

VARIACIONES Y TENDENCIA SECULAR DE LA PRECIPITACIÓN EN EL SISTEMA MEDITERRÁNEO CATALÁN (1901-2000)

Oscar SALADIÉ; Manola BRUNET; Enric AGUILAR; Javier SIGRÓ y Diego LÓPEZ
*Grupo de Investigación del Cambio Climático, Unitat de Geografia
Universitat Rovira i Virgili, Tarragona*

RESUMEN

Con el objetivo de estimar las variaciones y tendencia de la precipitación en el denominado Sistema Mediterráneo Catalán durante el siglo XX, se ha construido una serie regional representativa del territorio analizado mediante la combinación de un total de 33 series temporales de precipitación registradas en los observatorios meteorológicos situados en el área de estudio y que forman parte de la base de datos ajustada de precipitación mensual llamada NESAP (North-eastern Spain Adjusted Precipitation). El resultado en base anual no muestra ninguna tendencia apreciable, ya que el ligero descenso de la precipitación anual, cuantificado en un $-2,2\%$, no supera el nivel de confianza adoptado del 95%. Este mínimo descenso viene determinado por la marcada reducción de la pluviometría registrada en primavera ($-25,3\%$), ya que tanto en invierno como en verano y en otoño se ha producido un suave incremento de la precipitación ($+0,6\%$, $+11,1\%$ y $+4\%$, respectivamente). Tampoco ninguna de estas tendencias alcanza el nivel de confianza del 95%.

Palabras clave: Cambio climático, tendencia de la precipitación, Sistema Mediterráneo Catalán.

ABSTRACT

The aim of this contribution is to estimate precipitation variations and trends in the so-called Sistema Mediterráneo Catalán during the 20th Century. An amount of 33 time-series recorded in this area have been employed to construct a regional time-series. These records are part of the North-eastern Spain Adjusted Precipitation monthly dataset (NESAP). The results show a slight decreasing trend in annual precipitation (-2.2%), mainly contributed by spring (-25.3%), while positive trends are estimated for winter, summer and autumn ($+0.6\%$, $+11.1\%$ and $+4\%$, respectively). In all cases trends are not statistically significant (95% confidence level).

Key words: Climate change, precipitation trends, Sistema Mediterráneo Catalán.

1. INTRODUCCIÓN

La precipitación es, junto a la temperatura, una de las variables clave del sistema climático. Los cambios en su comportamiento espacio-temporal tienen claras repercusiones tanto sobre el medio natural como también sobre un amplio abanico de actividades socioeconómicas, lo que ha propiciado que un abundante número de investigaciones se haya centrado en el análisis y conocimiento del cambio a largo plazo de la precipitación a diferentes escalas espaciales.

A escala global, NEW *et al.* (2001) han documentado un aumento de la precipitación durante el siglo XX cuantificado en $+0,89$ mm/década. No obstante, existe un complejo y variado mosaico espacio-temporal. Así, este mismo estudio refleja un incremento en la zona comprendida entre los $40-60^\circ$ de latitud Norte de $+4,16$ mm/década, mientras que en la zona comprendida entre los $0-20^\circ$

de latitud Norte se ha producido un descenso de $-6,28$ mm/década. En Europa, KUNDZEWICZ y PARRY (2001) han documentado aumentos en los totales de precipitación en la zona septentrional (entre el +10 y el +40%). Pero no ocurre lo mismo en el área mediterránea, donde se dan tendencias negativas de diferente magnitud según las zonas (FOLLAND y KARL, 2001). Como ejemplo, el estudio de PIERVITALI *et al.* (1998), indica que se ha producido una reducción del -20% de la precipitación en el Mediterráneo Central-Occidental durante el periodo 1951-1995.

