

## DISTRIBUCIONES ESTADÍSTICAS AJUSTADAS A LAS SERIES TEMPORALES DE TOTALES ANUALES DE PRECIPITACIÓN EN ESPAÑA: ASPECTOS GEOGRÁFICOS\*

M<sup>a</sup> Eugenia Pérez González y Juan José Sanz Donaire

Dpto. Geografía. Universidad Complutense de Madrid

**Resumen:** El presente trabajo tiene como finalidad exponer las diferentes distribuciones estadísticas de las series temporales de la precipitación total anual en España. Los datos utilizados son los editados por el I.N.M. en 1996, pues consideramos que, aún con el riesgo de tratar con algunas series no homogéneas, son los datos reales y, analizados a escala de toda España, bien pueden dar luz, en la mayoría de las estaciones, sobre el comportamiento pluviométrico habitual. Las diferentes distribuciones estadísticas en España nos permiten conocer la frecuencia o temporalidad de los períodos más secos y más húmedos que tanta impronta socioeconómica conllevan. Además, se analizarán los valores estadísticos más relevantes y se comparan con los denominados «normales» según el concepto de clima propuesto por uno de los autores.

**Palabras Clave:** distribuciones estadísticas, precipitación anual, series largas, España.

**Abstract:** This paper wants to expose the different statistical distributions of the annual rainfall time series in Spain. Data used were those published by the I.N.M. in 1996, as we consider that, even with the risk of managing some not homogeneous series, these are the only real data and, analyzed for the whole territory of Spain, they can throw light, in most of the cases, upon the behaviour of rainfall. The different statistical rainfall distributions in Spain allow us to know the frequency of the driest and more humid periods that control some socio-economic tasks. Other statistical well-known values will be calculated and compared to «normal» values, according to the concept of climate proposed by one of the authors.

**Key words:** statistical distributions, annual rainfall, long time series, Spain.

---

\* Recibido: 1-9-2000; aceptado: 31-10-2000

## 1. Introducción

Entre geógrafos y para otros fines aplicados, se ha venido utilizando desde antaño un valor comprensivo de la variabilidad de los valores reales obtenidos por registro o lectura de la precipitación anual. Este dato único, que tradicionalmente ha sido considerado la media, ofrece la ventaja de resumir en uno solo un conjunto de cifras que en su variación más pueden confundir que ayudar a comprender los comportamientos de las precipitaciones sobre un lugar, elemento éste básico para definir el clima de un punto o de un área.

Al propio tiempo se ha venido insistiendo en que una mejor aproximación a la realidad se lograría mediante el ajuste de una distribución que no fuera la normal, pues ésta es la que se oculta bajo la utilización de la media para definir en un único valor una serie más o menos larga de datos. Así se ha comentado (Suzuki, 1980, Gupta y Panchapakesan, 1980, Raso *et al.*, 1982, Fernández García, 1995) que la distribución que mejor se ajustaba a los datos de precipitación era la gamma, aunque también se han sugerido las distribuciones lognormal y kappa (Suzuki, 1980). Ya en 1946 González Quijano, en su espléndido trabajo y mapa, llama la atención sobre la falta de simetría en las distribuciones pluviométricas españolas, con claros contrastes entre el Norte y el Sur. En el presente trabajo se ha procedido a realizar un ensayo de las distribuciones, que se llevó a cabo con los datos anuales disponibles, para lo cual se han volcado sólo los años cuyos datos están completos. No se trata de series completas, pues éstas casi no existen, pero ofrecen la ventaja de que son los únicos datos que hay. Por series completas entendemos un conjunto ininterrumpido de datos cronológicos. Los datos proceden de la publicación del Instituto Nacional de Meteorología (Almarza *et al.*, 1996). En algún caso se ha tenido que corregir los defectos de transcripción o de copia que existen en la mencionada publicación, aunque no se ha transformado ningún dato por ningún tipo de homogeneización ni tratamiento semejante. En los mapas se han considerado solamente las 50 estaciones peninsulares, que no las canarias (Izaña y Santa Cruz de Tenerife) ni las baleáricas (Mahón y Palma de Mallorca), dado que el trazado de isolíneas a través de los mares, en ausencia de datos, se hace hartamente problemático. No obstante, en las tablas se ofrecen los resultados de todas las estaciones españolas.

En este artículo, como en otros, los autores partimos de un respeto máximo al dato, que casi se convierte en «culto», máxime cuando hoy se tiende a menospreciar la tediosa fase de obtención de datos y se sustituye con cierta ligereza el dato tomado por los calculados o estimados. No se nos escapa que de la aplicación de este principio se beneficia el resultado final, que es más acorde con el modelo, y por lo tanto, más vistoso. Pero para nosotros es prioritario el dato aislado o la constelación de datos que no el modelo, que más tarde, en fase posterior, podrá ser tenido en cuenta: en la realidad no se ha hecho otra cosa al ajustar una distribución teórica a los datos.

Parece de necesidad, en segundo lugar, exponer las distribuciones estadísticas, que mejor se ajustan a los datos de la pluviometría anual:

- a) Normal
- b) Logística: idem a la anterior si bien más picuda, más leptokúrtica, con lo que los valores cercanos a la mediana son más importantes que las desviaciones alejadas
- c) Gamma: los valores altos de precipitación (superiores a la mediana) son más que los bajos (inferiores a la mediana). Sesgo ligeramente positivo
- d) Erlang: los valores altos son muchos más que los bajos. Sesgo moderadamente positivo
- e) Lognormal: los valores altos son muchísimos más que los bajos. Sesgo francamente positivo
- f) Weibull: de signo contrario a las explicadas hasta ahora, los valores bajos son bastantes más que los altos; el sesgo es moderadamente negativo. Puede ser casi la imagen especular de la distribución de Erlang.
- g) Gumbel o de valores extremos: la contraria a la lognormal; valores bajos muchísimos más que los altos. Sesgo francamente negativo. Casi es la representación especular de la lognormal.

De lo dicho anteriormente se desprende que las distribuciones se encuentran ordenadas porque las modas se van desplazando en el siguiente sentido de las flechas: lognormal→Erlang→gamma→normal→Weibull→Gumbel (ver figura 1).

Considerándose centrales las distribuciones normal y logística, el esquema anterior muestra la mayor diferenciación estadística en las distribuciones de sesgo positivo, por lo que cabría esperar, si la ocurrencia de distribuciones fuera aleatoria, una mayor cantidad de estaciones agrupadas en las dos curvas de sesgo negativo, cuando lo hallado es totalmente lo contrario. Ya se entrará en este tema más adelante.

