

Indicadores pluviométricos de sequía para España (1865-2004)

Juan José SANZ DONAIRE

Departamento de A.G.R. y Geografía Física. UCM.
jjsanzdo@ghis.ucm.es

Recibido: 16 de noviembre de 2005

Aceptado: 7 de febrero de 2006

RESUMEN

En el presente trabajo se hace un estudio de 14 estaciones españolas, peninsulares y balear, en las que se aplican varios índices de sequía: «sequía absoluta»; «sequía progresiva»; sequía según R. Heras; método de los deciles (Gibbs & Maher) modificado a este caso y «rachas secas». Finalmente también se representan los períodos (meses) secos y húmedos a través de las desviaciones porcentuales acumuladas de precipitación respecto de la media. La aplicación de los distintos criterios condiciona los resultados obtenidos, y sólo puede afirmarse finalmente la aleatoriedad espacial y temporal de las sequías españolas.

Palabras clave: Sequía, indicadores, España.

Pluviometric indicators of drought in Spain (1865-2004)

ABSTRACT

The present paper is a study of 14 Spanish rain gauges from the Iberian Peninsula and Balearic Islands, where different drought indicators have been essayed: «total drought»; «progressive drought»; drought according to R. Heras; a modified method of deciles (Gibbs & Maher) and «dry episodes». Finally dry and humid periods (months) are presented by the design of the percentage of cumulative deviations of rainfall from the mean. Application of diverse criteria is conditioning final results and spatial and time-related randomness is the only conclusion in Spain.

Keywords: Drought, indicators, Spain.

Indices pluviométriques de sécheresse en Espagne (1865-2004)

RÉSUMÉ

Le présent article fait l'étude de 14 stations pluviométriques espagnoles de la Péninsule Ibérique et des Iles Baléares, ou on a essayé différents indices de sécheresse: «sécheresse absolue»; «sécheresse progressive»; «sécheresse selon R. Heras»; une méthode modifiée des déciles (Gibbs & Maher) et «épisodes secs». Finalement on présente les graphiques des pourcentages (moins) cumulatifs des déviations de la précipitation de la valeur moyenne. L'application de critères divers est conditionnant sur les résultats finaux et on ne peut que conclure le comportement aléatoire de la sécheresse en Espagne.

Mots clé: Sécheresse, indices, Espagne.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Estudio de sequías. 3. Algunas propuestas de sequía. 4. Ámbito y período de aplicación. 5. Sequía absoluta. 6. Sequía según Heras. 7. Sequía progresiva o profundizante (intensificación de la sequía). 8. Sequías muy severas. 9. Rachas secas. 10. Porcentaje acumulado de desviaciones. 11. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN

Se considera «sequía» a un período anormalmente seco en el cual no hay agua suficiente para subvenir las necesidades normales de los consumidores. Como los usos del agua son muy variados y cambiantes, pues, entre otros aspectos, se establece la ecuación del aumento del consumo del agua con el aumento del nivel de vida o desarrollo, y todo el mundo desea vivir progresivamente mejor, no existe una única definición de sequía (Wilhite & Glantz, 1985). Así no es de extrañar que haya quien opine que esa indefinición tiene causas políticas, aunque suele distinguirse, al menos, entre la sequía meteorológica, agrícola e hidrológica. El término, por lo general, se utiliza en el sentido más primigenio, meteorológico, aunque los planificadores urbanos suelen preferir la acepción hidrológica (Gil Olcina y Morales Gil, 2001).

De inmediato saltan algunos problemas a la palestra: ¿qué es un uso normal? ¿cuáles son las necesidades «normales» del consumidor? La definición es, por lo tanto, enormemente resbaladiza. Pero, si no existe una definición clara, ¿de qué estamos escribiendo?

No es simplemente un período en el que cae poco agua: esto es consustancial a algunos climas de la Tierra, entre ellos el mediterráneo que padece un verano sahariano. No obstante, los meteorólogos y los climatólogos hablan de sequía en cuanto déficit de precipitación (Puig, 1949, 1950; Due Rojo, 1953; Kenneth Hare, 1985; Sánchez Muniosguren, 1991). Existe, además, una noción adicional, la agrícola: depende del impacto en las industrias primarias. Los hidrólogos suelen medir los niveles de las aguas superficiales y subterráneas y los sociólogos basan la sequía en las expectativas y percepciones sociales. Esto introduce el aspecto puramente psicológico, de muy difícil medición, comparación y, por ende, definición, dada la carga de subjetividad que agrega a los límites.

Existen, por lo menos, cuatro definiciones de sequía:

- a) meteorológica: suele medirse a través de la desviación respecto de la precipitación normal. No existe la climática, pues en ese caso se habla de aridez. Precisamente debido a las distintas regiones climáticas lo que se considera sequía en un lugar no lo es en otro. Aquí radica uno de los grandes retos: la indefinición geográfica que lleva aparejada la temporal.
- b) agrícola: suele hablarse de las circunstancias en las que la humedad del suelo no provee a las necesidades de un determinado cultígeno. Como cada planta tiene unas necesidades distintas, el concepto también es dispar. Al propio tiempo se habla de sequía agrícola si resulta en serios daños a las plantas, lo que trae como consecuencia un descenso en la renta. Debe tenerse en cuenta

que, a veces, con precipitaciones medias puede, sin embargo, presentarse una sequía agrícola, pues depende, entre otros factores, de las técnicas aplicadas. Como resulta evidente las diferencias de consumo entre un riego a manta, en surcos, por aspersión (con diversidad de modalidades), goteo, etc. son muy notables.

- c) hidrológica: se produce cuando los suministros de agua de superficie y del subsuelo son inferiores a lo normal. Hablando de suministros, debemos considerar las cambiantes (siempre ascendentes) necesidades de agua conforme aumenta la civilización (más bien debiéramos decir conforme pasa el tiempo; a veces tenemos la sensación de que la secuencia cronológica no necesariamente conlleva progreso y civilización, conceptos tan difíciles de precisar como el de sequía). De ahí que, en términos generales la sequía hidrológica sea creciente, porque, a un *input* hipotéticamente constante, le correspondería un *output* real en aumento. Hasta tal punto esto es así que entre los indicadores del desarrollo o progreso se encuentra el consumo de agua (por el hombre). Hay quien pregona sequía hidrológica cuando las reservas de agua disponibles se hallan por debajo de la media, lo que puede originarse en períodos de precipitaciones incluso abundantes, con tal que el consumo detraiga más agua de la que entra en el sistema.
- d) socioeconómica: suele aplicarse a aquellos casos en los que la escasez de agua afecta a las personas. En realidad esta sequía es tautológica pues difícilmente se puede considerar un caso no antropocéntrico del problema. El hombre debe mirar por sus intereses, evidentemente, sin que ello dañe gravemente el medio en el que, y del cual, vive. Esta ha sido la pauta hasta la actualidad, y máxime en momentos en los que se vivía más pegado a la naturaleza. Sólo en época reciente se ha disparado un afán de rapiña auspiciado por la obtención del máximo beneficio, que deriva en perjuicio. Sería una irresponsabilidad difícilmente defendible cualquier ab-uso (esto es, literalmente «mal uso») del recurso agua.

2. ESTUDIO DE SEQUÍAS

En el estudio de los riesgos naturales es frecuente hacer alusión al menos a la magnitud, la frecuencia y la duración de los fenómenos. No obstante, he aquí una más completa lista de aspectos a tener en cuenta cuando se trata, desde la óptica del geógrafo, de explicar la ocurrencia espacial y temporalmente (Cuadro 1).

Cuadro 1

Parámetros que definen los riesgos naturales	Unidades (sequía)
Magnitud	Anomalía, %
Frecuencia	Probabilidad, períodos de retorno
Duración (una)	Tiempo
Rachas (varias)	Tiempo
Velocidad de implantación	Tiempo entre inicio y máximo, intensidad
Distribución temporal	Uniforme (aridez), Regular ↔ Aleatorio
Extensión superficial (un suceso)	Superficie
Extensión superficial en el tiempo (un suceso)	Secuencia temporal de superficies
Modelo de implantación	Polinucleico, radial, en mancha de aceite...
Dispersión espacial	Difusa ↔ concentrada
Distribución espacial	Uniforme ↔ aleatorio
Distribución espacial en el tiempo	Mantenimiento ↔ cambio

De la totalidad de sugerencias que aquí se hacen, sólo comentaré algunas que me parecen un valor añadido respecto de otras aproximaciones (Burton, Kates y White, 1978). Se ha agregado a la duración de un único fenómeno, la aparición de varios fenómenos (episodios o rachas, con su frecuencia). En la distribución temporal no sólo se contempla lo aleatorio y regular, sino también lo uniforme, que es tanto como hablar de aridez estructural. La distribución temporal es lo que otros podrían llamar espaciamiento temporal. Tan importante como la velocidad de implantación interesa conocer el modelo espacial de implantación, al que se hacen ciertas alusiones.

En la distribución espacial, en realidad, parece que los dos extremos serían lo regular y lo aleatorio. Y dentro de lo regular cabría hacer una nueva clasificación, según el tipo de regularidad: así uniforme, que en todo el espacio es igual (tal vez pudiera confundirse con difusa); con tendencia: un máximo y un mínimo, representada la variación por un plano (isolíneas rectas), a tener en cuenta la pendiente; sí/no, sí/no...: sería como cíclico pero en el espacio: modelo de huevera en «diagonales» o en «lados»; mostrando un modelo de «tejado a dos aguas» (o su inverso, «vaguada de dos laderas»): una dorsal (o una vaguada), a la que habría que caracterizar posteriormente mediante la orientación; crestas (o vaguadas) disimétricas; sucesivas «olas» simétricas (suma de crestas y vaguadas) con su orientación; oleaje disimétrico; oleaje simétrico amortiguado; oleaje disimétrico amortiguado; trenes de «olas» simétricas amortiguadas; trenes de «olas» disimétricas amortiguadas; con difracción de olas; olas radiales; olas de crestas/senos irregulares...

