

SIGUIENDO LA PISTA

Bioclimatología de la provincia de Cuenca y su relación con la vegetación potencial

Beatriz López Medina¹, Alejandro González Pérez² y Sara del Río González³

- ¹ Graduada en Biología por la Universidad de León. blopem02@estudiantes.unileon.es
- ² Investigador posdoctoral DGAPA-UNAM Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México. agonzalez@ciga.unam.mx
- ³ Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica). Fac. CC. Biológicas y Ambientales. Instituto de Ganadería de Montaña. CSIC-UNILEON. Campus de Vegazana s/n. 24071. León. sriog@unileon.es

Resumen

En este trabajo se realizó la caracterización bioclimática de la provincia de Cuenca hasta el nivel de isobioclima y se establecieron las relaciones con las series de vegetación existentes en dicha área de estudio. Para ello se utilizaron datos de temperatura y precipitación de 26.005 puntos disponibles en formato ráster en la base de datos climáticos CHELSA. A partir de los datos climáticos se calcularon diversos parámetros e índices bioclimáticos siguiendo la propuesta de clasificación bioclimática de Rivas-Martínez y colaboradores. Posteriormente se generó la cartografía bioclimática utilizando el programa ArcGIS Pro. Se identificaron en el área de estudio dos macrobioclimas, cuatro bioclimas, una variante bioclimática, siete termotipos y siete ombrotipos, lo que permitió definir 21 isobioclimas diferentes. Los isobioclimas más frecuentes fueron el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco superior y el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco inferior. La serie de vegetación que puede desarrollarse en mayor número de unidades bioclimáticas es *Quercus rotundifoliae sigmetum*, pudiendo prosperar en ocho isobioclimas.

Palabras clave

Cartografía, isobioclima, series de vegetación.

Introducción y objetivos

La Bioclimatología es la ciencia que estudia la relación entre los seres vivos (unidad biológica) y el clima (unidad física). Los índices que se emplean para delimitar las unidades bioclimáticas están asociados y definidos por las plantas y comunidades vegetales que son usadas como bioindicadores (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

El sistema de clasificación bioclimática utilizado en este trabajo es el propuesto por Rivas-Martínez y colaboradores, que establece una estrecha relación entre clima, vegetación y geografía. Este sistema está basado en la interacción entre bioclimas, series de vegetación y unidades biogeográficas (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

En el sistema se reconocen 5 macrobioclimas, que son las unidades de mayor jerarquía en la clasificación: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar. Dentro de cada macrobioclima existen bioclimas específicos, en total 27. Se reconocen también 5 variantes bioclimáticas: esteparia, submediterránea, bixérica, antitropical y seropluvial. Los pisos bioclimáticos, que se definen mediante valores térmicos (termotipos) y valores ombrotérmicos (ombrotipos), permiten caracterizar más detalladamente las condiciones bioclimáticas de un área (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

En la Península Ibérica se reconocen los macrobioclimas Mediterráneo y Templado. El primero de estos es el más extendido en el territorio español, mientras que el Templado se localiza en el norte de la península y en las áreas más elevadas de los Sistemas Central e Ibérico. Los bioclimas más representados en la región son el Mediterráneo pluviestacional oceánico y el Templado oceánico. La delimitación de las unidades bioclimáticas en este sistema se realiza mediante el cálculo de parámetros e índices bioclimáticos (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a), como se comentará en la sección de materiales y métodos.

El trabajo se ha realizado en la provincia de Cuenca, localizada entre las latitudes 39° 14' y 40° 39' y longitudes 0° 39' y 2° 32' y presentando una extensión de 1.714.114 hectáreas (Fernández, 2012).

Desde el punto de vista biogeográfico (Rivas-Martínez *et al.*, 2017) en el área de estudio se reconocen, hasta nivel sectorial, las siguientes unidades biogeográficas:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Provincia Mediterránea Ibérica Central

Subprovincia Castellana

Sector Celtibérico Alcarreño

Sector Manchego

Subprovincia Oroibérica

Sector Oroibérico Meridional

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este trabajo son los siguientes:

- Realizar la caracterización bioclimática actualizada del área de estudio hasta el nivel de isobioclima.
- Relacionar los isobioclimas obtenidos en el objetivo anterior con las series de vegetación presentes en la provincia.

Materiales y Métodos

Toma de datos climáticos

Para este estudio se utilizó la base de datos mundial CHELSA V 2.1 (Karger *et al.*, 2017), que proporciona datos climáticos detallados y de alta resolución (aproximadamente 1 km²). Se extrajeron datos de precipitación, temperatura mínima, máxima y media mensual de 26.005 puntos distribuidos por la provincia de Cuenca para el periodo comprendido entre 1980 y 2018, utilizando un sistema de información geográfica (SIG). Estos datos se procesaron en Microsoft Excel 365, incluyendo información adicional como la altitud y las coordenadas de latitud y longitud de cada punto. A partir de las variables climáticas se calcularon los principales parámetros e índices bioclimáticos según la clasificación de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a). Finalmente, se realizó la caracterización bioclimática hasta el nivel de isobioclima y se elaboró la correspondiente cartografía bioclimática con ArcGIS Pro 3.1.3. (Esri, 2023; González-Pérez *et al.*, 2023).

Caracterización bioclimática

En este trabajo se desarrolló la caracterización bioclimática del área de estudio hasta el nivel de isobioclima. El isobioclima está definido por todos los factores bioclimáticos jerarquizados de un área y se expresa con una frase que incluye Macrobioclima, Bioclima, Variante Bioclimática (si la hubiere) y Piso Bioclimático (Rivas-Martínez *et al.*, 2017).

