

ANÁLISIS DE LAS DISTRIBUCIONES DE SECUENCIAS HUMEDAS EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES Y ALREDEDORES

Natalia N. Gattinoni¹ y Gustavo Naumann^{2,3}

(1) Instituto de Clima y Agua, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA),
ngattinoni@cni.inta.gov.ar

(2) C.O.N.I.C.E.T., gnaumann@at.fcen.uba.ar

(3) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires

Resumen

En este trabajo se analizaron las secuencias de días con precipitación en las estaciones de Aeroparque, Ezeiza y Observatorio Central Buenos Aires (OCBA). Se utilizaron datos diarios para los períodos de 1959-2005 y 1870-2005. Se definió como secuencia húmeda aquella que está compuesta por días seguidos con precipitación mayor o igual a 0,1mm. En primer lugar se caracterizó las distribuciones de longitudes de secuencias considerando distintos umbrales de precipitación acumulada en las mismas (Ppa). Se observó una coherencia espacial cuando los umbrales fueron menores a 50mm. Las secuencias de un día presentaron frecuencias mayores cuando el umbral de precipitación acumulada era menor a 10mm. Luego al aumentar el umbral, la longitud de máxima frecuencia se desplaza hacia las secuencias de dos y tres días, indicando que es necesario secuencias con longitudes mayores a un día para poder acumular una determinada cantidad de precipitación. Resultaron poco frecuentes las lluvias mayores a 95mm de corta duración (uno y dos días) y las longitudes mayores a 8 días. Se realizó el mismo análisis para los meses de verano e invierno para poder caracterizar las secuencias en dos épocas en las cuales el origen más frecuente de la precipitación se debe a diferentes procesos físicos. Se observó mayor frecuencia de secuencias de un día en el verano con respecto al invierno. Para umbrales menores a 30mm el máximo de las frecuencias durante el verano se observó desplazado hacia una longitud menor en relación a los máximos del invierno, resaltando así el carácter convectivo de la precipitación.

Palabras clave: precipitación – secuencias – Buenos Aires – distribuciones – variabilidad – umbrales

Abstract

In this work, we examined the sequences of days with precipitation at Aeroparque, Ezeiza and Buenos Aires Central Observatory (OCBA). We used daily data for the periods 1959-2005 and 1870-2005, the latter only for OCBA. A wet spell was defined as the days with precipitation greater or equal than 0.1 mm. In this case was characterized different wet spell lengths considering different thresholds of accumulated precipitation (Ppa). There was a spatial coherence when the thresholds were less than 50mm. Particularly the wet spells of one day showed more frequencies if threshold of accumulated rainfall was less than 10mm. Then if we increase the threshold, the more frequent are the wet spells between two to three days, indicating that it is necessary sequences with lengths greater than one day to be able to accumulate a certain amount of precipitation. We performed the same analysis for the summer and winter in order to characterize the sequences in two seasons in which the most frequent source of precipitation is due to different physical processes. There was a higher frequency of sequences for one day to the summer than the winter. For thresholds lower than 30mm, the maximum frequency during the summer was observed shifted to a smaller length in relation to the maximum of winter, thus highlighting the nature of convective precipitation.

Key word: precipitation- wet spells – Buenos Aires – variability - thresholds

Introducción

La variabilidad de las precipitaciones tiene una directa influencia sobre diferentes actividades humanas, la más destacable es la producción agrícola. Hoffmann (1987) observó, en Argentina, un corrimiento de las isohietas en dirección sudoeste, cuya consecuencia más notable ha sido el desplazamiento de la frontera agrícola. Minetti et.al. (1997) analizaron las series de precipitación anual al este de la Cordillera de los Andes, hallando un salto durante las décadas de 1950 y 1960. Castañeda y Barros (1994) encontraron tendencias anuales positivas de la precipitación al este de la cordillera de los Andes, observando que la mayor parte de la misma se presenta a partir de la década del '50.

