

COMPARACIÓN DE DOS ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

POR

ANTONIO SAA, ROBERTO DE ANTONIO, JAVIER ALMOROX
y JOSÉ MARÍA GASCO

Introducción

La regulación del clima por las grandes masas de agua es un hecho incontrovertible que ha llevado a considerar la continentalidad-oceanidad como uno de los factores climáticos más importantes. Esta consideración viene avalada para la Península Ibérica por ejemplos como los siguientes.

— El interior de la Península está dominada, en términos medios, por las bajas presiones en julio mientras que en enero lo está por las altas presiones superficiales.

— Si observamos dos mapas de rosas de los vientos, correspondientes a un mes de verano y otro de invierno, respectivamente, aparecen claramente los regímenes de brisa de mar-brisa de tierra en las zonas costeras y la canalización de los vientos por los grandes valles.

— Julio no es claramente el mes más cálido en la Península, sino que masas de aire relativamente frescas de origen atlántico hacen que se retrase a agosto (o incluso a septiembre, en condiciones extremas de

Antonio Saa, Roberto de Antonio, Javier Almorox y José María Gasco. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

Estudios Geográficos
Tomo LIII, n.º 209, octubre-diciembre 1992

exposición) el alcanzar las máximas temperaturas medias mensuales (Font, 1983).

— Hay un gradiente general de las temperaturas de la periferia al centro de la Península, negativo en invierno y positivo en el estío.

— La periferia mediterránea es más cálida que la atlántica.

— La amplitud de la variación anual de la temperatura aumenta de la periferia hacia el centro.

— La máxima pluviosidad invernal afecta a las zonas occidentales de los valles abiertos del Tajo, Guadiana y Guadalquivir, así como a la costa cantábrica. La estación de máxima pluviosidad es primaveral en la cuenca del Duero y en la zona interior que va de La Mancha oriental al Pirineo andorrano. En la costa mediterránea oriental, la máxima pluviosidad es otoñal.

La importancia de la continentalidad obligó a su consideración desde los primeros pasos de la climatología y hoy sigue siendo referencia obligada en los estudios climáticos (Duckson, 1982). De los muchos índices propuestos seleccionamos el de Gorczynski y el de Kerner.

Gorczynski (1920) propone el índice de continentalidad

$$C_i = 1.7 \cdot \frac{tm_{12} - tm_1}{\text{sen } \varphi} - 20.4$$

tm_{12} Temperatura media del mes más cálido, tm_1 Temperatura media del mes más frío, φ latitud

Este índice establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual basándose en que la inercia térmica del océano modera las temperaturas (más frescas en verano y cálidas en invierno) de las tierras más próximas a él. Esta relación está matizada por la latitud para compensar la tendencia de la oscilación térmica a incrementarse (con los contrastes estacionales) a medida que nos acercamos al Polo. Para la Península Ibérica, Font propone los valores 10, 20 y 30 como límites de las condiciones marítimas, medias, continentales y extremadas.

El índice de Kerner (1905) es definido por la expresión

$$C_k = 100 \cdot \frac{tm_x - tm_{IV}}{tm_{12} - tm_1}$$

tm_x Temperatura media del mes de octubre, tm_{IV} Temperatura media del mes de abril, tm_{12} Temperatura media del mes más cálido, tm_1 Temperatura media del mes más frío

Este es un índice de oceanidad y, por tanto, la amplitud anual media de la temperatura pasa al denominador. El numerador de la expresión se basa en el hecho de que la cercanía al mar redundaría en primaveras más frescas y otoños más cálidos. En conjunto se puede interpretar como un porcentaje de la oscilación térmica entre otoño y primavera en relación a la anual.

Font (1983) analiza sólo el índice de Gorczynski destacando: (a) la limitación del clima marítimo a una franja costera occidental; (b) la gran extensión del clima continental, con zonas extremadas en la Meseta Sur, Alto Guadalquivir y centro de la Depresión del Ebro, así como (c) los altos valores de la costa mediterránea. Respecto al índice de Kerner, Font asume que sus valores serían inversos pero con la misma distribución geográfica.