Para realizar las diagnósticos bioclimáticos de cada punto se calcularon los siguientes parámetros e índices bioclimáticos: temperatura media mensual (Ti), temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmin), precipitación mensual (Pi), temperatura media anual (T), temperatura positiva (Tp = Sumatorio de las Ti, siempre y cuando estas sean mayores a 0 °C), precipitación positiva (Pp = Sumatorio de las precipitaciones de cada mes del año (Pi), siempre y cuando sus Ti sean mayores a 0 °C), índice de continentalidad (Ic = Tmáx-Tmin), índice de termicidad (It = [T (temperatura media anual)+M (temperatura media de las máximas del mes más frío)+m (temperatura media de las mínimas del mes más frío)], índice de termicidad compensado (Itc; si 8<Ic<18: Itc=It; si Ic<8 o Ic>18, se debe calcular un factor de corrección o compensación (Ci), calculado según la propuesta de Rivas-Martínez *et al.* (2011a). De tal forma que si Ic<8, Itc=It - Ci,

pero si $I_c > 18$, $I_{tc} = I_t + C_i$), Índice ombrotérmico anual ($I_o = (P_p/T_p) \times 10$) e índice ombrotérmicos estivales ($I_{o_{s1}}$, $I_{o_{s2}}$, $I_{o_{s3}}$ e $I_{o_{s4}}$).

Tabla 1. Bioclimas presentes en los macrobioclimas Mediterráneo y Templado (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

Bioclimas		I_c	I_o
Mediterráneo	Pluviestacional oceánico	≤ 21	> 2.0
	Pluviestacional continental	> 21	> 2.0
	Xérico oceánico	≤ 21	1,0 - 2,0
	Xérico continental	> 21	1,0 - 2,0
	Desértico oceánico	≤ 21	0,2 - 1,0
Templado	Hiperoceánico	≤ 11	$> 3,6$
	Oceánico	11 - 21	$> 3,6$
	Continental	> 21	$> 3,6$
	Xérico	≥ 4.0	$\leq 3,6$

Tabla 2. Termotipos presentes en los macrobioclimas Mediterráneo y Templado (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

MEDITERRÁNEO			TEMPLADO		
Termotipos	I_t (I_{tc})	T_p	Termotipos	I_t (I_{tc})	T_p
Inframediterráneo	580 - 451	>2400	Infratemplado	>410	>2350
Termomediterráneo	450 - 351	2101 - 2400	Termotemplado	290 - 410	>2000
Mesomediterráneo	350 - 221	1501 - 2100	Mesotemplado	190 - 290	>1400
Supramediterráneo	< 220	901 - 1500	Supratemplado	<190	>800
Oromediterráneo		451 - 900	Orotemplado		380 - 800
Crioromediterráneo		1 - 450	Criorotemplado		1 - 380

Cuando $I_{tc} < 120$ o $I_c \geq 21$, el cálculo del termotipo se realiza con los valores de T_p .

La presencia de sequía estival no compensada ($P_i < 2T_i$) en al menos dos meses consecutivos del verano determina la existencia de macrobioclima Mediterráneo. Por el contrario, la ausencia de sequía estival caracteriza al macrobioclima Templado.

El índice de continentalidad (I_c) y el índice ombrotérmico anual (I_o) permiten identificar los bioclimas en cada uno de los macrobioclimas. En la **Tabla**

1 se presentan los bioclimas existentes en los macrobioclimas Templado y Mediterráneo.

Tabla 3. Bioclimas presentes en los macrobioclimas Mediterráneo y Templado (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

MEDITERRÁNEO		TEMPLADO	
Ombrotipo	Io	Ombrotipos	Io
Ultrahiperárido	< 0,2	Semiárido	< 2,0
Hiperárido	0,2 – 0,4	Seco	2,0 – 3,6
Árido	0,4 – 1,0	Subhúmedo	3,6 – 6,0
Semiárido	1,0 – 2,0	Húmedo	6,0 – 12,0
Seco	2,0 – 3,6	Hiperhúmedo	12,0 – 24,0
Subhúmedo	3,6 – 6,0	Ultrahiperhúmedo	≥ 24,0
Húmedo	6,0 – 12,0		
Hiperhúmedo	12,0 – 24,0		
Ultrahiperhúmedo	≥ 24,0		

De todas las variantes bioclimáticas existentes en la Tierra, en España se reconocen dos: submediterránea y esteparia. La variante submediterránea está presente en el macrobioclima Templado y para que exista tiene que cumplirse que en al menos un mes estival la precipitación (en mm) sea menor a 2,8 veces la temperatura media (en grados centígrados) de ese período estudiado. La variante esteparia, que puede aparecer en los macrobioclimas Mediterráneo y Templado, se caracteriza por la presencia de un índice de continentalidad mayor a 17, un índice ombrotérmico anual entre 0,2 y 6,0; precipitaciones estivales superiores a las invernales y que en al menos un mes de verano la precipitación (en mm) sea inferior que 3 veces la temperatura (en grados centígrados) (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

La componente térmica del piso bioclimático (termotipo) se determina con el índice de termicidad compensado o la temperatura positiva y para establecer la componente ómbrica del piso bioclimático (ombrotipo) se utiliza el índice ombrotérmico anual (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a). En las **Tablas 2 y 3** se muestran los termotipos y ombrotipos que pueden existir en los macrobioclimas Templado y Mediterráneo.

