

# **Evolución secular de las precipitaciones de otoño en el litoral nordeste de la Península ibérica**

por JOSÉ M. RASO\*

## **Palabras clave:**

*autocorrelación; dominio mediterráneo; máximo pluviométrico; medias móviles; Península ibérica; precipitaciones; tendencia; variabilidad.*

Las máximas precipitaciones medias estacionales en todo el litoral nordeste de la Península Ibérica corresponden sin duda a los meses de otoño. Sin embargo, la suma de las cantidades de agua depositadas durante esta estación en los pluviómetros de los observatorios situados en las proximidades de la costa mediterránea, entre el istmo peninsular y el delta del Ebro, tan sólo sobrepasan a las registradas cada una de las tres restantes poco más del cincuenta por ciento de los años, lo cual no es más que un testimonio de uno de los rasgos más característicos de la pluviometría en los dominios mediterráneos, su acusada variabilidad. Y es precisamente uno de los aspectos de esta variabilidad el que se propone analizar el presente trabajo al ocuparse de algunas de las modificaciones o cambios seculares, tanto en la cantidad como en el tiempo de acaecimiento de las precipitaciones, que es posible detectar a partir de las observaciones realizadas en los dos únicos puntos del aludido sector cuyas series completas de datos pluviométricos mensuales se remontan a la segunda mitad del siglo pasado.

## **LAS PRECIPITACIONES DE OTOÑO Y LOS MÁXIMOS PLUVIOMÉTRICOS ESTACIONALES**

El estudio de la variabilidad interanual y de las modificaciones o posibles cambios recientes en la cuantía o en el ritmo de las precipitaciones requiere obviamente el análisis de largas series pluviométricas. Únicamente son dos los puntos próximos al litoral nordeste de la Península Ibérica que cuentan con series de este tipo. Se trata de Barcelona y

\*Profesor titular del Departamento de Geografía física y Análisis geográfico regional de la Universidad de Barcelona.

Roquetes, lugares donde, desde 1850 y 1880 respectivamente, ha sido registrada regularmente la cuantía de las precipitaciones recibidas.

La tabla I recoge las precipitaciones medias estacionales calculadas, tanto en valores absolutos como relativos, a partir de los datos pluviométricos mensuales obtenidos en ambos puntos de observación durante el período 1880-1990, el mayor con información simultánea de uno y otro. Dentro de la general semejanza entre las respectivas cantidades consignadas en la tabla para Barcelona y Roquetes, cabe destacar la proximidad entre las correspondientes a las dos estaciones de mayor pluviometría, la primavera y el otoño, en tanto que la menor similitud existente entre las calculadas para el verano refleja el general descenso con la latitud de las precipitaciones, tanto absolutas como relativas, en el litoral mediterráneo durante la estación más cálida.

TABLA I. *Precipitaciones medias estacionales de Barcelona y Roquetes correspondientes al período 1880-1990, expresadas en milímetros (a) y en porcentajes de los respectivos totales anuales (b).*

(a)	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Barcelona	115,5 mm	140,5 mm	105,8 mm	206,3 mm
Roquetes	103,6 mm	138,6 mm	86,3 mm	202,2 mm

(b)	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Barcelona	20,3 %	24,7 %	18,6 %	38,1 %
Roquetes	19,5 %	26,1 %	16,3 %	38,1 %

Los valores obtenidos para Barcelona con los datos procedentes del aludido período 1880-1990 escasamente difieren de las halladas con la totalidad de los datos registrados entre 1850 y 1990. Pero, todavía con mayor motivo, merece ser destacado el hecho que la realización de cálculos semejantes con series parciales de treinta años pertenecientes a los distintos *períodos internacionales* cubiertos con la información disponible conduce a resultados parecidos, que, en definitiva, reafirman el claro predominio de las precipitaciones de otoño sobre cualquiera otra de las restantes estaciones y permiten cifrar la cuantía relativa de los correspondientes máximos estacionales en porcentajes aproximadamente equivalentes al 37 % de los totales anuales medios de cada punto de observación y, en todo caso, comprendidas entre el 35 y el 40 %.

