

CARACTERIZACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Aitor ÁLVAREZ-SANTACOLOMA¹, Giovanni Breogán FERREIRO-LERA¹,
Alejandro GONZÁLEZ-PÉREZ¹, Ángel PENAS MERINO^{1,2}, Sara DEL RÍO
GONZÁLEZ^{1,2}

¹Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica). Fac. CC. Biológicas
y Ambientales Univ. León. Campus de Vegazana s/n. 24071. León (España)

²Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica). Fac. CC. Biológicas
y Ambientales Univ. León. Instituto de Ganadería de Montaña CSIC-ULE. Campus
de Vegazana s/n. 24071. León (España).

aalvas@unileon.es, gferri00@estudiantes.unileon.es, agonp@unileon.es,
apenm@unileon.es, sriog@unileon.es

RESUMEN

En el estudio se lleva a cabo el primer análisis bioclimático pormenorizado de la comunidad autónoma del Principado de Asturias. Para ello, se ha utilizado el sistema de clasificación propuesto por Rivas-Martínez *et al.* (2011), profundizando en la caracterización bioclimática de dicho territorio a partir de los datos climáticos mensuales de un total de 1182 estaciones termoplúviométricas. Se calcularon los distintos parámetros e índices bioclimáticos que determinaron los macrobioclimas, bioclimas, pisos bioclimáticos (termotipos y ombrotipos), así como sus horizontes y las variantes bioclimáticas existentes en el territorio objeto de estudio. Con los valores obtenidos y mediante el uso del método geoestadístico de interpolación Kriging Bayesiano Empírico, se han elaborado mapas de las distintas unidades bioclimáticas que nos han permitido caracterizar bioclimáticamente el territorio asturiano. Se han reconocido en el área de estudio un macrobioclima, dos bioclimas, una variante bioclimática, ocho horizontes termotípicos y seis horizontes ombrotípicos.

Palabras clave: Asturias, bioclimas, Kriging Bayesiano Empírico, pisos bioclimáticos.

ABSTRACT

The study carries out the first detailed bioclimatic analysis of the autonomous community of the Principality of Asturias. The classification system proposed by Rivas-Martínez *et al.* (2011) was followed, go deeper into the bioclimatic characterization of the studied territory based on monthly climatic data from 1182 thermoplúviometric stations. The different bioclimatic parameters and indices were calculated to determine the macrobioclimates, bioclimates, bioclimatic belts (thermotypes and ombrotypes), as well as their horizons and the existing bioclimatic variants in the study area. With the values obtained and using of the Empirical Bayesian Kriging, a geostatistical interpolation method, were draw maps of the different bioclimatic units that have allowed us to characterize the Asturian territory were drawn. A macrobioclimate, two bioclimates, a bioclimatic variant, eight thermotypical horizons and six ombrotypical horizons have been recognized in the

study area.

Keywords: Asturias, bioclimates, bioclimatic belts, Empirical Bayesian Kriging.

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano toma conciencia de la importancia que tiene el clima en el desarrollo de sus civilizaciones desde la prehistoria, debido, entre otros aspectos, a la implicación que este tiene en el desarrollo y mejora de sus cultivos. Los primeros estudios meteorológicos se desarrollaron en la sociedad griega, aunque los climatológicos fueron más tardíos. La Meteorología y Climatología no experimentaron un notable desarrollo hasta la invención de los instrumentos de medida (termómetro, pluviómetro, barómetro, etc.), siendo entonces cuando el clima pasa a ser mensurable además de perceptible (del Río González, 2005). El avance científico se ha diferenciado en varias ramas de conocimiento, así podemos diferenciar entre Meteorología, Climatología y Bioclimatología. La Meteorología es la disciplina encargada del estudio de los fenómenos atmosféricos puntuales, mientras que la Climatología incorpora a la anterior la variable temporal, tratándose del estudio de los fenómenos atmosféricos estables que caracterizan a un territorio (Diccionario de la Real Academia Española, 2022). La integración del clima en el estudio de los seres vivos determina el origen de la Bioclimatología, que es la ciencia ecológica que estudia las relaciones entre estos, las comunidades que conforman, y el clima (Rivas-Martínez, 2007). Si el objeto de estudio de la Bioclimatología se centra en las comunidades vegetales, puede denominarse Fitoclimatología, disciplina incluida dentro de la Geobotánica, que es la ciencia que estudia las relaciones entre la vida vegetal y el medio terrestre.