Finalmente, en la distribución espacial en el tiempo, una estación puede mantener la cresta/seno en el tiempo (lapso de observación) o no. En el segundo caso, con carácter pendular.

De las muchas sugerencias aquí expuestas el presente artículo se ceñirá a las aportaciones acerca de la noción de sequía pluviométrica medida a través de ciertos indicadores, ordenados desde las nociones más estrictas a las más amplias.

3. ALGUNAS PROPUESTAS DE SEQUÍA

En el presente trabajo se ha comenzado por delimitar las sequías según varios criterios:

- a) sequía absoluta: conjunto de meses consecutivos sin precipitación
- b) sequía definida a partir de los meses seguidos en los que llueve menos que la media con independencia de la secuencia de valores («períodos secos»).
- c) sequía («períodos con disminución de precipitación») definida a partir de los meses seguidos en los que se registra menores desviaciones acumuladas, independientemente de los valores que posea: así sería período de sequía una serie del tipo 223, 180, 165, 94... por ejemplo, aunque la media se hubiera calculado en 78. Este criterio se abandona porque no responde a la realidad.
- d) sequía a partir de la definición de Rafael Heras (1970): períodos de más de 3 meses seguidos con precipitaciones inferiores al 20% de la media de ese mes (en período de lluvias)¹. Esto significa un valor de desviación respecto de la media de -80%. Desgraciadamente es un criterio tan restrictivo que arroja unas cifras mínimas de sequía.
- e) «sequía progresiva»: meses seguidos con valores negativos de desviaciones en los que los valores van en descenso. Tiene el inconveniente de que las cifras podrían ser: -3, -5, -11, -12. (aunque no se da este caso nunca), que, aunque sean todas negativas, son «escasamente negativas». Debe contemplarse igualmente la existencia de casos en que la precipitación es de -100 % durante varios meses, en los que aunque no exista realmente descenso, no se ha considerado interrumpida la serie progresiva. Estos casos se producen preferentemente en el verano peninsular de tipo desértico que poseemos.
- f) Se ha intentado buscar un valor más ajustado que el de Heras. Para ello se ha procedido a tomar los datos de varias estaciones y llevarlos a un histograma de frecuencias pero el resultado no ha sido satisfactorio; no existe ningún corte en los valores sino todo lo contrario, una gran continuidad en los datos. Cualquier corte que se decida no puede tildarse sino de arbitrario.

Tal vez lo más sensato sea proceder a una clasificación de las sequías desde moderadas a profundas (severas), pero el problema no se resuelve fácilmente por falta de límites «precisos» (aunque sean fácilmente precisables). Para ello se ha realizado el análisis de los deciles (Gibbs y Maher, 1967):

¹ Probablemente se refiera su autor al método de los deciles de Gibbs y Maher, aunque se expresa de un modo bastante equívoco.

1. se han calculado todos los deciles (1 a 10) para cada estación por meses y anual
2. con el fin de establecer unos valores de corte se ha procedido a ver cuál es el porcentaje de tales deciles respecto de la media. Los resultados son, a veces, que ciertos deciles (especialmente los elevados), sobrepasan ampliísimamente los valores registrados: así, por ejemplo, Julio para Albacete arroja un decil 10 del 614 %.
3. como no se trata de distribuciones normales, también se han calculado los deciles en % respecto de la mediana, lo que apenas arregla la situación anterior: para Julio en Albacete, el decil 10 respecto de la mediana es del 1447 % (!).
4. aún y así, como en estos momentos sólo nos interesa la parte baja de los deciles, los que estarían denotando la sequía, y para estos valores no cabe sino el -100 %, el método puede continuarse.
5. para cualquier caso cabría una escala «arbitraria», pero basada en las medias de los distintos meses y valor anual, que podría responder a la siguiente equivalencia: decil 1 = -85 %; decil 2 = -70 %; decil 3 = -50 %; decil 4 = -35 %.

A modo de ejemplo, esta es la tabla de valores de los deciles respecto de la mediana, expresados en % en Albacete (Cuadro2):

Cuadro 2

%	Dec1/medn	Dec2/medn	Dec3/medn	Dec4/medn	Dec5/medn
Ene	-89,85	-69,24	-47,72	-26,60	0,00
Feb	-86,51	-72,09	-53,49	-19,53	0,00
Mar	-82,17	-62,90	-38,91	-20,00	0,00
Abr	-81,15	-54,12	-38,58	-16,27	0,00
May	-76,07	-57,93	-36,02	-17,63	0,00
Jun	-90,51	-71,90	-54,38	-33,21	0,00
Jul	-100,00	-100,00	-88,10	-66,67	0,00
Ago	-100,00	-99,35	-82,42	-51,61	0,00
Sep	-87,73	-69,55	-45,91	-19,09	0,00
Oct	-76,06	-50,72	-36,78	-22,55	0,00
Nov	-82,82	-63,90	-33,68	-18,63	0,00
Dic	-80,83	-66,25	-41,25	-21,67	0,00

Si se toman los valores de los deciles respecto de la media, en %, las cifras son ligeramente inferiores (Cuadro 3):

Cuadro 3

%	Dec1/med	Dec2/med	Dec3/med	Dec4/med	Dec5/med
Ene	-90,92	-72,48	-53,23	-34,34	-10,54
Feb	-87,89	-74,94	-58,23	-27,74	-10,20
Mar	-85,39	-69,59	-49,93	-34,43	-18,03
Abr	-82,94	-58,47	-44,40	-24,20	-9,47
May	-79,24	-63,51	-44,51	-28,56	-13,27
Jun	-92,63	-78,17	-64,56	-48,12	-22,32
Jul	-100,00	-100,00	-94,51	-84,62	-53,85
Ago	-100,00	-99,67	-91,07	-75,42	-49,21
Sep	-92,01	-80,17	-64,78	-47,32	-34,88
Oct	-79,31	-57,42	-45,37	-33,07	-13,59
Nov	-85,89	-70,36	-45,55	-33,19	-17,90
Dic	-83,10	-70,24	-48,19	-30,92	-11,82

Por lo que respecta a otras estaciones, se ha realizado el mismo ensayo que en e). Con la totalidad de las estaciones para los valores anuales se ha hallado estos resultados:

- Para el decil 1: valor de -35% respecto de la media, o de -30% respecto de la mediana
- Para el decil 2: valor de -25% (media) ó -20% (mediana)
- Para el decil 3: valor de -15% y -13% respectivamente
- Para el decil 4: valor de -10% y -7%
- Para el decil 5: valores de -4% y 0% .

He aquí una tabla con alguno de los valores máximos y mínimos, en porcentaje respecto de la mediana (Cuadro 4):

Cuadro 4

%	Alicante	Murcia	Izaña	Bilbao	Santander	Gijón	Media
Dec1/medn	-42,03	-43,17	-43,48	-19,79	-19,63	-19,95	-29,91
Dec2/medn	-27,69	-31,44	-35,42	-13,45	-13,00	-12,52	-20,79
Dec3/medn	-14,39	-17,10	-25,13	-6,93	-10,11	-7,13	-13,33
Dec4/medn	-8,53	-8,01	-16,21	-3,82	-5,59	-5,03	-6,73
Dec5/medn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

A efectos de recorrido de la variable, se inserta una tabla (Cuadro 5) con alguno de los valores máximos y mínimos, en porcentaje, respecto de la media:

Cuadro 5

%	Alicante	Murcia	Izaña	Bilbao	Santander	Gijón	Media
Dec1/med	-45,98	-45,29	-50,09	-18,93	-19,54	-19,98	-32,57
Dec2/med	-32,61	-34,00	-42,98	-12,53	-12,91	-12,56	-23,81
Dec3/med	-20,22	-20,20	-33,88	-5,94	-10,01	-7,17	-16,64
Dec4/med	-14,76	-11,45	-26,01	-2,80	-5,49	-5,07	-10,32
Dec5/med	-6,81	-3,74	-11,70	1,07	0,10	-0,04	-3,87

Estos cuadros ponen de manifiesto un comportamiento que ya se conoce: la mayor variabilidad de la precipitación en los dominios donde las precipitaciones son menores. A menor precipitación total (anual o mensual), mayor variabilidad.

De lo expuesto parece que se puede extraer sin distorsión excesiva de la realidad que los valores por debajo de -25% respecto de la media pueden considerarse de una sequía ya severa; si se baja de -35% se considerará de sequía extrema. Sabemos que estos valores son aplicables con preferencia a las áreas mediterráneas, y que son todavía más seguras como sequía en las áreas oceánicas o de transición (Cuadro 6).

En definitiva, se es partidario de admitir que:

Cuadro 6

Valor de corte (% de la media)	Grado de sequía
-100%	Muy severa
-35%	
-34,9%	Severa
-25%	
-24,9%	Moderada
-15%	
-14,9%	Ligera
-10%	

Al presente método de los deciles le hemos denominado de «sequías muy severas».

4. ÁMBITO Y PERÍODO DE APLICACIÓN

La metodología anteriormente citada se ha aplicado a los observatorios españoles, y en especial a aquéllos en los que la serie de registro pluviométrico es más larga. Originariamente se pensó en trabajar con 47 estaciones, si bien, dada la ingente labor y la desigual disponibilidad de datos, aquí se ha optado por restringir los resultados a 14 estaciones. No se me escapa que en la elección de los lugares existe un sesgo muy notable hacia la España húmeda. Pero, pienso que, lejos de constituir una debilidad, es más bien una fortaleza, por cuanto que se analizan los lugares en los que la sequía debe tener una impronta menor, especialmente por la baja frecuencia. Luego se advertirá que ello no es tan claro.