El hecho de que la parte occidental de la Meseta Sur, con valles abiertos al Atlántico, tenga valores más elevados de continentalidad (según el índice de Gorczynski) que la Meseta Norte, protegida de la influencia marina por sendas cadenas montañosas, tanto al norte como al oeste, está en contradicción con algunos de los ejemplos citados anteriormente como denotadores de la influencia marina; aunque se puede explicar en parte por la atenuación de la oscilación térmica con la altitud. Por esto, nos decidimos a comparar los dos índices de continentalidad bajo la hipótesis previa de que el de Kerner, que contempla contrastes primavera-otoño además de contrastes verano-invierno, reflejaría mejor la influencia oceánica.

Material y métodos

Partimos de la recopilación de datos climáticos de Font (1983) que abarca el conjunto de la Península y que sirvieron de base al estudio de continentalidad referido anteriormente. Corresponden los datos a un conjunto de 88 estaciones que incluye una buena representación de estaciones portuguesas (23), aunque no nos permitirán grandes escalas de trabajo.

Las variables consideradas son las de localización de las estaciones y las termométricas requeridas para el cálculo de los índices de continentalidad. Además se ha considerado la altitud en cuanto variable extraña que podría estar interaccionando con el factor continentalidad estudiado.

Se han calculado, para cada estación, los dos índices de continentalidad-oceanidad recogidos en la introducción.

Índice de Gorczynski (1920) Cg
Índice de Kerner (1905) Ck

La distribución espacial de los valores de cada índice se estudia sobre la cartografía realizada automáticamente con el algoritmo de interpolación «inversa de la distancia al cuadrado» y sin introducir modificaciones en base a algún presupuesto climático.

La relación entre los dos índices se aborda realizando la correlación lineal entre ellos. La incidencia de la altitud se pretende estudiar correlacionando los residuos de la regresión anterior con esta variable.

Resultados y discusión

Los valores de los dos índices de continentalidad-oceanidad obtenidos para los 88 observatorios tienen los siguientes parámetros estadísticos

ÍNDICE	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Cg	18.5	9.0	48.6
Ck	19.3	8.2	42.5

Los histogramas de frecuencia de los valores de los dos índices de continentalidad se recogen en la figura 1. Los mapas de las figuras 2 y 3 representan los índices Cg y Ck respectivamente.

La regresión lineal entre el índice de Gorczynski (tomado como variable independiente) y el de Kerner nos proporciona los siguientes parámetros

COMPARACIÓN DE DOS ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD...

a	b	R	R ²	e
32.58	-0.72	-0.79 **	0.62	5.05

donde: $C = a + b \cdot C_f$ es la recta de regresión, R es el coeficiente de regresión (** significativo al 99%), R² es el porcentaje de varianza explicada por la regresión, e es el error estándar de la estimación.

La recta de regresión y la representación de los residuos en función de C_g se recogen en la figura 4.

Los coeficientes de variación de los índices en la Península son medios, por debajo del 50%, siendo el correspondiente a Gorczynski algo más elevado.

Los histogramas de frecuencia (figura 1) presentan una cierta asimetría por la tendencia a truncarse para valores de continentalidad altos, lo que pondría de relieve unos gradientes más acusados cuanto mayor es la influencia oceánica, como se pueden observar en la cartografía al percibirse distancias crecientes entre isolíneas de continentalidad a medida que penetramos en el interior de la Península. La asimetría del histograma es especialmente relevante en el caso del índice de Kerner, lo que está de acuerdo con su coeficiente de variación algo más bajo.

