

RECONSTRUCCIÓN DE REGISTROS PLUVIALES Y CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS MENSUALES EN LA VERTIENTE MEDITERRÁNEA ESPAÑOLA

J. Carlos GONZÁLEZ HIDALGO*, Sergio M. VICENTE*, Martín DE LUIS**,
Petr ŠTĚPÁNEK***, José María CUADRAT*, Josep RAVENTÓS**,
J. Rafael SÁNCHEZ MONTAHUD**

* *Departamento de Geografía, Universidad Zaragoza, 50009, Zaragoza, España.*

** *Departamento de Ecología, Universidad de Alicante, 03080, Alicante, España.*

*** *Departamento de Geografía, Universidad de Brno, República Checa.*

Dirección de contacto: jcgh@posta.unizar.es

RESUMEN

La explotación exhaustiva de las fuentes documentales pluviométricas almacenadas en el INM en la vertiente mediterránea española, ofrece la perspectiva de poder alcanzar resoluciones espaciales de 1 observatorio cada 150-200 km² con datos mensuales a partir del año 1950 hasta el 2000. Dicha información, cuyos primeros resultados se han obtenido en la Comunidad Valenciana, se convierte en una herramienta valiosísima para calibrar los resultados de los modelos generales en las escalas subregionales.

Palabras clave: bases de datos, reconstrucción, vertiente mediterránea, INM, España.

ABSTRACT

The study of complete data base of Instituto Nacional de Meteorología (Spain) in the mediterranean area of Spain suggests that it is possible to obtain 1 observatory per 150-200 km² with monthly rainfall from 1950 until 2000. Such information (first results obtained in the Valencia Region) is a powerfull tool to calibrate General Circulation Models.

Key words:: *rainfall data base, reconstruction, Mediterranean area of Spain, Instituto Nacional Meteorología, Spain.*

1. INTRODUCCIÓN

Las recientes sugerencias para los próximos años emanadas del IPCC 2001 (HOUGHTON *et al.*, 2001) indican entre los objetivos prioritarios el análisis del cambio del clima en las escalas subregionales y locales. Esta tarea pone de manifiesto la necesidad de imbricar los resultados de los Modelos Generales (GCM en adelante) con los registros de los observatorios, y presenta dos dificultades relacionadas con la resolución de los GCM y con el análisis de los registros empíricos.

Respecto al primer problema, la precisión y fiabilidad de los GCM desciende con el aumento de la escala por la resolución empleada. Si bien su validez es razonable en áreas homogéneas y extensas, hasta el momento se muestran incapaces de captar los matices espaciales de las escalas regionales y locales (ZORITA y GONZÁLEZ ROUCO, 1999; PRUDHOMME *et al.*, 2002). El

fenómeno se observa al analizar las precipitaciones sobre todo en las áreas donde el régimen pluvial se caracteriza por su escasez, estacionalidad, variabilidad y torrencialidad, como son las zonas de clima mediterráneo (BALAIRÓN, 2000; WILBY y WIGLEY, 2000). Como consecuencia, en las áreas de clima mediterráneo las predicciones de los GCM representan una visión simplificada de la realidad, poco ajustada a los detalles espaciales (PALUTIKOF *et al.*, 1996; SULZMAN *et al.*, 1995), y de incertidumbre creciente en las escalas temporales de detalle (MEARNS *et al.*, 1995; BARROW *et al.* 1996) que necesitan ser convalidadas mediante el estudio de los registros históricos. En segundo lugar, la comparación de los registros de los observatorios meteorológicos con los GCM se traduce en la necesidad de disponer de información detallada en el espacio y tiempo. De nuevo la situación afecta de modo especial a las precipitaciones por ser uno de los elementos del clima más variable y tiene dos dificultades: la primera relacionada con el período de registros, y la segunda la densidad espacial de los mismos. Como mínimo el período de observaciones se ha estimado en 30 años, que en la medida de lo posible deberían coincidir con los períodos normales de la Organización Meteorológica Mundial para facilitar las comparaciones (HULME, 1992; HULME *et al.*, 1995; MORON *et al.*, 1995). Por su parte, el número de observatorios para detectar un cambio de las precipitaciones en una región se estima que supera en cinco veces más el necesario para documentar cambios en otros elementos más estables del clima, como las temperaturas (VINNIKOV *et al.*, 1990). Esta situación es particularmente especial en regímenes pluviales convectivos, bajo cuyas condiciones los valores de un observatorio se concentran tanto en el tiempo como en un espacio muy reducido (COSGROVE y GARSTANG, 1995).