1.1. Clasificaciones bioclimáticas

Los sistemas de clasificación bioclimática no son tan numerosos como aquellos que se centran en parámetros exclusivamente físicos, pero también han tenido su desarrollo y evolución a lo largo de la historia.

El primer sistema de clasificación bioclimática fue creado por el alemán Wladimir Peter Köppen en 1900 (con adaptaciones en 1936), quien desarrolló su clasificación atendiendo solamente a las variables ambientales precipitación (P) y temperatura (T), concretamente a la precipitación del mes más cálido de año y a la temperatura media del mes más frío. Además, su sistema utiliza los límites naturales de ciertas formaciones vegetales como indicadores de fronteras entre distintos tipos climáticos, motivo por el cual la clasificación se considera bioclimática (Köppen, 1948).

En 1931 Charles Warren Thornthwaite desarrolla un método de clasificación basado en el concepto de “eficacia de la precipitación (P-E)”. El autor relaciona este concepto con las zonas limítrofes entre las distintas formaciones vegetales y definiendo territorios en función de la humedad. Pasados los años, se incorporó al sistema el concepto de evapotranspiración potencial (ETP), definida como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse sobre una superficie de agua libre e inagotable bajo unas condiciones climáticas determinadas (Thornthwaite, 1948).

En las últimas décadas, el Profesor Salvador Rivas Martínez y colaboradores han desarrollado un nuevo modelo de clasificación bioclimática. La primera propuesta realizada por este autor fue publicada en el año 1991, siendo completada y mejorada en los años posteriores con la incorporación de nuevos parámetros e índices bioclimáticos, además de conceptos geobotánicos. Su modelo se basa en el establecimiento de una relación numérica entre el clima y la distribución vegetacional, fundamentándose en los siguientes conceptos (Rivas-Martínez *et al.*, 2011):

- La Bioclimatología, las series de vegetación y la Biogeografía tienen una relación recíproca.
- El Macrobioclima de las zonas altas de las montañas es el mismo que el de las áreas que conforman su base o piedemonte.
- La estacionalidad de las precipitaciones es tanto o más importante que su cuantía.
- La latitud influye en la distribución de la vegetación debido a la radiación incidente.
- La amplitud térmica en los meses más extremos influye significativamente en el desarrollo y distribución de la vegetación.
- La orografía influye en los movimientos reproductores de la vegetación, limitando la amplitud de su área de distribución y de sus posibles colonizaciones.

A diferencia del resto de clasificaciones, en la propuesta de Rivas-Martínez:

- No solamente existe un tipo de clima desértico, sino que los desiertos se pueden encontrar en distintos tipos de macrobioclimas.
- Las altas montañas no tienen un clima único, sino que depende de su localización geográfica.
- El macrobioclima Mediterráneo tiene mayor extensión que las propuestas bioclimáticas anteriores, caracterizándose por la existencia de un periodo de sequía en la época estival.

En este sistema se reconocen las siguientes unidades bioclimáticas: macrobioclima (unidad de mayor rango en el sistema), bioclima (unidad básica del sistema), variante bioclimática y piso bioclimático (conformado por termostipo y ombrotipo).

1.2. Área de estudio

El territorio elegido para realizar el estudio es la comunidad autónoma del Principado de Asturias, situada al noroeste de la Península Ibérica. Esta comunidad autónoma ocupa un área total de 10.602 km², extendiéndose desde 42°53'N/6°48'W a 43°34'N/4°30'W (Prieto Sisniega *et al.*, 2018).

