

## LA ARIDEZ EN LA PENINSULA IBERICA. ALGUNOS INDICES BIOCLIMATICOS.

*Por José Jaime Capel Molina \**

**RESUMEN:** El estudio constituye un intento de aproximación a la aridez en la Península Ibérica, basándonos para ello en algunos índices que muestran una misma línea metodológica (Lang, de Martonne, Emberger, Giacobbe). Tales autores definen la aridez mediante la interrelación de la temperatura con las precipitaciones, basándose en el supuesto que con la temperatura aumenta correlativamente la evapotranspiración. En cuanto a la tendencia que adopta el criterio básico de la evapotranspiración, se considera el método de Thornthwaite.

**SUMMARY:** The purpose of this paper is to approach the study of the aridity in the Iberian Peninsula, basing it on some indexes which show a certain methodological analogy (Lang, de Martonne, Emberger, Giacobbe, Thornthwaite).

La problemática que plantea la variable de la aridez es complicada, tanto por los distintos enfoques como, además, los medios de su medición, ya que varía de una forma muy considerable según que la investigación haya sido realizada por un climatólogo, un biólogo, un meteorólogo, un edafólogo, un botánico o un ingeniero agrónomo; e incluso dentro de una misma disciplina existen multitud de interpretaciones diversas.

Ello nos lleva a la reflexión, de que la dificultad máxima reside en la descripción objetiva de ese fenómeno. La definición del concepto de aridez debe de estar siempre relacionada con las condiciones del suelo. En realidad faltan bases concretizadas para una visión unificada en cuanto al estudio de la aridez en el mundo, teniendo en cuenta el nivel de investigación y conocimientos, tal como manifestaba recientemente Wallen C.C, en una reunión de trabajo "Conferencia Latinoamericana sobre el Estudio de las Regiones Áridas" (1).

\* *Departamento de Geografía*

\* *Colegio Universitario de Almería*

(1) WALLÉN, C.C.: Introducción para una discusión sobre el problema criterios de la aridez (resumen).- En: Conferencia Latinoamericana sobre el estudio de las regiones áridas, UNESCO, Buenos Aires, 1963, :55

Una reseña de autores que han propuesto fórmulas nuevas para definir la aridez, sería casi interminable. Entre otros investigadores destacan: Azzi, Aubert, Bagnouls, Blaney, Bouchet, Bova, Boyko, Budyko, Capot-Rey, Dalton, Dantin Cereceda, y Revenga Carbonell, Despois, Dukutchayev, Dubief, Emberger, Falkner, Gaussen, Giacobbe, González Vázquez, Graganin, Grunoww, Henin, Holdridge, Ivanova, Jaeger, Köppen, Kostin, Lang, Lauer, de Martonne, Mayr, Meigs, Meyer, Milthorpe, Oldekop, Papadakis, Paterson, Pavari, Penck, Penman, Perrin, de Philippis, Portéres, Prescott, Reichel, Salianinov, Shostalovich, Skavortsov, Ezymkiewicz, Thornthwaite, Transeu, Trudeau, Turc, Wyssotsky, Walter y Von Wissmann. Por supuesto que una búsqueda bibliográfica más completa daría un mayor número de autores.

En una aproximación a la comprensión de la aridez del clima, los diversos autores manejan distintos conceptos, ya que podemos acceder a su estudio desde multiplicidad de puntos de vista, de ahí que exista un sinnúmero de soluciones.

Ninguno de estos índices tienen una validez absoluta para todas las regiones de la tierra; por otro lado, ninguno de ellos ha sido aceptado globalmente por la comunidad de científicos especialistas (Ecólogos, geógrafos, climatólogos, etc.) que tocan este campo. No es menester precisar que sería del todo imposible, dentro de los límites rígidos que nos impone este artículo, analizar la aplicación a la P. Ibérica de todos estos -índices, ni siquiera la discusión sobre los fundamentos conceptuales que han avocado a su enunciación.

Vamos a analizar en primer lugar algunos índices y criterios de medición de aridez que muestran una misma línea metodológica. (Lang, de Martonne, Emberger y Giacobbe). Estos autores, definen la aridez mediante la interrelación de la temperatura con las precipitaciones; se basan en el supuesto que con la temperatura aumenta correlativamente la evapotranspiración. En cuanto a la tendencia que adopta el criterio básico de la evapotranspiración, se considera el método de Thornthwaite.

El cuadro 1, refleja las fórmulas empleadas en este trabajo para la obtención de índices climáticos de aridez. Están, pues, representados los índices de Lang (anual), de De Martonne (anual y mensual), Emberger (anual), Giacobbe (mensual) y Thornthwaite (efectividad de las precipitaciones), representados gráficamente en las figs. I, II, III y IV.

CUADRO 1: Fórmulas empleadas en el cálculo de índices de aridez.

#### ***A. Pluviofactor de Lang.***

$$\frac{P}{T}$$

**P = Precipitación anual en mm.**  
**T = Temperatura media anual en C.**

**B. Índice de aridez de de Martonne**

Índice anual

$$\frac{P}{T + 10}$$

Índice mensual

$$\frac{P}{T + 10} \cdot 12$$

P = Precipitación anual o mensual en mm.

T = Temperatura media anual o mensual en °C.

**C. Coeficiente de Emberger (Q)**

$$Q = \frac{100 P}{\left( \frac{M + m}{2} \right) (M - n)}$$

M = Temperatura máxima media del mes más caluroso (expresada a partir del 0 absoluto)

m = Temperatura mínima media del mes más frío (expresada a partir del 0 absoluto)

P = Precipitación anual en mm.

**D. Índice de aridez de Giacobbe (mensual).**

$$\frac{P \cdot 100}{M \cdot \text{Exc.}}$$

P = Precipitación mensual en mm.

M = Temperatura máxima media en °C.

Exc. = Excursión térmica media diaria (diferencia entre temperatura máxima media y temperatura mínima media).

**E. Índice de Tornhtvaite (P/E = Efectividad de la precipitación)**

$$P/E = \frac{\sum_{N=1}^{12} 1.64 \left( \frac{P}{T + 12,2} \right)^{10/9}}$$

**P = Precipitación mensual en mm.**

**T = Temperatura media mensual en °C.**

El cuadro 2 consigna los resultados obtenidos para 100 estaciones de España y Portugal, con la excepción de los índices mensuales de De Martonne y de Giacobbe que han sido representados en forma gráfica (Figs. V, VI y VII).

OBSERVATORIOS I. de Lang. I. de MartoneCf. EmbergerI. Thornth.

|                 |       |      |       |       |
|-----------------|-------|------|-------|-------|
| Gijón           | 74,3  | 43,3 | 211,1 | 83,7  |
| Santander       | 85,5  | 49,9 | 275,4 | 97,1  |
| Oviedo          | 74,1  | 41,9 | 185,3 | 83    |
| La Coruña       | 69,2  | 40,3 | 201,8 | 78,2  |
| San Sebastián   | 115,8 | 65,4 | 299   | 128,2 |
| Bilbao          | 89,2  | 52   | 191,8 | 97,6  |
| Lugo            | 87,9  | 47,9 | 171,2 | 100,2 |
| Reinosa         | 100,9 | 48,3 | 185,5 | 107,7 |
| Finisterre      | 69,5  | 37,9 | 198,8 | 70,5  |
| Santiago        | 118,7 | 67,1 | 275,7 | 143,2 |
| Vitoria         | 70,3  | 38,3 | 135,2 | 76,4  |
| Pamplona        | 89,7  | 48,9 | 147,9 | 94,9  |
| Miranda de Ebro | 40,4  | 22,2 | 66,3  | 40,3  |
| Ponferrada      | 46    | 26   | 71,4  | 52,5  |
| León            | 48    | 25,1 | 67,4  | 48,8  |
| Logroño         | 34    | 19,3 | 52,8  | 32,8  |
| Pontevedra      | 115,2 | 69   | 269,8 | 137,9 |
| Orense          | 57,8  | 33,7 | 104,5 | 69,9  |
| Burgos          | 51,1  | 26,8 | 83,4  | 51    |
| Vigo            | 89,2  | 53,2 | 254   | 109,5 |
| Huesca          | 40,8  | 23   | 59    | 39,6  |
| Palencia        | 34,9  | 19   | 49,8  | 34,7  |
| Gerona          | 49,2  | 29,5 | 82,4  | 53,1  |
| Montalegre      | 109,1 | 54,2 | 207,8 | 117,8 |
| Soria           | 57,2  | 28,6 | 78,8  | 52,1  |
| Montseny        | 139   | 57,2 | 308,8 | 106,8 |