Cartografía bioclimática

Para elaborar la cartografía bioclimática se utilizaron los parámetros e índices bioclimáticos calculados previamente generando archivos ráster con ArcGIS Pro 3.1.3 mediante la técnica geoestadística de interpolación del Kriging Bayesiano Empírico (EBK). Mediante esta técnica se interpolaron los datos discretos en valores continuos con alta resolución (aproximadamente 1 km²). Este método destaca por calcular automáticamente los parámetros a través de subcon-

juntos y simulación, considerando el error en el semivariograma, lo que mejora la precisión de las predicciones, incluso con datos no estacionarios (Ferreiro-Lera *et al.*, 2022; González-Pérez *et al.*, 2022).

Se han realizado los mapas de continentalidad, bioclimas, termotipos, ombrotipos, así como el de isobioclimas.

Relación con la vegetación potencial

Una vez realizada la caracterización bioclimática del área de estudio, se estableció la relación entre las unidades bioclimáticas reconocidas en la provincia (a nivel de isobioclima) y la vegetación potencial descrita hasta el momento en bibliografía. Se define vegetación potencial como la comunidad vegetal estable en un área dada que representa la etapa última de la sucesión progresiva (Rivas-Martínez *et al.*, 2017). Para establecer dichas relaciones se utilizaron las obras de Rivas-Martínez (1987) y Rivas-Martínez *et al.* (2011b).

Resultados y discusión

Caracterización bioclimática

En la **Figura 1** se muestra el mapa de continentalidad. Puede apreciarse que la mayoría de la provincia presenta un nivel semicontinental acusado ($19,0 < Ic < 21,0$). Los valores más elevados (nivel subcontinental atenuado, $21,0 < Ic < 24,0$) se encuentran en una pequeña zona al suroeste de la provincia, dado que es el área que más alejada está de los océanos, mientras que, las zonas con menor continentalidad (nivel semicontinental atenuado, $17,0 < Ic < 19,0$) se localizan al este de la provincia.

Se han reconocido cuatro bioclimas en el área de estudio (**Fig. 2**), siendo los más representados (más del 98 %) los tres que pertenecen al macrobioclima Mediterráneo. El más extendido es el Mediterráneo pluviestacional oceánico, correspondiéndose con valores del índice de continentalidad iguales o inferiores a 21 y un valor de índice ombrotérmico anual superior a 2.

Dentro del macrobioclima Templado se presenta el bioclima Templado oceánico con variante submediterránea, lo que implica que en estas zonas se compensa la sequía estival. Aparece localizado en las zonas más elevadas de la provincia, en altitudes superiores a los 1000 m.s.n.m.

La Figura 3 muestra que más del 71% de la provincia se localiza en el termotipo mesomediterráneo superior ($1500 < Tp < 1800$ o $220 < It [Itc] < 285$). El oromediterráneo inferior ($900 < Tp < 1200$) se reconoce en una pequeña área que supera los 1800 m.s.n.m. al noreste del área objeto de estudio. La mayor diversidad de termotipos se muestra en el bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico, mientras que en el bioclima Mediterráneo xérico oceánico sólo se reconoce el termotipo mesomediterráneo inferior, con temperaturas positivas superiores a 1900. En el macrobioclima Templado, presente sólo en el norte de la provincia, y

en altitudes superiores a los 1100 m.s.n.m., es el supratemplado superior el termotipo más frecuente ($380 < T_p < 590$; $< 0,8\%$).

En lo que a los ombrotipos se refiere (**Fig. 4**), se observa que el tipo más representado es el seco, conformando más del 60 % de la provincia. Se localiza en la mitad sur y este del área de estudio. Los ombrotipos menos frecuentes son el semiárido superior y el húmedo superior.

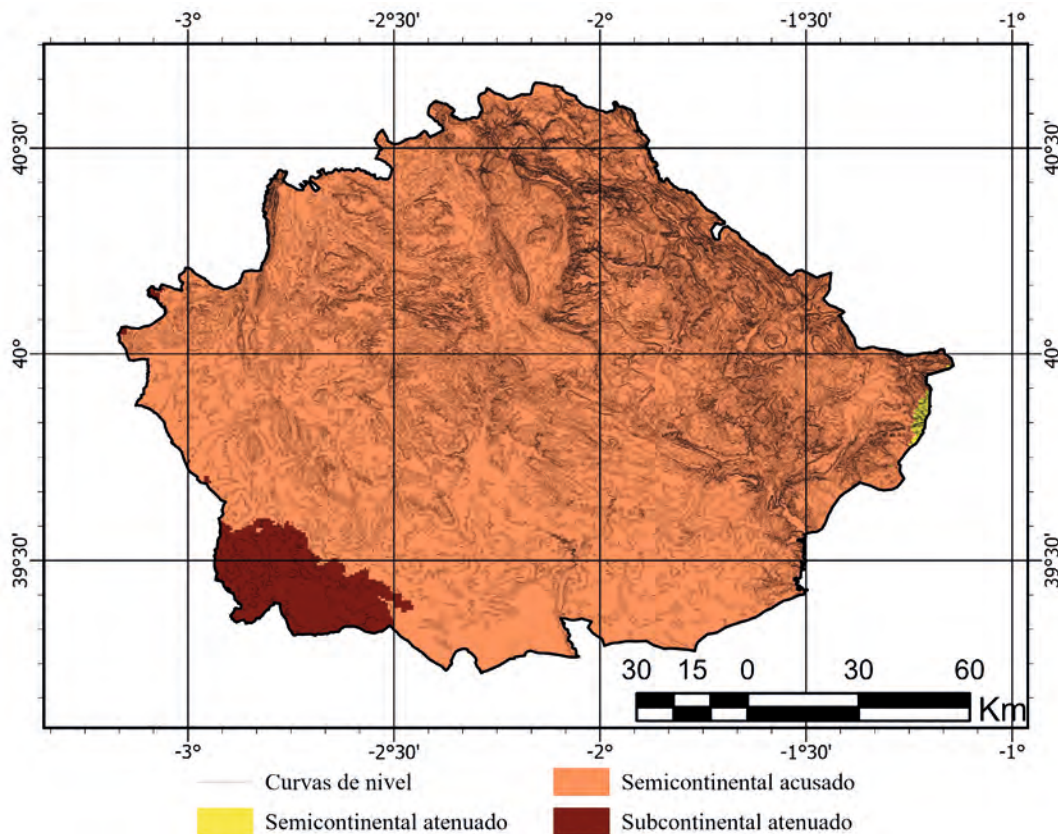


Figura 1. Mapa de la continentalidad de la provincia de Cuenca hasta el rango de nivel.

