

ESTUDIO DE LA ESTACIONALIDAD DE LA LLUVIA MENSUAL EN UNA REGION DE
LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Olga C. Penalba y Walter H. Vargas

Depto Cs. de la Atmósfera
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar la variabilidad interanual y espacial del régimen anual de lluvia en una zona del noreste de la provincia de Buenos Aires.

Se realiza un análisis de las series mensuales de precipitación correspondientes a 10 estaciones de la provincia de Buenos Aires, para el período 1907-1966.

Se utiliza el análisis de Fourier como método de clasificación.

En primera instancia, se estudia la estructura anual media de la región, encontrándose que la varianza explicada por el ciclo anual aumenta en la medida que la estación se aleja de la costa.

Luego, se investiga sobre los posibles grupos o tipos de marchas anuales discriminados mediante la estructura de las distintas ondas, dadas a través del análisis armónico. Los resultados muestran que existen años cuya variabilidad es explicada fundamental y alternativamente por las distintas ondas del espectro.

ABSTRACT

This paper examines temporal and spatial annual variability of precipitation of ten locations in the province of Buenos Aires for the 60 year period 1907-1966.

Spectral analysis of monthly series of rainfall is suggested as a method of regional classification of rainfall regimes.

By mapping the variance associated with annual oscillation of mean monthly rainfall, it is shown that the rainfall climatology can be precisely described in a quantitative manner. Areas of highest concentrations of explained variance occur in the continental stations.

The different cycles of annual march series are analyzed using the spectral analysis. There is a great variation of rainfall regimes.

INTRODUCCION

La importancia del diagnóstico regional de la lluvia ha aumentado considerablemente en los últimos años por las diversas exigencias que plantean la vigilancia del clima y la búsqueda de predictores climáticos.

La Argentina no ha escapado a ese interés, concentrado en diversos estudios, entre otros se puede citar a Prohaska (1952) quien clasificó la distribución de la lluvia anual de acuerdo a la circulación atmosférica. Marchetti (1952, 1953) y Machado y Marchetti (1953) estudiaron el régimen de intensidades de la precipitación en Buenos Aires. Wolcken (1954) analizó el origen sinóptico de eventos de precipitación durante 2 años (1941 y 1942). Hoffmann (1970) estudió la variabilidad secular de la lluvia y Krepper y otros (1969) analizaron su variabilidad espacial y temporal en el centro-este de la Argentina.

En otros trabajos, los autores (Vargas y Penalba, 1986,a) y b)) han estudiado la estabilidad de la precipitación media mensual en esta zona, como así también los posibles cambios que pudo haber producido, en las series pluviométricas, el gran crecimiento de la edificación, tomando como ejemplo la ciudad de Buenos Aires. En general, los resultados indican que el efecto antropogénico no es detectable y que los datos son estables a partir de 1890.

El objetivo de este trabajo es estudiar la variabilidad interanual y espacial del régimen anual de la precipitación en una región del noreste de la provincia de Buenos Aires.

DATOS Y PROCEDIMIENTO UTILIZADOS

El análisis que se lleva a cabo está basado en registros de totales mensuales de precipitación para el periodo (1907-1966) de 10 estaciones de una región de la provincia de Buenos Aires (Figura 1). Se utilizaron estos datos por ser series de periodos largos y con control de consistencia inicial.

Para poder encontrar una clasificación regional para las distintas marchas anuales de la lluvia, se descomponen las series anuales de cada uno de los años de las 10 estaciones mediante el análisis de Fourier (Panofsky and Brier, 1963).

El método que se utiliza para esta clasificación es caracterizar a cada año pluvial de cada estación por la armónica de mayor varianza explicada y agrupar los años según esa armónica. Una limitación del análisis armónico es que la cantidad máxima de grupos (armónicas 1 a 8) está prefijada, debido a que en el análisis de Fourier el número de armónicas queda determinado por el lapso analizado.

Esta clasificación fue aplicada satisfactoriamente a la serie mensual de precipitación de Observatorio Central Buenos Aires (Penalba y Vargas, 1986) serie considerada de referencia ya que se utilizó un lapso de 124 años.

El análisis de Fourier fue utilizado, entre otros, por Horn and Bryson (1960) en datos de precipitación en los E.E.U.U. para estudiar su estacionalidad, en Sud Africa por Tyson (1971), y Keen and Tyson (1973). Rodhe (1974) lo utilizó en algunos parámetros hidrológicos para los E.E.U.U. y Hsu and Wallace (1976) realizaron una clasificación mundial de la precipitación mensual.