En consecuencia, ante cualquier predicción de escenarios pluviales en las zonas de transición climática debemos ser extremadamente cautelosos y debemos de rehuir de generalizaciones espaciales y temporales, razones por las que el estudio de los registros de los observatorios se hace imprescindible.

En el presente trabajo presentamos el proyecto de construcción de una densa base de datos pluviales mensuales de toda la vertiente mediterránea española a partir de un proceso de reconstrucción que vacía las fuentes de información pluviales del INM. En el momento presente la base de datos se encuentra terminada en la Comunidad Valenciana y se trabaja en las tres provincias de la Comunidad de Aragón. El total de observatorios que se espera reconstruir al terminar el estudio se estima en un mínimo entre 800 y 1000, dentro de un territorio aproximadamente en torno a 1/3 de la Península Ibérica. El período con que se trabaja abarca el lapso entre los años 1950 y 2000.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS.

Los datos originales proceden del INM de su sede central y Centros Territoriales y la reconstrucción se realiza a partir del método sugerido recientemente por GONZÁLEZ HIDALGO *et al.* (2002). El proceso comienza analizando los observatorios de una misma localidad, considerando siempre como observatorio candidato aquel que prolonga sus observaciones hasta el presente, con lo que se consigue la continuidad de la serie reconstruida en el futuro. Si en la misma localidad aparecen varios observatorios con registros de períodos diferentes, solapados consecutivamente, el relleno se realiza en fases sucesivas entre parejas de registros, en sentido retrógrado. En cada nuevo paso la serie candidata es la parcialmente reconstruida sobre el observatorio que registra datos

en el presente. En ocasiones las series reconstruidas de datos que prolongan la serie candidata no se solapaban con ésta, en cuyo caso se ha optado por la unión directa de las observaciones y su relleno posterior con vecinos. Del mismo modo puede ocurrir que en la misma localidad existan dos observatorios cuyos registros no estén solapados entre sí, operando de la misma manera.

Para efectuar esta reconstrucción se han aplicado técnicas semejantes a las de relleno de vecinos (VINCENT y GULLET, 1999), habiendo empleado el ajuste lineal por la cercanía real de los diferentes observatorios de una localidad. El control del ajuste se efectúa por medio del coeficiente de regresión (r^2), el error estándar de la estimación y la normalidad de los residuos. Nuestra experiencia en los estudios iniciales realizados en la Comunidad Valenciana nos indica que, salvo algunas excepciones de los meses de verano, los modelos lineales no presentan problemas mayores y en realidad eliminan posibles inhomogeneidades que se pueden introducir en el momento de solape o relleno de lagunas. El proceso permite también completar los datos que faltan cuando sea el caso. Finalmente este análisis permite evaluar si la serie merece ser tenida en cuenta o por el contrario debe abandonarse, siempre a tenor de las faltas o problemas específicos.

La segunda fase consiste en el relleno de los datos ausentes de las series mensuales por medio de modelos de regresión múltiple a partir de los vecinos (KARL y WILLIAMS, 1987). Los supuestos restrictivos contemplados son los siguientes:

- Las correlaciones con vecinos deben superar un umbral, definido entre $r=0.7$ y $r=0.8$ (p.e. VINCENT y GULLET, 1999). La matriz se calcula con los datos brutos, sin acudir a la serie de diferencias o a transformaciones logarítmicas.
- El número de vecinos elegido para introducir en el modelo es el total de los que cumplen el paso anterior. En el modelo se eliminan aquellos que presentan las mismas faltas que se pretenden rellenar en la localidad candidata. En ocasiones esta es la causa de que se deban incluir localidades con correlaciones 0.7 al desaparecer todas las de valores superiores.
- El modelo aplicado es un modelo lineal de regresión múltiple, con constante, selección a posteriori (*backward*) y $p < 0.05$. No se imponen restricciones al número de observatorios de esta lista, salvo el tipo de localización (*verbi gratia* costa o interior, pantallas topográficas, diferencias notables de altitud, etc) y el signo de la correlación, siempre positiva.
- Los observatorios no deben estar alejados y obviamente no debe haber entre ellos pantallas topográficas o elementos que desvirtúen los ritmos pluviales.
- El modelo nunca se extrapola más allá del primer año con registro, según normas WMO.
- El modelo se acepta tras estudiar el valor de su r^2 , el error medio de la estimación y la normalidad de residuos. Solamente se aceptan valores de variancia explicada superiores a $r^2 = 0.70$ (con $p < 0.05$), en cuyo caso se exploran los puntos extremos de la función y los outliers con sus valores de desviaciones. La normalidad de los residuos se evalúa por el test de Durbin Watson (nivel crítico 1.4). Cuando se detecta dicha situación se procede a explorar las autocorrelaciones de los coeficientes entre los observatorios, se elimina del modelo el observatorio que la causa y que aporta menor variancia explicada, y se aplica de nuevo el modelo.

- Todos los valores calculados por el modelo con valor negativo se convierten a 0.

En la tercera fase del proceso de reconstrucción se evalúa la calidad y estabilidad de las series obtenidas por medio del análisis de su homogeneidad. De entre los diversos métodos propuestos (véase revisiones en LANZANTE, 1996, y PETERSON *et al.* 1998 a y b), que en último término dependen de las disponibilidades de programas informáticos (véase el listado reconocido por la OMM ofrecido en SZALAI *et al.*, 1990), hemos aplicado la prueba SNHT de Alexanderson (ALEXANDERSON y MOBERG, 1997) por ser la de mayor reconocimiento internacional y porque está disponible en el paquete informático Anclim que hemos empleado (ŠTĚPÁNEK, 2001). La prueba se aplica sin considerar serie de referencia, por la falta de criterios objetivos para asegurar que dicha serie de referencia sea a su vez homogénea (Alexanderson, com. per.). En cada caso se calcula la serie mensual normalizada de cada localidad mediante la expresión:

$$Z_i = \sum(Q_i - \bar{Q})/\sigma_Q$$

con Q_i los valores anuales de la serie mensual, \bar{Q} su promedio y σ_Q su desviación, a partir de lo que se estima el estadístico T según:

$$T_v = v(\bar{z}_1)^2 + (n - v)v(\bar{z}_2)^2$$

donde \bar{z}_1 es el promedio de la serie normalizada desde el año 1 al v , y \bar{z}_2 es el promedio de la serie normalizada también desde el año v al año n . El valor más elevado de T es el estadístico que se debe comparar con las tablas de probabilidad, calculadas por ALEXANDERSON y MOBERG (1997) e incluidas en el programa. Como segundo contraste se ha empleado la prueba de EASTERLING y PETERSON (1995), incluida a su vez en el citado paquete informático.

Cuando se detecta una ruptura significativa la serie se corrige según la relación de medias entre los dos períodos definidos por el año donde se produce la ruptura, aplicada al conjunto de años anteriores a esta. La asunción fundamental es que los años finales de la serie se prolongarán eventualmente al futuro, y en principio debemos aceptar la bondad de sus registros. No obstante la identificación de rupturas plantea el problema de su origen. Por ello, para efectuar la corrección hemos optado por la solución siguiente: solamente se acepta la ruptura cuando las dos pruebas coinciden en señalarla en el mismo año, dicha ruptura es general en los distintos meses de la localidad estudiada, no se produce en los diez años iniciales o finales, y además coincide con metadatos producto del proceso de reconstrucción, es decir años de solape, inicios o finales de series conjugadas, etc.

En la tabla 1 se exponen los resultados del proceso de análisis de homogeneidad de las tres provincias de la Comunidad Valenciana, área piloto del estudio, indicando el número de inhomogeneidades por meses. Como se puede observar, el método parece asegurar una reconstrucción fiable y un relleno de datos ausentes o perdidos. Hasta el presente se ha aplicado a un total de más de 200 observatorios originales que han producido una base de datos mensuales desde 1950 a 2000 en un conjunto de 95 localidades de la Comunidad Valenciana, resultando una densidad aproximada de 1 observatorio por cada 200 km².

