

# Andalucía: Cartografía y Áreas de sus Bioclimas, Continentalidad, Termotipos y Ombrotipos

Piñas, S.<sup>1</sup>, López, M.L.<sup>1\*</sup> y López, M.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal. Sección Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra. C/ Irunlarrea s/n, 31008, Pamplona.

<sup>2</sup>Instituto de Estudios Manchegos. C/ Reyes 7. 13002, Ciudad Real.

\*Autor responsable: [mlopez@unav.es](mailto:mlopez@unav.es)

**Resumen:** En los mapas de la región andaluza que se presentan se han delimitado y cuantificado las áreas de los Bioclimas, de la Continentalidad y de los distintos Termotipos y Ombrotipos, de la región. El trabajo se ha realizado según el modelo de Clasificación Bioclimática Mundial, del Profesor Rivas-Martínez, “Global Bioclimatics”, que se expone sintéticamente, para que se comprendan mejor los resultados cartográficos. En conjunto, la diversidad bioclimática de Andalucía se manifiesta en los resultados obtenidos, ya que hemos encontrado 5 de los 8 Bioclimas del Macrobioclima Mediterráneo, 6 de sus 8 Termotipos, y 6 de sus 9 Ombrotipos. Respecto a la Oceanidad / Continentalidad, se han detectado los tres tipos básicos: una pequeña área es Hiperocénica, la mayor parte del territorio es Oceánica, y algunas pequeñas áreas, diseminadas sobre todo por la mitad oriental de la región, son continentales. Conviene señalar que la región andaluza carece de carácter estepario. Los resultados obtenidos animan a realizar un trabajo similar utilizando los datos de IPCC como medio de proyección a 25, 50, o más años, para conocer la magnitud de los cambios ambientales que pudieran suceder con el anunciado cambio climático.

*Palabras clave:* Conservación de la Biodiversidad, Macrobioclimas, Mapa Bioclimático, Ordenación del Territorio.

**Abstract:** Maps have been drawn which delimit and quantify the areas of Bioclimates, of the types of Continentality, of Thermotypes and of Ombrotypes, within Andalusia region. Rivas-Martínez’s “Global Bioclimatics” method, which has been followed, is explained in short. Five of the eight Mediterranean Bioclimates have been found, as well as six of its eight Thermotypes, and six of its nine Ombrotypes. As for the yearly thermic amplitude, the three main types are found: a small area is hyperoceanic, the most part of the country is oceanic, and several small areas scattered about the eastern half of the region are continental. Moreover, no stepicity has been found in Andalusia. The obtained results open the possibility of drawing similar maps with the IPCC projection to 25, 50, or more years, in order to reflect the magnitude of the announced climatic change.

*Key words:* Bioclimatic Maps, Biodiversity conservation, Macrobioclimates, Country Planning.

## 1. Introducción

El presente trabajo cartográfico forma parte de un estudio más amplio referido a la España Peninsular y Balear (Piñas Arteta, 2007; López y López, 2008a), realizado según la Clasificación Bioclimática Mundial, “Global Bioclimatics” de Rivas-Martínez (1995, 1997, 2007) que permite llegar a un análisis bioclimático y a unos resultados cartográficos de gran precisión.

Conceptualmente, la “Global Bioclimatics” se basa en la valoración que el Profesor Rivas-Martínez ha hecho de la reciprocidad real que existe entre el clima, los territorios geográficos y la vegetación. Para realizar la clasificación, el autor ha tenido que descubrir cuales son los parámetros climáticos y las relaciones que existen entre ellos -índices bioclimáticos-, para condicionar la distribución de la vida, y, además, ha valorado los intervalos – o más bien, los umbrales - de los parámetros y de los índices que marcan o individualizan las unidades que componen la clasificación. Tenemos por tanto una clasificación que cuantifica, con detalle y flexibilidad, los umbrales de los valores bioclimáticos, y por ello permite cartografiar los juicios y determinaciones que propone. La elaboración de este modelo no responde a criterios subjetivos, sino que lee, en el continuo de la Naturaleza, los cortes que existen, y recoge los valores bioclimáticos que los originan. Al realizarse de este modo, el valor predictivo de esta Clasificación, para la utilización por la vida del continuo de la Naturaleza, es realmente asombroso. Pero, en realidad, lo que nos debe asombrar es el trabajo de relación de los datos

climáticos con la vida vegetal que le corresponde, de más de 20.000 estaciones repartidas por todo el mundo, con las que trabaja el autor de la “Global Bioclimatics”. Y todo esto, realizado por una sola persona.

Así pues, todo el sistema de la “GLOBAL BIOCLIMATCS” se basa en una lectura diligente / inteligente de la realidad que existe en la naturaleza, sabiendo destacar, de entre todos los conocimientos que la climatología, la geografía y la vegetación, ofrecen, los que permiten valorar cuantitativamente los umbrales de los factores bioclimáticos que actúan conjuntamente en cada nivel jerárquico de la clasificación (López y López 2008b).

Las clasificaciones anteriores a “Global Bioclimatics”, a pesar de su amplia aceptación, no daban respuesta plausible a ciertos aspectos biogeográficos, como son la interpretación bioclimática de la mediterraneidad, ni de las montañas, ni de los desiertos. Frente a los anteriores sistemas, “Global Bioclimatics” considera la Mediterraneidad como una unidad bioclimática de primer orden, que rige entre los 23° y 52° N y S, allí donde existen, como mínimo, dos meses consecutivos de aridez estival: la suma de las precipitaciones de los dos meses consecutivos más secos del verano debe ser inferior o igual al doble de la suma de las temperaturas medias mensuales de esos mismos dos meses. Por su parte, las montañas son interpretadas bioclimáticamente como variaciones térmicas y ómblicas del Macrobioclima, o Macrobioclimas, que les corresponden por latitud. Y, a su vez, los desiertos, lugares en que la vida vegetal no recubre toda la superficie disponible, se explican por factores climáticos, térmicos u ómblicos, adversos: además de los desiertos cálidos y secos, “Global Bioclimatics” considera los desiertos fríos (Rivas-Martínez y Rivas-Sáenz 1990).

La Clasificación “Global Bioclimatics” (ver Figura 1) es jerárquica, y en ella se reconocen tres niveles: Macrobioclima, Bioclima con o sin Variante, y Piso Bioclimático compuesto por un Termotipo y un Ombrotipo. Los Macrobioclimas son las unidades tipológicas más generales de este sistema y poseen una amplia jurisdicción territorial. Están relacionados con los grandes tipos de climas, de biomas y de regiones biogeográficas admitidas en la Tierra. Siguiendo la tradición europea, se nombran los cinco Macrobioclimas como: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar. (Ver la 1ª columna de la Tabla1).

Cada Macrobioclima incluye un número de unidades subordinadas, los Bioclimas, (2ª columna de la de la Figura 1), delimitados por valores umbrales de ciertos índices bioclimáticos, que condicionan la distribución de las formaciones vegetales y de las biocenosis. Muchos Bioclimas admiten, dentro de sus características definitorias, variaciones en el ritmo estacional de las precipitaciones, que se interpretan como Variantes Bioclimáticas.

