

MAPA DE SERIES, GEOSERIES Y GEOPERMASERIES DE VEGETACIÓN DE ESPAÑA

[MEMORIA DEL MAPA DE VEGETACIÓN POTENCIAL DE ESPAÑA, 2005]

PARTE 1

Salvador Rivas-Martínez (1) y coautores (versión 29-07-2005)

A Oriol de Bolòs y a Mario Lousã que han creado las prestigiosas escuelas de fitosociología catalana y portuguesa.

SUMARIO

Prólogo.....	2
Coautores y colaboradores.....	2
1. Generalidades (PARTE 1).....	4
1.1. Compendio bioclimático.....	4
1.2. Compendio biogeográfico.....	29
1.3. Compendio geobotánico.....	58
2. Glosario terminológico (PARTE 1).....	79
3. Series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (PARTE 1).....	120
3.1. Enumeración de las macroseries, macrogeoseries y macrogeopermaseries.....	122
3.2. Enumeración de las series, geoseries y geopermaseries de vegetación.....	129
3.3. Relación alfabética de las unidades de vegetación cartografiadas.....	178
3.4. Esquema sintaxonómico de las asociaciones y sintáxones de referencia.....	202
3.5. Equivalencias entre las series de los mapas de España de 1987 y 2005.....	223
3.6. Nombres latinos y comunes de plantas bioindicadoras vivaces.....	234
3.7. Relación y descripción de las unidades cartográficas.....	254
A. Vegetación de la Península e Islas Baleares.....	255
B. Vegetación de las Islas Canarias.....	
C. Vegetación de los territorios de Ceuta y Melilla.....	
4. Compendio sintaxonómico (PARTE 2).....	470
5. Novedades sintaxonómicas y nomenclaturales (PARTE 3).....	859
6. Precisiones y novedades florísticas (PARTE 3).....	881
7. Endemismos: caracterización fitosociológica y biogeográfica (PARTE 3).....	888
8. Claves de las series, geoseries y geopermaseries de vegetación (PARTE 3).....	
9. Tablas sinópticas sobre la vegetación de España (PARTE 3).....	
10. Tablas de juicio sobre las repoblaciones y cultivos. (PARTE 3).....	
11. Leyendas por comunidades y ciudades autónomas (PARTE 3).....	
12. Datos climáticos y bioclimáticos de España (PARTE 4).....	903
13. Bibliografía (PARTE 5).....	1169

(1) PHYTOSOCIOLOGICAL RESEARCH CENTER (CIF). J.M. Usandizaga 46. E-28409 Los Negrales, Madrid. España. Tel.: +34 91 8511529. Fax: +34 91 8511873. E-mail: rivas-martinez.cif@tsai.es.

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL II. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense. E-28040 Madrid. España. Tel.: +34 91 3941769. Fax: +34 91 3941774.

PRÓLOGO
(Cosme Morillo)

COAUTORES Y COLABORADORES

Son coautores de los mapas de las Comunidades y Ciudades Autónomas y consejeros científicos de todo el proyecto los botánicos que se mencionan seguidamente. Además, Jesús Izco ha corregido el capítulo 2: “Glosario terminológico”, Daniel Sánchez-Mata es corresponsable del capítulo 4: “Compendio sintaxonómico” y Salvador Rivas Sáenz es coautor de los capítulos 12: “Datos climáticos y bioclimáticos de España” y 13: “Bibliografía”.

Desde hace muchos años he podido contar con tesis doctorales, publicaciones fitosociológicas destacadas, trabajos cartográficos editados e inéditos, asesoramientos y campañas de campo con expertos de muchos países, correcciones y controversias científicas y, sobre todo, con el estímulo, comprensión y ayuda desinteresada de muchos amigos, colegas y discípulos. Los nombres de todos ellos, como también los de los expertos en ciencias geobotánicas con los que he tenido más relaciones científicas y también el de los fitosociólogos a los que he dirigido sus tesis doctorales, se relacionan a continuación como “coautores, colaboradores, asesores, expertos o técnicos” Es también mi deseo que estas alusiones sirvan de expresión pública de mi afecto y agradecimiento a todos ellos.

COAUTORES

Andalucía.....Alfredo Asensi, Blanca Díez-Garretas, Joaquín Molero, Francisco Valle & Eusebio Cano
Aragón.....Manuel Costa & María Luisa López
Asturias.....Tomás E. Díaz & José Antonio F. Prieto
Balears.....Leonardo Lloréns
Canarias.....Marcelino del Arco y otros coautores
Cantabria.....José Antonio F. Prieto & Tomás E. Díaz
Castilla-La Mancha.....Federico Fernández & Daniel Sánchez-Mata
Castilla y León.....Ángel Penas
Cataluña.....Ramón Masalles & Manuel Costa
Ceuta y Melilla.....Abdelmalek Benabid
Extremadura.....Miguel Ladero & Angel Amor
Galicia.....Jesús Izco & Javier Amigo
La Rioja.....Javier Loidi & José Antonio Molina
Madrid.....Paloma Cantó
Murcia.....Francisco Alcaraz
Navarra.....Javier Loidi & Juan Carlos Báscones
País Valenciano.....Manuel Costa & Pilar Soriano
País Vasco.....Javier Loidi

COAUTORES Y COLABORADORES EN CANARIAS

Para la realización y delineación de los mapas de vegetación de Canarias, además de la inestimable ayuda en las recientes campañas de campo de los Profs. J.R. Acebes, M. del Arco, V.E. Martín, P.L. Pérez de Paz y W. Wildpret, ha sido de gran utilidad la consulta del banco de datos del GCVC: “Grupo para la Cartografía de la Vegetación Canaria”, cuyo equipo investigador está formado por M. del Arco (director), W. Wildpret, P.L. Pérez de Paz, O. Rodríguez, J.R. Acebes, A. García, V. E. Martín, J. A. Reyes, M. Salas, M.A. Díaz, J.A. Bermejo, R. González, M.V. Cabrera y S. García. Este equipo ha realizado bajo la dirección de Marcelino del Arco la cartografía 1:25.000 de la vegetación del Archipiélago Canario para la empresa Grafcan S.A.”. También he contado con la inestimable ayuda de mi amigo Arnoldo Santos que fue responsable conmigo del “Mapa de vegetación potencial de Canarias” del año 1987. En el actual “Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de Canarias”, los coautores por islas, además de su director Marcelino del Arco, son los siguientes botánicos: Lanzarote: Alfredo Reyes & Wolfredo Wildpret; Fuerteventura: Antonio García Gallo, Alfredo Reyes & Octavio Rodríguez; Gran Canaria: Juan Ramón Acebes & Pedro Luis Pérez de Paz; Tenerife: Wolfredo Wildpret & Octavio Rodríguez; La Palma: Pedro Luis Pérez de Paz & Alfredo Reyes; La Gomera: Juan Ramón Acebes; El Hierro: Victoria Eugenia Martín, Wolfredo Wildpret & Markus von Gaisberg.

