

Frecuencias de la precipitación según los días de la semana en Barcelona

por M.^a DEL CARMEN MORENO GARCÍA

Palabras clave:

Barcelona; clima urbano; día de la semana; frecuencia de la precipitación; test de χ^2

INTRODUCCIÓN

Cada vez más, el estudio del clima urbano atrae y fija la atención de investigadores de diferente formación científica. El hecho está bien justificado, porque las áreas urbanas constituyen, generalmente, sectores singulares dentro del clima de la región donde se localizan. Se ha hablado de que en ocasiones suponen una clara discontinuidad climática dentro de aquéllas, pues, por ejemplo, las edificaciones y superficies pavimentadas o asfaltadas son modificaciones de las condiciones naturales que había antes de su construcción o de las del entorno rural próximo. Además, el interés de su estudio se acrecienta si se tiene presente que en las ciudades reside un elevado porcentaje de la población mundial, y en progresivo aumento, la cual sin duda ha de ser beneficiaria, en último extremo, de los resultados de las investigaciones sobre el clima urbano.

Sucintamente, las modificaciones de las condiciones naturales climáticas producidas en las áreas urbanas pueden clasificarse en dos tipos fundamentales:

a) las que son consecuencia de la presencia de edificaciones y superficies artificiales, y

b) las que resultan de la contaminación atmosférica por las actividades humanas concentradas en ellas.

En el primer grupo se incluirían, entre las cinco alteraciones básicas distinguidas por Lowry (1967), la naturaleza «rocosa» de los materiales de construcción urbanos; la acusada variedad de formas, orientaciones y, en general, la exposición de los elementos urbanos, así como la existencia de sistemas de drenaje rápidos. En el segundo, las emisiones de diversos poluentes y la generación de calor artificial. Todas estas alteraciones originan variaciones en el balance radiactivo, incremento de la turbulencia, disminución

de la evapotranspiración, aumento del número de núcleos de condensación, así como otras consecuencias cuyo detalle queda alejado del objetivo del presente trabajo.

Ahora bien, no puede olvidarse, por otra parte, que la caracterización y cuantificación de los efectos producidos por la urbanización tropiezan a veces con varias y serias dificultades. Así, puede señalarse, al menos (Bessemoulin, 1983), que:

- a) la interacción de fenómenos urbanos tiene, en ocasiones, efectos diversos, o contrapuestos, que pueden oscurecer su medida individual;
- b) determinados análisis requieren medidas homogéneas, obtenidas con instrumentos parecidos y horario y altitud comparable, sobre un período suficientemente largo y en una malla de puntos densa;
- c) los regímenes climáticos estacionales y anuales y los posibles cambios climáticos a lo largo del último siglo enmascaran en algunos casos las variaciones que en ciertos elementos climáticos ha producido la urbanización.

Así pues, y teniendo en cuenta las prevenciones anotadas anteriormente, en el presente trabajo se aborda el análisis de uno de los aspectos de la precipitación, como es su frecuencia según los días de la semana, para el caso de Barcelona, que en algunos estudios sobre otras ciudades han mostrado que se ve condicionado por la influencia de las áreas urbanas.

1. HIPÓTESIS

Diversos estudios realizados sobre el clima urbano a partir de mediados del presente siglo concluyen que el creciente e intenso proceso de urbanización durante esta centuria ha podido afectar a la cantidad, frecuencia y régimen de la precipitación en algunas ciudades. Los principales factores de los procesos de urbanización que pueden tener consecuencias significativas en la precipitación son:

- a) la naturaleza del terreno urbanizado, sobre todo en cuanto a su rugosidad, albedo y capacidad calorífica de los materiales;
- b) la emisión de núcleos de condensación y de sublimación.

En el primer caso, sobre las ciudades se origina una mayor turbulencia mecánica y térmica, o convección —que son parámetros destacados en la formación y desarrollo de la nubosidad— que en el medio rural. En el segundo, el aporte de núcleos de condensación afecta a la propia génesis de las nubes.