La diferencia entre las distribuciones centradas, la logística y la normal, radica en la mayor kurtosis de la primera respecto de la segunda, y no tanto en el valor de la posición de la mediana.

En tercer lugar, el ajuste de las distribuciones se ha realizado mediante el cambio en el tipo de distribución y en el número de clases en los histogramas de frecuencias. A su vez se midió la precisión del ajuste a través del valor de la  $\chi^2$ . Como es sabido, a menor  $\chi^2$ , mayor grado de ajuste. El número de clases escogido responde

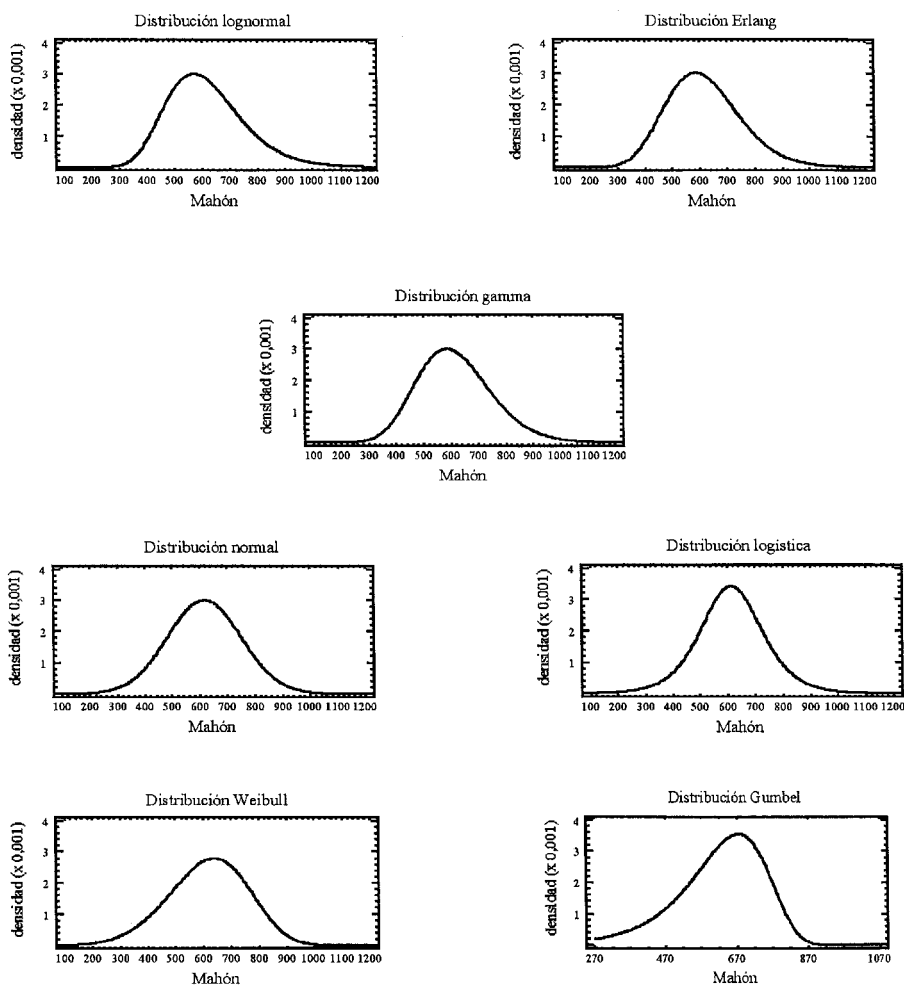


Figura 1. Distribuciones estadísticas sobre datos de Mahón.

al ajuste mayor, porque con el número idóneo de clases según la cantidad de datos disponibles no siempre se obtiene la curva de máximo ajuste.

Una vez calculadas todas las curvas de distribución pluviométrica, el problema que nos plantearemos es si las distintas distribuciones obedecen a factores geográficos, por lo que se puede hacer un mapa de su localización con significación territorial (figura 2).



Figura 2. Mapa de localización de las distribuciones estadísticas

Tras hallar las distribuciones que más se ajustan a los datos tomados en las series pluviométricas de años con registro, ofreceremos distintos mapas con los valores máximos y mínimos de precipitación, que conformarían los límites inferior y superior respectivamente de lo que podemos llamar, según la definición de uno de nosotros, clima del lugar (Sanz Donaire, 2000 y en prensa a). También se agregarán otros mapas comentados.

Tabla 1. Datos estadísticos de la pluviometría anual en estaciones españolas

Estación	Nº años	Tipo distr	$\chi^2$	Nº clases	Grados libertad	Percentil 3(mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 97 (mm)
Albacete	116	Lognormal	0,43	15	5	200	343	591
Alicante	137	Erlang	2,53	11	4	146	332	626
Almería	76	Lognormal	0,45	12	3	94	196	406
Avila	68	Lognormal	1,11	12	2	232	352	533
Badajoz	119	Lognormal	1,25	15	4	272	469	809
Barcelona	143	Lognormal	2,00	10	2	356	578	937

(Continuación)