Por lo que se refiere al período estudiado se ha procurado que comenzase lo antes posible, por lo que, salvo inexistencia de datos, se inicia en enero de 1865. La finalización es en todos los casos en diciembre de 2004. Los datos proceden en su mayoría de las publicaciones del INM (Almarza *et al.*, 1996, INM, 2002) completados con los ficheros NOAA. Esto contabiliza una larga serie de 140 años completos que, desgraciadamente, no existe en ninguna estación. Con el fin de no ocultar esta circunstancia en las tablas resumen se agrega el número real de meses disponibles. En los gráficos de las desviaciones acumuladas las lagunas más importantes se pueden observar en las mesetas. Se tomó la decisión de no rellenar los datos inexistentes.

Los comentarios que se desprenden de estas aproximaciones son los reseñados a continuación.

5. SEQUÍA ABSOLUTA

Los resultados obtenidos del análisis anterior muestran que a pesar del coloquial modo de expresión de que muchos meses seguidos «no cae ni gota», la realidad medida en los pluviómetros, con garantía de lectura, de estandarización en los registros, es bien otra. Incluso en una estación tan árida como Almería, en el período desde 1908 a 2000, las rachas de meses seguidos sin precipitación son raras. Existe un episodio de 8 meses (mayo a diciembre de 1924), harto sospechoso de tener problemas en la adquisición de los datos, por cuanto que en esa última fecha se interrumpe la toma de datos. Los valores máximos siguientes son de 4 meses, repetidos en tres ocasiones a lo largo del mencionado período de observación; en todos los casos afecta a los meses veraniegos.

En los observatorios que ahora se estudian, en los que, como ya se ha dicho, tienen una predominancia relativa los del área húmeda peninsular, las cifras son bien diferentes, y oscilan desde la ausencia de siquiera un mes de sequía absoluta hasta los 3. Se ha realizado a tal fin un cuadro en el que se resumen los resultados (Cuadro 7).

Cuadro 7

Estación	Coruña	Stgo C.	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada
----- Período														
1 mes	6	3	3	1	0	1	21	42	55	71	50	74	121	76
2 meses	0	0	0	0	0	0	1	2	4	30	8	5	24	21
3 meses	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	1	0	5	3
4 meses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Período de retorno														
PR 1 mes	255,6	511,3	454	1266		1523	79,8	39,9	29,5	22,8	33,1	22,6	15,1	17,7
PR 2 meses							167,7	838,5	405,2	54,1	206,7	334,4	69,9	68,2
PR 3 meses								1677		202,8	1654		335,6	477,3
PR 4 meses														1432
Total meses	1533	1533	1361	1265	1354	1522	1676	1676	1620	1622	1653	1671	1677	1431

A reseñar que los observatorios están ordenados aproximadamente de menor a mayor sequía, que se ha incluido el número de meses en los que disponemos de datos y que el período de retorno se ha calculado según el criterio de Weibull. Como ya se comentaba más arriba resalta que sólo el observatorio de Granada alcance, y en una única ocasión, 4 meses seguidos de ausencia de precipitación, aunque Alicante sea más prolija en sequías cortas que la capital de la Andalucía Oriental. En el extremo opuesto, sólo Bilbao no conoce la ausencia de precipitaciones, seguido de Santander y San Sebastián, y luego de Santiago de Compostela y Oviedo, para terminar en Coruña. Es interesante anotar que el comportamiento más seco de todas las estaciones húmedas sea el de Coruña. Completan el panorama las estaciones de comportamiento intermedio: las de Castilla y León, Extremadura, las Islas Baleares y Valencia.

6. SEQUÍA SEGÚN HERAS

Definida la sequía para España como «más de tres meses consecutivos del período de lluvias con menos del 20% del valor medio mensual o valor anual menor del 30% del valor medio anual» (Heras, 1976), el criterio que se aplica es tan restrictivo, que prácticamente no existen casos en los que se cumpla. De la definición anterior nosotros sólo tenemos en cuenta la primera parte dedicada a los estudios mensuales, pues ésta es la base de aplicación que se ha establecido en el presente trabajo. En definitiva, se considera sequía cuando la desviación de un valor respecto de la media mensual es $< -80\%$. Es preciso previamente establecer cuál es el período de lluvias. A nuestros efectos se ha tomado todos los meses del año excepto los tres veraniegos (Julio, Agosto y Septiembre). En consecuencia, no puede haber sequías superiores a 9 meses, el total de meses lluviosos, ¿o debería continuarse la sequía tras el paréntesis de los meses estivales? Insistimos en que el criterio se da con harta poca frecuencia, por lo que resulta inútil continuar argumentando.

No tiene demasiado sentido en este caso realizar un cuadro, en cuanto que en su mayor parte estará vacío, aunque se ha confeccionado (Cuadro 8), a efectos comparativos. Se pasa, pues, a destacar los resultados obtenidos. No existen sino 6 esta-

ciones en las que el conteo de más de 3 meses con menos del 20% mensual sea efectivo: Badajoz (6 casos de 4 meses), Mahón (2 casos de 4 meses), Granada y Alicante (9 casos de 4 meses y 1 de 5 meses), pero en ninguno de los eventos se cumple también la condición de ser en período lluvioso. Restan por lo tanto sólo los casos de Valladolid (2 casos de 4 meses, de los cuales uno no cumple): sequía entre 1-4/1896 con período de retorno de 1677 meses (= 139,75 años), y Valencia (5 casos de 4 meses y 1 de 5 meses) de los que cumplen con la condición extraestival 2 ocurrencias de cuatro meses: 1-4/1878 y 12/1993-3/1994 con tiempos de recurrencia de 835,5 meses; y la de cinco meses, entre 11/1876 y 3/1877 (período de retorno de 1672 meses = 139,33 años).

Cuadro 8

Estación	Coruña	Stgo	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada
Período														
4 meses	0	0	0	0	0	0	0	(2) 1-4/896	0	(6) N/C	(2) N/C	(5) 1-4/878 12/993-3/4	(9) N/C	(12) 5-8/902 4-7/13
5 meses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(1) 11/876-3/7	(1) N/C	0
Período de retorno														
PR 4 meses								1677				835,5		
PR 5 meses												1672		
Total meses	1533	1533	1361	1265	1354	1522	1676	1676	1620	1622	1653	1671	1677	1431

7. SEQUÍA PROGRESIVA O PROFUNDIZANTE (INTENSIFICACIÓN DE LA SEQUÍA)

Otro modo de aproximarnos a la sequía es atendiendo a una precipitación progresivamente menor. Aquí también se ha optado por establecer el mínimo de meses con lluvias decrecientes en más de tres, a fin de obviar —en lo posible— la aridez del verano mediterráneo.

Los resultados obtenidos se concretan en el siguiente cuadro (Cuadro 9). No se sobrepasa en ninguna de las estaciones estudiadas los 5 meses de intensificación de la sequía. En el cuadro se distinguen algunas fechas subrayadas porque corresponden a los períodos de 5 meses de sequía. Los valores de duración de la sequía progresiva oscilan entre un único caso de 4 meses en Coruña, y los 63 meses de Badajoz (en 15 ocurrencias). En número de meses por orden descendente le siguen Granada, Burgos, Alicante y Santander, Mahón, San Sebastián, Santiago de Compostela, Oviedo, Bilbao, Valladolid y Salamanca. Este orden pone de manifiesto, una vez más, que este tipo de sequías no tiene una correlación clara con las regiones climáticas, lo que es tanto como decir que obedece a situaciones meteorológicas, más que a constantes climáticas, siendo las primeras altamente cambiantes, y dando origen a comportamientos erráticos o aleatorios. Si nos fijamos en la distribución por decenios de los períodos de sequía más largos (de 5 meses de duración), no se concentran en el tiempo, y por ende, tampoco en el espacio. Es un comportamiento estocástico espacio-temporal.

Cuadro 9

Estación	Coruña	Stgo C.	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada	Meses
----- Periodo															----- Casos
1865-74		3-6/0 11/4+					3-6/0	3-6/2		12/7-3/8		1-4/1			22
1875-84	12/7- 3/8	-2/5 4-8/5	1-4/8			10/9-1/0	6-8/3		6-9/7			3-6/5			31
1885-94						11/9-2/0				5-8/9					8
1895-1904							4-8/5	5-8/5	11/7-2/8	5-9/1 6-9/6	11/9-2/0			5-8/2	30
1905-14					10/1-1/2	10/1-1/2	39-12/2			5-8/2		5-8/5		4-7/3	24
1915-24		11/0-2/1		12/3-3/4			4-8/0 1-4/1	4-8/9		4-8/4	2-5/0	3-6/9		6-9/6	39
1925-34		11/3-2/4		6-9/9			4-7/6			2-5/9	4-7/5	3-6/8	5-8/8	5-8/1	32
1935-44				1-4/8		1-4/8	1-4/5			6-9/5			2-5/0	6-9/7 1-4/2	28
1945-54			4-7/9			9-12/8				4-8/1 5-8/8			5-8/6		21
1955-64					6-10/6					4-7/6				5-8/5	13
1965-74					9-12/2					7-10/4	4-8/1 8-11/3 5-8/4	8-11/3		4-7/2 5-8/4	33
1975-84			5-8/1	7-10/8 1-4/1	3-6/3		1-4/2		1-4/2					10/0-1/1	28
1985-94			8-11/8	8-11/8		8-11/8				5-8/6 5-8/0				5-8/5	31
1995-2004			11/7-2/8	5-8/4			5-8/8			4-7/2			10/4- -1/5 5-8/1 6-9/4	10/1-1/2	25
Total meses	4	21	20	28	17	24	42	13	12	63	25	20	28	48	365
Nº casos	1	5	5	7	4	6	10	3	3	15	6	5	7	12	89

La concentración de períodos cuatrimestrales de sequía progresiva es igualmente muy variable. Alicante tiene 3 en el último decenio, pero este comportamiento no es seguido por Valencia o Mahón, del ámbito mediterráneo, tampoco por las estaciones del interior, pero de clara influencia mediterránea. En el área atlántica Coruña y Santiago agrupan sus sequías progresivas en las primeras décadas del estudio, pero no ocurre lo mismo en el resto de la cornisa cantábrica. Valladolid mantiene un comportamiento similar a la esquina noroccidental, pero no Burgos, más próxima a las capitales vascas, aunque sin convertirse en su imitación.

