

¿MAYOR VARIABILIDAD RECIENTE DE LAS PRECIPITACIONES EN ESPAÑA? OTRO «CAMBIO CLIMÁTICO» QUE NO EXISTE

Juan José Sanz Donaire, Beatriz Jiménez Blasco
Departamentos de Geografía. Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

Frente a la opinión vertida por algunos de que existe una mayor variabilidad reciente de las precipitaciones, el análisis estadístico de las series más largas de España con Gibraltar no muestra una variación estadísticamente significativa, sino, más bien, que éste se atenúa desde un máximo a comienzos del siglo XX. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad también alcanza unos máximos en el último tercio del siglo XIX y primeros años del XX. Dividida la serie en treintenios, se ha aplicado el análisis de la varianza y otros tests de objetivo similar pero más adecuados a series que tienen lagunas de datos. En la mayoría de los observatorios el resultado fue que no había diferencia significativa entre los distintos treintenios y sólo en pocos puede admitirse ésta.

SUMMARY

Although there are some authors claiming for a higher rainfall variability in recent times, statistical analyses in the longest precipitation series over whole Spain and Gibraltar does not show a statistically significant variation. On the contrary, variation has damped from its maximum value at the beginning of the 20th century onwards. Otherwise the variability coefficient reaches its maximum during the last third of the 19th century and the early 20th. After dividing the complete series in 30-year lasting periods, Analysis of Variance (ANOVA) and other tests for similar tasks but more accurate in series with data lack have been carried out. In most meteorological observatories no significant difference for consequent 30-year lasting periods has been pointed out and only very few rain gauges can be seen as different.

1. ¿MAYOR VARIABILIDAD RECIENTE?

En ciertas publicaciones sobre el cambio climático (CREUS *et alii*, 2000, pág 45; ALMARZA MATA, 2000, págs. 76-7) se dice que por lo general la variabilidad de las

precipitaciones en España ha aumentado en los últimos tiempos. Y ello no nos parece demasiado acertado, por cuanto que nuestras investigaciones ponen de manifiesto una variabilidad del mismo tenor que el registrado durante toda la etapa instrumental. Para exponerlo hemos realizado un gráfico de cómo varían las precipitaciones totales anuales en porcentaje, esto es, trabajando con valores relativos —los únicos que permiten unas comparaciones adecuadas entre los diferentes observatorios— porque éstos son de cifras absolutas de altura de precipitación bien distintas.

Las elaboraciones que aquí se exponen están realizadas sobre los datos anuales publicados por el INM (ALMARZA *et alii*, 1996), si bien corregidos en aquellos errores de cálculo de las medias anuales, una vez cotejadas las cantidades mensuales de precipitación. Se ofrecen aquí los resultados de la media de España, a la que se ha sumado la cifra de Gibraltar (SMN, 1943), que, aún y todo, deben ser puestos en su contexto. Nos referimos al hecho de que la «media» de los primeros años (hasta 1805) no es tal media, sino que es sólo el valor de la estación gibraltareña; a partir de entonces se agrega San Fernando de Cádiz, y desde mediados del XIX se suman Madrid y Barcelona, y así sucesivamente, de acuerdo con el siguiente cuadro de incorporaciones (Tabla I), que pone de manifiesto el empuje de la Junta de Estadística del 7º decenio decimonónico:

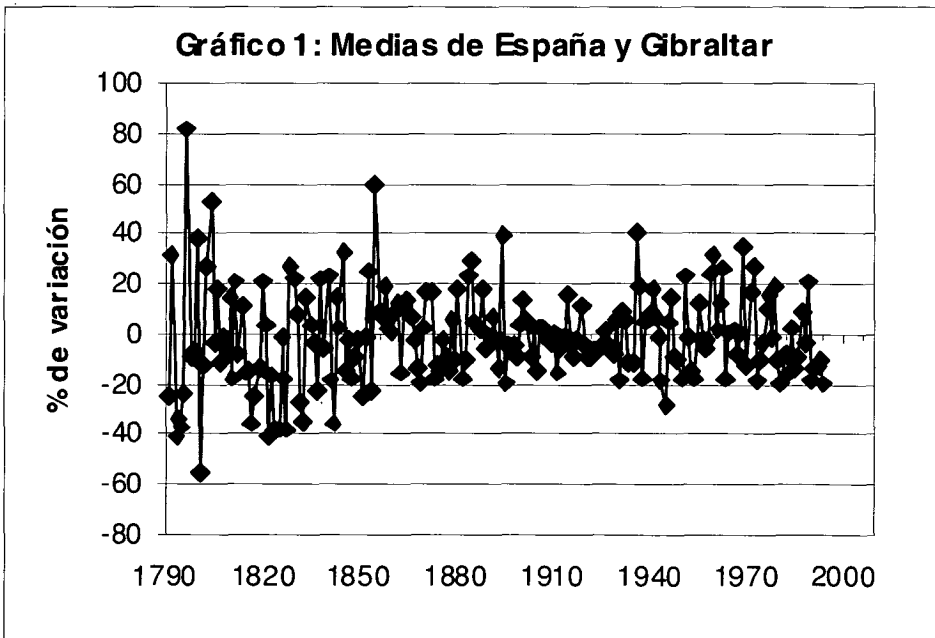
Tabla I
Año de entrada en servicio de las estaciones pluviométricas

Año	Estaciones
1791	Gibraltar
1805	San Fernando
1839	Cádiz
1841	Madrid
1850	Barcelona
1851	Oviedo
1856	Alicante
1858	Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, Valencia, Valladolid, Zaragoza
1859	Bilbao
1862	Albacete, Badajoz, Burgos, Ciudad Real, Huesca, León, Murcia, Palma de Mallorca, Soria
1864	Granada
1865	Mahón, Santa Cruz de Tenerife
1868	Jaén
1876	Coruña
1878	San Sebastián
1879	Teruel
1880	Tortosa
1881	Málaga
1882	Lérida, Logroño, Pamplona
1883	Cáceres
1884	Cazorla Icona
1894	Córdoba
1901	Pontevedra
1902	Segovia
1903	Huelva
1909	Almería, Cuenca, Toledo, Zamora
1912	Cazorla Hornico, Cazorla Nava, Santander
1913	Avila
1916	Izaña
1923	Gijón