Estación	Nº años	Tipo distr	$\chi^2$	Nº clases	Grados libertad	Percentil 3(mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 97 (mm)
Bilbao	102	Weibull	1,49	11	5	832	1228	1502
Burgos	129	Lognormal	0,07	5	1	347	529	806
Cáceres	92	Erlang	0,50	9	1	280	512	848
Cádiz	41	Gamma	0,01	9	1	259	499	856
Cazorla Hornico	83	Lognormal	1,79	8	3	301	483	775
Cazorla Icona	95	Lognormal	1,14	13	1	425	773	1405
Cazorla Nava	76	Normal	0,10	8	1	540	1170	1800
Ciudad Real	109	Logística	2,19	11	2	159	406	653
Córdoba	101	Lognormal	0,32	10	3	318	608	1161
Coruña	116	Weibull	0,54	8	2	473	918	1295
Cuenca	80	Erlang	0,50	9	1	306	534	853
Gijón	68	Logística	0,57	13	5	681	980	1279
Granada	95	Logística	0,04	9	1	208	406	604
Huelva	88	Lognormal	0,63	8	2	231	445	857
Huesca	133	Lognormal	0,07	8	1	326	532	870
Izaña	79	Lognormal	0,93	11	3	170	426	1063
Jaén	109	Lognormal	1,17	7	1	315	581	1072
León	83	Logística	1,63	9	1	127	546	966
Lérida	74	Lognormal	1,58	9	1	204	346	586
Logroño	87	Gamma	0,01	6	1	245	387	576
Madrid	144	Lognormal	0,62	7	3	266	416	652
Mahón	112	Normal	0,16	8	1	346	615	885
Málaga	96	Lognormal	0,05	10	1	276	512	937
Murcia	130	Erlang	0,38	8	2	130	296	567
Oviedo	115	Normal	0,38	5	1	594	928	1262
Palma de Mallorca	131	Normal	0,20	8	2	235	455	674
Pamplona	105	Lognormal	3,99	8	1	445	811	1477
Pontevedra	71	Weibull	0,06	9	1	871	1590	2173
Salamanca	116	Gamma	0,02	6	1	189	352	588
San Fernando	169	Lognormal	0,32	6	1	320	574	1028
San Sebastián	116	Logística	0,38	12	1	879	1463	2047
Sta Cruz Tenerife	117	Lognormal	1,99	7	1	108	236	511
Santander	83	Normal	0,40	5	1	846	1202	1558
Santiago Compos.	124	Gamma	0,01	7	1	950	1603	2502
Segovia	81	Lognormal	0,39	13	2	301	473	743
Sevilla	120	Lognormal	0,42	7	2	288	539	1008
Soria	131	Lognormal	0,45	5	1	359	541	814
Teruel	79	Weibull	0,17	9	1	201	383	535
Toledo	83	Erlang	0,10	8	2	221	358	544
Tortosa	115	Lognormal	0,08	6	1	276	508	935
Valencia	131	Gamma	0,31	10	2	196	436	820
Valladolid	132	Erlang	1,86	6	1	214	382	620
Zamora	75	Lognormal	1,37	6	1	175	329	617
Zaragoza	127	Lognormal	0,38	8	1	185	308	512

## 2. Resultados y discusión

### 2.1 Distribución de distribuciones

El comentario que seguirá se ha ordenado conforme a dos criterios: el primero, las distribuciones estadísticas; el segundo, la territorialidad de las mismas, reflejada en los mapas.

Señalaremos primero que, de entre todas las distribuciones al uso (figura 1, figura 2 y tabla 1), las más habitualmente utilizadas, sólo se han encontrado la normal en muy pocos casos, la logística en otros y un predominio de la lognormal seguida de la de Erlang. La frecuencia de aparición de cada una de las distribuciones estadísticas ordenadas decrecientemente es la que se expresa en la tabla 2.

Cabe destacar que las distribuciones con sesgo positivo suponen el 72 % de las estaciones, frente a cuatro (8%) con sesgo negativo (Pontevedra, La Coruña, Bilbao y Teruel) y, de ellas, ninguna distribución Gumbel. Como se ha comentado previamente, si existiese aleatoriedad, deberíamos encontrar tantos sesgos positivos como negativos. Y ello, pensamos, debe ser así, si se puede seguir hablando de «sistema climático» global, esto es, autorregulable. La presencia, no obstante, de muchos más sesgos positivos podría explicarse en el caso de que el área investigada, la cubierta por España, no abarcase un territorio en el que se mantuvieran compensados ambos sesgos. Y ello sin perjuicio de que, como se admitía previamente, en la totalidad del Globo exista un equilibrio más o menos perfecto (probablemente un equilibrio dinámico, y por tanto para un largo período de tiempo).

Tabla 2. Número de casos y porcentajes de las distribuciones estadísticas

<i>Tipo de distribución</i>	<i>Nº de casos</i>	<i>Porcentaje</i>
Lognormal	25	50
Erlang	6	12
Gamma	5	10
Normal	5	10
Logística	5	10
Weibull	4	8
Gumbel	0	0
<i>Total</i>	<i>50</i>	<i>100</i>

También debe tenerse en cuenta que los resultados de la tabla anterior, aun siendo absolutos, no son los únicos posibles. Con frecuencia en algunas estaciones las diferencias entre las que tiene que debatirse la distribución de mayor ajuste, medido a

través del valor de la  $\chi^2$ , son muy pequeñas. A modo de ejemplo se presentan algunos casos en la tabla 3.

Tabla 3. Ejemplos del grado de ajuste de algunas distribuciones estadísticas

Estación	Distribución	$\chi^2$	Nº de clases	Grados de libertad
Sevilla	Lognormal	0,422	7	2
Sevilla	Erlang	0,479	7	2
Sevilla	Gamma	0,507	7	2
Valladolid	Erlang	1,882	6	1
Valladolid	Gamma	1,906	6	1
Santiago de Compostela	Gamma	0,012	7	1
Santiago de Compostela	Logística	0,015	8	1
Santiago de Compostela	Erlang	0,064	7	1

Estación Distribución  $\chi^2$  Nº de clases Grados de libertad Sevilla Lognormal 0,422 7 2 Sevilla Erlang 0,479 7 2 Sevilla Gamma 0,507 7 2 Valladolid Erlang 1,882 6 1 Valladolid Gamma 1,906 6 1 Santiago de Compostela Gamma 0,012 7 1 Santiago de Compostela Logística 0,015 8 1 Santiago de Compostela Erlang 0,064 7 1

En tales casos convendría poner un poco en duda algunas de las distribuciones que aparecen en la tabla 1, porque, aunque sean las más ajustadas, prácticamente se alinean en los mismos valores que otras posibles.

La realidad es que en la tabla 1, (de la Península y las islas, destacando Canarias), predomina con mucho la distribución lognormal, lo que pone de manifiesto una mejor clasificación de los valores bajos de precipitación que de los elevados. Esgrimir razones para ello es relativamente complicado. Se podría pensar en la solución que ya se dio para Soria (Sanz Donaire, 1999): la de una mezcla de dos comportamientos normales, en los que a una normalidad centrada sobre unos valores relativamente elevados se añade otra curva normal con menor número de casos, esto es, más infrecuente, en la cual la mediana se encuentra notablemente desplazada hacia los valores inferiores. La interpretación que se haría de tal comportamiento sería la de dos situaciones de normalidad, pero bien diferenciadas: una, la más habitual centrada en valores elevados; y otra, más infrecuente, apoyada en unos valores menores. Cabe la posibilidad de entender estas dos situaciones como las de 1) lo más general y 2) unas sequías que irrumpen sólo de tarde en tarde.

De este modo, el predominio de la distribución lognormal responde a que las precipitaciones anuales bajas son mucho más frecuentes que las precipitaciones anuales abundantes, produciéndose éstas en escasos años a lo largo de un período prolongado de años. Si es así, los años secos no son compensados con otros húmedos en



las mismas estaciones, sino que lo harían, al menos a escala nacional, con las regiones norteñas, más húmedas y con distribuciones estadísticas de sesgo contrario.