|                     |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| Zaragoza            | 22,6  | 13,5  | 35,4  | 22,9  |
| Valladolid          | 30,1  | 16,4  | 43    | 30,9  |
| Lérida              | 24,8  | 14,9  | 36,4  | 27,6  |
| Zamora              | 30,4  | 16,5  | 43,4  | 30,2  |
| Mirandela           | 34,5  | 20,5  | 50    | 40,3  |
| Barcelona           | 37,1  | 22,8  | 79,4  | 38,4  |
| Santo Tirso         | 89,6  | 53,6  | 167,3 | 117,1 |
| Moncorvo            | 106,9 | 63,8  | 180,6 | 46,8  |
| Pinhao              | 40,8  | 25,2  | 59,2  | 52    |
| Serra do Pilar      | 83,1  | 48,5  | 201   | 98,4  |
| Tarragona           | 29,8  | 18,3  | 68,9  | 32,9  |
| Segovia             | 42,3  | 22,1  | 55,4  | 41,1  |
| Molina de Aragón    | 48,9  | 24,4  | 58,7  | 43,1  |
| Tortosa             | 33,9  | 21,3  | 65,9  | 36,7  |
| Navacerrada         | 195   | 73,1  | 250   | 161,8 |
| Avila               | 36,3  | 18,1  | 49,8  | 31,3  |
| Guadalajara         | 26,5  | 15,4  | 36,2  | 28,8  |
| Caramulo            | 176   | 97,1  | 357,4 | 232,1 |
| Guarda              | 107,2 | 53,9  | 182   | 119,9 |
| Madrid-Barajas      | 33,5  | 19,5  | 43    | 37,1  |
| Penhas Douradas     | 288,3 | 129,9 | 546,5 | 322   |
| Madrid              | 31,2  | 18,2  | 45,6  | 33,9  |
| Teruel              | 32,9  | 17,9  | 41,4  | 28,7  |
| Coimbra             | 67,4  | 40    | 129,7 | 81,2  |
| Salamanca           | 35    | 19    | 46,7  | 39,4  |
| Cuenca              | 47,5  | 25,9  | 63,7  | 50,9  |
| Castellón           | 25    | 15    | 34,5  | 26,7  |
| Toledo              | 25    | 15    | 34,5  | 27,7  |
| Marinha Grande      | 58,6  | 34,7  | 128,3 | 67,7  |
| Cáceres             | 30,1  | 18,5  | 42,2  | 36,5  |
| Valencia            | 24,6  | 15,5  | 52    | 26,3  |
| Campo Mayor         | 36,1  | 22,1  | 51,6  | 44,1  |
| Albacete            | 27,1  | 15,3  | 32,4  | 28,8  |
| Ciudad Real         | 26,6  | 15,9  | 34,5  | 31,9  |
| Elvas               | 38,2  | 23,4  | 53,6  | 47,8  |
| Badajoz             | 27,8  | 17,5  | 41,5  | 34,5  |
| Cabo San Antonio    | 34,4  | 21,7  | 67,8  | 39,3  |
| Cabo de Roca        | 30    | 17,8  | 128,7 | 31,3  |
| Lisboa              | 37,8  | 23,2  | 89,8  | 44,3  |
| Evora               | 42,8  | 25,5  | 72,9  | 51,3  |
| Alicante            | 18,8  | 12,1  | 34,4  | 20,3  |
| Beja                | 36,6  | 22,1  | 58,6  | 43,4  |
| Murcia              | 16,3  | 10,5  | 30,1  | 17,6  |
| Alvalade            | 32,3  | 19,9  | 52,1  | 39,4  |
| Córdoba             | 37,5  | 24,1  | 52,7  | 50,8  |
| San Javier          | 24,4  | 15,2  | 50,6  | 21,5  |
| Jaén                | 35,2  | 22,1  | 52,9  | 46,2  |
| Mertola             | 38,8  | 24    | 56,3  | 49    |
| Belmez              | 41,2  | 24,9  | 51    | 53,9  |
| Cabra de Sto.Cristo | 32,3  | 19    | 46,2  | 37,6  |
| Chirivel            | 31,3  | 17,5  | 52    | 32,3  |
| Albox               | 17,4  | 11,3  | 30,9  | 19,1  |

|                |       |      |       |       |
|----------------|-------|------|-------|-------|
| Sevilla        | 31,7  | 20,4 | 45,3  | 40,7  |
| Serón          | 29,4  | 16,6 | 41,1  | 31,6  |
| Cuevas         | 8,9   | 6,1  | 20,2  | 11    |
| Cubillas       | 35    | 21   | 39    | 43,4  |
| Guadix         | 20,7  | 12,2 | 24,2  | 23,8  |
| Huelva         | 25,8  | 16,6 | 47    | 32    |
| Loja           | 30,1  | 18,9 | 43,3  | 39    |
| Granada        | 26,8  | 16   | 34,8  | 31,1  |
| Praia de Rocha | 24,6  | 15,5 | 58,8  | 29,7  |
| Tavira         | 31,8  | 20,1 | 64    | 39,4  |
| Lagos          | 28,9  | 18,3 | 61,3  | 31    |
| Sierra Nevada  | 249,4 | 61,8 | 284,1 | 172,9 |
| Tabernas       | 14,4  | 9,1  | 22,7  | 15,8  |
| El Cerecillo   | 68,3  | 34,5 | 119   | 74,1  |
| Faro           | 20,9  | 13,3 | 47    | 24,6  |
| Bermejales     | 29,6  | 17,1 | 40,5  | 33,9  |
| Níjar          | 18,1  | 11,3 | 30,9  | 19,6  |
| Almería        | 12,7  | 8,2  | 29,6  | 13,8  |
| Cabo de Gata   | 9,6   | 6,2  | 20,5  | 10,3  |
| Málaga         | 24,6  | 16,1 | 57,2  | 30,6  |
| Cádiz          | 31,8  | 20,5 | 68,6  | 39,7  |
| Tarifa         | 37,5  | 24,1 | 107,4 | 47,7  |

CUADRO 2: Índices anuales de aridez correspondiente a las estaciones meteorológicas analizadas.

El índice de Lang (Regenfaktor o factor pluviométrico), a pesar de ser de los más antiguos, ha gozado siempre de gran interés entre climatólogos y edafólogos, y muestra gran éxito para fines pedológicos (2).

El límite de 40, que según Lang constituye la línea de separación entre zonas de régimen hídrico óptico y zonas áridas, se sitúa en la Meseta Española (ver figura I) un poco al norte de Guadalajara, sobre el paralelo 41° N; este límite remonta más al sur, hacia el País Valenciano y Andalucía, de tal manera que tanto Cabo de San Antonio como Tarifa presentan ya características húmedas. En toda la fachada atlántica de la Península Ibérica -costas cantábrica, portuguesa y del golfo de Cádiz-, el límite húmedo de 40 predomina, englobando la mayor parte de las cuencas de los ríos atlánticos y extendiéndose en el Sur hacia el litoral de Málaga.

La Iberia árida se extiende por las tierras deprimidas de la depresión del río Ebro, Submeseta Meridional (cursos medios de los ríos Tago y Guadiana), La Mancha, comarcas del Suroeste de Alicante, la casi totalidad de las provincias de Murcia y Almería, cuenca del río guadiana Menor, Altiplanicies granadinas y comarcas de la costa del Sol española.

(2) COMEL, A.- I. Terreni climatici. N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sper. Gorizia, 1957, pp. 211-246.

