

# El déficit hídrico del sudeste español

Por Felipe SAURA HIDALGO

El Sudeste español, en cuanto área de características climáticas bien definidas y aproximadamente uniformes, es una patente realidad establecida a través de multitud de trabajos geográficos y climatológicos y confirmada por nuestros propios trabajos. En ella se encuentran los más típicos ejemplos de cómo el esfuerzo y el ingenio humano, aunados en una gran obra solidaria, son capaces de extraer grandes beneficios agrícolas con muy escasos recursos pluviales.

Vamos a resumir aquí algunos de los estudios de tipificación climatológica, unos publicados ya y otros no, que hemos realizado con destino principalmente a los órganos de planificación del desarrollo de la región y, en particular, del llamado Postravase Tajo-Segura. Sólo vamos a referirnos a la evaluación del déficit hídrico regional y de la consiguiente delimitación de áreas climáticas según su mayor o menor cuantía.

## El área de estudio

Para delimitar la región natural del Sudeste español, hay quien atiende preferentemente al relieve, como Hernández Pacheco, o al clima, como Vilá Valentí, que incluso propone como límites aproximados por el interior la isoterma media anual de 16° y la isoyeta anual de 400 mm (1), que en un trabajo posterior reduce a 350 mm (2). Comprendería así buena parte de las provincias de Alicante, Murcia y Almería y un pequeño sector de Albacete. Nosotros nos vamos a referir al área que hemos estudiado escalonadamente: la provincia de Murcia (3) y unos dos tercios de la de Alicante (bajo Segura, Vinalopó y Monegre) (4). Incluimos además el campo de Hellín, en Albacete y la banda más oriental en Almería, tomando los datos de los trabajos (5) y (6), respectivamente.

Su parte más típica se extiende de SW a NE entre el Mediterráneo y un conjunto de sierras sub-béticas, de las que destacaremos las de los Filabres, Espuña, la Pila y Aitana, prolongándose hacia el interior siguiendo los valles de los ríos. Comprende las cuencas del Antas y del Bajo Almanzora, en el extremo oriental de Almería, el valle del Guadalentín más los términos de Aguilas y Mazarrón, el Campo de Cartagena prolongado en la pequeña depresión de Torrevieja, las Vegas Media y Baja del Segura, el bajo Vinalopó y Campo de Elche, los llanos de alrededor de Alicante capital y el bajo Monegre, o Huerta de Alicante. Para abreviar la llamaremos en adelante «zona litoral» simplemente.

Al Norte y Noroeste de esta zona se extiende un complicado relieve, con una serie de cuencas y valles interiores, hasta llegar al borde meridional de la meseta por el Norte y la serranía del Segura y otras por el Oeste.

## El método

Llamamos déficit hídrico a la diferencia entre la «evapotranspiración potencial» y la evapotranspiración real. Si la evapotranspiración sobre un terreno y en un intervalo de tiempo determinados representa el transporte de agua de la tierra a la atmósfera, como suma de las cantidades de vapor de agua cedidas por el suelo (evaporación) y por los vegetales que en él viven (transpiración), la «evapotranspiración potencial» es la evapotranspiración que se obtendría de una ideal «cobertura vegetal continua bien alimentada de agua», como precisa la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, y es función, naturalmente, de las condiciones físicas imperantes. En un cierto lugar la evapotranspiración real tendrá como techo la potencial y coincidirá

prácticamente con ésta cuando la humedad del suelo esté muy próxima a su capacidad de retención y la vegetación alcance su óptimo desarrollo.

Así, la evapotranspiración potencial viene a indicarnos la «necesidad de agua» en el lugar, en tanto que la evapotranspiración real representa la cantidad de agua de que efectivamente se ha dispuesto. Por ello, se considera que la diferencia entre ambas es la falta de agua o déficit hídrico. Ahora bien, en nuestra región no se alcanza prácticamente nunca la máxima reserva de agua en el suelo, por lo que finalmente revierte a la atmósfera toda la precipitación caída, igualándose el total anual de precipitación y la evapotranspiración real anual. En resumen, aquí el déficit hídrico anual es simplemente la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación. Utilizaremos las siglas ETP, ETR y R para designar abreviadamente la evapotranspiración potencial anual, la evapotranspiración real anual y la precipitación anual, respectivamente.

