

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN LA CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL DURANTE EL PERIODO 1896-2003

Òscar SALADIÉ, Manola BRUNET, Enric AGUILAR, Javier SIGRÓ y Diego LÓPEZ
Grupo de Investigación del Cambio Climático
Unitat de Geografia. Universitat Rovira i Virgili

RESUMEN

Las precipitación de primavera ha experimentado un notable descenso en la Cuenca del Pirineo Oriental entre 1896 y 2003. El análisis de la serie regional creada a partir de 63 observatorios meteorológicos da como resultado una tendencia de -1.99% /década para el conjunto del periodo analizado, descenso que se hace más evidente a partir del último tercio del siglo XX con -1.36% /año (nivel de confianza del 95%). Aunque en los tres meses de primavera se han registrado reducciones de la precipitación, es el mes de marzo el que ha contribuido de una manera más importante.

Palabras clave: NESAP, precipitación de primavera, Cuenca del Pirineo Oriental.

ABSTRACT

An important decrease of spring precipitation has been documented in the *Pirineo Oriental* basin for the period 1896-2003. Regional time-series developed by means of 63 meteorological records shows a negative trend of -1.99% /decade for the whole analysed period and it is even more evident from the last third of the 20th Century (-1.36% /year), reaching 95% confidence level. Negative trends have been also detected in March, April and May, but the most important contribution to spring precipitation decrease corresponds to March.

Key words: NESAP, spring precipitation, *Pirineo Oriental* basin.

1. INTRODUCCIÓN

La intensificación del ciclo hidrológico debido al incremento de las temperaturas ha implicado un aumento del total de precipitación anual a escala global (NEW et al, 2001), aunque no es menos cierto que existe un variado mosaico espacial con zonas en donde se ha incrementado pero también zonas donde se han producido descensos (KARL et al, 2001).

Se ha documentado un importante incremento de la temperatura tanto para el conjunto de España (BRUNET *et al*, 2002; STAUTD, 2004), como para diferentes regiones (ABAURREA *et al*, 2001; BRUNET *et al*, 2001). No obstante, ello no ha supuesto ninguna tendencia significativa de la precipitación anual en nuestro país. Así lo han puesto de manifiesto los trabajos realizados para el conjunto de España a partir del análisis de series individuales (SERRANO *et al*, 1999; LLASAT y QUINTAS, 2004) y los llevados a cabo para diferentes territorios mediante la generación de series regionales (GALÁN *et al*, 1999;

LABAJO y PIORNO, 2001; ABAURREA *et al*, 2002). Ahora bien, sí que se ha producido un importante descenso de la precipitación de primavera, tal y como muestran los trabajos de, entre otros, RASO (1996) para el sur de España; GARCÍA-BARRÓN (2002) para el suroeste peninsular; GONZÁLEZ-HIDALGO *et al* (2002) para el levante español; o SALADIÉ *et al* (2004) para el Sistema Mediterráneo Catalán.

La lluvia de primavera es de vital importancia para un buen número de actividades llevadas a cabo por el hombre. Algunos cultivos dependen de la precipitación caída durante esta estación. También es esencial para asegurar las reservas de agua para los diferentes usos durante el verano. A su vez, esta lluvia es fundamental para mantener la humedad de la vegetación. Un descenso de la precipitación, tanto de primavera como de verano, asociado a un aumento de la temperatura da como resultado que se multiplique el riesgo de incendio forestal (PIÑOL *et al*, 1998; PAUSAS, 2004), a lo que se ha de añadir una posible desestacionalización del periodo de incendios, avanzándose la fecha de inicio.

Por todas estas razones, el objetivo de esta comunicación es comprobar si el importante descenso de la precipitación de primavera documentado en diferentes regiones de España también se da en la Cuenca del Pirineo Oriental. En primer lugar se analizarán las variaciones y la tendencia de la precipitación de primavera entre 1896 y 2003 (también se mostrarán los resultados tanto en base anual como para el resto de estaciones). En la zona de estudio la lluvia de primavera ocupa el segundo lugar por lo que se refiere a la contribución al total de precipitación anual (169.3 mm promedio 1961-1990). Pero el análisis no se detendrá en la escala estacional, sino que también se llevará a cabo el mismo ejercicio para los tres meses que conforman la primavera meteorológica (marzo, abril y mayo), con el objetivo de valorar la contribución que cada uno de ellos tiene sobre los resultados obtenidos para la primavera. Para realizar dichos análisis se utilizarán los datos de precipitación de 63 observatorios que se combinarán para generar la serie regional representativa de la Cuenca del Pirineo Oriental.