Nuestro mapa del índice de Gorczynski (figura 2) muestra algunas diferencias con el obtenido por Font (1983). Éstas son debidas a que, en el caso de este autor, se ha forzado a las isolíneas a ser paralelas a la costa y a adaptarse al trazado de algunos sistemas montañosos, especialmente el Sistema Central y el Ibérico. Una diferencia no explicable son los valores de continentalidad extrema para el valle del Ebro, no tan altos y más hacia el NW en nuestro mapa. Por lo demás, concuerdan las franjas costeras diferenciales del Atlántico-Cantábrico y el Mediterráneo y la zona extremada de La Mancha-Alto Guadalquivir. La distribución sigue prácticamente círculos concéntricos del interior hacia la costa, aunque un poco desplazados hacia el sur.

El índice de Kerner presenta una distribución espacial muy diferente al índice anterior. Se hacen notables un eje de continentalidad máxima en dirección SE-NW y otro secundario en la dirección La Mancha-Los Monegros.

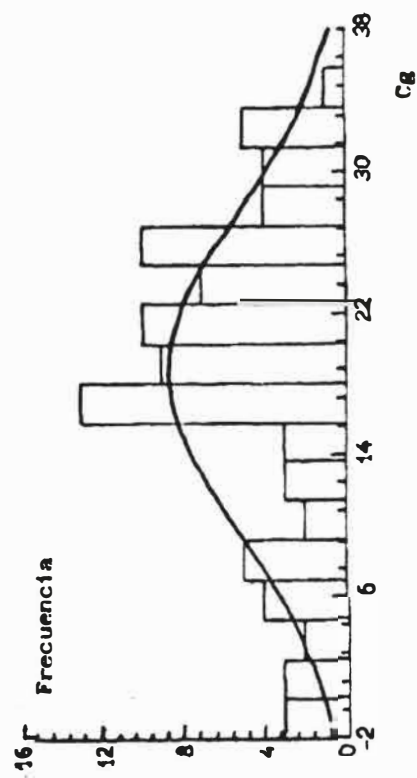
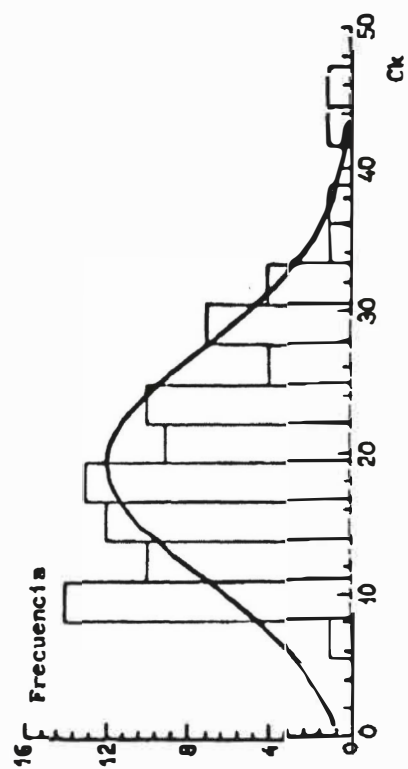


FIGURA 1.—Histogramas de frecuencia de los valores de los índices de continentalidad de Gorky (Cg) y de oceanidad de Kerner (Ck) y las distribuciones normales correspondientes a sus parámetros estadísticos

El valle del Duero presenta ahora un índice de oceanidad claramente menor al del oeste de la Meseta Sur. Es también interesante, y acorde con los conocimientos previos, que destaquen dos zonas de continentalidad extrema en el entorno de las ciudades de Zamora y Palencia, así como otra, menos extrema, sobre Logroño, al abrigo de la Sierra de Cantabria.

Podemos avanzar en la comparación de los índices utilizando la recta de regresión entre ellos, ya que el coeficiente de regresión es significativo (99%) y los residuos se distribuyen aleatoriamente (figura 4). El índice de Groczynski explica sólo el 62% del de Kerner.

No se obtuvo correlación significativa entre los residuos de las regresiones y la altitud de las estaciones a que correspondían. Esto no nos permite ninguna conclusión, ya que la nube de puntos evidenciaba el sesgo del conjunto de estaciones en cuanto a representatividad del factor altitud, lo que ya hemos objetivado en un trabajo anterior (Saa y Gascó, 1990).

