

PRECIPITACION Y EROSIDAD EN LA ARGENTINA. VARIABILIDAD Y TENDENCIAS

María Paula Llano^{1,2}
mpllano@at.fcen.uba.ar

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO – FCEN – UBA)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Palabras clave: precipitación, erosión, tendencias.

1) INTRODUCCIÓN

Los cambios en la intensidad y la frecuencia de las precipitaciones son uno de los principales factores que producen la erosión del suelo. Por lo tanto, comprender las características de la precipitación y su variabilidad en relación con la erosión es crucial para evaluar el riesgo de erosión del suelo. La erosividad se ve afectada por características de la precipitación como la cantidad, la duración, la intensidad, la distribución del tamaño de las gotas y la energía cinética (Cerdà, 1997). Dado que estos dos últimos factores requieren de datos continuos o de difícil obtención, existen otros índices basados en datos promedio mensuales. Como es el Índice de Fournier Modificado (MFI por su sigla en inglés) (Arnoldus, 1980) y el Índice de Concentración de Precipitación (PCI) (Oliver, 1980). La erosividad de la precipitación, representada por el MFI, es más severa donde hay altos valores de concentración de precipitación (PCI alto) y también donde la precipitación anual total (Pt) es elevada (de Luis et al., 2010). Por lo tanto, la concentración de la precipitación podría considerarse otro factor importante que afecta la erosividad de la precipitación (González-Hidalgo, 1996). El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la variabilidad espacial y las tendencias de la precipitación anual (cantidad y concentración) y la erosividad en Argentina y evaluar la estacionalidad de los índices.

2) DATOS Y METODOLOGÍAS

Se emplearon datos mensuales de precipitación de 64 estaciones de Argentina provenientes del Servicio Meteorológico Nacional, para el período 1991-2021. Se calcularon los acumulados anuales y estacionales de las mismas.

Para analizar la concentración de la precipitación se calculó el Índice de Concentración de la Precipitación (PCI) y el Índice de Fourier Modificado (MFI) para cada estación en escala anual y estacional, en base a las siguientes expresiones:

$$PCI = \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{(p)^2} 100 \quad (1)$$

$$MFI = \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{p} \quad (2)$$

En ambas ecuaciones p_i es la precipitación mensual y p es la precipitación total anual (en el caso de índice estacional, la p corresponde a la precipitación de cada estación; otoño: marzo-abril-mayo, invierno: junio-julio-agosto, primavera: septiembre-octubre-noviembre, verano: diciembre-enero-febrero).

Los valores de PCI presentan una clasificación sugerida por de Luis et al. (2011): menores a 10, la distribución de la precipitación es uniforme (la concentración es baja). Entre 11 y 15, la

concentración es moderada; valores entre 16 y 20 muestran una concentración irregular y PCI por encima de 20 implica una fuerte irregularidad en la distribución de la precipitación (alta concentración).

Los valores de MFI según la clasificación propuesta por CEC (1992): menores a 60 la erosividad es marcadamente baja, entre 60 y 90 es baja, entre 90 y 120 es moderada, entre 120 y 160 es alta y mayores a 160 implican una erosividad muy alta.

Para evaluar los cambios temporales de estos parámetros se empleó el test no paramétrico de Mann-Kendall ((Mann 1945, Kendall 1962) con un 95 % de significancia.

3) RESULTADOS

Para comenzar el análisis en las Tablas 1 y 2 se puede ver el comportamiento espacial de la concentración de la precipitación (PCI) y de la erosividad de la misma (MFI) a nivel anual y estacional. En cuanto a la concentración la categoría moderada domina en todas las escalas temporales, las precipitaciones se reparten a lo largo del período de análisis (año – estación). En verano se destaca un aumento en la categoría de baja concentración, lo cual sugiere que las precipitaciones están distribuidas de forma más uniforme a lo largo de esos tres meses. La categoría de alta concentración se observa en el invierno, período seco en varias estaciones, con mínimos casi nulos de precipitación.