Los Pisos Bioclimáticos son los diferentes niveles térmicos y ómblicos distinguibles en los Macrobioclimas. Cada Piso se define mediante dos parámetros, un termotipo y un ombrotipo.

Comentamos brevemente algunos de los Parámetros e Índices que se utilizan en la clasificación del Prof. Rivas-Martínez. Parámetros, en la “Global Bioclimatics” son los datos o valores significativos de aquellas variables climáticas que se consideran necesarias para analizar una situación bioclimática. Los Índices, son expresiones numéricas que se elaboran mediante operaciones aritméticas sencillas de suma, resta, multiplicación y/o división entre parámetros de pluviosidad y/o temperatura, seleccionados por criterios estacionales o por criterios de exigencias biológicas concretas. La diferencia entre parámetros e índices viene dada, en cada ciencia, por el nivel de complejidad en que se sitúa su objeto de estudio. Y así, cada ciencia toma como parámetros los datos ofrecidos por otras ciencias auxiliares, y los combina mediante relaciones - es decir, crea índices - para descubrir las causas de los fenómenos objeto de su estudio.

Para establecer esta clasificación bioclimática se han utilizado datos del clima fácilmente asequibles -temperaturas medias mensuales expresadas en grados centígrados (°C), y precipitaciones mensuales expresadas en milímetros (mm)-, datos considerados como parámetros para esta clasificación. Estos datos termopluiométricos son ofrecidos por las estaciones meteorológicas más sencillas, que forman una amplia red en todo el mundo.

Figura 1. Sinopsis Bioclimática de la Tierra (tabla resumen)

Macrobioclimas <sup>(1)</sup> Nombre, Sigla y Caracteres diferenciales	Bioclimas		Intervalos bioclimáticos		Pisos bioclimáticos: termotipos <sup>(2)</sup>		Pisos bioclimáticos: ombrotipos		Sigla	
	Bioclimas	Variantes	lo	lc	lo	lc	lo	lc		
<b>Tropical Tr</b> Zona cálida: ecuatorial, subtropical y subtropical (0° a 35° N & S). En subtropical (23° a 35° N & S) a < 2000 m, al menos dos valores: T ≥ 25°, m ≥ 10°, Ite < 580, o, si Pss > Psw, o Ioss > 2 (o compensable), o si no Pem, < Pem, > Pem, al menos dos valores: T ≥ 21°, M ≥ 18°, Ite ≥ 470. En Eurasia y África, de 25° a 35° N, > 2000 m: no es tropical.	Tr. Pluvial	Pse, Ant, Bix	3.65lo	-	> 2.5	-	Trpl			
	Tr. Pluviestacional	Pse, Ant, Bix	3.65lo	-	≤ 2.5	-	Trps			
	Tr. Xérico	Pse, Ant, Bix	1.05lo<3.6	-	-	-	Trxe			
	Tr. Desértico	Pse, Ant, Bix	0.25lo<1.0	-	-	-	Trde			
	Tr. Hiperdesértico	Pse, Ant	lo<0.2	-	-	-	Trhd			
<b>Mediterráneo Me</b> Zona cálida subtropical (23° a 35° N & S) y zona templada eutemplada (35° a 52° N & S), con aridez estival al menos bimestral tras el solsticio de verano: Ioss > 2, Iosa > 2. En subtropical, al menos dos de los tres valores térmicos valores: T < 25°, m < 10°, Ite < 580, junto con Pem1 > Pem1 < Pem2.	M. Pluviestacional Oceánico	Sp	2.05lo	≤ 21	-	-	Mepp			
	M. Pluviestacional Continental	Sp	2.05lo	> 21	-	-	Mece			
	M. Xérico Oceánico	Sp	1.05lo<2.0	≤ 21	-	-	Mece			
	M. Xérico Continental	Sp	1.05lo<2.0	> 21	-	-	Mece			
	M. Desértico Oceánico	Sp	0.25lo<1.0	≤ 21	-	-	Medo			
	M. Desértico Continental	Sp	0.25lo<1.0	> 21	-	-	Medo			
	M. Hiperdesértico Oceánico	---	lo<0.2	> 21	-	-	Meho			
M. Hiperdesértico Continental	Sp	lo<0.2	> 21	-	-	Mehe				
<b>Templado Te</b> Zona cálida subtropical (23° a 35° N & S) y zona templada (35° a 66° N & 35° a 54° S). Sin aridez estival: Ioss > 2, Iosa > 2. Además, de 23° a 35° N & S, a < 200 m, al menos dos valores: T < 21°, M < 18°, Ite < 470. Frente a Boreal, a < 200 m: si Ite11: T > 720 y Tmax > 10° y Tps > 290, si 11 < Ite < 21: Tps > 720 y T > 5.3°, si 21 < Ite < 28: Tps > 740 y T > 4.8°, si 28 < Ite < 46: Tps > 800 y T > 3.8°, y si 46 < Ite: Tps > 800 y T > 0°.	T. Hiperocéánico	---	lo	lc	lo	lc	lo	lc		
	T. Oceánico	Sp, Shm	> 3.6	Ite11 > 720	> 6.0°	T	Tebo			
	T. Continental	Sp, Shm	> 3.6	11 < Ite < 21	> 720	> 5.3°	Teoc			
	T. Xérico	Sp, Shm	> 3.6	21 < Ite	> 800	> 3.8°	Teco			
		Sp, Shm	≤ 3.6	45 < Ite	> 800	> 3.8°	Texe			
<b>Boreal Bo</b> Zonas templada y fría (42° a 72° N, 49° a 56° S). Sin aridez estival: Ioss > 2, Iosa > 2. A < 200 m, Tps > 380 y: si Ite11: T ≤ 6°, Tmax ≤ 10°, Tps > 290; si 11 < Ite < 21: 380 < Tps < 770 y T ≤ 5.3°, si 21 < Ite < 28: 380 < Tps < 740 y T ≤ 4.8°, si 28 < Ite < 46: 380 < Tps < 800 y T ≤ 3.8°, y si 46 < Ite: 380 < Tps < 800 y T ≤ 0°.	B. Hiperocéánico	---	lo	lc	lo	lc	lo	lc		
	B. Oceánico	---	> 3.6	Ite11 ≤ 720	≤ 6.0°	T	Boho			
	B. Subcontinental	Sp	> 3.6	11 < Ite < 21	≤ 720	≤ 5.3°	Booc			
	B. Continental	Sp	> 3.6	21 < Ite < 28	≤ 740	≤ 4.8°	Booc			
	B. Hipercontinental	Sp	> 3.6	28 < Ite < 46	≤ 800	≤ 3.8°	Booc			
	B. Xérico	Sp	---	46 < Ite	≤ 800	≤ 0.0°	Bohc			
<b>Polar Po</b> Zonas templada y fría (51° a 90° N & S). A altitud < 200m: Tp < 380. (S. Rivas-Martínez, 12.02.2006) (Modificado M.L. López y M.S. López, 28 ene. 2009)	P. Hiperocéánico	---	lo	lc	lo	lc	lo	lc		
	P. Oceánico	---	> 3.6	Ite11 < 380	< 380	T	Pobo			
	P. Continental	Sp	> 3.6	11 < Ite < 21	< 380	< 380	Poco			
	P. Xérico	Sp	> 3.6	21 < Ite	< 380	< 380	Poco			