El elevado número de investigaciones realizadas en las últimas décadas en España avala la importancia que la precipitación tiene en este territorio, especialmente el conocimiento sobre las variaciones y tendencias temporales de la precipitación tanto para el conjunto español como para algún territorio peninsular y ya sea utilizando registros individuales o mediante la construcción de una serie regional representativa del área analizada. Como ejemplos para el conjunto español, citar entre otros, el estudio de ESTEBAN-PARRA *et al.* (1998), en donde analizan los patrones temporales de la precipitación entre 1880 y 1992, o el de LLASAT y QUINTAS (2004), donde se analizan para el periodo 1859-1997 un total de 9 series de precipitación. Con un área de estudio más reducida, destacar la aportación de QUEREDA y MONTÓN (1996), basada en el análisis de 10 observatorios del área mediterránea española desde la segunda mitad del siglo XIX; y circunscribiéndose al siglo XX, los trabajos de, entre otros, CREUS (1996), sobre 4 observatorios del Valle del Ebro; ABAURREA *et al.* (2002), también para la Cuenca del Ebro pero con una red de 29 observatorios; o QUEREDA *et al.* (2002), para 4 estaciones del Levante Español. Este último se completa con un análisis de la precipitación durante la segunda mitad del siglo XX utilizando un total de 40 observatorios (QUEREDA *et al.*, 2002). La segunda mitad del siglo XX es también el periodo estudiado por LABAJO y PIORNO (2001), para analizar la precipitación en Castilla y León mediante la construcción de una serie regional a partir de los datos de 44 observatorios; GONZÁLEZ-HIDALGO *et al.* (2001), en donde analizan un total de 97 observatorios situados en la Comunidad Valenciana; o por SALADIÉ *et al.* (2002), donde el análisis de la precipitación en el sector Sureste de la Depresión del Ebro se lleva a cabo mediante la construcción de una serie regional a partir de los registros de 19 observatorios. Finalmente, entre las aportaciones sobre variaciones y tendencias de la precipitación mediante el análisis de una serie individual destaca la llevada a cabo por WHEELER y MARTÍN-VIDE (1992), sobre el observatorio más antiguo de la Península Ibérica: Gibraltar.

Por todo ello, la presente comunicación pretende contribuir a documentar el cambio a largo plazo de la precipitación a escala regional, mediante el análisis de las variaciones y tendencia de la precipitación durante el siglo XX en una zona de Cataluña situada entre la cordillera Prelitoral y el mar Mediterráneo y que SOLÉ SABARÍS (1958) definió como *Sistema Mediterráneo Catalán*. Este objetivo se llevará a cabo a partir de la generación de una serie regional representativa de las variaciones pluviométricas del área de estudio y para ello se combinarán los registros de un total de 33 observatorios meteorológicos distribuidos en el área de estudio.

Tanto el territorio de análisis como la red observacional se describen en el apartado segundo. En el tercer apartado se expone la metodología utilizada en el control de calidad y proceso de homogeneización, así como el método de agregación espacial de los datos para crear la serie regional. Los resultados y discusión del análisis del cambio temporal de la precipitación en base anual y estacional se proporcionan en el cuarto apartado. Finalmente, con el apartado dedicado a las conclusiones se cierra la presente comunicación.

2. ÁREA DE ESTUDIO Y RED OBSERVACIONAL

El Sistema Mediterráneo Catalán comprende el territorio situado entre el mar Mediterráneo y la cordillera Prelitoral, cerrándose esta área por el noreste con la *Serra de les Gavarres*, y por el sector suroeste con las *Serres de Vandellòs-Tivissa*, divisoria entre la Cuenca del Ebro y las Cuencas Internas de Cataluña (Fig. 1). Dentro de este territorio se encuentran las depresiones del Penedès y del Vallès, el *Camp de Tarragona* (todas formando parte de la Depresión Prelitoral), la cordillera Litoral y la Depresión Litoral. Se trata, pues, de una estrecha faja de terreno situada *entre el mar y la montaña*.