Las medidas directas de evaporación potencial son complicadas y muy escasas, por lo que generalmente se aplican fórmulas teóricas o empíricas que la relacionan con otras variables meteorológicas de medición más fácil y extendida. Aplicamos aquí las fórmulas empíricas de Thornthwaite (7), que sólo exigen conocer las temperaturas medias mensuales del lugar y la máxima insolación teórica, la cual está tabulada en función de la latitud. Otra de sus ventajas es su generalización, que facilita la comparación con los resultados obtenidos en otros lugares o períodos. Entre sus inconvenientes, citaremos que proporciona valores sensiblemente por defecto en regiones áridas con veranos muy secos como la que nos ocupa, donde según Elías Castillo (8), resulta más aconsejable el método de Penman, pero éste exige el conocimiento de variables que se miden en nuestro país en pocas estaciones. Por lo demás, en España tenemos ilustres precedentes como Lorente, Tamés y el propio Elías, a escala nacional, y Garmendia, Liso, etc., en estudios regionales.

Manejando los datos térmicos y pluviométricos de 30 años de unas 170 estaciones, hemos trazado los mapas de isotermas e isoyetas normales. Seleccionando unos 40 de aquellas, se ha calculado la ETP mediante las fórmulas de Thornthwaite y se han obtenido sus fichas térmicas e hídricas: estas últimas se resumen en una tabla de datos hídricos, entre ellos ETP-R, que va adjunta a este trabajo. También van adjuntos 2 mapas de déficit de agua y delimitación de áreas climáticas según el índice hídrico, respectivamente, cuyos rasgos principales vamos a describir.

#### Distribución del déficit hídrico

Mediante sustracción gráfica de los mapas de evapotranspiración potencial y de precipitación y teniendo en cuenta también, claro está, los datos directos ETP-R, hemos obtenido el mapa de déficit hídrico anual. Hacemos notar que, en la parte referente a Murcia, este supone una rectificación del mapa número 16 que publicamos en nuestro trabajo (3). Rogamos a los lectores del mismo que la tengan en cuenta.

De su examen resulta que se acercan a los 600 mm, o los rebasan, los valores de la zona litoral y de un sector que se adentra hacia el Norte, hacia las vertientes meridionales de las sierras de Ricote y de la Pila, más un núcleo ubicado a caballo del límite provincial murciano-albacetense, entre Cieza y Hellín. Aparecen un máximo superior a 700 mm hacia Aguilas y sector colindante de Almería y otro similar cerca de Abanilla, en el Este murciano.

Hacia el Norte y Noroeste el déficit hídrico disminuye con rapidez: en las zonas centrales de Murcia y Alicante es de unos 450 mm, hay mínimos relativos de unos 300 mm en Sierra Espuña y las sierras alconas, y se registra el mínimo absoluto del área estudiada en el extremo Noroeste de Murcia, cerca del Pico de Revolcadores, con valores inferiores a 200 mm.

Volviendo a la zona litoral, de preferente atención para el trasvase Tajo Segura,

resulta, por tanto, que su déficit hídrico puede evaluarse por término medio en unos 600 litros por metro cuadrado, o sea, en unos 6.000 m<sup>3</sup> cúbicos de agua por hectárea. Parece obligado recordar que se trata de una reducción muy simplista, pues es obvio, por ejemplo, que las necesidades dependen mucho de los tipos de cultivo que se implanten, debiendo asignarse diferentes coeficientes de consumo.

No obstante, evidentemente es útil esta primera aproximación del cómputo de necesidades, aunque sin olvidar que se trata de una estimación conservadora, desde luego aproximada por defecto, como advertimos anteriormente. Así, por ejemplo, Elías Castillo ha calculado la ETP para San Javier por el de Penman (9), y resulta 235 mm más que la obtenida por nosotros mediante el método de Thornthwaite. Si para tener una idea a «grosso modo» suponemos aplicable esta diferencia a todo el campo de Cartagena, resulta que el déficit hídrico promedio antes citado de 6.000 m<sup>3</sup> cúbicos por Ha. ascendería a más de 8.000 m<sup>3</sup> cúbicos.