Buena parte de las estaciones de la Meseta Meridional se apartan sensiblemente del comportamiento más frecuente de la Península (excepto del área atlántico-norte), aunque con igual sesgo, mostrando distribuciones Erlang. Sin embargo, éstas coinciden con estaciones que tienen períodos de registros más cortos (de 80 a 92 años) que bien pudieran excluir los años de precipitación más frecuentes, esto es, bajas.

En las dos únicas estaciones de Tenerife el máximo ajuste se logra mediante la distribución lognormal. El predominio en la Península es también el de la distribución lognormal, pero las distribuciones extremas en sentido contrario se localizan en el área del Cantábrico y Atlántico gallego. La única excepción la constituye Teruel, una serie llena de lagunas, por lo que probablemente tenga una interpretación más complicada. Existen numerosos enclaves, tal vez tantos cuantos cabría esperar de una distribución casi aleatoria de los casos (Sanz Donaire, en prensa b; Sanz Donaire, en prensa c). La distribución tipo Erlang se localiza en el centro peninsular (Toledo, Cáceres, Valladolid) y en la Ibérica y costa levantina (Cuenca, Alicante y Murcia); la gamma en cinco únicos enclaves: Santiago de Compostela, Logroño, Salamanca, Cádiz y Valencia. La normalidad reina en las islas Baleares (estaciones de Palma de Mallorca y Mahón), mientras que las restantes tres estaciones se localizan en la cornisa cantábrica (Oviedo y Santander), constituyendo una excepción Cazorla Nava, un lugar con notabilísimos problemas. La logística vuelve a hacer aparición en la franja septentrional, con San Sebastián y Gijón, como exponentes más importantes, pero también se disponen en Ciudad Real y Granada respectivamente, en enclaves rodeados ambos de distribuciones lognormales, que probablemente haya que poner en entredicho.

Es muy llamativo que la cornisa cantábrica y el litoral atlántico noroccidental ofrezcan, frente a las distribuciones lognormales tan habituales en el centro de la Península, una imagen más abigarrada, con mayor variabilidad, destacando los comportamientos de normalidad en Oviedo y Santander y las logísticas de las áreas más costeras y lluviosas: San Sebastián y Gijón. La cercanía a la costa así como la ausencia de relieves que impidan las posibles dispersiones de las precipitaciones parecen dar sentido a la mayor kurtosis de las curvas: existe menos variabilidad en las precipitaciones interanuales. Por el contrario, la presencia de entornos montañosos en la cuenca de Oviedo así como el cierre montañoso en el caso de Santander, más protegida a los vientos del W llovedores, parecen haber propiciado una base más ancha en la variación de las lluvias para sucesivos años.

El área gallega está sembrada de distribuciones más extrañas por difíciles de explicar, que culminan en la de Weibull para Pontevedra, que, a su vez, también ofrece una clara tendencia a la trimodalidad, como se pone de manifiesto en la figura 3. Por otra parte esta misma trimodalidad la muestra Barcelona (Martín Vide, 1987), aún con distinta serie temporal.

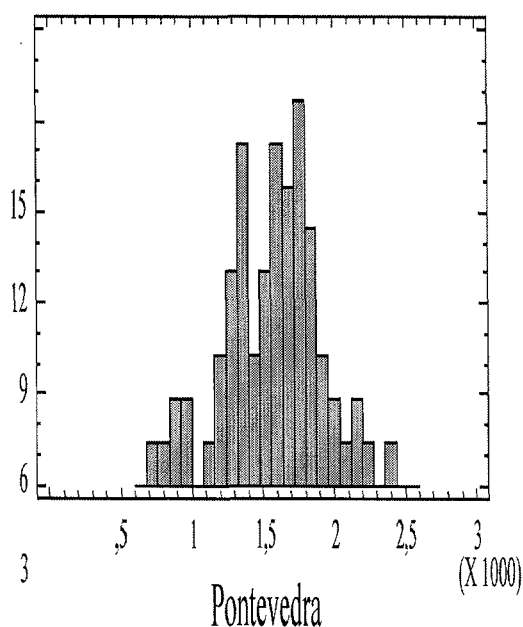


Figura 3. Histograma de Pontevedra

El caso atípico de la distribución de Weibull en Teruel tal vez pueda achacarse a la falta de datos, pues se trata de una de las estaciones de registro más interrumpido. Otro tanto puede pensarse de la serie de Cádiz, que sólo dispone de registros en el siglo pasado.

El caso de las islas Baleares es también destacable, pues los dos observatorios allí instalados arrojan sendas distribuciones de normalidad. Su naturaleza insular y la permanencia de la Baja de Baleares durante buena parte del otoño y la primavera confieren una relativa regularidad pluviométrica (Kunow, 1966), dentro del área mediterránea, ya de por sí extremadamente variable.

De lo dicho anteriormente se puede extraer una conclusión que, por excesivamente sencilla, tal vez resulte sólo parcialmente verdadera: las distribuciones estadísticas de la precipitación se ordenan de tal modo que a un centro peninsular con características lognormales se aproximan desde el NW las distribuciones de sesgo negativo (Weibull) pasando por las intermedias normales y logísticas, mientras que desde las islas Baleares se progresa desde la normalidad a través de las gamma y Erlang hacia las lognormales centrales. Siendo esta la tendencia, la explicación de tal comportamiento no deja de implicar difíciles consideraciones. Por el momento no disponemos de más argumentos que los tradicionales (Capel Molina, 1981): en el área

noroccidental predominarían los vientos del Oeste y del Norte, como primeros proveedores de lluvia, mientras que el comportamiento mediterráneo debiera estar más acorde con las gotas frías como proceso más genuinamente levantino y responsable, en definitiva, de las precipitaciones costeras valencianas, rápidamente amortiguadas por la presencia de una fachada montañosa. La distribución geográfica teórica de las distribuciones estadísticas de precipitación quedaría, pues, reflejada en la figura 4.