No obstante el neto predominio de las precipitaciones medias de otoño sobre las de las restantes estaciones, son muchos los años en los que los totales pluviométricos de dicha estación son inferiores a los registrados en, al menos, una de las tres restantes. En efecto, entre 1880 y 1990, las máximas precipitaciones estacionales únicamente han acaecido en otoño poco más de la mitad de los años, exactamente 63 en Barcelona y 58 en Roquetes, lo que representa el 56,8 y el 52,3 % de los 111 comprendidos en el aludido período. Un porcentaje prácticamente equivalente se obtiene para el primero de estos puntos de observación tras contabilizar 79 máximos estacionales de otoño en los 141 años comprendidos entre 1850 y 1990, que representan el 56,0 % de estos últimos.

## LA FALTA DE TENDENCIA SIGNIFICATIVA Y LAS ETAPAS DE MAYOR Y MENOR PLUVIOMETRÍA

Si tal como puede inducirse del análisis de largas series pluviométricas, tanto las precipitaciones medias de otoño de Barcelona y Roquetes como los valores relativos que éstas representan de sus respectivos totales anuales son similares, casi coincidentes, y una conclusión parecida se infiere al contrastar el número de años que en tales series la pluviometría de otoño sobrepasa realmente a la registrada en cualquiera otra de las tres estaciones, la evolución secular de los totales pluviométricos de dicha estación en ambos puntos de observación únicamente mantiene una semejanza parecida en los últimos cuatro o cinco decenios. En cambio, durante los casi tres cuartos de siglo precedentes, desde que empezaron a realizarse las primeras observaciones meteorológicas en Roquetes hasta mediados de la actual centuria, tal evolución refleja incluso rasgos contrapuestos.

La representación gráfica de las precipitaciones totalizadas cada año a lo largo de los meses de otoño, desde el inicio de las observaciones hasta 1990 en Barcelona (figura 1) y Roquetes (figura 2), así como de las medias móviles centradas cada 11 valores estacionales y las rectas de tendencia, pone de manifiesto las peculiaridades de su evolución secular, así como los contrastes y diferencias entre las series procedentes de una y otra localidad. Las tendencias, decreciente en Barcelona y creciente en Roquetes, apenas insinuadas por las rectas respectivas, carecen de significado, ya que los coeficientes de autocorrelación de las series utilizadas se cifran en valores próximos a cero,  $-0,02$  en el caso de Barcelona y  $0,04$  en el de Roquetes, perfectamente explicables por simples circunstancias debidas al azar. Así no debe sorprender el hecho que de haber considerado en la realización del gráfico de Barcelona los datos registrados a partir de 1880 a fin de facilitar su comparación con el de Roquetes, la recta trazada hubiese sido indicativa de una tendencia similar a la de este observatorio y, de igual manera, carecería de significado porque la autocorrelación calculada para tal supuesto equivale a tan sólo  $0,13$ . En consecuencia, parece evidente la inexistencia a largo plazo de una tendencia bien definida.

La carencia de cualquier tipo de tendencia no descarta otras variaciones temporales de los totales estacionales, e incluso la alternancia de períodos en los que las precipitaciones de otoño han sido relativamente altas, con otros en los que ha sucedido todo lo contrario. En efecto, las curvas representativas de las medias móviles antes aludidas, al eliminar o reducir el *ruido*, ponen de manifiesto la existencia de tales alternancias. Así la de Barcelona permite diferenciar media docena de subperíodos. El primero de éstos comprende unos tres decenios a partir de mediados del siglo pasado, durante los cuales, tras una cierta vacilación en torno a la recta de tendencia, las medias móviles se sitúan por encima de ésta, mostrando la sucesión de una serie de años, aproximadamente un decenio centrado en 1870, con precipitaciones de otoño relativamente altas, si bien las de esta estación caídas el propio año 1870 y el inmediato precedente cuentan entre las más escasas de los últimos 141 años. Seguidamente, desde finales de la década 1870-80 hasta mediados del segundo decenio de la actual centuria, las medias móviles definen un subperíodo prolongado, de casi 40 años, con precipitaciones en general poco abundantes.