#### El «índice hídrico»

A partir de la ETP, calculada según sus fórmulas y de la precipitación, Thornthwaite elaboró sus conocidos criterios de tipificación climatológica.

De los varios índices climáticos que establece y cuyos valores hemos calculado para las estaciones de nuestra área de estudio, nos limitamos aquí a considerar el «índice hídrico», estrechamente relacionado con el déficit de agua que hemos descrito.

Previamente se han obtenido y figuran en la tabla adjunta el «índice de humedad», que es el exceso de agua  $ETR-R$  expresado en porcentaje de la necesidad de agua ETP, es decir,  $100 (ETR-R)/ETP$ , y el «índice de aridez», que es análogamente el déficit  $ETP-ETR$  expresado en porcentaje de la ETP, es decir,  $100 (ETP-ETR)/ETP$ . En nuestra región, el índice de humedad es nulo y el índice de aridez es  $100 (ETR-R)/ETP$ .

Thornthwaite multiplica el índice de aridez por 0,6 para rebajar su importancia frente al índice de humedad, aduciendo que éste puede atenuar futuras sequías mediante al almacenamiento de agua en el terreno, y define el «índice hídrico» como la diferencia entre el índice de humedad y el índice de aridez así rebajado. (Véase el cuadro de símbolos al pie de la tabla). Un sencillo cálculo muestra que en el área estudiada el índice hídrico es siempre negativo, igual a  $-60 (ETR-R)/ETP$ . Por tanto, su valor mínimo es  $-60$ , correspondiente al caso de precipitación anual nula.

#### Tipificación climática del Sudeste, según el índice hídrico

Una primera clasificación según este índice es la de climas húmedos, si es positivo, y climas secos, si es negativo, como ocurre en nuestro caso. A su vez, Thornthwaite divide los climas secos en tres tipos: «árido», si el índice hídrico está entre  $-60$  y  $-40$ ; «semiárido» si se halla entre  $-40$  y  $-20$ , y «seco subhúmedo» si está entre  $-20$  y 0.

El mapa correspondiente muestra la tipificación obtenida para nuestra área. También aquí advertimos que este mapa supone, para la provincia de Murcia, una rectificación del que publicamos con el número 17 en (3).

Una gran parte del área arroja valores próximos a  $-40$ , bien por defecto o por exceso, y no es, por tanto, ni francamente árida ni francamente semiárida. Hecha esta salvedad, resulta que son áridos el extremo oriental de Almería, la costa meridional murciana y sus proximidades, casi todo el valle del Guadalentín, gran parte del Campo de Cartagena y de la Vega del Segura, algo del bajo Vinalopó y la depresión de Torre Vieja, un amplio sector al Sur de la Sierra del Carche y otro sector a caballo del límite murciano-albacetense, entre Cieza y Hellín.

Prácticamente, casi todo el resto es semiárido, incluso algunas comarcas litorales,