Asturias se caracteriza por la presencia de formaciones más elevadas en el sur, disminuyendo paulatinamente la altitud hasta alcanzar la cota del mar en el norte. La parte meridional es claramente singular debido a la presencia de la Cordillera Cantábrica, donde se encuentran las cimas de mayor altitud, pudiendo destacar: Torre Cerredo (2.650 msnm), Naranjo de Bulnes (2.519 msnm) y Peña Ubiña (2.417 msnm). La orografía del territorio se perfila en torno a las marcadas cuencas hidrográficas de sus principales cursos fluviales, destacando los ríos Navia, Nalón y Sella. Además, en el Principado también existen formaciones montañosas interiores que, aunque presenten menor altitud en comparación con la Cordillera Cantábrica, definen su paisaje, pudiendo destacar la Sierra del Cuera, el Cordal de Lena y la Sierra de Rañadoiro. La línea de costa es irregular, singularizada por las desembocaduras

fluviales y la presencia de numerosas proyecciones terrestres, entre las que destacan el Cabo de Peñas (punto más septentrional del área de estudio), el Cabo Vidio y Cabo Lastres. Su situación geográfica dentro de España se muestra en la Figura 1.

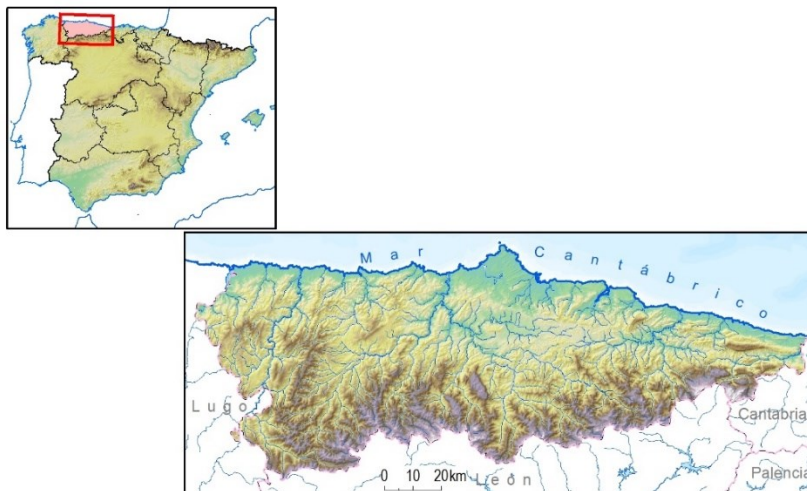


Fig. 1: Localización del Principado de Asturias dentro de España. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020).

2. MÉTODOS

Las diagnósis bioclimáticas y, por tanto, la caracterización bioclimática del territorio, se ha realizado utilizando el sistema de clasificación bioclimática propuesto por Rivas-Martínez *et al.* (2011). Para ello, se han calculado los parámetros e índices bioclimáticos planteados en el modelo, que se muestran en la Tabla 1. Una vez obtenidos los datos y realizados los cálculos se inicia el análisis espacial, metodología que permite presentar los resultados en formato mapa.

2.1. Obtención de datos

El trabajo se inició con la recopilación de datos climáticos disponibles en "Worldwide Bioclimatic Classification System" (Rivas-Martínez *et al.*, 2011) para el área de estudio. La base de datos se completó mediante la aplicación de los modelos de estimaciones climáticas de Sánchez Palomares *et al.* (1999). El modelo permite el cálculo de los valores de temperatura y precipitación mensual, teniendo en cuenta la posición del lugar a caracterizar y la cuenca hidrográfica a la que pertenece. Las localidades se han seleccionado procurando cubrir la máxima superficie posible, además de asegurar la posición en las cumbres, laderas y valles para que tanto los datos como los resultados sean representativos del lugar. El área de estudio se incluye en la denominada Cuenca Norte de España, en el Sector Centro-Occidental. Dentro del sector citado anteriormente, corresponden al territorio objeto de análisis las

cuenca de los ríos Deva, Eo, Nalón, Navia, Porcia y Sella. Una vez completados los cálculos, estos se añaden a los datos iniciales, generando una base de datos muy exhaustiva de la región.

El tratamiento de los datos se ha realizado con el software Microsoft Excel 2016.