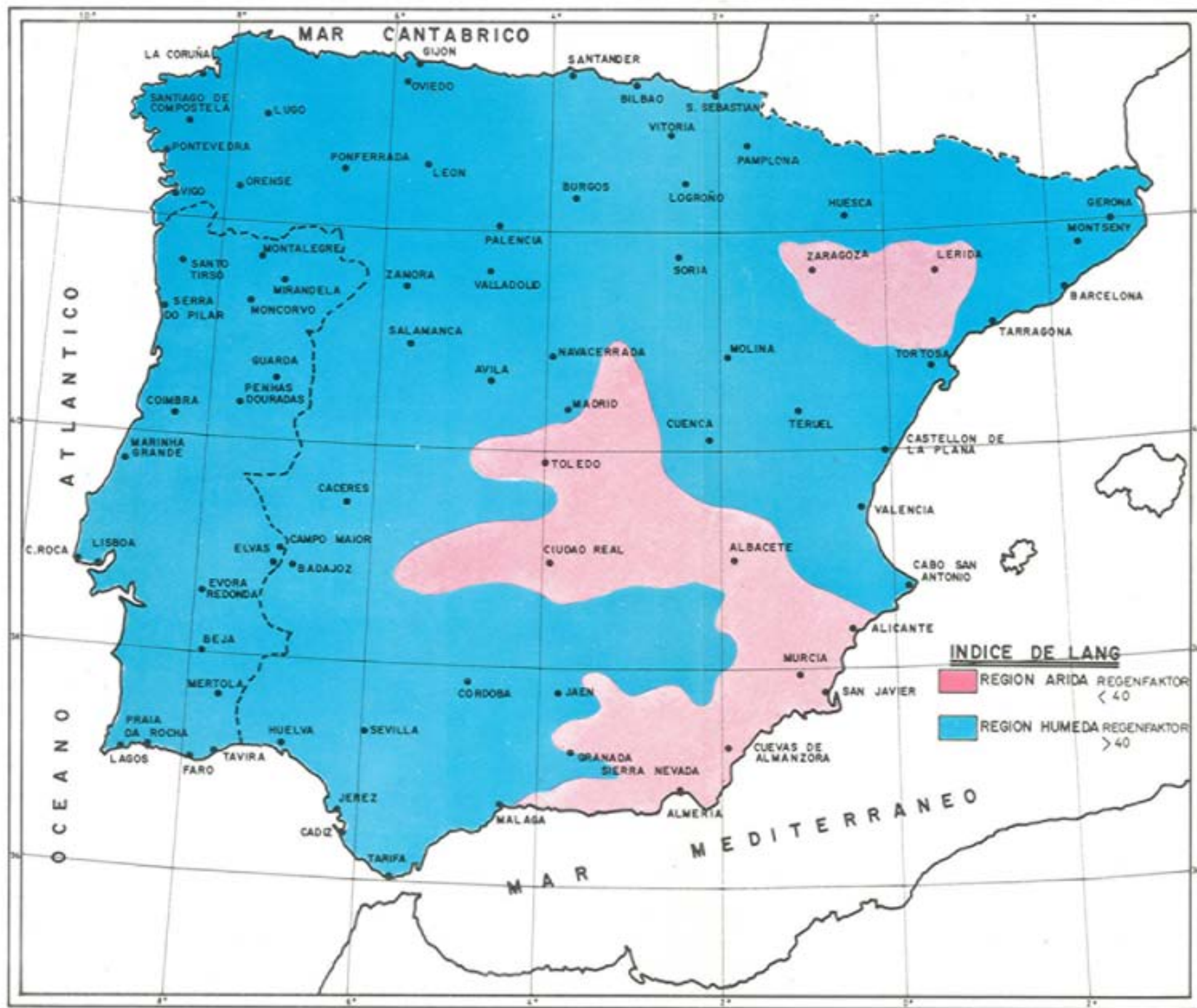


Fig. 1 - Mapa bioclimático, según el Índice de aridez de LANG. de la Península Ibérica.

El índice anual de De Martonne aquí utilizado, fue ya formulado en el primer tercio de nuestro siglo (1926) y ha sido utilizado con buen éxito al adoptarlo para el estudio climático del mundo Intertropical (3), aunque sus resultados son óptimos en el Dominio Subtropical.

En cuanto al índice anual, el valor de 20, es la frontera climática entre las zonas húmedas y zonas semiáridas y el de 10 o inferior a esta cota, las regiones áridas. Como manifiesta la fig. II, el límite entre zonas húmedas y semiáridas se adentra desde el Mediterráneo, ligeramente al sur del delta del río Llobregat, afecta al norte de Cataluña, piedemonte de los Pirineos atravesando el paralelo 42º, engloba Navarra, País Vasco, Santander, Asturias, comarcas septentrionales de León, Palencia y Burgos, extendiéndose, a modo de expansión linguiforme, a través de las altas planicies sorianas hacia el Sur rebasando el paralelo 40º, afectando a los sistemas Central e Ibérico; hacia el Oeste se extiende a Galicia, Portugal a excepción del cuadrante suroccidental, Sierra Morena y Cuenca del Guadalquivir.

En síntesis, tanto el flanco atlántico marítimo septentrional como occidental, provincia de Cádiz, Suroeste de Málaga, Cuenca del Guadalquivir, Sierra Morena, Sierra Nevada, Portugal, Galicia, Asturias, Cantábrico, Pirineos, Sistema Central, Cordillera Ibérica, septentrión de Cataluña (más de un tercio del territorio) puede ser considerado como húmedo (65,1 San Sebastián, 43,3 Gijón, 69 Pontevedra, 130 Penhas Douradas, 23,2 Lisboa, 25,5 Evora, 96,4 Cádiz y Soria, 60,2 Barcelona). La Iberia semiárida a excepción de algunos territorios situados en el suroeste de Portugal (Algarbe), costa onubense, costa sur mediterránea, Surco Intrabético y País Valenciano, esta amplio área con índices entre 10 y 20 se emplaza preferentemente en la Meseta Central Española (16,5 Zamora, 16,4 Valladolid, 18,2 Madrid, 15 Toledo, 15,3 Albacete, 17,5 Badajoz) y depresión del río Ebro (13,5 Zaragoza, 19,2 Logroño, 14,9 Lérida). La Iberia árida se extiende por el Sureste peninsular, desde el Mar Menor a Punta Entinas (8,2 Almería, 9,1 Tabernas, 6,2 Cabo de Gata).

Los resultados son bastantes homogéneos a los obtenidos con el índice de Lang, pues el fundamento de ambos es similar, a excepción de la introducción de un factor constante 10 (en el índice de De Martonne) para salvar el obstáculo de las temperaturas negativas.

El método de Emberger de 1930 (4) muestra una innovación interesante respecto a los índices anteriores, al utilizar una proporcionalidad del cuadrado (función "cuadrática" o "parabólica") de la temperatura; considerado por una parte  $m$ , media de las mínimas del mes más frío y de otra, el cociente pluviométrico "Q", de la precipitación  $P$  por el producto  $(M+n)(M-n)$ , donde  $M$ , es la media de las temperaturas máximas de mes más cálido. En definitiva no considera los valores medios de la temperatura sino los extremos, en este caso las medias de las máximas del mes más cálido y las medias de las mínimas del mes más frío; los valores extremos representan mucho más exactamente los efectos limitantes de la temperatura sobre la vegetación.

(3) MARTONNE, E. de: L'indice d'aridité - París 1926, Bull. Ass. Géogr. Fran. Vol. 9. pp. 3-5.

(4) EMBERGER, E.: Sur une formule climatique et ses applications en botanique. París 1932, La Meteorologie, pp. 423-432.

En este coeficiente, el tomar en consideración los extremos térmicos -la expresión  $M-n$ , representa la amplitud extrema de las temperaturas- y su valor es generalmente proporcional a la evaporación del lugar considerado. De tal forma que el índice de Emberger capta indirectamente la influencia de la humedad relativa, cuya intensidad sería directamente proporcional al coeficiente de Emberger e inversamente a la amplitud térmica.

Este índice lo hemos aplicado a la Península Ibérica y los resultados son plenamente satisfactorios, ya que Emberger lo utilizó para los climas Templado-cálidos y Templado-fríos del Norte de Africa y Europa. el límite Ibérico entre zonas semiáridas y subhúmedas (ver figura III) no es nítido, sino que hay avances y retrocesos de unos dominios en otros. El límite a gran escala podría correr dentro de la Meseta Castellana a lo largo del paralelo  $41^{\circ}$  N., incluyendo en la zona Subhúmeda no sólo comarcas de Cataluña, Galicia (Barcelona, Gerona, Orense) sino de la propia Meseta, en su porción más elevada (Molina de Aragón, Cuenca, Soria, Burgos) e incluso enclaves localizados en las costas: Lisboa, Cabo da Roca, Tarifa. En la zona Semiárida, aparecen áreas de la Atliplanicie Castellana, es el caso de: Valladolid, Madrid, Albacete, Cáceres, e incluso parte de la periferia costera al sur del paralelo  $41^{\circ}$  N. (Mediterráneo) y paralelo  $38^{\circ}$  N. (Atlántico): Tortosa, Valencia, Cádiz, Lagos, Praia da Rocha, Faro). La zona Árida se extiende por el extremo Sureste: Guadix, Níjar, Almería, Murcia, Alicante. La zona perárida o sahariana, extendida por pequeños enclaves, dentro de la región anterior, en zonas puntuales litorales (Cabo de Gata) muy deprimidas, a sotavento de relieves que dificultan aún más las, ya, escasas precipitaciones; simultáneamente, se producen en estos parajes las temperaturas medias más elevadas de la Península Ibérica (5) como ocurre en Cuevas del Almanzora (curso bajo del río Almanzora).

