra. Los cinco macrobioclimas son: tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar. En cada uno de ellos, por sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se distinguen unidades subordinadas o bioclimas.

macrobioclima boreal. Unidad tipológica de rango superior en la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se halla a cualquier altitud y valor de continentalidad, en los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre las latitudes 43° a 71° N y 51° a 56° S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 200 m de altitud, estén por debajo de los valores umbrales boreal-templados. Según sea la cuantía de la continentalidad los índices y parámetros bioclimáticos que se mencionan deben tener valores inferiores a los umbrales que se señalan a continuación. En los territorios hipoceánicos ($I_c < 11$) temperatura media anual $< 6^\circ$, temperatura media del mes más cálido $< 10^\circ$, temperatura positiva estival < 290 ; en los territorios oceánicos ($I_c 11-21$) temperatura media anual $< 5,3^\circ$, temperatura positiva anual < 720 ; en los territorios subcontinentales ($I_c 21-28$) temperatura media anual $< 4,8^\circ$, temperatura positiva anual < 740 ; en los territorios eucontinentales ($I_c 28-46$) temperatura media anual $< 3,8^\circ$, temperatura positiva anual < 800 ; en los territorios hipercontinentales ($I_c > 46$) temperatura media anual $< 0^\circ$, temperatura positiva anual < 800 . Si en los territorios comprendidos entre las latitudes 43° a 52° N y 49° a 52° S, la suma de los valores de dos o más meses consecutivos durante el periodo más cálido del año, no iguala o supera el doble de la precipitación media del bimestre del periodo más cálido

($Ps_2 < 2Ts_2$), dichos territorios pertenecen al macrobioclima mediterráneo. Entre los paralelos 43° a 48° N, para calcular los valores termoclimáticos teóricos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de latitud, es necesario añadir cada 100 m que supere tal altitud: 0,6° a la temperatura media anual (T), 0,5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 71° N y 51° a 55° S para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir por cada 100 m: 0,4° a la temperatura media anual (T), 0,5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp). El macrobioclima boreal está representado en los continentes de Eurasia, América del Norte y América del Sur y no existe en África, Australia ni en la Antártida.

macrobioclima mediterráneo. Unidad tipológica de rango superior en la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se halla a cualquier altitud y valor de continentalidad en todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical y eutemplada (23° a 52° N & S), en las que existen al menos dos meses consecutivos con aridez durante el verano, es decir, en los que el valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival es menor del doble de la temperatura media del bimestre más cálido del trimestre estival expresada en grados centígrados ($Ps_2 < 2Ts_2$); asimismo en los territorios de la cintura subtropical (23° a 35° N & S), además de lo estipulado, que cumplan al menos dos de los tres parámetros siguientes: temperatura media anual $< 25^\circ$, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año $< 10^\circ$ C, o un índice de termicidad compensado < 580 . Entre los paralelos 23° a 48° N y 23° a 52° S, los valores de temperatura media anual de una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud, han de incrementarse 0,6° por cada 100 m 0,5°, a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 51° N han de incrementarse los valores termoclimáticos por cada 100 m, 0,4° la temperatura media anual, 0,5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp). El macrobioclima mediterráneo tiene su mayor representación territorial en el centro y en

el occidente de todos los continentes excepto, como es lógico, en la Antártida.

macrobioclima polar. Unidad tipológica de rango superior en la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se halla a cualquier altitud y valor de continentalidad en todos los territorios de las zonas templada y fría comprendidos entre los paralelos 51° a 90° N y 53° a 90° S, cuyos valores termoclimáticos, calculados teóricamente a 100 m de altitud, tengan una temperatura positiva anual < 380 (Tp). Entre los paralelos 51° a 90° N y 53° a 90° S, para calcular los valores termoclimáticos teóricos de la temperatura positiva anual (Tp), que corresponden a una localidad que esté situada a más de 100 m de altitud, es necesario añadir por cada 100 m que supere tal altitud 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp). El macrobioclima polar está representado en los continentes de Eurasia, América del Norte y en la Antártida, y no existe en África, América del Sur ni Australia.

macrobioclima templado. Unidad tipológica de rango superior en la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se halla a cualquier altitud y valor de continentalidad, en todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical, eutemplada y subtemplada (23° a 66° N y 23° a 55° S) en los que no existen o se compensan (vid. índices ombrotérmicos estivales compensables) dos o más meses consecutivos con aridez durante el verano, es decir, valor en milímetros de la precipitación media del bimestre más cálido del trimestre estival sea mayor del doble de la temperatura media en grados centígrados del bimestre más cálido del trimestre estival ($Ps_2 \geq 2Ts_2$). Se localiza además en los territorios subtropicales (23° a 35° N & S), situados teóricamente a 200 m de altitud, con dos de los tres valores térmicos que se mencionan: temperatura media anual $< 21^\circ$, temperatura media de las máximas del mes más frío $< 18^\circ$, índice de termicidad < 470 ; del mismo con dos de los tres valores siguientes: temperatura media anual $< 25^\circ$, temperatura media de las mínimas del mes más frío $< 10^\circ$ C, índice de termicidad compensado < 580 . En la cintura subtemplada (51° a 66° N y 51° a 60° S) los valores calculados teóricamente a una altitud de 200 m o los existentes a altitudes menores, tienen ambos que ser mayores que los valores umbrales que limitan los macrobioclimas templado y boreal, que en función de los valores del índice de con-

tinentalidad son los que se indican a continuación. En los territorios hipoceánicos: temperatura media anual $> 6^{\circ}$, temperatura media del mes más cálido $> 10^{\circ}$, temperatura positiva estival > 290 , en los territorios oceánicos: temperatura media anual $> 5,3^{\circ}$, temperatura positiva anual > 720 , en los territorios subcontinentales: temperatura media anual $> 4,8^{\circ}$, temperatura positiva anual > 740 , en los territorios eucontinentales: temperatura media anual $> 3,8^{\circ}$, temperatura positiva anual > 800 y, por último, en los territorios hipercontinentales: temperatura media anual 0° , temperatura positiva anual > 800 . Entre los paralelos 23° a 48° N y 23° a 51° S, los valores térmicos que corresponden a una localidad que esté situada a más de 200 m de altitud se incrementan cada 100 m: $0,6^{\circ}$ a la temperatura media anual (T), $0,5^{\circ}$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). Entre los paralelos 48° a 66° N y 51° a 55° S, los valores térmicos se deben incrementar cada 100 m: $0,4^{\circ}$ a la temperatura media anual, $0,5^{\circ}$ a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp). El macrobioclima templado tiene representación en todos los continentes, salvo en la Antártida.

macrobioclima tropical. Unidad tipológica de rango superior en la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez. Se halla a cualquier altitud y valor de continentalidad en todos los territorios de la Tierra pertenecientes a las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0 a 23° N & S). En los territorios latitudinalmente subtropicales (23° a 35° N & S) poseen un macrobioclima tropical, a cualquier altitud, aquellas áreas en las que la precipitación del semestre más cálido del año sea mayor que la del semestre más frío del año ($P_{ss} > P_{sw}$), o bien que la precipitación del cuatrimestre más cálido del año sea mayor que la del cuatrimestre siguiente al más cálido, y menor que la del cuatrimestre anterior al más cálido del año ($P_{cm_3} < P_{cm_1} > P_{cm_2}$), al tiempo que, calculados teóricamente a 200 m de altitud dos de los tres parámetros tengan valores siguientes: temperatura media anual de $\geq 21^{\circ}$ C, una temperatura media de las máximas del mes más frío de $\geq 18^{\circ}$ C e índice de termicidad de ≥ 470 . Entre los paralelos 23° a 35° N & S, para calcular teóricamente los valores termoclimáticos de una localidad situada a más de 200 m de altitud es necesario añadir por cada 100 m que supere tal altitud:

0,6° a la temperatura media anual (T), 0,5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y 13 unidades al índice de termicidad (It, Itc). También se considera que tienen macrobioclima tropical, con independencia de sus ritmos ómbricos, los territorios subtropicales que cumplan al menos dos de los siguientes valores: temperatura media anual $\geq 25^{\circ}$ C, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año $\geq 10^{\circ}$ C, o un índice de termicidad compensado ≥ 580 . Por el contrario, no son tropicales los territorios de Asia y África superiores a 2.000 m comprendidos entre los paralelos 25° y 35° N. El macrobioclima tropical está representado en todos los continentes salvo, como es lógico, en la Antártida.

matorral. m. En su acepción amplia corresponde a formaciones vegetales constituídas por matas de hasta 3 m de altura. Con frecuencia se utiliza tanto para las comunidades más altas: matorrales altos > 2 m (macrofruticedas), como para los matorrales medianos 0,5-2,0 m (mesofruticedas) y para los matorrales pequeños $< 0,5$ m (microfruticedas o nanofruticedas). Un caso particular son los matorrales rastreros formados por arbustos postrados, decumbentes o procumbentes (repentifruticedas). Algunos prefieren restringir el término matorral a las formaciones de arbustos pequeños o a lo sumo medianos.

meroisobioclima. m. Unidad de la tipología bioclimática, de rango inferior al de isobioclima, delimitada por valores de continentalidad. En función del índice de continentalidad creciente, las nueve variaciones meroisobioclimáticas posibles que se reconocen, aplicables al conjunto de los isobioclimas, son: ultrahiperoceánico (Ic 0,0-4), euhiperoceánicas (Ic 4-8), subhiperoceánicas (Ic 8-11), semihiperoceánicas (Ic 11-14), euoceánicas (Ic 14-17), semicontinentales (Ic 17-21), subcontinentales (Ic 21-28), eucontinentales (Ic 28-46), hipercontinentales (Ic 46-66).

nebuloso, sa. adj. Se aplica a los lugares donde abundan las nieblas, así como a la vegetación cubierta con frecuencia por las nieblas procedentes de las nubes. Los territorios y la vegetación habitualmente nebulosa durante el año, como los bosques de nieblas, en los que no perduran estas durante el verano y suelen quedar emergidas sobre el manto de nieblas, se pueden denominar supranebulosos estivales o exonebulosos estivales. Subnebulosos o seminebulosos serían los

territorios o comunidades con nieblas ocasionales y exonebulosos los que carecen de nieblas prácticamente todo el año.