En las **Figuras 5 y 6** se representan los 21 isobioclimas que se han encontrado en el área de estudio. Los isobioclimas más frecuentes son el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco superior y Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco inferior, teniendo una representación en el 59 % del territorio analizado (**Fig. 6**) y estando fundamentalmente localizados en la mitad inferior y oeste de la provincia. Otros isobioclimas como, por ejemplo, el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior húmedo inferior, Mediterráneo pluviestacional oceánico oromediterráneo inferior húmedo inferior o Templado oceánico submediterráneo supratemplado inferior húmedo superior, tienen una presencia mínima en el área estudiada.

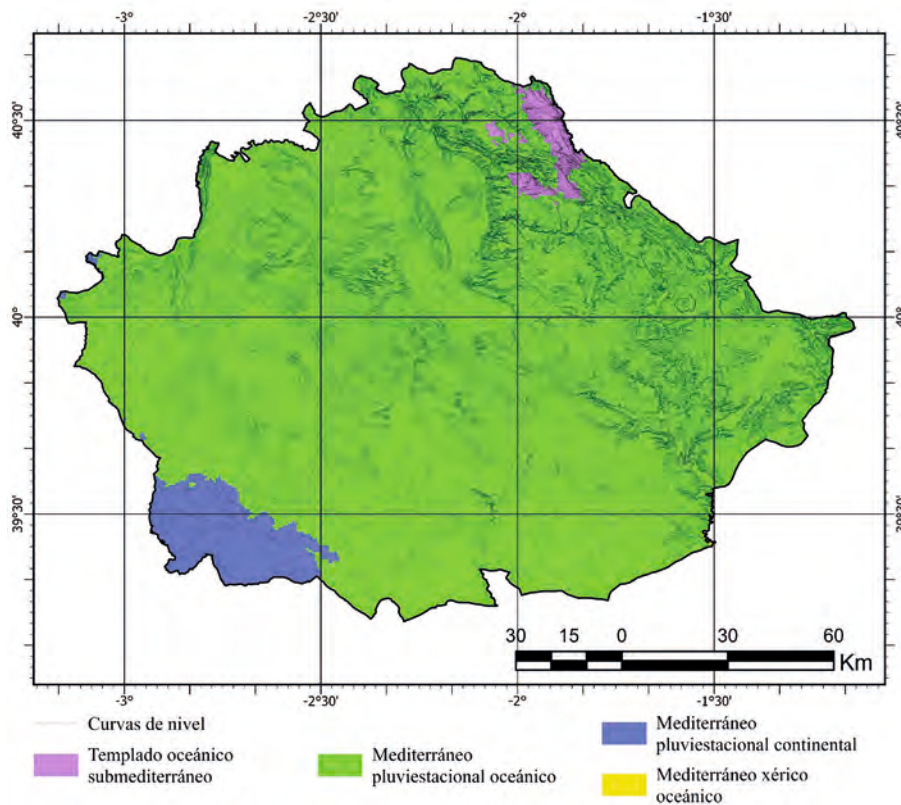


Figura 2. Mapa de bioclimas de la provincia de Cuenca.

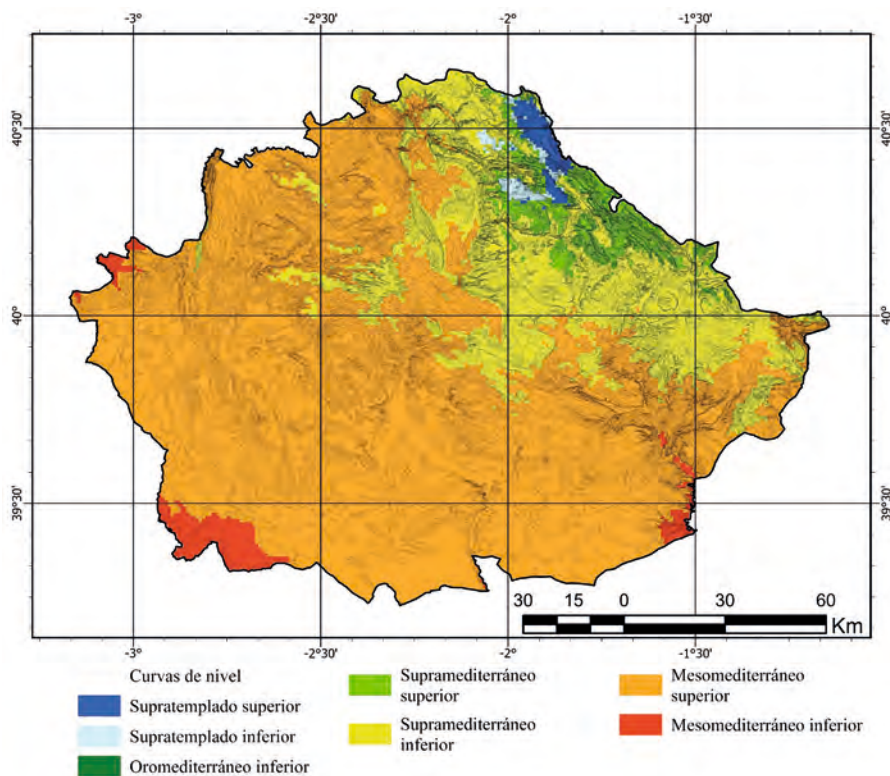


Figura 3. Mapa de los termotipos existentes en la provincia de Cuenca.