Las rectas de regresión nos permiten trasladar los límites fijados por Font para el índice de Gorczynski (10, 20 y 30) a valores del índice de Kerner (26, 18, 10) —recuérdese que el índice de Kerner es explícitamente de oceanidad y correlaciona inversamente con los otros—. Fijándonos en las isolíneas de corte correspondientes a Cg y Ck (en las figuras 2 y 3) confirmamos la aportación del índice de Kerner que desplaza hacia el este en las cuencas del Tajo, Guadiana y Guadalquivir la influencia marina —una aproximación dinámica a esta gradación la encontramos en Fernández García (1980) y Capel Molina y López Molina (1991)—, efecto que no recoge el índice adoptado por Font. La zona de continentalidad extrema se encuentra, para el índice de Kerner, en el eje Ciudad Real-Toledo-Guadalajara, mientras que en Cg se encuentra desplazado hacia el sur agrupando el alto Guadalquivir e incluyendo Albacete. El índice Ck localiza una zona menos continental que su entorno sobre Jaén al contrario que Cg, lo que habría que estudiar a escala de mayor detalle y en el contexto de que Jaén presenta un máximo de temperatura en el mes de agosto al igual que las zonas costeras de la Península Ibérica y al contrario que las zonas más continentales. Ambos localizan sobre Granada una zona de mayor continentalidad justificable por las dificultades que pone el relieve a la penetración de la influencia marina (Capel Molina, 1981).

Si nos fijamos en las zonas costeras, encontramos un efecto similar del relieve en la costa atlántica que reduce el índice de Kerner de los Montes de

