

El Sureste español y los problemas de la aridez

por FOLKWIN GEIGER *

La franja costera del Sureste español no es tan sólo la región de aridez más extremada de la Península ibérica, sino también de toda Europa, si exceptuamos el área del mar Caspio, en Rusia meridional. El objeto de este trabajo (1) es poner de relieve el tipo característico a que corresponde el Sureste en cuanto a aridez.

Vilá Valentí ha afirmado en dos artículos (1961) que debe considerarse el Sureste como un área climática bien definida, que comprende los sectores semiáridos de las provincias de Almería, Murcia y Alicante. Muchas de las ideas de Vilá Valentí estarán presentes en este trabajo y se ampliarán.

El Sureste de España tiene una estructura orográfica constituida por las cordilleras orientadas de SO-NE pertenecientes al Sistema Bético. Esta gran área de estudio tiene unos 10.000 km² y abarca un extenso frente costero que va desde Villajoyosa, por Alicante, Murcia, Lorca y Almería, hasta Adra, con una anchura máxima de unos 70 km (fig. 1).

Casi por doquier, sobre todo en el Oeste y Sudoeste, este dominio del Sureste español está rodeado por cordilleras, con elevaciones que sobrepasan en algunos casos los 2.000 m. En el Nordeste nos encontramos con las alturas del sector de Alcoy, que alcanza los 1.558 m. Estas montañas actúan en el sistema climatológico, pues a unos 400-500 m se empieza a notar la desaparición de la aridez. Además, dentro de la región que estudiamos existen unas montañas que representan, por su humedad y temperatura, unas «islas» en medio de la aridez del llano. Como ejemplo podemos citar las sierras de Alhamilla, Almenara y Carrascoy (fig. 1).

* Profesor de Geografía. La traducción ha corrido a cargo de M.^a Montserrat MARTÍ BRUGUERAS, colaboradora del Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona.

(1) El presente artículo se efectúa a partir de materiales de mi tesis doctoral *Die Aridität in Süds Spanien. Ursachen und Auswirkungen in Landschaftsbild* («La aridez en el Sureste español. Causas y consecuencias en el paisaje»), que se elaboró durante los años 1965-70. El estudio es el fruto de los contactos mantenidos por el prof. Dr. Eberhard Meyer, de Stuttgart. Sin la cordial y eficaz ayuda del prof. Dr. Vilá Valentí, hubiera sido imposible realizar las investigaciones. También tengo que manifestar mi agradecimiento al prof. Dr. Horacio Capel Sáez, que me orientó y me ayudó, además, a solucionar todos los problemas que presentaba mi permanencia en Murcia, sacrificándose buena parte de su tiempo. Muchas otras personas, en distintas ocasiones, me ayudaron en España y me trataron con gran cordialidad; también a todos ellos deseo expresar desde aquí mi agradecimiento.

LA ARIDEZ

Es difícil una definición breve del término «aridez» ya que con frecuencia no nos referimos sólo al aspecto climatológico, sino que aducimos también ciertas condiciones edáficas. Hemos de tener en cuenta que la vegetación y el paisaje natural deben tanto a los factores climatológicos, como a la estructura del terreno. Así, en el SE de España, las difundidas margas terciarias determinan amplias superficies de carácter semidesértico, como ocurre en el campo de Tabernas, al norte de Almería. También se denomina esta noción «aridez edáfica». En este trabajo, no obstante, nos referiremos especialmente a la «aridez climática».

Utilizamos los datos correspondientes al período 1940-70 que aparecen registrados en el «Boletín Mensual Climatológico», publicado por el Servicio Meteorológico Nacional de Madrid. Para algunas estaciones meteorológicas, como ocurre en los casos de Murcia y Totana, utilizamos datos del Centro Meteorológico del Sureste, en Murcia.

Las escasas precipitaciones

Dos puntos capitales deben constatar, pues ciertas condiciones circunstanciales pluviométricas, en un área seca, complican la exposición del problema. En primer lugar, cabe consignar la variabilidad de las precipitaciones, que aquí pueden llegar a una irregularidad extrema. Por este motivo, los valores medios de las precipitaciones son problemáticos; empero no podemos renunciar a ellos. Ahora bien, como complemento debemos dilucidar todo lo que se relacione con esta variabilidad.

Por otra parte, hemos de tener en cuenta la diferente intensidad de las precipitaciones, que repercute en el grado de receptibilidad del agua en el suelo, particularmente por la carencia de manto vegetal. Como en muchas regiones secas de la tierra, se ha observado en el SE español una gran diferencia entre las intensidades pluviométricas, que abarcan desde las más débiles hasta las más extremadas lluvias torrenciales.

Si lo comparamos con las áreas húmedas de Europa, observaremos una característica esencial: casi todas las precipitaciones caen en forma de lluvia, pues la nieve — que sólo aparece en las montañas — corresponde a un excepcional fenómeno climatológico.

a) *Valores anuales y su variabilidad*

En gran parte del SE las precipitaciones anuales no alcanzan los 300 mm. En algunos salientes del litoral (cabo Tiñoso, cabo de Gata) se conocen todavía cifras más bajas (menos de 150 mm) y algunas estaciones vecinas (Cartagena, San José — Almería —) sólo presentan unas precipitaciones algo superiores a

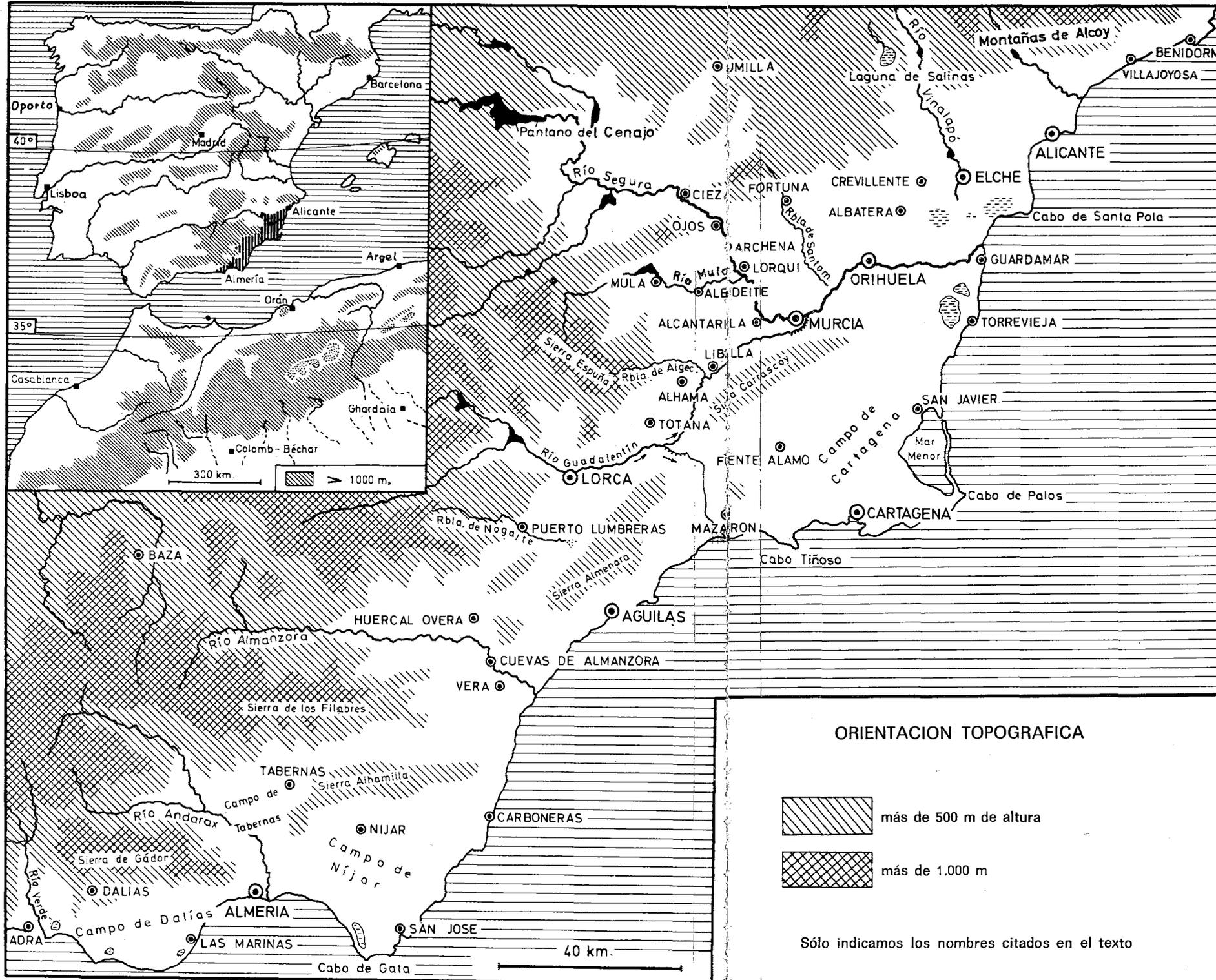


Fig. 1. El área del Sureste. Comprende, total o parcialmente, las provincias de Alicante, Murcia, Almería y Albacete. Su estructura orográfica está constituida por una serie de alineaciones orientadas de SO a NE pertenecientes al Sistema Bético.

los 100 mm. Esto indujo a un error en el resultado de la medición, motivado por la fuerte exposición al viento de los instrumentos pluviométricos. Se confirmó que el pluviómetro colocado sin protección presentaba muchos defectos. Según Wagner (1956, pág. 32), la velocidad del viento arrojaba un resultado de 6 m/seg, alrededor de un 25 % los momentos flojos, y una velocidad de 25 m/seg, durante un 70 %. En nuestro caso, debe ser muy representativa la estación costera de San José (245 mm anuales), a muy pocos kilómetros al este del cabo de Gata (152 mm); en esta última estación se conoce una más alta velocidad del viento. En el mapa (fig. 2) no se señaló la estación del cabo de Gata.

Si se desean comparar las medidas anuales de precipitaciones se ve que existen diferencias entre el resumen del año civil y el del período junio-julio, como se puede comprobar en los siguientes datos referentes a la estación de Murcia.

<i>período 1 julio-30 junio</i>	<i>año civil (Murcia)</i>
1943/44 : 393 mm	1944 : 270 mm
1944/45 : 252 mm	1945 : 99 mm
1945/46 : 205 mm	1946 : 281 mm
1946/47 : 346 mm	1947 : 336 mm
1947/48 : 430 mm	1948 : 544 mm
1948/49 : 709 mm	1949 : 487 mm
1959/50 : 236 mm	1950 : 270 mm

Como dato digno de destacar señalemos que en el año civil de 1945 sólo se midieron 99 mm; eso a pesar de que la suma de precipitaciones durante el período julio-junio arroja 200 mm. El excepcional invierno lluvioso 1948-49 sólo aparece con claridad en la columna de la izquierda (709 mm en el período 1948-49). El año civil, pues, ofrece menos interés. Por tal motivo, en las figuras siguientes se ha tenido en cuenta el período julio-junio.

La fig. 3 nos muestra que los años húmedos y los áridos se presentan en grupos (1934-1938 ó 1960-1969 áridos, 1946-53 húmedos). Estos grupos anuales, en ciclos irregulares, son un fenómeno típico de muchas regiones semiáridas de la Tierra. También llama la atención que la mayoría de los años son más secos que el término medio anual: en el período 1930-1969 únicamente doce años fueron más húmedos que la media y, como consecuencia, hubieron 26 años más áridos. Dicha media alcanza los 290 mm (fig. 3, A) sólo en los años muy húmedos (por ejemplo el invierno de 1948-49). En la mayoría de los años las precipitaciones llegan sólo alrededor de los 240 mm (fig. 3, B); esta cantidad pluvial es, pues, la más probable y nos dice mucho más que la cifra media anual.

Una variabilidad de las precipitaciones anuales de un 30 % — manifestada en la diferencia de las medias — coloca al SE español en el extremo de Europa (en Stuttgart, Alemania, sólo un 9 %). En las regiones muy áridas de Carboneras (Almería) y Aguilas (Murcia) se observa una variabilidad media de un 41 por ciento.

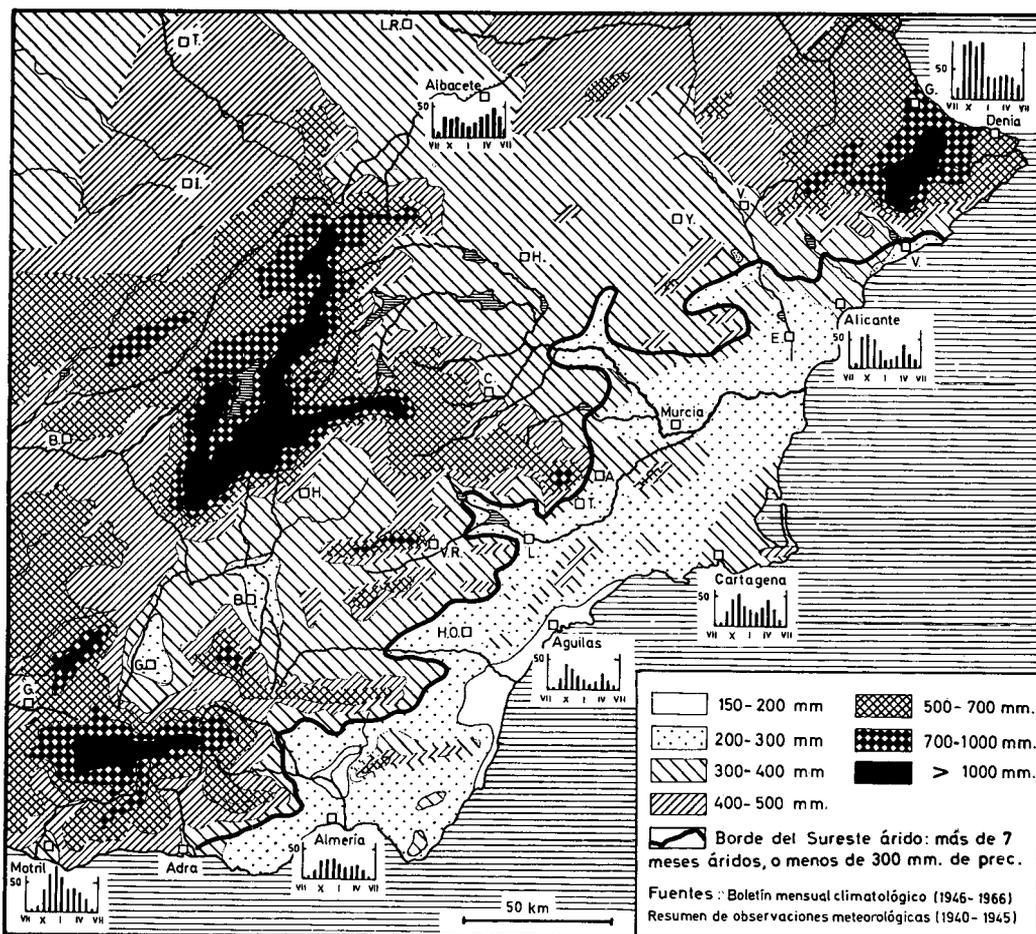


Fig. 2. Precipitaciones anuales.