Una región de gran interés económico como social dada su densidad poblacional es la región metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires. El régimen de precipitación media mensual en la Ciudad de Buenos Aires presenta máximos relativos desde Octubre a Marzo y mínimos en Junio, Julio y Agosto. Hoffman (1975) estudió las características de los acumulados de precipitación sobre la región pampeana, hallando máximos en los meses de verano y mínimos durante el invierno.

Sarochar (2003, 2005) determinó que en la región la frecuencia de precipitación de origen convectivo es superior a la de origen estratiforme, en los meses de verano y primavera. En los meses de invierno el comportamiento es opuesto, dado por la mayor actividad frontal asociada a la circulación de los oestes en la región durante la época invernal.

Los objetivos propuestos en este trabajo son analizar en la región metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires, la coherencia espacial y temporal de la precipitación diaria y estudiar las distribuciones de frecuencias relativas de las secuencias húmedas para distintos umbrales de precipitación diaria en la Región metropolitana de Buenos Aires.

2. Datos y Metodología

2.1 Información utilizada

Se han utilizado datos de precipitación diaria provenientes de las mediciones de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Las mismas fueron escogidas con el fin de poder caracterizar los eventos de precipitación en una región densamente poblada como lo es la Ciudad de Buenos Aires y sus alrededores; y por ser las estaciones que presentaron las bases de datos extensas y confiables.

Los periodos de datos disponibles resultaron variables; OCBA presentó el registro más largo con 135 años, las estaciones de Aeroparque y Ezeiza contaron con 47 años de datos. Dichos periodos se pueden observar en la *Tabla 2*, en la cual también se presentan los datos de latitud y longitud de cada una de las estaciones.

Nombre	Período	Latitud	Longitud	Cantidad de años
OCBA	1870-2005	34.6S	58.5W	135
Aeroparque	1959-2005	34.6S	58.4W	47
Ezeiza	1959-2005	34.8S	58.5W	47

Tabla 2: Datos de las tres estaciones meteorológicas ubicadas en la región metropolitana utilizadas en el estudio.

2.2 Secuencias húmedas

La precipitación es una variable meteorológica que puede ser tratada como dicotómica representada por dos estados: "ocurrencia" o "no ocurrencia". En éste trabajo se consideraron

valores de precipitación diaria mayores o iguales a 0,1mm determinado la “ocurrencia” de precipitación y menor a ese umbral determinando la “no ocurrencia”. Se definió como *secuencia húmeda* aquella que está compuesta por días seguidos con “ocurrencia” de precipitación. A partir de esta información se generó una nueva serie conformada por los valores de longitud de las secuencias húmedas y la precipitación acumulada en ellas (*PPa*). Dado que se observan distintos impactos sociales y naturales de acuerdo a los valores de precipitación acumulada, se estudió la distribución de frecuencias de longitudes de secuencias húmedas, comparando las *PPa* con diferentes umbrales: 0.1mm, 5mm, 10mm, 30mm, 50mm, 70mm, 95mm, 105mm. Si bien el umbral de 0.1mm carece de importancia y hasta de poca factibilidad en una secuencia mayor que un día “mide” los estados nubosos que no llegaron a concretar más allá de una llovizna y el umbral de 105mm resulta del orden de la precipitación media mensual registrada en OCBA. Se procedió a identificar las distintas longitudes de las secuencias del registro cuando la precipitación acumulada en las mismas superaba o era igual a un cierto umbral. Finalmente, se realizó para las épocas de verano (Diciembre, Enero y Febrero) e invierno (Junio, Julio y Agosto).

3. Resultados

3.1 Análisis de las Frecuencias de secuencias húmedas para distintos umbrales de precipitación

En la *Figura 2* se observan los histogramas de frecuencias de longitudes de secuencias húmedas para las tres estaciones meteorológicas para diferentes umbrales de precipitación acumulada (*Pp* umbral).

Se observó una coherencia espacial en las distribuciones cuando los umbrales fueron menores a 30mm. Luego al aumentar el umbral considerado esta característica en las frecuencias resultó menos visible. El máximo de la distribución se halló en la longitud de un día húmedo para umbrales de 0.1mm y 5mm observándose un aumento en el porcentaje de secuencias de dos días para este último. En ambos la distribución respondió a un modelo tipo exponencial, el cual deja de ser válido cuando se aumentó el umbral de precipitación. Sin embargo todas las distribuciones pertenecieron a un modelo tipo Pearson.