La zona Húmeda se extiende por los sistemas montañosos del sur de la Península, Norte de Portugal, Galicia, Alto Ebro y región Cantábrica. Y finalmente, la Iberia Hiperhúmeda, con coeficientes superior a 200 e incluso llegando a rebasa 500, en puntos de Alta Montaña y piedemonte, de óptica orientación respecto a los flujos húmedos atlánticos: "Cinturón montañoso húmedo ibérico" (Penhas Douradas, Caramulo, Sierra Nevada, Montseny) y Cantábrico Oriental (San Sebastián, Santander).

En cualquier caso, hay que aclarar que todos los índices anuales de medición de la aridez adolecen de un gran obstáculo y es el de considerar datos globales; así pues, una región con precipitaciones repartidas regularmente a lo largo del año podría constatar índices análogos a los de otra zona con prolongado intervalo árido y fuertes precipitaciones concentradas en pocos meses.

De mayor interés bioclimático y agrícola, son los índices mensuales, destinado a testimoniar la extensión del período árido. Son de gran interés los diagramas climáticos propuestos por Gaussen (6), Walter, Lauer (7), Thornthwaite, hoy día muy divulgados.

(5) CAPEL MOLINA, J.J.: Los climas de España. Ed. Oikos-Tau, Vilassar de Mar, Barcelona, 1981.

(6) GAUSSEN, H.: Expression des milieux par de formules ecologiques. Leur representation cartographique. Ann. Biol. 31 (6-6) 1955, pp. 257-269.

(7) LAUER, W.: Klimadiagramme. Gedanken und Bemerkungen über den Vergleich von Klimaten. Erdkunde, Archiv für wissenschaftliche Geographi 14 (3): 232-242.

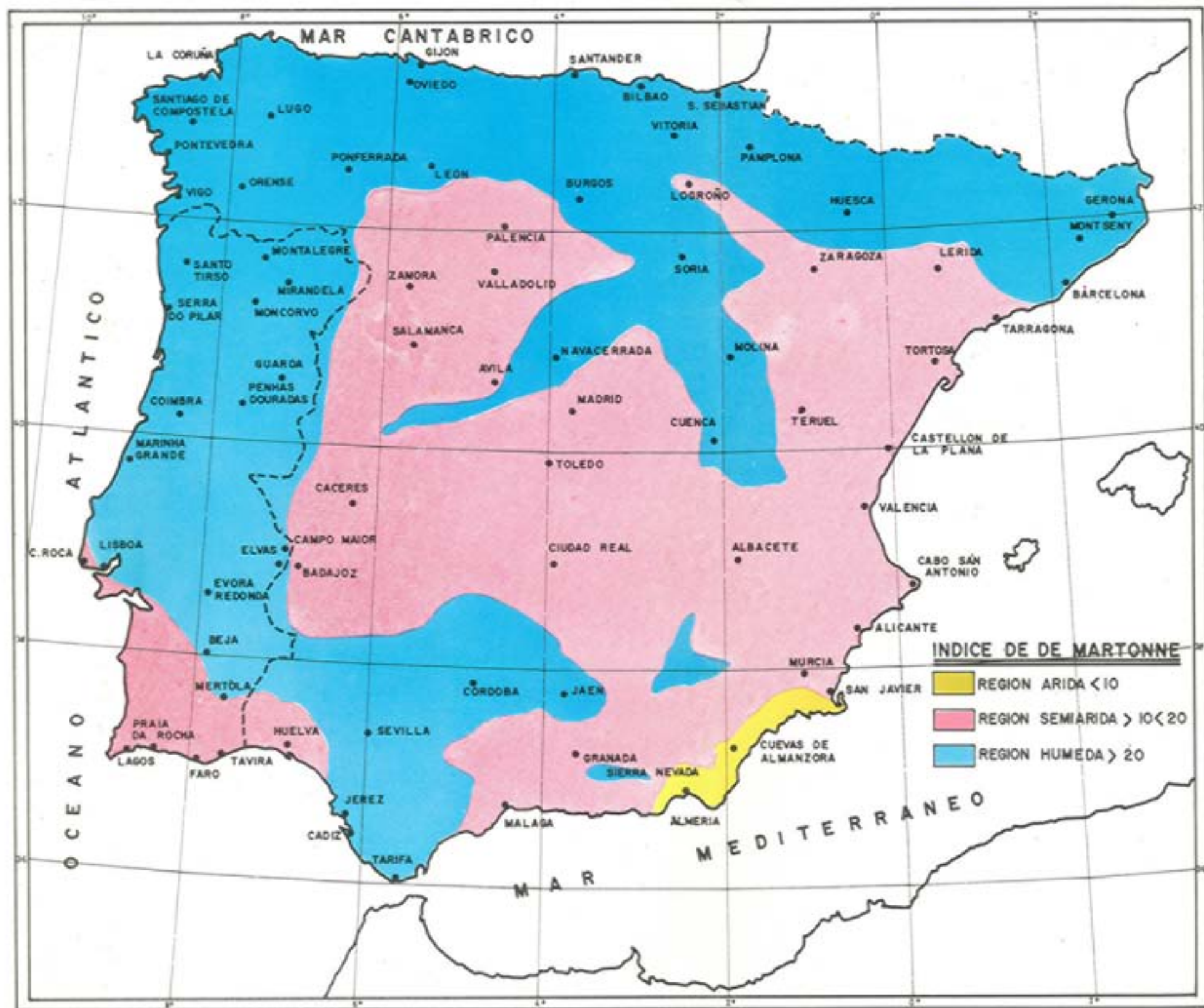


Fig. II - Mapa bioclimático, según el Índice de aridez de DE MARTONNE de la Península Ibérica.