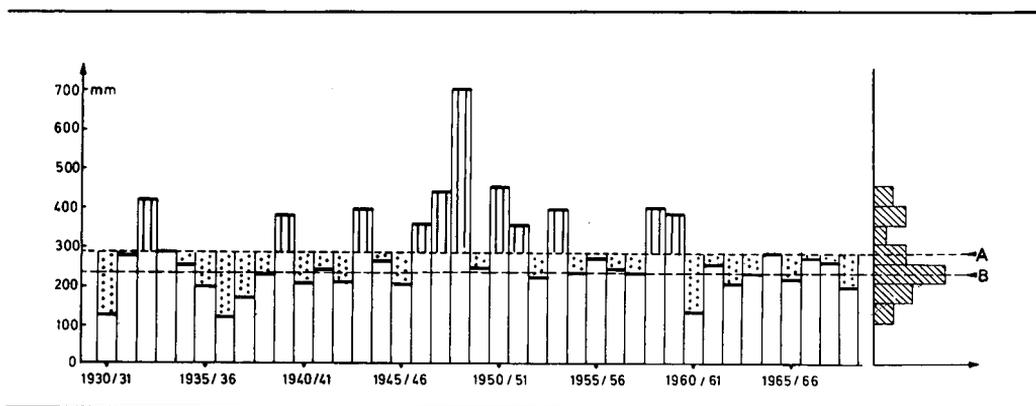


Fig. 3. Variabilidad de las precipitaciones anuales. A) Media anual.
B) Valor de la máxima probabilidad.

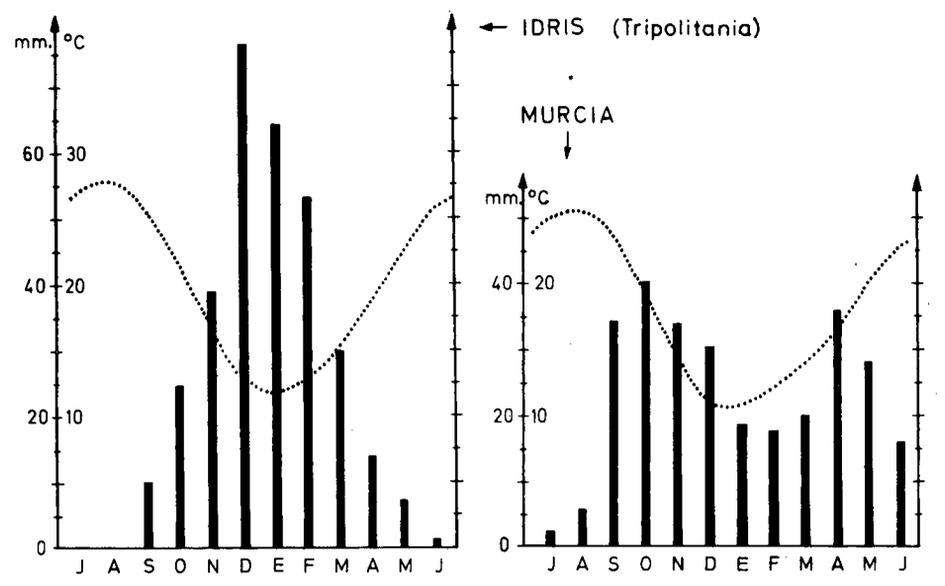


Fig. 4. El régimen anual de temperaturas y lluvias. En Idris, Tripolitania (310 mm anuales), a la izquierda, y en Murcia (290 mm anuales), a la derecha.

b) Valores mensuales de la precipitación

En las medias mensuales (fig. 4) se observa que junto a la aridez veraniega aparece en Murcia un mínimo invernal secundario. Además, si comparamos los regímenes de esta ciudad y el de Idris, en Libia, se observa (fig. 4) que — junto a dos medias anuales casi idénticas — las precipitaciones en Murcia se reparten durante más meses del año, pues la aridez veraniega es corta en dicha ciudad. La falta de esta concentración invernal de precipitaciones en el SE es perjudicial para la agricultura, como veremos más adelante.

Otoño es la única estación verdaderamente húmeda; las precipitaciones señalan también una variabilidad al compararlas con la primavera y el invierno: ¡la media variable de las precipitaciones de febrero arroja el 110 %!

Se deben tomar con cautela los estudios basados en las medias mensuales de las precipitaciones. Veamos la fig. 5: aunque el mes de octubre puede llegar a ser extremadamente árido (1945, 1949, 1963, 1964), es precisamente en este mes, en la mayoría de los años, cuando se alcanza la máxima probabilidad de precipitación (fig. 5, abajo, P); es decir, esas lluvias, que el agricultor espera todos los años por octubre, no se precipitan tan abundantemente como indica su media mensual (fig. 5, abajo, M).

Completamente distinto se presenta el caso de la media mensual de febrero (fig. 5, arriba, M): entre los años 1942-1966 en cinco años llovió extraordinariamente (1942, 1944, 1949, 1959, 1965). Aunque la media mensual sea apro-

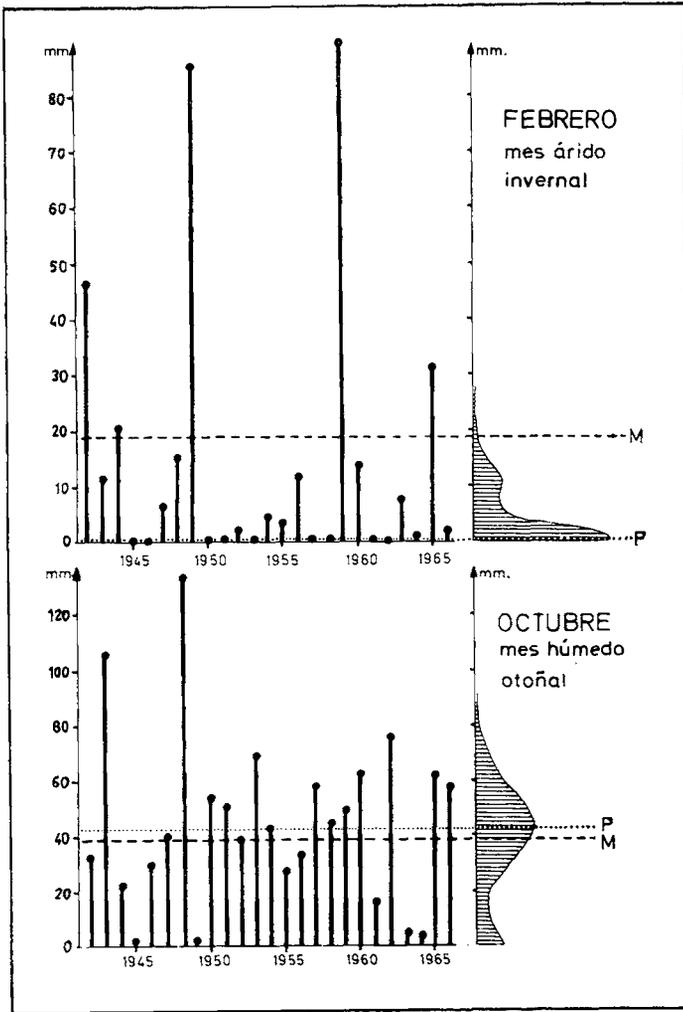


Fig. 5. Variabilidad de las lluvias en dos meses típicos, en Totana. M) Media mensual. P) Valor de frecuencia máxima (probabilidad máxima).

ximadamente de 20 mm, no obstante, el agricultor tiene que enfrentarse durante muchos años con menos de 5 mm: máxima probabilidad de la precipitación (fig. 5, arriba, P). Así pues, febrero es un mes típicamente árido.

Para conocer mejor las precipitaciones del norte africano, Dubief (1963) comparó las cifras de la media mensual con las medianas. Este dato falta, por lo menos, en una mitad del total de los años de observación. En la fig. 6 hemos escogido este método para una estación del SE español. Así surgió una interesante observación: aunque la media mensual de las precipitaciones de abril es más alta que la de octubre (fig. 6, B), en la mayoría de los años la mediana demuestra que abril es mucho más seco (fig. 6, A). También queda bien expresado el carácter árido de los meses de enero, febrero y marzo con el dato citado.

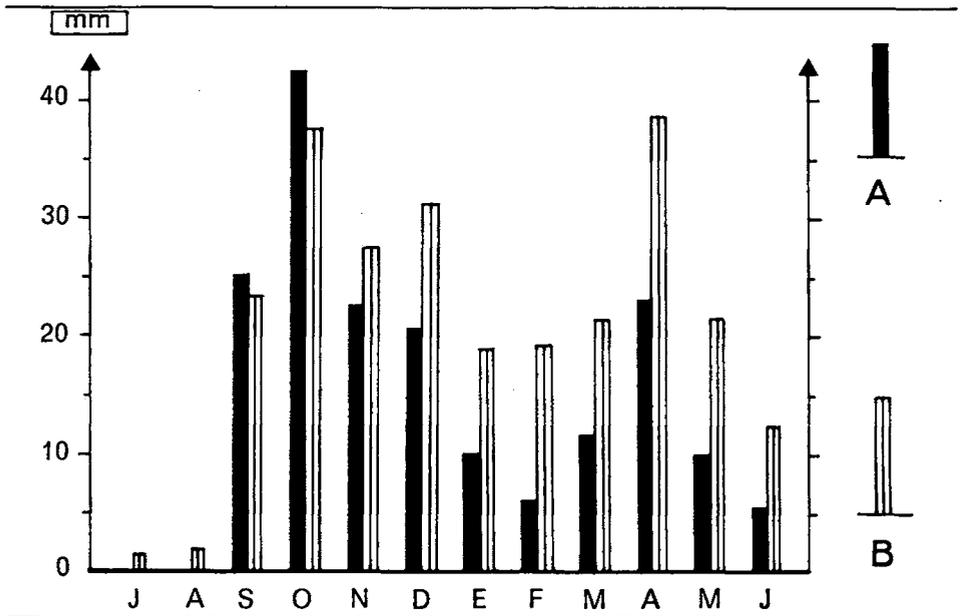


Fig. 6. El régimen de lluvias en Totana 1919-1966. A) Valores medianos: las cantidades indicadas han sido alcanzadas o superadas en la mitad de los años de observación. B) Medias mensuales.

Es interesante observar que en la mayoría de los años en que febrero es seco, también lo son enero y marzo. En cambio, durante los años que llueve en febrero abundantemente, también ocurre lo mismo en enero y marzo. Esta interesante observación puede seguirse cuando se tienen delante cifras mensuales de precipitaciones del período 1920-1966. Para la agricultura debe destacarse que, dado que los meses de enero a marzo representan una importante fase de vegetación para los cereales, la cosecha siempre se pierde cuando dos o más de los meses citados son pobres en lluvias. Y este caso es bastante frecuente, como hemos constatado en la fig. 5, arriba.

La parte B (abajo) de la fig. 6 demuestra claramente cómo durante todo el año se registran lluvias mensuales, pero siempre en otoño resultan más abundantes.

c) Frecuencias diarias e intensidad de las precipitaciones

Sobre el tipo de precipitaciones que se da en el Sureste español domina en la actualidad la opinión emitida por Lautensach (1964, pág. 616): «Las precipitaciones durante el período otoño-invierno se presentan en forma de lluvias torrenciales». Pero esto no es exacto, según veremos en las siguientes tablas estadísticas referentes a la estación de Murcia:

Meses típicos con precipitaciones diarias poco cuantiosas (Murcia)

Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)
Enero 1963		Marzo 1959		Octubre 1965		Diciembre 1963	
4	5,6	2	0,1	5	1,0	2	2,6
5	1,9	3	0,1	6	4,8	7	0,9
6	0,4	6	5,6	7	0,8	9	4,9
11	5,4	8	1,9	8	0,5	11	0,1
12	1,4	9	4,0	14	7,7	14	0,6
14	0,1	11	0,1	15	2,3	17	4,3
17	0,9	17	2,4	16	0,6	18	2,8
18	0,6	20	0,7	17	4,7	19	6,0
19	0,5	21	0,4	18	3,2	20	3,7
21	0,1	22	0,4	24	7,0	21	0,7
23	1,9	23	0,2	25	1,8	23	3,0
24	1,6	24	0,4	29	0,2	26	0,3
25	2,1			30	1,2	29	1,3
				31	2,7	30	5,0

Total mes : 22,5 mm Total mes : 16,3 mm Total mes : 38,5 mm Total mes : 36,3 mm

Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)
Enero 1961		Febrero 1961		Marzo 1961		Abril 1961	
1	1,1	20	0,1	23	3,2	6	1,0
20	1,3			24	1,2	7	3,4
22	3,5					10	3,0
23	0,5						

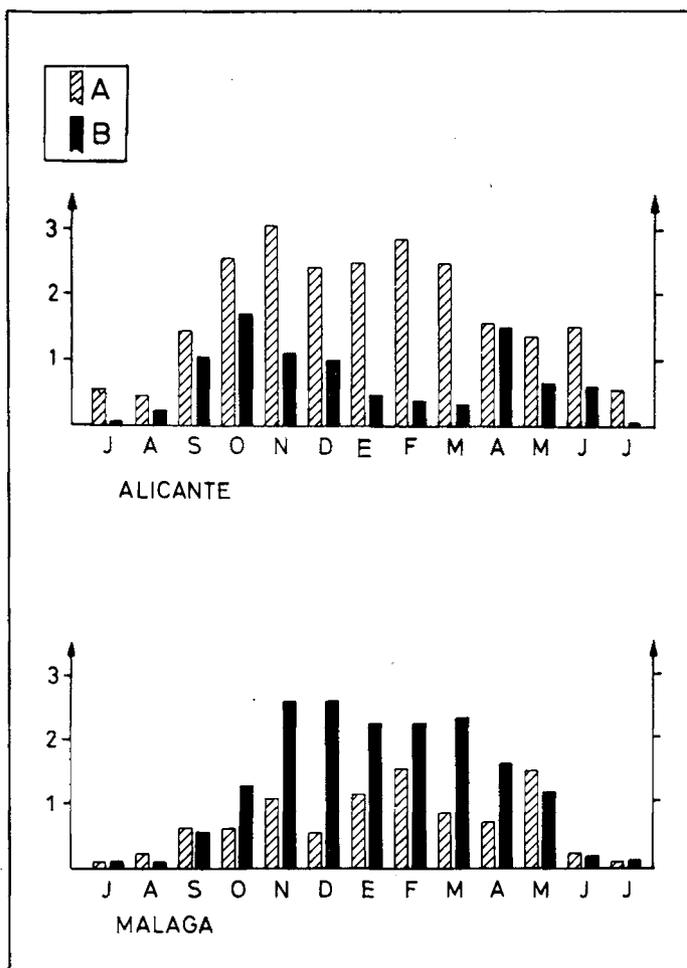
Total mes : 6,4 mm Total mes : 0,1 mm Total mes : 4,4 mm Total mes : 7,4 mm

Meses típicos con lluvias torrenciales

Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)	Fecha	Precip. (en mm)
Junio 1964		Septiembre 1963		Octubre 1962		Diciembre 1965	
19.	0,3	2	8,7	4.	13,9	8.	93,0
22.	0,4	3.	29,7	11.	7,2	10.	0,2
23.	1,4	15.	6,2	14.	37,5		
26.	3,4	18.	0,9	15.	1,0		
27.	49,8	21.	0,2	18.	0,1		
				19.	2,2		

Total mes : 55,3 mm Total mes : 44,7 mm Total mes : 63,2 mm Total mes : 93,2 mm

Fuente: Actas del Centro Meteorológico del Sureste, Murcia.



Paradójicamente el número de días de lluvia al año, en el Sureste de España, es relativamente grande; Alicante, con sus 59 días de lluvia (con más de 0,1 mm), tiene más que Málaga (54 días de precipitaciones), a pesar de que el litoral meridional es más húmedo que la costa SE. Así pues, el número de días con algo de precipitaciones es una importante característica del SE español; claro que en un 70 % de los días de lluvia cae menos de 1 mm y en un 90 % de los días de lluvia caen menos de 10 mm.

Muy escasos son los días con abundantes lluvias. En nueve años, desde principios de 1957 hasta finales de 1965, ¡no hubo ni un día en Murcia con una precipitación que alcanzara los 50 mm!

Una interesante comparación entre la estación de Alicante (litoral SE) y Málaga (litoral meridional) puede verse en la fig. 7. Se observa que en Alicante dominan las pequeñas cantidades diarias en todos los meses del año.