Parámetros e índices bioclimáticos	Abreviatura	Definición
Temperatura media mensual	Ti	Media aritmética de las temperaturas medias diarias para un mes dado (i)
Precipitación mensual	Pi	Suma de las precipitaciones diarias para un mes dado (i)
Temperatura máxima	Tmáx	Temperatura media del mes más cálido
Temperatura mínima	Tmín	Temperatura media del mes más frío
Temperatura positiva	Tp	Suma de las Ti, siempre que sean superiores a 0°C (expresado en décimas de grado)
Precipitación positiva	Pp	Suma de las Pi, siempre que $T_i > 0^\circ\text{C}$
Índice de continentalidad	Ic	Diferencia entre Tmáx y Tmín
Índice de termicidad	It	Suma de la temperatura media de las máximas del mes más frío del año, de la temperatura media de las mínimas del mes más frío del año y la temperatura media anual, todo ello multiplicado por 10
Índice ombrotérmico anual	Io	Relación entre Pp y Tp, todo ello multiplicado por 10
Índices ombrotérmicos estivales	Ios ₂ , Ios ₃ , Ios ₄	Relación entre P y T de los dos, tres y cuatro meses más cálidos del año

Tabla 1: Parámetros e índices bioclimáticos utilizados (Rivas-Martínez et al., 2011)

2.2. Análisis espacial

Los valores de la base de datos bioclimática son puntuales, y para la caracterización bioclimática espacial del territorio ha sido necesario realizar la interpolación de los parámetros e índices bioclimáticos, transformándolos de valores discretos a continuos. Este proceso se ha llevado a cabo utilizando el método de interpolación geostatístico denominado Kriging bayesiano empírico (EBK) y utilizando cinco puntos vecinos. Se ha utilizado el software ArcGis 10.6.1. para los cálculos y representaciones. Se presentarán los resultados en formato de mapa, para las escalas temporales en las que aparezcan las unidades bioclimáticas, utilizando el sistema de coordenadas ETRS

1989 UTM Zona 30 y la proyección Transverse Mercator. El EBK es una modalidad de Kriging que se diferencia del resto de métodos de interpolación ya que tiene en cuenta los errores de cálculo en la estimación del semivariograma (Environmental Systems Research Institute, 2016). El EBK funciona con mayor precisión para los estudios basados en datos de precipitación que el resto de kriging, ya que estos últimos solo tienen en cuenta la mayor densidad de distribución de valores para generar los escenarios predictivos (Krivoruchko y Gribov, 2019).

3. RESULTADOS

Los datos climáticos para realizar la caracterización bioclimática de Asturias se obtuvieron a partir de un total de 1182 estaciones termopluviométricas. De las anteriores, 161 son las extraídas de “Worldwide Bioclimatic Classification System” (Rivas-Martínez *et al.*, 2011) y 1021 correspondieron a datos obtenidos a partir del método de estimaciones climáticas de Sánchez Palomares *et al.* (1999). La localización geográfica de estaciones con las que se ha trabajado se representa sobre un modelo digital de elevaciones en la Figura 2.

Los resultados obtenidos indican que la totalidad del territorio asturiano se encuentra enmarcado dentro del Macrobioclima Templado, caracterizado por la ausencia, o en su caso compensación, de la sequía estival. En este caso, existen localidades que a priori presentan Macrobioclima Mediterráneo, ya que $Ios_2 < 2$, si bien estos valores son compensados. Esta compensación de la sequía estival determina en estos territorios la existencia de la variante bioclimática submediterránea dentro del macrobioclima Templado. Las estaciones que han presentado la variante submediterránea, con sus valores de índices ombrotérmicos, se compilan en la Tabla 2. También presentan variante submediterránea áreas con valores de $Ios_2 > 2$ en las que se cumple que al menos en un mes de verano $P < 2,8T$. Los hechos comentados anteriormente determinan que la extensión de la variante submediterránea en el territorio de estudio sea elevada, con un porcentaje de ocupación del 82,56% y quedando exentas de la misma las áreas más meridionales y las sierras interiores de mayor altitud.