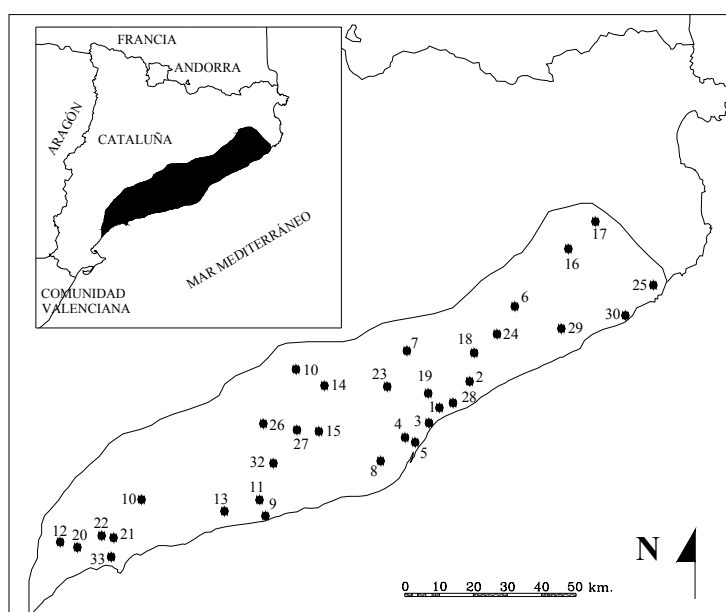


Fig. 1. Mapa de localización

Se han utilizado un total de 33 observatorios meteorológicos distribuidos por la zona de estudio (Fig. 1), cuyas series temporales forman parte de la base de datos de precipitación mensual ajustada del sector nororiental de la Península Ibérica: NESAP (*North-eastern Spain Adjusted Precipitation*) (SALADIÉ, 2004). La selección se ha basado en dos criterios: observatorios con más de 40 años de datos (Tabla 1) y un número de lagunas inferior al 5 o al 10% del total de registros, dependiendo de si han entrado en funcionamiento después o antes del año 1939.

Tabla 1. Observatorios meteorológicos utilizados

Nombre	Periodo	Altitud	Nombre	Periodo	Altitud
1. Alella	1905-1994	109 m	18. Llinars del Vallès	1948-2000	193 m
2. Argenton	1901-2000	100 m	19. Martorelles	1945-2000	130 m
3. Badalona	1914-2000	10 m	20. Montbrió	1946-2000	120 m
4. Barcelona (Fabra)	1913-2000	420 m	21. Reus (apt)	1945-2000	76 m
5. Barcelona (INM)	1901-2000	12 m	22. Reus (ciudad)	1929-2000	138 m
6. Breda	1927-2000	169 m	23. Sabadell (apt)	1901-2000	130 m
7. Caldes de Montbuí	1901-2000	180 m	24. St. Celoni	1932-2000	155 m
8. Cornellà	1941-2000	13 m	25. St. Feliu de Guíxols	1901-1995	4 m

9. Cubelles	1901-2000	6 m	26. St. Quintí Mediona	1915-2000	332 m
10. El Bruch	1948-2000	480 m	27. St. Sadurní d'Anoia	1949-2000	125 m
11. Embalse del Foix	1910-2000	104 m	28. Teià	1901-2000	140 m
12. Emb. Riudecanyes	1906-2000	195 m	29. Tordera	1945-2000	30 m
13. El Vendrell	1915-2000	60 m	30. Tossa de Mar	1901-1994	10 m
14. Esparreguera	1957-2000	206 m	31. Valls	1907-2000	222 m
15. Gelida	1917-1994	120 m	32. Vilafranca del Pdès.	1901-2000	223 m
16. Girona (apt)	1945-2000	129 m	33. Vila-seca	1903-2000	53 m
17. Girona (ciudad)	1906-2000	90 m			

3. CONTROL DE CALIDAD, PROCESO DE HOMOGENEIZACIÓN Y CREACIÓN DE LA SERIE REGIONAL

El primer paso previo al análisis de cualquier variable climática es el control de calidad de los datos, así como también la comprobación de su homogeneidad. El control de calidad aplicado a los datos de precipitación en base mensual utilizados en este estudio se ha dividido en dos fases: identificación de *outliers* y detección de falsos ceros. Por lo que se refiere a la homogeneidad de las series, en el presente estudio se ha aplicado el conocido *Standard Normal Homogeneity Test* (SNHT), desarrollado por ALEXANDERSSON y MOBERG (1997). La aplicación de esta prueba a los registros pluviométricos catalanes está ampliamente documentada en SALADIÉ (2004), en donde se recoge información precisa sobre los pasos y resultados obtenidos en la creación de la base de datos ajustada NESAP, y en SALADIÉ *et al.* (2002), aportación dedicada al análisis del cambio pluviométrico en el sector suroriental de la Depresión del Ebro. La aplicación del test se ha complementado con la utilización de una exhaustiva historia de metadatos de los 33 observatorios.

Los resultados muestran que diez de estas estaciones (30,3%), han sido consideradas inhomogéneas por el test (Argentona, Badalona, Barcelona-INM, Caldes de Montbuí, Cornellà, El Vendrell, Embalse de Riudecanyes, Girona-apt, Valls y Vila-seca), aplicándose el consiguiente factor de corrección a los datos mensuales. En ocho de ellas, los puntos de ruptura detectados coinciden con cambios de emplazamiento documentados. En dos observatorios (Cornellà y Embalse de Riudecanyes), las inhomogeneidades detectadas por el test entran dentro de la categoría de “causa desconocida”, aunque es muy probable que se correspondan con cambios de emplazamiento no documentados.