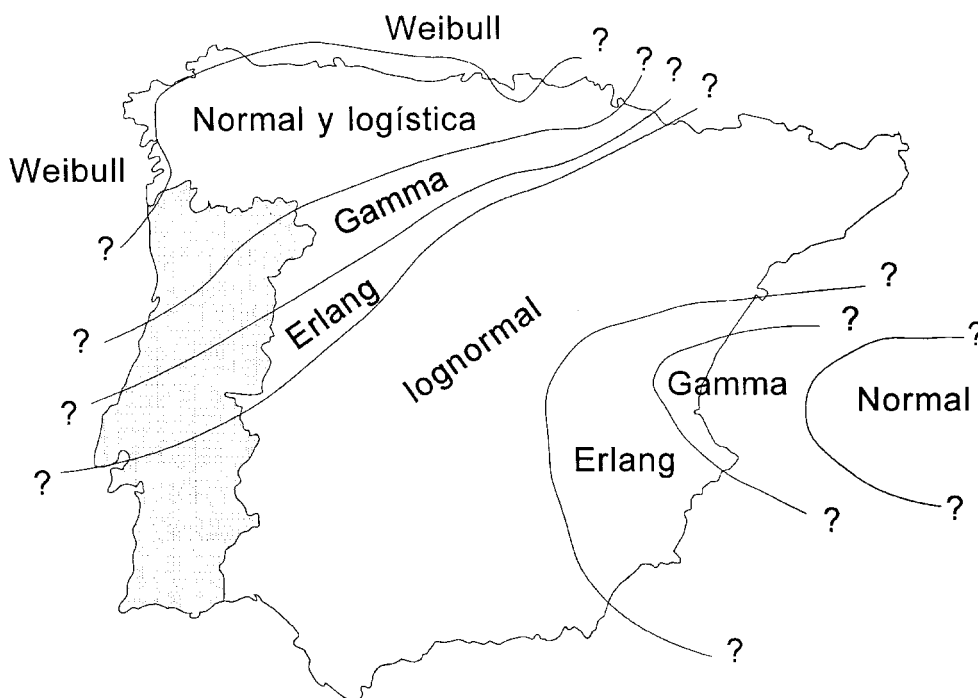


Figura 4. Mapa de distribuciones teóricas de precipitación

Igualmente debe tenerse en cuenta que frente al empleo de la media, este método posee ciertas ventajas, especialmente la de una mayor precisión, que se podría medir a través del índice  $Pr$ :

$$Pr = \frac{(\mu - v_{0,5}) \cdot 100}{v_{0,5}}$$

donde:  $Pr$  = índice de precisión

$\mu$  = media

$v_{0,5}$  = mediana o percentil 50

que ofrece unos extremos de 7,65 % para Almería y -1,30% para Bilbao. Por ello todas las medias tienen un error de  $\pm 4,5\%$ . Esta es la precisión añadida por el método que aquí se emplea y puede considerarse una mejora significativa.

## 2.2 Valores medios con distribución normal y medianos con otra distribución

A pesar de que en este trabajo se aboga por un concepto de clima que se separa de la línea tradicional de las «medias», no se puede obviar la contemplación de estas medidas de centralidad. Así la figura 5 recoge la distribución geográfica de las precipitaciones medias, calculadas sobre la base de una ponderación semejante para todos los datos, y por lo tanto presuponiendo una distribución estadística normal, bien a sabiendas de que ésta no es la que mejor explica la realidad de cada estación. Este mapa pone de manifiesto lo que se ha mencionado en innumerables ocasiones y hasta en los manuales, la disminución de la precipitación desde la esquina noroccidental peninsular hacia el extremo sudoriental. Se observa el característico gradiente NW-SE desde los valores extremos más húmedos (1603 mm en Santiago y 1590 en Pontevedra) a los más secos almerienses (196 mm). La mayor parte de la España central y del litoral mediterráneo tiene precipitaciones medias anuales entre 400 mm y 600 mm, valores inferiores a los de la evapotranspiración potencial (entre 600 mm y 800 mm), por lo que el agua es siempre un bien escaso. Los calificativos de modestia e incluso indigencia ya han sido referidos para la precipitación anual en la mayor parte de la España mediterránea (Martín Vide, 1996).

Teniendo en cuenta el modo de realizar el mapa, en el que sólo se han localizado las estaciones de una serie de años más larga, no puede buscarse una gran finura en el trazado de las isoyetas. Estas han sido dibujadas de acuerdo con el modo menos malo, el método de «kriging», pero no dejan entrever el papel desempeñado por los fuertes relieves que caracterizan a la Península. Debe destacarse el importante nudo de la Sierra de Cazorla, donde por mor de la toma de datos por parte de ICONA, en Nava y en Hornico, se produce una anormal subida de precipitación, que no responde sino a las cifras inverosímiles allí registradas, a todas luces anormales por claramente superiores a la de las tierras bajas vecinas, pero que difícilmente pueden corregirse, sin incurrir en errores posiblemente mayores.

Pues, con la salvedad antes expuesta para las áreas montañosas, de las que en gran medida carecemos de datos, podemos presentar el mapa de precipitaciones de la España peninsular sobre la base de las series más largas, luego con un alto grado de probabilidad. Esta es máxima en las localidades estudiadas, señaladas en la figura 5 y listadas en la tabla 1.

Con los valores medianos de las distintas distribuciones estadísticas de máximo ajuste para cada estación se ha confeccionado en la figura 6 el mapa llamado de

«Precipitaciones medianas». Las principales diferencias se encuentran en la Ibérica, que, no en balde, es un área montañosa que distorsiona el modelo. La otra área donde se producen discrepancias hay que buscarla en torno al observatorio de Córdoba. Esta desviación es más difícil de explicar por cuanto que el valle bético debe considerarse una unidad más homogénea.