En algunos casos se aprecia una total coincidencia en el comportamiento de estaciones vecinas: así en San Sebastián y Bilbao para el tránsito del año 1911 al 12, Santander y San Sebastián en el año 1938, Burgos y Santiago de Compostela en la primavera del 1870, Santiago con Valencia en el primer período equinoccial de 1875 (aunque con ciertos desplazamientos temporales), Burgos-Valladolid en 1895, Alicante con Valencia a finales de la primavera del 1928, Salamanca y Burgos en el invierno de 1972, así como Oviedo, Santander y San Sebastián en el otoño del 1988. Pero estas coincidencias no se mantienen en el resto de los casos, lo que nos habla de pautas espaciales y temporales poco claras.

8. SEQUÍAS MUY SEVERAS

La aplicación del método de Gibbs y Maher a estas estaciones arroja, sin duda, una mayor cantidad de períodos secos. Con el fin de no separarse demasiado de los resultados obtenidos con otros criterios, se ha preferido la inclusión de las sequías

muy severas, las que no ofrecerían duda de su naturaleza de tales, una vez hechas las salvedades anteriores. Recuérdese que se trata de aquellos casos en los que las rachas afectan a un largo número de meses. No se ha tomado un umbral único en todos los observatorios; por lo general el corte en el número de meses de sequía necesarios para considerar la racha aceptable se ha establecido de un modo empírico: allí donde comenzaba a subir decididamente el incremento de número de casos. En efecto, mientras que para las áreas húmedas se llega, en todos los casos, a episodios de 4 meses de duración, en Alicante o Valencia no se pasa de los de 7 meses. Con esta decisión, que para algunos puede parecer arbitraria, se pretende mantener ajustada a la realidad de cada estación el problema de la sequía más severa.

La estación con un mayor número de meses afectados es sorprendentemente Mahón, seguida de cerca por Badajoz y Alicante, siendo todas estaciones de las que presentan un mayor número de meses de registro, lo que significa respectivamente el 6,3, 5,8 y 5,4%. Estos datos estarían más o menos en consonancia con los del 4,4% de sequías severas (aunque no extremas, que sólo alcanzan el 2,3%) en Colorado (Mc Kee *et al.*, 1993), al aplicar el índice estandarizado de precipitación, IEP (o SPI en siglas inglesas) (Alley, 1984; Heddinghaus & Sabol, 1991), aunque en ciertos estudios como los de Palmer (1965) para las Grandes Llanuras americanas la sequía extrema se encuentra en un 10% de los casos. En la concepción que aquí se hace del método de Gibbs y Maher se está en unas cifras intermedias entre ambos. En el extremo opuesto se halla Oviedo con un valor del 2,6% de meses. Valladolid arroja cifras porcentuales aún más bajas: 2,4%, en un lugar de connotaciones innegablemente más secas. Las variaciones en meses afectados según los observatorios oscilan de 1 a 3; esto significa una atenuación importante respecto de la sequía progresiva cuyas diferencias estribaban en 1 a 10.

Una simple mirada al cuadro 10 ofrece una impresión de aleatoriedad en la disposición de las sequías: Granada, por ejemplo, está exento de ellas durante la primera mitad del estudio, y otro tanto se puede decir de Santiago, lo que no tiene demasiada lógica geográfica. El caso contrario, sequía ausente de la segunda mitad del período estudiado, es la pauta de Salamanca, modelo que no se repite en las estaciones cercanas.

En cuanto a la distribución temporal, es de notar que los decenios están bien diferenciados en la ocurrencia de sequías muy severas: el más afectado fue el de 1875-84, seguido por el de 1984-94 (Capel Molina, 1989) y 1915-24. Ya en otro lugar he hablado de la anomalía finidecimonónica, que está más clara en lo termométrico (Sanz Donaire, 2000 y 1999 b). En el extremo opuesto se encuentran los períodos decadales 1965-74 y 1865-74. Casi parece que los valores extremos, en ambos casos, siguen una pauta de separación de una centuria. No existe pauta alguna, no hay tendencia al aumento, ni la disminución, sólo cierta periodicidad, más aparente que real, sin un sentido determinado.

Se han subrayado las sequías que en cada observatorio alcanzan la máxima longitud con el fin de marcar si existe algún modelo de comportamiento: 3 en el primer decenio es una cifra excesivamente elevada, habida cuenta de que el total de meses se otras sequías es exiguo. Para el segundo decenio se vuelven a repetir otras

3 máximas sequías, en una década en la que, sin duda, se marca el máximo de meses severamente secos de todo el período estudiado. Especialmente importante es este decenio para Valencia pues en él se concentra el mayor número de meses secos. Coincidiendo con otro máximo de meses de sequía, la década 1915-24 también hace gala de 2 períodos de máximos de estación, si bien superado por los tres máximos entre 1985-94. Así puede afirmarse, salvo para la primera década del estudio, que coinciden los máximos meses de sequía de todas las estaciones con los períodos más largos de sequía de alguna estación. La componente sinérgica de una estación en los máximos de todas no debe despreciarse.

A veces existen sequías que afectan a un área geográfica bien definida: es el caso de la de invierno de 1994 a primavera de 1995, que está presente, casi con idénticas características en todas las estaciones estudiadas de la mitad mediterránea peninsular (en el Cuadro 10, desde Mahón a Granada). No obstante, es la única coincidencia de estos observatorios. También se advierte el mismo comportamiento entre Santander y San Sebastián en el otoño de 1983 (Capel Molina *et al.*, 1989); como en el caso anterior, se trata de la única coincidencia. Este segundo caso llama aún más la atención, por cuanto que no cabe imaginar sin dificultad una sequía cántabra que enlace con la donostiarra salvando las tierras bilbaínas.

Insisto una vez más en el carácter claramente aleatorio de la distribución espacial y temporal de las sequías definidas por este criterio.

Cuadro 10

Estación	Coruña	Stgo C.	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada	Total meses
1865-74							11/7-8/8 3-7/0	10/7-7/8	8/7-4/8 1-7/0	10/8-7/9					42
1875-84		5-9/5	11/6-6/7 1-5/8 11/1-3/2	10/9-3/0 2-5/8 6-9/4	10/1-3/2			7/3-1/4 2-7/8 11/1-4/2		11/5-4/6 10/7-3/8 7-12/3	2-6/8	11/6-8/7 11/2-7/3 2-9/9 6-12/8	3-9/1		125
1885-94				5-10/9 2-6/7					5/2-3/3 11/9-5/0	6-11/0	6-10/4			6/9-1/0 4-11/2	62
1895-1904	1-5/6 4-8/1 6-9/8 3-6/2 8/4-		1-5/6		7-11/4 11/5-2/6 12/8-3/9 8-11/9	1-4/2	1-5/6 6-10/7		10/8-7/9 3-8/5 10/4-						76
1905-14	2-2/5 1-11/8 12/6-3/7 8-11/4		5-11/6		12/2-3/3	6-9/6 12/2-3/3			-6/5	3-8/2	9/9-3/0 6-11/3		6-12/1		71
1915-24		12/0-5/1 7-12/1		12/3-8/4	6-10/0	4-12/6	4-12/7	11/0-4/1	7-12/7	7-12/7 5-10/4	5-10/3	5-12/3	1-10/7		97
1925-34		11/8-5/9		6-9/6 12/1-3/2					4-9/3	6-11/4	3-8/7 5-9/1	3-10/0	12/0-6/1	4-10/4	60
1935-44	8-12/6 2-5/9	6-10/7 2-6/3 11/3-3/4											2-9/7	1-9/2 5-10/3	48
1945-54		1-6/9					2-7/5			6-11/8 5-10/1	2-8/5		1-7/2	4-10/3	46
1955-64	7-10/5 4-7/0	7/7-2/8			6-9/2	12/6-3/7 10/3-1/4	8-12/4				4-9/4 5-9/8 3-7/3		1-7/5		61
1965-74							2-7/0 4-8/5			8/4- -1/5 7-12/4	5-9/4	2-9/0 11/5-5/6			38
1975-84	7-11/8 6-9/9	4-8/5 7-11/8		9-12/3		9-12/3				6-11/5	8/1-1/2			11/0-5/1	46

9. RACHAS SECAS

Definidas como aquellos meses consecutivos en los que se producen valores de precipitación inferiores a la media, este criterio permite conocer la longitud de los episodios secos. En un cuadro 11 se resumen las frecuencias de las rachas secas en función de su duración. Aquí llama la atención el valor tan elevado de meses con menos precipitación que la media que se alcanza en Coruña, lugar en el que, climáticamente, no es de esperar este comportamiento. No confluyen en este caso circunstancias atenuantes, cuando no eximentes, como en el mencionado de la sequía absoluta de Almería, sino que los valores están corroborados por varias fuentes. Por lo tanto, por muy absurdo que parezca este acontecimiento, hemos de darlo por bueno. Se trataría de uno de esos casos extremos que afean el comportamiento modélico —que se puede reducir a un modelo— de los datos. Cuando se trabaja en la hidrología de superficie del Globo, la cuenca del Amazonas, también es un *outlier*, pero, en mi humilde opinión, la incorporación al modelo de estos casos, que son reales, lejos de provocar problemas, debe erigirse en un reto para la ciencia. ¿Sería acaso más real la Tierra sin la cuenca del Amazonas, aunque se ajustase más correctamente a un modelo, permitiéndonos —a tenor del mismo— pronosticar?