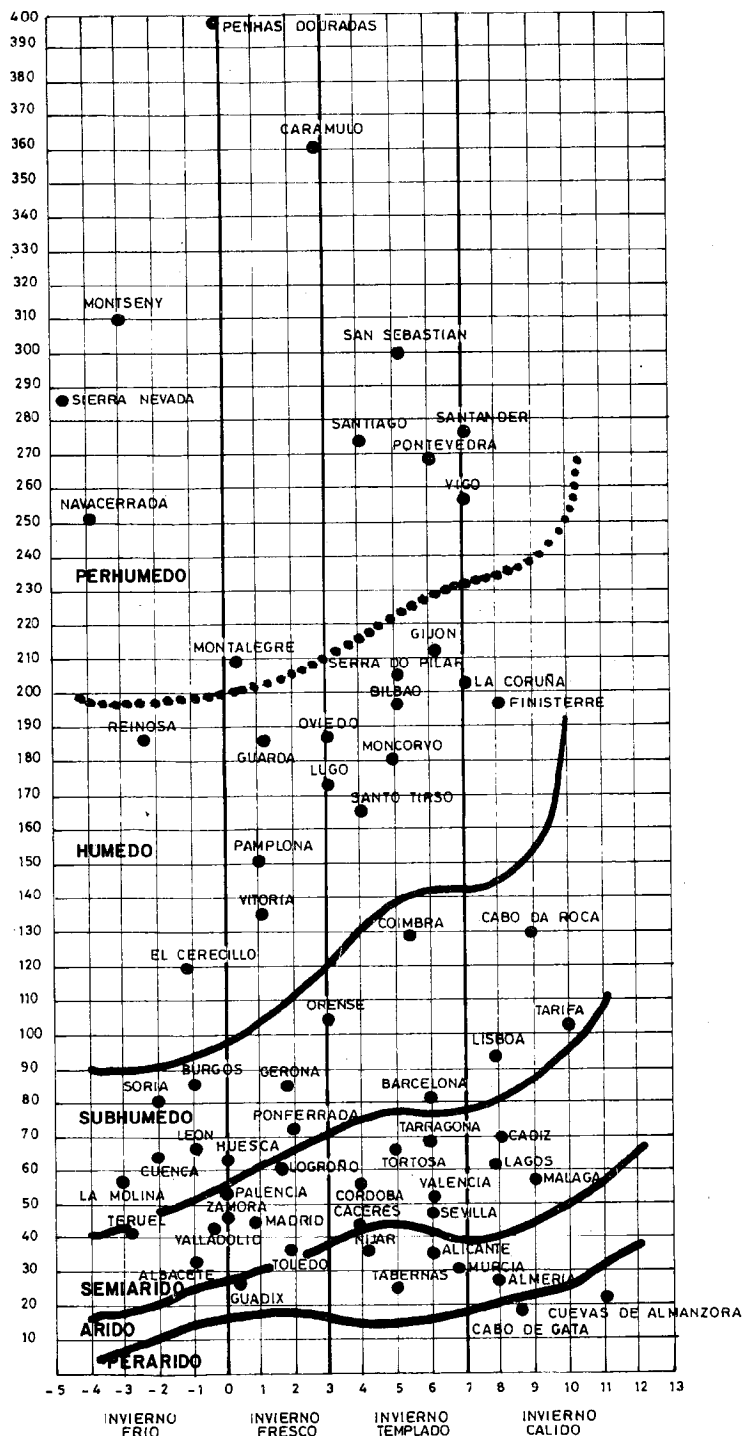


Fig. III - Coeficiente de aridez de Emberger (anual), aplicado a la Península Ibérica.

No obstante, de su complicado cálculo directo y de tabulaciones que su obtención obliga a llevar a cabo, el coeficiente de efectividad de las precipitaciones de Thornthwaite no aporta ningún concepto nítido para la demarcación de las regiones áridas de la Península Ibérica (ver figura IV).

Según la fórmula de Thornthwaite  $I = 1,64 \left( \frac{P}{T + 12,2} \right)^{10/9}$  enunciada en 1931 (8), el territorio muy húmedo o perhúmedo (coeficiente superior a 128), muy poco extensa, quedaría relegada, no sólo al extremo septentrional (Navarra Atlántica, Guipúzcoa, Pirineos y comarcas de Galicia) sino que se expandería hacia el Sur, apoyado siempre en relieves: Sistema Central (Sierra de Caramulo, Sierra de la Estrella, Gredos, Guadarrama) y Cordilleras Béticas (Serranía de Ronda, Grazalema, Nevada y Cazorla).

La Ibérica húmeda (coeficiente entre 64 y 127) ocupa una extensión mucho mayor y se localiza en todo el distrito Nordatlántico (piedemonte de los Pirineos, Montseny, comarcas de Navarra, País Vasco, Santander, Asturias, Galicia, y territorio portugués al norte del paralelo de Marinha Grande. Con diferentes enclaves más reducidos en el Sistema Ibérico, Sierra Morena y Cordilleras Béticas. La Iberia Subhúmeda, con valores entre 32 y 63, ocupa la mayor extensión del territorio peninsular, extendiéndose por las cuencas de los ríos Duero, Tago, Guadiana, Sado, Guadalquivir, Júcar, Ebro, Llobregat y Ter. La Iberia Semiárida (16 a 31) se localiza preferentemente por la España Mediterránea: País Valenciano, La Mancha, Guadalajara, Toledo, Murcia, altiplanicos de Andalucía Oriental, comarcas de la costa del Sol española, y áreas más deprimidas de las cuencas de los ríos Duero y Ebro. Y finalmente, el espacio árido, comprende una estrecha franja entre Cartagena y Punta Entinas, englobando la totalidad del levante almeriense.

Las condiciones de aridez de la Península, en su extremo espacial y temporal, han sido expresadas gráficamente según el método de representación que aparece en las figuras V, VI y VII; sus resultados presentan una gran aplicabilidad bioclimática para un territorio como la Península Ibérica de gran desarrollo longitudinal y latitudinal.

La figura V, muestra el aspecto general de la aridez de la Península según el índice mensual de De Martonne, ordenando 100 estaciones meteorológicas (elegidas con un criterio estrictamente geográfico-espacial) según su latitud.

En la figura VI, hemos utilizado la misma forma de representación para mostrar la distribución de la aridez en la Península obtenida a base del índice de aridez de Giacobbe (9) y (10), que tal autor la emplea, especialmente, para medir la aridez estacional; nosotros en cambio hemos adoptado esta misma expresión para calcular la aridez mensual, haciendo nuestras las razones argumentadas por Castri & Hajek (11), a saber:

(8) THORNTHAWAITE C.W.: The climates of North America according to a new classification. Geogr. Rev. 21: 633-655. 1931.

(9) GIACOBBE, A.: Recherche ecologique sull'aridità nei paesi del mediterraneo occidentale-Webbia 15 (1): 311-345, 1958.

(10) GIACOBBE, A.: Npuve ricerche ecologiche sull'aridita nei paesi del mediterraneo occidentale-Webbia 15 (1), 1959, pp. 311-345.

(11) DI CASTRI & HAJEK. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile, Santiago. 1976.



Fig. IV - Mapa bioclimático de la Península Ibérica, según el Índice de aridez de Thornthwaite.