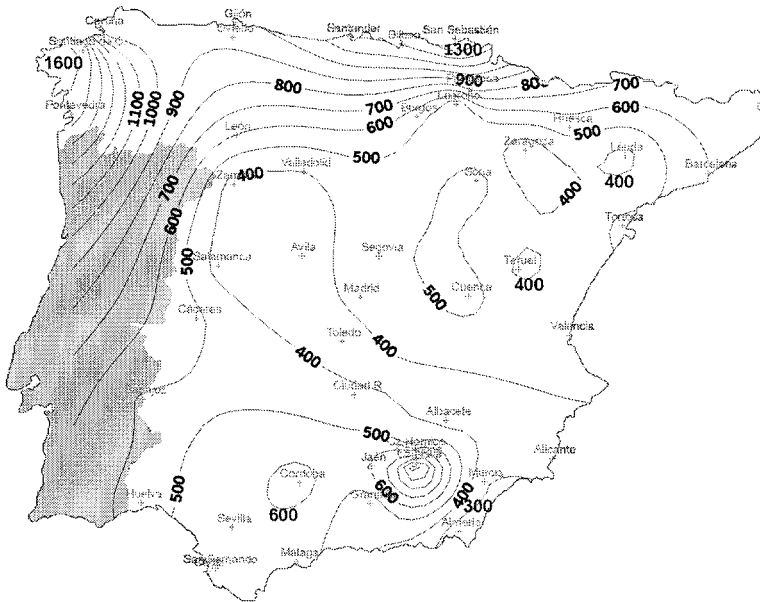


Figura 5. Mapa de precipitaciones medias disponibles

La comparación entre las figuras 5 y 6 resalta la proximidad de ambos valores, hecho que se corrobora en la figura 7 (diferencia entre la media y la probabilidad 0,5 o percentil 50). Las diferencias máximas entre ambos parámetros son relativamente pequeñas, 66 mm (entre los valores máximo de 48 en Pamplona y mínimo de Pontevedra con -18), siendo muy comunes diferencias de 5-15 mm., que en ningún caso hacen variar el carácter húmedo o árido de una región. No obstante vale la pena destacar que los valores negativos son mucho menores que los positivos, al igual que los porcentajes de los sesgos de las distribuciones. Los valores negativos coinciden, como cabría esperar, con las distribuciones de Weibull (Pontevedra, La Coruña y Bilbao). Teruel no ofrece diferencias (-4), lo que corrobora el carácter anómalo de la estación. Los valores positivos más altos se localizan en Cazorla ICONA (+45), Córdoba (+37) y Jaén (+32), por lo que debe existir alguna anomalía en el alto Valle del Guadalquivir, pues en ningún otro lugar del amplio número

con distribución lognormal, se alcanzan estos valores extremos. Tentativamente creemos que los casos de Pamplona y León, deben responder a estar localizadas en un área de transición.

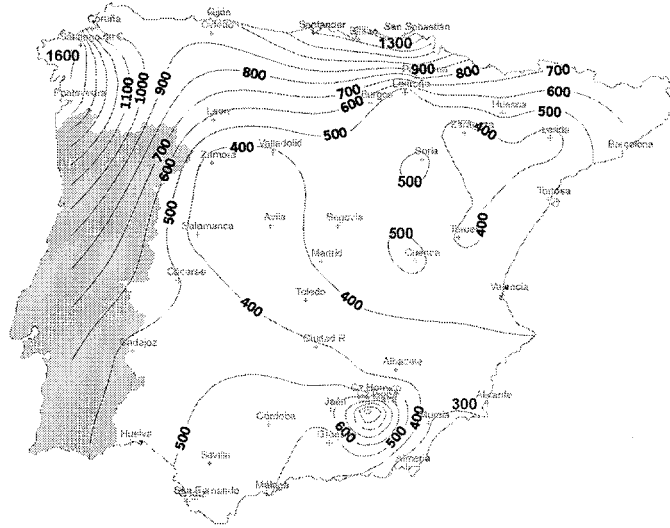


Figura 6. Mapa de precipitaciones medianas

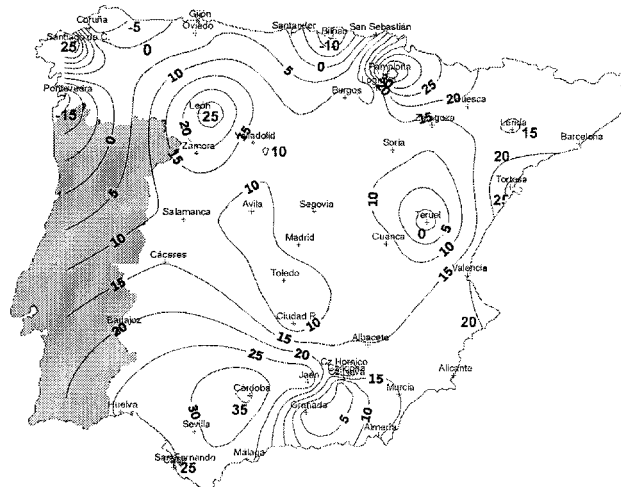


Figura 7. Mapa de diferencia  $\mu - v_{0,5}$  en precipitaciones disponibles

### 2.3 Valores máximos y mínimos con distribución normal y otras más ajustadas

En este apartado se comentarán los mapas correspondientes a los valores máximos de la serie disponible (figura 8), mínimos de la serie (figura 10), máximas «normales» (figura 9) y mínimas «normales» (figura 11). Una vez más conviene recalcar que por «normales» se entienden los valores del percentil 97 y 3 respectivamente de las distribuciones más ajustadas a las estaciones meteorológicas.

Tan importante como tener en cuenta las medias es disponer del rango de la variable, medido a partir de los extremos registrados. Lo más destacable de la figura 8 son los máximos gallegos y vasco, el anormal valor de Cazorla ICONA (3.512,2 m en 1895) y el «extraño» aumento en la costa levantina. Este último responde básicamente a las precipitaciones torrenciales de otoño. Los valores más bajos de las máximas se localizan en la depresión del Ebro y en las dos Mesetas. Una vez más aparece la diagonal de disminución de la precipitación desde el NW al SE peninsulares.

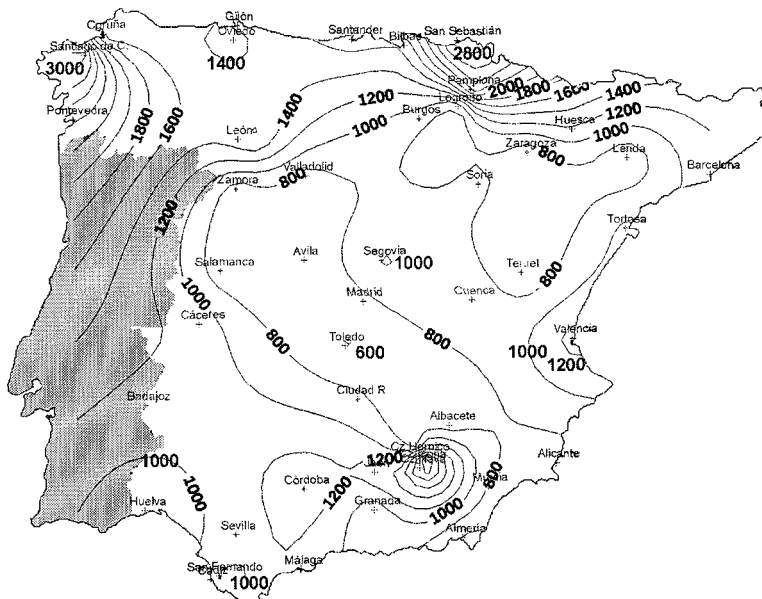


Figura 8. Mapa de precipitaciones máximas disponibles

Las máximas «normales» suavizan notablemente los valores extremos comentados anteriormente, reduciéndolos entre 200 mm. para el interior de la Península y 600 en el litoral gallego. La costa levantina puede alcanzar 400 mm de diferencia, disminuyendo las diferencias tanto hacia Cataluña como hacia Andalucía (figura 9).

