

**Global Bioclimatics**  
(Clasificación Bioclimática de la Tierra)  
Salvador Rivas-Martínez  
(Versión 01-12-2008)

## **1. Conceptos de la clasificación bioclimática**

### **1a. 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 Rebollos, 1983; Santos, 1983; O. Bolòs & Vigo, 1984; Aschmann, 1985; Walter, 1986; Ladero & al., 1987, 1994; 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; 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 & 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.

<i>Macrobioclimas</i>	<i>Bioclimas</i>	<i>Siglas</i>
Tropical [tr]	Tropical pluvial	trpl
	Tropical pluviestacional	trps
	Tropical xérico	trxe
	Tropical desértico	trde
	Tropical hiperdesértico	trhd
Mediterráneo [me]	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
	Mediterráneo hiperdesértico continental	mehc
Templado [te]	Templado hiperoceánico	teho
	Templado oceánico	teoc
	Templado continental	teco
	Templado xérico	texe
Boreal [bo]	Boreal hiperoceánico	boho
	Boreal oceánico	booc
	Boreal subcontinental	bosc
	Boreal continental	boco

	Boreal hipercontinental	bohc
	Boreal xérico	boxe
Polar [po]	Polar hiperoceánico	poho
	Polar oceánico	pococ
	Polar continental	poco
	Polar xérico	poxe
	Polar pergélico	pope

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

<i>Variantes bioclimáticas</i>	<i>Macrobioclimas</i>	<i>Siglas</i>
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).

### 1b. 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; 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 fotoperíodo 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 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 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, semidesiertos, 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.

### **1c. Axiomas y razonamientos**

Esta clasificación se basa en los axiomas y razonamientos que se exponen a continuación a modo de principios: reciprocidad, fotoperíodo, 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 (ultrahiperoceánico), 4-8 (euhiperoceánico), 8-11 (subhiperoceánico), 11-14 (semihiperoceánico), 14-17 (euoceánico), 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 mediterráneos, 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 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.* La orogenia alpina dió 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 períodos áridos o las épocas glaciales, las grandes cordilleras de la Tierra y sobre todas las transversales centroasiáticas (Himalaya, Karakorum, Hindu Kush, etc.) han limitado en los períodos interglaciales y últimamente durante el holoceno, las migraciones 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.