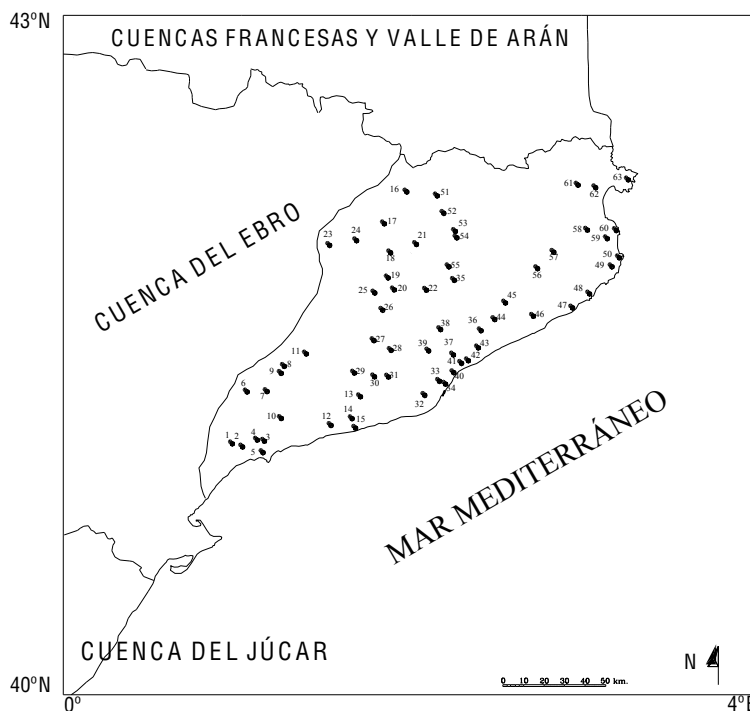


Fig. 1: Distribución de las estaciones meteorológicas en la Cuenca del Pirineo Oriental

Esta comunicación se ha estructurado en dos secciones principales a las cuales sigue una tercera con las conclusiones. En la primera de ellas (sección 2), se describe la red observacional y la metodología utilizada (control de calidad, comprobación de la homogeneidad y método de agregación espacial de los datos). El cuerpo central del trabajo se encuentra en la sección 3, donde se muestran y discuten los resultados del análisis sobre las variaciones y la tendencia de la precipitación en el área de estudio entre 1896 y 2003.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el análisis de las variaciones y la tendencia de la precipitación de primavera en la Cuenca Hidrográfica del Pirineo Oriental (Figura 1), se han utilizado 63 observatorios meteorológicos que forman parte de la base de datos de precipitación mensual ajustada del Sector Nororiental de la Península Ibérica (SALADIÉ *et al*, 2006). Todos los registros utilizados tienen como mínimo 45 años de datos (Tabla 1). Aunque sólo 10 de ellos estaban en funcionamiento a finales del siglo XIX (15.9%), dos décadas más tarde ya se dispone de casi el 60% del total (37 observatorios) y en 1950 estaban operativos todos excepto uno. Con anterioridad al año 2003 un total de 10 estaciones dejaron de recoger datos. Otro criterio de selección ha sido el del número de datos ausentes. No se supera el 5% del total en aquellas estaciones que disponen de datos a partir de 1939, mientras que el umbral máximo permitido es del 10% en aquellas que en 1939 ya disponían de datos (71.4%).

Como parte de la NESAP (*Northeastern Spain Adjusted Precipitation dataset*), los registros mensuales de los 63 observatorios meteorológicos del presente trabajo se han sometido a un exhaustivo control de calidad basado en la detección de *outliers* y de falsos ceros. También se ha comprobado la homogeneidad de las series mediante la aplicación de test de homogeneidad relativa desarrollado por ALEXANDERSSON y MOBERG (1997) y conocido como *Standard Normal Homogeneity Test* (SNHT). Un total de 27 estaciones (42.9%) presentaban inhomogeneidades en sus registros, identificándose 41 puntos de ruptura, la mayoría de ellos (80.5%), debidos a cambios de emplazamiento documentados en la *metadata* de la estaciones. Una información más detallada sobre el control de calidad de los datos y la homogeneización de las series se encuentra en SALADIÉ *et al* (2006).