nival. adj. Se dice de las comunidades vegetales y plantas que se desarrollan en los horizontes termoclimáticos altioreinos superiores: criotropical superior, crioromediterráneo superior, criorotemplado superior, crioroboreal superior y suprapolar ($T_p < 100$). Con independencia del ombrotipo, corresponde a una vegetación abierta herbácea vivaz o de pequeños sufrútices pulviniformes, criodesértica, que se desarrolla sobre todo en roquedos, gelifractos o pequeños cursos temporales de agua.

niveles de aridez. l.m. En los bioclimas tropicales y mediterráneos xéricos, desérticos e hiperdesérticos, en función de los rangos de sus índices ombrotérmicos, $I_o = P_p : T_p$, se establecen los siguientes niveles de aridez: xérico seco (sólo tropical) 2-3,6, xérico semiárido 1-0-2, desértico árido 0,4-1, desértico hiperárido 0,2-0,4, hiperdesértico moderado 0,1-0,2, hiperdesértico extremo 0,0-0,1.

ombroclima. m. Parte del clima que se refiere a la precipitación líquida o sólida. La cantidad de lluvia que cae en una localidad se expresa en litros por metro cuadrado o, lo que es igual, en milímetros de altura. En la clasificación bioclimática que utilizamos, más que el valor medio de la precipitación medida en pluviómetro, se emplea como expresión del ombrotipo la razón ombroclimática [precipitación positiva: temperatura positiva] que se define como índice ombrotérmico (I_o).

ombrófilo, la. adj. Que tiene afinidad por el agua procedente de las lluvias. Dícese de plantas y comunidades que necesitan lluvias abundantes. El término ombrófilo se opone a ombrófobo; que se utiliza sobre todo para las rupícolas de extraplomos y cuevas.

ombrófobo, ba. adj. v. ombrófilo.

ombrotermoclimograma. m. v. climograma.

ombrotipos. m. pl. Categorías relacionadas con las tasas de precipitación. Valores del cociente entre la precipitación media en milímetros y suma en grados centígrados de aquellos meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados. Por su valor predictivo en la relación clima-vegetación se utilizan sobre todo el

índice ombrotérmico anual (Io), el índice ombrotérmico mensual (Iom) y el índice ombrotérmico estival (Ios). Los tipos ómbricos que se reconocen son: ultrahiperárido, hiperárido, árido, semiárido, seco, subhúmedo, húmedo, hiperhúmedo y ultrahiperhúmedo. En la tabla resumen y en el texto de la sinopsis bioclimática se exponen los valores umbrales y los acrónimos de los ombrotipos.

pastizal. m. Terreno abundante en pastos y ese mismo pasto. Formaciones vegetales formadas por hierbas vivaces, sobre todo gramínicas (perennigraminetum), en las que pueden ser abundantes los sufrútices, utilizadas de un modo extensivo por el ganado, pero que se agostan durante el periodo de sequía. Con significado similar se utiliza pradera, si bien el término análogo «prairie» tiene un sentido geobotánico distinto en Norteamérica. Pastizal efímero o pasto anual se utiliza para aquellos que están constituidos básicamente por plantas terofíticas, con independencia de su talla; en ocasiones pueden llegar a ser preponderantes las especies gramínicas (annuigraminetum).

pasto. m. Planta útil como alimento del ganado, pacida en el campo donde se cría o se ensila para forraje. Utilizado en plural tiene el mismo sentido que pastizal.

piso bioclimático. Cada uno de los tipos bioclimáticos condicionados por la altitud o la latitud. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (termotipos, It, Itc, Tp) y ombroclimáticos (ombrotipos, Io). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales, lo que ha dado lugar a la expresión pisos de vegetación. Aunque el fenómeno de la zonación tiene jurisdicción universal, los umbrales termoclimáticos (It, Itc, Tp) son diferentes en la mayoría de los macrobioclimas.

prado. m. Formaciones vegetales herbáceas vivaces de cobertura densa, (graminetum, graminoidi-juncetum, etc.), propias de terrenos frescos, húmedos o muy húmedos. En muchas ocasiones se han originado por acción del hombre o de los animales herbívoros, debido a siembras, siegas o intenso pastoreo de ganado. Son productivos todo el año, salvo durante el periodo invernal en los territorios muy fríos. Con un sentido análogo, cuando su utilización no es tan intensiva o son más xerófilos, se utilizan los términos de pradera y pastizal.

selva. f. Bosque tropical pluvial sempervirente pluriestrato y megatérmico (infra-termotropical), rico en especies arbóreas, grandes lianas, pseudolianas y gran variedad de epífitos, así como frecuentemente con árboles emergentes en el estrato superior. Las selvas de tierra firme serían las climatófilas siempre exondadas, y las inundadas durante el periodo de creciente las varzeas (aguas blancas) y los igapós (aguas negras), que representarían a las edafohigrófilas.

selva neotropical. loc. f. La selva americana típica (neotropical rainforest), sería el macrobosque climatófilo sempervirente siempre exondado (infra-termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo), que cuando maduro suele tener megafanerófitos emergentes de hasta 50-55 m; así como en los bioclimas pluviestacionales una pequeña proporción de árboles deciduos. Estos bosques ombro-esciófilos de carácter climatófilo, o selvas de tierra firme —transitables con facilidad cuando alcanzan su óptimo estable— en las llanuras fluviales y aledaños de los cauces, debido a los derrames de las aguas riparias durante los periodos de creciente, son sustituidos por otros bosques siempreverdes inundados estacionalmente (selvas anegadizas), que en función de la trofía y mineralización del agua de inundación se denominan en el neotrópico: várzeas (aguas blancas y mixtas, eutróficas) o igapós (aguas negras y claras, oligotróficas). Las selvas andinas serían las mesotérmicas y microtérmicas correspondientes a los pisos bioclimáticos meso y supratropical pluvial húmedo-ultrahiperhúmedo, con frecuencia nebulosas; corresponderían a micro-mesobosques sempervirentes coriáceos, pluristratos, densos, muy ricos en epífitos, helechos y bambús, difícilmente transitables, desarrollados sobre umbrisoles, lixisoles o podzoles, que en los niveles inferiores mesotérmicos pueden llevar macrofanerófitos emergentes de unos 25-30 m. Ni los bosques tropicales pluviestacionales tropófilos ni cualquiera de los tropicales xéricos deberían denominarse selvas.

seropluvial. f. Variante bioclimática tropical en la que la precipitación de los primeros meses del solsticio de verano (junio y julio en el hemisferio norte y diciembre y enero en el hemisferio sur) es al menos 1,3 veces inferior a la correspondiente a los dos meses que los siguen. Esta variante no opera ni en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico. El prefijo latino sero- tiene significado de tardío, como serótino.

submediterránea. f. Variante bioclimática existente sólo en el macrobioclima templado, en la que al menos durante un mes del estío la precipitación media es inferior a dos veces y ocho décimas a la temperatura media [Ios; $P < 2,8 T$].

submediterráneo, nea. adj. Se dice de los territorios, plantas y comunidades bióticas que se hallan en países con bioclima submediterráneo.

subtropical. adj. Término empleado con significados diversos, por lo que es plurivalente. Por nuestra parte, lo empleamos para calificar el clima, la vegetación y los territorios de la cintura latitudinal comprendida entre los paralelos 23° y 35° N & S, adyacentes a las cinturas eutropical (7° - 23° N & S) y eutemplada (35° - 52° N & S). En ocasiones se ha utilizado el adjetivo subtropical para designar tipos de clima y de vegetación tropicales, que presentan una estación seca, también se ha empleado para calificar zonas tropicales mesotérmicas de montaña; por nuestra parte ambas acepciones las desechamos.

termicidad. f. Sustantivo abstracto que indica cantidad o cualidad de temperatura, puede usarse también como adjetivo; vid. índice de termicidad y tipos de termicidad.

termoclima. m. La parte del clima que se refiere a las temperaturas.

termófilo, la. adj. Se dice de plantas y comunidades vegetales que requieren o muestran afinidades por las estaciones o ambientes más cálidos de un territorio; puede utilizarse por comparación con independencia del termotipo comarcal inperante. Se opone a psicrófilo.

termotipo. m. Categoría térmica del clima que considera distintos parámetros e índices de temperatura. Por conveniencias de nivel global, derivadas de sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos) en cada uno de los macrobioclimas de la Tierra: tropical (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), mediterráneo (infra-, termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), templado (infra- (infracolino*), termo- (termocolino*), meso- (colino*), supra-(montano*), oro-(subalpino*), crioro-(alpino y nival*) y gélido), boreal (termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido), polar

(meso-, supra- y gélido). Los nombres marcados con un asterisco * han sido muy utilizados tiempo atrás. En la tabla resumen «Clasificación Bioclimática de la Tierra» se recogen los intervalos de It, Itc y Tp que delimitan los termotipos en cada uno de los macrobioclimas, así como los acrónimos que los designan. Para una concordancia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos la parte inferior y superior de sus intervalos térmicos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos.

tipo de termicidad. Cualquiera de las categorías de termicidad que se reconocen en la Tierra, que pueden aplicarse tanto a periodos anuales como mensuales. Los tipos y subtipos de termicidad en función de la temperatura media o de los valores T_i , M , T' , son los siguientes: cálida: hipercálido ($> 24^\circ$), cálido ($19^\circ-24^\circ$) y subcálido ($16^\circ-19^\circ$); templado: semitemplado ($13^\circ-16^\circ$), templado ($10^\circ-13^\circ$) y subtemplado ($7^\circ-10^\circ$); frío: frío ($3^\circ-7^\circ$), hiperfrío ($1^\circ-3^\circ$) y ultrafrío ($< 1^\circ$); gélido: gélido ($T_i \leq 0^\circ$), hipergélido ($M \leq 0^\circ$) y ultragélido ($T' \leq 0^\circ$).

tropical. adj. Término empleado con significados diversos, da nombre al «macrobioclima tropical», uno de los cinco que se reconocen en la «Clasificación Bioclimática de la Tierra». También designa la vegetación, el clima y los territorios de las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical, es decir de las áreas de la Tierra comprendidas entre los paralelos 23° N y 23° S; ya que el resto de la zona cálida, 23° a 35° N & S, pertenece a la cintura subtropical, en la que el bioclima ya puede ser además de tropical, mediterráneo o templado, y su vegetación calificada justamente de subtropical.