Cuadro 11

Estación	Coruña	Stgo C.	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada	Total
Duración															
25 meses	1														25
24 meses															
23 meses															
22 meses															
21 meses															
20 meses							1						1		40
19 meses													1		19
18 meses						1									18
17 meses	1							2		1					68
16 meses	1								1			1			48
15 meses		1	1						1						45
14 meses		1					1	2				1			70
13 meses				1		1							1		39
12 meses							3		1		1	4	1	1	132
11 meses	2	2		1	3	1	1	2	2		1	1	5	1	242
10 meses		2		2	1		1	2	6	4	3	3	3	5	290
9 meses	2		1	4	2	4	3	2	2	4	10	6	8	5	378
8 meses	3	1	1	1	2	3	4	2	3	4	3	5	6	7	184
7 meses	4	4	9	6	5	2	2	10	3	14	7	11	13	7	105
6 meses	10	16	10	10	5	10	11	11	12	19	11	15	14	11	
5 meses	14	18	15	13	9	13	22	18	17	27	19	22	17	27	
4 meses	28	24	35	17	35	24	35	34	37	33	41	37	33	20	
3 meses	45	50	41	53	60	53	54	50	54	50	40	57	60	42	
2 meses	76	89	69	74	82	87	89	111	85	79	107	92	86	70	
1 mes	161	163	135	122	113	144	147	132	143	115	157	119	109	131	
Ocurrencias	343	365	316	303	317	340	372	374	365	349	400	372	356	327	
Reseñadas	10	11	12	9	8	12	7	12	13	9	18	16	9	19	
Meses observados	1533	1533	1361	1265	1354	1522	1676	1676	1620	1622	1653	1671	1677	1431	

Hecha la salvedad de Coruña en su valor extremo, el comportamiento del resto de las estaciones y de la propia Coruña obedece a lo que el sentido común espera y nuestros conocimientos sobre climatología española han corroborado: en las estaciones mediterráneas las sequías son más largas y más frecuentes. Pero esta afirmación tampoco se cumple en su pleno sentido: así Burgos tiene una racha de 20

meses, tan duradera como la de Alicante, el «polo» de la sequía de nuestro estudio. Y tampoco Valladolid se atrasa en el seguimiento de la estación burgalesa. Recuérdese que en algunos períodos Zamora y Valladolid, atendiendo a los datos registrados, son clasificadas de climas BSh según criterios de W. Köppen (Sanz Donaire, 1999 a). Y el propio San Sebastián llega a un episodio de 18 meses. Así debe aseverarse que, lejos de la primera impresión de «normalidad» climática en la distribución de las sequías más duraderas, se perfila un panorama de fuerte aleatoriedad; es preciso consignar igualmente que los valores extremos, aquéllos que se han tomado para este estudio, no presentan la misma regularidad que los hallados para números mayores: el tamaño de la muestra influye decisivamente en estas ocurrencias. Buena muestra de lo que acabamos de expresar es la reseña de la última columna del cuadro, en la que se recogen los totales de los meses secos por durabilidad de las sequías. La ausencia de una pauta de incremento aboga por esta afirmación.

En el cuadro 11 también es posible apreciar que el número de sequías contempladas como tales, que aparecen sumadas en cada estación tras el epígrafe de «reseñadas», y están destacadas mediante el uso de la negrita, es algo arbitrario. Por lo general se ha tomado como valor de corte una interrupción en el número de los valores extremos, si bien existen casos en que se produce un repentino incremento que no aconseja seguir incluyendo al resto de sequías. Como se puede observar claramente, en ningún caso se ha descendido a episodios de 6 o menos meses. Esto no sólo obedece a la explicación anteriormente expuesta, sino que es fruto de la aplicación de otro criterio: reservar la condición de sequía a los casos en los que al menos existan 3 meses de escasez pluviométrica, que sumados a los tres meses de aridez estival, arrojan la cifra de 6 meses como mínimo.

Completa este análisis el cuadro 12. Según una lectura diacrónica, el primer decenio presenta un valor en meses (última columna, también con el % respecto de la media por decenio) prácticamente en la media, seguido de una ligera alza y una vuelta a los valores medios. El treintenio 1895-24 es el más parco en agua, con su valor coronante a finales del XIX (anomalía finidecimonónica). Las cinco décadas consecutivas son de disminución de la sequía, con valores en la década 1965-74 de apenas el 25% del valor medio: este es el valle más profundo de toda la serie estudiada. Finalmente, en el treintenio último se retorna a valores ligeramente por encima o por debajo de la media (establecida en 109,3 meses/decenio). La lectura sincrónica obvia, una vez más, las esperables relaciones de las sequías en estaciones inmediatas para iguales períodos: sólo circunstancialmente, y con gran dificultad de interpretación, se dan coincidencias como las de Salamanca y Santiago para la segunda mitad del 1867 y la primera de 1868, y ello dentro de un acercamiento de la mayor parte de los observatorios para las mismas fechas. Burgos y Valladolid en 1917-8 son más una excepción por la coincidencia espacio-temporal que una norma; las conexiones en sequía entre Coruña y Granada en el tránsito 1964-65 son tan inexplicables como las de Badajoz-Mahón en 1998-9. En conclusión, una vez más la pauta parece patentizar un modelo de distribución aleatoria.

Cuadro 12

Estación ----- Período	Coruña	Stgo C.	Oviedo	Santder	Bilbao	S.Sebas.	Burgos	Vallad.	Salam.	Badajoz	Mahón	Valencia	Alicante	Granada	Total meses secos
1865-74		8/7-6/8			1-1/0		11/7-8/8	12/4-4/6 9/9-7/0 9/3-5/4	9/9-7/0 8/7-6/8	10/8-7/9 8/7-4/8					110 (100%)
1875-84		11/4- -9/5	4/6-6/7 2-9/1	1-10/8 10/1-7/2 1-9/3	10/1-8/2	9/1-7/2			8/5-4/6	8/1-4/2	10/7-6/8	6/8-9/9 11/6-8/7			145 (132%)
1885-94			6/1-2/2 11/2-5/3	5/9-3/0		12/2-6/3		6/2-3/3	4/2-3/3 10/6-7/7 11/9-8/0 12/3-9/4			2/9-1/0 1-11/2			107 (98%)
1895- 1904	10/0- 10/2 11/8-9/9 1/7-3/8 1/4-		11/5-5/6		8/2-4/3 4-10/4	6/2-6/3	6/7-5/8	7/7-5/8	6/7-8/8 11/5-9/6 10/8-7/9 9/4-						171 (156%)
1905-14	-5/5 12/5-4/7 11/7-2/9		5-11/6 12/1-6/2		10/1-6/2	-8/5 12/0-8/1 10/1-6/2 5-11/6	5/6-4/7	10/6-7/7 9/2-7/3	-6/5 5/8-2/9		6/1-3/2 5/3-1/4				160 (146%)
1915-24	12/0-7/1	9/7-6/8 11/0- 5/1	2-8/3	10/2-6/3 12/3-8/4	12/9- 10/0		1/7-8/8	1/7-5/8		3-12/7	11/9-8/0	11/2-1/4 6/1-5/2	3/4-	12/5-9/6	161 (147%)
1925-34		9/8- 10/9		12/5- 12/6		2-10/6	-3/5			10/8-6/9	2-10/7	3/0-2/1	3/4- -2/5 6/0-6/1	1-11/4	95 (87%)
1935-44	1-11/8 4-12/6							9/44-				1-12/0 9/2-6/3	3/6-3/8 2-12/0	1-9/2	91 (83%)
1945-54		12/2- 2/4 6-12/7	1-7/9				5/8-6/9	-5/5 10/9-5/0		6/8-2/9	1-12/5 4-12/2	1-12/5			84 (77%)
1955-64	7/4-	7/7-2/8									1-9/4	8/4-	1-11/4		46 (42%)
1965-74	-2/5							7/7-8/8						7/4- -3/5	27

10. PORCENTAJE ACUMULADO DE DESVIACIONES

Si bien el método de las desviaciones acumuladas se había ensayado con buenos resultados para manifestar los períodos secos y húmedos por estaciones para períodos homólogos (años consecutivos, o meses), en definitiva, construyendo el gráfico correspondiente de tal modo que la suma de las desviaciones al final del período estudiado fuera nula (Sanz Donaire, 2001), se ha probado ahora a sumar los valores de las desviaciones acumuladas (en %, cada dato mensual referido a la media del conjunto de sus meses). La finalidad perseguida es la misma que en las anteriores ocasiones: exponer gráficamente los dos tipos de períodos, secos y húmedos en la secuencia temporal. El resultado ha sido eficaz en cuanto a los logros de los fines. Y los comentarios sugeridos son idénticos a los que se han realizado para los casos anteriormente citados: ausencia de pautas en observatorios cercanos (Valencia-Alicante, por ejemplo; Bilbao-San Sebastián), visible en la falta de coincidencia de los segmentos descendentes de las curvas dibujadas. Aparentes retrasos de 1-2 años en las mismas respuestas pluviométricas: descenso de precipitación en Burgos, respecto de San Sebastián, de muy difícil explicación. Por el contrario, coincidencia en el estilo de las desviaciones en observatorios alejados geográficamente, lo que constituye otro auténtico reto a la argumentación: Mahón y Granada. Los gráficos de todas las estaciones (gráficos 1 a 14) muestran la veracidad de los anteriores comentarios.