A partir de los registros mensuales ajustados se han creados la serie anual y las cuatro estacionales de cada uno de los 63 observatorios. Tanto estas series resultantes como las de los tres meses de primavera se han transformado en anomalías estandarizadas respecto al periodo de referencia 1961-1990 (JONES y HULME, 1996). Una vez hecho esto, se han construido las respectivas series regionales calculando la media aritmética a partir de los datos disponibles y se han calculado las tendencias mediante la técnica de los mínimos cuadrados.

3. ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.1. Resultados en base anual y estacional

En la Figura 2 se muestran las curvas de las anomalías estandarizadas de la precipitación en la Cuenca del Pirineo Oriental durante el periodo comprendido entre 1896 y 2003, tanto en base anual como estacional, acompañadas por las series suavizadas mediante un filtro *Gaussiano* de paso bajo de 13 términos. A su vez, en la Tabla 2 se hallan los valores obtenidos de la tendencia de la precipitación en el área de estudio expresada en porcentajes y en milímetros por década, relativos al promedio del periodo de referencia 1961-1990.

Nombre	Período	Altitud	Nombre	Período	Altitud
1. Riudecanyes	1906-2003	195 m	2. Montbrío	1946-2003	120 m
3. Reus (Apto.)	1945-2003	76 m	4. Reus (Ciudad)	1929-2003	138 m
5. Vila-seca	1903-2003	53 m	6. Vimbodí	1907-2003	488 m
7. Montblanc	1945-2003	340 m	8. Rocafort de Queralt	1941-2003	510 m
9. Sarral	1939-2003	400 m	10. Valls	1907-2003	222 m
11. Sta. Coloma de Q.	1941-2003	680 m	12. El Vendrell	1915-2003	60 m
13. Vilafranca del P.	1896-2003	223 m	14. Embalse del Foix	1910-2003	104 m
15. Cubelles	1896-2003	6 m	16. La Pobla de Lillet	1914-2003	848 m
17. Berga	1914-2003	690 m	18. Puig-reig	1916-2003	417 m
19. Balsareny	1942-2003	327 m	20. Sallent	1916-2003	290 m
21. Prats de Lluçanès	1907-2003	720 m	22. Moià	1907-2003	800 m
23. Solsona	1915-2003	690 m	24. Tentellatge	1942-2001	850 m
25. Callús	1942-2001	265 m	26. Manresa	1915-2003	269 m
27. El Bruc	1948-2003	480 m	28. Esparreguera	1957-2003	206 m
29. St. Quintí Mediona	1915-2003	332 m	30. St. Sadurní d'Anoia	1949-2003	125 m
31. Gelida	1917-1994	120 m	32. Cornellà	1941-2000	13 m
33. BCN- Obs. Fabra	1913-2003	420 m	34. BCN- Obs. INM	1896-2003	12 m
35. Torrellebreta	1929-2003	570 m	36. Llinars del Vallès	1948-2003	193 m
37. Martorelles	1945-2003	130 m	38. Caldes de Montbuí	1898-2003	180 m
39. Sabadell (Apto.)	1896-2003	130 m	40. Badalona	1914-2001	10 m
41. Alella	1905-1994	109 m	42. Teià	1900-2003	140 m
43. Argentona	1896-2003	100 m	44. Sant Celoni	1932-2003	155 m
45. Breda	1927-2003	169 m	46. Tordera	1945-2003	30 m
47. Tossa de Mar	1896-1994	10 m	48. St. Feliu de Guíxols	1896-1995	4 m
49. Palafrugell	1896-2003	81 m	50. Begur	1911-2003	185 m
51. Campdevàrol	1916-2003	738 m	52. La Farga de Bebié	1917-1986	608 m
53. Borgonyà	1909-2003	521 m	54. Torelló	1931-2003	515 m
55. La Guixa	1914-2003	515 m	56. Girona (Apto.)	1945-2003	129 m
57. Girona (Ciudad)	1906-2003	90 m	58. Jafre	1929-2003	44 m
59. Torroella Montgrí	1941-2003	22 m	60. L'Estartit	1931-2003	2 m
61. Figueres	1907-2003	50 m	62. Castelló d'Empúries	1914-1994	17 m
63. Cadaqués	1907-2003	45 m			