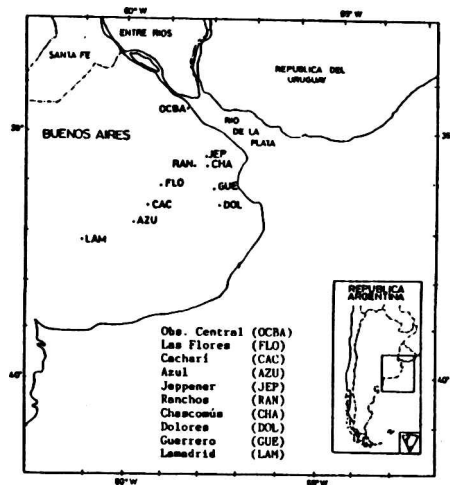


Figura 1: Ubicación de las estaciones en la provincia de Buenos Aires.

RESULTADOS

En primera instancia, se estudia la estructura espacial climática de la lluvia representada por la marcha anual media de cada estación, series de 12 datos, a través del análisis armónico. La distribución espacial de la fase y la varianza explicada por el ciclo anual y semianual se muestran en las Figuras 2 y 3 respectivamente. En este caso se aumentó el número de estaciones a 17, para mayor representatividad del campo climático. Los datos de las siete estaciones restantes fueron extraídos de las estadísticas climatológicas (S.M.N., 1969) y los nombres de estas estaciones figuran en la leyenda. Se puede observar que la suma de ambos ciclos representan casi el 90 % de la varianza total, siendo la armónica 1 la de mayor importancia, aumentando ésta a medida que la estación se aleja de la costa. El ciclo de 8 meses tiene un mayor predominio en la zona costera. Las ondas de periodos menores, que explican el resto de la varianza, no tienen un patrón definido y se comportan como ruido climático en toda la región.

El régimen medio anual de precipitación predominante en esta zona está caracterizado por un mínimo invernal y dos máximos, uno principal en otoño (marzo, fase = 3) y uno secundario en primavera (octubre, fase = 10) (Hoffmann, 1975). Dadas las características de estas marchas y de los resultados obtenidos (Figura 2 y 3) se observa que, a pesar de que el efecto astronómico es un forzante importante en la precipitación mensual (varianza explicada mayor al 50%), el ciclo anual no representa por sí solo a la componente climática. En otras palabras, esto indicaría que para representar satisfactoriamente el régimen climático de lluvia es necesario la conjunción del ciclo anual y semianual. La Figura 4 muestra como

ejemplo representativo de toda la región la marcha anual promedio de O.C.B.A. y su correspondiente reconstrucción a través de la armónica 1, 2 y la suma de ambas.

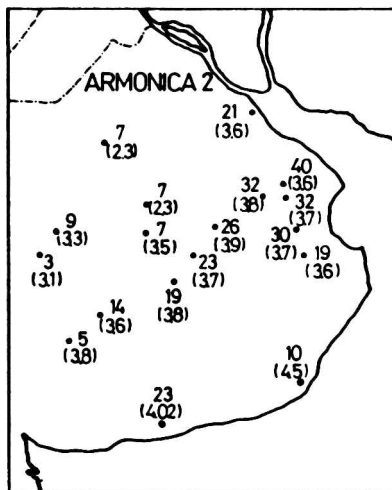
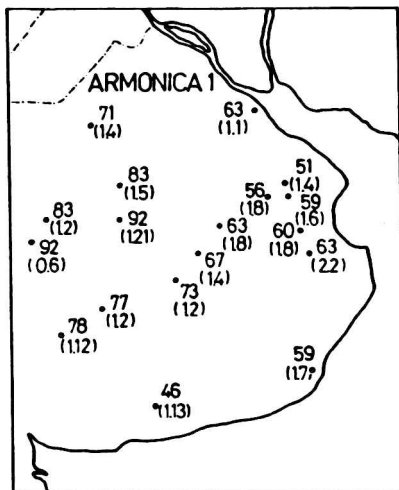


Figura 2: Distribución espacial de la varianza porcentual explicada y la fase (C) en meses, para el ciclo anual Armónica 1).

Figura 3: Idem Figura 2 para el ciclo semianual Armónica 2).

Estaciones adicionales: Junín, 9 de Julio, Bolívar, Pehuajó Trenque Lauquen, Cnel Suarez, 3 Arroyos, Mar del Plata.