Tabla 1: Inhomogeneidades mensuales detectadas en la Comunidad Valenciana. Prueba SNHT.

	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D
	1977	1988	1963	1969	-	-	1964	-	1986 (8)	1975	-	-
										1972		
										1975		
Total	1	1	1	1	0	0	1	0	8	3	0	0

3. ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DOCUMENTALES

En la tabla 2 se muestra un resumen de la información conservada en el INM. La tabla se estructura del siguiente modo: en el apartado “total” aparecen reflejados todos los observatorios según el año de comienzo de los registros; en el apartado “estimación” se ofrece el primer resumen que muestra un panorama global de las posibilidades de reconstrucción. Este segundo conjunto de datos se ha obtenido tras estudiar los fondos existentes y eliminar los observatorios replica dentro de una misma localidad, siempre y cuando del cotejo de sus periodos de registro, en una primera estimación, permita considerar posible su reconstrucción. Del mismo modo se han eliminado las localidades de un observatorio cuyos registros comenzaban después de 1960. En consecuencia, los datos ofrecidos son una estimación aproximada de las posibilidades de reconstrucción real, pues las localidades que aparecen en el apartado “Estimación” pueden finalmente eliminarse durante el proceso de reconstrucción.

Tabla 2: Resumen existencias INM por Cuencas Hidrológicas. Se incluyen los observatorios totales y aquellos cuya reconstrucción se estima factible, así como los observatorios con registros continuos entre 1950 y 2000.

Cuenca	Total					Estimación					Completas %	
	1930	1940	1950	1960	1970	1930	1940	1950	1960	1970		
Ebro	403	464	639	769	1046	385	441	573	678	678	165	29
Júcar	87	94	259	444	565	74	79	207	346	346	65	31
Segura	16	65	101	155	208	12	55	77	100	100	40	52
Sudeste	3	7	29	100	149	2	5	22	84	84	11	50
A. Oriental	12	13	27	138	174	9	9	21	86	86	11	52
Tajo	10	13	29	43	62	9	12	26	39	39	12	46
Duero	8	18	54	93	134	8	18	52	91	91	19	36
Norte	2	23	29	45	100	2	22	27	41	41	10	37
Pir. Oriental	187	259	323	381	420	162	211	244	273	273	52	21
Total	728	956	1490	2168	2858	663	852	1249	1738	1738	385	

Por último las dos columnas finales (“Completas” y “%”) indican el número de observatorios con inicio de registros en 1950 o anteriormente, que se mantienen en el año 2000 en funcionamiento. Son evidentemente los observatorios cuya disponibilidad real es inmediata, con un registro completo del normal 1961-1990, salvo lagunas o datos perdidos, pero por sí solos son un indicador fiable de las posibilidades de la tarea planteada. Por todo lo expuesto, los datos mostrados son una simple aproximación a las posibles reconstrucciones finales, porque en dicha columna no aparecen observatorios que comenzando en algunos de los intervalos seleccionados, terminan sus registros en fechas lejanas al 2000, y sin embargo estos registros pueden ser combinados con los de observatorios cercanos con continuidad actual, y cuyo lapso de registros sea corto. El ejemplo más evidente en este caso lo constituye la serie de observatorios de capitales de provincia durante el siglo XIX, que por las razones expuestas no aparecen en ningún caso en esta columna.