OTROS COLABORADORES, ASESORES Y EXPERTOS

Carlos Aguiar, Antoni Aguilera, Raquel Alonso, Francisco Amich, Carlos Arnáiz, Gianni Bacchetta, Marcel Barbero, Michael G. Barbour, Eva Barreno, Dolores Belmonte, José Luis Benito, Edoardo Biondi, Idoia Biurrun, Carlo Blasi, Herminio Boira, Oriol de Bolòs, Elgene O. Box, Salvatore Brullo, Álvaro Bueno, Baltasar Cabezudo, Jorge Capelo, Empar Carrillo, Jose Carlos Costa, Ana Crespo, Manuel B. Crespo, Ulrich Deil, Eduardo Días, Cristina Duarte, Adrián Escudero, Dalila Espírito-Santo, Albert Ferré, Angel Fernández-Cancio, Javier Fernández-Casas, Casildo Ferreras, Gioacchino Ferro, Xavier Font, Susana Fontinha, Bruno De Foucault, Vicenta de la Fuente, Esther Fuertes, Kazue Fujiwara, Antonio Galán, Jean Daniel Gallandat, Marta Eva García, Gonzalo García-Baquero, Itziar García-Mijangos, Rosario Gavilán, Jean Marie Géhu, Jeannette Géhu-Frank, Llorenç Gil, Jan Jansen, Joaquín Jiménez de Azcarate, Francisco Gómez-Mercado, Georg Grabherr, Riccardo Guarino, Montserrat Gutiérrez, Vernon H. Heywood, Mercedes Herrera, Luis Herrero, Joachim Hüppe, Roberto Jardim, Pavel Krestov, Susana Laorga, Jean-Jacques Lazare, Carmen Lence, María José López, Félix Llamas, Ginés López, Jose María Losa, Mario Lousã, Miguel Ángel Luengo, Eduardo Martínez-Carretero, Jose-María Martínez-Parras, Gonzalo Mateo, Matías Mayor, Akira Miyawaki, Julian Molero, Pedro Montserrat, José Manuel Moreno, Luigi Mossa, Juan Francisco Mota, Ladislav Mucina, Yukito Nakamura, Carmen Navarro, Gonzalo Navarro, Florentino Navarro, Carlos Neto, Werner Nezádal, José María Nieto, Josep María Ninot, Franco Pedrotti, Manuel Peinado, Javier Peralta, Carmen Pérez, José Luis Pérez-Cirera, Rosa Pérez-Badía, Francisco Pérez-Raya, Juan Bautista Peris, Carlos Pinto-Gomes, Sebastián Piñas, José Pizarro, Richard Pott, María del Carmen Prada, Emilio Puente, Iñigo Pulgar, Pierre Quézel, Víctor J. Rico, Sara del Río, Segundo Ríos, Joan Rita, Salvador Rivas Sáenz, Manuel Rodríguez-Gutián, Pilar Rodríguez-Rojo, Fidel Roig, María Inmaculada Romero, Angel Romo, Aritz Royo, Trinidad Ruíz, Concepción Sáenz, Carlos Salazar, Alfonso San Miguel, Pedro Sánchez, Leopoldo G. Sancho, María Teresa Santos, Arnoldo Santos, Santiago Sardinero, Giovanni Sburlino, Miguel Sequeira, Ignasi Soriano, Gerardo Stübing, Teresa Tarazona, Francisco Javier Tebar, Jean Paul Theurillat, Antonio de la Torre, Juan Antonio Torres, Oscar Tovar, Carmen Ursúa, Ilda Vagge, Arturo Valdés, Cipriano Valle, Víctor Manuel Vázquez, Arturo Velasco, Roberto Venanzoni, Josep Vigo, Luis Villar, Heinrich E. Weber & Walter Wels.

COLABORADORES TÉCNICOS

Miguel Álvarez, Elena Bermejo, Juan Luis Hernanz, Carmen Hontana & Ignacio Prieto.

1. GENERALIDADES

En este capítulo se ofrece un amplio resumen conceptual y tipológico actualizado de aquellos temas bioclimáticos, biogeográficos y geobotánicos, que se consideran necesarios para una adecuada interpretación y comprensión del “Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España”. En primer lugar se desarrolla el compendio bioclimático (1.1.). Sigue un capítulo biogeográfico conceptual y tipológico donde se exponen primero las unidades biogeográficas regionales de la Tierra, después las de Europa hasta el rango subprovincial y, por último, las unidades distritales correspondientes a España y Portugal (1.2). Finalmente, en el compendio geobotánico se definen las unidades fitosociológicas empleadas en esta obra, además de comentar los sistemas geobotánicos tradicionales más utilizados (1.3).

En el capítulo 2, se ha redactado un amplio glosario terminológico, que consideramos conveniente para facilitar la comprensión y la utilización de esta memoria.

1.1. Compendio bioclimático	4
1.2. Compendio biogeográfico.....	29
1.3. Compendio geobotánico	58

1.1. COMPENDIO BIOCLIMÁTICO

1. Clasificación bioclimática de Rivas-Martínez	4
2. Parámetros e índices bioclimáticos.....	8
3. Unidades bioclimáticas	15
3a. Macrobioclimas	15
3b. Variantes bioclimáticas	19
3c. Pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos.....	20
4. Claves para determinar los macrobioclimas, los bioclimas y las variantes bioclimáticas.....	23
5. Clasificación bioclimática de Gaussen.....	25
6. Bioclimogramas	26
7. Sinopsis bioclimática de la Tierra (tabla resumen).....	28

1. Clasificación bioclimática de Rivas-Martínez

La Bioclimatología 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 una década he tratado de poner a punto una “Clasificación Bioclimática de la Tierra”. Las razones del empeño han sido llegar a 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 “habitats”, así como en la predicción para 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, está permitiendo que cada día puedan reconocerse con mayor precisión y objetividad las fronteras bioclimáticas y vegetacionales. Una vez conocidas y cartografiadas las fronteras de las series y permseries de vegetación, se han podido calcular estadísticamente los valores

numéricos umbrales que las 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 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; Montero de Burgos & González Rebollar, 1983; Santos, 1983; O. Bolòs & Vigo, 1984; Aschmann, 1985; Ladero & al., 1987; Sánchez-Mata, 1989; Rivas-Martínez, Wildpret, Del Arco, Rodríguez, Pérez de Paz, García Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fernández-González, 1993; Roselló, 1994; Moreno & Oechel, 1995; Del Arco, Acebes & Pérez de Paz, 1996; 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; Del Arco & al., 2002; Rivas-Martínez, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas, 2002; Mesquita, Capelo & Lousa, 2004; Lousa, 2004.

En la clasificación bioclimática global que utilizamos se reconocen cinco macrobioclimas, veintiocho bioclimas y cinco variantes bioclimáticas. 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. En cada bioclima, a su vez, se ha reconocido un cierto número de variaciones en los ritmos estacionales de la precipitación (variantes bioclimáticas) y 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 que tienen representación territorial en la geobiosfera.