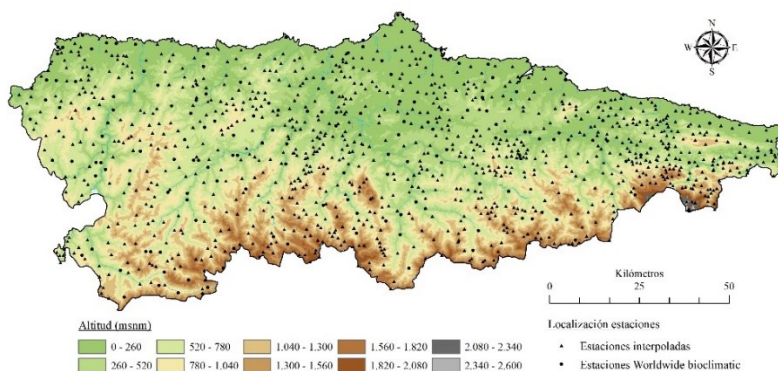


Fig. 2: Localización de las estaciones termopluviométricas usadas en el trabajo sobre un modelo digital de elevaciones del Principado de Asturias. Fuente:

elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020) y la base de datos generada para el estudio.

Estación	Latitud	Longitud	Io	Ios₂	Ios₃	Ios₄	Compensa	Macrobioclima
Barca	43,03	-6,96	7,19	1,80	2,34	3,05	Sí	Templado
Cibuyu	43,13	-6,58	7,53	1,99	2,56	3,28	Sí	Templado
Omente	42,98	-6,74	8,50	1,97	2,61	3,46	Sí	Templado
Pelorde	43,28	-6,85	6,72	1,98	2,48	3,12	Sí	Templado
Pola de Somiedo (G.C.)	43,08	-6,25	7,60	1,75	2,19	2,34	Sí	Templado
Puente de Vitos	43,21	-6,94	6,93	1,94	2,45	3,12	Sí	Templado
Sena	43,05	-6,95	8,09	1,96	2,55	3,35	Sí	Templado
Soto de la Barca	43,28	-6,38	6,46	1,98	2,52	2,63	Sí	Templado
Tapia	43,57	-6,93	5,09	1,87	3,05	3,34	Sí	Templado
Viñal	43,01	-6,96	7,28	1,80	2,34	3,07	Sí	Templado

Tabla 2: Estaciones con variante submediterránea con sus índices ombrotérmicos, que indican la relación entre P y T anual, además de los dos, tres y cuatro meses más cálidos del año. También se indica si es compensada la sequía estival y el Macrobioclima en el que se enmarca la estación term pluviométrica analizada.

Todo el territorio posee un $I_o > 3,6$, por tanto, los límites de los bioclimas se determinan a través del índice de continentalidad (I_c). El Principado presenta los bioclimas Templado oceánico, que es el más frecuente con un porcentaje de extensión del 76,34%, y Templado hipoceánico, ocupando el 23,26% del territorio. El bioclima Templado hipoceánico se localiza en la línea de costa y el Templado oceánico en las áreas más interiores. La representación cartográfica de los bioclimas se ha combinado con la presencia de la variante submediterránea, quedando representadas ambas unidades bioclimáticas en la Figura 3. El bioclima Templado hipoceánico se extiende por las áreas más cercanas a la costa, y presenta la variante submediterránea en gran parte de su extensión, quedando exentas de submediterraneidad las áreas más elevadas. El bio-clima Templado oceánico se extiende por el resto del territorio de estudio, las áreas de menor elevación, incluidas en este, presentan la variante submediterránea, mientras que no existe en ningún caso dicha variante en el resto del mismo, que ocupa los territorios más elevados de la Cordillera Cantábrica y las áreas altas de las formaciones montañosas interiores del Cordal de Lena, Sierra del Cuera, Sierra de Rañadoiro, Sierra de Sobia y Sierra de San Isidro.