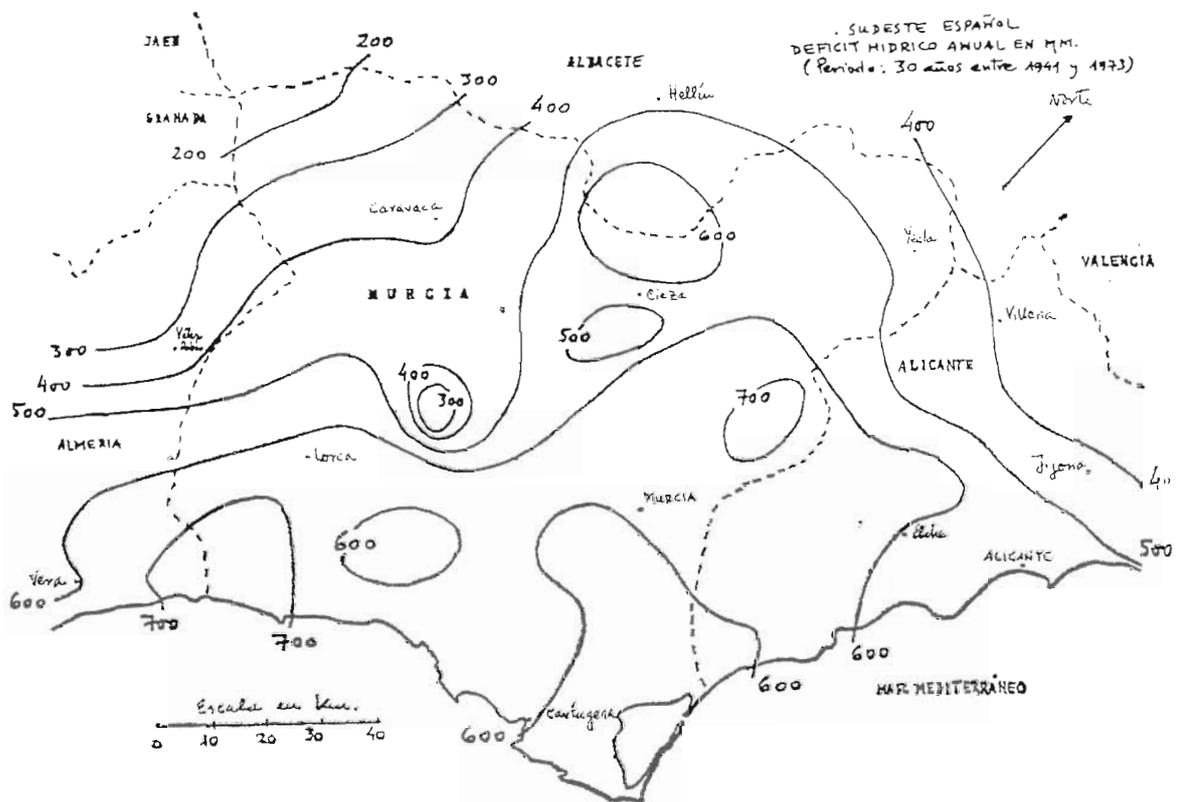
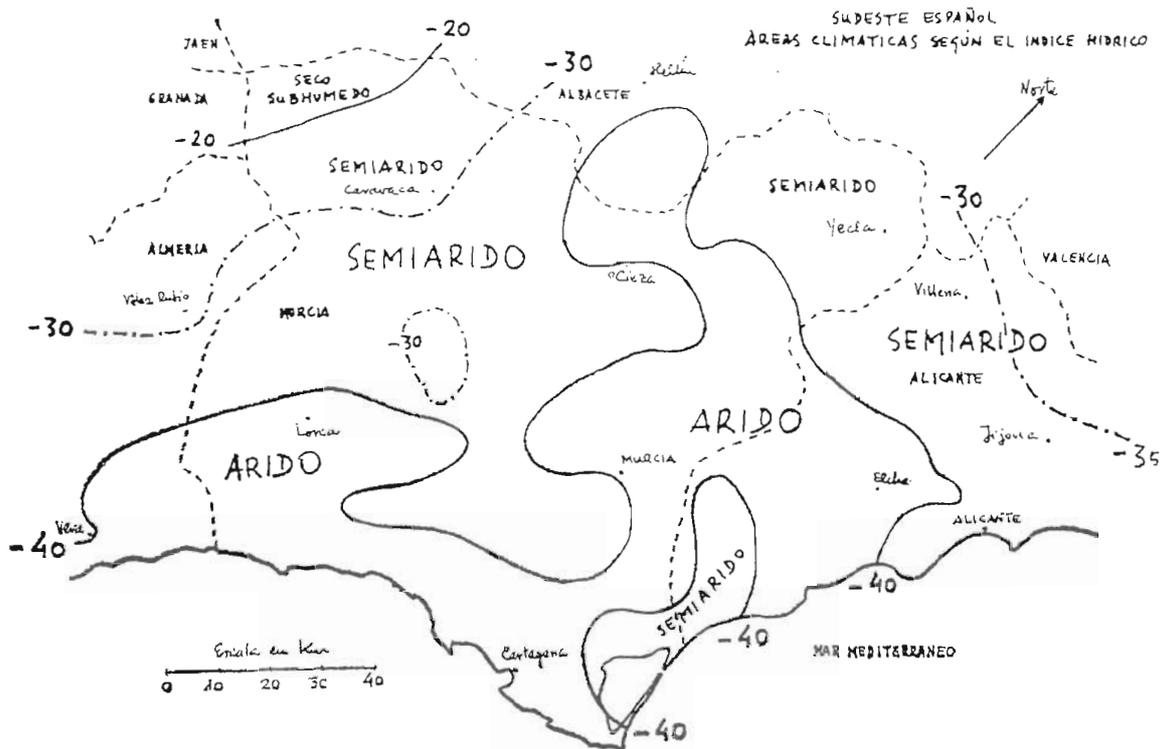
como la huerta de Alicante, parte del Campo de Elche y la parte más oriental del Campo de Cartagena, lindante con el Mar Menor, aunque los índices de estas comarcas costeras están de todos modos muy próximos a — 40.