(1) Entre 23° - 48° N y 23° - 51° S, si la localidad se halla a más de 200 m de altitud, hay que calcular teóricamente los valores térmicos a tal altura incrementando T en 0.6°, M en 0.5° e Ite en 13 unidades por cada 100 m que se supere dicha altitud, a más de 48° N o 51° S, hay que calcular los valores teóricos de la temperatura media anual, de la media de las máximas del mes más frío, y de la temperatura positiva anual, incrementando T en 0.4°, M en 0.5° y Tp en 12 unidades, por cada 100 m que exceda dicha altitud. Cuando Ite ≥ 21 (continental) o cuando los valores de Tp a 200 se calculan incrementando 55 unidades por cada 100m que exceda dicha altitud. (2) Cuando Ite > 21 (continental) o cuando los valores de Ite < 120 el termotipo se calcula en función de Tp. (3) En el termotipo helado, en función de la cantidad de precipitación anual, se reconocen los ombrotipos (quionotipos): anivoso (< 10 mm), paucivivoso (10-200 mm), seminivoso (200-500 mm), supernevoso (500-1000 mm) y ultrasupernevoso (>1000 mm). (4) El termotipo hemiboreal (Hbo) se utiliza en territorios de macroclima Templado, al norte del 45°N o sur del 49°S, que tengan los siguientes valores: si Ite < 11 y alt < 400 m: 720 < Tps < 900; si 21 < Ite < 28 y alt < 600 m: 740 < Tps < 900; 28 < Ite < 46: 380 < Tps < 800 y T ≤ 0°.

(5) Variantes bioclimáticas: a) Pse, Pluviestacional; b) Ant, Antitropical; c) Bix, Bixérica; d) Sp, Esteparia; e) Shm, Submediterránea.

Figura 1. Sinopsis Bioclimática de la Tierra (tabla resumen), de Rivas-Martínez 2006, modificado López y López 2009. World Bioclimatic Synopsis, Rivas-Martínez 2006, modified López y López 2009.

Para esta clasificación, se han seleccionado algunos **índices**, como el de continentalidad, ya propuesto con anterioridad por otros autores; pero, sobre todo, se han creado otros nuevos - de estacionalidad de la precipitación, de temperaturas positivas y negativa, de precipitaciones positivas, índices ombrotérmicos, e índice de termicidad compensada- que tienen gran capacidad de predicción respecto a la distribución de la vegetación. Precisamente en el descubrimiento de los índices bioclimáticos nuevos radica la parte más genial de este sistema bioclimático de Rivas-Martínez (2007).

Los índices básicos utilizados en este trabajo son: Índice de Continentalidad,  $I_c$ ; Temperatura Positiva,  $T_p$ ; Precipitación Positiva,  $P_p$ ; Índice Ombrotérmico,  $I_o$ ; e Índice de Termicidad Compensada,  $I_{tc}$ . Los explicamos brevemente para facilitar la comprensión de los mapas que presentamos (López y López 2008b).

El **Índice de Continentalidad/Oceanidad ( $I_c = T_{max} - T_{min}$ )** cuantifica la amplitud de la oscilación térmica anual, pues expresa el intervalo térmico entre las temperaturas medias mensuales más alta y más baja del año. Aunque el índice se llame de Continentalidad, si sus valores están comprendidos entre 0 y 11, se habla de Hiperoceanidad, si oscilan entre 11 y 21, de Oceanidad, y si se encuentran entre 21 y 66, de Continentalidad. El Índice de Continentalidad ( $I_c$ ) se utiliza para la definición de los Bioclimas, excepción hecha de los correspondientes al Macrobioclima Tropical, que, al carecer de estaciones térmicas marcadas, presenta siempre índices de continentalidad bajos, poco discriminantes.

La **Temperatura Positiva Anual,  $-T_p-$**  es el sumatorio, en décimas de grado centígrado, de las temperaturas medias mensuales de aquellos meses cuya  $T_i > 0^\circ\text{C}$ :  $T_p = \sum T_i (T_i > 0) \times 10$ , siendo:  $i: 1 = \text{enero}, \dots, 12 = \text{diciembre}$

La **Precipitación Positiva Anual,  $-P_p-$**  es la suma de las precipitaciones mensuales de aquellos meses con temperatura media mensual superior a  $0^\circ\text{C}$ , expresada en mm.

El **Índice Ombrotérmico  $-I_o-$** , relaciona la precipitación con la temperatura, pero utilizando la Precipitación Positiva y Temperatura Positiva. Su fórmula es:  $I_o = (P_p/T_p) \times 10$ . Este Índice Ombrotérmico es tan determinante y significativo que sus intervalos se utilizan tanto en la delimitación de todos los Bioclimas, como en la de todos los pisos ómbricos (Ver Figura 1, columnas 2 y 4).

El **Índice de Termicidad Compensado ( $-I_{tc}-$ )** pondera y cuantifica la intensidad del frío invernal, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales, pues se calcula sumando a la temperatura media anual,  $T$ , la media de las máximas y la media de las mínimas del mes más frío,  $M$  y  $m$ , más un valor compensación,  $C_i$ , para corregir tanto el exceso de suavidad como rigor invernal que aparece en las latitudes extratropicales, cuando el Índice de Continentalidad es extremadamente bajo ( $\leq 8$ ), o alto ( $> 17$ ), frente a los casos en que el  $I_c$  tiene valores medios: de este modo los valores obtenidos con el  $I_{tc}$  son comparables. El valor de  $C_i$  se calcula atendiendo a la latitud y a la continentalidad. Entre  $23^\circ \text{N}$  y  $\text{S}$ , el valor de  $C_i$  es 0; a más de  $23^\circ \text{N}$  ó  $\text{S}$ , el valor de  $C_i$  se calcula en función de los umbrales de continentalidad establecidos por Rivas-Martínez, -de 0 a 8, hasta 17, hasta 21, hasta 28, hasta 46 y hasta 65-, mediante la aplicación de un factor progresivo corrector de la continentalidad **-fi-** que alcanza valores entre -10 y +30 (Ver Rivas-Martínez 2007, López y López 2008b). El valor del  $I_{tc}$  se expresa en décimas de grado y responde a la siguiente fórmula:  $I_{tc} = (T + M + m) \times 10 + C_i$ . Se trata de un índice muy útil para distinguir el Macrobioclima Tropical de los Macrobioclimas Mediterráneo y Templado, en aquellas latitudes en las que coinciden los tres Macrobioclimas (latitudes entre  $23^\circ$  y  $35^\circ \text{N}$  y  $\text{S}$ ): en los Macrobioclimas Mediterráneo y Templado, a diferencia del Tropical, al tener invierno, los  $I_{tc}$  resultan necesariamente más bajos que en el Tropical. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados. (Sin embargo, en los climas fríos con valores de  $I_{tc}$  inferiores a 120, o en los continentales con  $I_c \geq 21$ , resulta más significativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual,  $T_p$ , en correlación con la vegetación).