umbrosa, so. adj. Se dice de plantas y comunidades que viven o tienen predilección por las umbrías o laderas sombrías. Como adjetivo se utiliza también sombría y umbrófila, si bien preferimos no utilizar esta última por la semejanza fonética con ombrófilo (afinidad por las lluvias).

variantes bioclimáticas. Son unidades tipológicas bioclimáticas de rango inferior que se reconocen en el seno de determinados bioclimas, que permiten distinguir peculiaridades climáticas de carácter ómbrico. Las variantes bioclimáticas son: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical, sequía tropical y seropluvial. Esteparia (Stp): variante bioclimática existente en los macrobioclimas medite-

rráneo, templado, boreal y polar, al menos de tendencia continental ($I_c > 17$), en la que además de poseer una precipitación del trimestre estival igual o superior a la del trimestre invernal [$P_s \geq P_w$], el índice ombrotérmico anual debe estar comprendido entre el hiperárido y el húmedo: 0,2 y 6,0 [$6 \geq I_o > 0,2$], así como que al menos durante un mes del verano (P_s) la precipitación en mm sea inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [$P_s; P < 3T$]. El carácter estepario se pone de relieve en muy diversas formaciones vegetales continentales o de tal tendencia por la aparición de tipos de vegetación xerófilos, debido a la limitación hídrica existente en ambos solsticios. Submediterránea (Sbm): variante bioclimática existente sólo en el macrobioclima templado, en la que al menos durante un mes del estío la precipitación media es inferior a dos veces y ocho décimas a la temperatura media [$I_{os}; P < 2,8 T$]. Bixérica (Bix): variante bioclimática tropical, en la que existen dos periodos anuales de aridez ($P \leq 2T$), al menos en algún mes de los trimestres de los solsticios, separados por otros dos periodos más lluviosos durante los trimestres equinociales; esta variante no opera ni en el bioclima tropical pluvial, ni en el tropical hiperdesértico. Antitropical (Ant): variante bioclimática tropical, prácticamente restringida a la cintura ecuatorial y territorios adyacentes, en la que las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio invernal son superiores a las del trimestre estival; esta variante no opera ni en el bioclima tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico. Sero-pluvial (Spl): variante bioclimática tropical en la que la precipitación de los primeros meses del solsticio de verano (junio y julio en el hemisferio norte y diciembre y enero en el hemisferio sur) es al menos 1,3 veces inferior a la correspondiente a los dos meses que los siguen; esta variante no opera ni en el bioclima Tropical pluvial ni en el tropical hiperdesértico. Sequía tropical (Str). V. variante de sequía tropical.

variantes de sequía tropical. loc. f. En el macrobioclima tropical de ombrotipo subhúmedo a ultrahiperhúmedo se considera un mes con sequía aquel cuyo índice ombrotérmico mensual (I_{om}) es inferior a 2,5. El valor se calcula restando de 250 la cuantía del índice ombrotérmico mensual en décimas de grado, cuando $I_{om} < 2,5$, V_{stm} (valor de sequía de un mes tropical) = $250 - (10 I_o)$. Las variantes bioclimáticas de sequía (ombrovariantes) de los bioclimas tropical

pluvial y tropical pluviestacional se establecen en función de los valores del «índice de sequía tropical», ΣV_{stm} y son las siguientes: pluvial higrofítica 0, pluvial subhigrofítica 1-60, pluvial submesofítica 60-220; pluviestacional mesofítica 1-350, pluviestacional submesofítica 350-700, pluviestacional subxerofítica 700-1050 y pluviestacional xerofítica 1050-1700.

zonación altitudinal. Distribución de la vegetación en pisos o cinturas en función de las condiciones cambiantes con la altitud. Es un caso particular del fenómeno catenal. Con el mismo sentido se emplea el término de catena altitudinal, cliserie altitudinal o geosigmetum cliserial.

10. LISTA DE TÉRMINOS Y LOCUCIONES

En este capítulo se relacionan en orden alfabético los términos y las locuciones bioclimáticas y biogeográficas que se han empleado en la «Sinopsis Bioclimática de la Tierra», que ahora se publica. Tras el nombre del término o locución se indica: el número del capítulo, del subcapítulo, de la figura (f) o el glosario (g), donde puede encontrarse el significado.

albedo. g	barján. g
alpino. g	bioclima. g
alticliserie. g	bioclimatología. g
altioreino. g	bioclimogramas. 7
altioreino. g	biosfera. g
anivoso. 7	bioxérica. g
annuigraminetum. g	bixérica. 3b
antitropical. 3b	bixérico. 2f
antitropical. g	bixérico. 2f
árido inferior. 3d	bixérico. 2f
árido superior. 3d	bosque abierto. g
árido. 3d	bosque caducifolio. g
árido. g	bosque cerrado. g
axérico cálido. 2f	bosque de sustitución. g
axérico cálido. 2f	bosque perennifolio. g
axérico frío. 2f	bosque primario. g
axérico templado. 2f	bosque primitivo. g
axiomas y razonamientos. 1c	bosque secundario. g

- bosque virgen. g
 bosque. g
 bosquepotencial. g
 cálido. 2f
 cambio climático. 6
 césped. g
 clave para las variantes bioclimáticas. 5.7
 clave para los bioclimas boreales. 5.5
 clave para los bioclimas mediterráneos. 5.3
 clave para los bioclimas polares. 5.6
 clave para los bioclimas templados. 5.4
 clave para los bioclimas tropicales. 5.2
 clave para los macrobioclimas. 5.1
 claves bioclimáticas. 5
 clima. g
 cliserie altitudinal. g
 cliserie latitudinal. g
 cliserie. g
 conceptos de la clasificación bioclimática. 1
 continentalidad. 1c
 cridesierto. g
 criodesierto. g
 criomerico. 2f
 crioroboral superior. 3d
 crioroboreal inferior. 3d
 crioroboreal medio. 3d
 crioroboreal. 3d
 crioromediterráneo inferior. 3d
 crioromediterráneo superior. 3d
 criorotemplado inferior. 3d
 criorotemplado superior. 3d
 criorotropical. 3d
 criorotemplado. 3d
 desértico árido. 3c
 desértico cálido. 2f
 desértico frío. 2f
 desértico hiperárido. 3c
 desierto árido. g
 desierto de superficie rocosa. g
 desierto dunar. g
 desierto frío. g
 desierto pedregoso. g
 desierto. g
 desiertos. 1c
 diferencias con otras clasificaciones bioclimáticas. 1b
 distribución estacional de las precipitaciones. 3f
 estacionalidad de las precipitaciones. 1c
 esteparia. 3b
 eudesierto. g
 exonebuloso. g
 exonebulosos estival. g
 fotoperiodo. 1c
 frío. 2f
 gélido boreal. 3d
 gélido mediterráneo. 3d
 gélido polar. 3d
 gélido templado. 3d
 gélido tropical. 3d
 gélido. 2f
 gélido. 2f
 geobiosfera. g
 glacial. 2f
 hámada. g
 hemiboreal. 7
 hidrobiosfera. g
 hiperárido inferior. 3d
 hiperárido superior. 3d
 hiperárido. 3d
 hiperdesértico extremo. 3c
 hiperdesértico moderado. 3c
 hiperdesierto. g
 hiperfrío. 2f
 hipergélido. 2f
 hipergélido. 2f
 hiperhúmedo inferior. 3d
 hiperhúmedo superior. 3d
 hiperhúmedo. 3d
 hipermicrotérmino. 2f
 horizontes termotípicos. 3d
 horizontes termotípicos. 3d
 húmedo inferior. 3d
 húmedo superior. 3d
 húmedo. 3d
 igapó. g
 índice de continentalidad simple, $I_c = T_{max} - T_{min}$. 2a

- índice de continentalidad. 2b
- índice de sequía tropical. g
- índice de termicidad compensado $I_{tc} = I_t + C_i$. 2a
- índice de termicidad $I_t = (T + M + m)$ 10. 2a
- índice de termicidad. 2d
- índice de termicidad. 2d
- índice ombrotérmico. g
- índice ombrotérmico anual $I_o = (P_p/T_p)$ 10. 2a
- índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival, I_{os2} . 2a
- índice ombrotérmico del cuatrimestre estival, I_{os4} . 2a
- índice ombrotérmico del mes más cálido del trimestre estival, I_{os1} . 2a
- índice ombrotérmico del trimestre estival, I_{os3} . 2a
- índices bioclimáticos. 2a
- índices bioclimáticos. 2a
- índices de continentalidad. 2b
- índices ombrotérmicos compensables. 2c
- índices ombrotérmicos estivales compensables. 2c
- inframediterráneo inferior. 3d
- inframediterráneo superior. 3d
- inframediterráneo. 3d
- infratemplado. 3d
- infratropical inferior. 3d
- infratropical superior. 3d
- infratropical. 3d
- isob.-infratemplado oceánico subhúmedo 3e. 3e
- isob.-crioromediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
- isob.-crioromediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-crioromediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-criorotemplado oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-criorotemplado oceánico húmedo. 3e
- isob.-criorotemplado oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-criorotemplado oceánico ultrahiperhúmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-supratemplado oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-criorotemplado oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-inframediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-inframediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-infratemplado oceánico húmedo. 3e
- isob.-mesomediterráneo pluviestacional oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-mesomediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
- isob.-mesomediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-mesomediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-mesotemplado oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-mesotemplado oceánico húmedo. 3e
- isob.-mesotemplado oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-oromediterráneo pluviestacional oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-oromediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
- isob.-oromediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-oromediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-orotemplado oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-orotemplado oceánico húmedo. 3e
- isob.-orotemplado oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-orotemplado oceánico ultrahiperhúmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico hiperhúmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
- isob.-supramediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
- isob.-supratemplado oceánico hiperhúmedo. 3e