Los termotipos presentes en Asturias comprenden desde el criorotemplado, que no podemos representar por su pequeño tamaño, y sito en las zonas cacuminales de los Picos de Europa, pasando por el orotemplado superior (en las zonas con mayor alti-

tud), hasta el termotemplado superior, en las áreas costeras con menor altitud (Figura 4). Para su delimitación se han tenido en cuenta tanto el índice de termicidad (I_t), que es igual que el índice de termicidad compensado (I_{tc}) ya que en este territorio el I_c siempre se encuentra comprendido entre 8 y 18, y la temperatura positiva (T_p), ya que en muchos casos $I_{tc} < 120$. En la Figura 4 se puede observar cómo se adentran los territorios más térmicos hacia las zonas interiores en los fondos de los valles. Además, se observa que los territorios termotemplados siempre se encuentran dentro del bioclima Templado hiperoceánico submediterráneo y los orotemplados dentro del bioclima Templado oceánico. El termotipo con mayor representación en Asturias es el mesotemplado inferior, con un 32,88% de extensión.

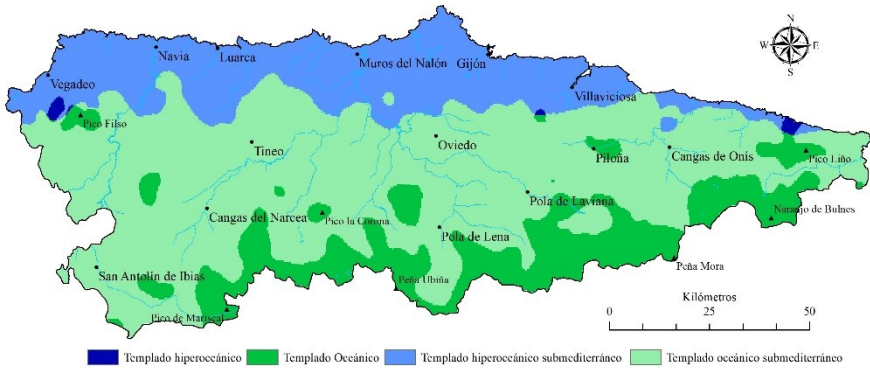


Fig. 3: Extensión de los bioclimas y de la variante submediterránea en el Principado de Asturias. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020) y la base de datos generada para el estudio.

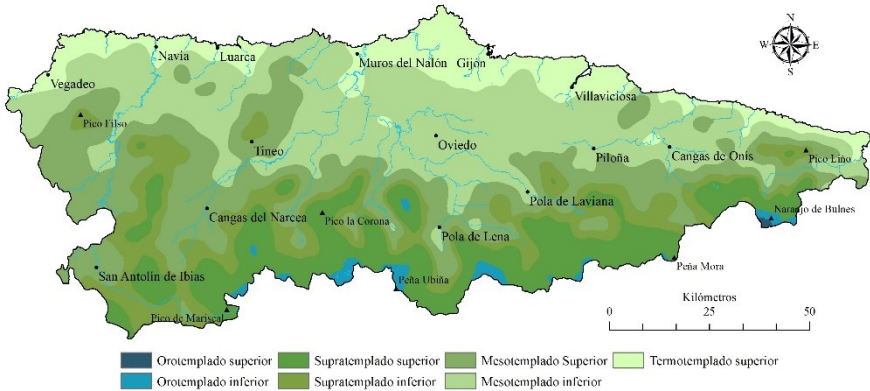


Fig. 4: Termotipos presentes en el Principado de Asturias. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020) y la base de datos generada para el estudio.

Los ombrotipos existentes en el área de estudio engloban desde el tipo ultrahiperhúmedo, sito exclusivamente en las zonas más elevadas de Picos de Europa y con valores de $I_o > 24$, hasta el subhúmedo superior presente en las áreas más costeras y con un valor mínimo de $I_o = 5,75$. El ombrotipo subhúmedo superior se encuentra solamente en el Cabo de Peñas, el Cabo Busto y en el Cabo Cebes, lo que denota territorios especialmente secos debido a los fuertes vientos. El ombrotipo subhúmedo se reconoce únicamente dentro del bioclima Templado hiperoceánico submediterráneo. En el extremo opuesto, se encuentra la Cordillera Cantábrica y dentro de ella los Picos de Europa, donde la elevada precipitación es debida a la prominente elevación, siendo una barrera para los frentes nubosos que provienen en cualquier dirección, pero preferentemente en la Norte-Sur y viceversa, lo que provoca que estas áreas montañosas sean bastante húmedas. Los territorios ultrahiperhúmedos, como el Naranjo de Bulnes con un $I_o = 48,95$, Peña Orniz con un $I_o = 46,36$ o el Pico Jou de los Broches con un $I_o = 46,04$, e hiperhúmedos superiores, como el Pico Cicueta con un $I_o = 23,92$, el Pico Pelitrón con un $I_o = 23,82$ y Peña Mea con un $I_o = 23,52$, se encuentran enmarcados dentro del bioclima Templado oceánico. En la Figura 5 se presenta el mapa de ombrotipos para la zona de estudio. El ombrotipo más extendido es el húmedo inferior con un 50,56% de extensión.