## 2. Aplicación de la “Global Bioclimatics” a la región andaluza

El territorio andaluz, con sus 87.570 Km<sup>2</sup>, ocupa más de la sexta parte del territorio español de la Península Ibérica y está situado en la parte Sur-Sureste de la misma. En él podemos encontrar

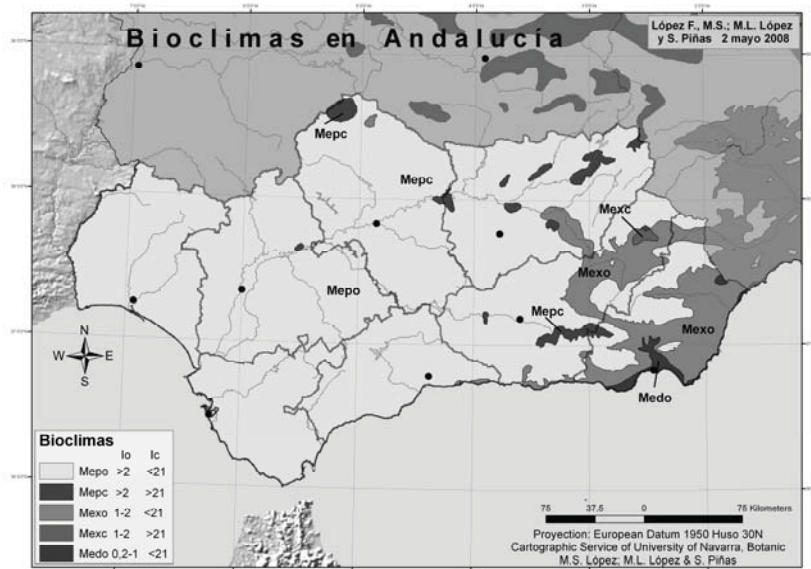
muy diversas situaciones ambientales. La región andaluza está bañada por el Océano Atlántico y por el Mar Mediterráneo. Sólo los 14 Km. del estrecho de Gibraltar la separan del continente africano. Geográficamente, por su latitud  $-36^{\circ}00'N$ -  $38^{\circ}39'N$ - Andalucía está situada en la parte más meridional de la zona templada Norte.

Para la realización de los mapas de la región andaluza hemos contado con la nueva clasificación “Global Bioclimatics”, con 826 registros meteorológicos de 641 localidades, con las correspondiente hojas del mapa topográfico de España a escala 1:400.000 del Servicio Geográfico del Ejército, con el programa ArcGis Desktop licencia Arc-View, versiones 8.1 y 9.1 (SIG), y con las siguientes capas digitales de España, para el entorno de ArcGIS: *shapefiles* vectoriales del contorno, de la hidrografía, de las provincias, y de las comarcas, así como una capa *raster* del modelo digital del terreno (MDT), todas ellas cedidas por el Servicio Cartográfico de la Universidad de León (López, Piñas y López 2008a, Piñas 2007, Piñas, López-Fernández y López F. 2008).

## 2a Mapa de Bioclimas de Andalucía

Andalucía está comprendida, toda ella, en el Macrobioclima Mediterráneo (Me); pero su biodiversidad bioclimática es muy grande. Reseñamos a continuación los Bioclimas encontrados, dando también sus siglas. Además, se detalla la extensión total de cada Bioclima en la región (López, Piñas y López 2008b, Piñas 2007).

Que la región andaluza este comprendida, toda ella, en el territorio del Macrobioclima Mediterráneo, se puede comprobar al observar que todas sus estaciones cumplen el requisito de la latitud, señalado en la Sinopsis de la “Global Bioclimatics” (ver Figura 1), y que todas ellas presentan aridez estival de al menos dos meses, después del equinoccio de verano, ya que, en todos los bioclimogramas, la curva de pluviosidad es más baja que la de temperatura al menos en dos meses de verano.



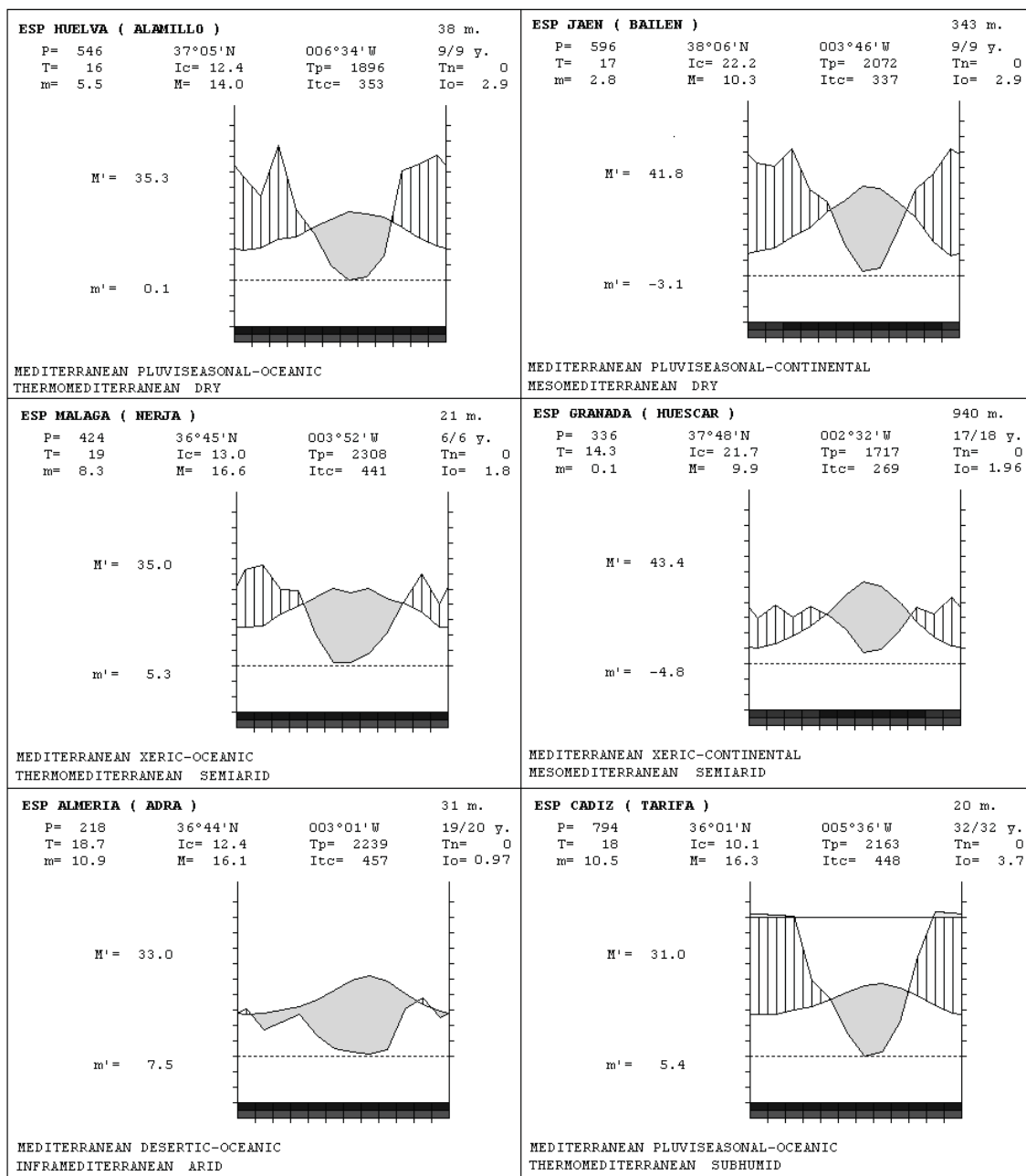
**Figura 2.** Mapa de Bioclimas de Andalucía. *Biocli-mates Map of Andalucía.*