Sólo aparece como «seco-subhúmedo» el rincón noroeste murciano, de máxima altitud provincial, y también de mínima temperatura y máxima pluviosidad. Se aproximan mucho a este tipo, dentro del área estudiada, los alrededores de Ibi, en Alicante, al NW de la Carrasqueta.

Parece evidente que debieran realizarse multitud de experiencias en campo para afinar a escala microclimatológica y según los diferentes cultivos y terrenos las determinaciones de evapotranspiración potencial, de máxima reserva de agua en el suelo, etc., y así evaluar con precisión las necesidades hídricas. Esta es una de las razones que muestran la necesidad de que el Servicio Meteorológico Nacional dedique gran atención y medios a la formación amplia y cuidadosa de especialistas en investigación experimental agrometeorológica.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) VILA VALENTI, J. 1961. *La lucha contra la sequía en el Sudeste de España*. «Estudios Geográficos». XXII, 82, Madrid. 25-48.
- (2) VILA VALENTI, J. *La Península Ibérica*. 1968. Ed. Ariel. Barcelona.
- (3) SAURA, F. y FERRERAS, C. *Estudio climatológico de la provincia de Murcia*. 1976. I.O.A.T.S. Murcia.
- (4) SAURA HIDALGO, F. y FERRERAS FERNÁNDEZ, C. *Estudio climatológico de la zona del Bajo Segura, Vinalopó y Monegre (Alicante)*. 1976. (Inédito).
- (5) FERRERAS FERNÁNDEZ, C. *Estudio sobre el clima de Hellín*. 1971 (Inédito).
- (6) GALLEGO JIMÉNEZ, F. *Estudio climatológico de Almería*. 1976. (Inédito).
- (7) THORNTHWAITE, C. W. *An approach toward a rational classification of climate*. 1948. «Geographical Review» 38 (1) 55-94.
- (8) ELÍAS CASTILLO, F. y GIMÉNEZ ORTIZ, R. *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*. 1965. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- (9) ELÍAS CASTILLO, F. *Estudio agroclimático del campo de Cartagena*. (Comunicación personal).