Las clasificaciones bioclimáticas que hasta ahora se han propuesto y utilizado con intención globalizadora no han sido demasiado numerosas. Entre las más conocidas y útiles pueden destacarse las de Köppen (1918, 1931), Thornthwaite (1931, 1933, 1984), Gaussen (1955), Troll & Paffen (1964), Holdridge (1967), Walter (1954, 1970, 1985) & Box (1981). A pesar de la bondad de muchas de ellas y de su amplia aceptación, estimamos que en algunos aspectos importantes aún no se ha dado una respuesta adecuada a ciertas situaciones que acaecen en la geobiosfera.

Las diferencias más significativas entre las clasificaciones citadas y la que he propuesto y utilizamos por nuestra parte, son las siguientes:

- a. Los sistemas de clasificación más conocidos tratan en una sola categoría o zona bioclimática todas las altas montañas de la Tierra (oroclimas y orobiomas).
Por mi parte, considero que las montañas representan únicamente variaciones térmicas altitudinales, en la mayoría de los casos expresables a través de la zonación de los pisos bioclimáticos propios de los macrobioclimas que reinan en los valles y llanuras adyacentes. Como consecuencia, estimo que no es posible que las montañas constituyan una sola unidad bioclimática en la Tierra.
- b. Hasta ahora 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 fotoperíodo y con el ritmo estacional de las precipitaciones y temperaturas, además de los criodesiertos polares y pergelidos, reconozco cuatro tipos de bioclimas desérticos: Dos en el seno del macrobioclima 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 bioclima 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 esclerófilos.

Por mi parte, considero que hay un amplio macrobioclima mediterráneo, siempre al exterior de los trópicos, ómbriamente antitético al macrobioclima tropical, con aridez estival, que como mínimo tiene dos meses consecutivos 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, semidesiertos, desiertos o hiperdesiertos. Tal vez sea útil volver a recordar que las fitocenosis regidas por los bioclimas mediterráneos poseen una flora muy original, rica y diversa, y, por ende, una vegetación, radicalmente distinta a la de los territorios de bioclimas tropicales con precipitaciones de similar cuantía.

Conceptualmente, esta clasificación se basa en los razonamientos y postulados que se exponen a continuación:

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, los restantes pueden hallarse presentes 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, se considera boreal o polar y, consecuentemente, sus macrobioclimas boreal y polar.

Continentalidad: El rango o amplitud entre las temperaturas medias mensuales 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: hasta 4 (ultrahiperocéánico), hasta 8 (euhiperoceánico), hasta 11 (subhiperoceánico), hasta 14 (semihiperocéánico), hasta 17 (euocéánico), hasta 21 (semicontinental), hasta 28 (subcontinental), hasta 46 (eucontinental) y entre 46 y 65 (hipercontinental).

Estacionalidad de las precipitaciones: El ritmo anual o variación 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; bioclimas: pluviestacional, xérico y desértico), como de las unidades subordinadas (variantes bioclimáticas: esteparia, submediterránea, bixérica, anfítropical y seropluvial).

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 esclerófilos. Por nuestra parte, consideramos que existe un amplio macrobioclima mediterráneo, latitudinalmente extratropical, ómbriamente antitético a los macrobioclimas tropical y templado, 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 e hiperdesértico.

En función de la cuantía de las precipitaciones, 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; 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.

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 a 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 posibles migraciones en los períodos 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 y migraciones: La orogenia alpina dió lugar en el continente euroasiático a un conjunto casi continuo de sistemas montañosos orientados este-oeste. Tal barrera ha limitado en gran medida los movimientos migratorios de las plantas durante los grandes cambios climáticos posteriores. Así, tras las severas extinciones acaecidas durante los períodos glaciales, las grandes cordilleras transversales centroasiáticas (Himalaya, Karakorum, Hindu Kush, etc.) han impedido en los períodos interglaciales y últimamente durante el holoceno, las recolonizaciones florísticas y vegetacionales procedentes de la cintura subtropical adyacente. Como consecuencia, en Asia (70° a 120° E), entre los paralelos 26° y 35° 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.

Desiertos: Se reconocen, además de los criodesiertos pergelidos o atérmicos polares y de los 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 mediterráneos, son claramente distintas y están fenológicamente adaptadas a tales ritmos ómbricos antitéticos.

2. 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”. 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.

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
Pcm ₁	Precipitación del cuatrimestre más cálido del año
Pcm ₂	Precipitación del cuatrimestre siguiente al más cálido del año
Pcm ₃	Precipitación del cuatrimestre anterior al más cálido del año
Pd	Precipitación del trimestre más seco del año
Pp	Precipitación positiva anual (de los meses de T _i superior a 0°C)
Pp _i	Precipitación positiva mensual, siendo i: 1 = enero, ... , 12 = diciembre
Ppd	Precipitación positiva del trimestre más seco del año
Ppd ₁	Precipitación positiva del mes más seco del año
Ppd ₂	Precipitación positiva del bimestre más seco del año
Pps	Precipitación positiva del trimestre estival
Ppw	Precipitación positiva del trimestre invernal
Ps	Precipitación del trimestre estival
Psb ₁	Precipitación de los dos primeros meses después del solsticio de verano (julio + agosto)
Psb ₂	Precipitación de los meses subsecuentes a Psb ₁
Ps _i	Precipitación de cualquier mes del trimestre estival
Ps ₁	Precipitación del mes más cálido del trimestre estival
Ps ₂	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 (I). Winter
>P>	Precipitación primaveral (P). Spring
>S>	Precipitación estival (V). Summer
>F>	Precipitación otoñal (O). 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: Sumatorio en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias de los meses. $T_i < 0^\circ\text{C}$
Tp	Temperatura positiva anual: Sumatorio en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias de los meses. $T_i > 0^\circ\text{C}$
Tp _i	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
Tps	Temperatura positiva del trimestre estival, en décimas de grados centígrados
Tpw	Temperatura positiva del trimestre más frío
Tpw ₂	Temperatura positiva del bimestre más frío
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)
Tr ₂	Trimestre correspondiente al equinocio de primavera (primaveral)
Tr ₃	Trimestre correspondiente al solsticio de verano (estival)
Tr ₄	Trimestre correspondiente al equinocio de otoño (otoñal)
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	Período de actividad vegetal
Pf	Período de heladas