Tabla 1: RED DE OBSERVATORIOS METEOROLÓGICOS

En base anual (Figura 2a), los valores dibujan una secuencia de periodos secos y lluviosos que se van alternando a lo largo del periodo analizado. Así, entre los primeros destacan los años 40, 80, 20 y finales de los 90 del siglo XX, mientras que en general fueron lluviosos los años 70, 60 y 30. Ello da como resultado que no haya ninguna tendencia evidente ni hacia un incremento ni hacia una disminución de la precipitación anual en el área de estudio, ya que el valor obtenido (-0.17%/década), no es estadísticamente significativo. Esta falta de significación es coincidente con otros trabajos realizados tanto para el conjunto de España (SERRANO *et al.*, 1999; LLASAT y QUINTAS, 2004), como para algunas regiones españolas (GALÁN *et al.*, 1999; LABAJO y PIORNO, 2001; ABAURREA *et al.*, 2002; CHAZARRA y ALMARZA, 2002; GUIJARRO, 2002; SALADIÉ *et al.*, 2004).

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN LA CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL DURANTE EL PERIODO 1896-2003

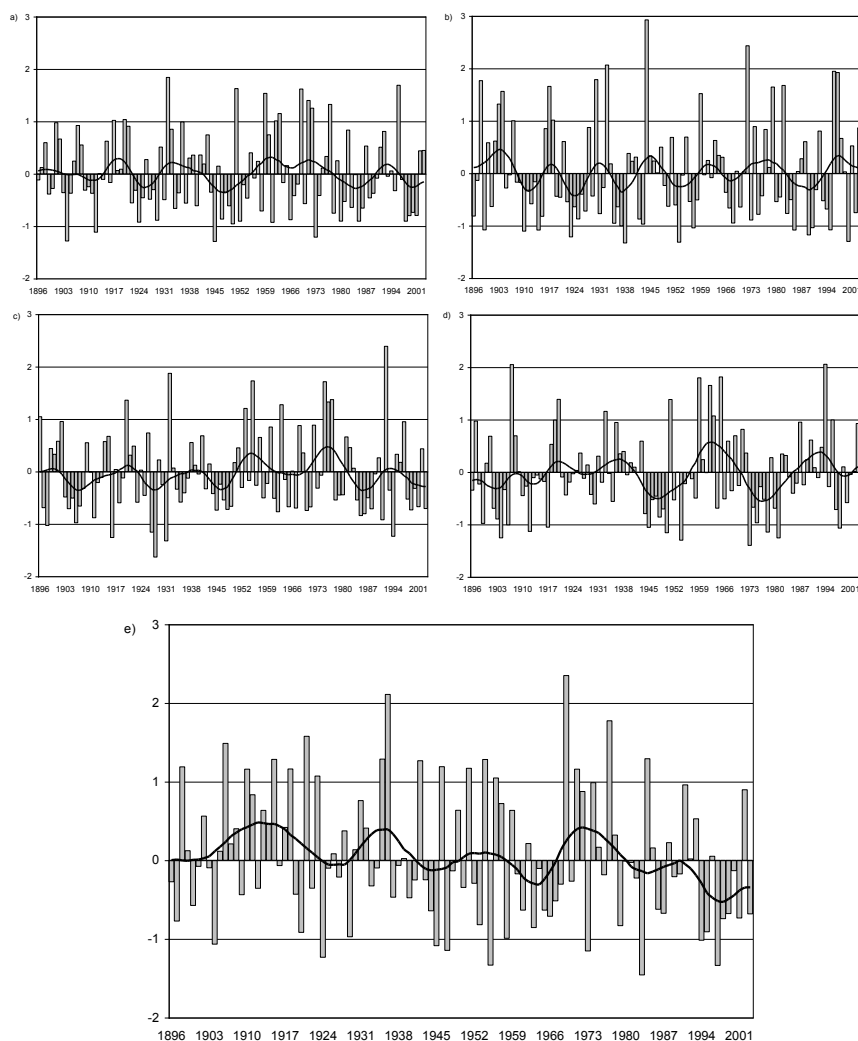


Fig. 2: Evolución de la precipitación en la Cuenca del Pirineo Oriental (1896-2003). Anomalías estandarizadas respecto al periodo 1961-1990: a) anual; b) invierno; c) verano; d) otoño; e) primavera. Curva suavizada mediante un filtro Gaussiano de 13 términos