- isob.-supratemplado oceánico húmedo. 3e
 isob.-supratemplado oceánico subhúmedo. 3e
 isob.-supratemplado oceánico ultrahiperhúmedo. 3e
 isob.-termomediterráneo pluviestacional oceánico húmedo. 3e
 isob.-termomediterráneo pluviestacional oceánico seco. 3e
 isob.-termomediterráneo pluviestacional oceánico subhúmedo. 3e
 isob.-termotemplado oceánico hiperhúmedo. 3e
 isob.-termotemplado oceánico húmedo. 3e
 isob.-termotemplado oceánico subhúmedo. 3e
 isobioclima. g
 isobioclimas. 3e
 laticliserie. g
 macrobioclima tropical. 3a
 macrobioclima boreal. 3a
 macrobioclima mediterráneo. 3a
 macrobioclima polar. 3a
 macrobioclima templado. 3a
 macrobioclima. g
 macrobioclimas. 3a
 macrobosque. g
 macrofruticeda. g
 macro-mesotérmico. 2f
 macrotérmico. 2f
 matorral alto. g
 matorral pequeño. g
 matorral rastrero. g
 matorral. g
 matorral mediano. g
 mediterraneidad. 1c
 mediterráneo cálido. 2f
 megabosque. g
 megatérmico. 2f
 meroisobioclima. g
 mes agélido. 2g
 mes gélido. 2g
 mes hiperagélido. 2g
 mes preagélido. 2g
 mes subgélido. 2g
 mes ultragélido. 2g
 mesoaxérico. 2f
 mesoboreal inferior. 3d
 mesoboreal superior. 3d
 mesoboreal. 3d
 mesobosque. g
 mesofruticeda. g
 mesomediterráneo inferior. 3d
 mesomediterráneo. 3d
 mesomediterráneo superior. 3d
 meso-microtérmico. 2f
 mesopolar inferior. 3d
 mesopolar superior. 3d
 mesopolar. 3d
 mesotemplado inferior. 3d
 mesotemplado superior. 3d
 mesotemplado. 3d
 mesotérmico. 2f
 mesotropical inferior. 3d
 mesotropical superior. 3d
 mesotropical. 3d
 microbosque. g
 microfruticeda. g
 microtérmico. 2f
 nanobosque. g
 nanofruticeda. g
 nebuloso. g
 nival. g
 niveles de aridez. 3c
 ombrófilo. g
 ombrófono. g
 ombrotermoclimograma. g
 ombrotipos. 3d
 oroboreal inferior. 3d
 oroboreal superior. 3d
 oroboreal. 3d
 oroclimas. 1c
 orocliserie. g
 orogenias 1c.
 oromediterráneo superior. 3d
 oromediterráneo. 3d
 oromediterráneo inferior. 3d
 orotemplado inferior. 3d
 orotemplado superior. 3d

- orotemplado. 3d
 orotropical inferior. 3d
 orotropical superior. 3d
 orotropical. 3d
 parámetros de estacionalidad. 2a
 parámetros de precipitación. 2a
 parámetros de precipitación. 2a
 parámetros de temperatura. 2a
 parámetros de temperatura. 2a.
 parámetros de estacionalidad. 2a
 parámetros e índices bioclimáticos. 2a
 pastizal efímero. g
 pastizal. g
 pastizal. g
 pasto anual. g
 pasto. g
 paucinivoso. 7
 periodo de actividad vegetal. 6
 periodos mensuales de heladas ausentes. 6
 periodos mensuales de heladas probables. 6
 periodos mensuales de heladas seguras. 6
 pisos bioclimáticos. 3d
 pisos bioclimáticos. 3d
 pisos de vegetación y bioclimáticos de los Andes tropicales. 2e
 pluvial higrofítico. 3b
 pluvial subhigrofítico. 3b
 pluviestacional mesofítico. 3b
 pluviestacional subxerofítico. 3b
 pluviestacional xerofítico. 3b
 precipitación del semestre más cálido, Pss. 2a
 precipitación del semestre más frío, Psw. 2a
 precipitación del trimestre estival, Ps. 2a
 precipitación del trimestre más seco, Pd. 2a
 precipitación media anual, P. 2a
 precipitación media mensual, Pi. 2a
 precipitación positiva anual, Pp. 2a
 psicroaxérico. 2f
 psicroceroτέρico. 2f
 psicroerémico. 2f
 psicrófilo. g
 psicrohemiesérico. 2f
 quionotipos. 7
 reciprocidad. 1c
 reg. g
 región Africana Suroriental. 4
 región Amazónica. 4
 región Andina. 4
 región Australiana Mediterránea. 4
 región Australiana Templada. 4
 región Australiana Tropical. 4
 región Brasileño-Paranense. 4
 región Californiana. 4
 región Capense. 4
 región Caribeño-Mesoamericana. 4
 región Chaqueña. 4
 región Chino-Japonesa. 4
 región Circunártica. 4
 región Estesiiberiana. 4
 región Eurosiberiana. 4
 región Fijiano-Papuana. 4
 región Gran Cuenca. 4
 región Guineano-Congoleña. 4
 región Hawaiana. 4
 región Indochina. 4
 región Indonésica. 4
 región Indonesio-Filipina. 4
 región Irano-Turánica. 4
 región Madreana. 4
 región Malgache. 4
 región Mediterránea . 4
 región Mesochileno-Patagónica. 4
 región Mexicana Xerofítica. 4
 región Namibio-Zambeziana. 4
 región Neocaledoniana. 4
 región Neozelandesa. 4
 región Norteamericana Atlántica. 4
 región Norteamericana Boreal. 4
 región Novogranatense. 4
 región Omano-Síndica. 4
 región Orinoco-Guayanesa. 4
 región Pacífica Desértica. 4
 región Pampeana. 4
 región Polinésica. 4
 región Rocosiana. 4

- región Saharo-Nortearábiga. 4
 región Somalo-Etiópica. 4
 región Tibetano-Himaláica. 4
 región Valdiviano-Magallánica. 4
 reino Holártico. 4
 reino Neotropical-Austroamericano. 4
 reino Neozelándico-Australiano. 4
 reino Paleotropical. 4
 repentifruticeda. g
 seco inferior. 3d
 seco superior. 3d
 seco. 3d
 selva andina. g
 selva anegadiza. g
 selva de tierra firme. g
 selva. g
 semiárido inferior. 3d
 semiárido superior. 3d
 semiárido. 3d
 semidesierto. g
 seminebuloso. g
 seminivoso. 7
 sequía tropical. 3b
 seropluvial. 3b
 siccideserta. g
 subcálido. 2f
 subdesértico cálido. 2f
 subdesértico frío. 2f
 subhúmedo inferior. 3d
 subhúmedo superior. 3d
 subhúmedo. 3d
 submediterránea. 3b
 submediterráneo. 2f
 subnebuloso. g
 subreino Africano. 4
 subreino Australiano. 4
 subreino Austroamericano. 4
 subreino Indomalayo. 4
 subreino Neotropical. 4
 subreino Neozelándico. 4
 subreino Polinésico. 4
 subtemplado. 2f
 supernivoso. 7
 supraboreal inferior. 3d
 supraboreal superior. 3d
 supraboreal. 3d
 supramediterráneo superior. 3d
 supramediterráneo. 3d
 supramediterráneo inferior. 3d
 supranebuloso estival. g
 suprapolar inferior. 3d
 suprapolar superior. 3d
 suprapolar. 3d
 supratemplado inferior. 3d
 supratemplado superior. 3d
 supratemplado. 3d
 supratropical inferior. 3d
 supratropical superior. 3d
 supratropical. 3d
 tabla resumen de la clasificación bioclimática de la Tierra. 8
 teipos térmicos y macrobioclimas. 2f
 temperatura media anual, T. 2a
 temperatura media de las máximas del mes más frío, M. 2a
 temperatura media de las mínimas del mes más frío, m. 2a
 temperatura media del mes más cálido, Tmax. 2a
 temperatura media del mes más frío, Tmin. 2a
 temperatura media mensual, Ti. 2a
 temperatura positiva anual, Tp. 2a
 templado. 2f
 termicidad. g
 termoaxérico. 2f
 termoboreal superior. 3d
 termoboreal. 3d
 termoclima. g
 termoerémico. 2f
 termófilo. g
 termohemierémico. 2f
 termomediterráneo inferior. 3d
 termomediterráneo superior. 3d
 termomediterráneo. 3d
 termopemplado superior. 3d
 termopolar inferior. 3d
 termopolar superior. 3d
 termopolar. 3d
 termotemplado inferior. 3d

- termotemplado. 3d
- termotipo. g
- termotipos. 3d
- termotipos. 3d
- termotropical inferior. 3d
- termotropical superior. 3d
- termotropical. 3d
- termoxerochimérico. 2f
- termoxerotérico. 2f
- termpoboreal inferior. 3d
- tipología biogeográfica regional de la Tierra. 4
- tipos bioclimáticos de la escuela francesa. 2f
- tipos bioclimáticos de la escuela francesa. 2f
- tipos de termicidad. 2e
- tipos de termicidad. 2e
- tipos mensuales de heladas. 2g
- tórrido. 2f
- trimestre del solsticio de invierno, Tr1. 2a
- trimestre del solsticio de otoño, Tr4. 2a
- trimestre del solsticio de primavera, Tr2. 2a
- trimestre del solsticio de verano, Tr3. 2a
- tropical cálido. 2f
- tropical cálido. 2f
- tropical. g
- tundra dearbolada. g
- ultrafrío. 2f
- ultragélido
- ultragélido. 2f
- ultrahiperárido inferior. 3d
- ultrahiperárido superior. 3d
- ultrahiperárido. 3d
- ultrahiperdesierto. g
- ultrahiperhúmedo. 3d
- ultrahiperhúmedo. 3d
- ultramicrotérico. 2f
- ultrasupernivoso. 7
- umbrosa. g
- variante de sequía tropical. g
- variantes bioclimáticas. 3b
- varzea. g
- xérico seco. 3c
- xérico semiárido. 3c
- zona antártica. 2h
- zona ártica. 2h
- zona cálida. 2h
- zona ecuatorial. 2h
- zona eutemplada. 2h
- zona eutropical. 2h
- zona fría. 2h
- zona subtemplada austral. 2h
- zona subtemplada septentrional. 2h
- zona subtropical. 2h
- zona templada. 2h
- zonación altitudinal. g
- zonas y cinturas latitudinales. 2h