En Andalucía hay 5 de los 8 bioclimas mediterráneos: sólo faltan los desérticos más extremados. En el mapa de Bioclimas (Figura 2) podemos ver la situación y extensión de cada uno: 1) Mediterráneo Pluvioestacional Oceánico (Mepo), con una extensión de 77.176,50 Km<sup>2</sup>; 2) Mediterráneo

Pluvioestacional Continental (Mepc), con 1.584,64 Km<sup>2</sup>; 3) Mediterráneo Xérico Oceánico (Mexo) con 8.070,62 Km<sup>2</sup>; 4) Mediterráneo Xérico Continental (Mexc), con 139,35 Km<sup>2</sup>; y 5) Mediterráneo Desértico Oceánico (Medo), con 599,15 Km<sup>2</sup>.

Si observamos los ejemplos de la Figura 3, podremos comprobar que, según se detalla en la Sinopsis (Figura 1, columna 2 y fila 2), la diferenciación de los Bioclimas Mediterráneos Pluvioestacionales de los Xéricos y Desérticos se establece por el índice ombrotérmico, Io, mayor o igual a 2 en los Pluvioestacionales; entre 1.0 y 2.0, para los Xéricos; y entre 0.2 y 1.0, para los Desérticos. Así, Alamillo y Bailén, Pluvioestacionales, tienen un Io mayor que dos; Nerja y Huescar, Xéricos, menor que dos; y Adra, Desértico, menor que 1. Por otra parte, lo que diferencia a los bioclimas oceánicos de los continentales es el Índice de Continentalidad, Ic: si es

menor o igual a 21, el bioclima es Oceánico, como es el caso de Alamillo, Nerja y Adra; y si Ic es mayor que 21, el bioclima es Continental, casos de Bailén y Huescar.

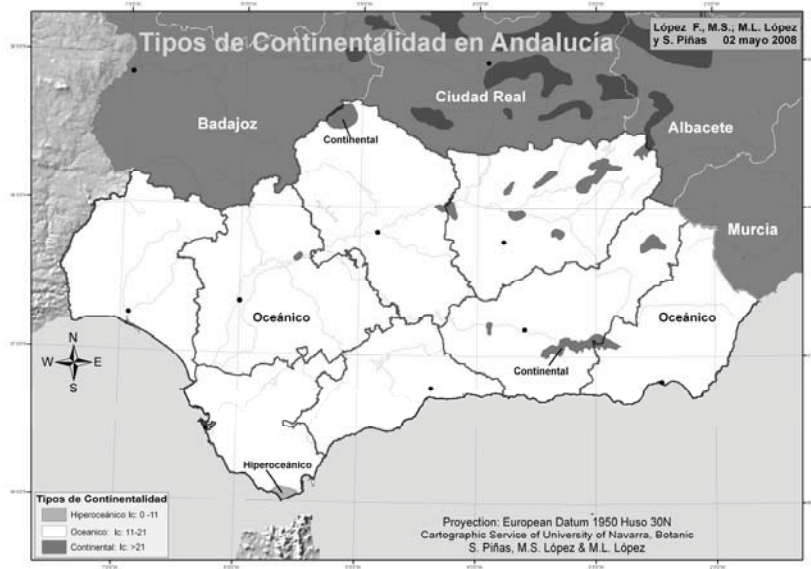


**Figura 3.** Bioclimogramas de algunas estaciones meteorológicas de Andalucía, como ejemplos de sus Bioclimas y de su Continentalidad. *Bioclimograms of several meteorological stations from Andalucía, as samples of its Bioclimates and of its Continentality.*

## 2b Mapa de Continentalidad de la región andaluza

Es muy interesante reconocer y delimitar los territorios a los que la influencia marina llega con más o menos intensidad. En la “Global Bioclimatics” se establecen tres Tipos de Continentalidad/Oceanidad, y los tres tienen representación en Andalucía (Piñas 2007), aunque con extensiones muy distintas: el Hiperocéánico ocupa solamente 124,91 Km<sup>2</sup>; el Oceánico, la casi totalidad de la región, con sus 85.342,79 Km<sup>2</sup>; y el resto del territorio lo ocupa el

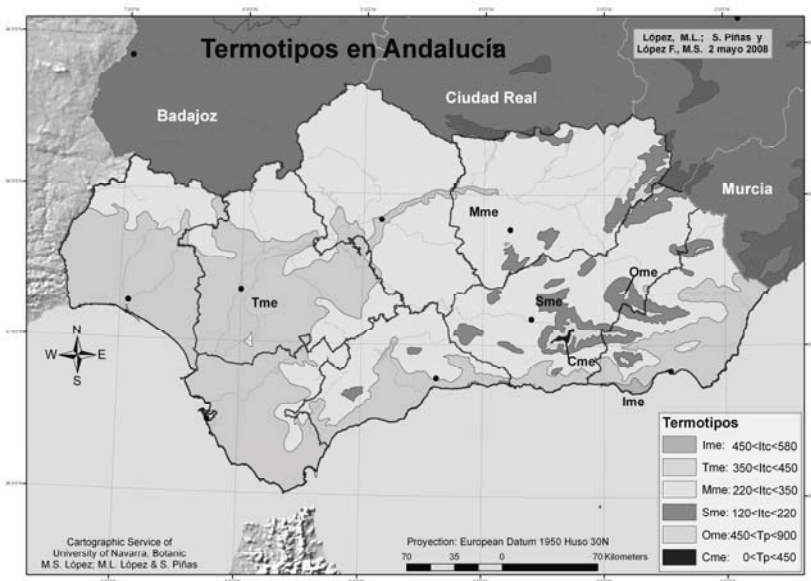
Continental, con 2.102,86 Km<sup>2</sup> (Figura 4). En conjunto, se puede decir que la continentalidad en Andalucía es intermedia, ya que la hiperoceanidad roza su umbral superior (Ic=11) y la continentalidad roza su umbral inferior (Ic=21). De estos datos, se deduce que la influencia marítima es muy importante, puesto que la zona continental, además de ser pequeña en extensión, es muy fragmentada. En los ombroclimogramas de la Figura 3, Tarifa, con Ic= 10,1 es hiperoceánica; Bailén, con 22,2, y Granada, con 21,7, son continentales; y el resto de las estaciones son ejemplos de localidades oceánicas.