Cuando los valores de *Ppa* fueron mayores a 10mm las frecuencias resultaron menores al 40% para todas las longitudes, presentando un máximo que se ha desplazado hacia la longitud de dos días. Cabe destacar que la mayor diferencia entre los cuatro primeros umbrales considerados es la disminución en un 50% de la frecuencia de un día de lluvia en las tres estaciones. Mientras que se observó, al aumentar el umbral mayor porcentaje de las frecuencia de longitudes mayores a 3 días. De esta forma se observa la presencia de eventos de mayor longitud temporal en los cuales se acumula el umbral de precipitación fijado.

Cuando el valor de precipitación aumenta a 70mm, Aeroparque y OCBA presentaron una frecuencia de aproximadamente 25% para la longitud de tres días en cambio Ezeiza mostró igual porcentaje que éstas para la secuencia de dos días.

En cuanto a los últimos dos umbrales (95mm y 105mm) el máximo de las frecuencias se desplazó hacia longitudes de tres y cuatro días con respecto a los umbrales anteriores. Aeroparque y Ezeiza presentaron sus máximos en las secuencias de cuatro días mientras que OCBA mantuvo su máximo en tres días. Para ambos valores de precipitación resultó poco frecuente encontrar secuencias de un día de duración.

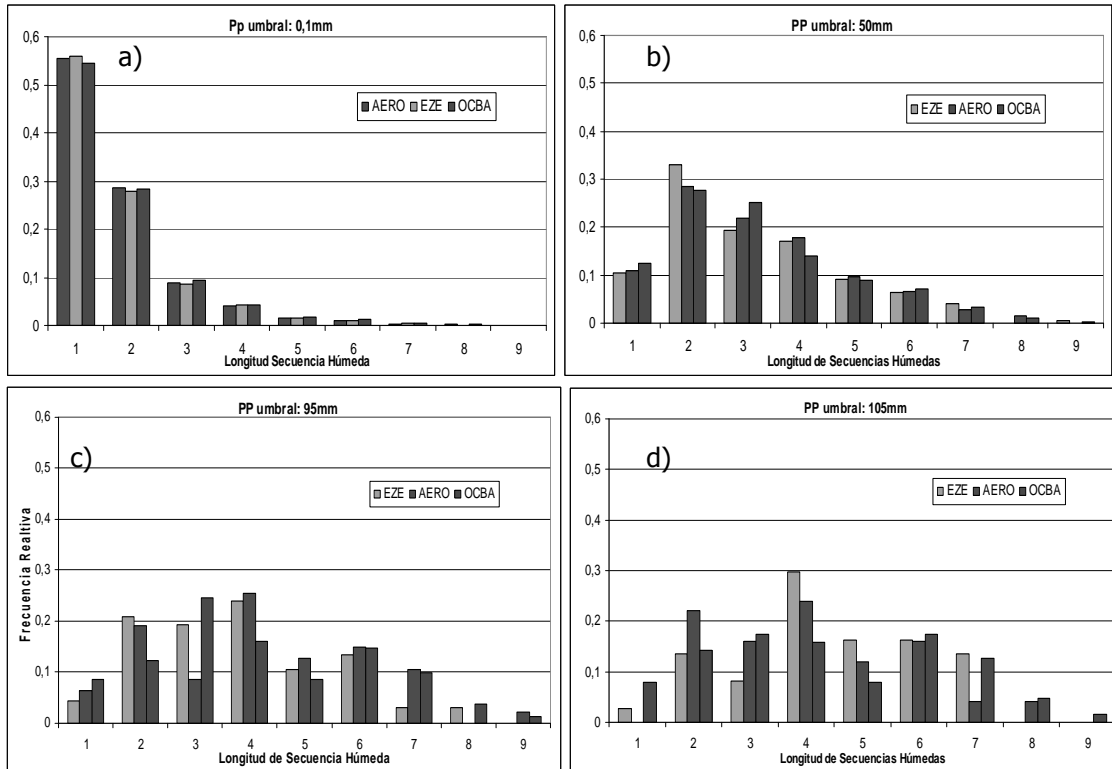


Figura 2: Frecuencias Relativas de longitudes de Secuencias Húmedas en Ezeiza, Aeroparque y OCBA para los datos de secuencias anuales. Para los umbrales a) 0.1mm, d) 50mm, e) 95mm y f) 105mm.