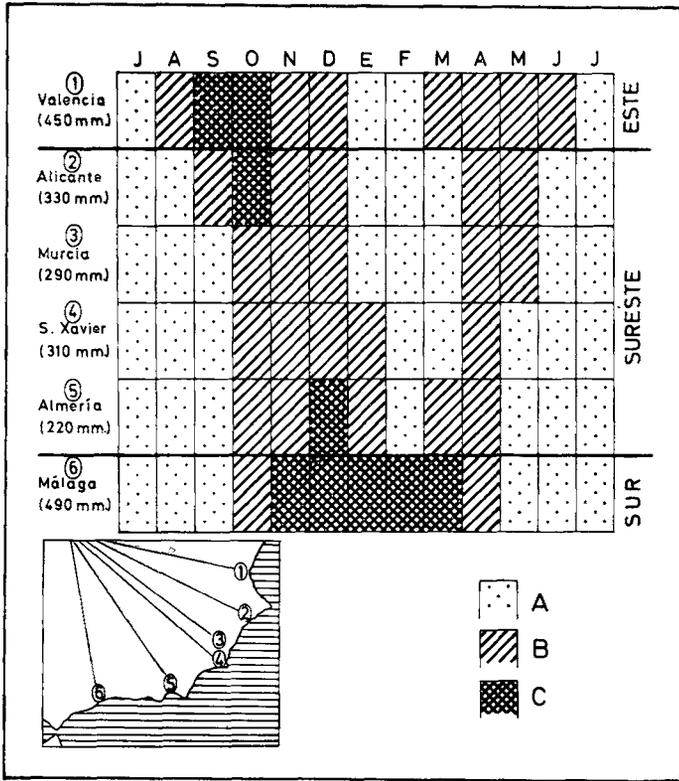


Fig. 8. Frecuencia de los días con más de 10 mm de lluvia. (Esquema regional.) Años de observación: 1951-1966. A) En la mayoría de los años *ningún* día mensual. B) En la mayoría de los años *un* día mensual. C) En la mayoría de los años varios días mensuales.

Los días con cantidades superiores a 10 mm son infrecuentes durante el invierno. El fenómeno se presenta muy diferente en Málaga; aquí, es completamente distinta la frecuencia de días lluviosos y secos respecto a Alicante. Los meses de invierno se caracterizan por los muchos días con alguna precipitación.

La fig. 8 nos muestra con claridad la curva climatológica desde la costa E (Valencia), por el litoral SE (Alicante, Murcia, San Javier, Almería), hasta el Sur (Málaga). En Valencia observamos un largo período lluvioso con el máximo en otoño, interrumpido por la sequedad del invierno. Este período seco se comparte con la aridez del litoral del Sudeste de los meses de enero a marzo, que tras Almería desaparece completamente. Málaga, por el contrario, tiene un invierno relativamente corto y con precipitaciones concentradas.

En muy pocos lugares se toman las medidas de intensidad de las lluvias. Puede decirse que oscilan entre 0,2 mm/h y 120 mm/h, siendo en otoño cuando la intensidad es más alta. He aquí algunos ejemplos de altas intensidades:

- 14 octubre 1962: 37,5 mm de lluvia, intensidad máxima 120 mm/hora
- 8 diciembre 1965: 92,5 mm de lluvia, intensidad máxima 30 mm/hora

Pero las lluvias torrenciales fuertes y copiosas no son de importancia dominante en el SE, como lo demuestran las siguientes cifras:

Días con lluvias torrenciales (intensidad mínima 50 mm/h, cantidad mínima 10 mm, durante los años 1939-1961 (Alicante):

Jul.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	En.	Fe.	Mz.	Ab.	My.	Jun.	Total
0	2	11	5	2	0	0	0	0	2	0	1	24

Fuente: Elías (1963)

A pesar del raro y limitado interés por las cifras de las intensidades pluviométricas, las lluvias torrenciales son de gran importancia para la geomorfología, hidrografía, etc. En el octubre de 1948 fue el SE la zona con más lluvias torrenciales de toda la península ibérica; sólo el día 22 de octubre de 1948 cayeron en Puerto Lumbreras 240 mm. ¡Casi tanta agua como la media anual (260 mm)! Según datos del Archivo Municipal de Murcia, las aguas arrastraron por las avenidas de las ramblas bloques de piedra de más de 2 m³.

Así pues, el SE español se presenta como una región árida con muchos días de lluvias insignificantes, pudiendo darse en cambio precipitaciones torrenciales*.

Algunas consideraciones sobre insolación, temperatura y evaporación

Con referencia a otros elementos climáticos distintos a las lluvias, que precipitan en todas las zonas áridas de forma irregular, hemos de señalar que la insolación y la temperatura pueden presentar muchas diferencias. El conocimiento de los valores medios de temperatura e insolación son, por lo tanto, muy útiles.

El Sureste español se presenta con más de 3.000 horas de exposición solar anuales — destacando a este respecto el invierno — en el extremo de Europa: es el «reino serenísimo» de los documentos medievales. Las nubes permanecen todo el año por debajo del 40 % de cubrimiento del cielo, como nos lo indica la siguiente tabla de la estación de Alicante:

	Jul.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	En.	Fe.	Mz.	Ab.	My.	Jun.
Nubosidad (porcentaje)	17	20	29	36	33	39	37	31	37	38	32	24

Durante los días serenos del invierno la atmósfera es mucho más clara que en verano; pero si hay un excesivo recalentamiento del suelo, se levanta una gran calina.

El régimen anual de temperaturas en Murcia se señala en la fig. 4. Ahora bien, a pesar de la escasa nubosidad, existe gran diferencia entre el día y la

* Esta observación se confirmó cuando, estando en prensa el presente trabajo, se produjeron las catastróficas inundaciones del 19 de octubre en el área estudiada. Nota del Consejo de redacción.

noche, como lo demuestra la amplitud (diferencia entre la temperatura media máxima diaria y la temperatura media mínima diaria) de la estación de Murcia:

Jul.: 14,0°/Oct.: 11,9°/Enero: 13,1°/Abr.: 12,5°

Interesa, por ello, destacar que, en las costas húmedas del norte de España, las amplitudes sólo alcanzan la mitad de éstas.

Durante los meses invernales, la costa sudoriental presenta los máximos de insolación y temperatura no sólo de la Península ibérica, sino también de toda Europa:

Temperatura a las 13 horas (valor medio de los años 1947-1966)

	Febrero	Abril	Mayo
Alicante (SE)	17°0 C	21°1 C	29°9 C
Málaga (S)	15°9 C	19°2 C	27°8 C
Cádiz (SO)	15°5 C	18°7 C	26°9 C

La costa sureste es la única área litoral de la Península en que, junto al mar, se pueden alcanzar los 40°. En enero se llega a medir un máximo absoluto de 32,2° y en julio ¡llega alrededor de los 47° C! Estas altas temperaturas se atribuyen por algunos autores únicamente al «*lebeche*», ese cálido viento meridional (también denominado «*solano*») que, sobre todo en primavera y verano, llega a esta región desde el Sahara. Nuestra investigación, sin embargo, permite comprobar que el *lebeche* es tan sólo un fenómeno excepcional y que en los últimos veinte años las temperaturas máximas del Sureste español han sido superiores a las medias que presentan la costa marroquí y argelina. Así, pues, podemos afirmar que esos 200 km que se extienden a lo largo del mar no poseen una elevada temperatura por su relación con el Sahara. El estado de tiempo caluroso en el Sureste español tiene su origen en la cálida atmósfera de la Meseta, que desciende hacia la costa contigua y la recalienta extraordinariamente.

Con la excepción del área de Almería, el Sureste puede también conocer heladas, aunque sean raras. En el febrero, extremadamente frío, de 1956, se midieron en Valencia 10° bajo cero; en cambio, en el Sureste no se descendió a temperaturas inferiores a los 4° bajo cero. Con 1,2° (positivos) Almería tuvo el más alto mínimo peninsular en febrero de 1956.

Aunque la humedad del aire no es muy elevada (Murcia: 69%), el invierno se presenta muy húmedo durante las noches, con mucho rocío (en Totana se registraron, en 1944, 85 días con rocío).

La mayor velocidad del viento se presenta en invierno; en su mayoría se trata de vientos secos del Oeste o del Noroeste, con cielo despejado, cuya aridez invernal se acentúa todavía más. Durante el húmedo otoño se observan, por el contrario, vientos débiles de componente Este, unidos a inestabilidad atmosférica y lluvias.

Entre los elementos climáticos, la evaporación es el de estudio más proble-

mático. La evaporación real del suelo (incluida la transpiración vegetal) es difícil de medir; no obstante, puede afirmarse sin duda que varía mucho de un área a otra; así pues, debemos considerar la evaporación potencial a grandes rasgos. Un sistema de medición para este caso es el evaporímetro de Piche, con el que se han conseguido resultados interesantes en el Sureste español. También puede calcularse la evaporación potencial a través de la temperatura, insolación y otros elementos climáticos. En este sentido desarrolló Turc (1961) un método en Francia y Elías y Giménez (1965), con éste y otros métodos, han conseguido medir la evaporación potencial de muchas estaciones de la Península ibérica.

Evaporación potencial (en mm), medido según Piche (Murcia):

Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mzo.	Ab.	My.	Jun.	Año
197	178	140	119	93	92	96	100	131	152	166	192	1640

Evaporación potencial (en mm), calculado según Turc (Murcia):

Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mzo.	Ab.	My.	Jun.	Año
171	157	139	77	53	41	43	53	78	111	136	159	1300

Fuente: Elías y Giménez (1965).

Como se ve, las cifras, obtenidas con los dos métodos, son distintas; pero el ritmo anual es el mismo. Con el sistema de Thornthwaite la evaporación potencial de Murcia queda reducida a 910 mm, con lo que las cifras en primavera y en invierno son mucho más bajas que las indicadas. Esto quiere decir que el método de Thornthwaite en todas las áreas terrestres con alta insolación da una baja evaporación potencial, ya que sólo se basa en la observación de las medias mensuales de la temperatura. En cambio, Turc tiene en cuenta también las medias de insolación. Sin duda el sistema de Turc es más adecuado para el Sureste español. Con él aparecen claros ciertos hechos característicos, como la necesidad de riego en el cultivo de tomates durante el invierno. Esta exigencia se explica por la existencia de una evaporación de más de 40 mm en enero.

Es interesante tener en cuenta que la evaporación potencial en el Sureste español es cuatro o cinco veces más alta que la precipitación anual.

Las características generales del clima del Sureste español

El clima de un lugar puede presentar interesantes facetas, si se efectúa el estudio a través de diagramas sobre el balance del agua mensual. En ese balance de agua se combinan las precipitaciones y la evaporación. Conveniría hacer sobre este problema unas observaciones: a) Según vimos, la evapo-

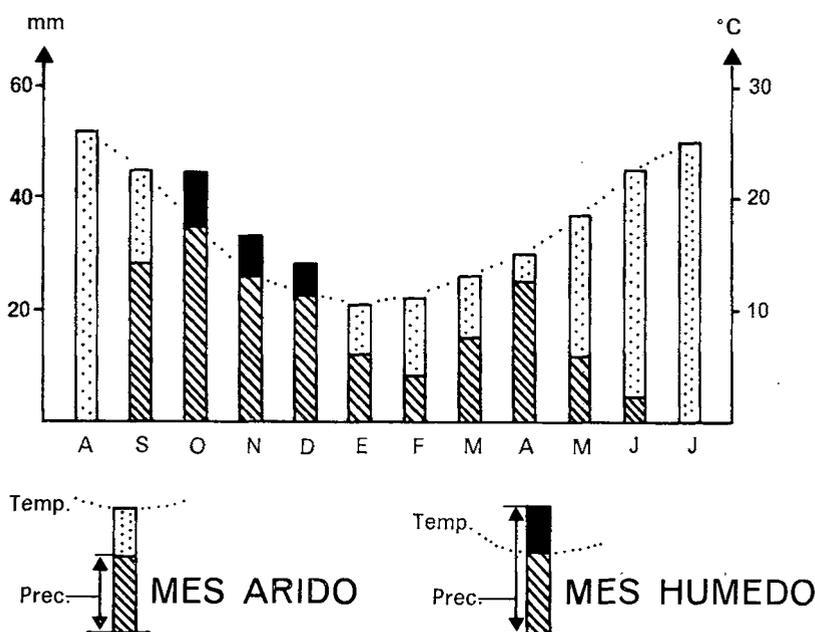


Fig. 9. Meses áridos y húmedos en Totana. Años de observación: 1946-1966. Las precipitaciones son presentadas en valores medianos. Las cantidades indicadas han sido alcanzadas o superadas en la mitad de los años de observación.

ración potencial es muy difícil de medir, por lo que casi no se puede elaborar un diagrama anual; b) la irregularidad de las precipitaciones es tan elevada en las regiones áridas, que dificulta a todas luces la preparación de un diagrama anual; c) mientras que la evaporación se muestra sin discontinuidad, las precipitaciones son fenómenos intermitentes. Dos aspectos tan dispares son difíciles de incorporar en un único diagrama y, por lo tanto, efectuar un balance de agua resulta verdaderamente problemático.

En las tres afirmaciones anteriores se muestra que las complicadas operaciones matemáticas para un balance de agua en las regiones áridas no son, en muchos casos, efectivas. Para señalar la característica de los meses secos y húmedos en el Sureste utilizaremos un método sencillo. Muy sencillo, pero fundado en la fisiología vegetal: éste es el método que empleó Gausson con el botánico alemán Walter en un atlas climatológico mundial (1960). Estos autores dibujan en sus diagramas la temperatura media mensual en grados C y la precipitación media mensual en mm. En el diagrama corresponde 1° a 2 mm de precipitación (fig. 4; apartado A, 1, b del presente artículo). Serán meses húmedos aquellos en que la línea de las precipitaciones se eleve por encima de la curva de las temperaturas (así pues, según la fig. 4, los meses de octubre, noviembre, diciembre y abril son húmedos).

En páginas anteriores hemos visto que los valores medianos de la precipitación mensual son mejores que los valores medios. En la fig. 9, por tal motivo, no hemos tomado las medidas mensuales, sino las medianas — a diferencia de la fig. 4 —. En la fig. 9 puede verse mejor que el Sureste posee un otoño húmedo la mayoría de los años, y que, por el contrario, la primavera suele ser seca. Este hecho es más notorio en abril: en la fig. 4 es húmedo, pero en la fig. 9 es árido.

Naturalmente no puede darse un número fijo y exacto de los meses áridos en el Sureste. Si observamos separadamente cada año del período 1919-1970, podemos afirmar con plena seguridad que en la mayoría de los años hay, en el conjunto del dominio surestino, de siete a diez meses áridos (en el área Aguilas-Almería, de ocho a once). También puede utilizarse la probabilidad mensual de la aridez como criterio climatológico (como hizo Jaetzold, 1961). Este valor nos da la frecuencia de los meses áridos (en el porcentaje de todos los años durante el período de observación). En Murcia hemos encontrado los siguientes resultados (período de 1919-1970):

Mes	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mz.	Ab.	My.	Jun.	Jul.
Probabilidad de la aridez del mes en %	95	61	28	35	39	36	68	67	51	71	83	100

Estas cifras dan a la vez el grado de aridez en los distintos meses del año.

Para caracterizar el clima del SE español debemos emplear los términos «semiárido», «subárido» (2) ó «árido», según el punto de referencia que se elija. Si lo comparamos con el Sahara, el Sureste español constituye un ejemplo típicamente semiárido; ahora bien, si cotejamos las cifras con las normales del clima mediterráneo, entonces el Sureste puede parecer verdaderamente árido.