**Figura 4.** Mapa de Tipos de Continentalidad de Andalucía. *Continentality Map of Andalusia.*

En cuanto a la distribución por la región, el Hiperoceánico está en el extremo sur, donde, por una parte, recoge la influencia de las masas de aire del Atlántico y, por otra, está protegido de vientos, fríos y secos, del norte por un arco montañoso. Las áreas

continentales se localizan en la mitad NE de la región, a favor de depresiones interiores, muchas veces ligadas a los ríos, en las que la influencia marina, dulcificadora de la temperaturas, tiene dificultades para llegar. Llama la atención la continentalidad de la alta montaña en Sierra Nevada: en realidad, esa continentalidad tiene un carácter insular, ya que en las islas, a diferencia de en los continentes, la continentalidad aumenta con la altura. Por último, el Oceánico se extiende por la casi totalidad del territorio formando un amplio triángulo por el valle de Guadalquivir, desde la desembocadura, en la costa atlántica, hasta su cabecera, en la que se estrecha considerablemente.



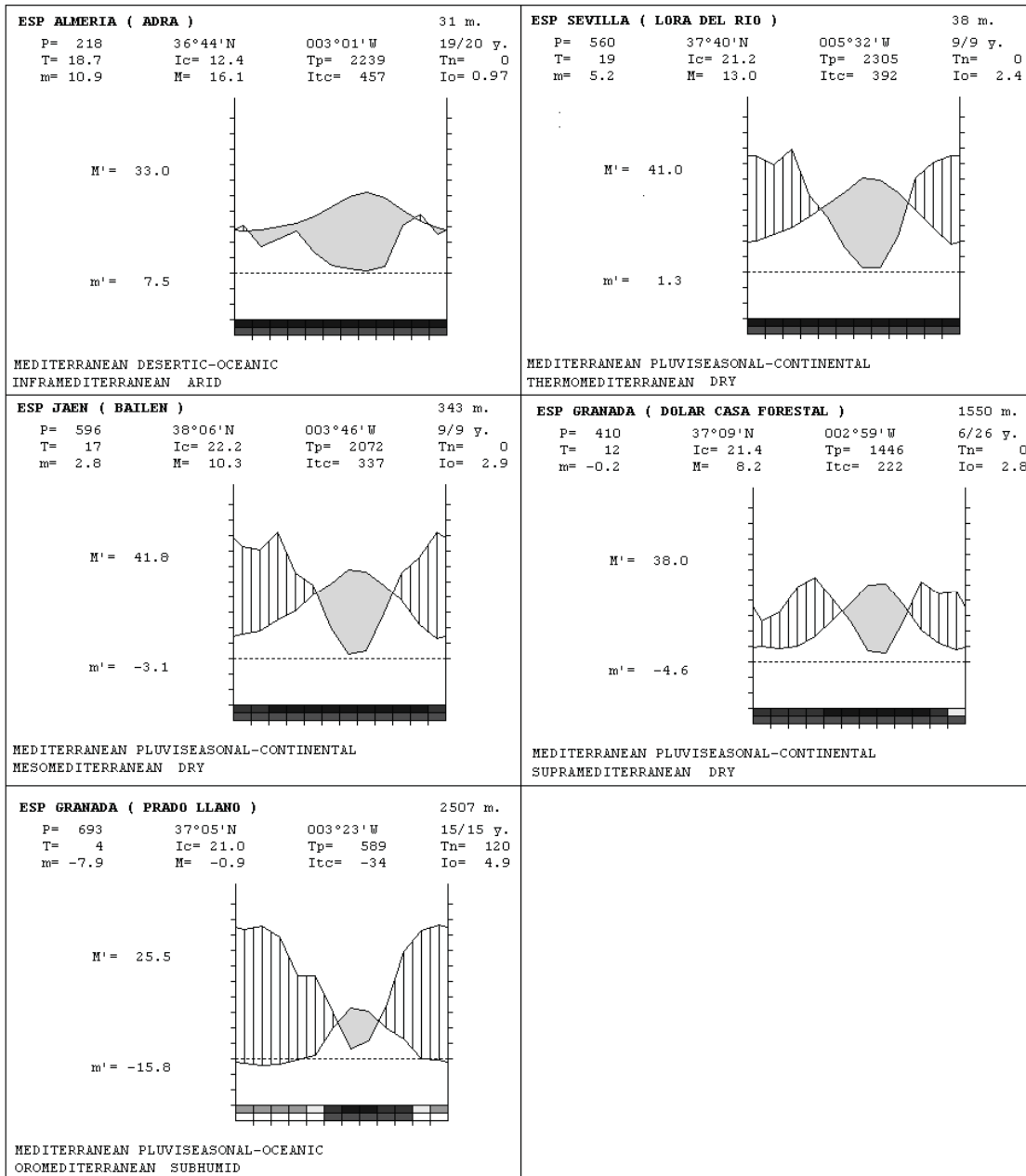
**Figura 5.** Mapa de Termotipos de Andalucía. *Thermotypes Map of Andalusia.*

## 2c Mapa de Termotipos

Los Termotipos nos hablan de la cantidad de energía que recibe cada zona. De los siete Termotipos del Macrobioclima Mediterráneo, en la región andaluza aparecen seis: sólo falta el Gélidomediterráneo (Gme) (ver Figura 5,

Mapa de Termotipos). (Piñas 2007, Piñas, López y López 2008a). La extensión de cada uno de los que están presentes es muy diferente: el Inframediterráneo (Ime), con un intervalo de Itc entre 580 y 450, ocupa sólo 199,84 Km<sup>2</sup> ; el Termomediterráneo (Tme), con intervalo

comprendido entre 450 y 350 de Itc, ocupa una extensión de 30.597,173 Km<sup>2</sup> ; el Mesomediterráneo (Mme), con un intervalo de Itc entre 350 y 220, ocupa 50.945,02 Km<sup>2</sup> ; el Supramediterráneo, entre 220 y 120 de Itc, se extiende por 4.947,72 Km<sup>2</sup>; el Oromediterráneo (Ome), con un intervalo de Tp entre 450 y 900 (cuando Itc es menor que 120, los Termotipos se diferencian por la Temperatura positiva, Tp), ocupa un área de 828,29 Km<sup>2</sup>; y finalmente el Criomediterráneo (Cme), con Tp entre 0 y 450, un área de sólo 52,21 Km<sup>2</sup>.