Una alternancia entre periodos lluviosos y secos se hace aún más evidente en invierno (Figura 2b) y como consecuencia se ha obtenido una tendencia positiva cuantificada en un $+0.18\%$ por década, no significativa estadísticamente. Tanto en verano como en otoño también se han registrado ligeras tendencias positivas, $+0.35\%$ por década en la estación cálida del año y $+0.69\%$ por década en la estación equinoccial, pero que tampoco son estadísticamente significativas. No obstante, en el caso de verano (Figura 2c) la curva suavizada permite dibujar dos periodos con un comportamiento diferenciado. Un primero de tendencia positiva y que llegaría hasta mediados de los años 70 del siglo XX y desde entonces y hasta la actualidad un segundo periodo de tendencia opuesta ($-1.4\%/año$). Por su parte, tal y como se observa en la Figura 2d, otoño presenta un punto de inflexión en su comportamiento que puede ser datado a finales de los años 30. Con anterioridad a esta fecha se puede observar una ligera pero constante tendencia positiva, mientras que a partir de los años 40 se suceden una serie de periodos o muy secos (años 40, 50 y 70) o muy húmedos (años 60 y primera mitad de los 90 del siglo XX).

Anual	-0.17%	-1.06 mm
Invierno	+0.18%	+0.22 mm
Primavera	-1.99%	-3.66 mm
Verano	+0.35%	+0.47 mm
Otoño	+0.69%	+1.44 mm

Tabla 2: TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL (1896-2003). VALORES EXPRESADOS EN MILÍMETROS Y PORCENTAJES POR DÉCADA RELATIVOS AL PERIODO 1961-1990

Caso aparte es la primavera. También en la curva de anomalías de la precipitación de primavera (Figura 2e) se observan periodos lluviosos (las dos primeras décadas del siglo XX y los años 70 del mismo siglo) y importantes periodos secos (años 60 y especialmente desde mediados de los años 90 hasta la actualidad). Pero a diferencia de las otras tres estaciones, el visionado de la Figura 2e hace evidente un descenso de la precipitación en esta estación equinoccial que en el área de estudio representa la segunda mayor contribución al total anual (la primera por lo que respecta al número de días de lluvia). La tendencia de la precipitación obtenida en primavera muestra una reducción de -1.99% por década, por encima del nivel de confianza del 90%. Este resultado transformado en milímetros equivale a un descenso de -3.66 mm por década respecto al valor promedio de primavera para el periodo 1961-1990. Importantes descensos de la precipitación de primavera han sido documentados en otras zonas peninsulares como la zona meridional de España (RASO, 1996), el suroeste español (GARCÍA-BARRÓN, 2002), o la zona litoral y prelitoral catalana (SALADIÉ *et al*, 2004); así como también en otras regiones del área mediterránea como Italia (BRUNETTI *et al*, 2006).

La curva suavizada que también se muestra en la Figura 2e permite diferenciar dos periodos relativamente largos de tiempo donde se percibe un descenso de la precipitación (1911-1963 y 1971-2003), ambos precedidos por periodos breves con un comportamiento de signo opuesto. Se ha de destacar la disminución registrada a partir del último tercio del siglo XX, que en el área de estudio ha sido de -2.29 mm/año y que supera el nivel de confianza del 95%. Esta abrupta reducción de la precipitación de primavera a partir de los años 70 del siglo XX coincide con un significativo incremento de la temperatura en el conjunto de Cataluña, (BRUNET *et al*, 2001) y puede tener importantes repercusiones tanto sobre los ecosistemas naturales como sobre algunas de las actividades desarrolladas por el hombre.

Como el valor de la tendencia y su significación dependen del periodo seleccionado, se ha calculado la tendencia progresiva de la serie de primavera empezando en el año n y finalizando en 2003, moviéndose n desde 1896 hasta 1974 (mínimo de 30 años), tal y como sugieren BRUNETTI *et al* (2006). La Figura 3 muestra los valores de las tendencias de las 79 series analizadas, tendencias expresadas porcentajes por década respecto al promedio de la precipitación de primavera del periodo 1961-1990 en el área de estudio. A pesar de que se encuentran tendencias negativas con valores muy altos a partir de la segunda mitad de la serie, especialmente a partir de los años 60, únicamente en 11 de las 79 series generadas (7 al inicio de la serie y 4 en su tramo final), los valores superan el nivel de confianza del 95% (en otras 15 se supera el nivel de confianza del 90%).