Para visualizar el cambio de las distribuciones cuando se consideran distintos valores de Ppa se muestra en la *Figura 3* las frecuencias para la estación de Aeroparque. Se aprecia una disminución del máximo a medida que el umbral aumenta, así como el mismo tiende a ubicarse en secuencias de mayor longitud. Con lo cual, para precipitaciones acumuladas superiores a 30mm resultó más frecuente la presencia de eventos persistentes de longitudes mayores a dos días.

En todos los casos analizados resultaron muy poco frecuentes las secuencias mayores a siete días.

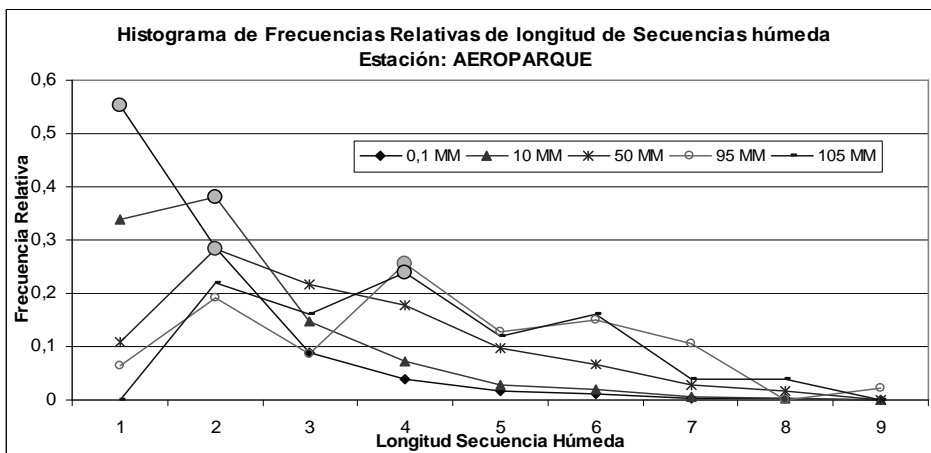


Figura 3: Histograma de Frecuencias Relativas para distintas longitudes de secuencias

húmedas para la estación de Aeroparque.

3.2 Análisis estacional

Los factores meteorológicos que se suman para dar origen a las precipitaciones varían de una época a otra del año. Así se destacan las lluvias más frecuentes durante el verano asociadas a tormentas convectivas que resultan de la conjunción entre los efectos radiativos y altos contenidos de vapor presentes en las masas de aire cálido e inestable. En el invierno las precipitaciones responden, en su mayoría, a la frecuencia de pasajes de sistemas frontales de escala sinóptica producto de las perturbaciones transientes que desplazan su posición media hacia el norte del hemisferio en ésta época.

En la *Figura 4* se observan las distribuciones de secuencias húmedas para verano e invierno. Dado que existieron semejanzas en las distribuciones, sólo se muestran los gráficos para algunos de los umbrales.

Lo encontrado para verano e invierno no difiere en términos de distribución de frecuencias a lo hallado para el año lo que indica que en primavera y otoño la conclusión será inmediata. Se observó una coherencia espacial entre las distribuciones durante las dos épocas del año. Cuando el umbral de Ppa considerado fue mayor a 30mm esta coherencia resultó ser más baja que para los umbrales menores.

Las secuencias de un día de duración, para todos los umbrales de precipitación, mostraron mayores frecuencias en el verano con respecto al invierno. Esta característica se invierte cuando se observan los valores de frecuencias para longitudes superiores a dos días. Esto podría relacionarse con las precipitaciones de corta duración e intensas que tienen lugar durante los meses estivales.