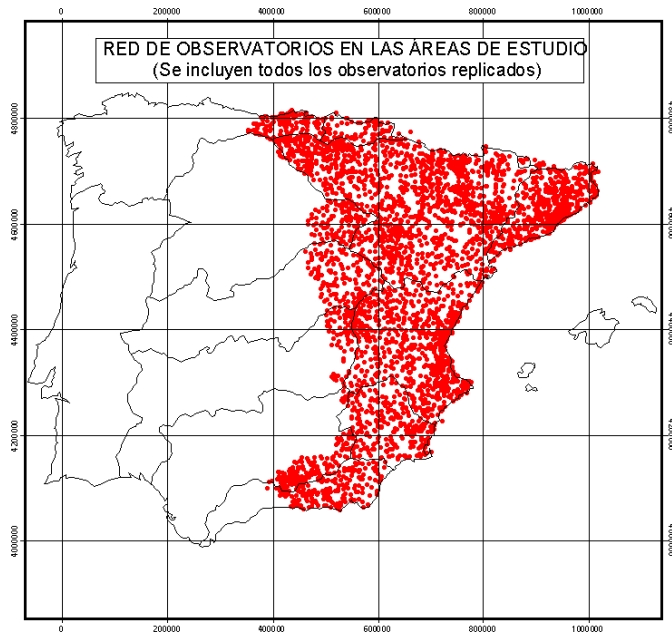


Figura 1: Distribución del total de observatorios pluviométricos de la vertiente mediterránea (fuente INM, Madrid). Se muestra la localización de *todos* (1490) los observatorios de la vertiente mediterránea cuya fecha de inicio de registros comienza en 1950 o anteriormente, así como los de las fachadas de barlovento de las diferentes cuencas hidrográficas (Cantábrico, cabeceras del Duero, Tago, etc).



Figura 2: Distribución del total de observatorios pluviométricos (1249 estimados) susceptibles de ser reconstruidos en el periodo 1950-2000 (fuente INM, Madrid). Se muestra la distribución de la vertiente mediterránea, así como los de las fachadas de barlovento de las diferentes cuencas hidrográficas (Cantábrico, cabeceras del Duero, Tajo, etc).

En definitiva, dadas las numerosas combinaciones posibles, estos datos que se muestran en la tabla 2 son una mera visión general de las enormes posibilidades que ofrecen los fondos documentales del INM, un patrimonio científico de primera magnitud que nos proponemos explotar en toda su extensión. En la tabla 2 se incluyen las vertientes de barlovento de las cuencas que vierten al mediterráneo sus aguas, aunque queden fuera de sus límites.

Como se puede observar, la información disponible es ingente y las posibilidades reales de reconstruir un numeroso conjunto de observatorios con una densidad espacial elevada, son ciertamente reales. Por nuestros primeros resultados realizados en la Comunidad Valenciana y en ciertas cacas en el Valle del Ebro, estimamos que la reconstrucción puede producir densidades promedio de 1 observatorio cada 150/200 km², es decir incrementando el nivel de resolución de los actuales modelos más comúnmente empleados en torno a 10 veces cuando menos. Así, la base de datos 1950-2000 de la Comunidad Valenciana parte de más de 200 observatorios, con una reconstrucción final de 95. Si bien los resultados de la tabla 2 tienen una referencia espacial distinta a la meramente administrativa (Comunidad frente a Cuenca), bien es cierto que en el caso de la Comunidad Valenciana ambas divisiones territoriales son muy semejantes. En consecuencia, una aproximación inicial sugiere que la mitad de los observatorios recogidos en el apartado estimaciones es susceptible de poder reconstruirse, con un valor final en torno a 700.

Tabla 3: Distribución altimétrica de los observatorios susceptibles de reconstruirse en el periodo 1950-2000. (Total 1249).

Altitud (m)	Nº Obs.	% Obs.
< 500	523	41.9
500-750	270	21.6
750-1000	282	22.6
1000-1250	132	10.6
1250-1500	29	2.3
1500-1750	8	0.6
1750-2000	2	0.2
> 2000	3	0.2

En sendas cartografías mostramos la distribución espacial de estos fondos documentales. En la figura 1 se muestra la distribución de todos los observatorios disponibles en las bases de datos del INM para el territorio considerado, y en la figura 2 hemos representado los observatorios cuya reconstrucción consideramos factible. Como se puede ver las lagunas espaciales más notables se localizan en algunos sectores del Pirineo e Ibérica ambos relacionados con la orografía.

La distribución por intervalos de altitud se muestra en la tabla 3 junto con el porcentaje que representan sobre el total estimado de 1249 observatorios (período 1950-2000).