Por todo ello, es difícil encontrar una clasificación segura para el Sureste pues se trata de un clima intermedio entre el área mediterránea y la zona desértica propiamente dicha. Además, no existe otra región en el mundo con semejantes características climáticas; fijémonos, por ejemplo, en la existencia de un largo período de precipitaciones (de septiembre a mayo/junio), durante el cual sólo se consiguen 200-300 mm anuales, con un período secundario de aridez — el principal es de junio a septiembre — de enero a marzo. Todas las otras regiones de la Tierra que puedan compararse respecto a la precipitación anual y al ritmo de las temperaturas presentan una fuerte concentración de precipitaciones en invierno (áreas del Africa mediterránea, del Próximo Oriente, California del Sur y otras regiones semiáridas subtropicales). Otra característica del Sureste es el gran número de días con precipitaciones débiles, inferiores a los 5 mm. Las lluvias torrenciales, aunque existentes en el Sureste, no son tan frecuentes como en aquellas áreas.

(2) El término «subárido» procede de autores franceses (como, por ejemplo, Despois y Raynal, 1967), que lo utilizan para los climas al Norte de las zonas limítrofes del Sahara, donde «semiárido» parece demasiado suave y «árido», en cambio, es exagerado.

Por último, debe señalarse que gracias a la insolación intensa a lo largo de todo el año, las medidas de las temperaturas máximas diarias alcanzan siempre cifras altas: enero, 16° C; julio, 30° C; ambos datos referentes a la faja litoral.

LAS CAUSAS DE LA ESCASEZ DE PRECIPITACIONES

Han sido fundamentales para este apartado del presente estudio, juntamente con otras fuentes ya citadas, como la del Servicio Meteorológico Nacional (Centro Meteorológico del Sudeste, Murcia), las cartas climáticas mundiales diarias, obtenidas a partir de centros alemanes desde el año 1949 al año 1970.

La mayoría de las depresiones atmosféricas que pueden observarse en el área mediterránea no proceden del Atlántico, sino que son autóctonas del mismo Mediterráneo. Sobre todo la cuenca del Mediterráneo occidental se halla relativamente cerrada por alineaciones orográficas. Durante el verano, la región queda dentro del área anticiclónica subtropical, de forma que el agua se recalienta mucho. La temperatura del agua sirve, durante las estaciones frías, para calentar la atmósfera. Por ello, durante el otoño y principios de invierno las capas atmosféricas sobre el agua mediterránea están relativamente húmedas y calientes. Ahora bien, cuando del norte — a través de la depresión del valle del Ródano — o de la cuenca del Mediterráneo oriental llega aire frío la atmósfera mediterránea, cálida y húmeda, se eleva y, consecuentemente, aparecen las precipitaciones por el enfriamiento y la condensación de la humedad del aire.

Se habla de este proceso como de una inestabilidad potencial de la atmósfera mediterránea, cálida y húmeda (*Meteorological/Office*, I, 1962, pág. 9). Con la entrada de la mencionada corriente fría septentrional aparece también en la mayoría de los casos la denominada gota fría, normalmente en forma de una depresión estacionaria en el área mediterránea, frecuentemente centrada en el golfo de Génova, aunque a veces también en la región balear o en la costa oriental española (fig. 10, abajo).

Como ya indicamos, son pocas las depresiones que del Atlántico llegan al área mediterránea. Frecuentemente se trata de depresiones que afectan al Oeste y Noroeste de la Península ibérica, pero que influyen poco, con sus frentes, hacia el Este (fig. 10, arriba).

Consideremos, dentro de este contexto, la situación geográfica del Sureste español. Esta área se halla apartada de la región de las depresiones del Mediterráneo occidental. Esto significa la existencia de una débil inestabilidad atmosférica y, en consecuencia, tan sólo precarias precipitaciones. La región montañosa de Alcoy-Denia agudiza esta situación marginal todavía más, pues estanca frecuentemente las tormentas del norte y noroeste y el Sureste español se queda sin rastro de lluvias (fig. 10, abajo). Los siguientes ejemplos nos demostrarán tal afirmación.

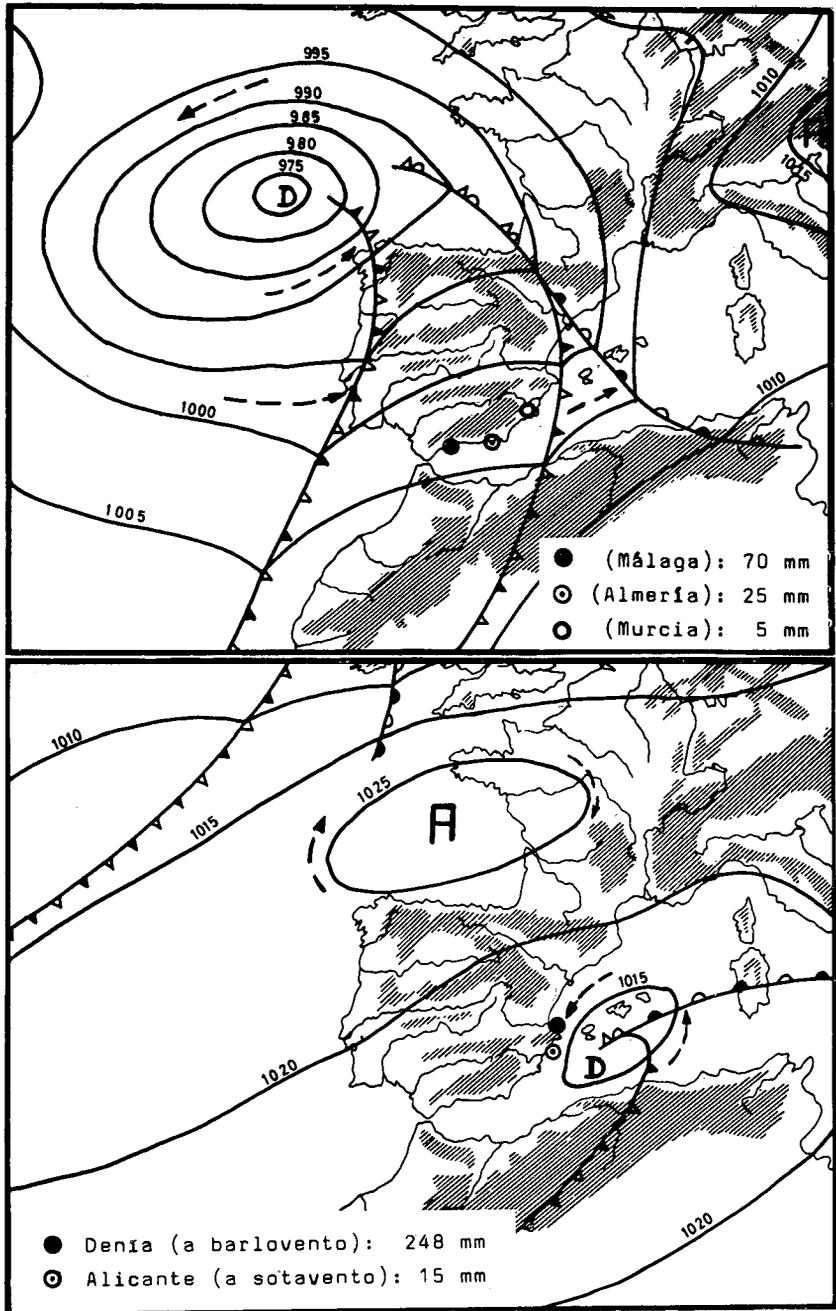


Fig. 10, arriba. Situación del 26 diciembre 1961: Depresión atlántica casi estacionaria («gota fría»). Sus frentes producen abundantes precipitaciones en los sectores occidentales y centrales de la Península. Obsérvese que el Sureste, sobre todo la región murciano-alicantina, queda situado a sotavento de las Cordilleras béticas. Fig. 10 bis, abajo. Situación típica del otoño (31 octubre 1961): Depresión al Sur de las Baleares (resto de una «gota fría»). El Sureste queda en la faja occidental del área con lluvias; su situación marginal se halla reforzada por las alineaciones montañosas del Norte de Alicante y Murcia.

	11 octubre 1956	18 noviembre 1956	27 octubre 1958
Valencia (E)	69 mm	227 mm	66 mm
Alicante (SE)	31 mm	38 mm	34 mm
Cartagena (SE)	15 mm	15 mm	24 mm
Almería (SE)	10 mm	5 mm	6 mm
Málaga (S)	5 mm	3 mm	8 mm

En la tabla anterior queda reflejado también otro hecho: dentro del Sureste, el sector más meridional (Almería) queda más alejado de la ciclogénesis mediterránea que el área de Alicante.

Observemos ahora la localización del Sureste de España en relación con el Atlántico: aquí la protección orográfica llega al extremo con las cordilleras de la Península ibérica. A pesar de todo, es posible ver influencias atlánticas en el Sureste — que son muy distintas a las influencias mediterráneas — y que, en parte, contraponen a Almería con la región alicantina. En la fig. 10, arriba, se observa claramente cómo las precipitaciones merman mucho de Málaga a Murcia, pasando por Almería. En general no se da el fenómeno con completa claridad, pues normalmente existen algunos frentes atlánticos fríos que aportan a Murcia y Alicante precipitaciones de 10-20 mm.

Los ejemplos que siguen a continuación demuestran que, en la región de Almería, las precipitaciones dependientes de frentes atlánticos, en comparación con la vecina área de Málaga, son de escasa importancia:

	8/9 diciembre 1953	1/3 marzo 1963	6/7 febrero 1963
Málaga (S)	70 mm	51 mm	50 mm
Almería (SE)	5 mm	19 mm	11 mm
Vera (SE)	0 mm	4 mm	6 mm

Muy rara vez intervienen las pocas depresiones que, a través del «pasillo de Gibraltar», alcanzan a aportar, en la región de Almería, hasta unos 50 mm.

Para resumir diremos que la aridez del SE español corresponde indudablemente a una situación marginal dentro del contexto, así como respecto a la ciclogénesis atlántica. Algunas escasas precipitaciones por influencia del Atlántico caen en el área almeriense; las lluvias de las comarcas de Murcia y Alicante proceden de depresiones mediterráneas.

En la frecuente aridez de los meses de enero, febrero y marzo, sobre todo en la parte central, aparecen además otras causas. Una de ellas es que la actividad de las depresiones mediterráneas en la zona balear y del Este de la Península se concreta especialmente en el otoño y principios de invierno.

Sobre este hecho debe todavía mencionarse que, desde muy pronto, se estudió la aridez del SE español: Echegaray (1851), Willkom (1896), Pato Quintana (1915), Neuman (1943), Lautensach (1964). Cada nueva teoría se basa en los estudios de la anterior; nosotros hemos tenido particularmente en cuenta las investigaciones de Lautensach.

LA INFLUENCIA DE LA ARIDEZ EN EL PAISAJE DEL SURESTE

La vegetación en sus relaciones con el clima árido, los suelos y el hombre

La vegetación de las zonas áridas es resultado directo de la importancia del agua en el suelo, junto a otras circunstancias, tales como la orientación y la exposición. En último lugar depende también, además de las precipitaciones, de la calidad de los suelos y de la circulación de las aguas, que tanto varía de un lugar a otro. Por ello la vegetación se adensa en las zonas desérticas en lugares favorables edáficamente: se tratará, pues, de una «vegetación agrupada», al contrario de la «vegetación difusa» de las regiones húmedas.

En todos los climas extremos de la Tierra tiene acusada importancia la acción humana (la tala, la explotación de los pastos, etc.); frecuentemente es suficiente una pequeña perturbación local, dentro del equilibrio natural, para que surja una consecuencia grave y extensa.

Se sabe históricamente que el Sureste fue habitado desde muy antiguo (cultura de Almería, hacia 2000 a. C.), y que las actividades minera y agrícola desempeñaron un importante papel; pueden añadirse, además, otras acciones humanas durante un largo período. Así pues, una vegetación estrictamente natural se puede encontrar en muy pocos lugares.

El clima del Sureste español constituye un decisivo factor respecto al desarrollo de la vegetación. Además de la sequía del verano, la vegetación tiene que soportar otros períodos áridos, que frecuentemente duran varios meses. El carácter xeromórfico de la vegetación del Sureste es más marcado que el de otras cálidas áreas del sur mediterráneo (como por ejemplo, Sicilia). Entonces es comprensible que en esta región no aparezcan especies típicas de la flora mediterránea (por ejemplo, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Laurus nobilis*). Incluso plantas características de la maquia desgradada y de la garriga — algunas especies de *Cistus* — se hallan sólo en las laderas expuestas al norte.

Igualmente una planta tan típica como la encina (*Quercus ilex*) se extiende sólo hasta los límites del Sureste árido (fig. 11). Como afirmó Freitag (1966), existe una difusión en esta zona de plantas xerófilas que son casi exactamente las mismas que las de regiones desérticas (fig. 11; véase también fig. 2). Muchas de estas plantas aludidas últimamente aparecen en la estepa subdesértica del Sahara o, por lo menos, guardan estrecha relación con ellas; en cambio, faltan totalmente en el área mediterránea. Se trata de — junto a las señaladas en la figura 11 — los arbustos *Salsola genistoides* (escobilla), *Anabasis mucronata*, *Lycium intricatum* (cambrón), *Launa arborescens*, *Zizyphus lotus*, *Limonium caesium*, etc.; las hojas de estos arbustos, tan resistentes a la sequía, son extremadamente pequeñas y, a veces, suculentas; algunos carecen de hoja (por ejemplo *Limonium caesium*). La raíz es, en la mayoría de los casos, tan grande como la parte exterior de la planta.

Veremos ahora los tipos de vegetación, que podemos reducir fundamentalmente a cinco:

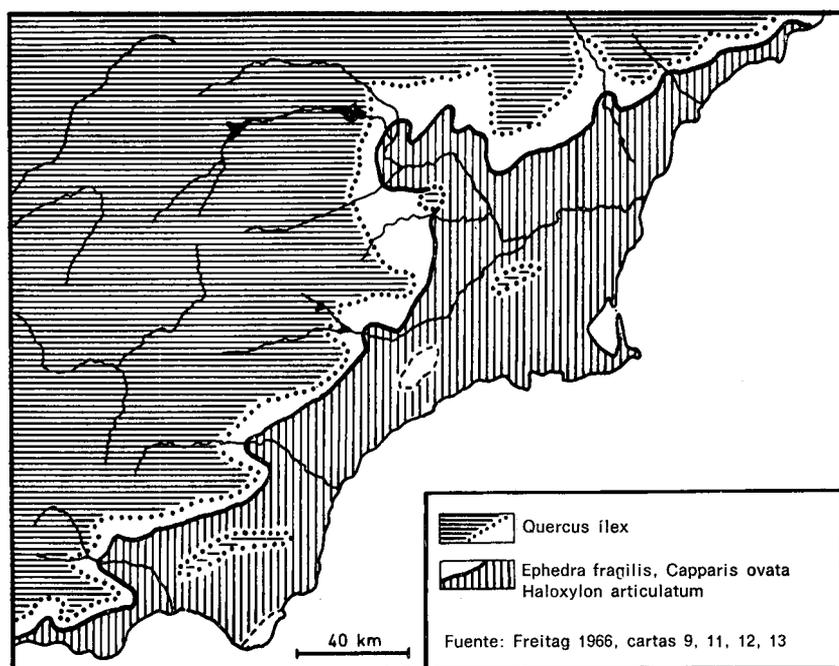


Fig. 11. Areas de plantas características.