**Figura 6.** Bioclimogramas de algunas estaciones meteorológicas de Andalucía, como ejemplos de sus Termotipos. *Bioclimograms of several meteorological stations from Andalucía, as samples of its Thermotypes.*

En la Figura 6 se dan ejemplos de cinco estaciones meteorológicas que ilustran cada uno de los Termotipos, a excepción del Criomediterráneo, en el que no hay establecida ninguna estación meteorológica.

Observando el mapa de los Termotipos, podemos diferenciar la mitad oriental de la región, mucho más diversa, debido a su relieve muy quebrado, y en la que se distingue los 6



Termotipos, de la mitad occidental, que sólo presenta 3, debido a que el terreno es fundamentalmente llano. La distribución de los Termotipos sigue la orografía del territorio, desde la costa al interior. Los tipos más térmicos penetran hacia el interior a favor de los ríos, lo que se observa particularmente en la distribución del Termomediterráneo. El Mesomediterráneo, que es el más extenso, ocupa los territorios interiores, acercándose a la costa en el sur de la región, (en el que el Termomediterráneo tiene poca extensión) debido a la proximidad de las serranías al mar. El Supramediterráneo aparece como islotes en el seno del Mesomediterráneo, dibujando los relieves montañosos, mientras que el Oromediterráneo se encuentra en las partes más altas de algunos de ellos. Sólo en Sierra Nevada, y en sus cotas máximas, se localizan los 52.21 Km<sup>2</sup>; del Crioromediterráneo.

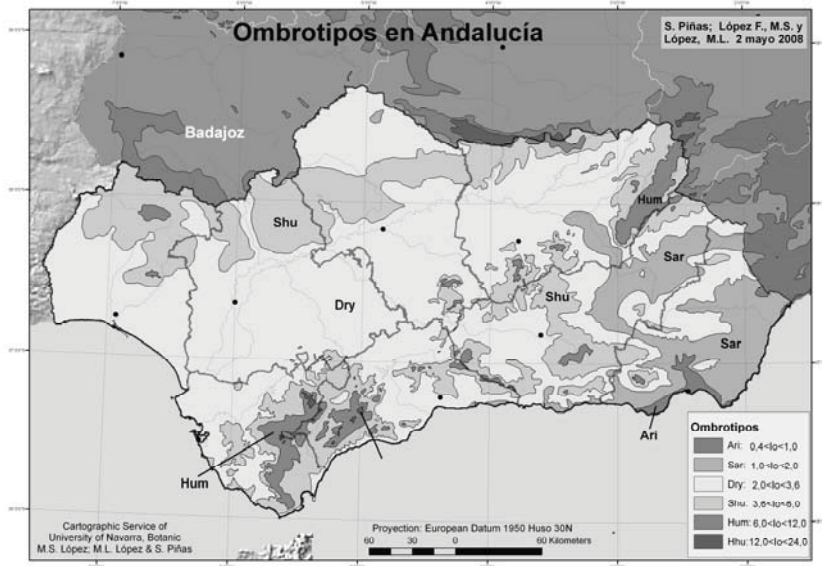


Figura 7. Mapa de Ombrotipos de Andalucía. *Ombrotypes Map of Andalusia*

## 2d Mapa de Ombrotipos de la región andaluza.

Los Ombrotipos nos descubren el confort hídrico que puede disfrutar la vida en una zona dada. En la región andaluza encontramos 6 de los 9 Ombrotipos reconocidos a nivel mundial: sólo quedan

excluidos los más extremos, Ultrahiperárido, Hiperárido y Ultrahiperhúmedo (Ver Figura 7: mapa de Ombrotipos). (Piñas 2007, Piñas, López y López 2008b). La extensión de cada uno de ellos es también muy heterogénea: el Árido (Ari) con un umbral de I<sub>0</sub> entre 0,4 y 1,0, tiene una extensión de 599,17 Km<sup>2</sup>; el Semiárido (Sar) con un I<sub>0</sub> entre 1.0 y 2.0, ocupa 8.209,95 Km<sup>2</sup>; el Seco (Dry), con I<sub>0</sub> entre 2,0 y 3,6, es el de mayor extensión de la región, con 51.796,71 Km<sup>2</sup>; el Subhúmedo (Shu) con I<sub>0</sub> entre 3,6 y 6,0, es el segundo en extensión, con 23.055,68 Km<sup>2</sup>; el Húmedo (Hum) con un I<sub>0</sub> entre 6.0 y 12, tiene una extensión de 3.827,58 Km<sup>2</sup>; por último, el Hiperhúmedo (Hhu) con I<sub>0</sub> entre 12 y 24, sólo ocupa un área de 80,96 Km<sup>2</sup>. En la Figura 8 se dan ejemplos de cinco estaciones meteorológicas que ilustran cada uno de los Ombrotipos, a excepción del Hiperhúmedo, en el que no hay establecida ninguna estación meteorológica.

Observando el mapa de los Ombrotipos de la región andaluza podemos señalar que la mitad oriental de Andalucía es mucho más seca y diversa, y con áreas más disyuntas, que la occidental. Los Ombrotipos más secos sólo están en la mitad oriental y se localizan en la costa, con una profunda penetración hacia el interior a favor de la rambla de Andarax y del paso entre el extremo oriental de Sierra Nevada y la sierra de los Filabres, para extenderse hacia el nordeste por la Hoya de Guadix, Baza y Huescar, y por el noroeste hacia valle del Guadiana Menor. El Dry, que ocupa más del 50% de la región, se extiende por la costa atlántica y penetra hacia el interior ocupando todo el valle del Guadalquivir. El Subhúmedo ocupa los relieves, tanto interiores de Sierra Morena, como exteriores, de la Bética y la Penibética. Por último, el Húmedo forma una diagonal discontinua, de noreste a suroeste, ocupando las partes altas de la sierra de Cazorla y de las Cordilleras Bética y Penibética. El Hiperhúmedo es muy escaso y ocupa sólo las cumbres de las sierras de Grazalema y Ronda, que por su altura aprovechan el efecto de estancamiento de las borrascas que entran por el Golfo de Cádiz. Debido a su escasa superficie y lo intrincado del relieve, se carece de las debidas estaciones meteorológicas en esas pequeñas, pero significativas áreas.