2. EL USO DE LA DESVIACIÓN ANUAL RESPECTO DE LA MEDIA DE LA SERIE

Es verdad que en el caso del artículo de Carlos Almarza se ha optado por un indicador de la variabilidad que no es el que aquí se propone, sino que él utiliza el conocido coeficiente de variabilidad de Pearson (desviación típica/media, ya sea luego multiplicado o no por 100), mientras que nosotros proponemos la desviación anual respecto de la media de todo el período para el que existe registro instrumental. Y lo hacemos así porque se repiten los autores (como el mismo ALMARZA MATA, 2000, pág. 71 y 74) que abogan por una media, como medida de la centralidad, que sobrepase ampliamente el período de 30 años, mínimo recomendado por la OMM. Ya en otro lugar, aquejado de la falta de unanimidad sobre las construcciones que nos permiten extraer conclusiones acerca del cambio climático, uno de nosotros ha puesto de manifiesto que es absolutamente determinante el método, la prueba de la que se haga uso, para poder afirmar o negar el tal «cambio» (SANZ DONAIRE, 1999). Por ello no le debe extrañar al lector que, en éstos como con otros aspectos, este autor se muestre un tanto escéptico de los resultados obtenidos. Cada vez piensa con más seguridad que nuestros logros están basados antes en concepciones apriorísticas que en las realidades, a las que se pretende aprehender. Y ello constituye, sin duda, un signo de madurez preocupante, por expresarlo eufemísticamente, y por no decir de inexorable vejez. Por otra parte la creciente edad le permite hablar o escribir con más decisión, ante la falta de mediatización.

Para la media de España con Gibraltar (Gráfico 1) se pone de manifiesto que la variabilidad es máxima en sus comienzos, porque resulta de la carencia de una muestra suficientemente amplia de datos, pero a partir de los años 80 del XIX puede decirse que es ya altamente representativa. Y a tenor de lo que se ofrece en este gráfico, la variabilidad va



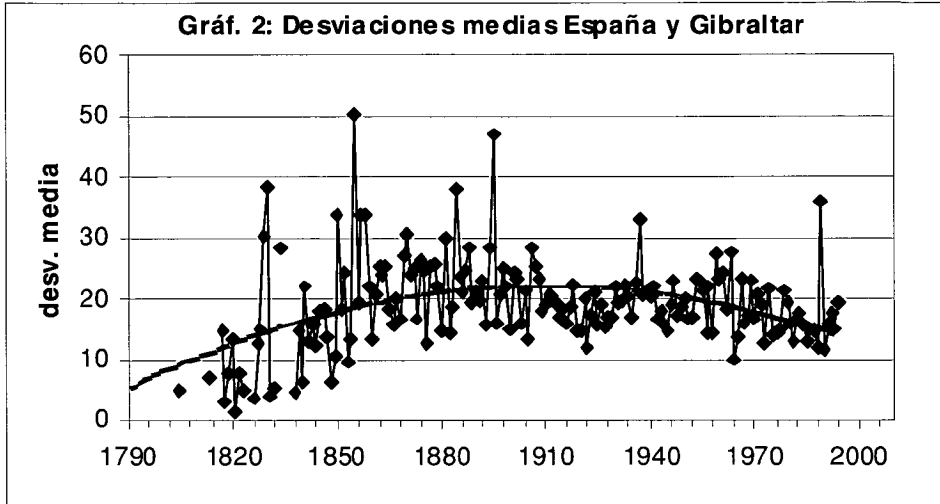
disminuyendo conforme aumenta el número de estaciones y avanza el siglo XX. Teniendo en cuenta que desde los años 20 del mismo no se ha incorporado ninguna estación más al acervo de la red estudiada, la disminución de la variabilidad no puede achacarse pues a este parámetro, sino a una auténtica tendencia a la regularización de los datos, más próximos entre sí y a su media. Ya en otro lugar hemos puesto de relieve lo que es un comportamiento típico de Soria, a cuya variabilidad hemos ajustado una curva de seno amortiguado (SANZ DONAIRE, 2000). El comportamiento referido podría explicarse a través de un «accidente» a finales del siglo antepasado en los valores termométricos, que ha desequilibrado aparentemente los valores centrados en torno a la media, y que ha dado lugar a unos sucesivos ajustes cada vez de menor cuantía, hasta la casi estabilidad. Pero de nuevo se ha reproducido otro «accidente», aunque con mucha menor intensidad, por una pérdida del equilibrio actual (de los años 90 del siglo vigésimo), más insinuada que aparente. Debe citarse, no obstante, que a los años que aquí se estudian se agregaron los de 1995-97 de gran pluviosidad, a los que se ha sumado un invierno 2000-2001 de idénticas características. La coincidencia en el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones no supone nada más que una prueba más de la interrelación de ambos parámetros en el sistema climático.

En definitiva, la contemplación del gráfico 1 elaborado para toda España con Gibraltar pone de relieve que no es en el último tercio del siglo XX cuando se incrementa notablemente la variabilidad, al menos si se compara con el figura 8 (CREUS *et alii*, 2000, pág 44) debida a Manrique y elaborada a partir de los episodios anuales de máxima separación respecto de la media ($m \pm 4s$). En este caso se supone que la media hará referencia a los últimos 600 ó 950 años, por lo que es de mayor representatividad temporal, pero, por otra parte, tiene el enorme inconveniente, —¿y tal vez insalvable? — de haberse estimado a partir de la dendrocronología, que no desde los datos instrumentales, por muy faltos de homogeneidad que ellos estén. Aún y con todo, el trabajo de Creus y colaboradores alerta contra las falsas impresiones, aventadas casi a diario por los medios de comunicación, de que estamos ante un recrudecimiento de los extremos meteorológicos, de consecuencias nada halagüeñas. Ha habido, en el pasado bajomedieval y siguiente, momentos notablemente más dispares que los actuales, sin que pudiera aventurarse en tales momentos la autoría del cambio al hombre, por lo que parece que la intervención antrópica no afecta en demasía a las condiciones cambiantes actuales.