Algunos análisis puntuales han comprobado un ligero aumento de la precipitación en algunas ciudades en comparación con su periferia rural, o consigo mismas antes de su crecimiento. Este aumento puede estimarse en un incremento del 5 al 10 %, aproximadamente, en cuanto al total anual (Bessemoulin, 1983), y en un 10 %, aproximadamente, con respecto al número de días con precipitación superior a 5 mm/día. Este aumento es producto, según la mayoría de los investigadores, de los procesos agravados por la turbulencia mecánica y térmica que introducen las áreas urbanas y, sólo en algunos casos y en menor medida, del «superávit» de núcleos de condensación y de sublimación sobre las ciudades. Incluso parece que la cantidad de precipitación presenta una mejor correlación con la población (y secundariamente con la emisión de calor) que con la emisión de partículas.

La hipótesis que se plantea respecto a la frecuencia de la precipitación según los días de la semana, tal como han demostrado ya algunos estudios sobre otras ciudades (Brysson y Ross, 1972, citan el caso de Chicago), es que durante la semana laboral se aprecia un significativo incremento de la precipitación, en comparación con los valores que se registran durante el fin de semana. Y ello es debido a la intensa actividad industrial y, en general, urbana que se genera durante los días laborables, lo que com-

porta un aumento en la emisión de núcleos de condensación y de sublimación y de calor. Pues bien, se trata ahora de comprobar si dicha hipótesis se verifica, o no, para el caso de Barcelona.

2. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE BARCELONA

Con vistas a verificar, en el caso de Barcelona, la hipótesis planteada en el apartado anterior, se procedió a recopilar los datos de precipitación diaria, en mm, registrada durante el período 1941-70. Posteriormente se asignó a cada día con precipitación el día de la semana en que ocurrió, con la ayuda de un calendario perpetuo. Finalmente se halló la frecuencia absoluta de días con precipitación según los días de la semana para el conjunto del período analizado y para las décadas 1941-50, 1951-60 y 1961-70. Es decir, se contabilizó cuántos lunes, martes, etc., resultaron lluviosos en esos períodos, con independencia de la cantidad recogida. Los resultados se presentan en el cuadro I.

Cuadro I. Frecuencias absolutas de días con precipitación

	1941-50	1951-60	1961-70	1941-70
Lunes	127	164	137	428
Martes	124	161	145	430
Miércoles	143	150	149	442
Jueves	137	138	144	419
Viernes	143	135	149	427
Sábado	131	155	160	446
Domingo	121	146	135	402

Cuadro II. Valor de χ^2 para el período 1941-70, desglosado en sus sumandos

	χ^2
Lunes	0,00023
Martes	0,01239
Miércoles	0,47813
Jueves	0,17699
Viernes	0,00116
Sábado	0,78302
Domingo	1,54430
Total	2,99622

Para comprobar si las diferencias entre los días de la semana, dentro de un mismo período, son o no significativas, se aplicó el test de χ^2 , que, para el caso del período 1941-70, se recoge en el cuadro II. El valor de χ^2 obtenido para un nivel de significación, $\alpha = 0,05$, y un número de grados de libertad, $v = 6$, es: 3,0, claramente inferior al valor permitido (12,6). En consecuencia, las diferencias observadas entre los días de la semana no son significativas, y deben ser atribuidas al azar. Para las décadas, los valores de χ^2 quedan, igualmente, por debajo del umbral de significación. Son: 3,6, 4,8 y 2,9, para 1941-50, 1951-60 y 1961-70, respectivamente.

Los anteriores resultados son concluyentes, y muestran que en Barcelona la ocurrencia de la precipitación no se ve condicionada apreciablemente por el día de la semana, tanto para el período de 30 años 1941-70, como para las tres décadas consideradas. Incluso el valor más bajo hallado corresponde a la última década, en el que el desarrollo urbano e industrial de la metrópoli alcanzó cotas mucho más altas que en las anteriores.*

* Posteriormente, al poder disponer de los datos, se ha analizado también el período 1971-1985, no encontrándose tampoco diferencias significativas, puesto que el valor de χ^2 obtenido para esta década ha sido de 1,6, claramente inferior al umbral de significación. Asimismo, los valores de χ^2 obtenidos para las frecuencias de días con precipitación menor que 5 mm, mayor o igual que 5 mm y mayor o igual que 10 mm han sido de 2,5, 2,8 y 4,4, respectivamente.