Fig. 12. Paisaje semidesértico en el Campo de Tabernas (Almería). Uno de los dos cortijos, con parcelas abancaladas de secano, está abandonado (al otro lado de la rambla, borde izquierdo de la foto). El otro cortijo de secano, junto a las palmeras aisladas, todavía está dedicado al cultivo. Foto: Folkwin Geiger, 12 marzo, 1966.

a) *Vegetación semidesértica (por predominio edáfico)*

Aparece esta vegetación en sectores aislados. Ejemplos peculiares de este tipo aparecen en el Campo de Tabernas, al norte de Almería (fig. 12). En esta cuenca, de clima extremadamente seco, las margas y areniscas del Mioceno, profundamente erosionadas, son las responsables de la aridez. La importancia del factor edáfico viene subrayada porque en estos paisajes semidesérticos precipitan más de 300 mm y, a decir verdad, es allí donde predominan los suelos subdesérticos grises (*serosem*).

b) *Vegetación esteparia*

Este tipo lo encontramos frecuentemente en ámbitos donde la actividad humana puede advertirse a primera vista. Aparecen en este tipo plantas que acompañan al esparto (*Stipa tenacissima*). Aquí los esparteros se han dedicado a desarraigar otras plantas y así crearon una estepa.

Allí donde las artemisias (*Artemisia Banelieri*, *Artemisia herba alba var. Valentina*), con una altura de 20-30 cm, aparecen concentradas, predominan normalmente los suelos arcillosos. Las artemisias sólo constituyen el pasto para algunos animales (cabras, ovejas), pues no cabe la utilización como leña. De esta forma, podemos hablar de un favorecimiento indirecto de las artemisias por la actividad humana.

c) *Los matorrales bajos*

Fisionómicamente son muy parecidos a las estepas. Apenas alcanzan los 30 cm. A más altura aparecen las matas de *Thymus hyemalis*, *Thymus vulgaris* y otras especies del tomillo, formando el tomillar. Los romerales, con *Rosmarinus officinalis*, son algo más exigentes y únicamente crecen en terrenos margosos con precipitaciones no alejadas de los 300 mm. Si llueve menos, desaparecen de enormes extensiones del SE.

d) *Los matorrales altos*

En algunas localizaciones de altura, por encima de los 600 m, existe un piso de matorral alto, a gran distancia de las instalaciones humanas y, casi siempre, con una exposición septentrional.

e) *El bosque*

Uno se asombra de que en varios lugares del Sureste, incluso en llanos, se puedan dar verdaderos bosques. En extensas superficies se trabaja para una

replantación con *Pinus halepensis*, allí donde las precipitaciones sobrepasan los 300 mm. Con menos de 250 mm desaparece este árbol, tan extremadamente resistente a la sequía y con pocas exigencias edáficas. La línea Aguilas-Vera-Almería se transforma, por lo dicho, en la frontera climática del *Pinus halepensis*.

La replantación con árboles no es posible en todas partes del Sureste, debido a las condiciones climáticas y también edáficas. Bajo tan precarias condiciones es difícil encontrar árboles capaces de subsistir; además del *Pinus halepensis*, que necesita un suelo calizo, tan sólo podremos hablar de algunas especies de eucaliptos. Estos últimos tienen la ventaja de que crecen rápidamente; pero sustraen gran cantidad de agua del suelo.

Para ganar ámbitos económicos con replantaciones se fundó en Almería, en 1953, el SEMZASE (Servicio de Explotación y Mejora de las Zonas Áridas del Sureste español). El texto que sigue es el resultado de unas conversaciones con los colaboradores del SEMZASE, mantenidas en 1968. Se trató, en determinados casos, de proceder a una replantación con *Pinus halepensis*. Las raíces tenían que estar durante los primeros seis meses con 100 cm³ de agua a gran presión. Esta agua se tiene que transportar desde una larga distancia. Además, el terreno se trabajó en terrazas, antes de la plantación, por lo que estas replantaciones resultaban extremadamente costosas. Los resultados evidentemente no podían ser comprobados hasta muchos años después.

El experimento del SEMZASE con chumberas (*Opuntia Ficus-indica*) fue muy esperanzador. Sin embargo, la acción fue interrumpida tras la replantación de unas 10.000 ha, aunque se había previsto para 100.000 ha. Las limitaciones edáficas se dejan sentir en las chumberas mucho más que la aridez. Lo costoso de la roturación del terreno y del abonado representa unos gastos excesivos para el rendimiento (a pesar de que las hojas suculentas constituyen un buen alimento para el ganado y de que los frutos — higos chumbos — también desempeñan un papel económico en los cálculos del SEMZASE.

Los mejores resultados hasta hoy se han conseguido con el esparto y el albardín (*Lygeum spartum*). Con estas plantas el presupuesto no es excesivo y los resultados son relativamente altos. Naturalmente a favor de ambas plantas juega otro hecho: que ambas se encuentran como vegetación espontánea en el Sureste.

Los investigadores todavía no se han puesto de acuerdo sobre la clímax en el dominio que estudiamos. No obstante, puede afirmarse que en las partes más húmedas (centro y nordeste) únicamente se puede hablar de un bosque claro; en los sectores de más aridez, la naturaleza puede dar, como máximo, un matorral más o menos denso.

Formas y procesos geomorfológicos (ejemplos escogidos)

La escasa vegetación es una de las razones que se da, en todas las regiones áridas y semiáridas, para explicar las características de los procesos geo-

morfológicos. En dichas condiciones, las fuerzas exógenas pueden manifestarse con más intensidad que en los climas húmedos. La consecuencia es — a pesar de que las precipitaciones son intermitentes — la fuerte y directa acción de dichas fuerzas. Además la evolución química es poco acusada por culpa de la extrema aridez, razón por la que la formación de los suelos se efectúa muy lentamente.

La densa vegetación en los climas húmedos representa también una protección de las rocas blandas, de forma que se suaviza la diferencia entre las rocas duras y las blandas. De muy distinta manera sucede en los ámbitos áridos y pobres de vegetación. Aquí se da la gran diferencia entre las duras y las blandas, porque las fuerzas exógenas actúan directamente: es la erosión diferencial (Biro, 1960). Las formas del paisaje serán, pues, en las regiones áridas — así sucede en el SE — la evidente consecuencia de la composición geológica del material.

Podemos hallar formas abruptas y escarpadas de calizas (por ejemplo, Sierra de Callosa, Sierra de Orihuela); colinas redondeadas y convexas de pizarras (por ejemplo en las pequeñas sierras de Aguilas a Puerto Lumbreras), y, por último, se nos presentan margas blandas, que en todo el Sureste han sido extraordinariamente afectadas por la fuerte erosión, constituyendo característicos *bad-lands*.

Como ya se demostró en el apartado A, en el Sureste se dan dos tipos distintos de precipitaciones: 1) lluvias torrenciales, que con su fuerza desusada ayudan a la erosión y denudación; 2) lluvias débiles que intervienen con importancia en los procesos físicos y químicos; de aquí surge la formación de las costras calizas.

a) Formas de erosión en materiales blandos

En las hondonadas entre las aisladas aldeas montañosas del Sureste se encuentran depósitos potentes de margas terciarias. Ese estrato superior, en gran parte llano o inclinado suavemente, no deja al descubierto ninguna huella de la profunda erosión. Pero aquellas partes que descansan junto a los grandes ríos se muestran cortadas por barrancos, consecuencia de una erosión regresiva. Este hecho está relacionado con el profundo nivel de base de los grandes ríos (por ejemplo, el Segura y su afluente el Mula).

La fig. 13 (arriba) muestra la rambla de Albudeite con sus barrancos tributarios. Obsérvese, en algunos casos especialmente (puerta del río Mula, borde izquierdo en la foto) la importancia de la erosión regresiva. Como puede verse, el valioso agro es afectado directamente, sobre todo en los extremos superiores de los barrancos bifurcados. En las partes donde el proceso es muy avanzado (por ejemplo en la parte central de la fotografía) se hallan los verdaderos *bad-lands*, del tipo parecido a la figura 13 (abajo). Las margas pliocenas, extremadamente erosionadas, no presentan ninguna vegetación; únicamente en el fondo del barranco pueden arraigar algunas plantas solitarias.

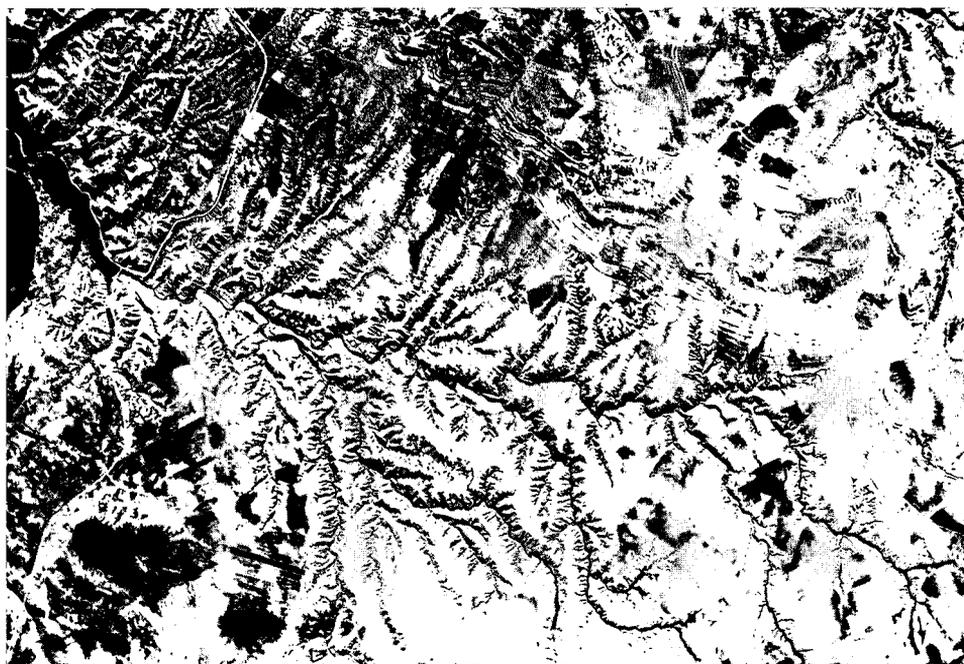


Fig. 13. Erosión en materiales blandos. *Arriba*: Erosión regresiva de la rambla de Albu-deite, desde el río Mula (la huerta de Mula en matiz oscuro, borde izquierdo de la foto). El largo de la foto corresponde a 2,2 km (foto: Servicio Geográfico del Ejército, 12 julio 1957). *Abajo*: Un sector de erosión «tipo «bad-lands» en margas muy blandas, cerca de Lorquí, próximo a la desembocadura del río Mula (foto: Folkwin Ceiger, 16 abril de 1968).



Fig. 14. Abandono de campos de cultivo. Bancales de secano abandonados y a continuación disecados por la erosión. Se trata de un glacis al pie de la sierra de la Muela (al fondo de la foto), cerca de Librilla (Murcia), sobre materiales margosos.
(Foto: Folkwin Geiger, 3 diciembre 1965).

No queda bien expresado de qué forma la profunda influencia humana ha intervenido en el proceso descrito. Lo que sí es seguro es que la destrucción del manto vegetal espontáneo, por el cultivo o por los pastos, acentuó este hecho.

Pero también se da una indudable erosión del suelo: extensas superficies del Sureste español han sido transformadas en terrazas por el campesino de secano (terreno abanclado, véase apartado C, 4). Sin embargo, ante la baja rentabilidad del secano surestino se han dejado de practicar nuevos bancales desde hace unos años y también se han descuidado los ya existentes.

El resultado de las lluvias torrenciales puede observarse en las orillas de los bancales en proceso de erosión; tras unos cinco años se ha llegado a la situación que presenta la fig. 14. La causa de este fenómeno estriba en que de la instalación de los bancales sólo aparecía una inclinación suave o un declive proporcionado (el correspondiente al glacis, véase el párrafo b, que sigue a continuación); luego unas discontinuidades en la pendiente, y la erosión los afectaba en los salientes. Si el campesino, tras cada lluvia torrencial, reparaba los efectos erosivos, se corregía el proceso de destrucción. Ahora bien, si los bancales no recibían más cuidados, el agua corría siempre por la misma hendidura, hasta que el resultado puede verse en la fig. 14. Podemos resumir diciendo que un equilibrio artificial producido durante muchos siglos puede destruirse tan pronto como el hombre cambia de proceder.

b) *Glacis en el Sureste español. Indicios geológicos de una larga duración de la aridez*

Las superficies suavemente inclinadas en las orillas de los glacis son elementos característicos del paisaje de muchos climas semiáridos (Mensing, 1964 y otros autores). En el Sureste se dan unas al lado de las otras, junto a sierras aisladas, que acaban unidas por las formaciones de los glacis (fig. 15). Estos últimos ocupan casi la mitad de las llanuras del Sureste. Tan amplio espacio, como el que necesitan los glacis para su configuración, es un hecho que requiere largo tiempo. Su amplia difusión nos permite alcanzar una conclusión: el clima árido se mantiene aquí desde hace mucho tiempo. En la búsqueda de plantas endémicas, Freitag (1966) llegó a la conclusión de que el Sureste español presentaba ya en el Mioceno un clima árido. Únicamente en el Plioceno final y en algunas fases del Pleistoceno dominó un clima más suave. Pero existieron, en cambio, períodos con mayor aridez aún que la actual.

Como consecuencia de este clima oscilante, es natural que hoy en día los glacis del Sureste español no presenten un modelo uniforme, sino entrecortado (fig. 13, arriba, es un ejemplo de un glacis destruido por la erosión regresiva). Por este motivo, en muchos lugares se trata en realidad de antiguos restos de glacis (glacis-terrazas). La fig. 15 nos muestra un ejemplo del proceso que se desencadena, todavía hoy, sobre la parte superior de un glacis: los barrancos, discurriendo sobre un glacis de la sierra, conforman las orillas montañosas como una compacta red de surcos delgados y poco profundos, que se unen y se cruzan entre sí.

Estos surcos se amplían tras cada lluvia torrencial. Pero la forma plana superior se mantiene en conjunto, colaborando además en ello el material de acarreo, transportado desde la sierra cercana. En el fondo de los surcos aparece una densa vegetación, debido a la mayor humedad, y por ello los surcos pueden llegar a obstruirse (Biro, 1960). Otra causa de la obstrucción deberemos buscarla en las grandes rocas de acarreo depositadas.

Anteriormente se creyó que estos glacis se habían formado por una circulación de las aguas en forma de lámina (en inglés *sheet-floods*); no obstante, hoy se sabe que todos los glacis se originan en surcos (véase, por ejemplo, Louis, 1968, pág. 495).

c) *Costras calizas*

Al igual que los glacis, la mayor difusión de costras calizas de la Península ibérica aparece en el Sureste. Sin embargo, se han estudiado mejor las costras en las partes semiáridas de los países norteafricanos, a pesar de lo cual, hoy día todavía siguen en pie varios problemas. Como en todas partes, las costras calizas del Sureste español no se formaron en las mismas condiciones: las hay exteriores y subterráneas, gruesas y delgadas, muy duras o menos duras. Pero eso sí, todas las costras aparecen como unas superficies horizontales y a modo de capas compactas y dispuestas ordenadamente una junto a la otra.