Gráfico 1

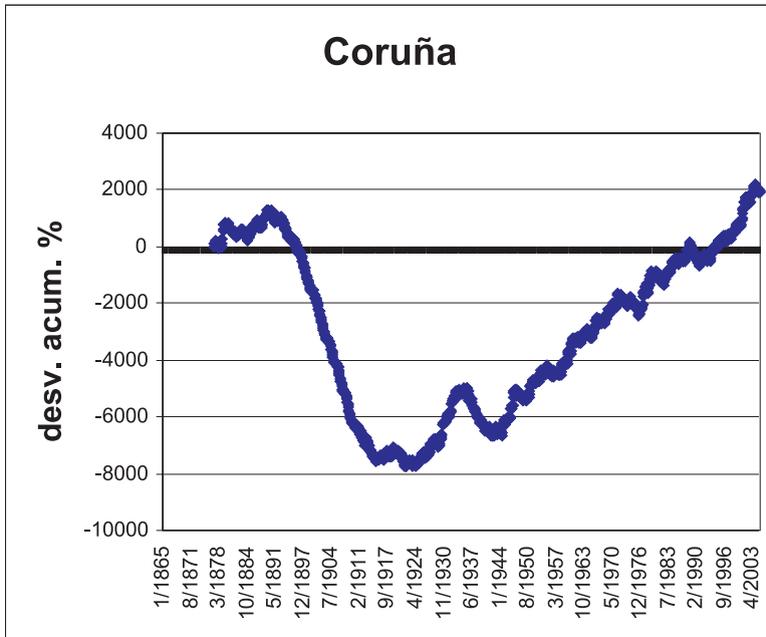


Gráfico 2

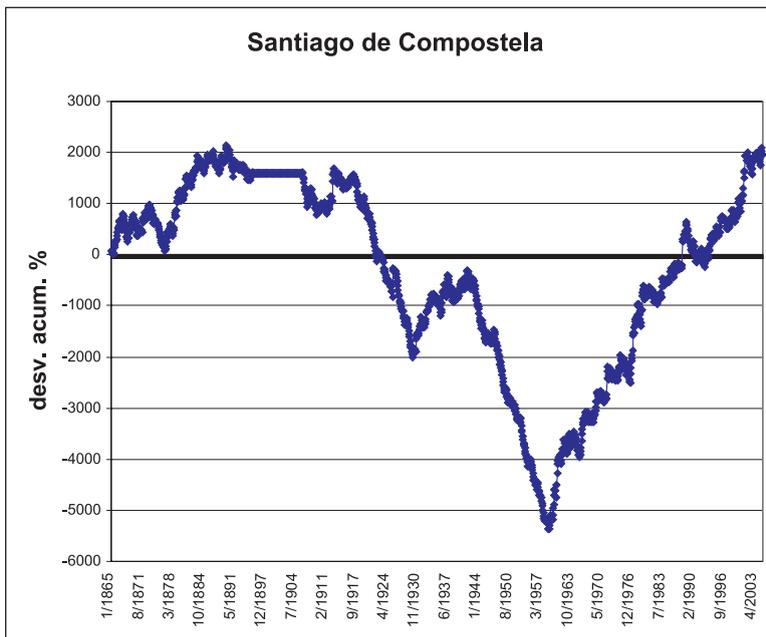


Gráfico 3



Gráfico 4

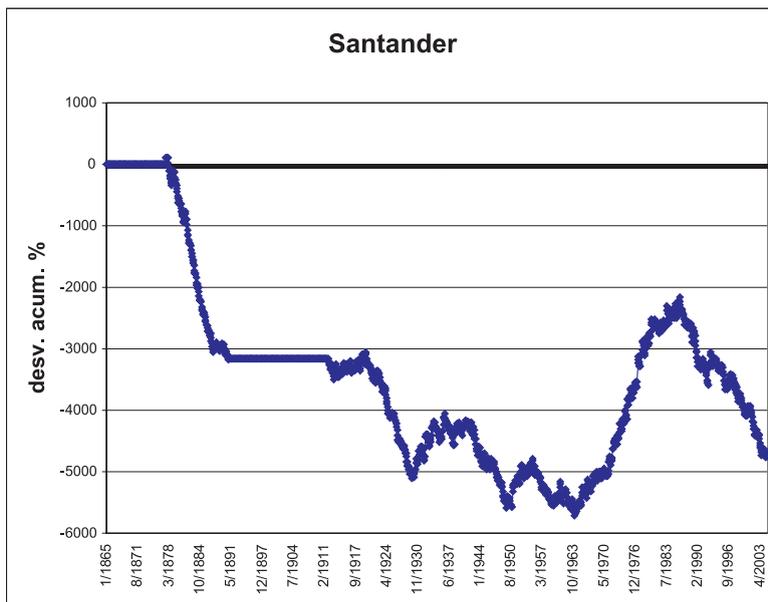


Gráfico 5

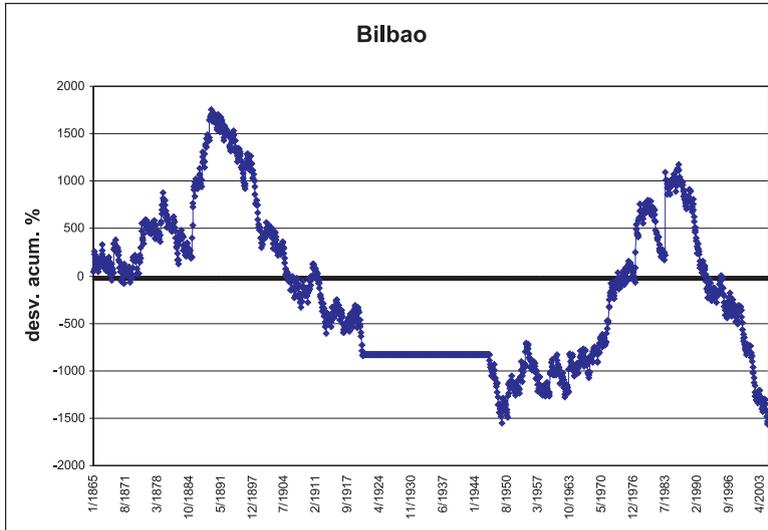


Gráfico 6

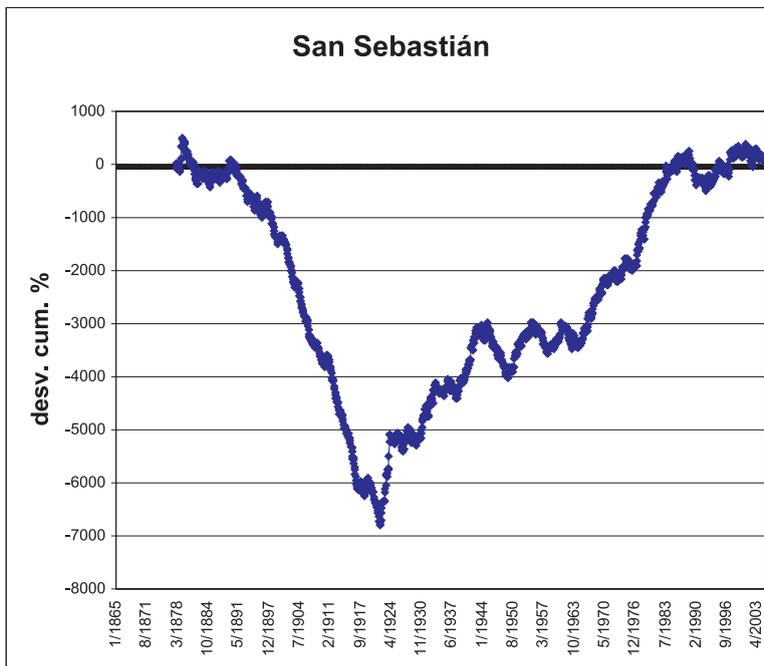


Gráfico 7

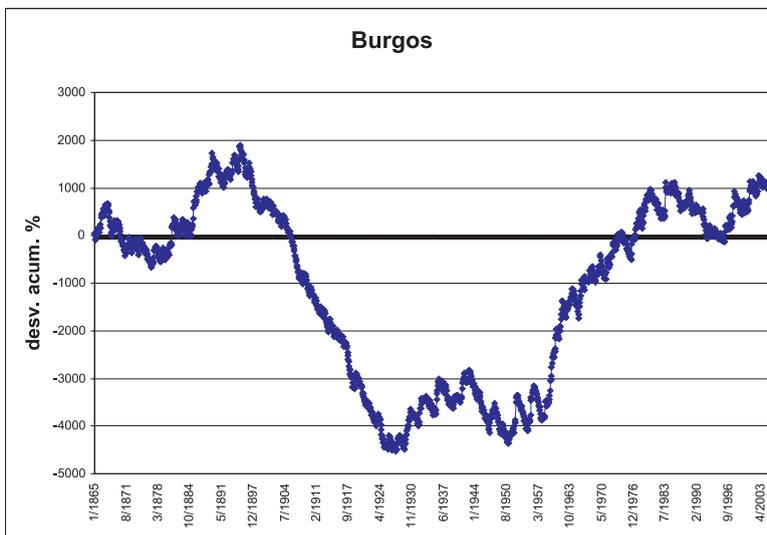


Gráfico 8

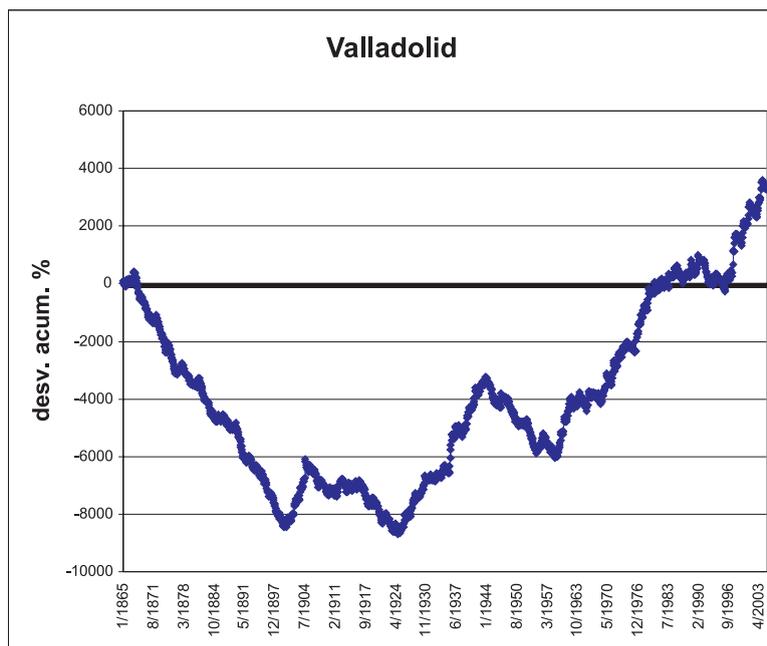


Gráfico 9

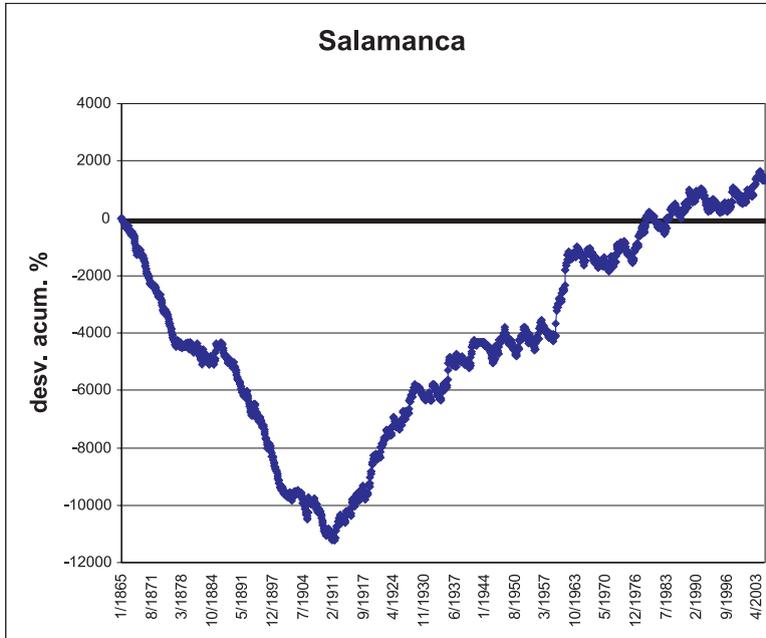


Gráfico 10

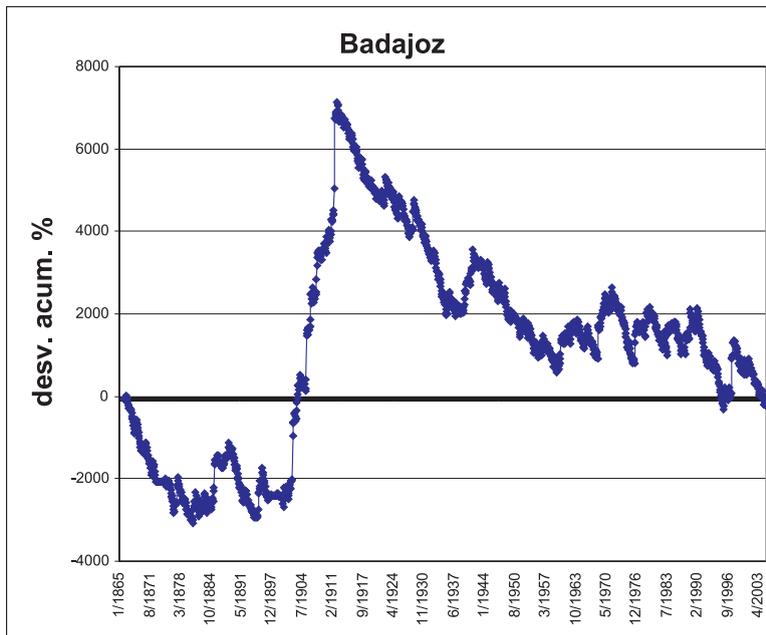


Gráfico 11

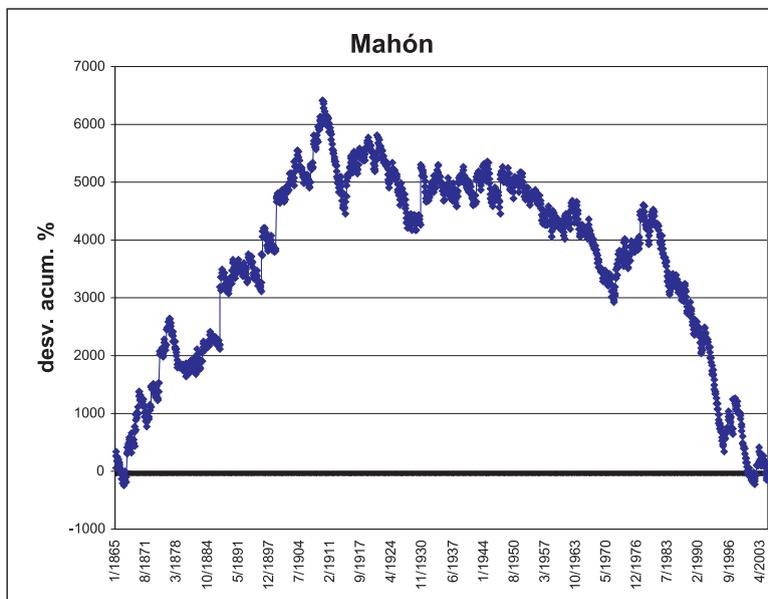


Gráfico 12

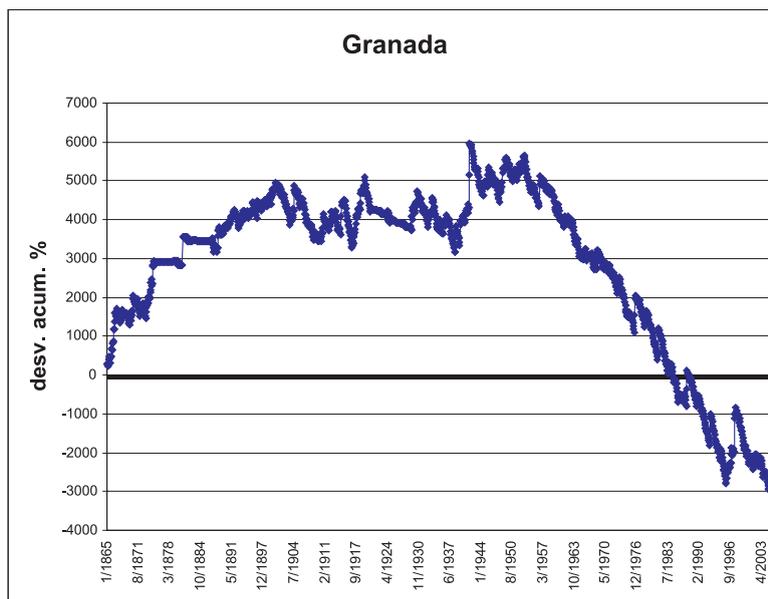


Gráfico 13

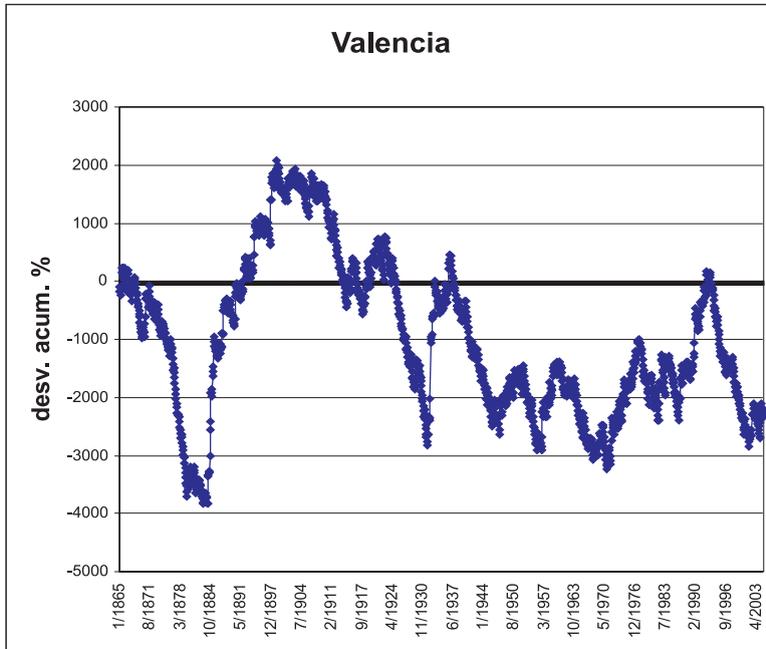
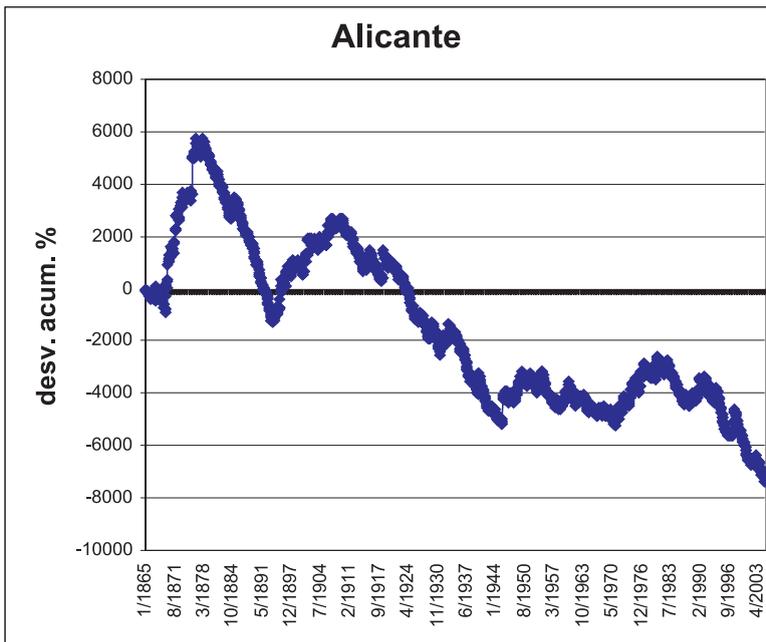
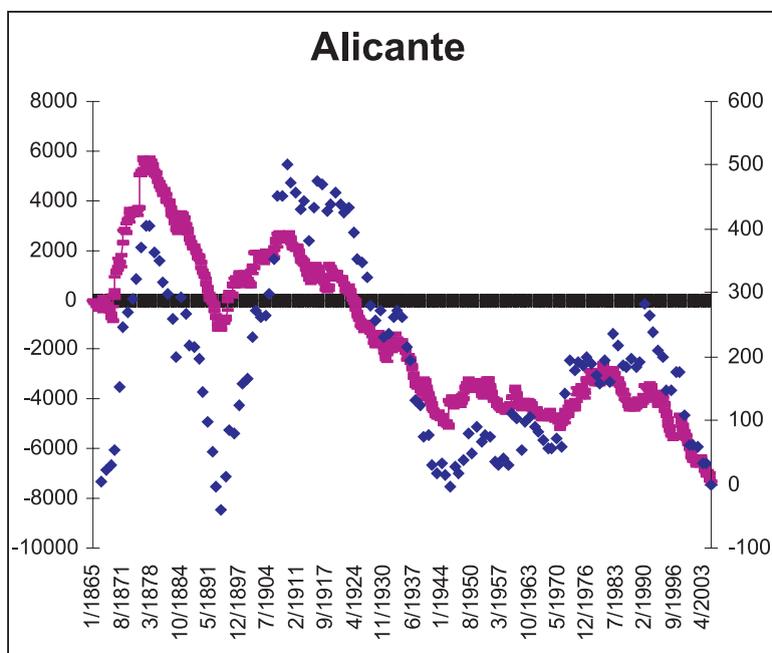


Gráfico 14



En la comparación de estos gráficos con los publicados para los valores anuales, son evidentes los mismos períodos secos y húmedos. Los gráficos ahora presentados ofrecen, sin embargo, una mayor acentuación de los valores. No obstante, como se observa en el que se publica como muestra, correspondiente a Alicante, (Gráfico 15), existe cierto desfase entre la suma de los valores mensuales y el anual. Pero la pauta que marca el trazado de los valores anuales (rombos, representación de los puntos sin unión) se repite en el mensual (cuadrados, puntos unidos por segmentos).

Gráfico 15



BIBLIOGRAFÍA

- ALLEY, W. M. (1984): The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, pp. 1100-1109.
- ALMARZA MATA, C. (1986): Aspectos climáticos de las sequías. CEDEX, Madrid.
- ALMARZA MATA, C.; LÓPEZ DÍAZ, J. A. y FLORES HERRÁEZ, C. (1996): *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. INM, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 318 pp.
- BURTON, I.; KATES, R. W. y WHITE, G. F. (1978): *The Environment as Hazard*. Oxford University Press.

- CAPEL MOLINA, J. J. (1989): La sequía del invierno 1988/1989 (una anomalía climática singular), *Papeles de Geografía*, Universidad de Murcia, nº 17, pp. 9-20.
- CAPEL MOLINA, J. J. *et al.* (1989): *Repercusiones económicas de la sequía 1980-83 en el sector agrario de la Cuenca del Segura*. CSIC, Caja Murcia y C.A.M., 237 pp.
- CUADRAT PRATS, J. M. (1990): La sequía en el Valle del Ebro.. Real Academia de Ciencias, Madrid, pp. 461-68.