11. MAPAS BIOCLIMÁTICOS DE SURAMÉRICA (ORIGINALES)

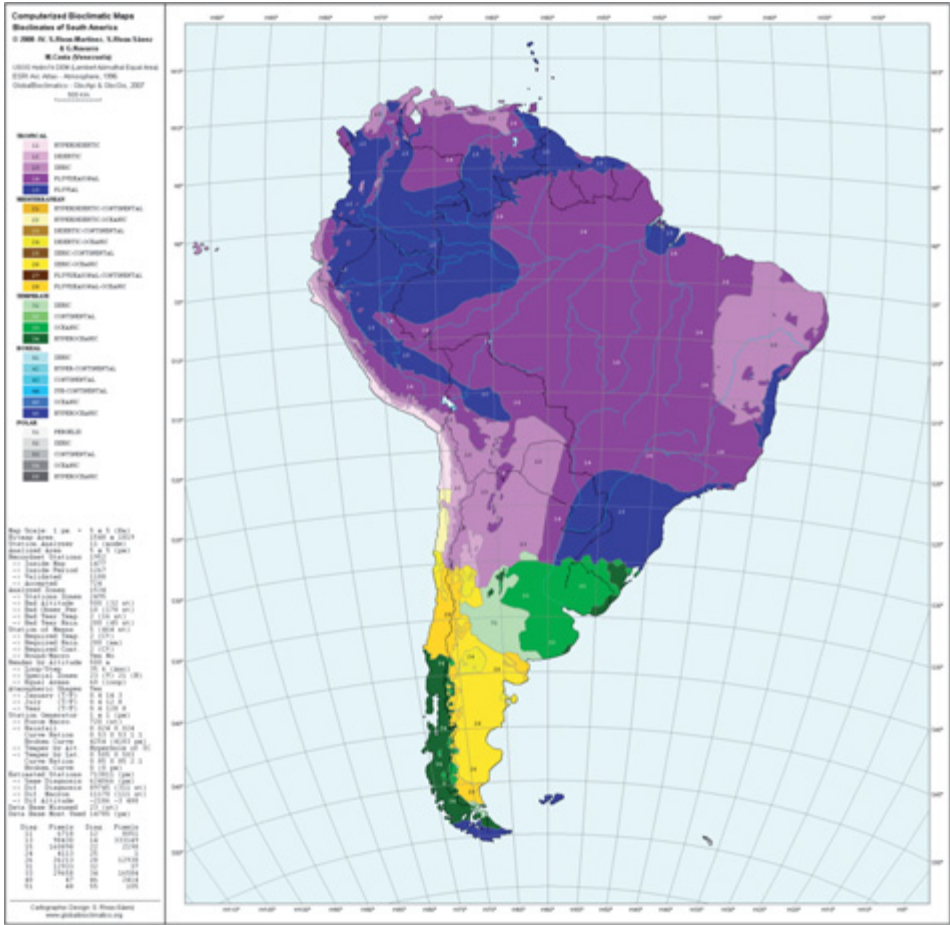


FIGURA 26. Mapa de los bioclimas de Suramérica.

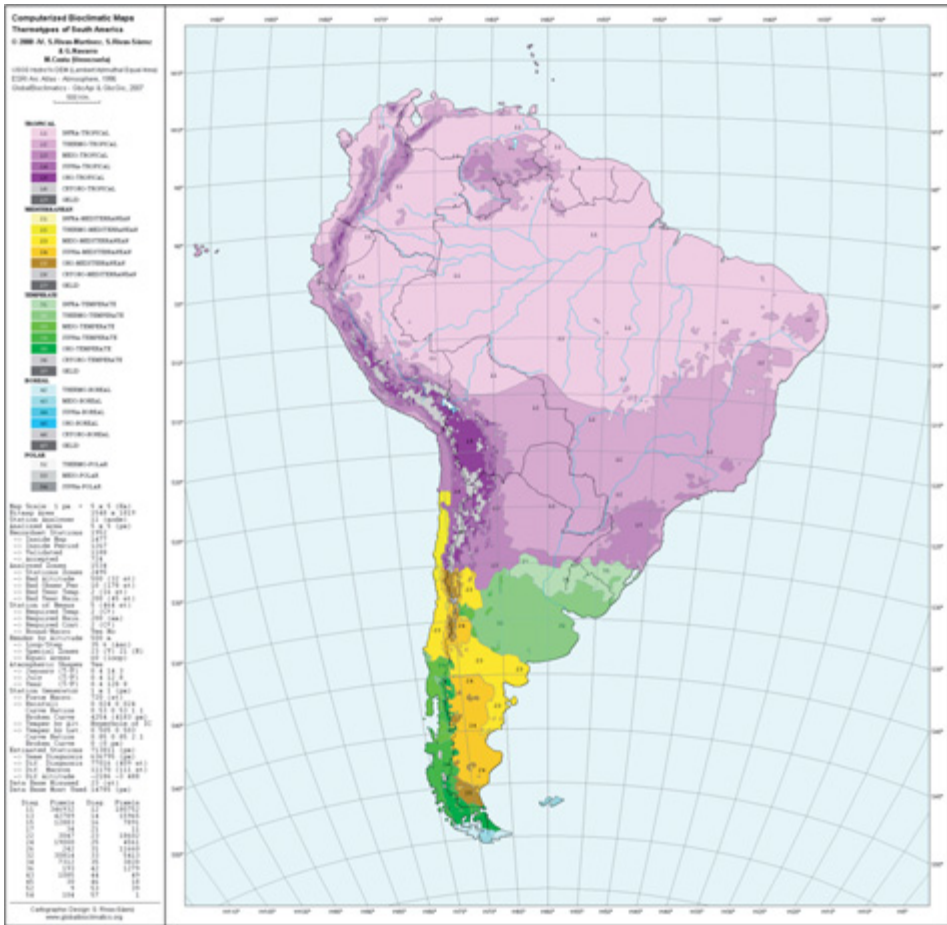


FIGURA 27. Mapa de los termotipos de Suramérica.

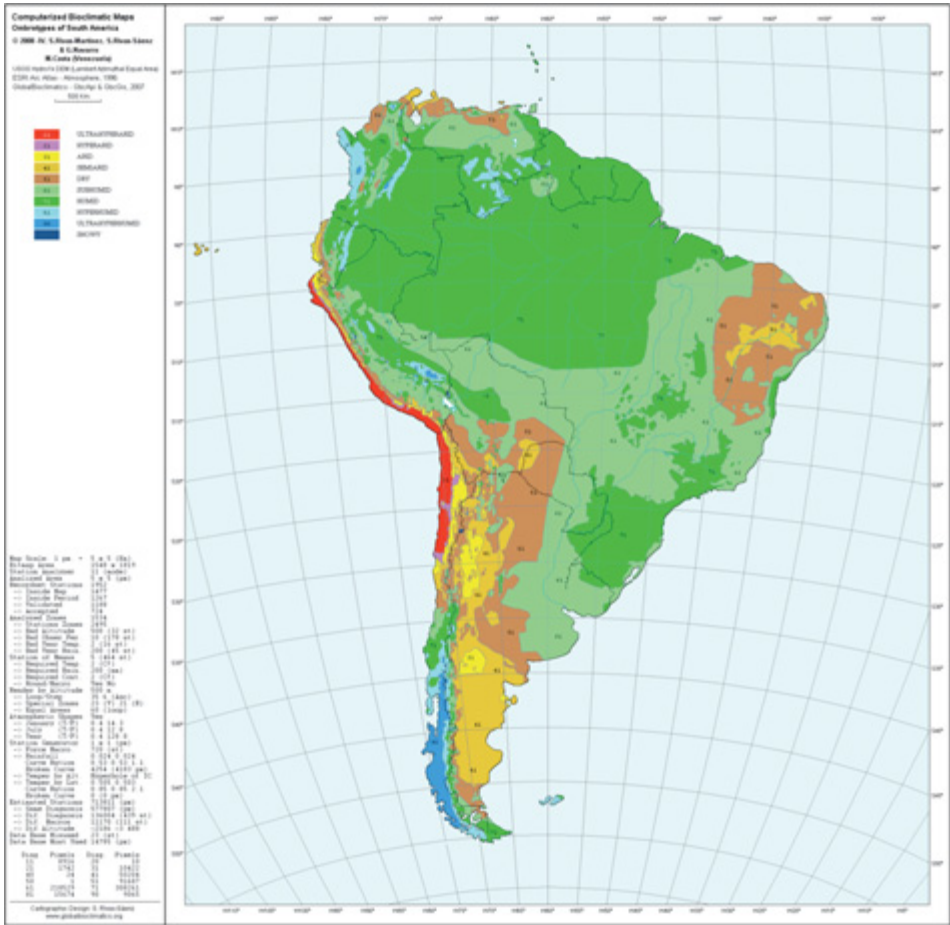


FIGURA 28. Mapa de los ombrotipos de Suramérica.