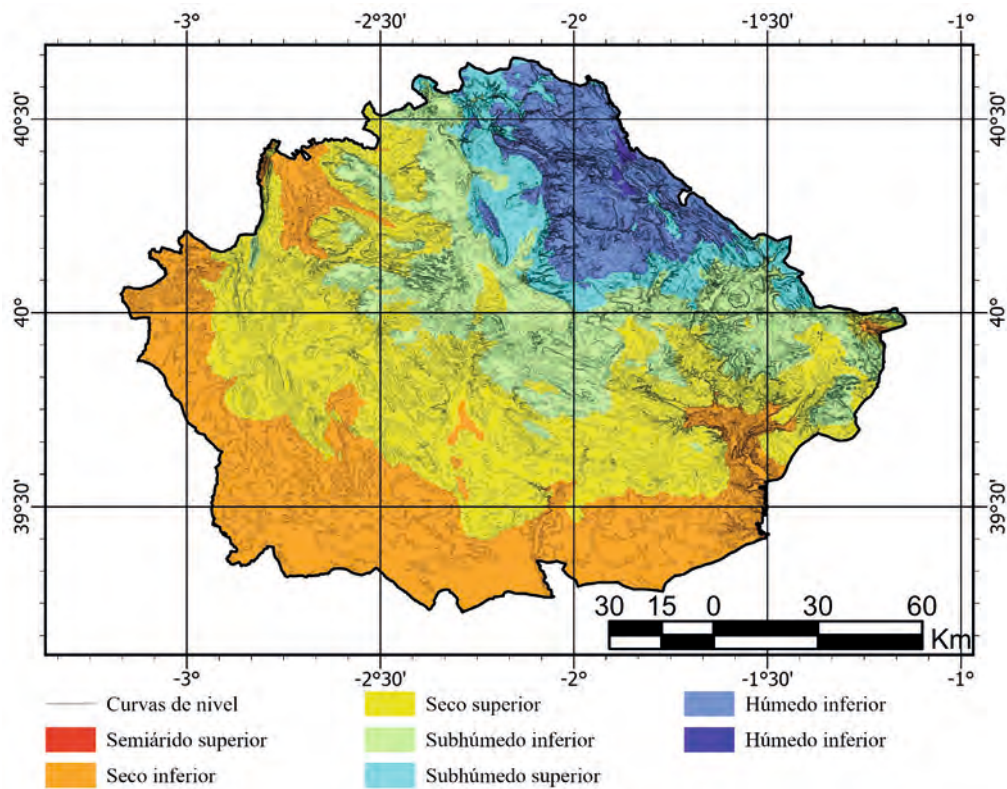


Figura 4. Mapa de los ombrotipos existentes en la provincia de Cuenca.