El análisis de la señal espacial del cambio a largo plazo de la precipitación a una escala mayor que la local, como es en el presente caso, se ha de realizar mediante la combinación de las diferentes series individuales utilizadas con el objetivo de obtener una nueva serie regional representativa del territorio analizado. Para ello se ha utilizado la aproximación metodológica diseñada por JONES y HULME (1996) para la construcción de series regionales de temperatura y precipitación, basada en la conversión de los datos originales en nuevas series de anomalías estandarizadas respecto de un periodo de referencia (1961-1990). La estandarización de los datos está especialmente recomendada en sectores con una alta variabilidad en la precipitación, como es el caso de este análisis. Con las series de anomalías estandarizadas de los 33 observatorios utilizados, se ha construido la serie regional representativa de la precipitación del Sistema Mediterráneo Catalán para el siglo XX, tanto en base anual como estacional, a partir del promedio de los valores de todos los observatorios.

4. RESULTADOS

La representación gráfica de los resultados se muestra en la figura 2. En ella se pueden observar las curvas regionales de las anomalías estandarizadas, tanto en base anual como estacional, de la precipitación en el área de estudio, las cuales también han sido suavizadas mediante un filtro *Gaussiano* de paso bajo de 13 términos. A pesar de trabajar con anomalías estandarizadas, las curvas reflejadas en la figura 2 muestran la gran variabilidad interanual de la precipitación característica del clima mediterráneo. Por su parte, en la tabla 2 se encuentran los valores de la tendencia de la precipitación durante el periodo 1901-2000 expresada tanto en porcentajes como en milímetros.

Los resultados ponen de manifiesto un descenso de la precipitación total anual de $-2,2\%$ (Tabla 2). La transformación en milímetros da una reducción de $-13,3$ mm, respecto a los 615,1 mm, valor promedio del periodo 1961-1990 en la zona. Estos resultados no superan el nivel de confianza adoptado en el presente estudio del 95%.

Como se puede observar en la tabla 2, el ligero descenso de la precipitación estimado en base anual está determinado por la destacada disminución pluviométrica registrada en primavera, ya que, por el contrario, tanto invierno como verano y otoño muestran tendencias ligeramente positivas. Ninguno de los valores estimados supera el nivel de confianza del 95%.

Tabla 2. Tendencia de la precipitación anual y estacional

	Δ Total (%)	Δ Total (mm)
Anual	-2,2%	-13,3 mm
Invierno	+0,8%	+0,6 mm
Primavera	-25,3%	-40,1 mm
Verano	+11,1%	+12,8 mm
Otoño	+4,0%	+8,6 mm

El descenso producido en primavera, la segunda estación en importancia por lo que respecta a la aportación en el total anual en el área de estudio es, sin lugar a duda, un hecho destacado de la evolución a largo plazo de la pluviometría en este sector. La reducción observada ha sido del $-25,3\%$, porcentaje que en términos absolutos representa un descenso de $-40,1$ mm respecto a los 158,2 mm del promedio 1961-1990.

Por su parte, el aumento, tanto porcentual como absoluto, más importante se da en verano. El valor determinado para la estación cálida del año es de $+11,1\%$, que transformado en milímetros representa un incremento de la precipitación de $+12,8$ mm, sobre los 115,3 mm del valor promedio de verano en el territorio de análisis. Otoño, la estación con la mayor aportación estacional en el total anual, muestra un incremento de la precipitación más moderado, un $+4,0\%$, que en términos absolutos indica un aumento de $+8,6$ mm respecto a su valor promedio del periodo 1961-1990, que para otoño es de 216,8 mm. Finalmente, el incremento de menor magnitud, tanto porcentual como absoluto, se produce en la estación fría del año. En total un $+0,8\%$ o lo que es lo mismo, un aumento de sólo $+0,6$ mm sobre el valor promedio de invierno para el periodo 1961-1990, que en la zona es de 128,4 mm.