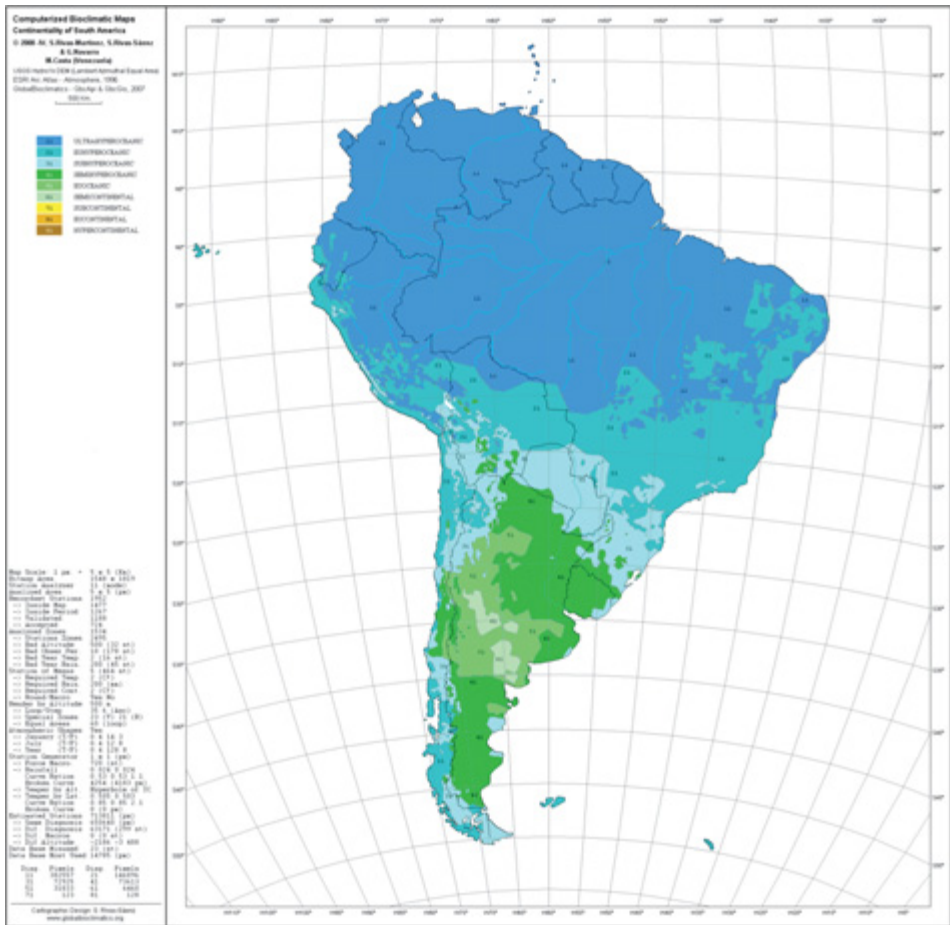


FIGURA 29. Mapa de la continentalidad de Suramérica.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J. R. M. *et al.* (1996): «The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14000 yr». *Journal of Quaternary Science*. 11: 125-147.
- ALMARZA, C. (2000): «Variaciones climáticas en España. Época instrumental», en BALARIÓN, L. (ed.): *El cambio climático: 69-86. El Campo de las Ciencias y de las Artes*. Servicio de Estudios del BBVA. Madrid.
- AMIGO, J. & RAMÍREZ, C. (1998): «A Bioclimatic Classification of Chile: Woodland communities in the Temperate zone». *Plant Ecology*. 136: 9-26.
- ASCHMANN, H. H. (1985): «A more restrictive definition of Mediterranean climates». *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.* 1984 d (2, 3, 4): 21-30.
- BAGNOULS, F. (1960): *Types bioclimatiques de l'Afrique méridionale*. Toulouse.
- BAGNOULS, F. & GAUSSEN, H. (1953): *Saison sèche et régime xéothermique. Documents pour les cartes des productions végétales*, t. III, vol. I, art. 8, 47 págs. Toulouse.
- (1957): *Les climats biologiques et leur classification*. Ann. Geogr. Paris.
- BALAIRÓN, L. (2000): «Las causas del cambio climático», en BALAIRÓN, L. (ed.): *El cambio climático: 87-88. El Campo de las Ciencias y de las Artes*. Servicio de Estudios del BBVA. Madrid.
- BARBER, A.; TUN, J. & CRESPO, M. B. (2001): «A New Approach of the Bioclimatology and Potential Vegetation of the Yucatan Peninsula (Mexico)». *Phytocoenologia*. 31 (1): 1-31.
- BARBERO, M.; QUÉZEL, P. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1981): «Contribution a l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc». *Phytocoenologia*. 9 (3): 311-412.
- BARRY, J. P. & FAUREL, L. (1973): «Notice de la faille de Ghardaïa. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*. 2: 1-125.
- BIONDI, E.; FEOLI, E. & ZUCCARELLO, V. (2004): «Modelling Environmental Responses of Plant Associations: A Review of Some Critical Concepts in Vegetation Study». *Critical Reviews in Plant Sciences*. 23 (2): 149-156.
- BLASI, C. (1996): «Un approccio fitoclimatico allo studio dei cambiamenti climatici in Italia». *S. It. E. Atti*. 17: 39-43.
- BOLÒS, O. DE (1989): «Bioclimatologia i geografia botànica». *Mem. Real Acad. Ci. Barcelona*. 48, 9: 423-444.
- BOLÒS, O. DE & VIGO, J. (1984): *Flora dels Països Catalans*. Vol. I. 736 págs. Ed. Barcino. Barcelona.
- BOX, E. O. (1981): «Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modeling in Phytogeography». *Tasks for Vegetation Science*. 1: 1-258. Junk Publ. La Haya.
- BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SALADIE, O.; SÍGRÓ, J. & LÓPEZ, D. (1999): *Variaciones y tendencias contemporáneas de la temperatura máxima, mínima y amplitud térmica diaria en el NE de España*.
- BUDONG, Q.; XU, H. & CORTE REAL, J. (2000): «Spatial temporal structures of quasi-periodic oscillations in precipitation over Europe». *Int. J. Climatol.* 20: 1583-1598.

- BURGA, C. A. (1988): «Swiss vegetation history during the last 18000 years». *New Phytologist*. 110: 581-602.
- CAMARERO, J. J. & GUTIÉRREZ, E. (2004): «Pace and pattern of recent treeline dynamics: response of ecotones to climatic variability in the Spanish Pyrenees». *Climate Change*. 63: 181-200.
- CAPOT-REY, R. (1951): «Une carte de l'indice d'aridité au Sahara français». *Bull. de l'Assoc. de Géographes français*, 1951: 73-76.
- (1953): *Le Sahara français*, Paris Univer. Presse, 564 págs.
- COPONS, R. & BORDONAU, J. (1997): «El registro glacial correspondiente a la pequeña Edad del Hielo en la Península Ibérica», en IBÁÑEZ, J. J.; VALERO, B. L. & MAHADO, C. (eds.): *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación: 295-310*. Geofoma Ediciones. Logroño.
- CREUS, J. & SAZ, M. A. (1999): «Estudio de la variabilidad climática del último milenio a partir de series de temperatura y precipitación reconstruidas en el NE español», en RASO NADAL, J. M. & MARTÍN-VIDE, J. (eds.): *La climatología en los albores del siglo XXI: 155-164*. Asociación Española de Climatología (AEC). Barcelona.
- CREUS, J.; FERNÁNDEZ CANCIO, A. & MANRIQUE, E. (2000): «Estudio de la variabilidad climática del último milenio a partir de series de temperatura y precipitación reconstruidas en el NE español», en RASO NADAL, J. M. & MARTÍN-VIDE, J. (eds.): *La climatología en los albores del siglo XXI: 155-164*. Asociación Española de Climatología (AEC). Barcelona.
- DAGET, PH. (1975): *Sur quelques coefficients utilisés dans les classifications climatiques: mois sec et sécheresse estivale*. CNRS/CEPE, Montpellier.
- (1977): «Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modes de caractérisation». *Vegetatio*. 34 (1): 1-20.
- (1977): «Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger». *Vegetatio*. 34 (1): 87-103.
- (1980): «Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le clima». *Naturalia Monspel* (Colloques de la Fondation L. Emberger, 9-10 abril 1980): 101-126.
- DAVIS, B. A. S., *et al.* (2003): «The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data». *Quaternary Science Review*. 22:15-17: 1701- 1716.
- DE MARTONNE, E. (1926): «Aréisme & indice d'aridité». *C. R. Acad. Sci.* (182): 1395-1398.
- DEL ARCO, M.; ACEBES, J. R. & PÉREZ DE PAZ, P. L. (1996): «Bioclimatology and climatophilous vegetation of the Island of Hierro (Canary Islands)». *Phytocoenologia*. 26 (4): 445-479.
- DEL ARCO, M.; SALAS, M.; ACEBES, J. R.; MARRERO, M. C.; REYES BETANCORT, J. A. & PÉREZ DE PAZ, P. L. (2002): «Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gran Canaria (Canary Islands)». *Ann. Bot. Fenn.* 39: 15-41.
- DÍAZ, T. E. & FERNÁNDEZ-PRieto, J. A. (1994): «La vegetación de Asturias». *Itinera Geobot.* 8: 243-520.
- DONADIEU, P. (1977): *Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique au Maroc*. Inst. Agron. et Vétérinaire Hassan II, Maroc, 1-155.

- DUBIEF, J. (1954): *Le climat du Sahara*. Inst. Rech. Sahar. 1 Alger.
- DUPLESSY, J. C.; PONS, A. & FANTECHI, R. (eds.) (1991): *Climate and Global Change*. Commission of the European Communities. Luxembourg.
- EDDY, J. A. (1976): «The Maunder minimum». *Science*. 192: 1189-1202.
- EMBERGER, L. (1930): «Sur une formule climatique applicable en géographie botanique». *C. R. Acad. Sci.* 191: 389-391.
- (1954): *Projet d'une classification biogéographique des climats. Les divisions écologiques du monde*. Colloques Internationaux du C.N.R.S., Paris.
- (1955): «Une classification biogéographique des climats. Rec. des travaux des Labor. de bot. Géol. et Zool. de la fac. des Sci. de l'Univ. de Montpellier». *Sér. Bot.* (7): 3-43.
- (1959): *Rapport sur la carte écologique de la zone méditerranéenne*. Annexe 2. F.A.O./U.N.E.S.C.O. Study Group on the ecological map of the Mediterranean Region.
- EMBERGER, L.; GAUSSEN, H. & DE PHILLIPPIS, W. (1963): *Carte bioclimatique de la région méditerranéenne*. U.N.E.S.C.O. Paris.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. (1997): «Bioclimatología», en Izco, J., et al., *Botanica*: 607-682. McGraw-Hill.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. et al. (2005): *Impactos sobre la biodiversidad vegetal, 5. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, 821 págs. MMA. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.
- GALÁN, E.; BASILLA, D.; FERNÁNDEZ, F. & CERVERA, B. (1999): «Evolución de las precipitaciones anuales en la meseta meridional durante el siglo XX», en RASO NADAL, J. M. & MARTÍN-VIDE, J. (eds.): *La climatología en los albores del siglo XXI: 169-180*. Asociación Española de Climatología (AEC). Barcelona.
- GAUSSEN, H. (1921): «Pluviosité estivale et végétation dans les Pyrénées françaises». *Ann. de Géogr.* (30): 249-256.
- (1947): «La carte botanique du monde au 1/1000000». *C. R. Ac. Sc.* 224: 589.
- (1954a): «Expression du milieu par des formules écologiques. Leur représentation cartographique. Les divisions écologiques du monde. Colloques internationaux du C.N.R.S». Paris et *Ann. Biol.*, 31 (5-6): 257-267. Paris.
- (1954b): *Les possibilités forestières du monde en relation avec le climat. Actes du IV^e Congrès forestier mondial*, vol. III, Dehra Dun.
- (1955b): «Les climats analogues à l'échelle du monde». *C. R. Acad. Agr.* 41, Paris.
- (1955): «Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques». *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 240: 642-644.
- GAUSSEN, H. & BAGNOULS, F. (1952): «L'indice xérothermique». *Bull. de l'Assoc. de géographes français*. 1952, págs. 10-16.
- GAVILÁN, R. (2003): «Does global warming pose a true threat to Mediterranean biodiversity?» *Bocconea*. 161: 379-395.
- GAVILÁN, R. & FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. (1997): «Climatic discrimination of Mediterranean broadleaved sclerophyllous and deciduous forests in central Spain». *Journal of Vegetation Science*. 8: 377-386.
- GAVILÁN, R., et al. (1998): «Climatic classification and ordination of the Spanish Sistema Central: relationships with potential vegetation». *Plant Ecology*. 139: 1-11.