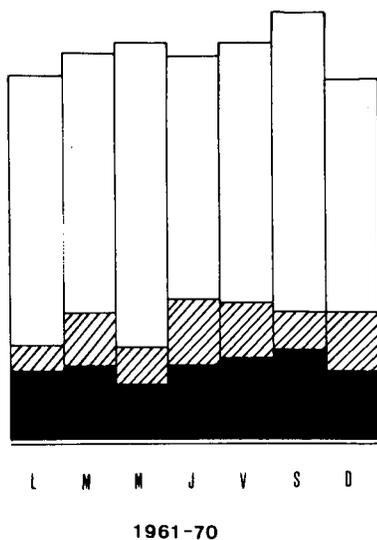
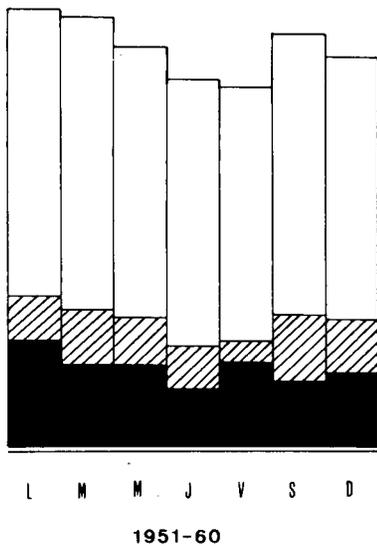
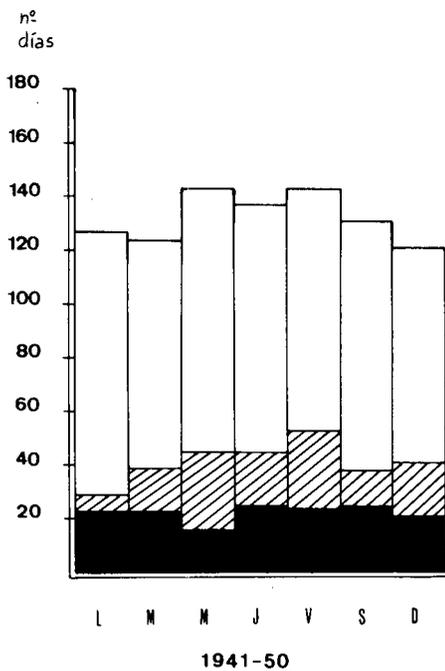
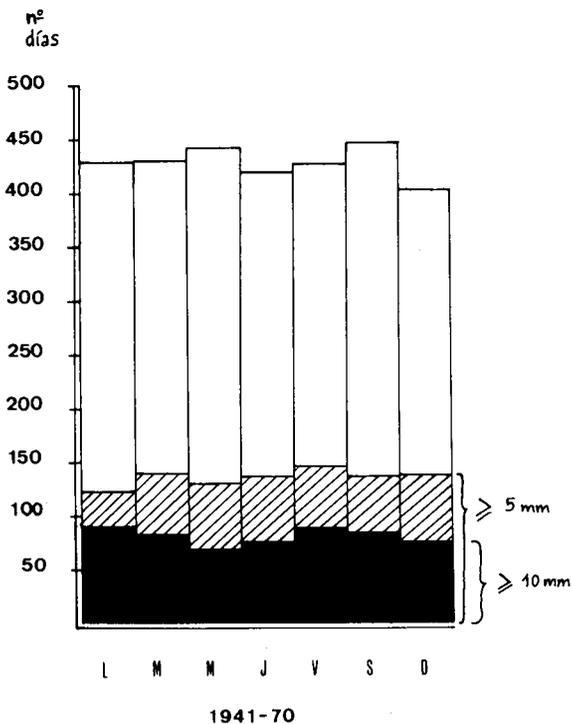


Figura 1. Frecuencias absolutas de días con precipitación indicando n.º de días con precipitación mayor o igual que 5 mm y mayor o igual que 10 mm de los períodos 1941-70, 1941-50, 1951-60 y 1961-70.