Indices bioclimáticos

Iar	Índice de aridez (PE/P)
Ic	Índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (Tmax-Tmin en grados centígrados)
Id	Índice de diurnalidad o intervalo térmico diario (Tcmax-Tcmin en grados centígrados)
Im	Índice de mediterraneidad (PEs/Ps)
Im ₁	Índice de mediterraneidad del mes de julio en latitud N y del mes de enero en latitud S (PE_7/P_7V ; $PE_1/P_{1,S}$)
Im ₂	Índice de mediterraneidad de los meses de julio + agosto en latitud N y de los meses de enero + febrero en latitud S
Im ₃	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 (octubre-marzo), ... , 2 = estival (PE_{10-3}/P_{10-3} , PE_{4-9}/P_{4-9})
Ioti	Índice ombrotérmico trimestral, siendo i: 1 = invernal (diciembre-febrero), ..., 4 = otoñal (septiembre-noviembre) ($PE_{12, 1, 2}$; etc.)
Iom	Índice ombrotérmico mensual (P_i/Tp_i) 10
Iod ₁	Índice ombrotérmico del mes más seco del trimestre más seco del año
Iod ₂	Índice ombrotérmico del bimestre más seco del trimestre más seco del año
Iod ₃	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)
Ios ₁	Índice ombrotérmico del mes más cálido del trimestre estival (Tr ₃)
Ios ₂	Índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival (Tr ₃)
Ios ₃	Índice ombrotérmico del trimestre estival (Tr ₃)
Ios ₄	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 (Iosc3, Iosc4)
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
It	Índice de termicidad (T + M + m) 10 equivalente a (T + Tmin x 2) 10
Itc	Índice de termicidad compensado
C _i	Valor de compensación para el cálculo del Itc
C ₀	Valor de compensación para el Itc cuando Ic < 11
C ₁	Valor de compensación para el Itc entre Ic 18 y 21
C ₂	Valor de compensación para el Itc entre Ic 21 y 28
C ₃	Valor de compensación para el Itc entre Ic 28 y 46
C ₄	Valor de compensación para el Itc cuando Ic > 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

Índices de continentalidad

Los índices de continentalidad tratan de expresar 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 expresan únicamente la diferencia entre las temperaturas extremas, y compensados los que, a la amplitud u oscilación de la temperatura anual, se adiciona una cantidad en función de la altitud o de la latitud (figura 1).

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 Górzynski [$c = (1.7Ic/\text{sen lat.}) - 20.4$], y el similar de Conrad, que trata de universalizar el anterior [$c = (1.7Ic/\text{sen lat.} + 10^\circ) - 14$], 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 (Ic) entre el tercio de la latitud más uno. [$Cc = Ic/(1 + 1/3\text{lat.})$]. 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.

Sencillo simple	Diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año (T _{max} -T _{min})
Sencillo ampliado	Diferencia entre las temperaturas medias absolutas de los meses más cálido y más frío del año (T _{amax} -T _{amin})

Sencillo magnificado	Diferencia entre la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta del año ($T^{\circ} - m^{\circ}$)
Compensado por latitud	Gorezynski = $(1.7 I_c / \text{sen lat.}) - 20.4$, Conrad = $(1.7 I_c / \text{sen lat.} + 10) - 14$, Currey = índice simple $(1 + 1/3 \text{ lat})$
Compensado por altitud	Rivas-Martínez = índice simple + $[\text{altitud} \times 0.6/100]$

Figura 1. Tipos de índices de continentalidad.

Como los efectos sobre la vegetación por causa del aumento de la continentalidad comienzan a ser 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.

<i>Tipos</i>	<i>Subtipos y niveles</i>	Valores
1. Hiperocéánico (0-11)	1.1a. Ultrahiperocéánico acusado(*)	0-2.0
	1.1b. Ultrahiperocéánico atenuado(*)	2.0-4.0
	1.2a. Euhiperocéánico acusado	4.0-6.0
	1.2b. Euhiperocéánico atenuado	6.0-8.0
	1.3a. Subhiperocéánico acusado	8.0-10.0
	1.3b. Subhiperocéánico atenuado	10.0-11.0
2. Oceánico (11-21)	2.1a. Semihiperocéánico acusado	11.0-13.0
	2.1b. Semihiperocéánico atenuado	13.0-14.0
	2.2a. Euroceánico acusado	14.0-16.0
	2.2b. Euroceánico atenuado	16.0-17.0
	2.3a. Semicontinental atenuado	17.0-19.0
	2.3b. Semicontinental acusado	19.0-21.0
3. Continental (21-66)	3.1a. Subcontinental atenuado	21.0-24.0
	3.1b. Subcontinental acusado (*)	24.0-28.0
	3.2a. Eucontinental atenuado (*)	28.0-37.0
	3.2b. Eucontinental acusado (*)	37.0-46.0
	3.3a. Hipercontinental atenuado (*)	46.0-56.0
	3.3b. Hipercontinental acusado (*)	56.0-66.0

Figura 2. Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (I_c) que se reconocen en la Tierra. Con un asterisco (*) se indican los subtipos de continentalidad que no tienen representación en España y Portugal.

Por su sencillez, disponibilidad de datos y excelente correlación global, hemos utilizado en la clasificación bioclimática de la Tierra el índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (I_c) de las medias mensuales, 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 (T_{\max}) y la del mes más frío del año (T_{\min}). $I_c = T_{\max} - T_{\min}$ en grados centígrados.

Los tipos, subtipos y niveles de continentalidad que se reconocen se exponen en la figura 2. Los tipos y subtipos son: hiperocéánico: ultrahiperocéánico (0-4), euhiperocéánico (4-8),

subhiperoceánico (8-11). Oceánico: semihiperoceánico (11-14), euoceánico (14-17), semicontinental (17-21). Continental: subcontinental (21-28), eucontinental (28-46) e hipercontinental (46-66). Promediando el valor de los subtipos disponemos de los niveles: acusado y atenuado.

Indices 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 período 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, ya 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 resultado de la compensación ($Iosc_3, Iosc_4$), que corresponden a los valores de Ios_2 e Ios_3 compensables, 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 3.

<i>I_o</i>	<i>I_{os2}</i>	<i>I_{os3}</i>	<i>I_{os4}</i>
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
6.0-8.0	> 1.7	> 1.8	> 2.0
8.0-10.0	> 1.6	> 1.7	> 2.0
10.0-12.0	> 1.4	> 1.7	> 2.0
> 12.0	> 1.0	> 1.6	> 2.0

Figura 3. Tabla de compensación. Intervalos de los valores de los índices ombrotérmicos anuales (I_o) que, en función de los valores de los índices ombrotérmicos estivales (Ios_2, Ios_3), pueden compensarse y pasar del macrobioclima mediterráneo al templado (variante submediterránea).

Indice 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 mes 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. 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 continentales $Ic > 21$, resulta más significativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual (Tp).

En las zonas extratropicales de la Tierra (al norte y al sur del paralelo 23° N y S), el índice de termicidad compensado (Itc) trata de ponderar el valor del índice de termicidad (It), 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 en la Tierra, 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). $I_{tc} = I_t \pm C$.

En las zonas extratropicales acusadamente hiperoceánicas ($I_c < 8.0$), el valor de compensación (C_0) se calcula multiplicando por diez el resultado de la sustracción 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) 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 4.

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

Figura 4. Cálculo de los valores de compensación para la obtención del Índice de termicidad compensado (I_{tc})

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).

Tipos de termicidad. Unidades térmicas: tipos y subtipos de termicidad aplicables a períodos anuales (T, T_p, T_i, M, T') o mensuales (T_i, M, T') que se reconocen en la Tierra, se exponen en la figura 5.

Resulta útil establecer una correspondencia entre los valores de ciertos parámetros e índices bioclimáticos [temperatura positiva anual (T_p) e índices de termicidad (I_t, I_{tc})] y los tipos térmicos de Gaussen: megatérmico, macrotérmico, macro-mesotérmico, mesotérmico, micro-mesotérmico, microtérmico, hipermicrotérmico, ultramicrotérmico, gélido, hipergélido y ultragélido (figura 6).