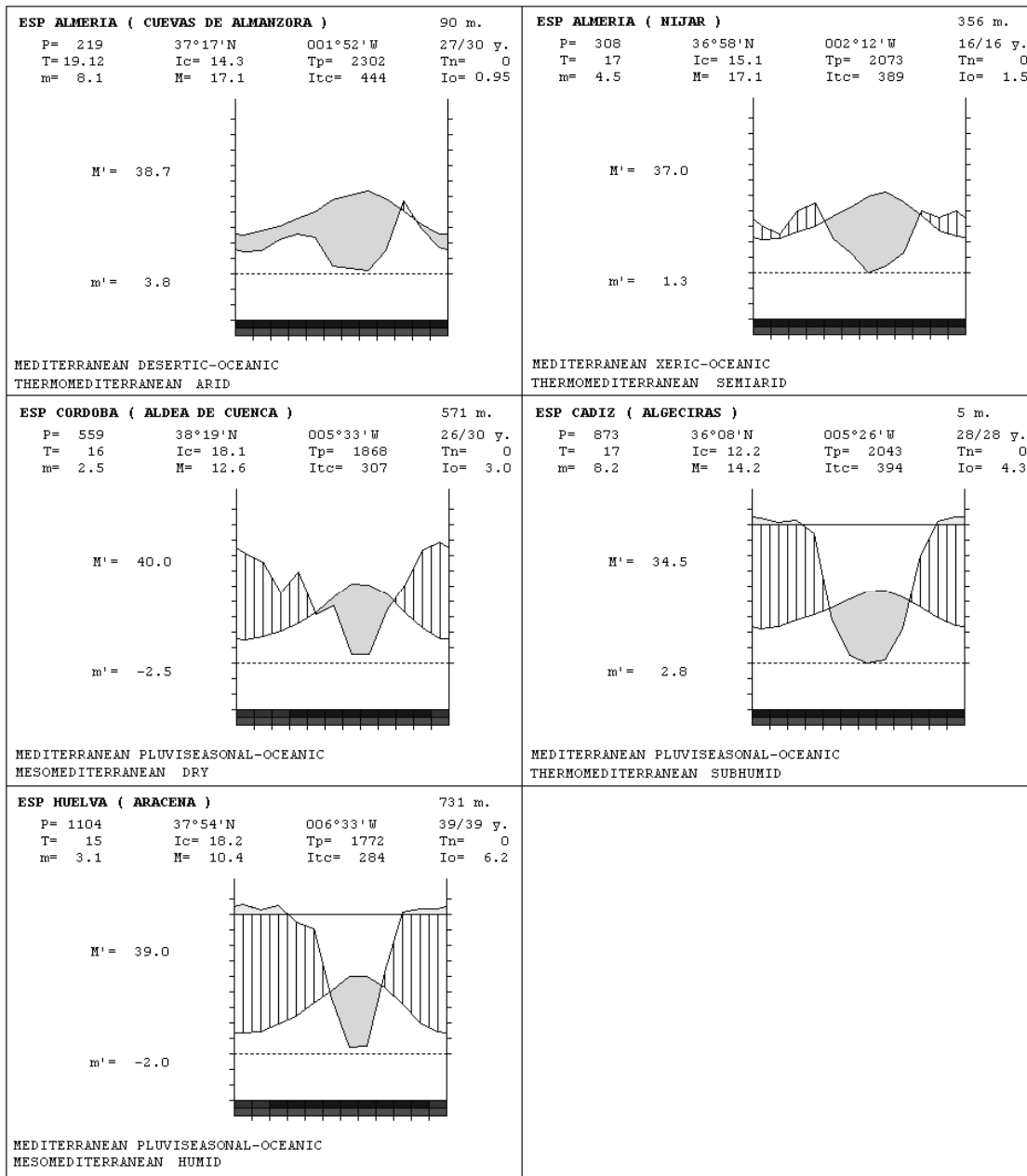


Figura 8. Bioclimogramas de algunas estaciones meteorológicas de Andalucía, como ejemplos de sus Ombrotipos. *Bioclimograms of several meteorological stations from Andalucía, as samples of its Ombrotypes.*

### 3. Conclusión

Como conclusión podemos decir que, con estos mapas, se tiene cartografía de la riqueza en variabilidad ambiental de la región andaluza. La parte oriental, tanto por temperatura como por pluviosidad, es más variada que la occidental. Gran parte de la explicación se debe a una orografía bastante fragmentada, que unido a la envergadura de sus relieves dan lugar a zonas de muy diversa ecología, lo que favorece la diversificación tanto de la vida vegetal como animal. Esta es la situación actual, pero, debido a la fragmentación de la mayoría de las áreas de algunos Termotipos y Ombrotipos, hay muchas zonas de contacto entre los diferentes pisos térmicos y ómbricos. Por ello, parece muy interesante realizar estudios bioclimáticos y biogeográficos proyectivos con las predicciones de cambio climático de IPCC, en esas zonas de contacto, que son muy sensibles a pequeños cambios climáticos que puedan darse.

## 4. Bibliografía

- López Fernández, M.L. y López F. M.S. 2008a. Presentación del volumen: "Clasificación Bioclimática Mundial y Cartografía Bioclimática de la España Peninsular y Balear". Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 1-2.
- López Fernández, M.L. y López F. M.S. 2008b. Ideas básicas de "Global Bioclimatics", del Profesor Rivas-Martínez: Guía para reconocer y clasificar las unidades bioclimáticas. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 3-188.
- López Fernández, M.L., Piñas, S. y López F., M.S. 2008a. "Cartografía Bioclimática de la España Peninsular y Balear": Antecedentes Bibliográficos y Cartográficos. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 189-203.
- López Fernández, M.L., Piñas, S. y López F., M.S. 2008b. Macrobioclimas, Bioclimas y Variantes Bioclimáticas de la España Peninsular y Balear, y su cartografía. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 229-236.
- Piñas, S. 2007. Bioclimatología de la España Peninsular y Balear, y su Cartografía. 2007. Tesis Doctoral. 110 pp. y anexos. Universidad de Navarra. Manuscrito.
- Piñas, S., López Fernández, M.L. y López F., M.S. 2008. Materiales necesarios y métodos utilizados en la "Cartografía Bioclimática de la España Peninsular y Balear". Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 205-228.
- Piñas, S., López F., M.S. y López Fernández, M.L. 2008a. Termotipos de la España Peninsular y Balear, y su cartografía. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 237-242.
- Piñas, S., López F., M.S. y López Fernández, M.L. 2008b. Ombrotipos de la España Peninsular y Balear, y su cartografía. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica, 17: 243-248.
- Rivas-Martínez, S. 1995. Clasificación bioclimática de la Tierra. (Bioclimatical Classification System of the World). *Folia Botanica Matritensis*, 16: 1-25
- Rivas-Martínez, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, I. *Itinera Geobotanica*, 10: 5-148.
- Rivas-Martínez, S. 2007. Phytosociological Research Center –Centro de Investigaciones Fitosociológicas. Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra), Worldwide Bioclimatic Classification System. University Complutense of Madrid.  
[http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/global\\_bioclimatics\\_1.htm#1a](http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_1.htm#1a)  
[http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/global\\_bioclimatics\\_2.htm#2b](http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_2.htm#2b)  
<http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/tabla.htm>,
- Rivas-Martínez, S. y Rivas-Sáenz, S. 1990: <http://www.ucm.es/info/cif>