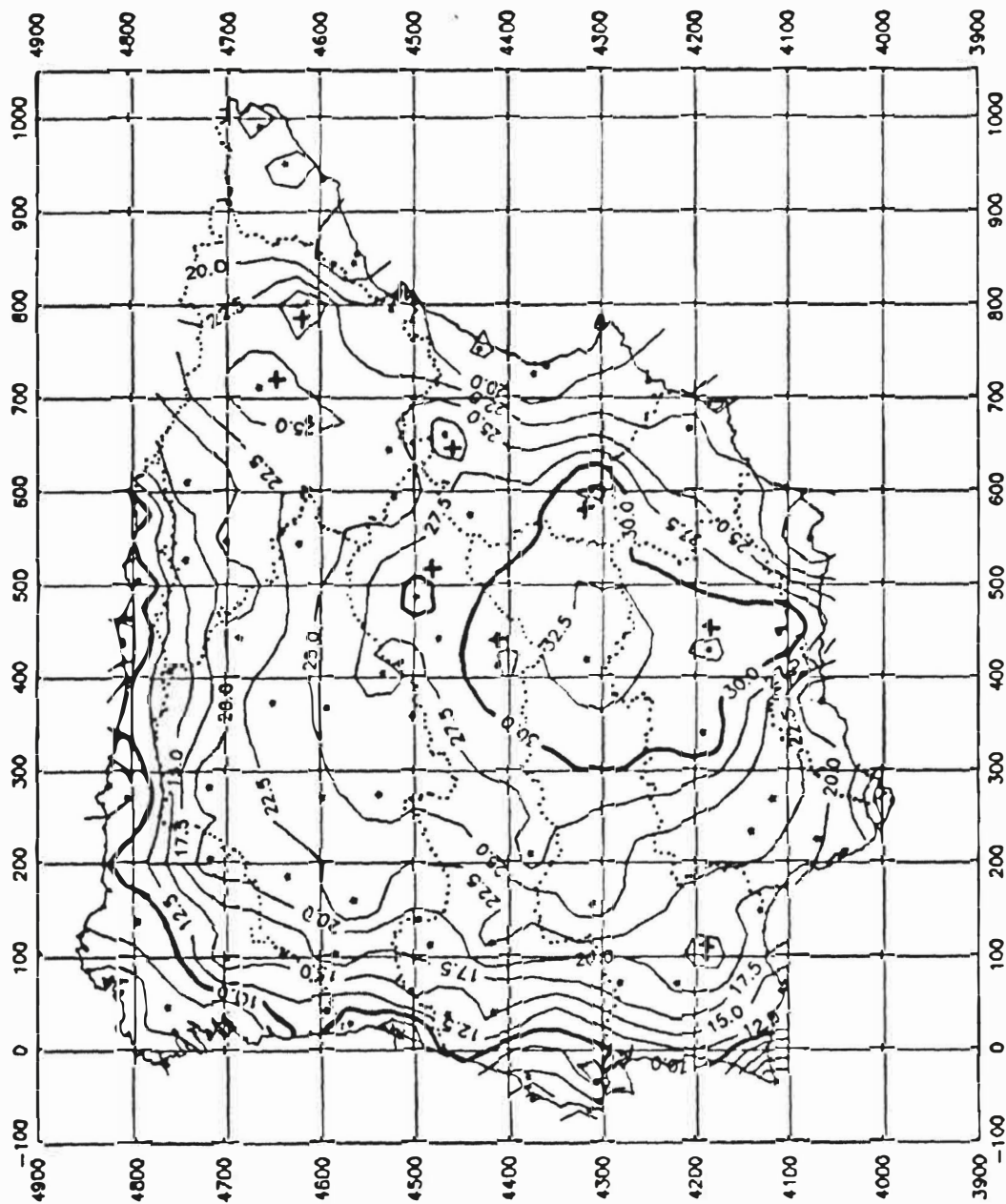


FIGURA 2.—Mapa del índice de continentalidad de Gorczynski. Longitud y latitud en coordenadas UTM referidas al huso 30, Km. Línea de puntos, límite de grandes cuencas hidrográficas