<i>Tipos de termicidad</i>	<i>Subtipos</i>	<i>Tp, It, Itc</i>	<i>T</i>
A. Cálido T 15°-30°	1. Tórrido (*)	> 710	> 24°
	2. Cálido	490-710	19°-24°
	3. Subcálido	320-490	15°-19°
B. Templado T 6°-15°	4. Templado	120-320	11°-15°
	5. Subtemplado	800-1300	< 11°
C. Frío T < 6°	6. Frío	380-800	< 6°
	7. Hiperfrío	130-380	< 3°
	8. Ultrafrío	0-130	< 0°
D. Gélido (*) T <= 0°	9. Gélido (*)	0	Ti <= 0°
	10. Hipergélido (*)	0	M <= 0°
	11. Ultragélido (*)	0	T' <= 0°

Figura 5. Tipos y subtipos de termicidad de la Tierra. Con un asterisco (*) se indican los tipos térmicos que no tienen representación en España y Portugal.

<i>Tipos de Gaussén</i>	<i>Tp, It, Itc</i>	<i>T</i>	<i>Tipos de termicidad</i>
1. Megatérmico	> 710	> 24°	1. Tórrido (*)
2. Macrotérmico	490-710	19°-24°	2. Cálido
3. Macro-mesotérmico	320-490	15°-19°	3. Subcálido
4. Mesotérmico	120-320	11°-15°	4. Templado
5. Meso-microtérmico	800-1300	< 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	Ti <= 0°	9. Gélido (*)
10. Hipergélido	0	M <= 0°	10. Hipergélido (*)
11. Ultragélido	0	T' <= 0°	11. Ultragélido (*)

Figura 6. Relación entre los tipos térmicos de Gaussén y los de termicidad. Con un (*) se indican los tipos térmicos que no tienen representación en España y Portugal.

Tipos mensuales de heladas

La existencia o ausencia de heladas en un territorio, es decir, de días en los que la temperatura alcanza valores inferiores a cero grados centígrados, se expresa mensualmente mediante diversos adjetivos, que indican la magnitud y duración de las mismas. En función de la temperatura media se reconocen los siguientes tipos mensuales, así como la probabilidad de heladas (figura 7).

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

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

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

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

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

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

Hiperagélido: meses en los que nunca se ha registrado temperaturas igual o inferior a $0^{\circ}C$.

<i>Tipo mensual</i>	<i>Condición</i>	<i>Heladas</i>
Ultragélido	$T_{maxabi} < 0^{\circ}\text{C}$	Continuas
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	$m' i \leq 0^{\circ}\text{C}$	Probables
Agélido	$m' i > 0^{\circ}\text{C}$	Ausentes
Hiperagélido	$T_{minabi} > 0^{\circ}\text{C}$	Ausentes

Figura 7. Tipos y probabilidades mensuales de heladas.

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 8).

<i>Zonas latitudinales</i>	<i>Cinturas latitudinales</i>	
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 8. Amplitud de las zonas y cinturas latitudinales que se reconocen en la Tierra. Con un asterisco (*) se indican las cinturas latitudinales que no tienen representación en España y Portugal.

3. Unidades bioclimáticas

En la clasificación bioclimática que utilizamos desde hace años en geobotánica, las jerarquías tipológicas de expresión latitudinal son los macrobioclimas (5), bioclimas (28) y variantes bioclimáticas (5), en tanto que en su aspecto altitudinal son los pisos bioclimáticos o representación ombro-termotípica.

3a. 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 9. En ellos, por sus peculiaridades climáticas y vegetacionales, se han distinguido 28 unidades subordinadas que se denominan bioclimas.

Macrobioclima Tropical. Se considera que tienen macrobioclima tropical, a cualquier altitud y valor de continentalidad, 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), también se considera que 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 sus valores térmicos, cumplan dos de estas tres condiciones: temperatura media anual 21°C, una temperatura media de las máximas del mes más frío de 18°C y un índice de termicidad de 470 ($T \geq 21^\circ$, $M \geq 18^\circ$, $It \geq 470$). Entre los paralelos 23° a 35° 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 como incremento térmico 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 un valor constante ($c=13$) 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 igual o superior a 25°C, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año igual o superior a 10°C, o un índice de termicidad compensado igual o superior a 580 ($T \geq 25^\circ$, $M \geq 10^\circ$, $Ic \geq 580$). Por el contrario, no son tropicales los territorios de Asia y África superiores a 2000 m, comprendidos entre los 25° y 35° N. 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-Zambeziana, 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, Colombiano-Venezolana, Orinoco-Guayanesa y Pacífica Desértica.

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			54°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 9. Distribución latitudinal de los macrobioclimas en las zonas y cinturas latitudinales de la Tierra: Tr = Tropical (*), Me = Mediterráneo, Te = Templado, Bo = Boreal (*), Po = Polar (*). Con un asterisco (*) se indican los macrobioclimas que no tienen representación en España y Portugal.

Macrobioclima Mediterráneo. Se considera que 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 existen al

menos dos meses consecutivos con aridez durante el período más cálido del año, 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 ($P_{s_2} < 2T_{s_2}$); asimismo que en los territorios de la cintura subtropical (23° a 35° N & S), además de lo estipulado, se cumpla que al menos dos de los tres parámetros e índice que se mencionan a continuación tengan valores inferiores a: temperatura media anual 25°, temperatura media de las mínimas del mes más frío del año 10°C, o un índice de termicidad compensado 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 como incremento térmico 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). Entre los paralelos 48° a 52° N para calcular tales valores termoclimáticos se debe añadir cada 100 m: 0.4° a 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, en el que se reconocen ocho bioclimas, 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: Mesochileno-Patagónica.

Macrobioclima Templado. Se considera que 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 54° S) en los que no existen o se compensan (véase: índices ombrotérmicos estivales compensables) dos o más meses consecutivos con aridez durante el verano o período 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 ($P_{s_2} \geq 2T_{s_2}$). Al mismo tiempo, que en los territorios subtropicales (23° a 35° N & S), calculados teóricamente a 200 m de altitud, dos de los tres valores térmicos que se mencionan cumplan 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 ($T < 21^\circ$, $M < 18^\circ$, $I_{tc} < 470$); 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 ($T < 25^\circ$, $m < 10^\circ$, $I_{tc} < 580$). 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 continentalidad son los que se indican a continuación. En los territorios hipoceánicos: temperatura media anual 6.0°, temperatura media del mes más cálido 10°, temperatura positiva estival 290 ($I_c \geq 11$, $T > 6.0^\circ$, $T_{max} > 10^\circ$, $T_p > 290$), en los territorios oceánicos: temperatura media anual 5.3°, temperatura positiva anual 720 ($I_c 11-21$, $T > 5.3^\circ$, $T_p > 720$), en los territorios subcontinentales: temperatura media anual 4.8°, temperatura positiva anual 740 ($I_c 21-28$, $T > 4.8^\circ$, $T_p > 740$), en los territorios eucontinentales: temperatura media anual 3.8°, temperatura positiva anual 800 ($I_c 28-46$, $T > 3.8^\circ$, $T_p > 800$), y, por último, en los territorios hipercontinentales: temperatura media anual 0°, temperatura positiva anual 800 ($I_c > 46$, $T > 0^\circ$, $T_p > 800$).