No obstante la claridad de los resultados, que obliga a rechazar la hipótesis en el caso de Barcelona, se aplicó el mismo test a la frecuencia de días de precipitación menor que 5 mm, mayor o igual que 5 mm y mayor o igual que 10 mm, para ver si podrían detectarse diferencias significativas entre los días de la semana una vez clasificados los días con precipitación en esas categorías. Es decir, se trató de averiguar si sólo algunos valores de precipitación diaria podían salir beneficiados o perjudicados por influencia del día de la semana, aunque en el conjunto global tales diferencias quedarán mitigadas. Las frecuencias absolutas se han representado en la figura 1. Los resultados correspondientes tras la aplicación del test mostraron igualmente la no significación de las diferencias, y se recogen en el cuadro III.

Cuadro III. Valores de χ^2 para las frecuencias de días con precipitación menor que 5 mm y mayor o igual que 5 y que 10 mm correspondientes a los períodos indicados

n.º días de prec.	1941-50	1951-60	1961-70	1941-70
<5 mm	2,9	1,5	6,1	6,4
≥5 mm	8,0	5,6	6,9	2,4
≥10 mm	2,7	6,7	3,7	4,3

3. CONSIDERACIÓN FINAL

Tras el análisis de los resultados alcanzados, debe rechazarse la hipótesis de que en Barcelona, durante los días laborables de la semana, llueva más que durante el fin de semana, ya que, si bien es cierto que el domingo registra la menor frecuencia absoluta de días de precipitación de todo el período, con 402 días, también es cierto que las diferencias no son estadísticamente significativas. Ante dichos resultados habrá que tener en cuenta algunas prevenciones, como, por ejemplo, el hecho de que durante los domingos quizás exista menor diligencia y cuidado en la observación meteorológica.

Por otra parte, existe la creencia popular de que durante los fines de semana llueve con mayor frecuencia que durante el resto de los días de la semana (Cehak, 1982), pero también se ha demostrado que dicha creencia no tiene, para el caso de Barcelona, ninguna base o constatación científica y que, en realidad, su origen debe atribuirse a la excesiva sensibilidad de la gente en torno a este tema, pues es precisamente durante el fin de semana cuando, normalmente, programan sus actividades al aire libre, relacionadas con el ocio.

Bibliografía

- BESSEMOULIN, P.: «Meteorologia i urbanisme. Efectes de la urbanització sobre els principals paràmetres meteorològics.» *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, 5, Diputació de Barcelona, 1983.
- BRYSSON, R. A. y ROSS, J. E.: «The Climate of the City» in DETWYLER, T. R., MARCUS, M. G. et al.: *Urbanization and Environment. The physical geography of the city*. Duxbury Press, Belmont, 1972, pp. 51-68.
- CEHAK, K.: «Note on the dependence of precipitation on the day of the week in a medium industrialized city.» *Archives for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology. Series B*, 30(3), Wien, 1982, pp. 247-251.
- LOWRY, W. P.: «El clima de las ciudades.» *Scientific American*, 217, 1967, pp. 15-23.

Resumé: Fréquence des pluies selon les jours de la semaine à Barcelone

On analyse la fréquence des pluies selon les jours de la semaine, pour le cas de Barcelone, pour vérifier si c'est vraie l'hypothèse qui dit le suivant: pendant les jours ouvrables il pleut plus que pendant les week-ends, étant donnée l'intense activité industrielle et urbaine, qui porte l'augmentation dans l'émission des noyaux de condensation, de sublimation et de chaleur. Le test de χ^2 , auquel sont soumises les données de la pluie directe de la période 1941-70, montre de quelle façon à Barcelone, l'occurrence de la pluie n'est pas conditionné par le jour de la semaine.

Abstract: Frequency of rainfall according to days of the week in Barcelona

An analysis is made of the frequency of rainfall, according to the days of the week, for the case of Barcelona, to check the hypothesis that it rains more on workdays than at weekends, due to the intense industrial and urban activity which entails an increase in the issue of condensation nuclei and sublimation and heat. The χ^2 test, to which the data of daily rainfall of the period 1941-70 is submitted, shows how in Barcelona the occurrence of rainfall is not notably conditioned by the day of the week.