- GAVILÁN, R.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2001): «Variaciones bioclimáticas en Madrid: un estudio sobre el cambio climático local», en GÓMEZ MERCADO, F. & MOTA POVEDA, J. F. (eds.): *Vegetación y Cambios Climáticos*, 243-256. Serv. Publ. Univ. Almería.
- GODDARD, L.; MASON, S. J.; ZEBIAK, S. E.; ROPELEWSKI, C. F.; BASCHER, R. & CANE, M. A. (2001): «Current approaches to seasonal-to-interannual climate predictions». *Int. J. Climatol.* 21: 1111-1152.
- GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; DE LUIS, M.; REVENTÓS, J. & SÁNCHEZ, J. R. (2001): «Spatial distribution of seasonal rainfall trends in a Western Mediterranean area». *Int. J. Climatol.* 21: 843-860.
- GRABHERR, G., *et al.* (1994): «Climate effects on mountain plants». *Nature*. 369: 448.
- HERNÁNDEZ, F. (1999): «El efecto invernadero», en HERNÁNDEZ, F. (coord.): *El calentamiento global en España. Un análisis de sus efectos económicos y ambientales*, 1-14. CSIC. Madrid.
- HERRÁEZ, I. (1999): «El cambio climático: fuentes de información», en RUIZ ZAPATA, B.; DORADO, M.; GIL, M. J. & VALDEOLMILLOS, A. (eds.): *Efectos del cambio climático en la región mediterránea durante los últimos 3.000 años: 40-53*. Madrid.
- HOLDRIGE, L. R. (1967): *Life zone ecology*, 206 págs. San José.
- HUNTLEY, B. (1991): «How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities». *Annals of Botany*. 67 (suppl. 1): 15-22.
- JALUT, G., *et al.* (2000): «Holocene climatic changes in the western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 160: 255-290.
- KÖPPEN, W. (1918): «Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf». *Petermanns Geogr. Mitt.* 64: 193-203, 243-248.
- (1936): *Grundriss der Klimakunde*. 2 Aufl. 388 pp + 9 tables. Berlin & Leipzig.
- LADERO, M.; DÍAZ, T. E.; PENAS, A.; RIVAS-MARTÍNEZ, S. & VALLE, C. (1987): «Datos sobre la vegetación de las Cordilleras Central y Cantábrica (II Excursión Internacional de Fitosociología)». *Itinera Geobot.* 1: 3-147.
- LADERO, M.; VALLE, C. J.; SANTOS, M. T.; GONZÁLEZ, M. T.; GARCÍA, P. A.; GARCÍA-BAQUERO, G. & HERNÁNDEZ, P. (1994): «Mapas ombroclimáticos de las provincias de Salamanca y Zamora». *Anais do Instituto Superior de Agronomia*. 44: 733-753.
- LE HOUEROU, N. (1986): «The desert and arid zones of northern Africa; in "Hot deserts and arid shrublands"». *Elsevier Publ.*: 101-147.
- (1995): «Bioclimatologie et biogeography des steppes arides du Nord de l'Afrique». *Options méditerranéenne, série B*. 10: 1-396. Montpellier.
- LOUSÃ, M. (2004): «Bioclimatologia e series de vegetação de Portugal». *Lazaroa*. 25: 83-86.
- LUENGO, M. A.; PENAS, A. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (inéd.): *Biocli. Programa informático para el procesamiento de datos climáticos*. www.globalbioclimatics.org.
- MANGENOT, G. (1951): «Une formule simple permettant de caractériser les climats de l'Afrique intertropicale dans leurs rapports avec la végétation». *Rev. Gen. Bot.* 58: 353-372.

- MANRIQUE, E. & FERNÁNDEZ CANCIO, A. (1999): «Evolución fitoclimática de los últimos siglos en España a partir de reconstrucciones dendroclimáticas». *Invest. Agr. Sist. Recur. For.*, Fuera de Serie, n.º 1.
- (2000): «Extreme climatic events in dendroclimatic reconstructions from Spain». *Climatic Change*. 44: 123-138.
- MEHER-HOMJI, V. M. (1963): «Les bioclimats du Sub-continent Indien et leurs types analogues dans le Monde». *Doc. Cartes des Prod. Veget.* 4 (1): 3-254.
- MENZEL, A. & FABIAN, P. (1999): «Growing season extended in Europe». *Nature*. 397: 659.
- MESQUITA, S. (2005): *Modelação Bioclimática de Portugal Continental*. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- MESQUITA, S.; CAPELO, J. & DE SOUSA, J. (2004): «Bioclimatología da Ilha da Madeira: abordagem numérica». *Quercetea*. 6: 47-59.
- MICHALET, R. (1991): «Une approche synthétique biopedoclimatique des montagnes méditerranéennes: exemple du Maroc septentrional». *Thes Fac. Sc. Grenoble*. 273 págs.
- MONTERO DE BURGOS, J. L. & GONZÁLEZ-REBOLLAR, J. L. (1973): *Diagramas bioclimáticos*. ICONA. Madrid.
- (1987): «Diagramas bioclimáticos». ICONA. Madrid, en RIVAS-MARTÍNEZ, S.: *Memoria del mapa de series de vegetación de España*, ICONA, Serie Técnica. Madrid, 227-268.
- MORENO, J. M.; DÍAZ PINEDA, F. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1990): «Climate and vegetation at the Eurosiberian-Mediterranean boundary in the Iberian Peninsula». *Journal of Vegetation Science*. 1: 233-244.
- MORENO, J. M. & OECHEL, W. (1995): «Global Chance and Mediterranean-Type Ecosystems». *Ecological Studies* 117. Springer-Verlag.
- MURPHY, J. (2000): «Predictions of climate change over Europe using statistical and dynamical down-scaling techniques». *Int. J. Climatol.* 20: 489-501.
- NAVARRO, G. & MALDONADO, M. (2002): *Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos*. Editorial: Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba. Bolivia. ISBN: 99905-0-225-0.
- NAVARRO, G. & FERREIRA, W. (2007): «Mapa de vegetación de Bolivia, escala 1: 250.000». CD-Rom. *The Nature Conservancy*. ISBN: 978-99954-0-168-9.
- NEQ, M.; TODD, M.; HULME, M. & JONES, P. (2001): «Precipitation measurement and trends in the twentieth century». *Int. J. Climatol.* 21: 1889-1922.
- ORLÓCI, L. (1994): «Global warming. The process and its anticipated phytoclimatic effects in temperate and cold zone». *Coenoses*. 9 (2): 69-74.
- OTURBAY, A. & LOIDI, J. (2001): «Cambio climático: predicción de su influencia en la distribución de especies arbóreas en el País Vasco», en GÓMEZ MERCADO, F. & MOTA POVEDA, J. F. (eds.): *Vegetación y Cambios Climáticos: 165-176*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.
- OZENDA, P. (1977): *La flore du Sahara*. Edit CNRS, Paris, 622 págs.
- PEÑALBA, M. C. (1994): «The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis». *Journal of Ecology*. 82: 815-832.

- PEÑUELAS, J. & FILELLA, I. (2001): «Phenology: responses to a warming world». *Science*. 294: 793-795.
- PONS, A. & REILLE, M. (1988): «The Holocene-Pleistocene and Upper-Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): - a new study». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 66: 243-263.
- POTT, R. (1998): «La evolución postglaciar de los bosques frondosos caducifolios en Europa». *Itinera Geobot*. 11: 32-65.
- (2001): «The Alpine Timber-Line as a mirror of climatic fluctuations», en GÓMEZ MERCADO, F. & MOTA POVEDA, J. F. (eds.): *Vegetación y Cambios Climáticos: 119-138*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.
- QUÉZEL, P. (1957): *Peuplement vegetal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Lechevalier, Paris, 463 págs.
- (1965): *La vegetation du Sahara*. Fischer Verlag, Stuttgart, 333 págs.
- (1999): «Les grandes structures de végétation en region méditerranéenne: facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire». *Geobios*. 32: 19-32.
- QUÉZEL, P. & BARBERO, M. (1993): «Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène». *Bull. d'Ecologie*. 24 (2-4): 191-202.
- QUÉZEL, P.; BARBERO, M.; BENABID, A. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1994): «Le passage de la végétation méditerranéenne a la végétation saharienne sur le revers meridional du Haute Atlas Oriental (Maroc)». *Phytocoenologia*. 22 (4): 537-582.
- (1995): «Les structures de végétation arborées à Acacia sur le revers meridional de l'Anti-Atlas et dans la vallee inferieure du Draa». *Phytocoenologia*. 25 (2): 279-304.
- RAMIL-REGO, P.; MUÑOZ, C.; IRIARTE, M. J.; GÓMEZ-ORELLANA, L. & RODRÍGUEZ, M. A. (2001): «Vegetación y cambio climático en los territorios del norte de la Península Ibérica durante los últimos 18.000 años», en GÓMEZ F. & MOTA, J. (eds.): *Vegetación y Cambios Climáticos: 139-149*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.
- REYES, J. A.; WILDPRET, W. & LEÓN, M. C. (2001): «The vegetation of Lanzarote (Canary Islands)». *Phytocoenologia*. 31 (2): 185-247.
- RÍO, S. DEL (2005): «El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España)». *Itinera Geobot*. 16: 5-535.
- RÍO, S. DEL, PENAS, A. & FRAILE, R. (2005): «Analysis of recent climatic variations in Castile and Leon (Spain)». *Atmospheric Research*. 73 (1-2): 69-85.
- RÍO, S. DEL, PENAS, A. & PÉREZ-ROMERO, R. (2005): «Potential areas of deciduous forests in Castile and Leon (Spain): according to future climate change». *Plant Biosystems*. 139 (2): 222-233.
- RÍO, S. DEL & PENAS, A. (2005): «Potential areas of evergreen forests in Castile and Leon (Spain): according to future climate change». *Phytocoenologia*. 36 (1): 45-66.
- (2006): «Potential distribution of semi-deciduous forests in Castile and Leon (Spain): in relation to climatic variations». *Plant Ecology*. 185: 269-282.
- RÍO, S. DEL; FRAILE, R.; HERRERO, L. & PENAS, A. (2006): «Analysis of recent trends in mean maximum and minimum temperatures in a region of the NW of Spain (Castilla y León)». *Theoretical and Applied Climatology* (en prensa).