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 como incremento térmico 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 66° N y 51° a 55° S, para calcular tales valores se deben añadir cada 100 m: 0.4° a la temperatura media anual, 0.5° a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y un valor constante (c=12) al valor de la temperatura positiva (Tp).

En la Tierra tienen macrobioclima templado [minoritario territorialmente (*)] las diez 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 Atlántica y Rocosiana ; Suramérica: Pampeana y Valdiviano-Magallánica. En el seno del macrobioclima templado se reconocen cuatro bioclimas.

Macrobioclima Boreal. Se considera que 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 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 hiperoceánicos: temperatura media anual 6°, temperatura media del mes más cálido 10°, temperatura positiva estival 290 (Ic<11, T<6.0°, Tmax<10°, Tps<290); en los territorios oceánicos: temperatura media anual 5.3°, temperatura positiva anual 720 (Ic 11-21, T<5.3°, Tp<720); en los territorios subcontinentales: temperatura media anual 4.8°, temperatura positiva anual 740 (Ic 21-28, T<4.8°, Tp<740); en los territorios eucontinentales: temperatura media anual 3.8°, temperatura positiva anual 800 (Ic 28-46, T<3.8°, Tp<800); en los territorios hipercontinentales: temperatura media anual 0°, temperatura positiva anual 800 (Ic>46, T<0°, Tp<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 período 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 altitud, es necesario añadir como incremento térmico 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 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).

En la Tierra tienen macrobioclima boreal [minoritario territorialmente (*)] las seis regiones biogeográficas siguientes (por continentes); África: (ausente en el territorio continental); Australia y Polinesia: Neozelandesa (*) (ausente en su territorio continental); Eurasia: Eurosiberiana (*), Estesiberiana; Norteamérica: Norteamericana Boreal y Rocosiana (*); Suramérica: Valdiviano-Magallánica (*). En el seno del macrobioclima boreal se reconocen seis bioclimas.

Macrobioclima Polar. Se considera que 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 & 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 & 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 como incremento térmico cada 100 m que supere tal altitud 12 unidades al valor de la temperatura positiva (Tp).

En la Tierra tienen macrobioclima polar [minoritario territorialmente (*)] las dos regiones biogeográficas siguientes (por continentes); África: No tiene; Australia y Polinesia: No tiene; Eurasia: Circumártica; Norteamérica: Circumártica; Suramérica: Valdiviano-

Magallánica (*) (ausente en el territorio continental); Norteamérica: Valdiviano-Magallánica (*). En el seno del macrobioclima polar se reconocen cinco bioclimas.

3b. 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 (figura 10).

Esteparia (Est). Variante bioclimática existente en los macrobioclimas mediterráneo, templado, boreal y polar, al menos de tendencia continental ($I_c > 17$), en la que además de poseer una precipitación del trimestre estival superior en 1.1 veces a la del trimestre invernal [$P_s > 1.1 P_w$], el índice ombrotérmico anual debe estar comprendido entre el hiperárido inferior y el subhúmedo inferior: 0.2 y 4.8 [$4.8 \geq I_o > 0.2$]; así como que al menos durante un mes del verano (P_{s1}) la precipitación en mm sea inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [$P_{s1}; P < 3T$]. El carácter estepario se pone de relieve en muy diversas formaciones vegetales continentales o de tal tendencia por la aparición de tipos de vegetación xerofítica debido a la limitación hídrica existente en períodos 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 microbosques, matorrales y pastizales esteparios xéricos y desérticos 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 existente sólo en el macrobioclima templado, en la que al menos durante un mes del estío la precipitación media en milímetros es inferior a dos veces y ocho décimas a la temperatura media en grados centígrados de ese mismo período [$I_{os}; P < 2.8T$].

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 períodos anuales de aridez al menos con un mes donde ($P \leq 2T$), correspondientes a ambos solsticios, separados por otros dos períodos 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 período 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.

<i>Variantes bioclimáticas</i>	<i>Tr</i>	<i>Me</i>	<i>Te</i>	<i>Bo</i>	<i>Po</i>
Submediterránea	-	-	+	-	-
Esteparia	-	+	+	+	+
Bixérica (*)	+	-	-	-	-
Antitropical (*)	+	-	-	-	-
Seropluvial (*)	+	-	-	-	-

Figura 10. Distribución de las variantes bioclimáticas en los macrobioclimas de la Tierra. Tr = Tropical, Me = Mediterráneo, Te = Templado, Bo = Boreal, Po = Polar. Con un asterisco (*) se indican las variantes bioclimáticas que no tienen representación en España y Portugal.

3c. Pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. 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: 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. Son unidades que expresan sumatorios 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 altitudinales clásicos: infracolino, termocolino, eucolino, submontano, montano, altimontano, subalpino, alpino, nival y gélido; boreal (termo-, meso-, supra-, oro-, crioro- y gélido); polar (meso-, supra- y gélido). En la quinta columna de la tabla “Sinopsis 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 mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos.

<i>Horizontes termotípicos</i>	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp: Ic>=21, Itc<120</i>
Infratropical inferior (*)	Itri	> 800	> 3200
Infratropical superior (*)	Itrs	710-800	2900-3200
Termotropical inferior (*)	Ttri	600-710	2600-2900
Termotropical superior (*)	Ttrs	490-600	2300-2600
Mesotropical inferior (*)	Mtri	405-490	2000-2300
Mesotropical superior (*)	Mtrs	320-405	1700-2000
Supratropical inferior (*)	Štri	240-320	1325-1700
Supratropical superior (*)	Štrs	160-240	950-1325
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. En la figura 11, aparecen detallados los intervalos de It, Itc y Tp de los horizontes termotípicos correspondientes a 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.

<i>Horizontes termotípicos</i>	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp: Ic>21, Itc<120</i>
Inframediterráneo inferior	Ime	515-580	> 2600
Inframediterráneo superior	Ime	450-515	2400-2600
Termomediterráneo inferior	Tme	400-450	2250-2400
Termomediterráneo superior	Tme	350-400	2100-2250
Mesomediterráneo inferior	Mme	285-350	1800-2100
Mesomediterráneo superior	Mme	220-285	1500-1800
Supramediterráneo inferior	Sme	150-220	1200-1500
Supramediterráneo superior	Sme	(120)-150	900-1200
Oromediterráneo inferior	Ome	-	675-900
Oromediterráneo superior	Ome	-	450-675
Crioromediterráneo inferior	Cme	-	100-450
Crioromediterráneo superior	Cme	-	1-100
Gélido (*)	Gme	-	0

<i>Horizontes termotípicos</i>	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp: Ic>=21, Itc<120</i>
Infratemplado (*)	Ite	> 410	> 2351
Termotemplado inferior	Tsei	350-410	2176-2350
Termotemplado superior	Ttes	290-350	2000-2175
Mesotemplado inferior	Mtei	240-290	1700-2000
Mesotemplado superior	Mtes	190-240	1400-1700
Supratemplado inferior	Ste	(120)-190	1100-1400
Supratemplado superior	Stes	-	800-1100
Orotemplado inferior	Otei	-	590-800
Orotemplado superior	Otes	-	380-590
Criorotemplado inferior	Ctei	-	100-380
Criorotemplado superior	Ctes	-	1-100
Gélido (*)	Gte	-	0

<i>Horizontes termotípicos</i>	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp: Itc<120</i>
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

<i>Horizontes termotípicos</i>	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp: Itc<120</i>
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

Figura 11. Horizontes termotípicos de los macrobioclimas tropical, mediterráneo, templado, boreal y polar. Con un asterisco (*) se indican las unidades que no existen en España y Portugal.