La distribución de los observatorios no es regular por intervalos de altitud, uno de los problemas clásicos de nuestra red pluviométrica, y las áreas superiores a 1250 m, que agrupan solamente un escaso 6% del total de observatorios, están escasamente representadas. El efecto global sobre el territorio bajo estudio es moderado en cuanto a la densidad espacial final que se estima alcanzar, si bien estos espacios tienen un gran interés por ser fuente de captación de recursos hídricos (especialmente en forma de manto nival), e incluso porque se puede sugerir que son espacios donde en menor medida se ha producido un efecto sobre las condiciones del clima. El caso más llamativo es la alta montaña, donde solamente hemos computado tres observatorios por encima de 2000 m con los requerimientos temporales indicados (Estagento, Bonaigua y Tort Trullo), aunque el proceso de reconstrucción puede localmente incrementar esta cifra.

Dicha distribución, en las cuencas del Ebro, Pirineo oriental, Júcar y Segura, que configuran el territorio fundamental del estudio, se muestra en la tabla 4, en donde la columna A indica el porcentaje del territorio por intervalos de alturas, la columna B el número total de observatorios susceptibles de reconstruirse desde 1950 a 2000 en cada intervalo hipsométrico, y en la columna C el porcentaje que representan sobre el total de observatorios de la cuenca.

De nuevo se vuelve a observar la falta de observatorios en alturas superiores a 2000 m, aunque la distribución altimétrica permite observar que el porcentaje de territorio es muy escaso, y que dicha ausencia es homogénea entre cuencas. En general la distribución de los observatorios por intervalos de altura en las cuencas presentadas es muy similar, lo cual es una muestra de los criterios con

Tabla 4: Distribución altimétrica por cuencas hidrológicas de los observatorios susceptibles de ser reconstruidos (período 1950-2000).

CUENCA SUP.(km ²)	EBRO 83981			PIRINEO OR. 17557			JUCAR 43023			SEGURA 19762		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-500	34.3	193	33.9	53.9	173	70.9	23.9	90	43.5	41.1	25	32.5
500-750	20.8	156	27.4	24.9	52	21.3	22.8	38	18.4	21.1	27	35.1
750-1000	18.6	127	22.3	10.9	16	6.6	27.9	49	23.7	24.3	24	31.2
1000-1250	13.1	72	12.6	4.4	3	1.2	15.2	23	11.1	15.9	1	1.3
1250-1500	6.3	15	2.6	2.4	0	0.0	7.0	5	2.4	7.7	0	0.0
1500-1750	2.7	3	0.5	1.6	0	0.0	3.0	2	1.0	2.3	0	0.0
1750-2000	1.7	1	0.2	1.0	0	0.0	0.3	0	0.0	0.3	0	0.0
> 2000	2.5	3	0.5	0.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Nº obs.	570			244			207			77		

que la propia red ha sido establecida. Quizá destaque por su interés la escasa representación de los observatorios de los intervalos 750-1000 y 1000-1250 m en el Pirineo Oriental y a partir de 1000 m en la cuenca del Segura.

4. AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por CICYT (CLI99-0957), Diputación General de Aragón (DGA P003-2001) y Unión Europea (AQUADAPT-EVK1-CT-2001-00104).

5. REFERENCIAS

- ALEXANDERSSON, H. y MOBERG, A. (1997): Homogenization of swedish temperature data. Part I: homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, 17, pp. 25-34.
- BALAIRÓN, L. (2000): Las causas del cambio climático. En L. BALAIRÓN (Coord.) *El Cambio climático*. Servicio de Estudios del BBVA, 137, pp. 89-109.
- BARROW E., HULME M. y SEMENOV M. (1996): Effect of using different methods in the construction of climate change scenarios: Examples from Europe. *Climate Research*, 7, pp. 195-211.
- COSGROVE, C.M. y GARSTANG, M. (1995): Simulation of rain event from raingauge measurements. *International Journal of Climatology*, 15, pp. 1021-1029.
- EASTERLING, D. y PETERSON, T. (1995): A new method for detecting undocumented discontinuities in climatological time series. *International Journal of Climatology*, 15, pp. 369-377.
- GONZÁLEZ HIDALGO, J.C., DE LUÍS, M., ŠTĚPÁNEK, P., RAVENTÓS, J. y CUADRAT, J.M. (2002): Reconstrucción, estabilidad y proceso de homogeneizado de series de precipitación en ambientes de elevada variabilidad pluvial. Ponencia presentada en VII Reunión Nacional de Climatología. Grupo de Clima, AEG, Albarracín.