No obstante, a quien desee seguir sufriendo, cabe decirle que es posible que el hombre esté afectando notablemente al clima, que se caldee el entorno, pero que dicho proceso sea concomitante de un enfriamiento natural. Porque, la variabilidad que nosotros observamos es un total: es el resultado final de la variabilidad natural a la que se agregaría la antropoinducida; si en vez de sumarse esfuerzos en el mismo sentido, se sumaran tendencias contrapuestas, la resultante sería poco alarmante, aunque fuera decididamente eficaz la intervención del hombre en el clima. En definitiva: siga sufriendo el que lo desee, agobiado por un incierto deterioro, en cuya etiología es altamente improbable la acción humana. Personalmente pensamos que, con los datos en la mano, no es tan grave la situación y pretendemos vivir, por ello, algo más despreocupados.

En el gráfico 1 se muestra ejemplarmente la bajísima variabilidad de la media de las estaciones pluviométricas españolas entre 1895 y 1935, lo que puede deberse a diferentes causas. La primera, una anulación de los efectos dispersivos merced a la utilización de la

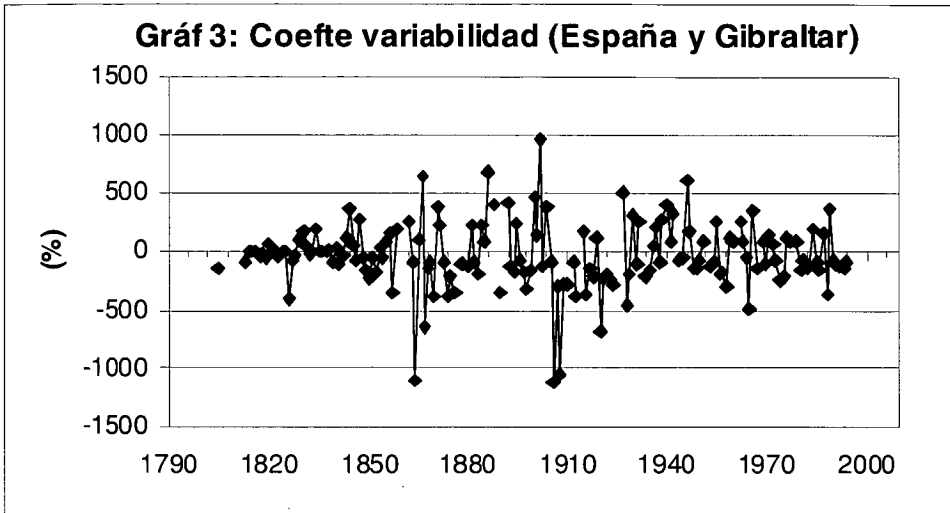
media. Este sería el caso más desfavorable a nuestra hipótesis, pero que se puede comprobar, en parte mediante la agregación de un gráfico de representación de la desviación típica para cada año (Gráfico 2). En este caso se puede apreciar que esta medida de dispersión también se reduce considerablemente en el tiempo entre 1895 y 1935, por lo que se confirma la hipótesis inicial. El gráfico 2 también muestra una tendencia al alza de las desviaciones típicas en los primeros años, aproximadamente hasta 1880. En este



comportamiento queremos ver el efecto del incremento del número de estaciones pluviométricas, en lugares dispares, y por ende, agregando más «ruido» a los datos de las estaciones de Gibraltar y San Fernando originales. Y ello, independientemente de que existan picos tanto en máximos como en mínimos, que ponen de manifiesto, una vez más, la aleatoriedad de las variaciones de la precipitación. Pasado el período de amortiguación mencionado, la tendencia de la media de las desviaciones típicas más bien parece descender ligeramente. Por tanto, más que de un aumento de la variabilidad cabría hablar de una incipiente disminución de la misma en el tiempo transcurrido desde inicios de la quinta década del XX. Con el fin de mejor expresar esta tendencia se ha incluido en el gráfico una curva cuadrática que, teniendo bajo coeficiente de determinación, sin embargo es significativo estadísticamente al 95% de nivel de confianza.

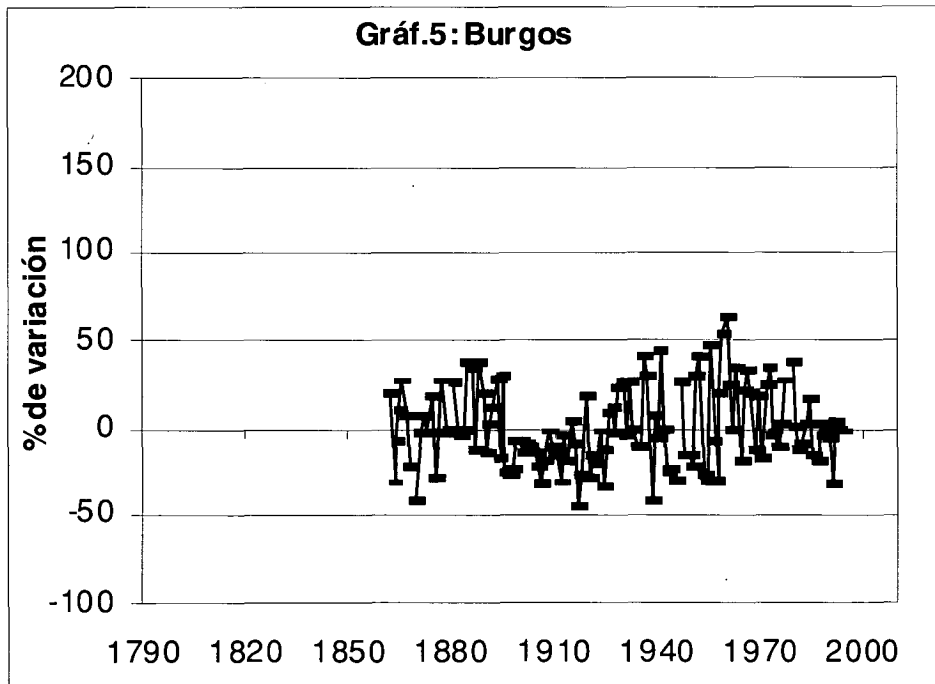
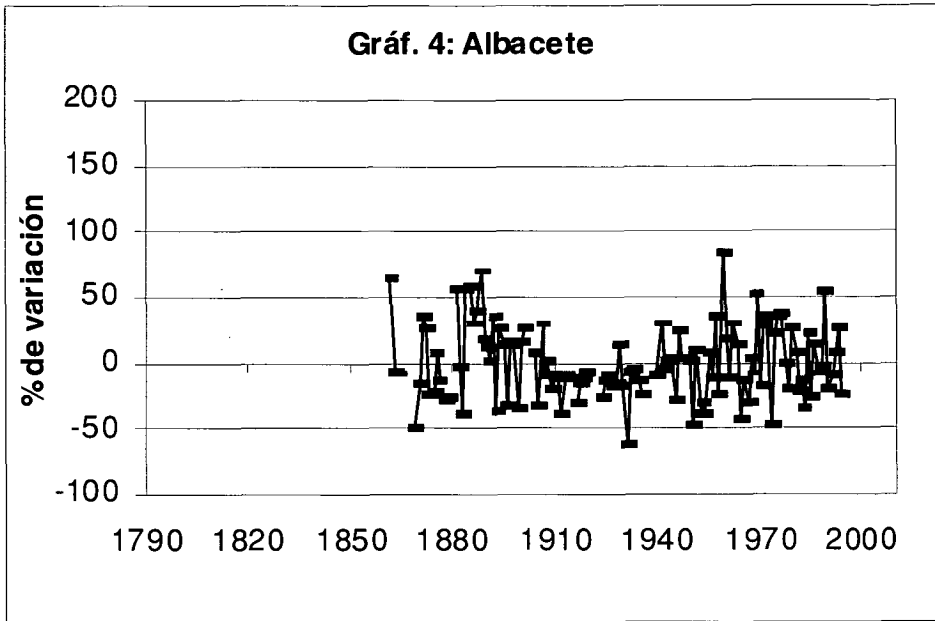
3. USO DEL COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