Que sea primavera la estación en que se produce un descenso de magnitud importante es muy significativo. Es durante esta estación equinoccial cuando se realiza la principal recarga de embalses y pantanos, agua que servirá de reserva tanto para el consumo urbano como para las diferentes actividades llevadas a cabo durante el verano y que en la mayoría de los casos suponen un incremento en su consumo. Este incremento del consumo veraniego viene determinado, en parte, por el aumento de la población residente, no olvidemos que el área es un importante foco de atracción turística. Además, es durante primavera cuando algunos de los cultivos de secano de la zona (vid y olivo), necesitan las mayores aportaciones de agua de lluvia para llegar a buen puerto cuando se produzca su recolección, dependiendo del cultivo, entre finales de verano e inicios de invierno.

La falta de tendencia significativa coincide con los resultados obtenidos en el estudio de la precipitación en España entre 1859 y 1997 de LLASAT y QUINTAS (2004). Tampoco son significativas las tendencias de la precipitación anual en el Mediterráneo español QUEREDA y MONTÓN (1996), aunque se diferencia un sector septentrional con valores positivos, frente a los valores negativos del sector meridional. Tampoco ABAURREA *et al.* (2002), aprecian tendencias significativas en la precipitación anual en la Cuenca del Ebro entre 1916 y 2000. Por su parte, una tendencia positiva es detectada por CREUS (1996) en el Valle del Ebro, aunque el periodo de estudio finaliza en 1990. Si se comparan los resultados con los proporcionados por FOLLAND y KARL (2001) para la cuadrícula de 5° x 5° latitud/longitud situada entre los 40-45° N y 0-5° E, donde se encuentra el área de estudio, además de la falta de significación de la tendencia, también se produce una coincidencia con el signo de los valores obtenidos tanto en base anual, como para primavera e invierno (negativa en los dos primeros casos y positiva en el último). Pero no ocurre lo mismo en verano y otoño, ya que los valores de sus tendencias estimados por los anteriores autores son también de signo negativo, contrastando con los obtenidos en este estudio. Estas diferencias podrían estar relacionadas, además de por no ser estrictamente coincidentes el área de estudio de uno y otro análisis, también por la diferencia en el número de observatorios utilizados para estimar la evolución regional en uno y otro espacio, al ser la red pluviométrica empleada en el presente estudio remarcablemente más densa. Finalmente, una total coincidencia se da con los resultados obtenidos por SALADIÉ (2004) para el sector nororiental de la Península Ibérica. Únicamente difiere, obviamente, la magnitud de los aumentos y descensos detectados. Mientras que en el presente estudio el descenso anual es de -2,2%, en el anterior se estimó para el mismo periodo pero para un área más extensa, un descenso ligeramente menor, -1,8% y que tampoco es estadísticamente significativo.

FOLLAND y KARL (2001) detectan en base anual tres subperiodos con un comportamiento diferenciado: un primero con tendencia negativa desde 1900 a 1945, otro de signo positivo para el periodo 1946-1975 y finalmente un tercero de signo negativo entre 1976 y 1999. Una subdivisión muy parecida es la definida por NEW *et al.* (2001).

El análisis de la curva suavizada anual en el área de estudio (Fig. 2a), no permite identificar de forma clara subperiodos con un comportamiento diferenciado. Una recurrencia aperiódica de magnitud y amplitud distinta es aparente tanto en base anual como estacional al observar la curva del filtro gaussiano aplicado. No obstante, si se toma como patrón el definido por los autores mencionados, es posible discernir en base anual un primer periodo entre 1901 y 1947 caracterizado por un ligero descenso de la precipitación (-0,10%/año), a partir del cual da comienzo otro de signo positivo que finaliza en 1959, iniciándose un tercer tramo singularizado por un nuevo

descenso de la precipitación (-0,46%/año), que se intensifica a partir de 1971 (-0,57%/año), a pesar del subperiodo de tendencia parcial creciente que se observa durante la segunda mitad de los años ochenta. Ningún valor supera el nivel de confianza del 95%.

Este patrón de la evolución de la precipitación anual muestra cierta similitud con el definido por ABAURREA *et al.* (2002), en las regiones más orientales de la Cuenca del Ebro, aunque el tramo con tendencia negativa que en el Sistema Mediterráneo Catalán da inicio en 1959 en estas regiones se desplaza hasta inicios de los años sesenta. La diferencia más importante es que en algunas de las regiones definidas en ese estudio, la recuperación iniciada en la segunda mitad de los años ochenta se mantiene hasta el año 2000. CREUS (1996), en el trabajo ya citado, contrapone dos subperiodos con un comportamiento diferenciado, un primero entre 1911 y 1940 con una tendencia positiva, mientras durante el periodo 1970-1990 se produce una muy clara tendencia negativa, mientras que es el año 1971 el punto de cambio que da inicio a una tendencia negativa de la precipitación anual en el sector suroriental de la Depresión del Ebro (SALADIE *et al.*, 2002).