| ESTACION              | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JULI. | AGOS. | SEP. | OCT. | NOV. | DICI. | LATITUD | LONGITUD  | ALTITUD |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|---------|-----------|---------|
| 1. GIRON              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 33' | 5° 39' W  | 29      |
| 2. SANTANDER          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 28' | 3° 47' W  | 66      |
| 3. OVIEDO             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 25' | 5° 51' W  | 165     |
| 4. LA CORUNA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 23' | 8° 23' W  | 58      |
| 5. SAN SEBASTIAN      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 19' | 2° 03' W  | 259     |
| 6. BILBAO             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 16' | 2° 57' W  | 38      |
| 7. LUGO               |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 01' | 7° 34' W  | 424     |
| 8. REINOSA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 43° 00' | 4° 09' W  | 852     |
| 9. FINISTERRE         |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 53' | 9° 15' W  | 146     |
| 10. SANTIAGO          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 52' | 8° 33' W  | 377     |
| 11. VITORIA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 51' | 2° 39' W  | 596     |
| 12. PAMPLONA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 49' | 1° 39' W  | 466     |
| 13. MIRANDA DE EBRO   |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 41' | 2° 57' W  | 47      |
| 14. PONFERRADA        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 35' | 6° 34' W  | 544     |
| 15. LEON              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 34' | 5° 45' W  | 926     |
| 16. LOGROÑO           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 28' | 2° 27' W  | 353     |
| 17. PONTEVEDRA        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 26' | 8° 37' W  | 45      |
| 18. ORENSE            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 20' | 7° 52' W  | 147     |
| 19. BURGOS            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 10' | 3° 42' W  | 852     |
| 20. VIGO              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 16' | 8° 43' W  | 245     |
| 21. HUESCA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 07' | 0° 25' W  | 541     |
| 22. PALENCIA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 42° 00' | 4° 17' W  | 758     |
| 23. GERONA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 59' | 2° 49' E  | 98      |
| 24. MONTELEGRE        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 49' | 7° 48' W  | 1006    |
| 25. SORIA             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 46' | 2° 35' W  | 1080    |
| 26. MONTSENY          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 45' | 2° 26' E  | 1708    |
| 27. ZARAGOZA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 44' | 0° 46' W  | 273     |
| 28. VALLADOLID        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 38' | 4° 44' W  | 728     |
| 29. LERIDA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 37' | 0° 38' E  | 203     |
| 30. ZAMORA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 30' | 5° 49' W  | 660     |
| 31. MIRANDA LA        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 28' | 7° 17' W  | 240     |
| 32. BARCELONA         |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 23' | 2° 17' E  | 510     |
| 33. SANTO TIRSO       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 21' | 8° 28' W  | 62      |
| 34. MONCORVO          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 10' | 7° 03' W  | 415     |
| 35. PINHAO            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 10' | 7° 33' W  | 130     |
| 36. SIERRA DO PILAR   |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 41° 08' | 8° 36' W  | 100     |
| 37. TARRAGONA         |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 4° 07'  | 1° 14' E  | 44      |
| 38. SEGOWA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 56' | 4° 08' W  | 1001    |
| 39. MOLINA DE ARAGON  |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 51' | 1° 53' W  | 1056    |
| 40. TORTOSA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 48' | 0° 30' E  | 15      |
| 41. NAVACERRADA       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 41' | 4° 07' W  | 1892    |
| 42. AVILA             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 39' | 4° 47' W  | 1128    |
| 43. GUADALAJARA       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 38' | 3° 13' W  | 752     |
| 44. CARAMULA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 34' | 8° 10' W  | 818     |
| 45. GUARDA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 32' | 7° 16' W  | 1039    |
| 46. MADRID-BARAJAS    |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 25' | 3° 40' W  | 605     |
| 47. PENHAS DOURADAS   |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 24' | 7° 33' W  | 1386    |
| 48. MADRID            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 23' | 3° 41' W  | 667     |
| 49. TERUEL            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 21' | 1° 06' W  | 915     |
| 50. COIMBRA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 21' | 8° 25' W  | 140     |
| 51. SALAMANCA         |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 10' | 5° 50' W  | 793     |
| 52. CUENCA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 40° 05' | 2° 08' W  | 957     |
| 53. CASTELLON         |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 59' | 0° 27' W  | 51      |
| 54. TOLUCO            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 51' | 4° 02' W  | 553     |
| 55. MARINHA GRANDE    |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 46' | 8° 56' W  | 83      |
| 56. CACERES           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 29' | 6° 22' W  | 460     |
| 57. VALENCIA          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 29' | 0° 27' W  | 13      |
| 58. CAMPO MAIOR       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 01' | 7° 04' W  | 288     |
| 59. ALBACETE          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 39° 00' | 1° 52' W  | 697     |
| 60. CIUDAD REAL       |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 58' | 3° 56' W  | 618     |
| 61. ELYAS             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 53' | 7° 09' W  | 208     |
| 62. BADAJOZ           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 52' | 6° 57' W  | 155     |
| 63. CABO SAN ANTONIO  |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 50' | 0° 11' E  | 162     |
| 64. CABO DA ROCA      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 47' | 8° 30' W  | 142     |
| 65. LISBOA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 48' | 9° 08' W  | 95      |
| 66. EVORA             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 34' | 7° 54' W  | 321     |
| 67. ALICANTE          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 22' | 0° 23' W  | 81      |
| 68. BEJA              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 38° 01' | 7° 52' W  | 264     |
| 69. MURCIA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 59' | 1° 08' W  | 63      |
| 70. ALVALADE          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 57' | 8° 24' W  | 61      |
| 71. CORROBA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 52' | 4° 47' W  | 91      |
| 72. SAN JAVIER        |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 48' | 0° 49' W  | 5       |
| 73. JAEN              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 46' | 3° 48' W  | 582     |
| 74. MERTOLA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 45' | 7° 33' W  | 190     |
| 75. BELMEZ            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 43' | 3° 23' W  | 887     |
| 76. CABRA STO. CRISTO |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 42' | 3° 17' W  | 938     |
| 77. CHIRIVEL          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 37' | 2° 12' W  | 1021    |
| 78. ALBOX             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 33' | 2° 08' W  | 424     |
| 79. SEVILLA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 22' | 5° 58' W  | 30      |
| 80. SERON             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 21' | 2° 31' W  | 780     |
| 81. CUEVAS            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 18' | 1° 52' W  | 86      |
| 82. CUBILAS           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 16' | 3° 40' W  | 630     |
| 83. GUADIX            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 16' | 3° 06' W  | 993     |
| 84. HUELVA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 15' | 6° 57' W  | 18      |
| 85. LOJA              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 10' | 4° 03' W  | 487     |
| 86. GRANADA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 10' | 3° 36' W  | 774     |
| 87. PRAIA DA ROCHA    |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 07' | 8° 32' W  | 19      |
| 88. TAVIRA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 07' | 7° 24' W  | 25      |
| 89. LAGOS             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 06' | 8° 40' W  | 13      |
| 90. SIERRA NEVADA     |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 05' | 3° 13' W  | 2550    |
| 91. TABERNAS          |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 04' | 2° 22' W  | 500     |
| 92. EL CERECILLO      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 02' | 2° 55' W  | 1800    |
| 93. FARO              |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 01' | 7° 56' W  | 14      |
| 94. BERMUDEJALES      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 37° 00' | 3° 57' W  | 800     |
| 95. NIJAR             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 55' | 2° 17' W  | 356     |
| 96. ALMERIA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 50' | 2° 28' W  | 6       |
| 97. CABO DE GATA      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 46' | 2° 07' W  | 20      |
| 98. MALAGA            |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 40' | 4° 30' W  | 11      |
| 99. CADIZ             |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 28' | 6° 12' W  | 29      |
| 100. TARIFA           |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |       | 36° 00' | 15° 36' W | 46      |

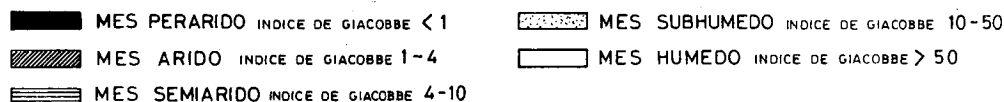


Fig. VI - Cuadro sinóptico de la aridez en la Península Ibérica, según el Índice de Giacobbe, modificado.

a) La demarcación de los periodos estacionales es algo puramente convencional, cuyos límites para la Península Ibérica debieran ser comprobados a priori. Según Milthorpe (12), a quien cita Hajek, insiste que el mes es la unidad de tiempo de mayor utilidad para medir la aridez.

b) La utilización del índice mensual nos ha permitido comparar los resultados con los del Índice de De Martonne; ambos fundamentados sobre criterios bastantes diferentes, cuyo relativo grado de validez deseamos aplicar a la Península Ibérica.

Hemos adoptado las mismas subdivisiones concretizada por Giacobbe para su índice estival, basándonos a su vez en las clásicas zonas bioclimáticas de Emberger para los climas Subtropicales. Distinguiendo: meses pérridos con índice de aridez inferior a 1, meses áridos con índice de 1-4, meses semiáridos con índice de 4 a 10, meses subhúmedos con índice de 10 a 50, y meses húmedos con índice superior a 50.

Las diferencias entre los índices de Giacobbe y de De Martonne, son significativas. El de Giacobbe diferencia un mayor número de grados de aridez, por incluir en su coeficiente los parámetros de temperatura máxima y excursión térmica media diaria (o sea la diferencia entre la temperatura máxima media y temperatura mínima media). Estos factores, desde un punto de vista biogeográfico-ecológico son muy interesantes en la Península Ibérica puesto que durante la noche en el mundo subtropical hay un descenso térmico ostensible que la temperatura media no refleja. Además la excursión térmica, se le puede considerar inversamente proporcional a la humedad relativa, elemento climatológico de suma importancia en las regiones áridas y semiáridas tan extendidas por el flanco Sur y Sureste.

Una visión de las figuras V y VI permite resaltar que en ambos casos la evolución de la aridez en la Península tiene unas mismas coordenadas de referencia: aumenta progresivamente de Norte a Sur, llegando a su punto mínimo en el distrito Noratlántico y aumentando de nuevo hacia el Este y Sur.

La regularidad de esta secuencia está interrumpida en las figuras V y VI por los observatorios de altitud "Cinturón montañoso húmedo ibérico", como acontece en Montseny, Navacerrada, Penhas Douradas; confirmando estos hechos, las reglas primera y tercera enunciadas por H. Lautensach (13) sobre las precipitaciones en la Península Ibérica.

El análisis comparativo nos permite consignar, además de la mayor sensibilidad del índice de Giacobbe, respecto a las diferentes categorías aridez y correspondencia con los distintos tipos de tapiz vegetal de las regiones. Así, por ejemplo, la región comprendida entre Cabo de Palos y Punta Entinas es casi uniformemente árida según el gráfico V de De Martonne; los resultados según Giacobbe, en cambio, consignan diferentes tipos intermedios de aridez, con validez biológica. Así se destaca en especial el menor grado de aridez de Almería, Cabo de Gata, Cuevas del Almanzora. Pues el método de Giacobbe capta mucho mejor la humedad relativa, que es muy elevada a lo largo de la costa mediterránea almeriense y murciana.