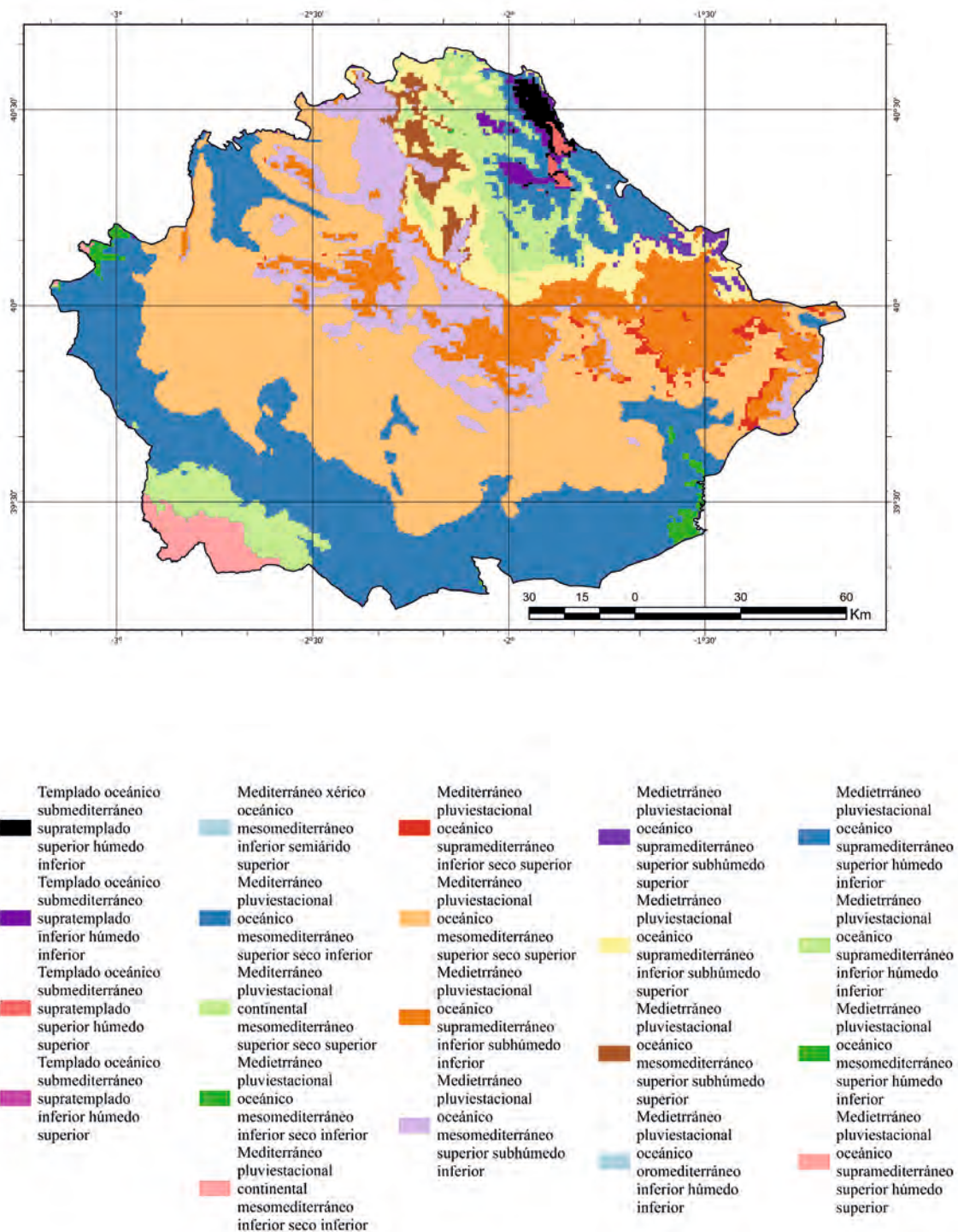


Figura 5. Mapa de los isobioclimas existentes en la provincia de Cuenca.

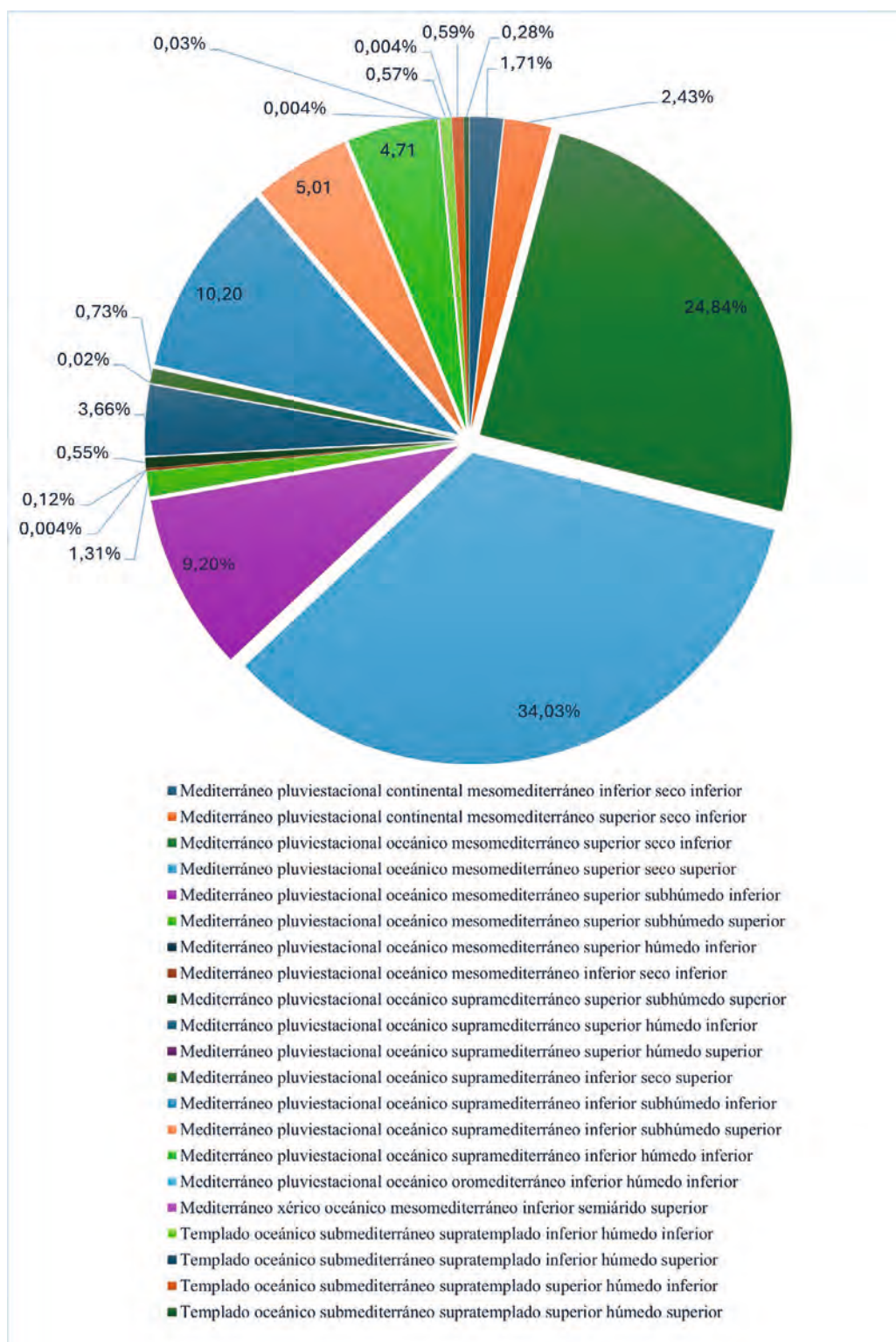


Figura 6. Porcentaje de puntos estudiados existentes en cada isobioclima.

Relación con la vegetación potencial

Se establece en este apartado la relación entre los isobioclimas comentados en la sección anterior y las series de vegetación existentes en el área de estudio. La autoría de las plantas se basa en la obra Flora iberica (Castroviejo, 1986-2012).