**SUDESTE ESPAÑOL.—RESUMEN DE DATOS HIDRICOS ANUALES**

ESTACION	ETP	R	ETP-R	I <sub>h</sub>	I <sub>a</sub>	I <sub>m</sub>	Período	
Prov. de ALICANTE								
8-025	Alicante, Ciudad ...	917,5	354,2	563,3	0	61,4	— 36,8	1944-73
7-261	Almoradí, C.H. ...	951,5	310,0	641,5	0	67,4	— 40,5	1944-73
7-259	Catral ... ..	927,7	303,0	624,7	0	67,3	— 40,4	1948-74
8-019	El Altet, Aer. ...	869,0	294,0	575,0	0	66,2	— 39,7	
8-018	Elche C.D. Agr....	879,0	282,5	596,5	0	67,9	— 40,7	1944-73
8-028	Ibi ... ..	709,2	406,6	302,6	0	42,7	— 25,6	1952-71
8-029	Jijona ... ..	793,8	343,6	450,2	0	56,7	— 34,0	1944-73
7-245	Orihuela C.H. ...	936,3	314,7	621,6	0	66,4	— 39,6	1944-73
7-247	Pinoso C.H. ...	853,6	309,5	544,1	0	63,7	— 38,2	1944-73
8-024	Rabasa, Aer. ...	880,3	302,6	577,7	0	65,6	— 39,4	1944-73
7-037	S. Miguel de S. ...	939,5	353,4	586,1	0	62,4	— 37,4	1941-70
7-042	Torrelamata ...	922,7	279,6	643,1	0	69,7	— 41,8	1944-73
8-007	Villena C.D. Agr...	764,0	365,8	398,2	0	52,1	— 31,3	1944-73
Prov. de MURCIA								
7-250	Abanilla C.H. Seg.	1.029,7	299,5	730,2	0	70,9	— 42,5	1941-70
7-228	Alcantarilla, Aer....	923,4	291,4	632,0	0	68,4	— 41,0	1941-70
7-176	Alguazas ... ..	925,2	267,1	658,1	0	71,1	— 42,7	1941-70
7-161a	Archena ... ..	936,4	296,7	639,7	0	68,3	— 41,0	1947-70
7-155	Blanca C.F. ... ..	938,0	434,9	594,1	0	63,3	— 38,0	1945-70
7-167	Bullas ... ..	804,0	362,6	441,4	0	54,9	— 32,9	1941-70
7-121	Calasparra ... ..	865,7	404,5	461,2	0	53,3	— 32,0	1941-70
7-145	Cieza C.H. Seg....	851,8	296,1	555,7	0	65,2	— 39,1	1941-70
7-129	Emb. Alfonso XIII.	871,6	305,4	566,2	0	65,0	— 39,0	1941-70
7-168	Emb. La Cierva ...	881,2	322,1	559,1	0	63,4	— 38,1	1941-70
7-023	F. Alamo C.H. Seg.	955,9	298,8	657,1	0	68,7	— 41,2	1941-70
7-138	Jumilla E. Vitícola.	830,5	289,4	541,1	0	65,1	— 39,1	1941-70
7-226	Librilla ... ..	977,5	340,3	637,2	0	65,2	— 39,1	1941-70
7-208	Lorca ... ..	943,9	275,1	668,8	0	70,9	— 42,5	1941-70
7-230	Murcia E. Sericic.	893,5	336,0	557,5	0	63,5	— 38,1	1941-70
7-238	Murcia, Los Cuad.	946,9	309,1	637,8	0	67,4	— 40,4	1944-70
7-182a	Murcia, Univers. ...	961,8	308,2	653,6	0	68,0	— 40,8	1941-70
7-026	Pozo Estrecho ...	882,6	278,9	603,7	0	68,4	— 41,0	1941-70
7-156	Ricote «La Cierva».	834,5	360,8	473,7	0	56,8	— 34,1	1944-70
7-031	S. Javier, Aer. ...	860,9	300,3	560,6	0	65,1	— 39,1	1945-70
7-218	Totana I.L. ... ..	932,1	270,5	661,6	0	70,9	— 42,5	1941-70
7-217	Totana P. Paretón.	891,4	307,3	584,1	0	65,5	— 39,3	1941-70
7-275	Yecla C.H. Seg. ...	810,4	325,5	484,9	0	59,8	— 35,9	1941-70
Prov. de ALBACETE								
8-006	Caudete ... ..	779,3	407,6	371,7	0	47,7	— 28,6	1943-72
7-096a	Hellín I.L. ... ..	798,9	336,0	462,9	0	57,9	— 34,8	1940-69
Prov. de ALMERIA								
7-189a	Vélez Rubio I.L. ...	729,3	410,0	319,3	0	43,8	— 26,2	
6-343	Vera I.L. ... ..	891,6	307,5	584,1	0	65,5	— 39,3	

**CLAVE DE SIMBOLOS**

ETP = Evapotranspiración potencial anual en mm.

R = Total medio anual de precipitación en mm.

ETR = Evapotranspiración real anual en mm., en esta zona siempre igual a R.

ETP — ETR = (ETP — R en esta zona) = Déficit hídrico.

I<sub>h</sub> = 100 (R — ETR) : ETP = «Índice de humedad o de exceso» de agua.

I<sub>a</sub> = 100 (ETP — ETR) : ETP = «Índice de aridez».

I<sub>m</sub> = I<sub>h</sub> — 0,6 I<sub>a</sub> = «Índice hídrico».