Las precipitaciones mínimas de las series (figura 10) evidencian la indigencia pluviométrica de toda la Península, a excepción del litoral cantábrico y gallego que no baja de 600 mm anuales, por lo que conserva características húmedas en toda ocasión. El mínimo de toda España se registró en Ciudad Real en 1874 con 54,2 mm seguido al año siguiente por 88,5 mm, dato casi semejante al mínimo de Almería de 63,2 mm en 1913 o al de Murcia (90,3 mm en 1945). La gran mayoría de la España peninsular se encuentra por debajo de los 250 mm, lo que la acerca al mundo árido.

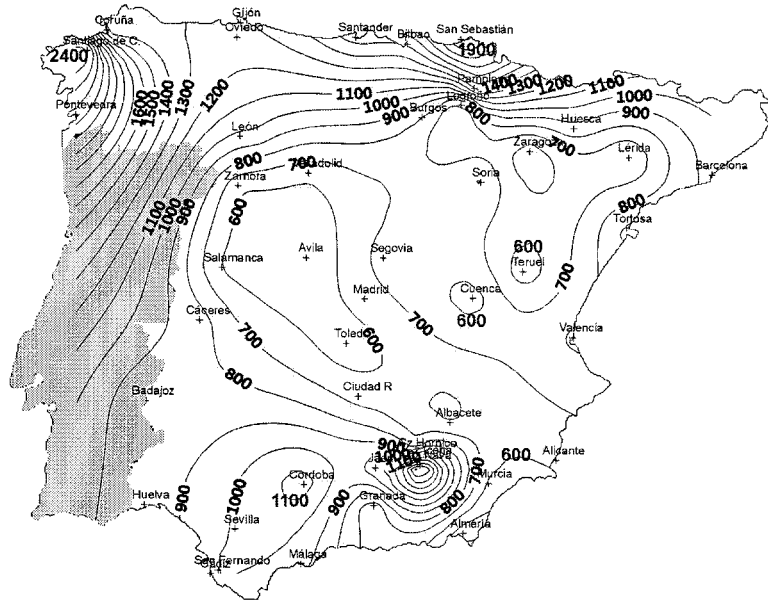


Figura 9. Mapa de precipitaciones máximas «normales»

Las mínimas «normales» en general ofrecen una mayor proximidad a los datos disponibles (figura 11), porque no debe olvidarse que las distribuciones mayoritarias son lognormales, por lo que se ajustan bien en el extremo inferior. Así las diferencias con respecto a las mínimas disponibles no suelen superar los 100 mm en la España mediterránea, mientras que en la región atlántica, con distribuciones de sesgo contrario, las diferencias ascienden a 200 mm. Sólo cabe esperar valores anuales inferiores a 100 mm en Almería, aunque los valores inferiores a 150 además de propiciarse en el SE, se localizan en el área León-Zamora.

Respecto a los mínimos pluviométricos no se observan diferencias apreciables en la mitad meridional en cuanto a vertientes atlántica y mediterránea, pues la estación de San Fernando (320 mm) o Huelva (231 mm) presentan valores similares a Barcelona o Tortosa (356 y 276 mm respectivamente). Llama la atención el relativo descenso de los mínimos anuales de Valencia (196 mm) y Alicante (146 mm), áreas



de mayor influencia de advecciones levantinas. Estos datos revelan, una vez más, como lo corrobora la figura 12 (variación interanual de los datos pluviométricos ajustados) la notable influencia en el centro levantino de las precipitaciones torrenciales; así, cuando no se registran las copiosas precipitaciones otoñales, el riesgo de recoger precipitaciones muy escasas es mayor.

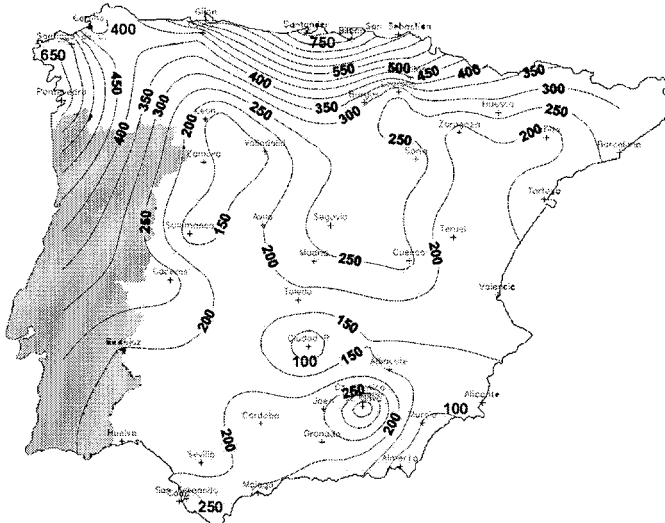


Figura 10. Mapa de precipitaciones mínimas disponibles

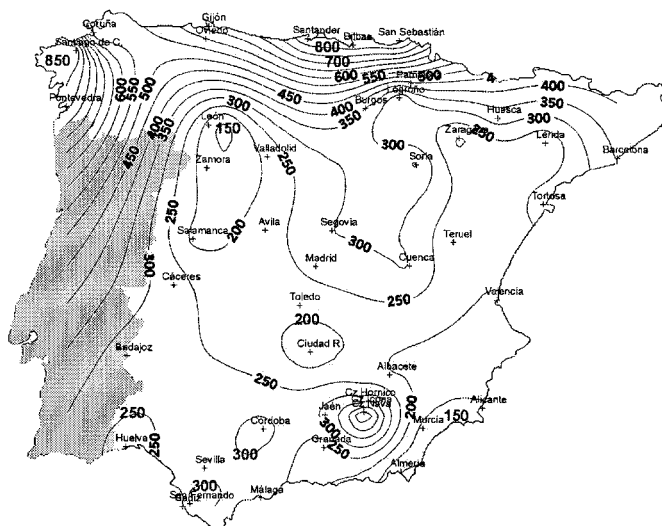


Figura 11. Mapa de precipitaciones mínimas «normales»