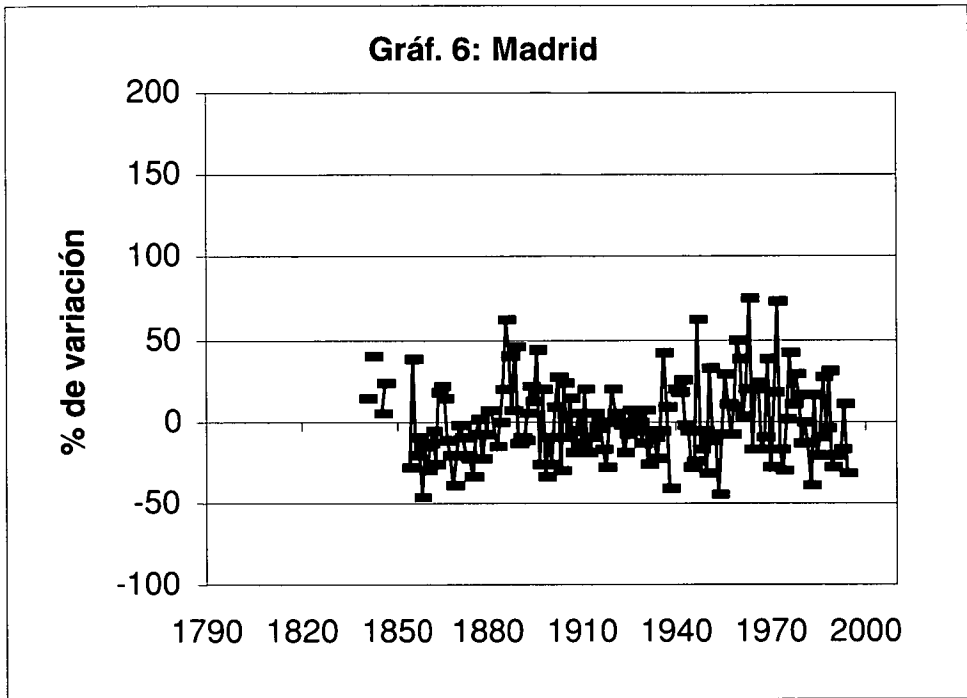
Para ahondar aún más en la hipótesis antes esbozada, la de que se trate de una disminución de la variabilidad gracias a la utilización de la media, se ha representado igualmente el coeficiente de variabilidad de las desviaciones absolutas de cada año (Gráfico 3). Esta ilustración necesita, sin embargo, una explicación más profunda. Dado que en ciertos casos la media de las desviaciones se aproxima a 0, el cálculo del coeficiente de variabilidad sobrepasa el valor del 100%. El gráfico no permite afirmar que las desviaciones respecto de las medias se hayan comportado de un modo anormalmente más



elevado en los últimos tiempos, incluso en los últimos 10 años estudiados se aprecia una disminución de la variabilidad. En los primeros años con registro los coeficientes varían mínimamente, motivo por el cual fueron suprimidos. La razón estriba en que realmente no correspondían nada más que al observatorio de Gibraltar, por lo que resulta incongruente la media y la desviación típica. Sólo se ha consignado el valor de, al menos, dos estaciones (Gibraltar y San Fernando de Cádiz), y en ellas se aprecia mucha variabilidad a pesar de la proximidad geográfica, aunque el pluviómetro del Peñón agregue una componente orográfica que está ausente en el caso del gaditano. Y conforme pasa el tiempo la variabilidad va en aumento paulatino hasta alcanzar valores en torno a 140%. En este gráfico también queda clara la variabilidad menor del coeficiente para el lapso 1910-1940.

Si la primera razón se fundamentaba en la apariencia de la baja variabilidad, la segunda razón posible sería que ésta existiera realmente, es decir que tuviera un comportamiento menos oscilante en cuanto a los valores anuales de precipitación. Aún así, el problema de la interpretación etiológica de este comportamiento dista mucho de estar resuelto. Volvemos a apelar a que esta tendencia al amortiguamiento de las diferencias se ha puesto de manifiesto para las temperaturas en el caso de Soria (SANZ DONAIRE, 2000) como en Huesca, pero, desgraciadamente no puede afirmarse lo mismo de otros observatorios. Por lo que respecta a las precipitaciones, elemento climático que ahora nos incumbe, es altamente llamativo que sean muy numerosas las estaciones en las que se produce un amortiguamiento de las variaciones pluviométricas, como se tendrá ocasión de ver más adelante. Afecta a las siguientes estaciones: Albacete (Gráf. 4), Alicante, Avila, Badajoz, Burgos (Gráf. 5), Cáceres, las tres Cazorlas (Hornico, Icona y Nava de San Pedro), Ciudad Real, Córdoba, Cuenca, Huelva, Huesca, Izaña, Madrid (Gráf. 6), Murcia, Palma de Mallorca, Pamplona, Salamanca, San Fernando, Sevilla, Soria, Toledo y Zamora. A destacar que, en torno a 1910 y años siguientes, el coeficiente de variabilidad es especialmente bajo. Entre las estaciones que no ofrecen la amortiguación