En base estacional, dentro del descenso detectado en primavera para el periodo de estudio completo (Fig. 2c), es posible diferenciar un primer tramo con una tendencia negativa entre 1901 y 1964 (-0,34%/año). A partir de entonces se produce una tímida recuperación que finaliza en 1971, en que puede observarse una segunda y más importante reducción de la precipitación primaveral cuantificada en -1,82%/año, que en este caso sí que supera el nivel de confianza adoptado del 95%.

En verano (Fig. 2d), se observan de forma clara dos periodos con un comportamiento diferenciado. El año 1975 marca el punto de inflexión entre un primer periodo de tendencia positiva y a continuación un segundo de signo contrario. Finalmente, a partir del análisis visual de las curvas suavizadas de invierno (Fig. 2b) y otoño (Fig. 2e), no es posible diferenciar segmentos de tiempo de comportamiento diferenciado, pero sí una marcada ciclicidad que en el caso de otoño presenta una importante amplitud y magnitud.

El inicio de la reducción de la precipitación anual documentado a partir de 1959 viene definido por otoño, mientras que los descensos producidos a partir de los años setenta tanto en primavera como verano llevarían a una acentuación del descenso en base anual en esas fechas.

El último tercio del siglo XX se ha caracterizado por ser en conjunto seco en el área de estudio. Los descensos de la precipitación acaecidos durante este periodo, tanto en verano como especialmente en primavera, concuerdan con los importantes aumentos de la temperatura en Cataluña (BRUNET *et al.*, 2001), en donde la estación con una mayor contribución también ha sido primavera. De esta manera, este nítido aumento de las temperaturas no ha conducido al esperado incremento pluviométrico asociado a un clima más cálido, todo lo contrario, en el Sistema Mediterráneo Catalán el clima ha tendido a ser más árido durante el último periodo de forzamiento antrópico, lo que probablemente ha conducido a un déficit de agua y un mayor estrés térmico.