- DANTÍN CERECEDA, J. y REVENGA CARBONELL, A. (1941): Las líneas y las zonas isóxeras de España, según los índices termopluviométricos. Avance al estudio de la aridez en España., *Estudios Geográficos*, 2, pp. 35-91.
- DUE ROJO, A. (1953): Años de sequía, *Revista de Geofísica*, vol XII (julio-septiembre), Madrid, pp. 227-233.
- FEIO, M. y HENRIQUES, V. (1986): As secas de 1980-81 e de 1982-83 e as principias secas anteriores. Intensidade e distribuição regional. *Memorias del C.E.G.*, nº 10, Lisboa, 113 pp.
- GIBBS, W. J. y MAHER, J. V. (1967): *Rainfall deciles as drought indicators*. Bureau of Meteorology Bulletin No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (2001): Causas y consecuencias de las sequías en España. CAM y Universidad de Alicante, 574 pp.
- HEDDINGHAUS, T. R. y SABOL, P. (1991): A review of the Palmer Drought Severity Index and where do we go from here? En *Proc. 7th Conf. on Applied Climatology*, pp. 242-246. American Meteorological Society, Boston.
- HERAS, R. (1976): Hidrología y recursos hidráulicos. Dirección General de Obras Hidráulicas. Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid, 1588 pp., con numerosos apéndices sin numerar.
- HERNÁNDEZ NAVARRO, M.^a L. (1990): Los períodos secos en Zaragoza. Análisis probabilística. Las sequías en España. Real Academia de Ciencias Físicas, Madrid, pp. 392-7.
- INM (2002): Valores normales y estadísticos de los observatorios meteorológicos principales (1971-2000), 6 volúmenes, que se corresponden del siguiente modo: 1 Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco; 2 Castilla y León, Aragón, La Rioja y Navarra; 3 Cataluña, Valencia, Murcia e Islas Baleares; 4 Madrid, Castilla- La Mancha y Extremadura; 5 Andalucía y Melilla; y 6 Islas Canarias.
- KENNETH HARE, F. (1985): Sequías, variaciones climáticas y desertificación. OMM, Ginebra, nº 655.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1985): Sequía, aridez y desertificación en Murcia. Murcia, Academia Alfonso X el Sabio.
- LORENTE, J. M.^a (1945): Sequía agotadora. *Revista de Geofísica*, vol. III, Madrid, pp. 193-4.
- LORENTE, J. M.^a (1945): La sequía del invierno 1944-1945 en España. *Revista de Geofísica*, vol. IV, Madrid,
- McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J. y KLEIST, J. (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, pp. 179-184. 17-22 de Enero, Anaheim, California.