Durante el tercero de los subperíodos aludidos, que sigue al precedente y comprende hasta mediados de los años treinta, las medias móviles vuelven a situarse por encima de la recta de tendencia, aunque sólo se apartan notablemente de ésta en torno a 1920, mientras que, en los años inmediatos anteriores y posteriores a 1930, su trazado es indicativo de unos valores próximos a los medios estacionales. Los tres siguientes subperíodos encierran dos series de otoños de moderada o escasa pluviosidad, el primero de los cuales se extiende entre finales de los años treinta y principios de los cincuenta, y el segundo entre 1970 y principios del último decenio, y una de mayor abundancia pluviométrica situada entre ambas y que, por consiguiente, refleja el incremento de unas precipitaciones en general relativamente altas desde inicios de la segunda mitad del presente siglo hasta concluir el decenio 1960-70. Las medias móviles terminan por mostrar la existencia de

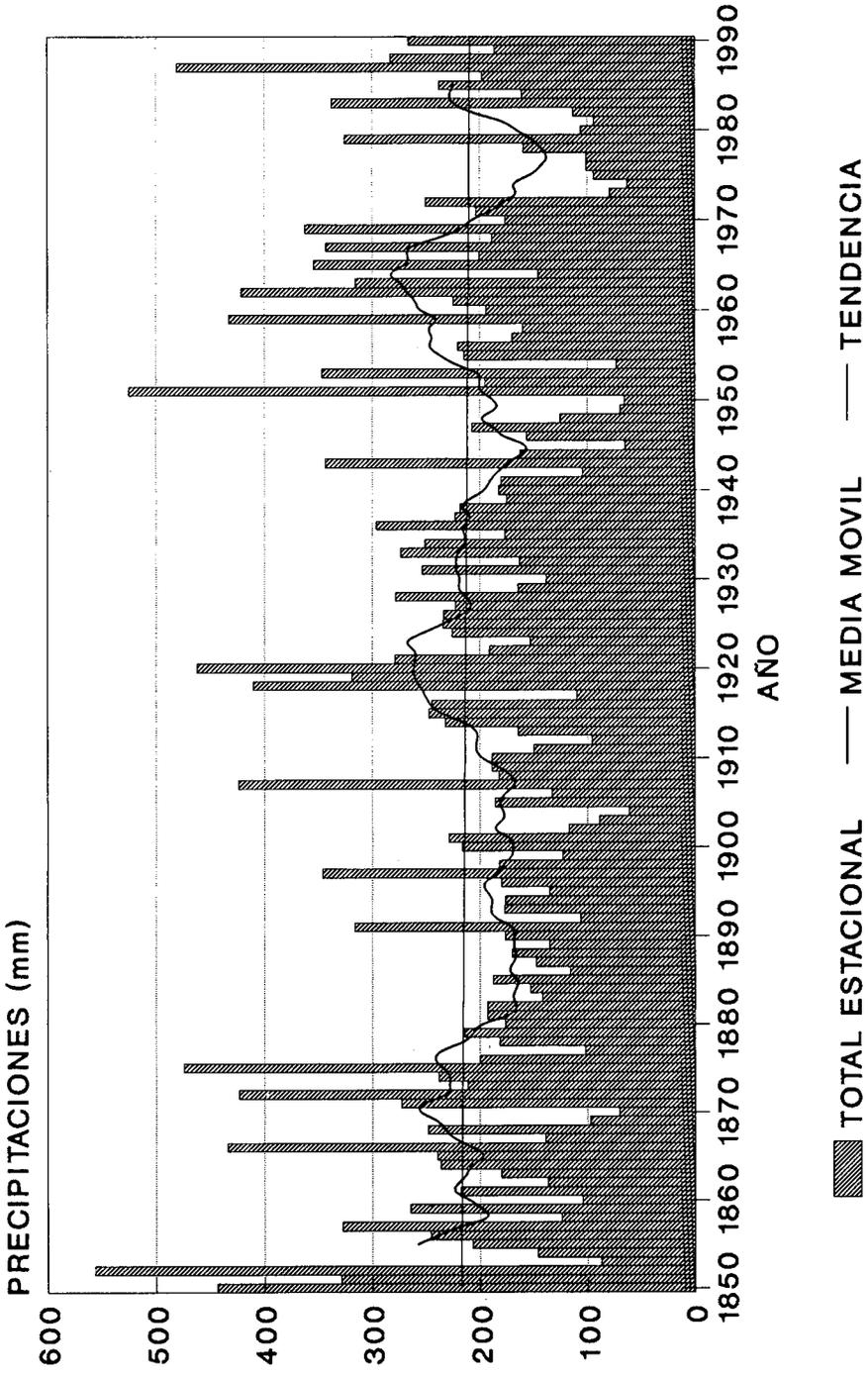


Figura 1. Evolución secular de las precipitaciones de otoño en Barcelona (período 1850-1990).