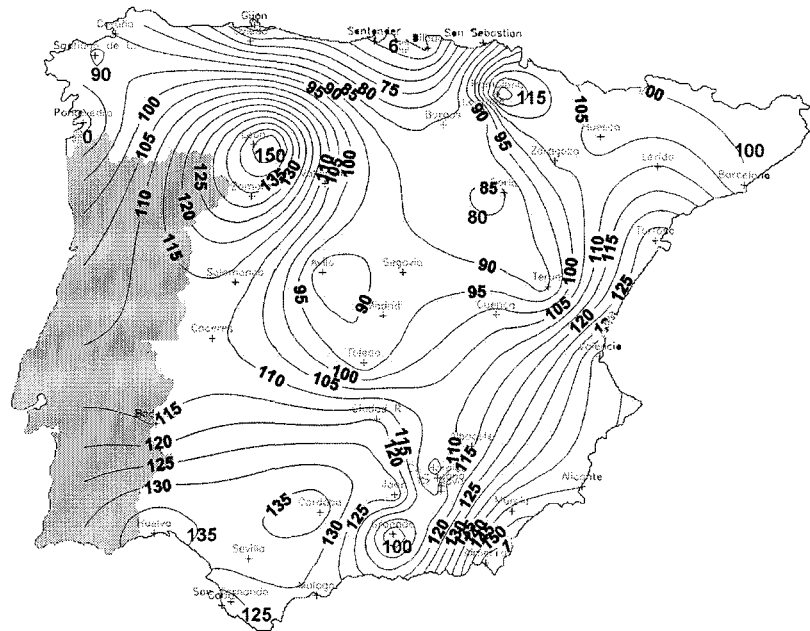


Figura 12. Mapa de % de amplitud  $v_{0,97} - v_{0,5}$  en precipitaciones

## 2.4 Amplitud de la pluviometría anual ajustada

En la figura 12 se ha calculado el porcentaje de amplitud entre los datos de los percentiles 3 y 97 respecto de la mediana, como medida alternativa al coeficiente de variación; aquél tiene la ventaja de que ofrece un valor 100 de referencia, y valores superiores e inferiores. Para el caso español, los valores inferiores sólo se encuentran en las fachadas atlántico-cantábricas, con un mínimo de 54% en Bilbao, y unos valores ligeramente superiores en las costas gallegas. Por el contrario existe una mayoría de estaciones con valores superiores a 100 que culminan en el máximo de 159 en Almería. El descenso se realiza paulatinamente a través de Murcia, Alicante, Tortosa hasta la situación de equilibrio de Barcelona. Son llamativos los valores elevados de Andalucía occidental, los máximos secundarios de León-Zamora y Logroño Pamplona, que marcan una vez más el área de transición entre el mundo húmedo y el semiárido mediterráneo.

### 3. Conclusiones

El cálculo de la distribución más ajustada para cada serie de años permite conocer con gran precisión cuáles son los límites pluviométricos inferiores y superiores «normales», esto es entre el percentil 3 y el 97. Los valores restantes de cada serie, colas en ambos sentidos, representarían las pluviometrías extremas, que en alguna estación puede significar un dato erróneo, como bien puede ser el caso de los 3512,2 mm de máxima anual de Cazorra ICONA en el año 1895, y en la mayoría extraordinarios, por ocurrir con una frecuencia superior a los estandarizados 30 años.

Por el contrario no resulta rentable el tedioso cálculo de las distribuciones estadísticas si únicamente queremos obtener el valor medio o mediano, como paso previo al cálculo de otras clasificaciones generales, salvo que se trate de un territorio caracterizado por su transición climática. No obstante, pensamos que representa un paso adelante en la definición de lo que se puede denominar «normal» en los estudios atmosféricos y territoriales, por lo tanto climáticos. La precisión añadida por el método que aquí se emplea es del 9%, lo que puede considerarse una mejora significativa.

La localización espacial de las distribuciones estadísticas de la precipitación con series temporales largas sirve también para acentuar, una vez más, las disparidades pluviométricas en España, marcándose claramente las regiones con altas probabilidades de años húmedos y la mayor parte del territorio español con la suerte contraria.

### Bibliografía

- Almarza Mata, C., López Díaz, J.A. y Flores Herraz, C. (1996): *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, Instituto Nacional de Meteorología.
- Capel Molina, J.J. (1981): *Los climas de España*. Barcelona, Oikos Tau.
- Fernández García, F. (1995): *Manual de Climatología Aplicada. Clima, Medio Ambiente y Planificación*. Madrid, Síntesis.
- González Quijano, P.M. (1946): *Mapa pluviométrico de España*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto «Juan Sebastián Elcano».
- Gupta, S.S. y Panchapakesan, S. (1980): Some Statistical Techniques for climatological data. En Ikeda, S *et al.* (eds) *Developments in atmospheric science*, 13, *Statistical Climatology*. Amsterdam, Elsevier, p. 35-48.
- Kunow, P. (1966): El clima de Valencia y Baleares. *Cuadernos de Geografía*, 2.
- Martín Vide, J (1987): *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya.
- (1996): Decálogo de la pluviometría española. En Marzol, V., Dorta, P. y Valladares, P. (eds) *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*. Madrid, Tabapress, p. 15-24.

- Raso, J. M., Clavero, P. y Martín Vide, J. (1982): La climatología actual entre la Geografía y las Ciencias de la Atmósfera. En *II Colóquio Ibérico de Geografía*, I, p. 329-338.
- Sanz Donaire, J.J. (1999): 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*. Barcelona, Oikos-Tau y Asociación Española de Climatología, serie A, nº 1 p. 491-500.
- (2000): A propósito del cambio climático: una «nueva» definición de clima. En *Libro Homenaje al Profesor García Fernández*. Valladolid, Universidad de Valladolid.
- (en prensa a): New definitions of climate and climatic change, *Bulletin of the Egyptian Geographical Society*, vol 73.
- (en prensa b): Aleatoriedad de las series instrumentales de precipitación en España: otro caso en el que no se detecta el «cambio climático». *Estudios Geográficos*.
- (en prensa c): Los totales anuales de precipitaciones en Egipto y el «cambio climático». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. 20.
- Suzuki, E. (1980): A summarized review of theoretical distributions fitted to climatic factors and Markov chain models of weather sequences, with some examples. En Ikeda, S et al. (eds) *Developments in atmospheric science, 13, Statistical Climatology*. Amsterdam, Elsevier, p. 1-20.