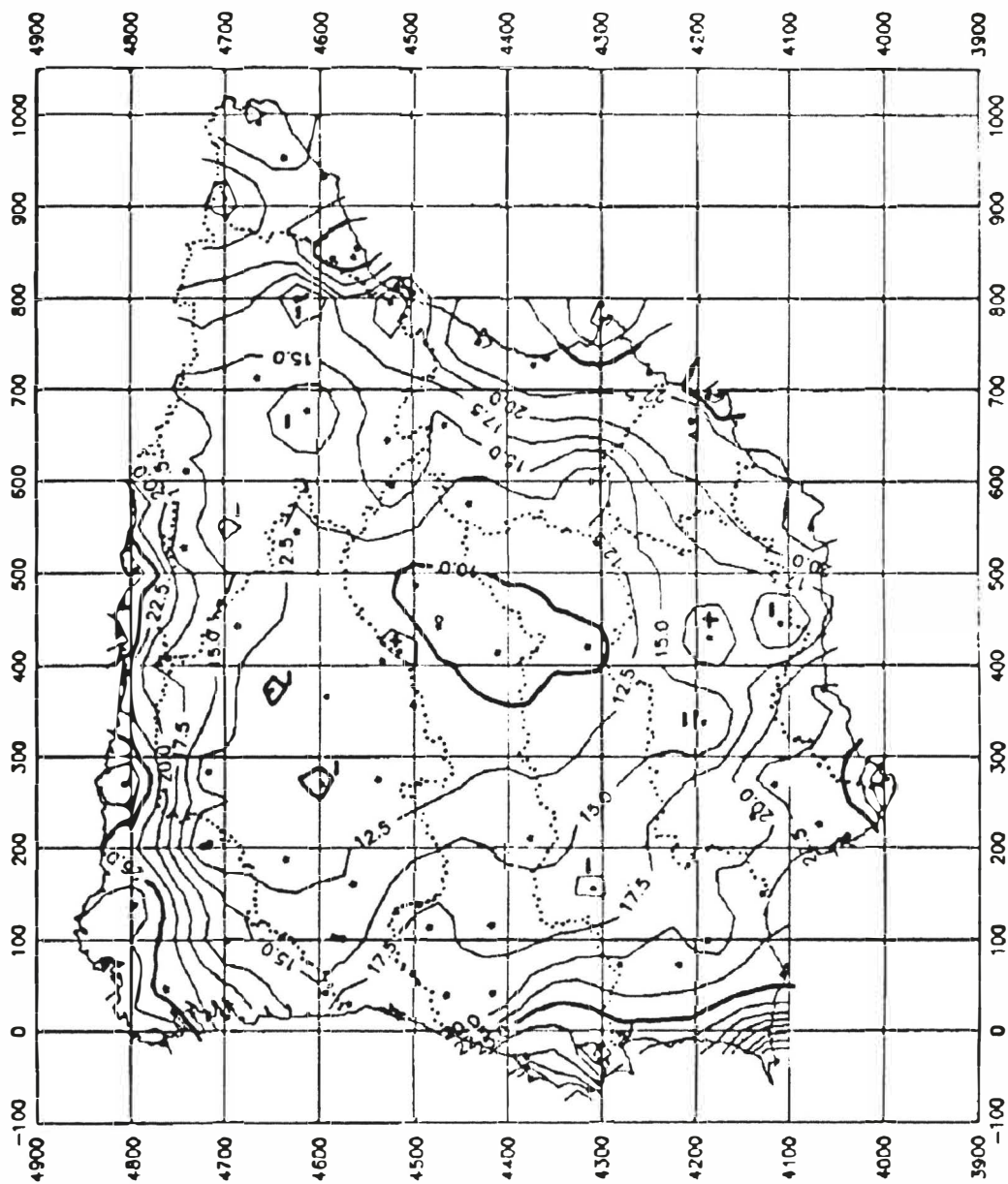


FIGURA 3.—Mapa del índice de oceanicidad de Kerner. Longitud y latitud en coordenadas UTM referidas al huso 30, Km.
 Línea de puntos, límite de grandes cuencas hidrográficas.