- PALMER, W. C. (1965): Meteorological drought. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C.
- PÉREZ CUEVA, A. (1983): La sequía de 1978-1982 ¿excepcionalidad o inadaptación?, *Agricultura y Sociedad*, 27, pp. 225-245.
- PÉREZ CUEVA, A. y ESCRIVÁ ORTEGA, J. L. (1982): Aspectos climáticos de la sequía en el ámbito mediterráneo. *Cuadernos de Geografía*, Valencia, pp. 1-12.

- PITA LÓPEZ, M.^a F. (1986): Sequías en el Bajo Guadalquivir. Universidad de Sevilla, Tesis Doctoral.
- PUIG, I. (1949): Épocas de sequía y de lluvia en España durante la antigüedad. *Rev. Ibérica*, nº 167, 2ª época, Barcelona, pp. 138-142.
- PUIG, I. (1950): Periodicidad de las épocas lluviosas y secas. *Rev. Las Ciencias*, XVI, nº 1, Madrid, pp. 35-50.
- SALES, V.; JAMBRINO, T. y JUSTE, J. L. (1982): Análisis espacial y temporal de la sequía 1978-81 en España. *Cuadernos de Geografía*, Valencia, pp. 13-24.
- SÁNCHEZ MUNIOSGUREN, L. (1991): Definición de sequía. Clima y sequía. La predicción de sequías. Sequías en la Península Ibérica. *Rev. de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, tomo LXXXV, cuadernos 2º y 3º, pp. 433-453.
- SANZ DONAIRE, J. J. (1999 a): Escepticismo al «cambio climático»: el ejemplo de las temperaturas. *Nimbus*, Almería, nº 4, pp. 173-98.
- SANZ DONAIRE, J. J. (1999 b): Variabilidad natural y antropoinducida en el «cambio climático»: caso de la pluviometría de Soria». En Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J. (Eds): La climatología en los albores del siglo XXI. Oikos-Tau, Barcelona, Publicaciones de la A.E.C., Serie A, nº 1, pp. 491-500.
- SANZ DONAIRE, J. J. (2000): Autorregulación frente a «cambio climático»: el uso de modelos no lineales con las temperaturas, *Nimbus*, Almería, nº 5-6, pp. 91-124.
- SANZ DONAIRE, J. J. (2001): Cambios aleatorios de la precipitación en las estaciones españolas durante la fase instrumental. En: Pérez Cueva, A. J., López Baeza, E. y Tamayo Carmona, J. (edit): El tiempo del clima, Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº 2, Valencia. pp. 219-233.
- WHITE, D. H. y O'MEAGHER, B. (1995): Coping with exceptional droughts in Australia. *Drought Network News* 7(2), pp. 13-17.
- WILHITE, D.A. y GLANTZ, M.H. (1985): Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* 10(3), pp. 111-120.