Ombrotipos. Son valores que expresan los cocientes entre la precipitación media en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos períodos del año cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados. Entre otros, se pueden distinguir el índice ombrotérmico anual ($I_o = (P_p/T_p) 10$) 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 período (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 12.

<i>Tipos ómbricos</i>	<i>Horizontes ómbricos</i>	<i>Abr.</i>	<i>I_o, I_{om}</i>
1. Ultrahiperárido	1a. Ultrahiperárido inferior	Uhai	0.0-0.1
	1a. Ultrahiperárido superior	Uhas	0.1-0.2
2. Hiperárido	2a. Hiperárido inferior	Hai	0.2-0.3
	2b. Hiperárido superior	Has	0.3-0.4
3. Árido	3a. Árido inferior	Ari	0.4-0.7
	3b. Árido superior	Ars	0.7-1.0
4. Semiárido	4a. Semiárido inferior	Sai	1.0-1.5
	4b. Semiárido superior	Sas	1.5-2.0
5. Seco	5a. Seco inferior	Sei	2.0-2.8
	5b. Seco superior	Ses	2.8-3.6
6. Subhúmedo	6a. Subhúmedo inferior	Sui	3.6-4.8
	6b. Subhúmedo superior	Sus	4.8-6.0
7. Húmedo	7a. Húmedo inferior	Hui	6.0-9.0
	7b. Húmedo superior	Hus	9.0-12.0
8. Hiperhúmedo	8a. Hiperhúmedo inferior	Hhi	12.0-18.0
	8b. Hiperhúmedo superior	Hhs	18.0-24.0
9. Ultrahiperhúmedo	9. Ultrahiperhúmedo	Uhu	> 24.0

Figura 12. Valores umbrales de los tipos y horizontes ómbricos que se reconocen en la Tierra.

Distribución estacional de las precipitaciones. La cuantía de la precipitación de los trimestres correspondientes a las estaciones del año, así como su distribución o ritmo anual, son datos de gran valor diagnóstico en el reconocimiento y delimitación de bioclimas, variantes, tipos y matices bioclimáticos, tanto a nivel global como territorial. Para su formulación, por cuantías decrecientes (gráfica 1, núm. 13), se utilizan como abreviaturas: invierno (I, W), primavera (P), verano (V, S), otoño (O, F).

4. Claves para determinar los macrobioclimas, los bioclimas y las variantes bioclimáticas

CLAVES PARA LOS MACROBIOCлимAS

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 ≥ 2.000 m	10
	No cumple las condiciones	4
4	En territorios de altitud inferior a 200 m (1). Al menos dos de los parámetros e 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	Cinturas subtropical y bajotemplada (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 anual durante el cuatrimestre más cálido del año, $Pcm3 < Pcm1 > Pcm2$	TROPICAL
	No cumple las condiciones	MEDITERRÁNEO
10	Verano sin déficit hídrico; índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival $Ios2 > 2$ o índice ombrotérmicos 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 200m (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: $Ic < 21$, $T < 5.3^\circ$ y $Tp < 720$; $Ic = 21-28$, $T < 4.8^\circ$ y $Tp < 740$; $Ic > 28$, $T < 3.8^\circ$ 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°, M en 0.5°, e It o Itc en 13 unidades, cada 100 m que supere dicha altitud; si está situada al norte del paralelo 48° N o al sur del 51° S, hay que calcular teóricamente los valores de la temperatura media anual y de la temperatura positiva anual Tp, incrementando T en 0.4° y Tp en 12 unidades por cada 100 m que exceda la altitud indicada. Cuando $Ic \geq 21$ (continental) o cuando It o Itc < 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.

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 $Iod2 > 2.5$	TROPICAL PLUVIAL
	Índice ombrotérmico bimestral más seco del trimestre más seco del año $Iod2 \leq 2.5$	TROPICAL PLUVIESTACIONAL
3	Índice ombrotérmico anual $I_o < 0.2$	TROPICAL HIPERDESÉRTICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \geq 0.2$	4
4	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 1.0$	TROPICAL DESÉRTICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o > 1.0$	TROPICAL XÉRICO

CLAVE PARA LOS BIOCLIMAS MEDITERRÁNEOS

1	Índice de continentalidad ≤ 21	2
	Índice de continentalidad > 21	5
2	Índice ombrotérmico anual $I_o > 2.0$, ombrotipo: seco-ultrahiperhúmedo	MEDITERRÁNEO PLUVIESTACIONAL-OCEÁNICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 2.0$	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 $I_o: 0.2-1.0$	MEDITERRÁNEO DESÉRTICO-OCEÁNICO
	Índice ombrotérmico anual $I_o: 1.0-2.0$	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 $I_o > 2.0$	MEDITERRÁNEO PLUVIESTACIONAL-CONTINENTAL
	Índice ombrotérmico anual $I_o \leq 2.0$	7
7	Índice ombrotérmico anual $I_o: 0.2 - 1.0$	MEDITERRÁNEO DESÉRTICO-CONTINENTAL
	Índice ombrotérmico anual $I_o: 1.0-2.0$	MEDITERRÁNEO XÉRICO-CONTINENTAL

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

CLAVE PARA LOS BIOCLIMAS BOREALES

1	Indice de continentalidad simple $I_c > 46$	BOREAL HIPERCONTINENTAL
	Indice de continentalidad simple $I_c \leq 46$	2
2	Indice ombrotérmico anual $I_o \leq 3.6$	BOREAL XÉRICO
	Indice ombrotérmico anual $I_o > 3.6$	3
3	Indice de continentalidad $I_c \leq 11$	BOREAL HIPEROCEÁNICO
	Indice de continentalidad $I_c > 11$	4
4	Indice de continentalidad $I_c 11 - 21$	BOREAL OCEÁNICO
	Indice de continentalidad $I_c > 21$	5
5	Indice de continentalidad $I_c 21 - 28$	BOREAL SUBCONTINENTAL
	Indice de continentalidad $I_c 28 - 46$	BOREAL CONTINENTAL