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1981): «Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique». *Anales Jard. Bot. Madrid*. 37 (2): 251-268.
- (1982): «Les étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et series de végétation de l'Espagne méditerranéenne». *Ecol. Medit.* 8 (1-2): 275-288.
- (1982): *Mapa de las series de vegetación de la provincia de Madrid*. Publ. Serv. Forestal del Medio Ambiente y Contra Incendios, Diputac. Provinc. Madrid.
- (1983): «Series de vegetación de la región eurosiberiana de la Península Ibérica». *Lazaroa*. 4: 155-166.
- (1984): «Pisos bioclimáticos de España». *Lazaroa*. 5: 33-43.
- (1987): «Mapa de series de vegetación de España». ICONA, Serie Técnica, 268 págs. + 30 mapas. Madrid.
- (1987): «Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología», en PEINADO, M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (eds.): *La vegetación de España: 19-45*. Ed.
- (1988): «Bioclimatología, Biogeografía y Series de Vegetación de Andalucía occidental». *Lagascalia*. 15 (extra): 91-119.
- (1991): «Bioclimatic belts of West Europe (relations between bioclimate and plant ecosystems)». *Proc. Eur. School Climate Nat. Hazards Course* (Arles, 1990). 225-246. Strasbourg.
- (1996): *Geobotánica y Climatología*. Discurso investidura Doctor «honoris causa», Universidad de Granada. Serv. Publ. Universidad de Granada, 98 págs. Granada.
- (1997): «Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, I». *Itinera Geobot.* 10: 5-148.
- (2004): *Bioclimatic Map of Europe: Bioclimates*, scale 1:16 mill. Cartographic Service, University of León (27-4-2001).
- (2004): «Sinopsis biogeográfica, bioclimática y vegetacional de América del Norte». *Fitosociología*. 41 (1), suppl. 2: 19-52.
- (2005): *Avances en Geobotánica*. Discurso apertura curso 2005. Real Acad. Farmacia. 142 págs. Madrid.
- (2007): «Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Parte 1». *Itinera Geobot.* 17: 1-222.
- (2008): *Globalbioclimatics*. Internet: <http://www.globalbioclimatics.org>.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; BASCONES, J. C.; DÍAZ GONZÁLEZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & LOIDI, J. (1991): «La vegetación del Pirineo Occidental y Navarra». *Itinera Geobot.* 5: 5-456.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; WILDPRET, W.; DEL ARCO, M.; RODRÍGUEZ, O.; PÉREZ DE PAZ, P. L.; GARCÍA GALLO, A.; ACEBES, J. R.; DÍAZ, T. E. & FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. (1993): «Las comunidades vegetales de la Isla de Tenerife (Islas Canarias)». *Itinera Geobot.* 7: 169-374.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DÍEZ, B.; MOLERO, J. & VALLE, F. (1997): «Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain)». *J. Biogeography*. 24: 915-928.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & COSTA, M. (1998): «Datos sobre la vegetación y el bioclima del Valle de Arán». *Acta Bot. Barcinon.* 45: 473-499.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; CANTÓ, P.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; MOLINA, J. A.; PIZARRO, J. M. & SÁNCHEZ-MATA, D. (1999): «Synopsis of the Sierra de Guadarrama vegetation». *Itinera Geobot.* 13: 189-206.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., SÁNCHEZ-MATA, D. & COSTA, M. (1999): «North American Boreal and Western Temperate vegetation». *Itinera Geobot.* 12: 5-316.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; PENAS, A. & DÍAZ, T. E. (2001): *Biogeographic Map of Europe: scale 1: 16 mill.* Cartographic Service, University of León (15-9-2004).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSÁ, M. & PENAS, A. (2002): «Vascular plant communities of Spain and Portugal». *Itinera Geobot.* 15 (1,2): 5-922.
- RODRÍGUEZ, M. A.; MUÑOZ, C. & RAMIL-REGO, P. (2001): «Variaciones espaciales en la distribución de la vegetación como respuesta a los cambios climáticos globales, a partir del último máximo glaciario, en la Sierra de Ancares (NW Ibérico)», en GÓMEZ, F. & MOTA, J. F. (eds.): *Vegetación y Cambios Climáticos: 153-164.* Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.
- ROSELLÓ, R. (1994): *Catálogo florístico y vegetación de la comarca natural del Alto Mijares (Castellón).* Publ. Diputac. Castelló.
- RUIZ-ZAPATA, B. (1999): «El cambio climático en la Península Ibérica», en RUIZ-ZAPATA, B.; DORADO, M.; GIL, M. J. & VALDEOLMILLOS, A. (eds): *Efectos del cambio climático en la Región Mediterránea durante los últimos 3.000 años: 86-95.* Madrid.
- SALA, O. E., *et al.* (2000): «Global biodiversity scenarios for the year 2100». *Science.* 287: 1770-1774.
- SÁNCHEZ EGEA, J. (1975): «El clima. Los dominios climáticos y los pisos de vegetación de las provincias de Madrid, Ávila y Segovia: ensayo de un modelo fitoclimático». *Anal. Jard. Bot.* 32 (2): 1039-1078.
- SÁNCHEZ-MATA, D. (1989): *Flora y vegetación del Macizo Oriental de la Sierra de Gredos (Ávila).* Publicaciones Institución «Gran Duque de Alba», 25: 1-440. Diputación Provincial de Ávila.
- SÁNCHEZ-MATA, D. (1999): *Bioclimatología: una ciencia avanzada para el estudio del medio natural.* Discursos de entrada. Institución «Gran Duque de Alba», noviembre de 1998: 95-112. Diputación Provincial de Ávila.
- SANTOS, A. (1983): *Vegetación y flora de La Palma*, 348 págs. Ed. Interinsular Canaria, S. A., Santa Cruz de Tenerife.
- SANZ-ELORZA, M., *et al.* (2003): «Changes in the high-mountain vegetation of the Central Iberian Peninsula as a probable sign of global warming». *Annals of Botany.* 92: 273-280.
- SOLANKI, S. K.; SCHÜSSLER, M. & FLIGGE, M. (2000): «Evolution of the Sun's large-scale magnetic field since the Maunder minimum». *Nature.* 408: 445-447.
- SOLANKI, S. K.; USOSKIN, I. G.; KROMER, B.; SCHÜSSLER, M. & BEER, J. (2004): «Unusual activity of the Sun during recent decades compared to the previous 11.000 years». *Nature.* 431: 1084-1087.

- SPARKS, T. H. & MENZEL, A. (2002): «Observed changes in seasons: an overview». *Int. J. Climatol.* 22: 1715-1725.
- THORNTHWAITE, C. W. (1931): «The climates of North America according to a new classification». *Geogr. Rev.* 21: 633-655.
- (1933): «The climates of the Earth». *Geogr. Rev.* 23: 433-440.
- (1984): «An approach towards a rational classification of climate». *Geogr. Rev.* 38: 55-94.
- TORRES, J. A.; GARCÍA-FUENTES, A.; SALAZAR, C.; MELENDO, M. & CANO, E. (2001): «Influencia de los cambios climáticos sobre algunas formaciones caducifolias del sector subbético», en GÓMEZ F. & MOTA, J. F. (eds.): *Vegetación y cambios climáticos: 197-210*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.
- TROCHAIN, J. (1952): «Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire française d'après leur pluviométrie». *Recueil de trav. de la Fac. des Sc. de Montpellier*, fasc. 5.
- (1954): *Nomenclature et classification des milieux végétaux en Afrique noire française. Les divisions écologiques du monde*. Colloques internationaux du C.N.R.S., Paris.
- TROLL, C. & PAFFEN, K. (1964): *Die Jahreszeitenklimate der Erde (The seasonal climates of the Earth)*, *Erkunde*, 18: 5-28 + map.
- WALTER, H. (1985): *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geobiosphere*. 3rd. ed. Springer-Verlag. Berlin.
- (1986): *Vegetação e zonas climáticas*, 327 págs. Edit. Univ. São Paulo.
- WALTHER, G. R., *et al.* (2002): «Ecological responses to recent climate change». *Nature*. 416: 389-395.



Socios de la Fundación José Casares Gil de Amigos de la Real Academia Nacional de Farmacia a quienes expresamos nuestra sincera gratitud por su mecenazgo:

CAJA MADRID

Farmaindustria

Roche Farma

Laboratorios Janssen-Cilag
Alcaliber, S. A.
Almirall, S. A.
Bristol-Myers Squibb, S. L.
Grupo Ferrer Internacional
Laboratorios Esteve
Laboratorios MSD
Laboratorios Rovi
Novartis Farmacéutica
Tedec-Meiji Farma, S. A.
Sanofi-Aventis
Laboratorios Menarini

Aragofar

Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos
Colegio Oficial de Farmacéuticos de Madrid

Colegios Oficiales de Farmacéuticos de: A Coruña, Alicante, Badajoz, Barcelona, Bizkaia, Burgos, Cáceres, Cádiz, Ciudad Real, Girona, Palencia, Principado de Asturias, Santa Cruz de Tenerife, Tarragona, Toledo y Zaragoza.