La serie climatofila ibérica maestracense calcícola templada oceánica supra-orotemplada subhúmedo-húmeda submediterránea de los bosques de *Pinus iberica* L. y *Juniperus sabina* L. con *Berberis seroi* L. y *Prunus prostrata* L. (*Junipero sabinae-Pino ibericae sigmetum*), puede prosperar tanto en macrobioclima Templado como Mediterráneo, a diferencia de lo indicado por Rivas-Martínez *et al.* (2011b) que la definen solamente como templada. En el bioclima Templado oceánico submediterráneo puede desarrollarse en el termotipo supratemplado (ambos horizontes) y en el ombrotipo húmedo. En el bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico aparece en el piso oromediterráneo inferior húmedo inferior y en el supramediterráneo superior húmedo inferior. Se completa en este trabajo la definición de la serie indicando que aparece en el nivel de continentalidad semicontinental acusado.

La serie climatofila castellana y oroibérica mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea y submediterránea y templada supratemplada seco-subhúmeda de los bosques de *Juniperus thurifera* L. y *Juniperus hemisphaerica* L. con *Artemisia assoana* Willk. y *Festuca asperifolia* St.-Yves (*Junipero hemisphaerico-thuriferae sigmetum*) puede prosperar en esta provincia en el bioclima Templado oceánico submediterráneo con termotipo supratemplado y en ombrotipo húmedo inferior, a diferencia de lo indicado por Rivas-Martínez *et al.* (2011b) que la consideran de carácter seco-subhúmedo. En el bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico tiene representación en el termotipo supramediterráneo y ombrotipos desde seco superior a húmedo inferior y en el piso mesomediterráneo superior seco superior y subhúmedo inferior. Completamos la definición de esta serie indicando que se desarrolla en el nivel semicontinental acusado.

En el centro de la provincia aparecen los melojares pertenecientes a la serie climatofila guadarrámica celtibérico-alcarreña y oroibérica silicícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea subhúmedo-húmeda de los bosques de *Quercus pyrenaica* Willd. y *Luzula forsteri* Lam. & DC. con *Milium vernale* M. Bieb. y *Cistus laurifolius* L. (*Luzulo forsteri-Quercu pyrenaicae sigmetum*). En este estudio la definimos también como de carácter Templado oceánico submediterráneo supratemplado inferior húmedo inferior, ampliando lo descrito por Rivas-Martínez *et al.* (2011b). Completamos la definición de la serie indicando que se desarrolla en niveles de continentalidad semicontinental acusado.

Los quejigares incluidos en la serie climatofila castellana calcícola mediterránea pluviestacional oceánica meso-supramediterránea seco-subhúmeda

de los bosques de *Quercus faginea* Lam. y *Cephalanthera rubra* L. con *Lonicera hispanica* Boiss. & Reut. y *Paeonia humilis* Retz. (*Cephalanthero rubrae-Quercus fagineae sigmetum*) pueden prosperar también en la provincia de Cuenca en el macrobioclima Templado, pero de forma ocasional y ocupando posiciones edafoixerófilas. En el bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico puede desarrollarse en el termotipo supramediterráneo y en ombrotipos que varían desde el seco superior al húmedo inferior. Destacar que Rivas-Martínez *et al.* (2011b) no la caracterizaron como húmeda. Completamos la definición de la serie indicando que prospera en niveles de continentalidad semicontinental acusado.

Existen tres series de encinares en el área de estudio. En el centro de la provincia aparece la serie climatófila y edafoixerófila castellana e ibérica maestracense calcícola mediterránea pluviestacional oceánica supramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* Lam. y *Juniperus thurifera* L. con *Rhamnus infectoria* L. y *Satureja gracilis* Willk. (*Junipero thuriferae-Quercus rotundifoliae sigmetum*). La caracterización bioclimática realizada en este estudio para esta serie es coincidente con lo indicado por Rivas-Martínez *et al.* (2011b), si bien, completamos la diagnosis indicando que se desarrolla en niveles de continentalidad semicontinental atenuado y acusado.

Coincidimos con Rivas-Martínez *et al.* (2011b) en la diagnosis bioclimática de la serie climatófila y edafoixerófila guadarrámica castellana septentrional y planileonesa silicícola mediterránea pluviestacional oceánica mesosupramediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus lagunae* Pau con *Carex distachya* Desf. y *Lavandula pedunculata* Mill. (*Junipero lagunae-Quercus rotundifoliae sigmetum*). Completamos la definición indicando que se desarrolla en niveles de continentalidad semicontinental acusado.

El encinar más representado en la provincia de Cuenca se incluye en la serie climatófila y edafoixerófila bajoaragonesa riojano-estellesa y bilbilitana calcícola mediterránea pluviestacional oceánica mesomediterránea seco-subhúmeda de los bosques de *Quercus rotundifolia* y *Juniperus phoenicea* L. con *Quercus coccifera* y *Viola oriolii-bolosii* Molero, L.Sáez & L.Villar (*Quercus rotundifoliae sigmetum*). Esta serie tiene representación en el área de estudio en varios isobioclimas. Dentro del macrobioclima Mediterráneo aparece tanto en el bioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico, como en el Mediterráneo pluviestacional continental, a diferencia de lo indicado por Rivas-Martínez *et al.* (2011b) que la consideran solo pluviestacional oceánica. Dentro del bioclima Mediterráneo pluviestacional continental se encuentra en el termotipo mesomediterráneo siempre con ombrotipo seco inferior. Y en el Mediterráneo pluviestacional oceánico en los pisos supramediterráneo inferior seco superior, mesomediterráneo superior subhúmedo inferior y seco superior e inferior y mesomediterráneo inferior subhúmedo inferior y seco inferior, matizando a nivel de horizontes bioclimáticos la propuesta de Rivas-Martínez *et al.* (2011b). Completamos la definición de esta serie indicando que se desarrolla en niveles de continentalidad semicontinental acusado y subcontinental atenuado.