Los mayores valores del índice de continentalidad se dan en las zonas montañosas alejadas de la línea de costa y los valores más bajos en la zona septentrional. El valor más bajo de este índice, que se corresponde con el subhiperoceánico fuerte, se da en el Cabo de Peñas ($I_c = 9,12$) y en una pequeña área del noroccidente, mientras que los valores más elevados, se dan en la Cordillera Cantábrica, en Peña Rueda con un $I_c = 15,38$, y en los Picos de Europa, en el Neverón del Uriellu con un $I_c = 15,47$, siendo este el mayor valor registrado. Cabe destacar que existen niveles elevados de continentalidad en la Sierra del Cuera ($I_c = 13,12$), situada en la zona centro-oriental, debido a su altitud y que niveles medios de oceanidad se extienden por los fondos de valle, como en Mieres del Camino con un $I_c = 11,65$, más pronunciados hacia áreas interiores. En la Figura 6 se representan los niveles de continentalidad existentes en Asturias.

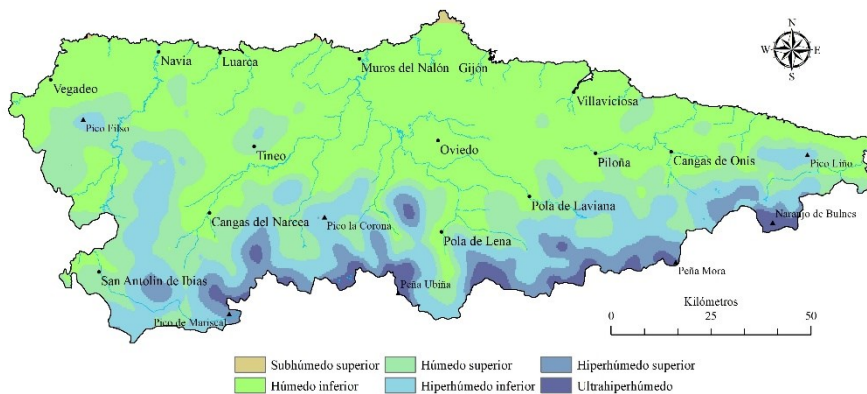


Fig. 5: Ombrotipos presentes en el Principado de Asturias. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020) y la base de datos generada para el estudio.