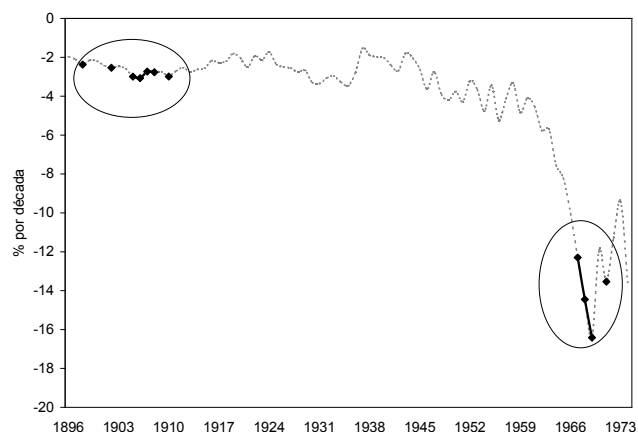


Fig. 3: Tendencia progresiva de la precipitación de primavera. El valor de cada año es la tendencia calculada para la serie que empieza en dicho año y finaliza en 2003 expresada en porcentajes por década. Los valores en negrita superan el nivel de confianza del 95%

3.2. Resultados de los meses de primavera

Si en base anual y estacional los resultados más destacables corresponden a la primavera, se hace necesario documentar qué contribución al descenso de la precipitación de esta estación equinoccial se ha de atribuir a cada uno de los tres meses que la conforman, es decir, cómo se ha comportado la precipitación tanto en marzo como en abril y en mayo en la Cuenca del Pirineo Oriental durante el periodo 1896-2003. De esta manera, la Figura 4 muestra la evolución de las anomalías de la precipitación para los tres meses (4a- marzo, 4b-abril y 4c- mayo), junto con las curvas suavizadas de cada una de ellas y que para hacer más fácil su comparación también se presentan juntas en la Figura 4d. Los correspondientes valores de la tendencia mensual se proporcionan en la Tabla 3.

Se han documentado tendencias de signo negativo en los tres meses de primavera, aunque la magnitud difiere mucho entre ellos, tal y como se puede deducir a partir de la observación de la Figura 4, ya que mientras en abril y mayo los valores son moderados (-0.87% y -1.02% por década, respectivamente), el descenso de la precipitación de marzo llega hasta un -3.89% por década, que como en el caso de la serie de primavera supera el nivel de confianza del 90%.

La Figura 4, especialmente la 4d, también permite comprobar que no hay un comportamiento uniforme de la precipitación en los tres meses si se toma como referencia el periodo de estudio al completo (1896-2003). Así, por ejemplo, los años 30 del siglo XX fueron en marzo muy húmedos y en cambio fueron relativamente secos en mayo y sobretodo en abril. No obstante se han de remarcar dos situaciones que se constatan de forma clara en la Figura 4d. En primer lugar destacar que a partir de los años 70 del siglo XX en abril, mayo y muy especialmente en marzo (Figura 4a), se observa un importante descenso de la precipitación en consonancia con aquel detectado en primavera para este mismo periodo y que superaba el nivel de confianza del 95%. En este último tramo de la serie, el descenso que se observa en marzo y abril van parejos en su inicio, siendo más pronunciado en abril, pero con una más pronta estabilización durante la segunda mitad de los años 80, mientras que mayo presenta un inicio más tardío. Y en segundo lugar, el segundo periodo con un descenso de la precipitación que diferenciábamos en la serie de primavera (1911-1963), viene definido por el

comportamiento de la precipitación en el mes de mayo (Figura 4a) y en menor medida por la del mes de abril (Figura 4c).

Es pues el mes de marzo, paradójicamente el mes con una menor aportación al total estacional, el que contribuye de manera más importante, especialmente a partir del último tercio del siglo XX, al descenso de la precipitación de primavera en la Cuenca del Pirineo Oriental. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos para el conjunto de España por SERRANO *et al* (1999).