(12) LILTHORPE, F.L.: L'apport et déperdition d'eau dans les régions arides et semiarides. En: Echanges Hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride. UNESCO, Paris, 1961, pp. 9-40.

(13) LAUTENSACH, H.: Die Niederschlagshohen auf der Iberischen Halbinsel. Eine geographische Studie. *Pet. Mitt.* 1951. pp. 145-160.

 MES ARIDO INDICE DE DE MARTONNE < 10  
 MES SEMIARIDO INDICE DE DE MARTONNE > 10 < 20  
 MES HUMEDO INDICE DE DE MARTONNE > 20

- 30 -

Generalizando, podemos afirmar que las diferencias mayores entre los dos métodos se revelan especialmente en los observatorios costeros del Mediterráneo; los cuales muestran valores inferiores de precipitación en relación a observatorios más interiores apoyados en el piedemonte del Sistema Ibérico y Cordilleras Béticas, en cambio muy superiores en cuanto a humedad relativa, por la proximidad mediterránea y régimen de brisas. De esta forma, según el método de Giacobbe, diferencias particularmente llamativas en cuanto a la disminución del período árido se verifican en Almería, Cabo de Gata, Cuevas del Almanzora. En estos enclaves, las precipitaciones son nulas en verano, pero hay constantes condensaciones de estratos bajos (neblinas) sobre las costas o bien la presencia de condensaciones ocultas (rocíos) que palían, en parte, la indigencia pluviométrica (14) y permiten un alto porcentaje de humedad relativa que favorece en el dominio de las formaciones arbustivas de PISTACIO-RHAMNETALIA ALATERNI el mantenimiento estival de la estepa xerofita litoral en la que dominan salsoláceas y gramíneas.

Considerando simultáneamente las dos figuras V y VI de aridez de la Península Ibérica, pueden diferenciar nueve regiones extendidas por el territorio peninsular y con distinta duración estacional de la aridez, desde 1 a 6 meses. No obstante hay que hacer la salvedad de que tales delimitaciones son relativamente ambiguas y no reflejan de hecho las numerosas áreas de transición. La duración del período árido en cada región puede deducirse del análisis de las figuras V y VI.

I Región: Muy árida, ligada a ciertos enclaves del Sureste peninsular, emplazados en la costa o próximos a la misma, sin ningún mes húmedo y más de 6 meses áridos (Bajo Almanzora, desierto de Tabernas, Cabo de Gata).

II Región: Árida, localizada en gran parte del Sureste, desde Murcia a Almería con 6 meses áridos y sin ningún mes húmedo (Pasillo Tabernas-Sorbas, curso bajo del río Andarax, Murcia).

III Región: Con 5 meses áridos, apareciendo ya un período húmedo. Se extiende por el Sur de España y Portugal (Alpujarra, enclaves de la costa sur mediterránea, Algarbe).

IV Región: Semiárida, con 4 meses áridos y un período superior de meses húmedos, emplazados al sur del paralelo 40° N (Golfo de Cádiz, Alentejo, Surco Intrabético, Cuenca del Guadalquivir, Extremadura, La Mancha, costa mediterránea andaluza).

V Región: Subhúmeda, con sólo 3 meses áridos y ubicada al sur del Sistema Central y pequeños áreas de la cuenca del Ebro (Sierra Nevada, Costa del País Valenciano, Submeseta Meridional, Sierra Morena, Cordillera Subbética).

VI Región: Húmeda, con 2 meses áridos, extendida por el centro y Norte de Portugal, Cuenca del Ebro, Meseta del Duero, Alto Tajo).

VII Región: Muy Húmeda, con apenas 1 mes árido y emplazada en puntos del litoral catalán y enclaves de Galicia.

En la figura VII, se representa la aridez de la Península Ibérica según el mismo índice mensual de De Martonne, pero ordenando las 100 estaciones meteorológicas según la longitud geográfica. El gráfico es totalmente clarificador y confirma la segunda regla general, de la distri-

(14) MASSON, H.: La mesure de la rosée. En: Climatology and microclimatology (Proceedings of the Canberra Symposium) UNESCO. París, 1958, pp. 309-314.

bución de las precipitaciones en la Península enunciada por H. Lautensach, existiendo una asimetría pluviométrica manifiesta entre las fachadas occidental atlántica y oriental mediterránea, siendo mucho más húmeda la atlántica (Cantábrico, Galicia, Portugal, Golfo de Cádiz) influenciada directamente por la corriente Zonal de Poniente, húmeda e inestable que se traduce en volúmenes ingentes de precipitación y elevada humedad relativa así como de temperaturas más moderadas.

La figura VII, igualmente pone de relieve un dilatamiento del período húmedo que abarca todos los meses del año en los observatorios a piedemonte de la Cordillera Cantábrica "Distrito Noratlántico", Santander, San Sebastián, Bilbao, ó en puntos de la Cordillera Costero-catalanas, Montseny, en donde las precipitaciones de componente orográfico se dan en toda estación, por su óptica orientación a barlovento de las corrientes aerológicas más perturbadas que alcanzan la Península Ibérica (los Ponientes y los Nortes).

## BIBLIOGRAFIA

AWAD, H.: Zones árides.- Annales de Geographie, Vol. 65, n<sup>o</sup> 176, París, pp. 149-169.

ALMEYDA, E.: Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas de Chile.- Ed. Universitaria. Santiago, 1948.

BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H.: Saison seche et índice xérothermique.- Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 1953, 88: 193-239.

BAQUERO, G. et AGULO, J.: Influence des travaux de conservation des sols dans l'économie en eau des régions arides et semi-arides de L'Espagne. En: Plant-water relations- hips in arid and semi-arid conditions (Proceedings of the Madrid Symposium). UNESCO, París: 63-69, 1961.

BAUDIERE, A. et EMBERGER, L.: Sur la notion de climat de transition en particulier dans le domaine du climat méditerranéen.-Bull. Service Carte Phytogéographique, serie B 4(2): 95-117.1959.

BODENHEIMER, F.S.: Les facteurs climatiques dans L'écologie animale de la zone aride.- En: Climatologie. UNESCO, 1958, París: 40-62.

BOWMAN, I.: Our expanding and contracting desert.- Geogr. Rev., 1936, 25: 43-61.

BOYKO, H.: Solutions ecologiques de quelques problèmes touchant L'hydrologie et le génie hydraulique.- En: Colloque d'Ankara sur l'hydrologie de la zone aride. UNESCO, 1935, París: 255-263.

BUNKER, D.G.: The southwest bordelands of the Rub Al Khali.- Geog. Jour. 1935, 119: 418-430.

CAVIEDES, C.: Perfil climático del desierto del Norte de Chile.- Lima, 1967.

CLAPP, F.F.: In the northwest of the Australian desert.- Geogr. Rev., 1926, 16: 206-231.

CONTRERAS ARIAS, A.: Definición de las Zonas Áridas y su delimitación en el territorio mexicano.- Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., México, D.F., 1955.

COMITE ARGENTINO PARA EL ESTUDIO DE LAS REGIONES ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS: Las tierras áridas y semiáridas de la República Argentina (Informe Nacional). Conferencia latinoamericana para el estudio de las regiones áridas. UNESCO, 1963, Buenos Aires.

DANTIN CERECEDA, J.: La aridez y el endorreísmo en España. El endorreísmo Bético. Estudios Geográficos I, Madrid, 1940, pp. 75-117.

DANTIN CERECEDA, J. y REVENGA CARBONELL, A.: Las líneas y las zonas ixóseras de España, según los índices termopluiométricos. Avance al estudio de la aridez en España. Estudios Geográficos, II, Madrid 1941, pp. 35-91.

DUBIEF, J.: Le climat du Sahara, T. I (temperatures).- Alger, 1959; T. II (précipitations), Alger, 1963.

DZERDZEEVSKII, B.L.: On some climatological problems and microclimatological studies of arid and semi-arid regions in U.S.S.R. En: Climatology and microclimatology (proceedings of the Canberra Symposium), UNESCO, 1958, París: 315-325.

EMBERGER, L.: Projet d'une classification biogéographique des climats. Ann. Biol., 1955, 31 (5-6): 249-255.

FERNANDEZ DE LARA, G.A.: Rapport sur l'hydrologie et l'utilisation des ressources hydrauliques dans les régions arides et semiarides d'Amérique Latine.- En: L'Hidrologie de la zona áride, UNESCO, 1952, París: 157-182.