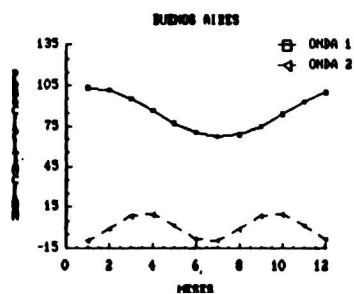
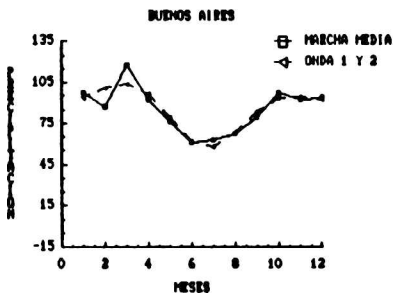


Figura 4: Marcha anual promedio (MARCHA MEDIA) de la precipitación de Obs. Central Buenos Aires y la reconstrucción del ciclo anual (ONDA 1), ciclo semianual (ONDA 2) y la suma de ambos ciclos (ONDA 1 Y 2).

Luego, se agruparon las marchas anuales de cada estación discriminadas mediante la estructura de la onda predominante, de acuerdo al criterio explicado en el punto anterior. Se observa en la Tabla I que para cada estación, todas las ondas del espectro

aparecen como fundamental en algún año pluvial, permitiendo de esta forma obtener elementos para los 6 grupos posibles. Esto nos está indicando la posible variabilidad existente entre los años de lluvia. Con respecto a la influencia del efecto astronómico, caracterizada por la armónica 1, se observa que no es predominante ya que tiene una ocurrencia relativa que va del 13% al 43% (Guerrero y Lamadrid, respectivamente).

TABLA I

Frecuencias relativas porcentuales de ocurrencia de años de precipitación mensual dentro de los grupos, para cada estación, dados por el orden de la armónica de mayor varianza explicada.

GRUPO	OCBA	JEP	RAM	CHA	FLO	GUE	CAC	DOL	AZU	LAM
1	26.6	20.0	23.3	16.7	25.0	13.3	25.0	23.3	33.3	43.3
2	18.3	28.3	21.7	23.3	31.7	33.3	25.0	30.0	30.0	25.0
3	1.7	11.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	6.7	6.7
4	25.0	20.0	16.7	18.3	18.3	16.7	21.7	16.7	18.3	5.0
5	26.6	16.7	26.6	25.0	10.0	21.7	13.3	18.3	10.0	15.0
6	1.7	3.3	1.7	6.7	5.0	5.0	5.0	1.7	1.7	5.0

Los campos que definirían las frecuencias relativas de la Tabla I para los grupos dominados por la armónica 1 y 2 (Figura 5) tienen la misma estructura que los campos climáticos medios representados por el ciclo anual y semianual respectivamente (Figuras 2 y 3). O sea, mayor porcentaje de ocurrencia del grupo 1 en estaciones continentales y lo contrario para la onda de 6 meses.

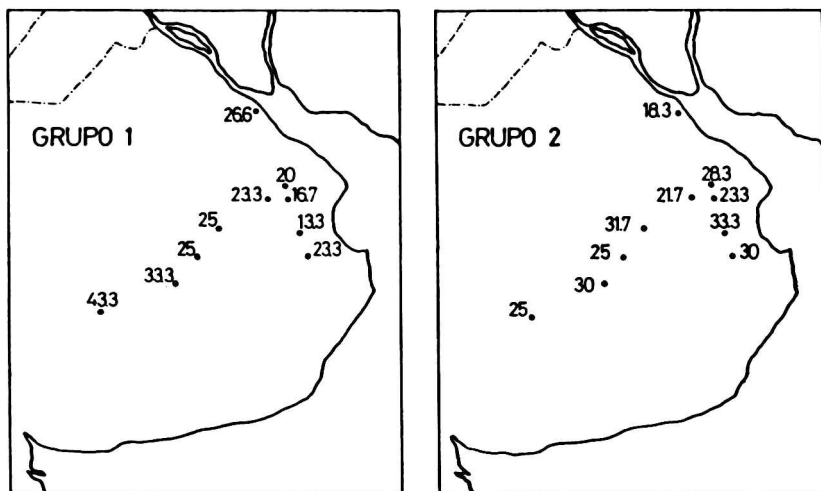


Figura 5: Frecuencias relativas de ocurrencia, extraídas de la Tabla I, de precipitación mensual dentro de los Grupos 1 y 2.