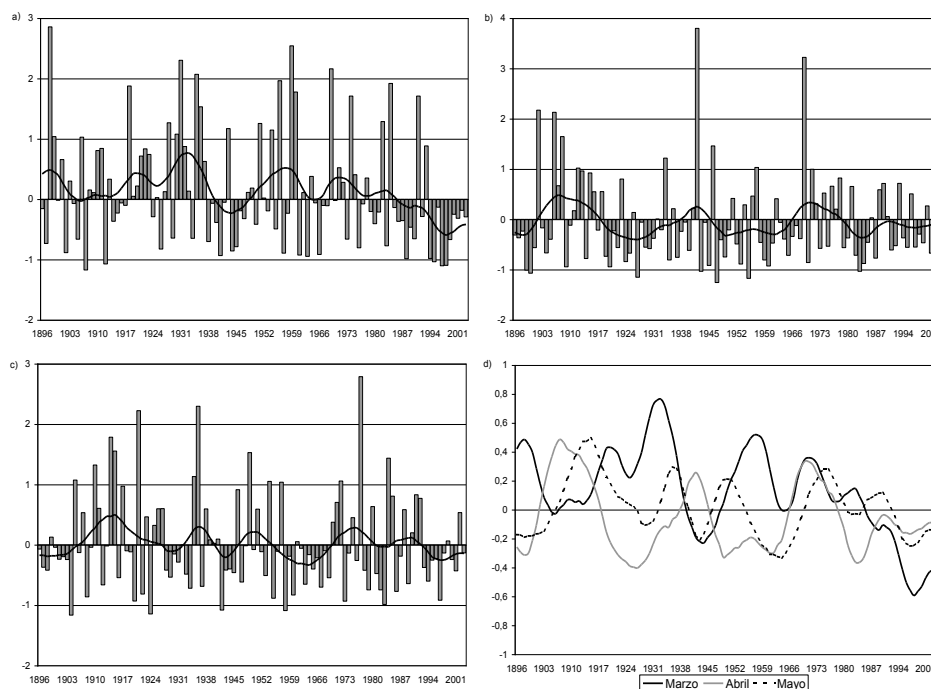


Fig. 4: Evolución de la precipitación de los meses de primavera en la Cuenca del Pirineo Oriental (1896-2003). Anomalías estandarizadas respecto al periodo 1961-1990: a) marzo; b) abril; c) mayo; d) curvas suavizadas mediante un filtro Gaussiano de 13 términos

Marzo	-3.89%	-1.77 mm
Abril	-0.87%	-0.51 mm
Mayo	-1.02%	-0.69 mm

Tabla 3: TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN DE LOS MESES DE PRIMAVERA EN LA CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL (1896-2003). VALORES EXPRESADOS COMO EN LA TABLA 2

4. CONCLUSIONES

El análisis de la curva regional de la precipitación de primavera en la Cuenca Hidrográfica del Pirineo Oriental ha permitido constatar un importante descenso durante el periodo 1896-2003 que se ha cuantificado en $-1.99\%/década$. Más aún, la curva suavizada mediante un filtro Gaussiano de 13 términos muestra como este comportamiento se hace más evidente a partir de inicios de los años 70 del siglo XX. El valor de la tendencia obtenida entre 1971 y 2003 es

de -1.36% /año, que supera el intervalo de confianza del 95%. Los suaves aumentos de la precipitación tanto en otoño como en verano y invierno dan como resultado que el valor obtenido en base anual no sea estadísticamente significativo (-0.17% /década).

Marzo es el mes que contribuye de una manera más notable al descenso de la precipitación de primavera, aunque también presentan tendencias negativas tanto abril como mayo. A pesar de ello, el comportamiento de la precipitación en los tres meses de la primavera meteorológica no es homogéneo, difiriendo bastante si se analiza el periodo completo 1896-2003. No ocurre lo mismo si sólo se tiene en cuenta el último tercio del siglo XX e inicios del siglo XXI en que en los tres casos se pone de manifiesto la tendencia negativa detectada para la primavera.