FLETCHER, J.E.: Climate and soil in the Southwest.- En: Bioecology of the arid and semiarid lands of the southwest. New Mexico Highlands University Bulletin, 1961, 212: 2-14.

FUENZALIDA, H.: Clima. En: las zonas áridas de Chile (Provincias del Norte). Informe Nacional a la Conferencia Latinoamericana para el estudio de las regiones áridas. UNESCO, 1963, Buenos Aires: 13-21.

FUENTES AGUILAR, L.: El índice de aridez y la distribución de los distritos de riego en la república mexicana.- Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, Volúmen IV, México, D.F.; 1971, pp. 79-93.

GALMARINI, A.G. y ROFFO, J.M.: Condiciones de aridez y humedad en la República Argentina en; Comunicaciones y resúmenes de trabajos. Conferencia latinoamericana para el estudio de las regiones áridas. UNESCO, 1963, Buenos Aires: 20-21.

GALVES CAÑERO, A.: Mapa de las zonas áridas de España.- Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero, nº 95, Madrid, 1967.

GAUSSEN, H.: Expresión des milieux par des formules écologiques. Leur représentation cartographique.- Ann. Biol., 1955, 31 (6-6): 257-269.

GAUSSEN, H.: Rapport général sur la cartographie écologique. Ann. Biol. 1955, 31 (5-6): 465-475.

GAUSSEN, H.: L'étude des climats par les courbes ombrothermiques.- L'Information géographique, nº 5, 1956, pp. 191-193.

GAUSSEN, H.: A propos des diagrammes climatiques.- Erkunde, Archiv Für wissenschaftliche Geographie, 1961, 15(1): 73-75.

GAUTIER, E.F.: Sahara, the great desert.- Columbia Univ. Press, New York, 1935.

- GEIGER, F.: Die Aridität in Südostspanien. Ursachen und Auswirkungen im Landschaftsbild, Stuttgarter Geographische Studien, 1970.
- GEIGER, F.: El sudeste Español y los problemas de aridez.- Rev. de Geografía, vol. VII, Universidad de Barcelona, 1973, pp. 166-209.
- GORRIE, R.M.: Countering desiccation in the Punjab.- Geog. Rev. 1948, 38: 30-40.
- GIACOBBE, A.: Ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del mediterraneo occidentale.- Webbia, 1958, 14 (1): 1-79.
- GIACOBBE, A.: Nuove ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del mediterraneo occidentale, Webbia, 1959, 15 (1): 311-345.
- GIACOBBE, A.: La misura del bioclima mediterráneo. Ann. Accad. Ital. Sc. Forest, 1964, 13: 37-69.
- GILEAD, M. et ROSENAN, N.: L'observation climatologique dans les régions arides. En: Climatologie. UNESCO, 1958, París: 199-207.
- HASTINGS, J.R.: Season Precipitation Regimes in Baja California Geografiska Annales, Vol. XLVII, serv. A. 1965.
- HOBBS, W.H.: A pilgrimage in northeastern Africa, with studies of desert conditions.- Geog. Rev., 1917, 3: 337-355.
- HODGE, C. y DUISBERG, P.C.: las tierras áridas y el hombre.- Publ. n° 74 (versión española). American Association for the advancement of science. WASH. D.C.
- HOFFMANN, J.: Algunos aspectos del clima de las regiones áridas y semiáridas de la República Argentina. En: Comunicaciones y resúmenes de trabajos. Conferencia latinoamericana para el estudio de las regiones áridas. UNESCO, 1963, Buenos Aires: 19-20.
- IBÁÑEZ, M<sup>a</sup>. J.: Contribución al estudio del endorreísmo de la depresión del Ebro: el foco endorréico al W. y SW. de Alcañiz (Teruel).- Geographica, Inst. de Geogr. Apli. del Patronato "Alonso de Herrera", C.S.I.C., n° 1, Enero-mayo, 1973, pp. 21-32.
- IVES, R.L.: Climate of the Sonoran Desert.- Annals A.A.G., 1949, 39: 143-187.
- JAEGER, E.C.: The North American Deserts.- Stanford Univ. Press. Standford, Cal, 1957.
- JOLY, E.C.: Les milieux arides, définition, extension.- Notes marocaines, n° 8, 1957.
- KACHKAROV Y KOROVINE.: La vie dans les déserts.- París, 1942.
- LIGHT, M. and LIGHT, R.: Atacama revisited: "Desert trails" seen from the air.- Geog. Rev., 1946, 36: 525-545.
- MARTONNE, E. de.: Nouvelle carte mondiale de L'indice D'aridité.- Ann. de Géogr., n° 288, oct-déc. 1942, pp. 241-250.
- MARTONNE, E. de.: Problèmes des régions arides sudaméricaines.- Annales de Géographie, 1935, n° 247, pp. 1-27.
- MAYENCON, R.: Conditions synoptiques donnant lieu á des précipitations torrentielles au Sahara.- La météorologie, 1962.
- MEIGS, P.: La répartition mondiale des zones climatiques arides et semi-arides. En: L'Hydrologie de la zone aride. UNESCO, 1942, París: 208-215.
- MEIGS, P.: Geography of coastal deserts.- UNESCO Publications Center, New York, 1966.
- MILTHORPE, F.L.: L'apport et la déperdition d'eau dans les régions arides et semi-arides. En: Echanges hidriques des plantes en milieu aride ou semi-aride. UNESCO. 1961, París: 9-40.

MILTHORPE, F.L.: La evapotranspiración en zonas áridas (resumen). En: Conferencia latinoamericana sobre el estudio de las regiones áridas (Informe final). UNESCO, 1963, Buenos Aires: 59-63.

NAQUI, S.N.: Periodic variations in water balance in an arid region. A preliminary study of 100 years rainfall at Karachi. En: Climatology and microclimatology (Proceedings of the Canberra Symposium) UNESCO, 1958, París: 326-345.

NEUMAN, H.: El clima del sudeste de España.- Estudios Geográficos, nº 21, Madrid, 1960, pp. 171-209.

PLANCHOL X. de et ROGNON, P.: Les Zones tropicales arides et subtropicales.- París, 1970.

PETROV.: Types de déserts de L'Asie centrale.- Ann. de géogr., 1962, pp. 131-155.

POUQUET, J.: Les Déserts.- Presses universitaires de France, París, 1951.

REPARAZ, G. de.: La zone aride au Pérou.- Geografiska Annaler, 1968, pp. 1-62.

RIVAS GODAY, S.: La aridez e higrócontinentalidad en las provincias de España y su relación con las comunidades vegetales climáticas (climax).- Anales Jardín Botánico, Madrid, 1956.

RUDOLPH, W.E.: Chuquicamata revisited twenty years later.- Geog. Rev., 1951, 41: 88-113.

SCHNEIDER, H.: El clima del Norte Chico. Santiago de Chile, 1969.

SHREVE, F.: Rainfall, runoff and soil moisture under desert conditions Annals A.A.G., 1934, 24: 131-156.

SOTO MORA, C. y COLL DE HURTADO.: La zona árida de Querétaro: su análisis y aprovechamiento.- Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, Volúmen VI, México, 1975, pp. 117-152.

SOTO MORA, C. y JAUREGUI OSTOS, E.: Isotermas extremas e índice de aridez en la República Mexicana.- Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. 1965.

STRETTA, E.P. y MOSIÑO, P.: Delimitación de las zonas áridas de la República Mexicana (Emberger).- Rev. Ingeniería Hidráulica en México, Vol, 17, nº 1, 1963.

THORNTHWAITE, C.W.: Introduction to arid zone climatology. En: Climatology and Microclimatology (Proceedings of the Canberra Symposium). UNESCO, 1958, París: 15-22.

WALLEN, C.C.: Introducción para una discusión sobre el problema de criterios de la aridez. En: Conferencia latinoamericana sobre el estudio de las regiones áridas (Informe final), 1963, UNESCO, Buenos Aires: 55.

WHITE, G.F.: The future of arid lands.- Am. Assoc. Advancement Of Sci. Publ. 43, Washington, D.C., 1956.

WILSON, E.D.: New mountains in the Yuma Desert.- Geogr. Rev., 1931, 21: 221-228.

YACONO, D.: L'Ahaggar, essai sur le climat de montagne au Sahara.- Alger, Travaux Instit. Recherches sahariennes, T. XXVII, 1968