CLAVE PARA LOS BIOCLIMAS POLARES

1	Temperatura positiva anual $T_p > 0$	POLAR PERGÉLIDO
	Temperatura positiva anual $T_p > 0$	2
2	Indice ombrotérmico anual $I_o < 3.6$	POLAR XÉRICO
	Indice ombrotérmico anual $I_o \geq 3.6$	3
3	Indice de continentalidad $I_c \leq 11$	POLAR HIPEROCEÁNICO
	Indice de continentalidad $I_c > 11$	4
4	Indice de continentalidad $I_c 11 - 21$	POLAR OCEÁNICO
	Indice de continentalidad $I_c > 21$	POLAR CONTINENTAL

CLAVE PARA LAS VARIANTES BIOCLIMÁTICAS

1	Macrobioclima boreal, templado o mediterráneo, de tendencia continental $I_c > 18$, 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_s1) la precipitación en mm debe ser inferior al triple de la temperatura en grados centígrados [$P_s1: P < 3T$]	ESTEPARIA
	No cumple las condiciones	2
2	Macrobioclima templado: la precipitación de al menos un mes del estío P_s1 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 $Tr1, Tr3$, existe un período de aridez $P_i \leq 2T_i$ al que sigue otro período más lluvioso durante los trimestres de los equinoccios $Tr2, Tr4$	BIXÉRICA
	No cumple las condiciones	4
4	Las precipitaciones correspondientes al trimestre del solsticio de invierno son superiores a las del trimestre del solsticio de verano, $P_{tr1} > P_{tr3}$	ANTITROPICAL
	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, $P_{sb1} < 1.3 P_{sb2}$	PLUVISEROTINA

5. Clasificación bioclimática de Gaussen

Entre los sistemas de clasificación bioclimática de la Tierra se pueden destacar el de Gaussen y el de Bagnouls. El botánico francés, en sus ensayos sobre los bioclimas del mundo, 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 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° . *Período cálido*: conjunto de meses cálidos. *Mes frío*: mes con temperatura media mensual (t_i) inferior a 0° . *Período 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 ($P \leq 2T$). *Período seco*: conjunto de meses secos. En esta clasificación (figura 13) se reconocen doce regiones bioclimáticas que se agrupan en las siguientes tres grandes categorías o macrorregiones:

- Climas cálidos y templado-cálidos*: con la curva térmica siempre positiva; todos los meses $T_i > 0^\circ$, (1 a 7).
- Climas fríos y templado-fríos*: los de la curva térmica negativa en algún período del año; algún mes $T_i < 0^\circ$, (8 a 11).
- Climas glaciales*: los de curva térmica negativa todo el año; todos los meses $T_i < 0^\circ$, (12).

Regiones bioclimáticas	Nº meses		Otros nombres
	$T_i > 0^\circ$	$P_i \leq 2T_i$	
1. Termoerémica	12	12	Desértica cálida
2. Termohemierémica	12	9-11	Subdesértica cálida
3. Termoxerotérica (sequía días largos)	12	1-8	Mediterránea cálida
4. Termoxerochimérica (sequía días cortos)	12	1-8	Tropical cálida
5. Bixérica (dos períodos de sequía anuales)	12	1-11	Bixérica
6. Termoaxérica ($T_{\min} > 15^\circ$)	12	0	Axérica cálida
7. Mesoaxérica ($T_{\min} < 15^\circ$)	12	0	Axérica templada
8. Psicroerémica	1-11	11-12	Desértica fría
9. Psicrohemierémica	1-11	9-10	Subdesértica fría
10. Psicroxerotérica	1-11	1-8	Submediterránea
11. Psicroaxérica	1-11	0	Axérica fría
12. Criomérica	0	-	Glacial

Figura 13. Síntesis de las regiones bioclimáticas de Gaussen y otros nombres posibles.

6. Bioclimogramas

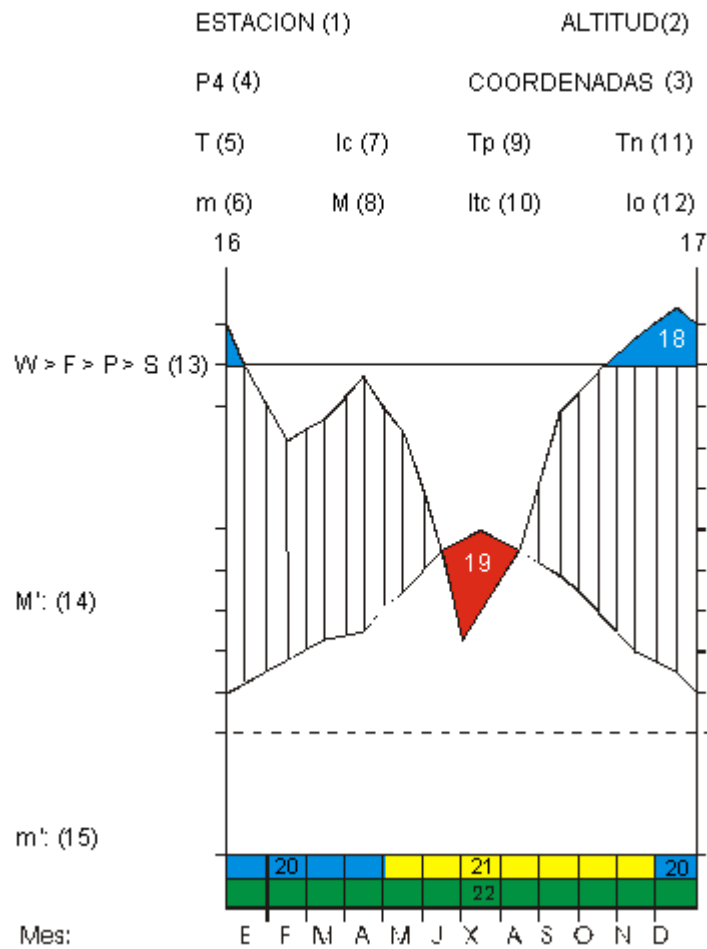
Los bioclimogramas u ombro-termoclimogramas que utilizamos, están fundados en los de Gaussen & Bagnouls y Walter & Lieth. Estas gráficas, muy expresivas, representan en un sistema de coordenadas cartesianas provisto de doble escala, ajustadas a $P_{mm} = 2T^\circ C$, en las ordenadas las medias mensuales de la temperatura y precipitación en las abscisas la pluviosidad mensual a lo largo de 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 se acompaña de un panel de datos, que incluye: nombre de la localidad, su altitud, su latitud y su 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), períodos mensuales de heladas: (20: seguras y probables), (21: ausentes), y período de actividad vegetal: (22: $T_i > 3^\circ$). La diagnosis bioclimática completa con macrobioclima, bioclima, variante bioclimática y piso bioclimático expresado como horizontes de termotipo y ombrotipo figuran al pie de la gráfica.

Los bioclimogramas que se muestran en el capítulo 12 son los obtenidos en nuestro programa informático. 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) comienza en 0 en la línea de puntos y 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 Pi.

Cuando la curva de pluviosidad excede la de la temperatura, esa superficie se raya en azul 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), 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.



Gráfica 1. Bioclimograma utilizado en este trabajo y en la web: www.globalbioclimatics.org.