A su vez, cuando se analiza para cada estación, el porcentaje de ocurrencia de los distintos grupos (Tabla I), se observa que no

68 Estudio de la estacionalidad

siempre la onda anual (grupo 1) es la más frecuente, esto lo confirman los casos de Ranchos, Chascomús y Buenos Aires, donde la onda más frecuente es la de periodo de 2,4 meses

Si se toman, en cada estación, los dos grupos con mayores frecuencias relativas de ocurrencia se observa una regionalización de los resultados (Tabla I) Por ejemplo, en Azul y Lamadrid, el grupo 1 y 2 son los de máxima frecuencia Este resultado indicaría que es necesario el estudio del régimen de precipitación en escala espacial más pequeña que la de este estudio, aún para valores mensuales.

Si se define coherencia regional de las lluvias cuando en todas las estaciones la precipitación en ese año es explicada por el mismo armónico, entonces, en este caso, existe sólo un año (1957) en que se cumple esta propiedad Si no se exige que todas las estaciones tengan la misma onda fundamental, o sea que se permite que la región esté dominada por dos grupos, solamente se puede considerar que el 27% de los años está afectada al mismo tiempo por idénticos sistemas generadores de lluvia

CONCLUSIONES

- En la marcha anual de la precipitación mensual media del NE de la provincia de Buenos Aires, el ciclo anual tiene mayor importancia en las estaciones continentales, mientras que el ciclo semestral predomina en las estaciones costeras Las fluctuaciones climáticas más cortas se comportan como ruido en toda la región.
- La clasificación, mediante el análisis armónico, de las lluvias año a año indica por un lado, que el efecto de la onda anual no es predominante, siendo mayor su importancia en las estaciones continentales, y por el otro, todas las ondas del espectro aparecen como fundamentales en algún año.
- El análisis mediante esta metodología muestra que las lluvias mensuales no son homogéneas regionalmente Esto implica que es muy poco probable obtener situaciones climáticas que definan situaciones extremas generalizadas De hecho existe solo un año donde la precipitación en todas las estaciones tiene la misma propiedad absoluta Este caso se presenta en el año 1957 y es una situación de sequía
- Si se disminuye la condición de coherencia absoluta, permitiendo a la región que esté dominada por dos grupos, sólo el 27% de los años cumplen con esta condición

REFERENCIAS

- Hoffmann, J. A., 1970: Características de las series de precipitación en la República Argentina. *Meteorológica*, 1, 166-190.
- Hoffmann, J. A., 1975: Atlas Climático de América del Sur ONM
- Horn, L. H., Bryson, R. A., 1960 Harmonic Analysis of the Annual March of Precipitation over the United States of America. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 50, 157-171
- Hsu C. P., Wallace, J. M., 1978 The Global Distribution of the Annual and Semiannual Cycles in Precipitation. *Mon. Wea. Rev.* 104, 9
- Keen, C. S., Tyson, P. D., 1973 Seasonality of South African Rainfall: a note on its Regional Delimitation using Spectral Analysis. *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. b* 21, 207-214

- Krepper, C. M. y otros, 1989: Time and Space Variability of Rainfall in Central-East Argentina, *J. Climate*, 2, 39-47.
- Machado, E. A., Marchetti, A. A., 1955: Régimen de días de lluvia en la República Argentina, *Meteoros*, 4.
- Marchetti, A. A., 1952: Frecuencia de las lluvias intensas de corta duración en la ciudad de Buenos Aires, *Meteoros*, 1-2.
- Marchetti, A. A., 1953: Probabilidad de las lluvias intensas en la ciudad de Buenos Aires, *Meteoros*, 2-3.
- Panofsky, H. A., Brier, G. W., 1963: *Some Applications of Statistics to Meteorology*, The Pennsylvania State University Park.
- Penalba, O. C., Vargas, W. M., 1988: Estructura del régimen de precipitación de la ciudad de Buenos Aires, *Geoacta*, 15, 133-144.
- Prohaska, F. J., 1952: Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida), *Meteoros*, 1, 86-100.
- Rodhe, H., 1974: Year to Year Variations of Some Hydrological Parameters in Kenya, Dep. Meteorology, Univ. Nairobi, Kenia.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1960: Estadísticas Climatológicas 1951-1960, Publicación Bi, N° 6.
- Tyson, P. D., 1971: Spatial Variation of Rainfall Spectra in South Africa, *Ann. Assoc. Geogr.*, 61, 711-720.
- Vargas, W. M., Penalba, O. C., 1986 a): Análisis de la estabilidad de estimaciones estadísticas en series climáticas de Buenos Aires, *Meteorológica*, 15, 41-50.
- Vargas, W. M., Penalba, O. C., 1986 b): Análisis del posible efecto de la ciudad en la serie de precipitación de Buenos Aires, *Geoacta*, 13, 217-227.
- Wolcken, K., 1954: Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina, *Meteoros*, 4, 327-366.