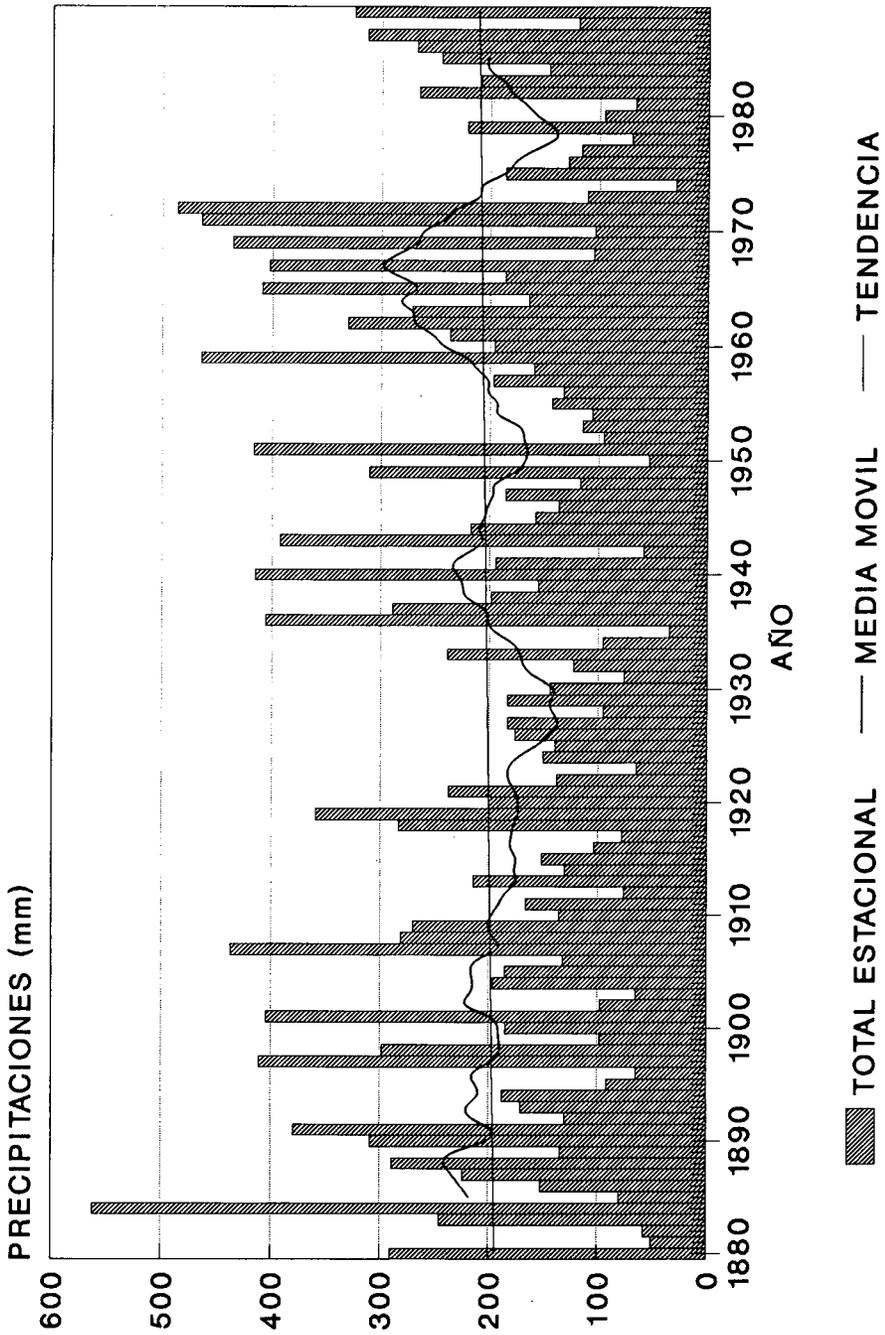


Figura 2. Evolución secular de las precipitaciones de otoño en Roquetes (período 1880-1990).

una recuperación e incremento de las precipitaciones de otoño, ya evidente a mediados de la década 1980-90, al juntarse la curva representativa de tales medias con la recta de tendencia y cortarla de abajo hacia arriba.