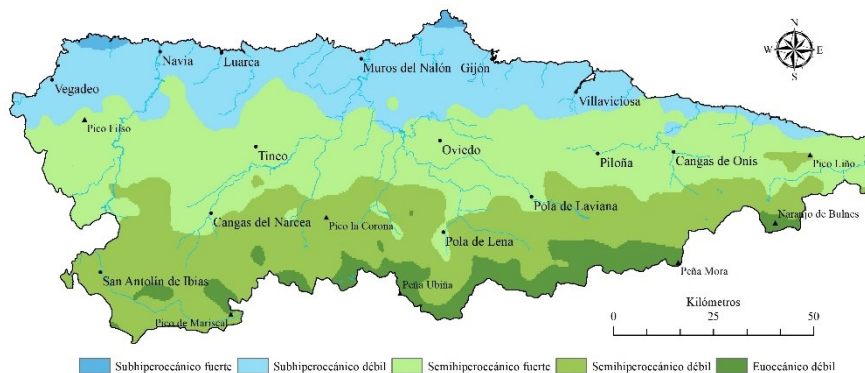


Fig. 6: Niveles de continentalidad en el Principado de Asturias. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, 2020) y la base de datos generada para el estudio.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo son coincidentes, en lo que a unidades bioclimáticas se refiere, con los presentados en estudios anteriores (Díaz González y Fernández Prieto, 1994; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Rivas-Martínez *et al.*, 2011). Hay que mencionar, sin embargo, que en los trabajos anteriormente citados no se ha realizado la caracterización bioclimática con un número tan elevado de estaciones, ni con una escala cartográfica tan detallada, ya que hasta el momento no se habían diferenciado los horizontes bioclimáticos a nivel cartográfico.

El único estudio bioclimático realizado hasta la fecha de Asturias (Díaz González & Fernández Prieto, 1994) utiliza exclusivamente 53 estaciones para establecer la diagnosis bioclimática, y no realiza técnicas de interpolación para representar cartográficamente las diferentes unidades bioclimáticas existentes. La resolución espacial ha mejorado desde un tamaño de píxel de 100 km² en el trabajo de Rivas-Martínez *et al.* (2011) hasta un tamaño de píxel de 16 m² en el presente estudio. La escala de representación en el trabajo de Rivas-Martínez *et al.* (2002), para España y Portugal es de 1:7.000.000 y Rivas-Martínez *et al.* (2011) para el Mundo es de 1:100.000.000, pasando en el presente trabajo a una escala 1:800.000.

Tras la realización del presente trabajo, se concluye:

- En el Principado de Asturias se reconoce el macrobioclima Templado y los bioclimas Templado hiperocéánico y Templado oceánico. La variante bioclimática submediterránea puede aparecer en cualquiera de los dos bioclimas anteriores.

- Se reconocen en el área de estudio ocho horizontes termotípicos, comprendiendo desde el criotemplado inferior, en las áreas más elevadas (sin dibujar debido a su escasa extensión), hasta el termotemplado superior en las cotas más bajas.
- Están presentes en el territorio seis horizontes ombrotípicos, variando desde el ultrahiperhúmedo hasta el subhúmedo superior, localizado en el Cabo de Peñas.
- Los niveles de continentalidad en el Principado de Asturias comprenden desde el semihiperoceánico fuerte al euoceánico débil.

REFERENCIAS

- Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG (2020). Centro de Descargas. Disponible en: <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> (Accedido: 10 de febrero de 2020)
- del Río González, S. (2005). El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). *Itinera Geobotánica*, 16, pp. 5-534.
- Díaz González, T. E. y Fernández Prieto, J. A. (1994). El Paisaje Vegetal de Asturias. *Itinera Geobotánica*, 8, pp.5-242.
- Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016). ¿Qué es un Kriging bayesiano empírico? Disponible en: <https://cutt.ly/mi4VmKQ> (Accedido: 15 de mayo de 2020).
- Köppen, W. (1948). *Climatología. Con un estudio de los climas de la Tierra*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Krivoruchko, K. y Gribov, A. (2019). Evaluation of empirical Bayesian kriging. *Spatial Statistics*, 32, 100368.
- Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española*. Disponible en: <https://www.rae.es/> (Accedido: 20 de enero de 2022).
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. y Penas, A. (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotánica*, 15(1): 5-432.
- Rivas-Martínez, S. (2007). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. *Itinera Geobotánica*, 17, pp. 5-436.
- Rivas-Martínez, S., Rivas, S. y Penas, A. (2011). Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, 1(1), pp. 1-638.
- Sánchez Palomares, O., Sánchez Serrano, F. y Carretero Carrero, M.^a P. (1999). *Modelos y Cartografía de Estimaciones Climáticas Termoluviométricas para la España Peninsular*. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Thorntwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38(1), pp. 55-94.
- Prieto Sisniega, D., Mora García, M., Fernández Menéndez, S., Rivas Soriano, L. & de Pablo Dávila, F. (2018). Evidence for the influence of land uses and soil types on cloud-to-ground lightning activity in Asturias (Spain). *Atmospheric Research*, 203, pp. 62-67.