Menos representados están los coscojares de la serie climatófila y edafoixerófila mediterránea ibérica centrorienta bética y prepirenaica meso-supramediterránea y mesotemplada submediterránea semiárido-subhúmeda de los microbosques y altifruticedas de pinos carrascos, coscojas, sabinas negrales y espinos negros (*Rhamno lycioidis-Quercococciferae sigmetum*). Aparece en el extremo oriental de la provincia, relacionándose con el isobioclima Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco. En nuestra área de estudio tiene solamente carácter mediterráneo. Completamos definición de esta serie indicando que se desarrolla en niveles de continentalidad semicontinental acusado y atenuado.

Las series de vegetación edafohigrófilas pueden prosperar en los siguientes isobioclimas: Mediterráneo pluviestacional oceánico supramediterráneo inferior subhúmedo inferior y mesomediterráneo superior seco superior en nivel de continentalidad semicontinental acusado.

Conclusiones

El análisis bioclimático de la provincia de Cuenca y su relación con la vegetación potencial nos permite concluir que:

- Se reconocen en el área de estudio 4 bioclimas: Mediterráneo pluviestacional oceánico, Mediterráneo pluviestacional continental, Mediterráneo xérico y Templado oceánico con la variante bioclimática submediterránea. De todos ellos el más frecuente es el Mediterráneo pluviestacional oceánico.
- Existen en la provincia 7 horizontes termotípicos: oromediterráneo inferior, supramediterráneo superior, supramediterráneo inferior, mesomediterráneo superior, mesomediterráneo inferior, supratemplado superior y supratemplado inferior y 7 horizontes ómbricos: semiárido superior, seco inferior, seco superior, subhúmedo inferior, subhúmedo superior, húmedo inferior y húmedo superior. Los más representados son el mesomediterráneo superior y el seco superior.
- Los niveles de continentalidad varían desde el semicontinental atenuado al subcontinental atenuado, siendo el más frecuente el semicontinental acusado.
- Existen 21 isobioclimas en el área de estudio, siendo los más frecuentes el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco superior (34,04 %), Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco inferior (24,84 %), Mediterráneo pluviestacional oceánico supramediterráneo inferior subhúmedo inferior (10,2 %) y Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior subhúmedo inferior (9,2 %).
- La serie de vegetación más frecuente en el territorio analizado es la de los encinares rotundifolios bajoaragoneses riojano-estelleses y bilbi-

litanos *Quercus rotundifoliae sigmetum*. Puede prosperar en un total de 8 isobioclimas, siendo el más frecuente el Mediterráneo pluviestacional oceánico mesomediterráneo superior seco superior.

- Consideramos que los resultados obtenidos en este trabajo podrían ser de utilidad para las instituciones y gestores encargados de elaborar políticas relacionadas con la conservación, gestión y ordenación del territorio.

Referencias bibliográficas

- Castroviejo, S. (coord. gen.). 1986-2012. *Flora Iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. Madrid, España.
- Esri. 2023. ArcGIS Pro (Versión 3.1.3) [Programa de ordenador]. Redlands, CA: Esri.
- Ferreiro-Lera, G. B., Penas, Á. y del Río, S. 2022. Bioclimatic drought trend study through the application of the ombroseric index. A case study: the province of León (Spain). *Journal of Maps*, 18(2):519-529.
- González-Pérez, A., Álvarez-Esteban, R., Penas, Á. y del Río, S. 2022. Analysis of recent mean temperature trends and relationships with teleconnection patterns in California (U.S.). *Applied Sciences*, 12(10):5831.
- González-Pérez, A., Álvarez-Esteban, R., Penas, Á. y del Río, S. 2023. Bioclimatic characterisation of specific native californian pinales and their future suitability under climate change. *Plants*, 12(10):1966.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P. y Kessler, M. 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4:170122.
- Microsoft Corporation (2023) Excel 365 (Versión 16.0) [Programa de ordenador]. Redmond, WA: Microsoft Corporation.
- Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Díez-Garretas, B., Molero, J., Valle, F., Cano, E., Costa, M., Villar, L., Díaz, T.E., Fernández Prieto, J.A., Llorens, L., del Arco, M., Fernández-González, F., Sánchez-Mata, D., Penas, Á., Herrero, L., del Río, S., Masalles, R., Ladero, M., Amor, Á., Izco, J., Amigo, J., Loidi, J., Navarro, G., Cantó, P., Alcáraz, F., Bascónes, J.C. y Soriano, P. 2011b. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España [Memoria del mapa de vegetación potencial de España] Parte II. *Itinera Geobotanica*, 18(1):5-800.
- Rivas-Martínez, S., Gutiérrez, G., Andrade, J. M. A., Montero, J. L. y González Rebollar, B. J. L. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España 1ª ed. Madrid: ICONA. Madrid, España.
- Rivas-Martínez, S., Penas, Á., Díaz-González, T.E., Cantó, P., del Río, S., Costa, J.C., Herrero, L. y Molero, J. 2017. Biogeographic units of the Iberian Peninsula and Balearic Islands to district level. A concise synopsis. In: Loidi J. et al. The Vegetation of the Iberian Peninsula. *Plant and Vegetation*, 12: 131-188.

Rivas-Martínez, S., Rivas-Sáenz, S. y Penas, Á. 2011a. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, 1:1-638 + 4 maps.

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/what-is-ebk-regression-prediction-.htm> (acceso: 16/05/2024).