El gráfico trazado para Roquetes, y particularmente la representación de las medias móviles, facilita la distinción de una serie de subperíodos y la alternancia de series de otoños relativamente secos y lluviosos. En primer lugar, las medias móviles sugieren un descenso de las precipitaciones de otoño desde el inicio de las observaciones hasta aproximadamente 1930, es decir, durante medio siglo, en la primera mitad del cual todavía abundaron los totales estacionales moderadamente altos, ya que la curva representativa de las medias móviles se mantiene por encima de la recta de tendencia. Por el contrario, entre el segundo y el tercer decenios del siglo XX, predominaron los otoños relativamente secos, por cuyo motivo las medias móviles de aquellos años se mantienen por debajo de la recta de tendencia, e incluso la separación entre ambas aumenta hasta principios del decenio 1930-40, momento en el que la curva representativa de las primeras pone de manifiesto el inicio de una recuperación de las precipitaciones caídas durante cada estación que culmina en 1940, tras haber cortado unos años antes a la recta de tendencia.

Durante el medio siglo comprendido entre 1940 y 1990, la evolución de la pluviometría de otoño en Roquetes ha atravesado dos etapas claramente marcadas por la general parquedad de las precipitaciones registradas en su observatorio, separadas por una en la que han abundado los totales superiores a la media estacional. La primera de estas etapas de menor actividad pluviométrica durante la estación abarca casi dos decenios, desde principios de los años cuarenta hasta finales de la siguiente década, en tanto que la segunda se centra a finales de los años setenta, al recabar las medias móviles unos valores similares a los de 1927, los más bajos del período analizado. Entre estas dos etapas, las precipitaciones registradas en Roquetes anualmente durante los meses de otoño han sobrepasado en seis ocasiones los 400 mm y puede afirmarse sin duda que el decenio 1960-70 ha sumado una pluviometría superior a la de cualquier otro desde que existen observaciones instrumentales.

Recientemente parece haber concluido la última de las etapas de relativa penuria pluviométrica y acaso asistimos al inicio de una fase de incremento de las precipitaciones de otoño en Roquetes, como así lo sugiere la curva representativa de las medias móviles al finalizar en 1985, a semejanza a como se ha señalado ocurre en Barcelona, con una aproximación a la recta de tendencia hasta, prácticamente, coincidir con ésta.

Aunque el contraste entre las medias móviles de las dos series analizadas evidencie realmente la existencia de ciertos rasgos dispares en cuanto a la sucesión de etapas de mayor o menor pluviometría relativa, particularmente notorias hasta aproximadamente mediados de la actual centuria, la evolución secular de las precipitaciones registradas en Barcelona y Roquetes durante los meses de otoño ha mostrado un comportamiento suficientemente parejo como para que el coeficiente de correlación entre las respectivas cantidades totalizadas a lo largo de los 111 años de existencia de observaciones simultáneas en ambas localidades sea significativo con un nivel de confianza del 99 %, como también lo son con el mismo nivel de confianza los coeficientes calculados para cuatro períodos de menor duración, el primero formado por los 30 valores iniciales de las series correspondientes a tales años y los restantes por los tres *periodos internacionales* del siglo XX. Los resultados obtenidos para todos estos períodos son similares, si bien experimentan un ligero incremento a lo largo de la actual centuria, tal como muestra la tabla II, que recoge, además de los coeficientes de autocorrelación calculados para idénticos períodos con cada una de las series de Barcelona y Roquetes. Este incremento es acorde con la mayor semejanza en la evolución de los totales estacionales durante los últimos decenios, puesta de manifiesto por las medias móviles. Por otro lado, el reciente reforzamiento de la aludida semejanza en la evolución secular de los totales pluviométricos de otoño en los dos puntos de observación estudiados, al tiempo que uno de ellos, Barcelona, sufría una intensificación de su proceso de urbanización, prácticamente desconocido en el otro,