El más que notable descenso de la precipitación de primavera a partir de inicios de la década de los 70, como ocurre también en verano, coincide con el periodo de mayor forzamiento antrópico del clima, ya que en la región catalana es la primavera la que tiene una mayor contribución al aumento de la temperatura anual. Este comportamiento opuesto entre precipitación y temperatura se ha de tener en cuenta debido a las repercusiones que sobre las actividades socio-económicas pueden generarse.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto financiado por la UE: *European and North Atlantic daily to multidecadal climate variability* (EMULATE, EVK2-2001-00313); y por el proyecto CICYT: 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). Los autores agradecen al INM la cesión de los datos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 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.; GRIMALT, M.; LAITA, M. y ALONSO, S. (Eds.). *El agua y el clima*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, pp. 113-124.
- ABAURREA, J.; ASÍN, J.; ERDOZAIN, O. y FERNÁNDEZ, E. (2001). Climate variability analysis of temperature series in the Medium Ebro River Basin. En: BRUNET, M. y LÓPEZ, D. (Eds.). *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 109-118.
- 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.; AGUILAR, E.; SALADIÉ, O.; SIGRÓ, J. y LÓPEZ, D. (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.
- BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SALADIÉ, O.; SIGRÓ, J. y LÓPEZ, D. (2002). Warming phases in long term Spanish temperature change. En: *Global change and climate variations*. 13th Symposium of the American Meteorological Society, Orlando (Florida, EUA).
- BRUNETTI, M.; MAUGERI, M.; MONTI, F. y NANNI, T. (2006). "Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series", *International Journal of Climatology*, 26, pp. 345-381.

- CHAZARRA, A. y ALMARZA, C. (2002). Reconstrucción desde 1864 de la serie de precipitación útil de las cuencas del sureste y levante. En: GUIJARRO, J.A.; GRIMALT, M.; LAITA, M. y ALONSO, S. (Eds.). *El agua y el clima*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, pp. 159-1168.
- FOLLAND, C.K.; KARL, T.R.; CHRISTY, J.R.; CLARKE, R.A.; GRUZA, G.V.; JOUZEL, J.; MANN, M.E.; OERLEMANS, J.; SALINGER, M.J. y WANG, S.-W. (2001). Observed climate variability and change. En: HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; van der LINDEN, P.J.; DAI, X.; MASKELL, K. y JOHNSON, C.A. (Eds.). *Climate change 2001: the scientific basis*. Cambridge University Press. Cambridge, pp. 99-182.
- GALÁN, E.; CAÑADA, R.; RASILLA, D.; FERNÁNDEZ, F. y CERVERA, B. (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*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 1. Barcelona, pp. 169-180.
- GARCÍA-BARRÓN, L. (2002). Evolución de las precipitaciones estacionales en el suroeste español: posibles efectos ambientales. En: GUIJARRO, J.A.; GRIMALT, M.; LAITA, M. y ALONSO, S. (Eds.). *El agua y el clima*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, pp. 209-218.
- GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C.; DE LUIS, M. y RAVENTÓS, J. (2001). The spatial and temporal structure of rainfall trends in the Valencia region (Eastern of 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.
- GUIJARRO, J.A. (2002). Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español. En: GUIJARRO, J.A.; GRIMALT, M.; LAITA, M. y ALONSO, S. (Eds.). *El agua y el clima*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 3. Palma de Mallorca, pp. 237-246.
- JONES, P.D. y HULME, M. (1996). "Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: methods and illustrations". *International Journal of Climatology*, 16, pp. 361-377.
- 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.
- PAUSAS, J. (2004). "Changes in fire and climate in the Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin)". *Climatic Change*, 63, pp. 337-350.
- PIÑOL, J.; TERRADAS, J. y LLORET, F. (1998). "Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal Eastern Spain". *Climatic Change*, 38, pp. 345-357.
- RASO, J.M. (1996). Variaciones de las precipitaciones de primavera en el sur de España durante el siglo XX. 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. 123-132.
- SALADIÉ, O.; BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SIGRÓ, J. y LÓPEZ, D. (2004). Variaciones y tendencia secular de la precipitación en el Sistema Mediterráneo Catalán (1901-2000). En: GARCÍA, J.C.; DIEGO, C.; FDEZ. DE ARRÓYABE, P.; GARMENDIA, C. y RASILLA, D. (Eds.). *El clima, entre el mar y la montaña*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 4. Santander, pp. 399-408.

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN LA CUENCA DEL
PIRINEO ORIENTAL DURANTE EL PERIODO 1896-2003

SALADIÉ, O.; BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SIGRÓ, J. y LÓPEZ, D. (2006). Creación de la base de datos de precipitación mensual ajustada del Sector Nororiental de la Península Ibérica (1850-2000): <http://www.sre.urv.es/web/geografia/clima.htm>.

SERRANO, A.; MATEOS, V.L. y GARCÍA, J.A. (1999). "Trends analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921-1995". *Phys. Chem. Earth (B)*, 1-2, pp. 85-90.

STAUDT, M. (2004). Detección de cambios térmicos en la Península Ibérica con datos homogéneos regionales. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.