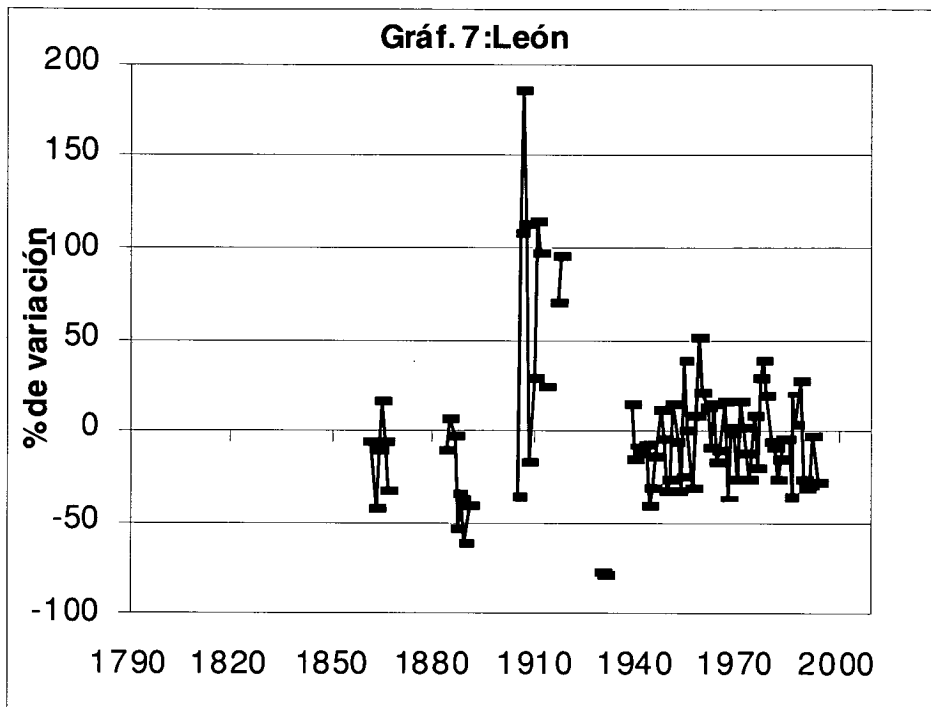




destacan las que tienen lagunas importantes de datos para ese período (Cádiz, León, Lérida, Logroño, y en parte Málaga y Santa Cruz de Tenerife). También debe comentarse que son todas las estaciones de la Iberia húmeda las que peor respuesta ofrecen a este amortiguamiento: de ahí que se pueda colegir que el mecanismo haya afectado preferentemente al área de influencia mediterránea, con o sin matiz continental, de la Península. Habida cuenta la alta proporción de territorio peninsular ocupado por las mencionadas estaciones, puede afirmarse que la impronta dejada en el gráfico general de toda España y Gibraltar (gráfico 1) es inequívoca. No obstante es llamativo que estaciones de la solvencia de Barcelona, Valencia o Zaragoza no muestren la respuesta adecuada, máxime cuando sus inmediatas sí lo hacen. Lo más fácil es achacar estas irregularidades a los efectos topográficos, aunque la causa última sea más difícil de determinar.

En claro contraste con la afirmación de los que opinan que la variabilidad ha ido en aumento en los últimos años, el gráfico 3 muestra más bien lo contrario: disminución de las desviaciones porcentuales respecto de la media en los últimos 10 años. Se ha agregado una línea de tendencia polinómica (cuadrática) que muestra la leve tendencia a la disminución de la variabilidad. Aunque el valor del coeficiente de determinación (R^2) es singularmente bajo, sin embargo es estadísticamente significativo al 99% de coeficiente de confianza. El gráfico está suavizando el comportamiento de las siguientes estaciones: Avila, Badajoz, Barcelona, Burgos, Cáceres, Cazorla Hornico, Huesca, León (Gráf. 7), Jaén, Pamplona, Pontevedra, San Sebastián, Segovia (Gráf. 8), Soria, Tortosa (Gráf. 9) y Zamora. Por otra vía se llega también aquí a poner en entredicho que en los últimos

tiempos esté cambiando la variabilidad, sea ésta natural o antrópica, del clima, al menos en el elemento precipitación y para el territorio español y gibraltareño.



4. INCLUSO LA VARIABILIDAD ESTÁ EN ENTREDICHO

También se ha querido expresar en este artículo el grado de ajuste de cada poligonal de la serie de desviaciones acumuladas respecto de la curva de referencia, con el fin de poner de manifiesto si existen diferencias espaciales, y cómo se distribuyen éstas en la mayor parte de la Península Ibérica. Así se pasa a comentar los gráficos de cada estación, lo mismo que la tabla de doble entrada que refleja los coeficientes de correlación entre ambas poligonales.

Como se desprende del título de este apartado, la misma variabilidad de la precipitación puede ponerse en duda, pues es problemática. Para demostrar el respaldo que tiene esta afirmación hemos intentado poner de relieve si hay diferencias significativas de precipitación entre los treintenios que se toman como normales climatológicas. El modo de proceder ha sido bien simple: se ha dividido la información pluviométrica original de cada estación en períodos treintañales. No se ha procedido a rellenar lagunas, sino que se mantienen sólo los datos registrados, incluso aunque los treintenios estén muy mermados (se agrega en una columna de la tabla el número de datos disponibles, para no llamar a engaño). Los períodos son de más modernos a más antiguos los siguientes:

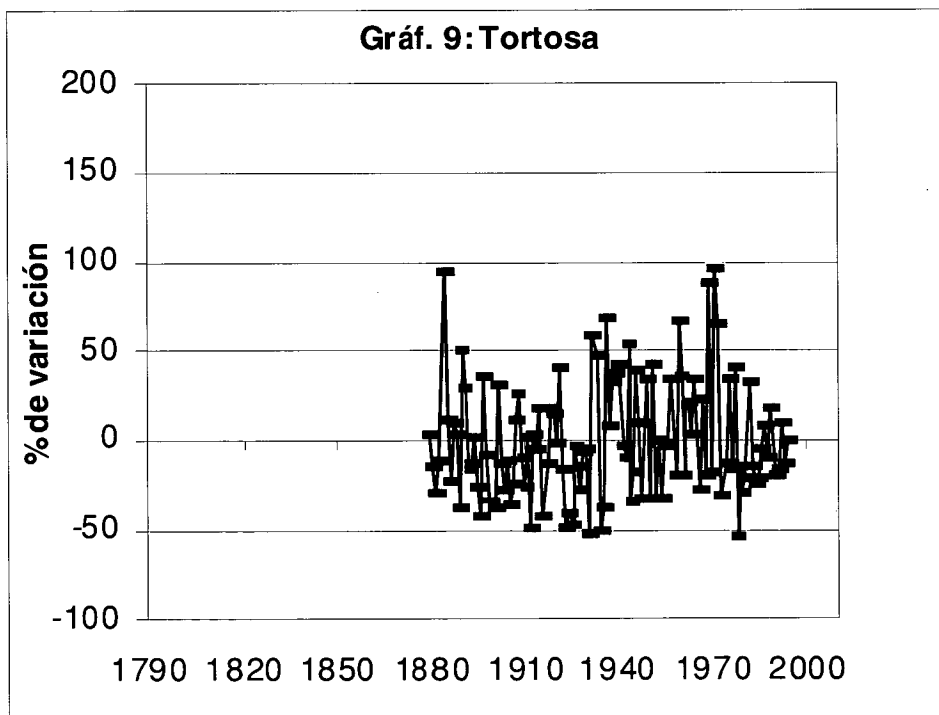
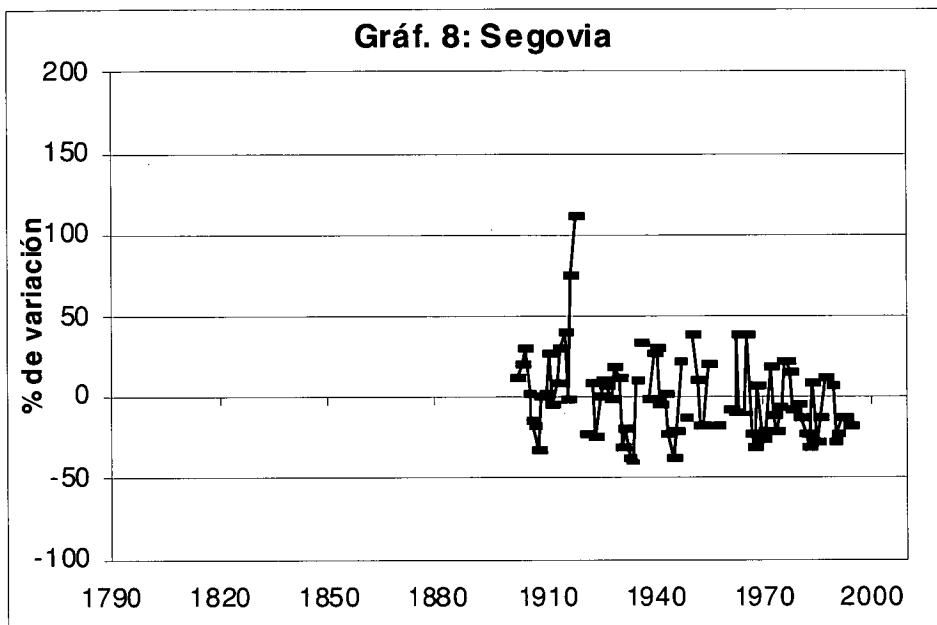


Gráfico 10: N° de tests sin diferenciación (sobre 4)

Designación del treintenio	Período al que corresponde
VI	1961-1990
V	1931-1960
IV	1901-1931
III	1871-1900
II	1841-1870
I	1811-1840
0	1781-1810

Seguidamente se ha sometido a las series de estos períodos trigintanales a unos tests estadísticos con el fin de mostrar si las diferencias entre los treintenios son estadísticamente significativas.

Como es sabido, uno de los procedimientos estadísticos más utilizados para comparar varios grupos es el contraste del Análisis de la Varianza (ANOVA), especialmente cuando el número de grupos o muestras que desean compararse es mayor que dos. En la tabla II se recogen los resultados de éste análisis –“No” indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los treintenios de dicha estación y “Sí” lo contrario-. Sin embargo, este procedimiento supone que se cumplen un conjunto de condiciones, llamadas supuestos paramétricos, tales como normalidad, homocedasticidad e independencia. En anteriores trabajos (PEREZ GONZÁLEZ y SANZ DONAIRE, 2000; PEREZ

GONZÁLEZ y SANZ DONAIRE, 2001) ya se comentó la ausencia de normalidad de nuestras variables de precipitación. Por su parte, la condición de homocedasticidad u homogeneidad de varianzas se ha contrastado con varios tests como los de Cochran, Bartlett y Hartley, cuyos resultados se resumen en la tabla II, bajo el epígrafe de “Varianza”. Cuando el ANOVA rechaza la hipótesis nula -las medias de los treintenios son iguales- es necesario averiguar cuáles grupos difieren entre sí de forma estadísticamente significativa; esto se lleva a cabo mediante el contraste de “Mínima diferencia significativa de Fisher (LSD)”, cuyos resultados se incluyen en la tabla II.

Cuando no se verifica alguna de las condiciones anteriores se debe recurrir a los contrastes de hipótesis no paramétricos que, aunque son menos potentes (hay mayor posibilidad de cometer error de tipo II -aceptar la hipótesis nula, siendo en realidad falsa-), son menos restrictivos (SIEGEL, 1986). Así el contraste de Kruskal-Wallis, poco exigente con la normalidad y la homocedasticidad, se ha aplicado en este caso, como muestra la tabla II.

En la última columna de la misma tabla se indica si hay o no diferencia entre los treintenios de cada estación, de acuerdo al resultado del test de Kruskal-Wallis, el cual nos parece el más adecuado para nuestras variables. No obstante, señalamos que “puede haber diferencia” entre las medias de los treintenios en aquellas estaciones que, aunque superen el test de Kruskal, no suceda lo mismo con el ANOVA.