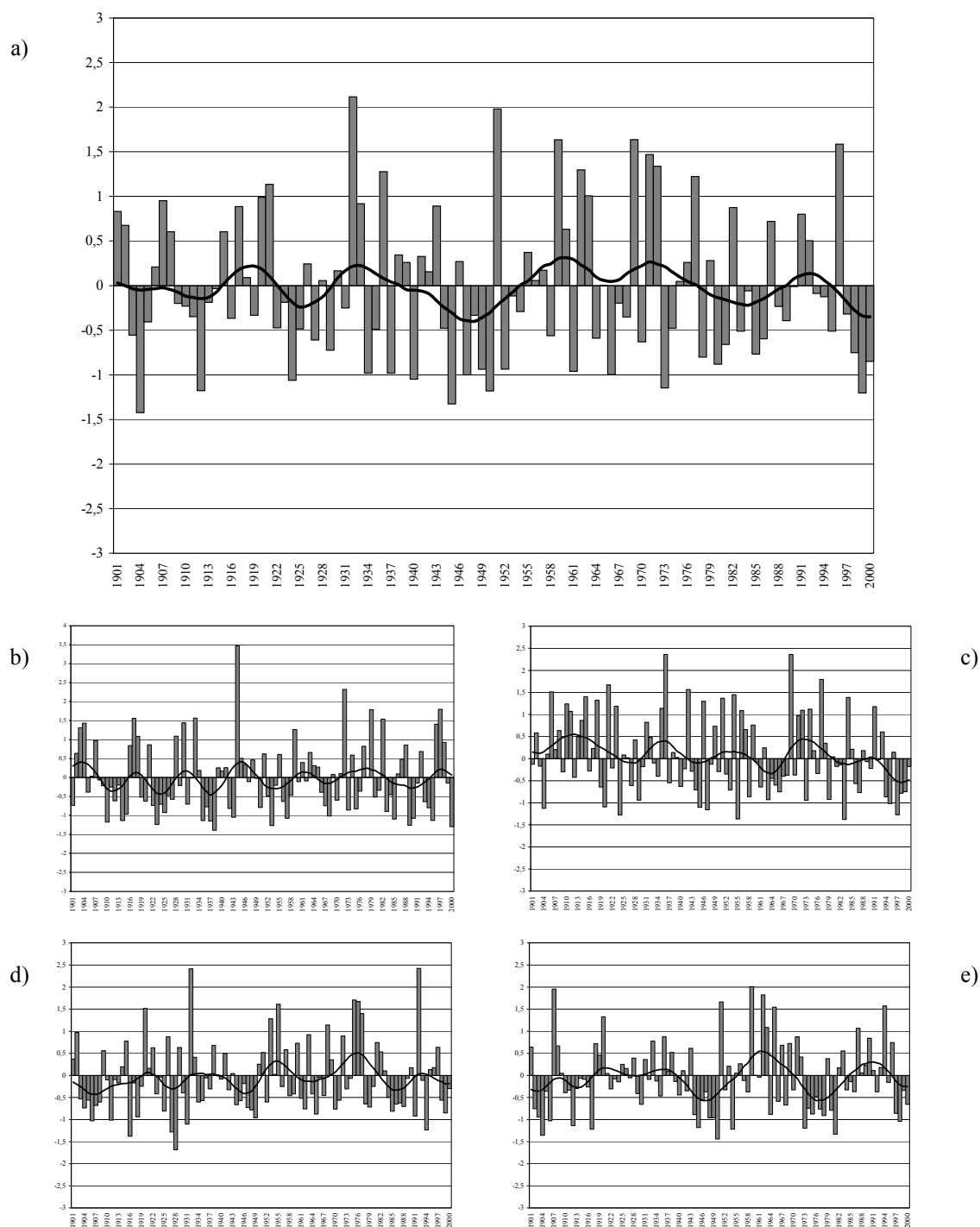


Fig. 2. Evolución de la precipitación en el Sistema Mediterráneo Catalán (1901-2000), expresada como anomalías estandarizadas respecto al periodo 1961-1990.

a) Anomalías anuales; b) Anomalías invierno; c) Anomalías primavera; d) Anomalías verano; e) Anomalías otoño. Las columnas representan los valores de las anomalías promedio. La curva suavizada es un filtro Gaussiano de 13 términos

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tras estimar la tendencia temporal de la precipitación anual en el Sistema Mediterráneo Catalán durante el siglo XX no muestran ninguna tendencia estadísticamente significativa, ni en base anual ni estacional, a pesar del remarcable descenso pluviométrico primaveral. El valor estimado en base anual indica un descenso de la precipitación del $-2,2\%$, forzado por la tendencia negativa estimada en primavera.

En efecto, esta mínima reducción del total anual es consecuencia de la contraposición entre el importante descenso acaecido en primavera ($-25,3\%$), frente a los suaves aumentos de invierno, verano y otoño ($+0,6\%$, $+11,1\%$ y $+4\%$, respectivamente), que aunque de menor magnitud, son suficientes para que la reducción de la precipitación de primavera quede casi enmascarada en base anual.

A partir del análisis visual de la curva suavizada en base anual no es posible detectar periodos de tiempo con un claro comportamiento diferenciado, aunque desde 1959 y especialmente desde 1971 se produce una reducción de la precipitación en el área de estudio. No obstante, el descenso general detectado en primavera se magnifica a partir de 1971, con una tendencia negativa para el periodo 1971-2000 de $-1,82\%/año$, que sí que supera el nivel de confianza del 95%.

Esta reducción de la precipitación durante el último tercio del siglo XX, especialmente en primavera, coincide con el abrupto incremento de las temperaturas documentado en Cataluña por BRUNET et al (2001), con todas las repercusiones medioambientales y socioeconómicas que esta contraposición conlleva.

6. AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Comisión de la Unión Europea a través del proyecto European and North Atlantic daily to multidecadal climate variability (EMULATE, EVK2-2001-00313). Los autores agradecen el apoyo de CICYT materializado en la financiación al proyecto de I+D Análisis del cambio a largo plazo de la precipitación en España. Modelización de sus episodios extremos en la cuenca del Ebro (ANETPREX, REN2002-000991/CLI). Asimismo agradecen al INM la cesión de los datos y a los observadores la información sobre la historia de las estaciones.