Cuando se considera un umbral de Ppa igual a 5mm, durante el verano el máximo de frecuencia se continúa observando en la longitud de un día, disminuyendo solo en un 10% con respecto al primer umbral. Durante la época de invierno el máximo se ha desplazado hacia las secuencias de dos días.

Para ambas épocas del año el máximo se halló en la longitud de dos días cuando el umbral considerado resultó superior a 30mm. Cuando dicho valor se fijó mayor o igual a 70mm las frecuencias mostraron valores inferiores al 40% para todas las frecuencias y durante los meses de verano este umbral se alcanzó en secuencias con longitudes entre dos y cuatro días mientras que en la época invernal dicho valor se acumuló en secuencias con longitudes entre tres y seis días.

En síntesis, se observó mayor número de secuencias de un día en los meses de verano con respecto al invierno en todos los umbrales. Se lo puede asociar al origen convectivo de corta duración de las precipitaciones que resulta el más habitual en los meses estivales. Asimismo, las secuencias cuyas longitudes fueron superiores a tres días resultaron más frecuentes durante el invierno como consecuencia de los eventos más persistentes asociados, por ejemplo, a sistemas frontales estacionarios.

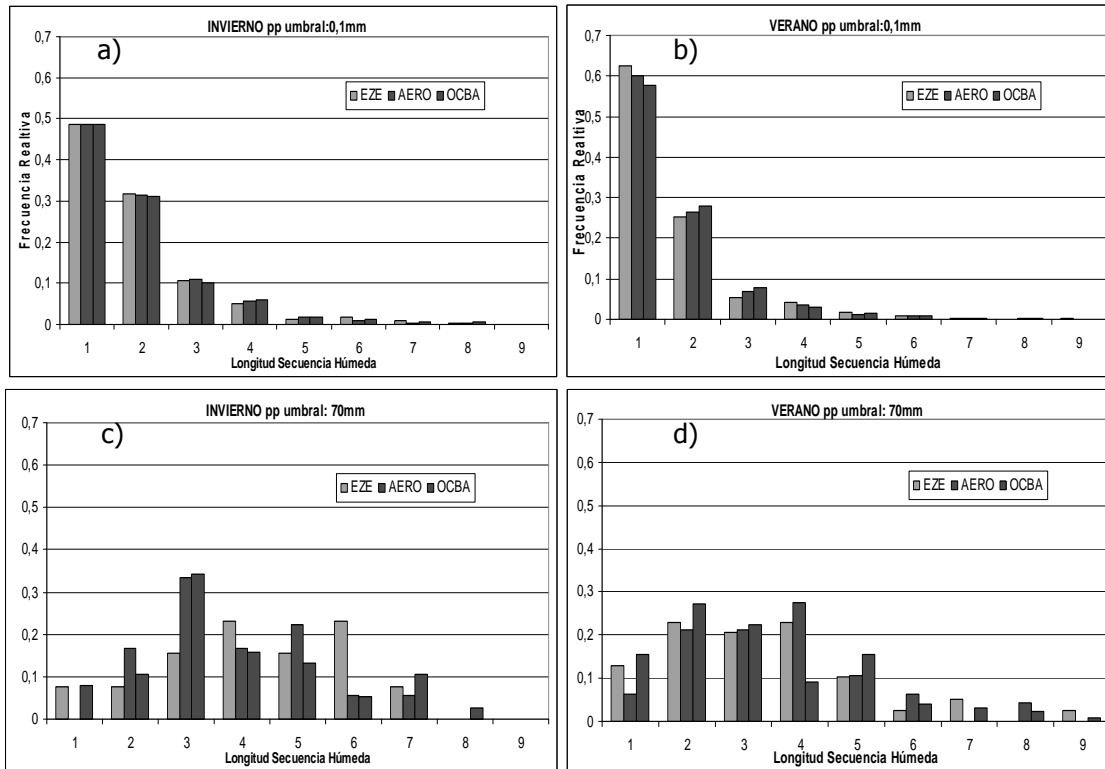


Figura 4: Distribuciones de frecuencias relativas de longitudes de secuencias húmedas para las épocas de invierno (izquierda) y verano (derecha), considerando diferentes umbrales precipitación acumulada durante las secuencias. Para umbrales a) y b) 0.1mm, c) y d) 5mm, e) y e) y f) 70mm.