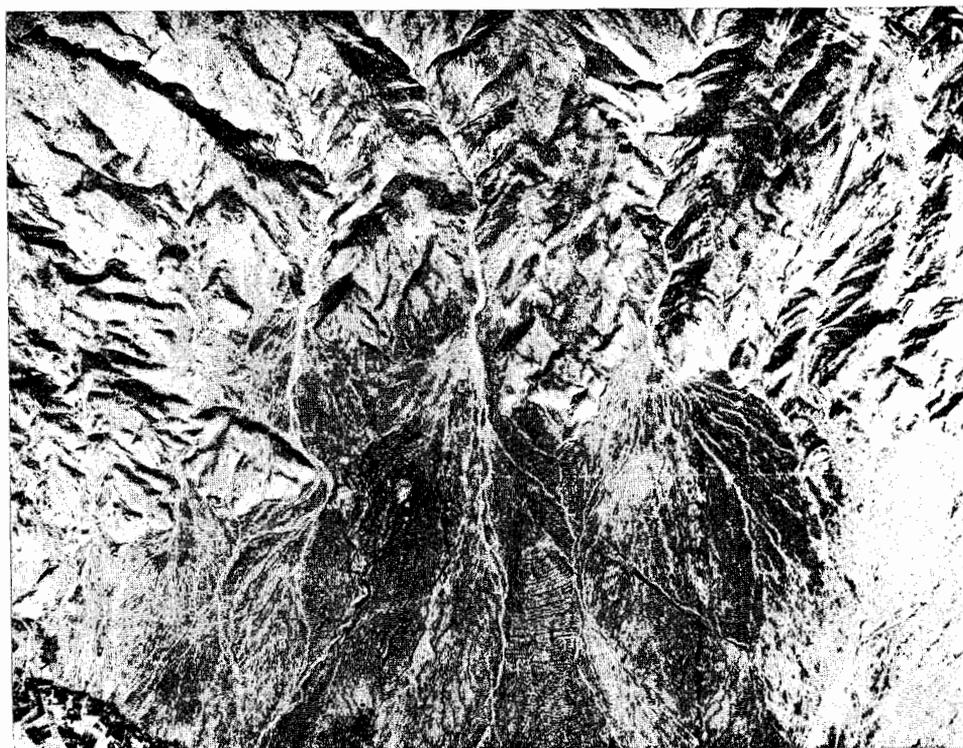
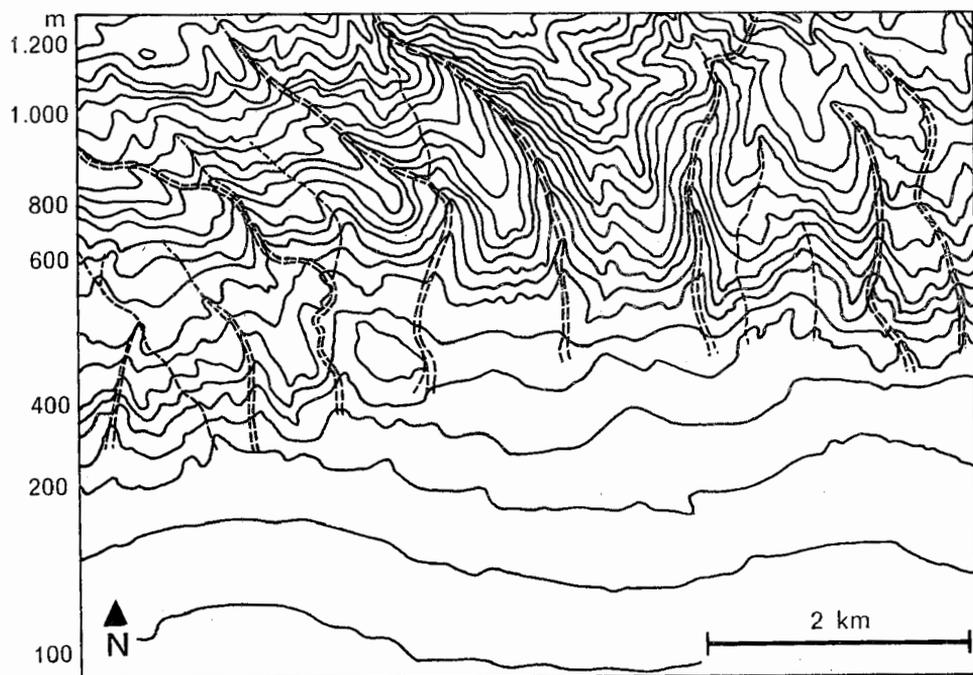


Fig. 15. Glacis al pie de la Sierra de Gádor (Almería) (foto: Servicio Geográfico del Ejército, junio 1956).

Sobre las condiciones climáticas todavía no existe unanimidad. Rutte (1958, página 133) contaba con una precipitación anual óptima, para la formación de las costras, de 150-200 mm. Otros autores toman valores más altos. Sin embargo, juegan muchos otros factores en la formación de las costras.

Una base de partida para la formación de las costras calizas es, ante todo, que exista gran riqueza de cal en el suelo. Según la antigua teoría, todavía aceptada en la actualidad, la evaporación superficial del agua del suelo obliga a subir la cal disuelta, que queda depositada en el exterior. Este proceso, empero, nunca podía formar capas de 20 ó 30 cm; la evaporación del agua únicamente consigue 1 mm de costra compacta en el exterior, que a su vez impide que continúe este proceso. Por este motivo, hoy se cree (desde Durand, 1959) que las costras no se forman por la riqueza de cal del subsuelo, sino del mismo estrato exterior. Entonces el agua de las precipitaciones se ve obstruida por un horizonte del suelo impermeable, y desde allí se evapora lentamente. Así se puede depositar una lámina encima de la otra y, con el tiempo, configurar una costra en el subsuelo de un grosor de varios centímetros.

Sobre el suave glacis juega una importancia considerable la superposición de costras, así como sus inclinaciones. En función de ello es distinto el papel desempeñado por las corrientes de agua. Tan sólo así podría explicarse que en el Sureste se dieran áreas de costras calizas junto a otras sin ellas.

Es difícil responder a la pregunta sobre la edad de las costras. Gretzmacher (1968, pág. 146) considera fósiles a la mayoría de las costras del Sureste. También concede que puedan hallarse algunas débiles formaciones recientes, en algunos casos. Mi impresión, tras las observaciones efectuadas, sería favorable a esta tesis.

Algunas características de la circulación de las aguas

a) *Las ramblas, elementos típicos del paisaje*

Son muy importantes, en el árido Sureste, los cauces de los torrentes, anchos, secos y a veces recubiertos de vegetación, llamados en España «ramblas» (fig. 12, fig. 15).

Como ejemplo característico de los cauces de agua hemos elegido la rambla de Santomera (fig. 16), con una cuenca de unos 150 km² (situación: al NE de Murcia, véase fig. 1). Durante siete años de observación se registraron 20 avenidas, con gran diferencia de intensidad entre ellas. Desde octubre de 1940 hasta septiembre de 1942 la rambla se mantuvo seca, durante estos dos años dominaron en el Sureste las típicas lluvias débiles. Al igual que las precipitaciones, también las avenidas se encuentran concentradas especialmente en otoño; únicamente en 1946 se dio un máximo en abril.

Por desgracia existen pocos puntos en donde se efectúen las medidas de las precipitaciones. Sólo con una suficiente densidad de registros se podría aclarar por qué en octubre de 1940, a pesar de que no existió ni un solo día con lluvia,

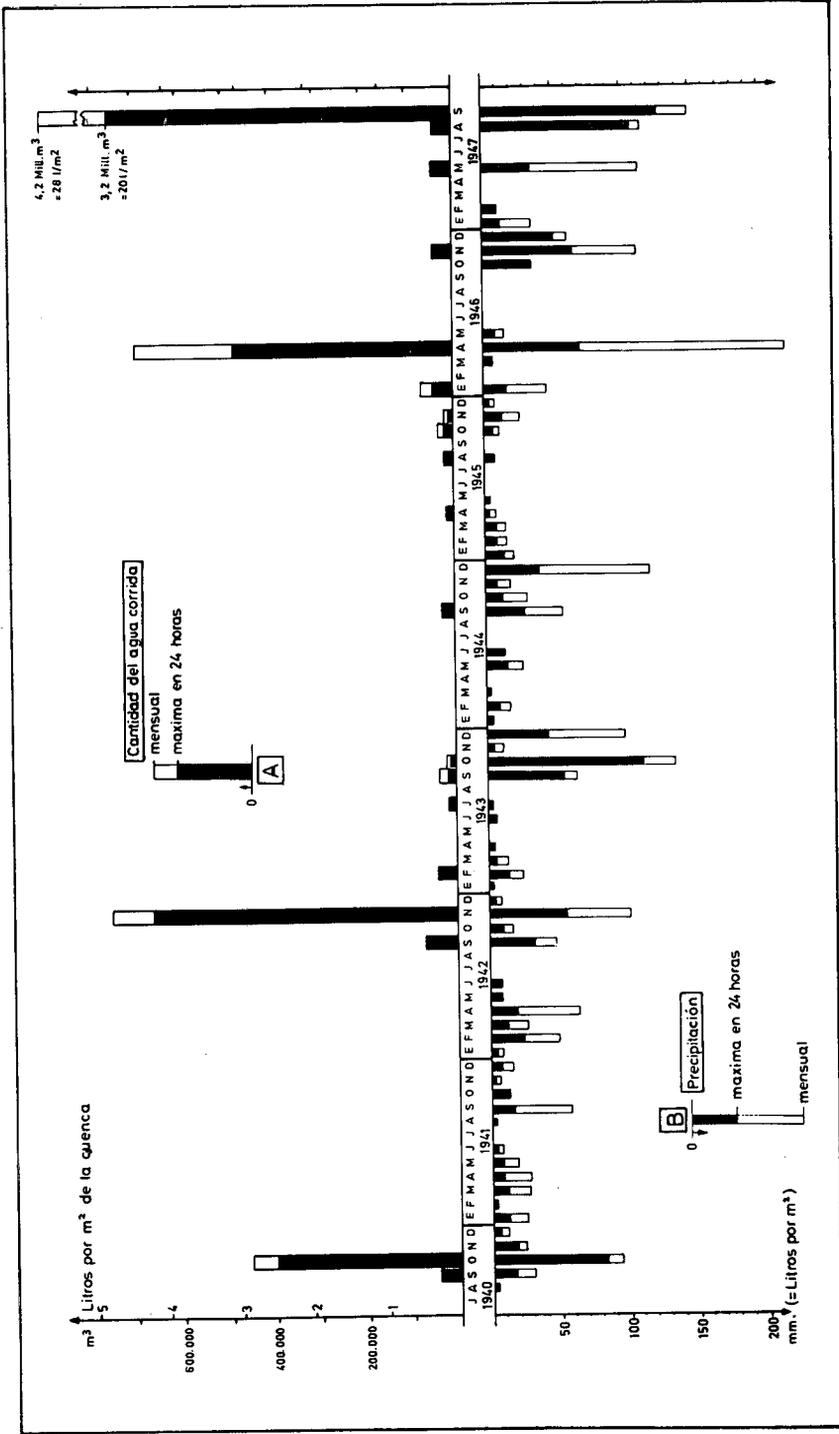


Fig. 16. Las avenidas de la Rambla de Santomera (hacia arriba, A) en relación con las lluvias (hacia abajo, B). Extensión de la cuenca: 145 km². Fuentes: A) Confederación hidrográfica del Segura, Servicio de aforos; estación de Santomera (Murcia, véase fig. 1). B) Datos de la estación meteorológica de La Matanza.

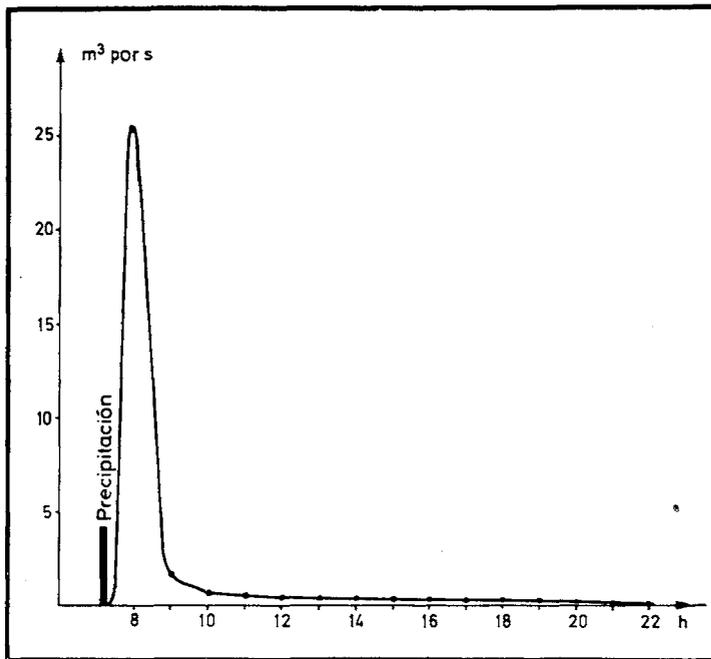


Fig. 17. Avenida típica de una rambla surestina de lluvia torrencial breve (20 mm en 15 min). Se trata de la rambla de Algeciras (cerca de Alhama de Murcia, véase figura 1) con una cuenca de 40.000 km², el 28 de noviembre de 1961. Fuente: Confederación hidrográfica del Segura, Servicio de aforos.

corrió treinta veces más de agua por la rambla que en octubre de 1943. Conviene tener en cuenta, a este respecto, que tampoco caen las precipitaciones en todos los lugares de la cuenca al mismo tiempo y con igual intensidad.

No puede tomarse como ejemplo la tromba de agua del 28 de septiembre de 1947, con un máximo de 500 m³/seg se acumularon 4 millones de m³ de agua, además de las rocas acarreadas y el fango. La cuenca de la rambla sufrió una erosión media en unos 0,2 mm. Como testimonio de la enorme fuerza motriz de la corriente diremos que se hallaron bloques de piedra de más de un metro de diámetro. Las cifras de víctimas alcanzan en ocasiones proporciones catastróficas, pues la rambla no tiene un lecho concretamente señalado. Según un documento del Ministerio de Agricultura (1948) se encontraron, en el año 1906, cuarenta y dos cadáveres y, en 1947, fueron derruidas doscientas casas en Santomera. También la estación de aforos fue destruida, por lo que las cifras de septiembre de 1947 fueron mal registradas. Para resguardar la huerta de Santomera de futuros desastres se ha construido un embalse con una capacidad de 24 millones de metros cúbicos.

Para la rambla de Algeciras (entre Murcia y Lorca, véase fig. 1) existen también unas medidas de caudal para cada hora. Teniendo en cuenta éstos y otros datos queda claro que pueden darse avenidas de muy diferentes formas, pero frecuentemente se trata del tipo de la fig. 17.

La corriente de agua de las ramblas lleva consigo casi todo lo que halla a su alcance; pero muchas avenidas no acumulan los materiales en su valle inferior, sino que éstos deben buscarse unos kilómetros más arriba. Es aquí donde

mejor se dan dos condiciones favorables: en unas ocasiones el agua se distribuye por los cauces secos y anchos del tramo medio; además, el hombre desvía a través de boqueras (véase C, 4) gran parte del agua de las avenidas hacia los campos de cultivo. En otras ocasiones la corriente elige otro camino que el que le muestra las ramblas: allí, donde la corriente penetra en medio de la población, existen plazas ideales para ferias (por ejemplo, Totana, Puerto Lumbreras). En Aguilas, los lechos de la rambla sirven durante todo el año a los cordeleros de esparto como lugar de trabajo. Al verdadero papel de muchas ramblas como emplazamientos comerciales no hace falta que le dediquemos, en este trabajo, un apartado especial.

Cabe preguntar si en el Sureste español las ramblas pueden designarse bajo el nombre de torrentes o si sería mejor llamarlas uadi. Los uadi se caracterizan por presentar largas pausas, hasta de varios años, entre las avenidas. Los torrentes del Mediterráneo meridional muestran sobre todo en invierno, algunas avenidas. Se utiliza este hecho como apreciado recurso desde años; téngase en cuenta que en el sur de Italia existen torrentes con 20 a 30 días de agua al año. En la meseta de Tademait (NO del Sahara) existen uadi de tres a cinco días con circulación de agua frente a las ramblas del Sureste con diez días de fluidez hídrica (3). Esto demuestra que existe una diferencia tipológica entre uadi y torrente. Vilá Valentí en uno de sus trabajos (1961, b. pág. 25) propuso la denominación «rambla» como término internacional para este tipo transicional de corrientes. Existe, no obstante, una dificultad: el término rambla se utiliza en otras partes de España para corrientes de agua que actúan con cierta frecuencia, es decir, que en realidad son verdaderos torrentes.

b) Los ríos surestinos, totalmente transformados por el hombre

Todos los ríos que se inician con fuerza en las laderas de las sierras y llegan hasta el Sureste árido, pierden aquí su agua en forma extrema. Así se explica que todos esos ríos — a excepción del Segura — presenten unos caracteres de rambla. La escasez de agua, sin embargo, procede en buena parte del aprovechamiento de líquido realizado por el hombre. Durante todo el recorrido de los ríos el agua fluye abundantemente; ahora bien, con la ayuda de canales laterales se consigue desviar el agua. Adonde la corriente no llega, se consigue el agua por elevación de la subalvea. Así ocurre con el río Almanzora, con 123 km de longitud.