TABLA II. *Coefficientes de autocorrelación de los totales pluviométricos registrados los meses de otoño en Barcelona (a) y Roquetes (b) y de correlación entre las cantidades correspondientes a ambos observatorios (c) calculados para distintos periodos.*

Período	a	b	c
1890-1990	0,13	0,04	0,53
1880-1909	0,12	0,06	0,55
1901-1930	0,25	-0,23	0,55
1931-1960	0,03	0,06	0,58
1961-1990	-0,11	-0,19	0,63

Roquetes, parece descartar un posible *efecto urbano* sobre las precipitaciones estacionales, particularmente un incremento relativo de éstas como los señalados por distintos autores a los que alude Goldreich (1984), o una homogeneización de los totales pluviométricos interanuales como los sugeridos por Bordreuil (1977) para Marsella, si bien el propio autor no reconocía modificación apreciable alguna de la pluviometría registrada en esta misma ciudad de mayo a septiembre que pudiera achacarse a un hipotético efecto de este tipo. En realidad, el análisis de un posible *efecto urbano* sobre las precipitaciones observadas en Barcelona debería ser objeto de un estudio específico, dadas las dificultades que comporta la simple evaluación de sus consecuencias y, mucho más, según subraya Lee (1984), la determinación de los mecanismos precisos que son capaces de desencadenar acciones semejantes.

En contraste con lo señalado para los coeficientes de correlación entre las precipitaciones registradas anualmente durante la estación a lo largo de los períodos aludidos, los de autocorrelación están lejos de alcanzar valores significativos con un nivel de confianza aceptable. Esta falta de significación constituye una prueba más de la relativa estabilidad de los totales pluviométricos de otoño no obstante su acusada variabilidad interanual por cuanto no parece detectarse propiamente ningún tipo de tendencia, creciente o decreciente, para ninguno de los períodos contemplados.

## VARIACIÓN DE LOS APORTES PLUVIOMÉTRICOS MENSUALES

Aun cuando octubre pueda ser considerado el mes más lluvioso del año en amplios sectores de las tierras del nordeste de la Península Ibérica, así lo hayamos destacado en trabajos precedentes (Clavero, Martín Vide y Raso, 1980; Martín Vide, Raso y Clavero, 1988), y las precipitaciones medias del mismo mes calculadas a partir de las observaciones realizadas durante los últimos decenios cerca del litoral nordoriental peninsular sobrepasen a las de cualquier otro de los restantes meses del año, no siempre ha ocurrido de este modo. Es más, incluso cabe señalar que se trata de una característica relativamente reciente. En efecto, el cálculo de los valores medios de las precipitaciones registradas cada uno de los tres meses de otoño a lo largo de la totalidad de los años que constituyen las dos series estudiadas, así como la cuantía de los correspondientes a diferentes períodos de treinta años, los treinta primeros de ambas series y los que constituyen los distintos *periodos internacionales* incluidos en las mismas, cuyos resultados recoge la tabla III, pone de manifiesto los siguientes extremos:

1.º) De acuerdo con los valores resultantes de promediar la totalidad de las respectivas precipitaciones mensuales de las series disponibles, octubre únicamente podría considerar-

TABLA III. *Precipitaciones medias de los meses de otoño calculadas a partir de las observaciones realizadas en Barcelona (a) y Roquetes (b) durante distintos períodos.*

(a)			
<i>Período</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>
1850-1990	78,1 mm	80,4 mm	54,7 mm
1850-1879	106,7 mm	87,8 mm	44,0 mm
1871-1900	81,4 mm	73,4 mm	47,4 mm
1901-1930	63,6 mm	91,2 mm	57,1 mm
1931-1960	78,8 mm	74,7 mm	54,1 mm
1961-1990	66,6 mm	86,5 mm	66,0 mm
(b)			
<i>Período</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>
1880-1990	78,4 mm	70,3 mm	53,5 mm
1880-1909	96,0 mm	53,5 mm	53,4 mm
1901-1930	67,4 mm	61,8 mm	53,4 mm
1931-1960	83,1 mm	74,3 mm	38,5 mm
1961-1990	70,8 mm	91,8 mm	60,2 mm

se, y aun por escaso margen, el mes más lluvioso de otoño en Barcelona, mientras que las medias de este mismo mes halladas para Roquetes son claramente inferiores a las de septiembre.