4. Conclusiones

En la Ciudad de Buenos Aires es de interés el conocimiento de la distribución de precipitación acumulada diaria y de las secuencias de días húmedos para poder ser aplicado en los estudios hidrológicos y emprendimientos hidráulicos, entre otras actividades de interés. Se observó que las secuencias húmedas con duración de un día presentaron frecuencias mayores cuando el umbral *PPa* fue menor a 10mm. Luego al aumentar el umbral, la longitud de máxima frecuencia se desplazó hacia las secuencias de dos y tres días, indicando que en la región es necesario secuencias con longitudes mayores a un día para poder acumular una determinada cantidad de precipitación. Finalmente resultaron poco frecuentes las lluvias intensas (umbrales mayores a 95mm) de corta duración (un día) y las longitudes mayores a 6 días.

Con este primer análisis se analizó el carácter persistente para distintos umbrales de la precipitación diaria en la región. Posteriormente se realizó el análisis de las distribuciones de frecuencias de longitudes de las secuencias durante los meses de verano e invierno para poder caracterizarlas en dos épocas en las cuales los procesos meteorológicos que originan la precipitación tienen diferencias. Durante el verano las lluvias en su mayoría están asociadas a tormentas convectivas de rápido desarrollo y durante el invierno las precipitaciones responden a la mayor frecuencia de pasajes de sistemas frontales. Se observó para todos los valores de *PPa* mayor frecuencia de secuencias de un día en el verano que en el invierno. Para umbrales menores a 30mm el máximo de las frecuencias durante el verano se observó desplazado hacia una longitud menor con respecto a los máximos del invierno, resaltando así el carácter

dominante de los procesos convectivos de la precipitación durante los meses estivales. Finalmente se analizó la variación temporal de las secuencias húmedas durante las diferentes décadas. Se observó que existe un descenso de las secuencias húmedas de un día de duración con el pasar de las décadas, presentando un máximo relativo en Ezeiza y OCBA y un mínimo relativo en Aeroparque durante la década del '70. Acompañando esta disminución se observó un aumento leve en las secuencias largas pudiendo ser un indicativo de cambios en los procesos con las décadas.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. Walter M. Vargas, a los proyectos UBA X-234 UBA X-228 y CONICET PIP 5139 por sus aportes en el desarrollo de este trabajo y al Servicio Meteorológico Nacional por la información suministrada.

Referencias

- Buishand, T.A, 1982, "Some methods for testing the homogeneity of rainfall records", Journal of Hydrology, Vol. 58, pp: 11-27.
- Castañeda, E. y Barros, V., 1994, "Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes", Meteorológica, Vol. 19, pp: 23-32.
- Hoffman J.A.J, 1987, "Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina, en lo que va del siglo", Anales V Congreso Argentino de Meteorología, 11,4.
- Hoffman, J.A., 1975, "Atlas Climático de América del Sur", Organización Meteorológica Mundial.
- Lichtenstein, E. y Schwarzopf, M. L.A., 1970, "Aspectos estadísticos de las líneas de inestabilidad en la Argentina", Meteorológica, Vol.:1, N°1.
- Minetti, J. y Vargas, W.M., 1998, "Trends and jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S", Atmósfera, Vol.: 11, pp: 205-221.
- Sarochar, R.H., 2003, "Análisis y diferenciación de la precipitación de origen convectivo de la de origen estratiforme en la Pampa Húmeda entre los años 1995-2001", Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires.
- Sarochar, R.H, Ruiz, N.y Ciappesoni, 2005, "Precipitaciones convectivas y estratiformes en la Pampa Húmeda", Meteorologica, Vol.: 30, N°: 1y2, pp: 77-89.