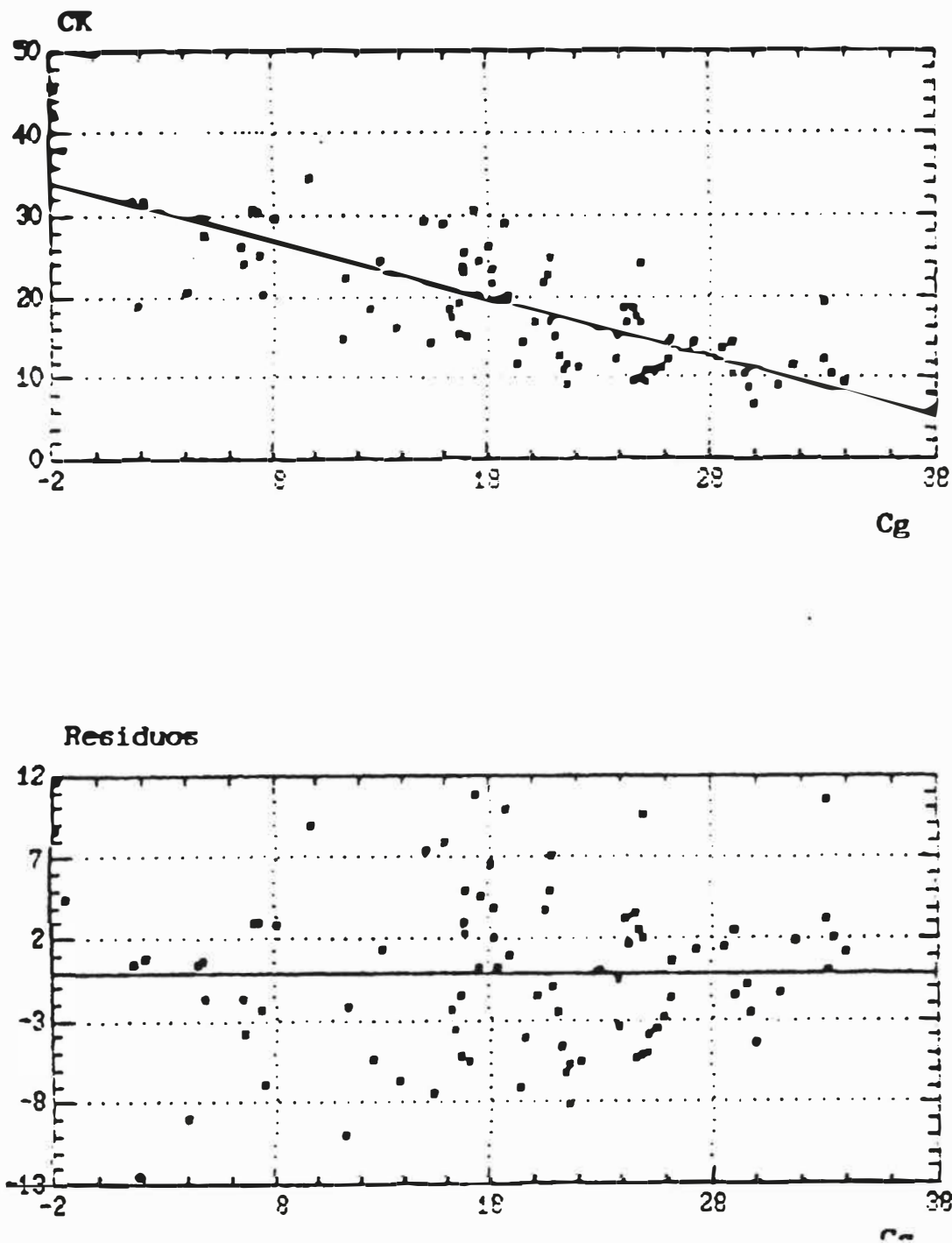


FIGURA 4.—Regresión del índice de Kerner sobre el índice de Gorczynski. Recta de regresión y distribución de los residuos

Testeiro en Pontevedra a la Serra de Alvelos en Portugal. El índice de Gorczynski no es sensible a este efecto del relieve como tampoco, a diferencia del de Kerner, a la influencia atlántica sobre el estrecho (Castillo Requena, 1985). La costa mediterránea aporta también diferencias interesantes, pues mientras el índice de Gorczynski es excesivamente alto, hasta el punto de que Font (1983, p. 95) indica que no sería muy apropiado hablar de clima marítimo, el de Kerner queda en tres zonas por debajo del límite de marítimo, aunque no con valores tan elevados como en la costa atlántica (recuérdese, además, que no hemos forzado a las isolíneas a ser paralelas a la costa). Esta descripción de la costa mediterránea es más acorde con la realidad de un mar cerrado que además recibe frecuentemente masas de aire frío del NE en invierno y sahariano en verano (Font, 1983, p. 26).

En conjunto, el índice de oceanidad de Kerner refleja mejor la influencia marina al basarse también en las temperaturas de las estaciones de transición, aunque se podría profundizar más en algunos de los efectos apuntados con posteriores estudios basados en un conjunto mayor de estaciones meteorológicas.

Conclusiones

La comparación de los índices de continentalidad de Gorczynski y de oceanidad de Kerner arroja los siguientes resultados:

— El índice de Gorczynski presenta una distribución concéntrica centrada en La Mancha.

— El índice de Kerner presenta una distribución más equilibrada entre las costas atlántica y mediterránea. El eje de máxima continentalidad en el interior va de La Mancha toledana al Duero occidental, con otro secundario hacia los Monegros. Sólo el 62% de la varianza de este índice es explicada por regresión lineal sobre el índice de Gorczynski.

El índice de Kerner refleja mejor la influencia atlántica y oceánica y lo estimamos más apropiado que el adoptado por Font para describir la continentalidad-oceanidad en la Península Ibérica, a pesar del problema planteado para las condiciones del alto Guadalquivir.