2.º) Las máximas precipitaciones medias mensuales de los distintos períodos de treinta años anteriores a 1961 corresponden a septiembre, salvo las relativas al período 1901-1930 consignadas para Barcelona que deben situarse en octubre.

3.º) Únicamente las medias de los dos puntos de observación estudiados calculadas para el último *período internacional 1961-90* permiten constatar la coincidencia en octubre de las mayores precipitaciones medias mensuales de otoño.

4.º) La pluviometría media de noviembre es en todos los casos inferior a la de los dos meses precedentes, excepto la del período 1880-1909 señalada para Roquetes.

En definitiva, parece confirmarse un desplazamiento de septiembre a octubre de los máximos pluviométricos mensuales de otoño, mucho más evidente en el caso de Roquetes, donde la pluviometría media del mes muestra un apreciable incremento en cada uno de los sucesivos períodos de treinta años contemplados.

## CONCLUSIÓN

El análisis de las más largas series pluviométricas registradas cerca del litoral nord-oriental de la Península ibérica no muestra la existencia de tendencia significativa alguna, creciente o decreciente, de la pluviometría durante la más lluviosa de las cuatro estaciones, el otoño. No obstante, las medias móviles permiten constatar la alternancia de períodos en los que las precipitaciones totalizadas a lo largo de ésta han sobrepasado,

casi todos los años, a las representadas por los respectivos valores medios estacionales, con otros en los que ha sucedido todo lo contrario.

Por otro lado, el desplazamiento, de septiembre a octubre, de las máximas precipitaciones medias mensuales de otoño y del año no parece albergar duda alguna y constituye, posiblemente, uno de los rasgos más destacados de la evolución reciente de la pluviometría estacional en las tierras próximas a las costas mediterráneas del nordeste de la Península ibérica.

### Bibliografía

- BORDREUIL, C. (1977): "Influence de l'urbanisation sur la pluviométrie de la région marseillaise", *La Météorologie*, 9, pp. 91-99.
- CLAVERO, P. L.; MARTÍN VIDE, J.; RASO, J. M. (1980): "Las precipitaciones de octubre de 1979 en Barcelona", *Not. Geog. Física*, 2 pp. 11-27.
- GOLDREICH, Y. (1984): "Urban topoclimatology", *Prog. Phys. Geog.*, 8, n.º 3, pp. 336-364.
- LEE, D. O. (1984): "Urban climates", *Prog. Phys. Geog.*, 8, n.º 1, pp. 1-31.
- MARTÍN VIDE, J.; RASO, J. M.; CLAVERO, P. L. (1988): "Las precipitaciones probables de octubre en Cataluña", *Avances sobre la investigación en Bioclimatología*, C.S.I.C., Salamanca, pp. 97-109.

### Résumé

Après une analyse des plus longues séries pluviométriques enregistrées près du littoral de la Péninsule Ibérique, on n'a pas été possible constater l'existence d'aucune tendance, croissante ou décroissante dans l'évolution séculaire des précipitations de la plus pluvieuse des quatre stations dans ce secteur, l'automne. Cependant, la représentation graphique des moyennes mobiles nous montre des périodes de quelques années successifs avec une prédominance des totaux pluviométriques supérieures aux valeurs moyens respectifs, en alternant avec autres pendant lesquels ce que arrive est tout au contraire.

D'ailleurs, l'étude de telles séries nous montre que les plus grandes des précipitations moyennes mensuels d'automne et de l'année semblent d'avoir été déplacés du mois de septembre au mois d'octobre.

### Abstract

After a statistical analysis of the longest pluviometric series registered near the North-east littoral Iberian Peninsula, neither an increasing or a decreasing tendency has been detected in the secular evolution of autumn, the season which registers higher rainfall. However, graphic representation of running averages shows that precipitation is predominantly higher than its respective seasonal mean for several consecutive years alternating with other periods during which the opposite happens.

Besides, the study of such series shows that the greatest monthly average precipitation appears to be displaced from september to october.