Un correcto estudio de este río demuestra la extrema escasez de la corriente de agua y los duros problemas provocados por el hombre. Esto mismo puede observarse en el río Guadalentín, afluente del Segura, con más de 130 km de recorrido. Su dilatado lecho, de 65 km de longitud entre la huerta de Lorca y

(3) La cifra de días con corriente de agua es mayor a la cifra de las avenidas, ya que en estas últimas el agua puede permanecer varios días. Teissier (según Awad, 1966, pág. 174) desgraciadamente sólo aporta las cifras de los días con corriente de agua.

su desembocadura cerca de Murcia, se encuentra, la mayoría de los años, sin una gota de agua. Las pocas avenidas, empero, señalan cifras catastróficas; el 14 de octubre de 1879, según las medidas de Parde (1949, pág. 659), se llegó a 4.000 m³/seg y el agua inundó por completo las huertas de Lorca y Murcia, provocando grandes pérdidas.

Para compensar la irregularidad de las corrientes de agua, ya en el siglo XVIII — sobre un proyecto más antiguo — fueron construidos los pantanos de Puentes y Valdeinfierno. Sin embargo, la presa de Puentes cedió en 1802, durante una lluvia torrencial, y el embalse de Valdeinfierno se vio seriamente amenazado por la sedimentación durante el siglo XIX (Capel, 1968). Este es el motivo por el que no podemos asombrarnos de la catástrofe de 1879. Ambos pantanos fueron reparados y puestos en funcionamiento, pero a pesar de la elevación de sus presas, de nuevo fueron amenazados por la sedimentación. Únicamente podría ayudarles una acción humana continuada, que durante varios años repoblara la cuenca.

Como estas medidas preventivas no han sido suficientes hasta ahora, se construyeron dos canales para paliar las crecidas del Guadalentín. Cuando este río, en su desembocadura al Segura, carecía de un cauce bien formado, casi cada avenida representaba una inundación en parte de la Huerta de Murcia por lo menos. A causa de ello, a finales del siglo XIX fue terminado el Reguerón, un canal de una longitud de 10 km y una capacidad de 300 m³/seg, que pasa cerca de la ciudad de Murcia. Ultimamente, en 1951, se terminó el canal de Totana, de una capacidad de 200 m³/seg; éste llega directamente al mar tras atravesar la sierra de Carrascoy, la sierra de Almenara y la rambla de Mazarrón (fig. 1). Ambos canales no actúan más que en momentos de avenida, por lo que la mayoría de los años permanecen secos. Por lo descrito se comprenderá que el Guadalentín es un ejemplo representativo de la larga lucha en pro de una regularización de un río, con su caudal tan extremadamente irregular, es decir, «árido».

El único río que lleva agua casi permanentemente hasta la desembocadura es el Segura; su cuenca se nutre de la nieve que cae en algunas sierras de la cabecera durante el invierno. Con la ayuda de doce embalses (con una capacidad total de 925 millones de m³) ha sido posible establecer modernos regadíos, que pueden recibir agua, incluso en el mínimo de verano, o soportar los años de sequía. Durante la década de 1912-1921, el caudal medio de julio, a su paso por Murcia, fue de 6 m³/seg; pero al funcionar los embalses (1960) el caudal de julio alcanza los 20 m³/seg.

El Segura pierde en el Sureste árido gran parte de su agua; el caudal medio anual varía desde 26 m³/seg en Cieza hasta 6 m³/seg en Guardamar. Al mismo tiempo crece la salinidad del agua de 0,1 g de NaCl por litro, en Cieza, a 0,8 g de NaCl por litro, en Guardamar (comunicación de la Confederación Hidrográfica del Segura, Murcia). Estas cifras son significativas. Téngase en cuenta además que los canales de desagüe (azarbes) llevan agua con un más alto grado de salinidad.

Para terminar, debemos considerar que, desde 1923, toda el agua concen-

trada en Guardamar es elevada y que en el futuro también las avenidas del Segura serán almacenadas junto a la desembocadura (embalse de La Mata). Ante todo ello, nos resta una sola afirmación: ningún río de Europa se ha visto tan cambiado por la mano del hombre como el Segura.

Algunos aspectos geoeconómicos de la aridez

Como existen muy buenos trabajos en los que se estudian las características y los problemas agrarios del Sureste —sobre todo los de Llobet (1958), Vilá Valentí (1961 *a* y *b*), Kleinpenning (1965), Capel (1968), Navarro (1968)—, en el presente estudio tan sólo nos limitaremos a formular unas observaciones que complementarán los objetivos de nuestra investigación.

a) Los cultivos de secano disminuyen en el Sureste

En todos los ámbitos fronterizos con los climas áridos, el campesino busca una óptima solución contra las pocas precipitaciones: la reducción de la superficie de desagüe por medio de terrazas, la disminución de la evaporación del suelo a través de métodos de trabajos particulares (*dry-farming*). El Sureste no constituye una excepción.

Los extensos glacis suavemente inclinados se cubren con amplias terrazas (bancales), con una parte frontal de pared alta (caballón), para retener el agua. Algunas veces aparece una abertura de piedra en el mismo caballón para dejar pasar el agua que rebasa (sangrador, chorrador, saltador). Se consigue hacer llegar el agua de las avenidas desde las ramblas hasta el campo con la ayuda de diversos canales laterales (boqueras) (4). Véase también fig. 18.

Pueden verse estas terrazas y el aprovechamiento de las crecidas como unas formas de convergencia en las áreas semiáridas. En el Sureste de la Península ibérica la técnica agrícola se remonta por lo menos a la dominación musulmana (García Asensio, 1908, t. I, págs. 249-250). No obstante, su gran difusión se realizó en las regiones semiáridas del norte de Africa y del sudoeste de Asia: en el ámbito de los glacis de Haouz (sudoeste de Marruecos), en el Anti-Atlas, en Marruecos Oriental y en Argelia (Despois-Raynal, 1967, páginas 343, 356, 400). Las *jers*, en Tunicia central, son análogos a los caballones del Sureste y los *menfes* corresponden a los sangradores (descripción de Despois, 1964, pág. 144). Formas similares se presentan en los llamados en inglés *embanked/fields* del Beluchistán o en la *bunded irrigation* de la región del Indo (Schmieder, 1965, págs. 69 y 322). Vilá Valentí (1961, *a*) menciona además su presencia en la región árida al pie de los Andes centrales.

(4) Este método no se considera por la mayoría como de regadío, pues esta disposición no se efectúa propiamente en función directa de las plantas de cultivo. En realidad sólo hay un acondicionamiento del campo para recogida de aguas de lluvia. Pero el cultivo de secano es idéntico a esto. Se denomina también «secano ayudado».



Fig. 18. Delta interior de la rambla de Nogalte (véase fig. 1), que termina sobre un glacis. El área deltaica está totalmente abancalada y la rambla, procedente de la parte superior, se divide en un perfecto sistema radial de canales para utilizar el agua de las avenidas. Sólo unas pocas parcelas (en matiz oscuro) son propiamente de regadío. (Foto: Servicio Geográfico del Ejército, 2 julio 1956.)

Los *tahlwegs*, en forma de terraza del Neguev septentrional, en Israel (según Avenari y cols., 1966, pág. 1952 se trata de restos de la Antigüedad), tienen la misma fisonomía que las formas correspondientes al Sureste de España, incluso con la presencia de sangradores. También existe una convergencia muy llamativa entre la región de Kairuán (Tunicia) y el delta interior de la Rambla de Nogalte (fig. 19; para situación véase fig. 1). En ambos casos se trataría en realidad de una *inondation dirigée*, según la denominación de Despois.

La figura 19 señala claramente cómo la rambla procede de la montaña y descende por el glacis; los pequeños afluentes irregulares han sido organizados por el hombre, dando como resultado un sistema radial de canalización. Por ello, las raras avenidas de la rambla se distribuyen entre más de mil parcelas dispuestas en terrazas. En Kairuán ocurre de forma parecida (descripción en Despois, 1955, págs. 244-247).

Es interesante mencionar que estas formas de «secano ayudado» también se dan en la Península ibérica, en los Monegros, en la cuenca del Ebro (descripción en Ferrer Regales, 1960, pág. 170). La región de Los Monegros es, después del Sureste, la zona más árida, edáfica y climáticamente, de la Península.

Un excelente método para conservar el agua en el suelo estriba en labrar el campo en barbecho tras cada lluvia importante, así se consigue romper la capilaridad de la superficie del suelo, que tras una lluvia se encostra fácilmente. Al no poder ascender el agua por capilaridad, la evaporación disminuye.

Muy importante es también este desmenuzamiento del terreno que se practica en el Sureste cuando se trabaja en los campos arbolados (olivos y almendros); al mismo tiempo se arrancan las malas hierbas que, tras una lluvia, aparecen por doquier. Este método tradicional tiene parentesco con el ultramoderno *dry-farming* de Norteamérica.

Los rendimientos en estos campos de secano de las regiones del Sureste no sobrepasan los 5,5 Q/ha; sin embargo, el trigo no llega a los 3,5 Q/ha y en las zonas más áridas todavía menos. Pero esto no debe asombrarnos, pues la cebada, por ejemplo, en el ámbito extremadamente árido de la desembocadura del Almanzora, da siete veces más rendimiento que el trigo. Así pues, nos encontramos con parecidas características que en los límites del Sahara.

De gran importancia para la economía del Sureste es la arboricultura (olivos y, sobre todo, almendros). Estos últimos acusan una oscilación media en el rendimiento de un 25 %, mientras que en la cebada es de un 60 %. La aridez de enero a marzo repercute con dureza en la raíz de este cereal.

Así pues, no nos admiremos si en el futuro los cereales de secano sufren en el Sureste un grave retroceso — si pensamos en la rentabilidad —. También los campos con boqueras se encuentran en franca decadencia. Esto sucede, ante todo, en las regiones más áridas, como puede observarse en las siguientes cifras que corresponden al Campo de Tabernas:

<i>Cereales cultivados en secano</i> , sobre todo cebada, en el municipio de Tabernas, provincia de Almería	1936: 13.250 ha
	1961: 9.450 ha
	1968: 4.100 ha
	1971: 3.600 ha



Fig. 19. Desembocadura de la rambla de Ramonete. Entre Aguilas y Mazarrón. El cauce, cubierto por un matorral bajo, sólo en muy raras ocasiones es afectado por avenidas. Las parcelas abancaladas —todavía se pueden ver las «boqueras» y los «sangradores»— fue abandonado hace pocos años y transformado en terreno para el cultivo de tomates de invierno. Las tomateras actuales se presentan en matiz oscuro, pero también se pueden observar parcelas tomateras de los años pasados (en matiz gris, formando pequeños rectángulos).
(Foto: Trabajos Fotográficos Aéreos, Madrid, diciembre 1961).

Al no poderse utilizar las superficies restantes como regadíos, parte de la población de esta área de secano se ve obligada a emigrar. Sobre todo la joven generación no está dispuesta a la ardua tarea de cuidar y reconstruir bancales y boqueras; tanto más cuanto que el rendimiento es mínimo e irregular. Naturalmente, esta migración también existe en otras regiones agrícolas de España, pero el área de cultivo se mantiene, al existir una sustitución del hombre por la maquinaria agrícola.

Con el tiempo, en los secanos del Sureste tan sólo quedarán la arboricultura con importancia económica, sobre todo los almendros. En cuanto a épocas de trabajo ha de tenerse en cuenta que en el ámbito litoral existe una franja en la que coincide la recolección (julio-agosto) con la fase alta del turismo.

b) Problemas particulares del regadío surestino

En ninguna parte de Europa aparecen sectores de regadío tan cuidados como en el Sureste de España. Pero, desgraciadamente, las posibilidades son muy limitadas; con excepción del río Segura, las cuencas de las otras corrientes se alimentan en las secas vertientes surestinas del Sistema Penibético. Junto a la crónica escasez de agua, el problema, en gran parte del Sureste, es la salinidad de las aguas subterráneas. Por ello, persiste un gran retraso y aparecen dificultades en la modernización del regadío, muy al contrario de lo que ocurre en otras regiones españolas, como por ejemplo la cuenca del Ebro.

El Sureste presenta, en una superficie angosta, un buen número de variados tipos de huerta de forma desconocida en otros puntos del Mediterráneo. Para alcanzar este particular carácter se ha precisado no sólo conocer bien todas las plantas de cultivo con su desarrollo vegetativo, sino también dominar el aprovechamiento del agua y las técnicas de cultivo (moderno o tradicional).

La Huerta del Segura, con sus 70 km de longitud y hasta 10 km de anchura, es un área de 480 km² de regadío que presenta los siguientes caracteres: 1) El contraste paisajístico entre una superficie regada y unas colinas pobres de vegetación, sobre todo en el norte, le da un carácter de oasis. No fue una casualidad que, en tiempos de los musulmanes, se conociera al Segura, y al Sangonera también, con la denominación de «el pequeño Nilo». 2) Cultivos intensivos durante todo el año. La abundancia de días soleados permite alcanzar cinco o más cosechas anuales. 3) La escasez de agua — al igual que ocurre en la famosa Huerta de Valencia — trae consigo que, a lo largo de los siglos, se haya organizado un sistema de canalización; únicamente así se podía aprovechar al máximo el agua. En un clima tan árido lo más importante es la instalación sistemática de acequias y azarbes. 4) Debido a la salinidad que va adquiriendo el agua río abajo y la mayor penuria de ésta (véase párrafo C, 3 b), la estructura de la llamada Vega baja es distinta; mientras en la parte alta y media del valle se puede cultivar gran variedad de plantas (albaricoqueros, melocotoneros, agrios, membrilleros, verduras, etc.), en la parte baja se tienen que elegir plantas más resistentes a la salinidad y con menor necesidad de agua. Aquí, pues, predomi-

nan el pimiento, el cáñamo, la alfalfa, la alcachofa, el tomate, varios cereales y el algodón. Además la canalización en la Vega baja no es tan intensa como en el área de Murcia.

Todavía más que en la Vega baja del Segura el agua escasea en los 140 km² que constituyen la amplia Huerta de Lorca, regada por el Guadalentín. Al igual que la Huerta de Murcia, nos encontramos que sólo se puede disponer de 1/10 de agua por ha, de forma que tan sólo en una pequeña parte se puede practicar regadío permanente. La escasez de agua ha provocado la costumbre antigua de subastarla diariamente. Por motivos sociales, en 1961 se obligó a mantener los precios fijos; pero con ello no se puede conseguir más agua.

La aridez del Sureste se muestra más variable en los palmerales. Gracias a la riqueza de insolación y al invierno seco, éste es el único lugar de Europa en donde se consiguen dátiles (la cosecha de este fruto, de clima cálido y árido, es de noviembre a marzo). Por ello se explica la existencia del gran palmeral de Elche (390 ha); por un lado, la aridez invernal en este lugar del Sureste es extremada; por otro, el agua del río Vinalopó, con hasta 4 g de NaCl por litro, sólo es tolerada por este tipo de árbol. El que en España se consigán gran cantidad de ramilletes de dátiles con distintas formas se utiliza, todavía hoy, como atracción turística.