7. REFERENCIAS

- ABAURREA, J.; ASÍN, J. y CENTELLES, A. (2002). Caracterización espacio-temporal de la evolución de la precipitación anual en la cuenca del Ebro. En: GUIJARRO, J.A. et al. (Eds.). *El agua y el clima*. AEC, Seria A, 3, Palma de Mallorca, pp. 113-124.
- 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.
- BRUNET, M. et al. (2001). Variations and trends of the surface air temperature in the Northeastern Spain from middle nineteenth century onwards. En: BRUNET, M. y LÓPEZ, D. (Eds.). *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 81-93.

- CREUS, J. (1996). Variaciones en la disponibilidad hídrica mensual en el Valle del Ebro. En: MARZOL, M.V.; DORTA, P. y VALLADARES, P. (Eds.). *Clima y agua. La gestión de un recurso climático*. Gobierno de Canarias, La Laguna, pp. 79-86.
- ESTEBAN-PARRA, M.J.; RODRIGO, F.S. y CASTRO-DÍEZ, Y. (1998). "Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992". *International Journal of Climatology*, 18, pp. 1557-1574.
- FOLLAND, C.K. y KARL, T.R. (2001). Observed climate variability and change. En: HOUGHTON, J.T. *et al.* (Eds.). *Climate change 2001: the scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 99-182.
- GALÁN, E. *et al.* (1999). Evolución de las precipitaciones anuales en la Meseta Meridional durante el siglo XX. En: RASO, J.M. y MARTÍN-VIDE, J. (Eds.). *La climatología española en los umbrales del siglo XXI*. AEC, Serie A, 1, Barcelona, pp. 169-180.
- GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C.; DE LUIS, M. y RAVENTÓS, J. (2001). The spatial and temporal structure of rainfall trends in the Valencia Region (Eastern Spain) over the second half of the 20th century. En: BRUNET, M. y LÓPEZ, D. (Eds.). *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 175-189.
- JONES, P.D. y HULME, M. (1996). "Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: methods and illustrations", *International Journal of Climatology*, pp. 361-377.
- KUNDZEWICZ, Z.W. y PARRY, M.L. (2001). Europe. En: McCARTHY, J.J. *et al.* (Eds.). *Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 641-692.
- LABAJO, J.L. y PIORNO, A. (2001). Regionalisation of precipitation in Castilla and Leon (Spain). Analysis of its temporal behaviour. En: BRUNET, M., y LÓPEZ, D. (Eds.). *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 163-173.
- LLASAT, M.C. y QUINTAS, L. (2004). "Stationary of monthly rainfall series since the middle of the XIXth century. Application to the case of Peninsular Spain", *Natural Hazards*, 31, pp. 613-622.
- NEW, M., TODD, M.; HULME, M. y JONES, P.D. (2001). "Precipitation measurements and trends in the twentieth century", *International Journal of Climatology*, 21, pp.1899-1922.
- PIERVITALI, E; COLACINO, M. y CONTE, M. (1998). "Rainfall over the Central-Western Mediterranean basin in the period 1951-1995. Part I: Precipitation Trends". *Nuovo Cimento*, 21, pp. 331-344.
- QUEREDA, J. y MONTÓN, E. (1996). Evolución y tendencia secular de las precipitaciones en la cuenca occidental del Mediterráneo. En: MARZOL, M.V., DORTA, P. y VALLADARES, P. (Eds.). *Clima y agua. La gestión de un recurso climático*. Gobierno de Canarias, La Laguna, pp. 111-122.
- QUEREDA, J.; MONTÓN, E. y ESCRIG, J. (2002). Luces y sombras sobre el cambio climático de la región Mediterránea. En: CUADRAT, J.M.; VICENTE, S.M. y SAZ, M.A. (Eds.). *La información climática como herramienta de gestión ambiental*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 109-116.
- SALADIÉ, O. (2004). *Variaciones y tendencia secular de la precipitación en el sector Nororiental de la Península Ibérica (1850-2000)*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- SALADIÉ, O. *et al.* (2002). Evolución de la precipitación en el sector suroriental de la Depresión del Ebro durante la segunda mitad del siglo XX. En: GUIJARRO, J.A. *et al.* (Eds.). *El agua y el clima*. AEC, Serie A, 3, Palma de Mallorca, pp. 335-346.
- SOLÉ SABARÍS, LI. (1958). Geografía General. En: SOLÉ SABARÍS, LI. (Dir.). *Geografía de Catalunya*. Aedos, Barcelona.
- WHEELER, D. y MARTÍN-VIDE, J. (1992). "Rainfall characteristics of mainland Europe's most southerly stations". *International Journal of Climatology*, 12, pp. 69-76.