TABLA II

Estación	Treintenios	Nº años	ANOVA	LSD	Tests de Homogeneidad de Varianzas	Kruskal-Wallis	Resultado
Albacete	III	28	No	Sí III-IV	Sí	No	Sin diferencia
	IV	23					
	V	26					
	VI	30					
Alicante	III	29	No	No	No	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Almería	IV	13	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	29					
	VI	30					
Avila	IV	18	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	17					
	VI	29					
Badajoz	III	21	No	No	No	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Barcelona	II	21	Sí	Sí II-III	No	Sí III	Hay diferencia
	III	30					
	IV	30					
	V	30					
	VI	28					

Bilbao	III	28	No	No	No	No	Sin diferencia
	IV	19					
	V	13					
	VI	30					
Burgos	III	29	Sí	Sí IV-III IV-V IV-VI	Sí	Sí IV	Hay diferencia
	IV	30					
	V	29					
	VI	29					
Cáceres	IV	22	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	30					
	VI	30					
Cazorla Hornico	IV	19	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	30					
	VI	30					
Cazorla Icona	III	13	No	Sí III-V III-VI	Sí	No	Sin diferencia
	IV	19					
	V	30					
	VI	30					
Cazorla Nava	IV	18	Sí	Sí IV-VI	No	Sí	Hay diferencia
	V	30					
	VI	26					
Cádiz	II	28	No	No	No	No	Sin diferencia
	III	11					
Ciudad Real	II	7	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	III	15					
	IV	27					
	V	26					
	VI	30					
Córdoba	III	7	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Coruña	III	23	Sí	Sí III-V III-VI	No	Sí III	Hay diferencia
	IV	29					
	V	30					
	VI	30					
Cuenca	IV	19	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	V	27					
	VI	30					
Gibraltar	0	20	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	I	30					
	II	30					
	III	29					
	IV	29					
	V	7					
Gijón	IV	7	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	27					
	VI	30					
Granada	III	11	Sí	Sí III-IV III-V III-VI IV-VI	Sí	Sí	Hay diferencia
	IV	30					
	V	22					
	VI	27					

Huelva	IV	28	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	V	26					
	VI	30					
Huesca	II	9	No	Sí IV-V IV-VI	No	Sí V ¹	Puede haber diferencia
	III	30					
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Izaña	IV	15	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	30					
	VI	30					
Jaén	III	20	Sí	Sí III-IV III-V III-VI	Sí	Sí	Hay diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	24					
León	III	8	Sí	Sí IV-III IV-V IV-VI	Sí	Sí IV	Hay diferencia
	IV	12					
	V	23					
	VI	30					
Lérida	III	5	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	IV	16					
	V	19					
	VI	30					
Logroño	IV	17	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	29					
	VI	30					
Madrid	III	30	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	29					
	VI	30					
Mahón	III	21	No	No	No	No	Sin diferencia
	IV	26					
	V	27					
	VI	30					
Málaga	III	16	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	IV	17					
	V	29					
	VI	30					
Murcia	II	9	Sí	Sí III-IV III-V III-VI	No	Sí	Hay diferencia
	III	29					
	IV	30					
	V	28					
	VI	29					
Oviedo	II	20	Sí	Sí II-IV II-V II-VI	No	Sí II y III	Hay diferencia
	III	30					
	IV	29					
	V	13					
	VI	19					
Palma de Mallorca	II	8	No	Sí III-VI IV-VI	No	Sí II	Puede haber diferencia
	III	30					
	IV	30					
	V	29					
	VI	30					

¹ Aunque el treintenio, en principio, es relativamente semejante a los restantes, el valor atípico de 1936 – llamamos la atención sobre esta fecha- ha disparado la varianza.

Pamplona	III	20	Sí	Sí V-III V-IV V-VI	Sí	Sí V	Hay diferencia
	IV	26					
	V	25					
	VI	30					
Pontevedra	IV	28	Sí	Sí IV-VI	No	Sí V	Hay diferencia
	V	18					
	VI	22					
Salamanca	II	9	Sí	Sí II-IV II-V II-VI	No	Sí II y III	Hay diferencia
	III	24					
	IV	25					
	V	24					
	VI	30					
San Fernando	I	19	Sí	Sí III-I III-V III-VI	Sí	Sí IV	Hay diferencia
	II	30					
	III	30					
	IV	30					
	V	30					
	VI	27					
San Sebastián	III	23	Sí	Sí III-V III-VI	Sí	Sí IV	Hay diferencia
	IV	29					
	V	30					
	VI	30					
Santander	IV	19	Sí	Sí IV-VI	No	Sí VI	Hay diferencia
	V	30					
	VI	30					
Segovia	IV	26	Sí	Sí IV-V IV-VI	No	No	Puede haber diferencia
	V	22					
	VI	29					
Sevilla	II	7	No	No	No	No	Sin diferencia
	III	21					
	IV	30					
	V	28					
	VI	30					
Soria	III	28	No	No	Sí	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Sta Cruz de Tenerife	III	27	No	Sí III-IV	No	No	Sin diferencia
	IV	22					
	V	30					
	VI	30					
Santiago de Compostela	II	13	Sí	Sí VI-II VI-III	Sí	Sí II y VI	Hay diferencia
	III	24					
	IV	25					
	V	29					
	VI	29					
Teruel	III	21	No	Sí V-VI	No	No	Sin diferencia
	IV	29					
	V	6					
	VI	19					

Toledo	IV	22	No	No	No	No	Sin diferencia
	V	27					
	VI	30					
Tortosa	III	21	No	Sí IV-V	No	No	Sin diferencia
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Valencia	II	9	No	No	No	No	Sin diferencia
	III	30					
	IV	28					
	V	30					
	VI	30					
Valladolid	II	11	Sí	Sí III-IV II-VI III-V III-VI	Sí	Sí III, V	Hay diferencia
	III	27					
	IV	30					
	V	30					
	VI	30					
Zamora	IV	14	Sí	Sí IV-V IV-VI	Sí	Sí IV	Hay diferencia
	V	27					
	VI	30					
Zaragoza	III	27	No	Sí III-V	No	No	Sin diferencia
	IV	25					
	V	30					
	VI	30					

De la tabla se extrae en primer lugar que hay 30 estaciones (58,82%) sin diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de sus treintenios; 3 (5,88%) en las que puede haberla y 18 (35,29%) en las que hay diferencia. En términos relativos dominan los casos en los que no hay diferencia, seguidos de los que «hay diferencia» y son minoritarias las que “pueden tener diferenciación”. Si los valores estuvieran distribuidos al azar, cada una de las dos respuestas (con/sin diferencia) sería equiprobable, es decir con una probabilidad del 50%. El resultado es un 59% sin diferencia significativa frente a un 41% con diferencia. El predominio de los primeros parece poner de manifiesto que, por lo general, no hay diferencias entre los treintenios, luego no habría motivo para hablar de cierto cambio pluviométrico.