También es típico del árido Sureste el cultivo moderno y expansivo del tomate de invierno. El tomate requiere una atmósfera cálida; especialmente durante los cortos días invernales, la planta gusta del sol y necesita poca agua. Por ello no es posible este cultivo en muchas regiones mediterráneas de inviernos húmedos, ni siquiera en las áreas sin heladas de la Italia meridional y Grecia. En el Sureste español las condiciones naturales le son muy favorables: mínimas lluvias invernales y alta insolación, pues en el mismo enero se registra una media máxima diaria de 16-18° C.

El cultivo del tomate de invierno ha alcanzado, desde 1955, un explosivo desarrollo en los campos del Sureste; con anterioridad, sólo se podía hallar en las huertas de tipo tradicional. En cambio, hoy día lo encontramos en la región Aguilas-Mazarrón, con una extensión en monocultivos de más de 1.000 ha. Aparece en sectores recién roturados, pero frecuentemente también en antiguos secanos (fig. 18). El agua se consigue casi siempre de pozos profundos y se eleva a la superficie por medio de una bomba; el tomate tolera la alta variedad de salinidad del agua (hasta 2,5 g por litro). Pero la verdad es que la sal se acumula en el suelo, de forma tal que, tras un año de cultivo, se debe buscar otra superficie. En la fig. 18 pueden observarse perfectamente las parcelas con cultivos de tomates.

Durante el invierno, los tomates tienen gran aceptación en los países europeos industrializados. Los precios, por tal motivo, son altos; así el cultivo puede mantenerse, a pesar del gran coste que exige su acondicionamiento. Para resolver los problemas del abastecimiento se han creado varias compañías, que manejan un gran capital. Se ha conseguido que el Sureste alcance la más importante exportación de tomates de la Península y que compita favorablemente con las Canarias.

c) *El agua, problema primordial del Sureste*

Como ya se demostró en los párrafos (a) y (b) de este mismo apartado, la lucha para conseguir una óptima reserva de agua es muy antigua. Hoy en día, no existe un lugar en toda Europa que pague un precio tan caro por el agua como el Sureste español. En ocasiones el coste del agua ha representado la mitad del producto en bruto.

Antaño sólo se podía utilizar el agua de los cursos superficiales; con la intervención de bombas a motor se puede conseguir gran cantidad de agua de pozos profundos. Este hecho trae consigo un problema, ya que las regiones áridas se deben acomodar al nivel del agua subterránea. Las tradicionales instalaciones (por ejemplo norias) habían terminado prácticamente su función en el Sureste, pues ya no podían profundizar más. Esto puede observarse perfectamente en el Campo de Cartagena, donde el nivel del agua subterránea ha descendido en dos años unos 15 m. Por ello, muchas fuentes de más de 50 m de profundidad se secan.

Un problema continuo es la cada vez más alta salinidad, que se halla también en el agua subterránea; hasta aproximadamente el año 1940, a excepción de los palmerales, no se utilizaba agua para el regadío cuya salinidad sobrepasara 1 g de NaCl por litro. Pero el mismo ejemplo de los tomates de invierno nos muestra que en la actualidad se gasta también agua con una mayor concentración salina. Sin embargo, existe entonces el peligro de que en la superficie se deposite demasiada cantidad de sal y se echen a perder suelos de calidad. Un ejemplo del aumento insospechado de la salinidad del agua subterránea lo tenemos en las fuentes con bombas de motor del Instituto Nacional de Colonización al pie de la sierra de Callosa (al Este de Orihuela). En este sector, desde 1958, se consiguen 1.700 l/seg. No obstante, desde 1960 el grado de salinidad del agua es tan alto que tuvo que abandonarse dicha área en 1965 (comunicación del INC, Alicante).

Hoy se utilizan varias reservas de agua en el Sureste, a pesar de que el agua subterránea se halla regida por una compleja reglamentación. Téngase en cuenta que el agua se dedica no sólo al cultivo, sino también al consumo humano. Para este último uso llega a muchos ámbitos del Sureste con la ayuda del canal de Taibilla, pero entonces se resta de las reservas de la Cuenca del Segura, agravando el problema de los regadíos. Se busca la ayuda de la destilación del agua salada por energía solar (por ejemplo, desde 1966, en Las Marinas, Almería); quizá este hecho podría ser tomado como un indicio de solución al problema del agua, lo mismo que el empleo de energía atómica.

La necesidad del agua en el Sureste se intenta resolver rápidamente en algunos sectores, sobre todo en el área turística e industrial. Sin embargo, no debe descuidarse el problema dentro del desarrollo de este área, pues siempre subsistirá la dificultad en abastecimiento de agua. La única solución duradera para aliviar el problema del agua es la realización de un antiguo plan, en ejecución desde 1968: la construcción de un canal desde el alto Tajo hasta el Sureste español.

BIBLIOGRAFIA

Indicamos aquí sólo aquellas obras a las que se alude concretamente en el texto. Una información bibliográfica más amplia aparece en nuestra Tesis doctoral (Geiger, 1970).

- AVENARI, M., SHANAN, L. y TADMOR, N.: *Die Landwirtschaft der Negev-Wüste in Vergangenheit und Gegenwart*, «Nova Acta Leopoldina», Leipzig, 1966, n.º 176, págs. 149-169.
- AWAD, H.: *Zones arides*, «Annals de Géographie», París, vol. 65, 1966, págs. 168-176.
- BIROT, P.: *Le cycle d'érosion sous les différents climats*, Rio de Janeiro, 1960, 137 págs.
- CAPEL, H.: *Lorca, capital subregional*, Lorca, Cámara Oficial de Comercio e Industria, 1968, 260 págs.
- DESPOIS, J.: *La Tunisie Orientale, Sahel et Basse Steppe*, París, 1955, 554 págs.
- DESPOIS, J. y RAYNAL, R.: *Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest*, París, 1967, 570 págs.
- DUBIEF, J.: *Le climat du Sahara*, Argel, vol. I, 1959, 314 págs.; vol. II, 1963, 257 págs.
- DURAND, J. H.: *Les sols rouges et les croutés en Algérie*, Birmandreïs, 1959, 188 págs.
- ECHEGARAY y LACOSTA, J.: *Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Almería y Murcia y de los medios de atenuar sus efectos*, Madrid, 1851, 125 págs.
- ELÍAS, F.: *Precipitaciones máximas en España. Régimen de intensidades y frecuencias*, Madrid, 1966, 293 págs.
- ELÍAS, F. y GIMÉNEZ, R.: *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*, Madrid, 1965, 293 págs.
- FERRER, M.: *La personalidad geográfica de los Monegros*, «Geographica», Zaragoza, vol. 7, 1960, págs. 59-83.
- FREITAG, H.: *Die pflanzengeographischen und vegetationskundlichen Verhältnisse des südostspanischen Trockenraumes unter besonderer Berücksichtigung der natürlichen Vegetation*, Stuttgart, 1966, 306 págs. (inédito).
- GARCÍA ASENSIO, E.: *Historia de la villa de Huerca Overa y su comarca*, Murcia, 1910, 3 vols.
- GEIGER, F.: *Die Aridität in Südostspanien. Ursachen und Auswirkungen im Landschaftsbild*, Stuttgart, Stuttgarter Geographische Studien, 1970, 176 págs.
- GRETZMACHER, R.: *Die Entstehung von Kalkkrusten, untersucht an Böden Südostspaniens*, Viena, 1968, 173 págs. (inédito).
- JÄTZOLD, R.: *Aride und humide Jahreszeiten*, Stuttgart, Stuttgarter Geographische Studien, 1961, 129 págs.
- KLEINPENNING, J. M. G.: *Cuevas del Almanzora. Problèmes agraires actuels d'une commune dans le Sud-Est espagnol semi-aride*, Utrecht, 1965, 97 págs.
- LAUTENSACH, H.: *Die Iberischen Halbinsel*, Munich, 1964, Trad. cast. de M. Solé Sugrañes, Barcelona, 1967, 814 págs.
- LLOBET, S.: *Utilización del suelo y economía del agua en la región semi-árida de Huerca Overa*, «Estudios Geográficos», Madrid, vol. XIX, 1958, págs. 5-22.
- LOUIS, H.: *Über die Spülmulden und benachbarte Formbegriffe*, «Zeitschrift für Geomorphologie», vols. 12, 1968, págs. 490-501.
- MENSCHING, H.: *Glacis-Fussfläche-pediment*, «Zeitschrift für Geomorphologie», vols. 2, 1958, págs. 165-186.
- MENSCHING, H.: *Die regionale und klimatisch-morphologische Differenzierung von Bergfußflächen auf der Iberischen Halbinsel. Ebrobecken-Nordmeseta-Küstensaum Iberiens*, en *Neue Frage der allgemeinen Geographie*, Festschrift J. Büdel, Würtburger Geographische Arbeiten, n.º 12, 1964, págs. 139-158.
- METEOROLOGICAL OFFICE: *Tables of Temperature. Relative Humidity and Precipitation for the World*, Londres, 1958.
- METEOROLOGICAL OFFICE: *Wheater in the Mediterranean*, Londres, vol. I, 1962, vol. II, 1964.
- NAVARRO, M. C.: *Problemas agrarios en un sector de clima semiárido: el campo de Aguilas*, «Revista de Geografía», Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona, vol. II, n.º 1, 1968, págs. 5-39.
- NEUMANN, H.: *Das Klima Südostspaniens aufgrund der spanischen Wetterbeobachtungen, 1906-1925*, Greifswald, 1943, 163 págs. Trad. cast. resumida en «Estudios Geográficos», Madrid, vol. XXI, págs. 171-209.
- PARDE, M.: *Le régime des cours d'eau Iberiques*, «Pirineos», Zaragoza, vol. V, 1949, páginas 575-655.

- PATO QUINTANA, F.: *Por qué no llueve en Murcia*, Madrid, 1915, 22 págs.
- RUTTE, E.: *Kalkkrusten in Spanien*, «Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie», Stuttgart, n.º 196, 1958, págs. 52-138.
- SCHMIEDER, O.: *Die Alte Welt. I, Der Orient*, Wiesbaden, 1965, 509 págs.
- TURC, L.: *Evaluation des besoins en eau d'irrigation. Evapotranspiration potentielle*, «Annales d'Agronomie», Paris, n.º 12, 1961, págs. 13-49.
- VILÁ VALENTÍ, J.: *La lucha contra la sequía en el Suroeste de España*, «Estudios Geográficos»; Madrid, vol. XXII, 1961, págs. 25-48.
- VILÁ VALENTÍ, J.: *L'irrigation par nappes fluviales dans le Sudeste de l'Espagne*, «Mediterrané», Aix en Provence, vol. 2, 1961, págs. 19-32.
- WASTER, H.: *Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke*, «Ber Deutsche Botanische Gesellschaft», vol. 68, 1955, págs. 321-344.
- WALTER, H.: *Standortlehre. Einführung in die Phytologie*, Stuttgart, 1960, 566 págs.
- WALTER, H. y LIETH, H.: *Klimadiagramm-Weltatlas*, Jena, 1960.
- WILLKOMM, M.: *Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel*, Leipzig, 1852, 171 págs.

Le Sud-Est espagnol et les problèmes de l'aridité (Resumé)

La frange côtière du sud-est espagnol est avec certaines aires de la Caspienne, la région la plus aride de tout le continent européen. Les précipitations annuelles sont inférieures à 300 mm, et sur la côte d'Almeria à 150 mm, on doit noter que la majorité des années sont plus sèches que la moyenne annuelle. L'aridité estivale est très accusée, un minimum hivernal secondaire apparaît accolé à elle; l'automne est la seule saison relativement humide. Malgré tout le nombre de jours de pluie est relativement élevé (59 à Alicante) si bien que dans 70 % des cas il tombe moins de 1 mm, et dans 90 % des cas moins de 10 mm. Le nombre de jours avec pluies torrentielles n'est pas très élevé, mais celles-ci peuvent être d'une grande intensité (par exemple, à Puerto Lumbreras le 22 octobre 1948, 240 mm furent recueillis, la moyenne annuelle étant de 260 mm). L'insolation est très élevée: plus de 3000 heures d'exposition solaire par an, le chiffre le plus élevé d'Europe. Les températures également son hautes, tant en été (pendant lequel des maxima absolus de 47° C peuvent être atteints) qu'en hiver. L'évaporation potentielle est aussi 4 à 5 fois plus grande que la pluviosité, le nombre des mois arides oscillent entre 7 et 11. Ces conditions d'aridité son dues à la situation marginale du Sud-est espagnol par rapport aux aires de cyclogénèse de la Méditerranée occidentale et à la circulation des dépressions atlantiques.

Le paysage reflète amplement ces conditions climatiques. La végétation est de caractère aride, avec la prédominance de plantes xérofiles et parfois succulentes. La rareté de la végétation permet une érosion pluviale intense, des *badlands* apparaissant sur les marnes miocènes; des glacis d'érosion développés dans les phases plus arides du pliocène et pleistocène, mais qui peut être sont encore en parti fonctionnels; des croûtes calcaires; des cours fluviaux irréguliers du type ouadi (ramblas dans le région). L'action humaine en vue de de l'utilisation des rares ressources hydriques a été très intense, surtout récemment grâce à la construction de barrages: Le Segura est aujourd'hui sans doute la fleuve d'Europe le plus utilisé. En agriculture sèche (secano) dominant les céréales avec une tendance à la régression, et certains arbres comme l'amendier. Les glacis sont couverts de champs limités par des terrasses, ceci pour utiliser les pluies irrégulières dérivées à partir des ramblas (système d'irrigation de *boqueras*), de la même manière que dans d'autres régions arides (Nord de l'Afrique, Proche Orient, Beluchistan, piemont arides des Andes). Les méthodes traditionnelles de culture présentent beaucoup de ressemblances avec le *dry farming* moderne. Les types de huertas sont très variés, non seulement en ce qui concerne les techniques utilisées mais aussi les plantes et les systèmes de culture.

Southeast Spain and the problems of aridness (Abstract)

The coastal strip of southwest Spain, together with certain Caspian areas, is the most arid region of all continental Europe. The annual rainfall content is less than 300 mm, and on the Almerian Coast, it does not even reach 150 mm. It is fair to note that the majority of years are dryer than the yearly average. Aridity during the summer is very acute with a secondary winter minimum appearing; autumn is the only relatively humid season. Despite all this, the number of rain days is relatively high (59 in Alicante). However, in 70 % of the cases, less than 1 mm falls and in 90 %, less than 10 mm. The number of torrential rain days is not very high but when they occur, they can reach high intensity (for examples, 240 mm of water were collected in Puerto Lumbreras on 22nd October 1948 while the yearly average is 260 mm). Insolation is very high—more than 3000 hours of solar exposure per year, the highest figure in Europe. The temperatures are also high, not only in summer (when it can rise to the absolute maximum of 47° C) but also in winter. Potential evaporation is 4 or 5 times higher than raininess, with the number of arid months varying between 7 and 11. Arid conditions are found in relation to the marginal situation of southeast Spain to the circulating air movements found in the occidental Mediterranean area and to the Atlantic-origin storms.

The landscape fully shows these climactic conditions. All vegetation has an arid quality with a predominance of plants which are, at time, succulent. The scarcity of vegetation leads to heavy erosion from the rain fall and bad lands have appeared on the Myocene loam; erosion glacia developed during the most arid phases of the Pliocene and Pleistocene periods, and may be partially functional still; *uadi*-type irregular fluvial runs (*ramblas* in the region). Human action for profiting from these small, hydric recourses is very intense, above all, lately from the construction of ponds: the Segura is probably the most used river in Europe today. Dry land farming brings cereals, which have a tendency to diminish, and certain trees like the almond. The glacia are covered with terraced fields for using the irregular rain fall derived from the *ramblas* region (risky *boqueras* system) in such a manner that is similar to what is done in other arid areas (North Africa, Near East, Bechuanaland, and the arid part of the Andes). The traditional methods of cultivation have many aspects similar to modern-day dry-farming. The types of gardens vary a lot, not only in the techniques used, but also in the plants and systems of cultivation.