- HOUGHTON, J.T., DING, Y., GRIGGS, D.J., NOGUER, M., VAN DER LINDEN, P.J. y XIAOSU, D. (Eds) (2001): *Climate change 2001. The scientific basis*. Cambridge University Press, UK, 896 pp.
- HULME, M. (1992): Rainfall changes in Africa: 1931-1960 to 1961-1990. *International Journal of Climatology*, 12, pp. 685-689.
- HULME, M., CONWAY, D., JONES, P.D., JIANG, T., BARROW, E.M. y TURNEY, C. (1995): Construction of a 1961-1990 European climatology for climate change modelling and impact applications. *International Journal of Climatology*, 15, pp. 1333-1363.
- KARL, T.R. y WILLIAMS, C.N. (1987): An approach to adjusting climatological time series for discontinuous inhomogeneities. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26, pp. 1744-1763.
- LANZANTE, L.R. (1996): Resistant, robust and non-parametric techniques for the analysis of climate data: theory and examples including applications to historical radiosonde station data. *International Journal of Climatology*, 16, pp. 1197-1226.
- MEARNS, L.O., GIORGI, F., MCDANIEL, L. y SHIELDS, C. (1995): Analysis of daily variability of precipitation in a nested regional climate model: comparison with observations and doubled CO₂ results. *Global Planetary Change*, 10, pp. 55-78.
- MORON, V., BIGOT, S. y ROUCOU, P. (1995): Rainfall variability in subequatorial America and Africa and relationships with the main sea-surface temperature modes (1951- 1990). *International Journal of Climatology*, 15, pp. 1297-1322.
- PALUTKOF, J.P., GOODESS, C.M. y HACOT, H. (1996): Future rainfall trends over the mediterranean. *Book of abstracts. International conference on mediterranean desertification*. Crete-Hellas, 29 Oct - 1 Nov 1996. Abstract book, (no pages).
- PETERSON, T., EASTERLING, D., KARL, T. *et al.* (1998 a): Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *International Journal of Climatology*, 18, pp. 1493-1517.
- PETERSON, T., VOSE, R., SCHMOYER, R. y RAZUVAËV, V. (1998 b): Global historical climatology network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *International Journal of Climatology*, 18, pp. 1169-1179.
- PRUDHOMME, C. REYNARD, N. y CROOKS, S. (2002): Downscaling of global climate models for flood frequency analysis: where are we now?. *Hydrological processes*, 16, pp. 1137-1150.
- SZALAI, A., SZENTIMREY, T. Y SZINELL, C. (1999): *Proceedings of the second seminar for homogenization of surface climatological data*. WMO-TD N° 962, Gêneva.
- ŠTĚPÁNEK, P. (2001): *AnClim - software for time series analysis (for Windows 95/NT)*. Dept. of Geography, Fac. of Natural Sciences, MU, Brno, 1.16 MB.
- SULZMAN, E.W., POIANI, K.A. y KITTE, L.T.G.F. (1995): Modeling human-induced climatic change: A summary for environmental managers. *Environmental Management*, 19, pp. 197-224.
- VINCENT, L. y GULLET, D. (1999): Canadian historical and homogeneous temperature datasets for climate changes analyses. *International Journal of Climatology*, 9, pp. 1375-1388.
- VINNIKOV, K.Y., GROISMAN, P.Y. y LUGINA, K.M. (1990): Empirical data on contemporary global climate changes (temperature and precipitation). *Journal of Climate*, 3, pp. 662-677.
- WILBY, R.L. y WIGLEY, T.M. (2000): Precipitation predictors for downscaling observed and general circulation models relationships. *International Journal of Climatology*, 20, pp. 641-661.
- ZORITA, E. y GONZÁLEZ ROUCO, F. (1999): Divergencias de las predicciones de la futura intensidad de la oscilación el Atlántico Norte. En J. RASO y MARTÍN VIDE, J. (Eds) *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Sociedad Española de Climatología, 1, pp. 579-587.