BIBLIOGRAFÍA

- CAPEL MOLINA, J. J. (1981): *Los climas de España*, Oikos-tau, Barcelona, 429 pp.
- (1991): «Los mecanismos pluviométricos en la Submeseta Meridional», *Papeles de Geografía*, 17:21-41.
- CASTILLO REQUENA, J. M. (1985): *Precipitaciones y tipos de tiempo en las Béticas-Alto Guadalquivir*, Public. A-56, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, 296 pp.
- DUCKSON, D. W. (1982): En J. E. Oliver y R. W. Fairbridge (Ed.), *The encyclopedia of climatology*, Van Nostrand R. New York, pp. 365-366.
- FAIRBRIDGE, R. W. y OLIVER, J. E. (1982): «Maritime climate, oceanity», en J. E. Oliver y R. W. Fairbridge (Ed.), *The encyclopedia of climatology*, Van Nostrand R., New York, pp. 566-568.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1980): «Diferenciación regional en función de las precipitaciones y su dinámica en la submeseta meridional», *Estudios Geográficos*, 159:145-169.
- FONT TULLOT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, 296 pp.
- GORCZYNSKI, W. (1920): «Sur le calcul du degré du continentalisme et son application dans la climatologie», *Geografiska Annaler*, p. 324, citado por Duckson (1982).
- KERNER, F. (1905): «Thermisodromen versucheiner Kartographischen Darstellung des jährlichen Ganges der lufttemperatur», *K. K. Geogr. Gesell*, Wien. 6 (3), citado por Fairbridge y Oliver (1982).
- SAA, A. y GASCO, J. M. (1990): «Representatividad de las estaciones meteorológicas respecto al factor altitud», *XVII Reunión Nacional sobre Edafología*, UNEX. SECS. Badajoz, 140-144.

RESUMEN.—*Comparación de dos índices de continentalidad en la Península Ibérica.* El clima de la Península Ibérica está influenciado por las grandes masas de agua que la circundan y que actúan como amortiguadores térmicos. Para evidenciarlo se han aplicado un índice de continentalidad, el de Gorczynski, y uno de oceanidad, el de Kerner. Los valores de los dos índices han sido correlacionados en el espacio de la Península Ibérica.

Se ha encontrado que el índice de Kerner explica el carácter marítimo de la vertiente mediterránea, y el efecto de la zona occidental de valles abiertos al océano Atlántico por donde penetra su influencia, a diferencia del índice de Gorczynski que presenta una distribución concéntrica con centro en La Mancha. También se ha encontrado que el índice de Gorczynski explica solamente el 62% de la varianza del índice de Kerner.

PALABRAS CLAVE.—Continentalidad. Oceanidad. Península Ibérica.

ABSTRACT.—*Comparison of two continentally index on Iberian Peninsula.* The Iberian Peninsula climate is influenced by the large water mas which surround it and act as thermal buffers. In order to point it out, the continentality index of Gorczynski and the oceanity index of Kerner has been applied. The values of the two indices in the Iberian Peninsula have been correlated.

It was found that the Kerner index explains the oceanic character of Mediterranean climate and the penetrating influence from Atlantic Ocean in the western open valleys. The Gorczynski index exhibits a concentric distribution centered in «La Mancha». This index only explains 62% of the Kerner index variance.

COMPARACIÓN DE DOS ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD...

KEY WORDS.—Continentality. Oceanity. Iberian Peninsula.

RESUMÉ.—*Comparaison de deux indices de continentalité dans la Péninsule Ibérique.* Le climat de la Péninsule Ibérique est influencé par les grandes masses d'eau qui l'entourent et qui agissent comme atténuantes thermiques. A fin de mettre cela en relief on a calculé l'indice de continentalité de Gorczynski et l'indice d'océanité de Kerner. On a établi la corrélation entre les valeurs des deux indices appliqués à la péninsule Ibérique.

L'indice de Kerner montre l'océanité du versant méditerranéen et l'influence du océan Atlantique qui pénètre dans les vallées qui s'ouvrent à l'ouest. L'indice de Gorczynski montre una distribution concentrique autour de «La Mancha». Cet indice n'explique que 62% de la variance de l'indice de Kerner.

MOTS CLÉ.—Continentalité. Oceanité. Péninsule Ibérique.