Para recalcar aún más esta afirmación se ha pasado la información a un mapa de la España peninsular, en el que se nota el predominio de las áreas sin diferenciación. Por la propia construcción del gráfico y el método de representación empleado (el recomendado «kriging» o krigeado) aparecen, en el Gráfico 10, disjuntas las áreas con falta de diferenciación (las dos capitales extremeñas, Sevilla, Madrid-Toledo y Valencia-Cazorla Hornico-Alicante). Otro núcleo se arremolina en torno a Cádiz, a Almería o a Bilbao. La primera banderola citada se debería completar con los dos observatorios baleares y con los dos tinerfeños. De ahí que en términos espaciales la mayor parte de la Península esté en esta categoría. El extremo contrario lo constituyen los valores de 0: Santiago de Compostela, San Sebastián-Pamplona, León-Zamora-Valladolid y el doblete Jaén-Granada. Dado que también en esta distribución existen ciertas pautas espaciales, todo parece indicar que se han producido diferencias al socaire de los vientos del Oeste (Valle del Duero occidental, cuenca de Pamplona, cuenca de Granada), y en la fachada oriental de “choque” de los mismos vientos portadores de lluvia (Santiago de Compostela, Jaén y San

Sebastián). No obstante este atisbo de explicación bien merecería un análisis más profundo.

CONCLUSIONES

La primera conclusión que se extrae del presente artículo es que, de acuerdo con la metodología empleada, no se puede afirmar que la variabilidad pluviométrica se haya incrementado en los últimos decenios del siglo veinte. Por el contrario, se mantiene dentro de los valores que son característicos para la mayor parte de las series instrumentales.

En segundo lugar, de los gráficos de todas las estaciones peninsulares se pone de manifiesto una disminución de la variabilidad especialmente entre los años finales decimonónicos y los años 40 vigésimos. Queda no obstante por dilucidar cuál sea la causa de semejante comportamiento. También debe agregarse que esta amortiguación es mayor en algunas estaciones, y menor en la fachada húmeda (¿?).

En tercer lugar en la tabla II sólo se produce «anomalía» pluviométrica del último de los períodos (1961-90) respecto de los otros treintenios en Cazorla ICONA (?), Cazorla Nava de San Pedro, Córdoba, Palma de Mallorca, Pontevedra (?), Soria (?), Teruel (?), Valladolid, y sobre todo en Santiago de Compostela: son pues 4 lugares y treintenios seguros, más cinco inseguros, esto es, un total de nueve, para un total de 201 treintenios posibles. Con el fin de establecer los treintenios más repetidos por su posible diferenciación, he aquí la siguiente tabla:

Certidumbre Treintenio	Seguros	Inciertos	Total
0	0	0	0
I	0	0	0
II	3	1	4
III	15	2	17
IV	10	5	15
V	4	3	7
VI	4	5	9

De la tabla antecedente se desprende que no es el último treintenio aquél en el que se ha producido, para el territorio español y gibraltareño, una mayor variabilidad respecto de los anteriores, sino que más bien fueron los años finidecimonónicos así como los incipiovigésimos los que ofrecen una mayor discrepancia respecto de los restantes períodos treintañales considerados. Además para las temperaturas es el final del siglo XIX igualmente difícil, como también lo fue para la hidrología peninsular, al haberse registrado durante este período las máximas crecidas de numerosos ríos. El caso de las connotaciones hidrológicas es especialmente grave, pues la fuente principal de los caudales es la precipitación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMARZA, C., LÓPEZ, J.A. y FLORES, C. (1996): Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación en España, Ministerio de Medio Ambiente, INM, Madrid.
- ALMARZA MATA, C. (2000): Variaciones climáticas en España. Época instrumental. págs 69-84 en BALAIRÓN, J. (coord.): El cambio climático, El Campo, Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, nº 137, 530 págs
- CREUS NOVAU, J., FERNÁNDEZ CANCIO, A. y MANRIQUE MENÉNDEZ, E. (2000): Análisis de la variabilidad del clima español durante el último milenio, págs 27-48 en BALAIRÓN, J. (coord.): El cambio climático, El Campo, Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, nº 137, 530 págs
- PÉREZ GONZÁLEZ, M^a E. y SANZ DONAIRE, J.J. (2000): Distribuciones estadísticas ajustadas a las series temporales de totales anuales de precipitación española: aspectos geográficos, *Geographicalia*, Zaragoza, Nueva Época, nº 38, págs 32-54.
- PÉREZ GONZÁLEZ, M^a E. y SANZ DONAIRE, J.J. (2001): Aspectos geográficos de las distribuciones estadísticas ajustadas a las series temporales rellenadas de totales anuales de precipitación española, *Nimbus*, Almería, nº 7-8, págs 135-160.
- SANZ DONAIRE, J.J.(1999): Escepticismo al «cambio climático»: el ejemplo de las temperaturas, *Nimbus*, Almería, nº 4, págs 173-198.
- SANZ DONAIRE, J.J.(2000): Autorregulación frente a «cambio climático»: el uso de modelos no lineales con de las temperaturas, *Nimbus*, Almería, nº 5-6, 91-124.
- SANZ DONAIRE, J.J.(2001): Cambios aleatorios de precipitación española en 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 (A.E.C.) Serie A, nº 2, Valencia, pp 219-233.
- SIEGEL, S. (1986): Estadística no paramétrica aplicada a las Ciencias de la Conducta, México, Mc Graw Hill.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional) (1943): Las series más largas de observaciones pluviométricas en la Península Ibérica, Serie D nº 1, s/n de páginas.

Fecha de Recepción: 6 de Noviembre de 2003. Fecha de aceptación: 30 de Noviembre de 2003.