PCI	anual	otoño	invierno	primavera	verano
baja	0	1,6	0	3,1	26,6
moderada	53,1	87,5	65,6	90,6	73,4
irregular	35,9	10,9	29,7	6,3	0
alta	10,9	0	4,7	0	0

Tabla 1: Porcentaje de estaciones en cada una de las categorías de concentración de la precipitación según el índice PCI.

Cuando se analiza la distribución espacial según la erosividad a nivel anual más de un 50% de las estaciones se encuentran categorizadas como con alta o muy alta erosividad. Esta situación se repite en el verano, producto de las altas precipitaciones (resultado no mostrado en este trabajo) y se invierte en el invierno donde dada la escasez de precipitaciones en la mayoría del territorio la categoría de erosividad dominante es la baja.

MFI	anual	otoño	invierno	primavera	verano
muy baja	20,3	26,6	70,3	34,4	23,4
baja	9,4	10,9	17,2	10,9	4,7
moderada	15,6	23,4	6,3	31,3	12,5
alta	32,8	26,6	3,1	14,1	29,7
muy alta	21,9	12,5	3,1	9,4	29,7

Tabla 2: Porcentaje de estaciones en cada una de las categorías de erosividad de la precipitación según el índice MFI.

En un breve análisis temporal de la precipitación se puede mencionar que más de un 60 % de las estaciones muestran tendencias negativas (en menos de 10% de ellas es significativa al 95%) a nivel anual y estacional, salvo para el verano donde la cantidad de estaciones con aumento o disminución de la precipitación es similar (Tabla 3). El índice PCI muestra rasgos generales que la mayoría de las estaciones tienen una tendencia positiva lo que implica una mayor concentración con el paso de los años en todas las escalas temporales. Mientras que el índice MFI cambia este patrón y ahora la mayoría de las estaciones tienen una tendencia

negativa (en muy pocos casos significativa al 95%).

	Precipitación acumulada					PCI					MFI				
	anual	otoño	invierno	primavera	verano	anual	otoño	invierno	primavera	verano	anual	otoño	invierno	primavera	verano
neg sig (5%)	10,9	4,7	6,3	6,3	4,7	0	0	0	3,1	1,6	3,1	1,6	4,7	0	1,6
negativa	59,4	56,3	68,8	57,8	43,8	28,1	50,0	23,4	39,1	34,4	53,1	57,8	53,1	64,1	45,3
positiva	29,7	35,9	21,9	35,9	50,0	67,2	46,9	59,4	54,7	64,1	43,8	39,1	37,5	35,9	50,0
pos sig (5%)	0	3,1	3,1	0	1,6	4,7	3,1	17,2	3,1	0	0	1,6	4,7	0	3,1

Tabla 3: Porcentaje de estaciones con tendencias (MK-5%) positivas (negativas), significativas o no, para la precipitación acumulada, el índice PCI y el índice MFI a nivel anual y estacional.

4) CONCLUSIONES

El índice PCI a nivel anual nos muestra como las estaciones tienen diferentes regímenes de precipitación, presentando en más de un 50 % de ellas una distribución homogénea a lo largo del año. Mientras que un 10% tiene una distribución completamente irregular, haciendo que la precipitación se concentre en unos pocos meses.

El índice MFI también a nivel anual muestra que la mayoría de las estaciones están en las categorías altas de riesgo de erosividad.

La disminución de la precipitación y de la erosividad, al igual que el aumento de la concentración son cambios que se están observando a nivel global. Es de destacar que esta disminución de la precipitación en la mayoría de las estaciones no necesariamente implica una reducción en el potencial riesgo de erosión del suelo, ya que este puede verse incrementado por el aumento de la concentración.

Agradecimientos:

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de los proyectos: PIP-CONICET n° 112202101 00282CO y UBA n° 20020190100090BA.

REFERENCIAS

Arnoldus H., 1977: Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. FAO Soils Bulletin 34: 39–51.

CEC. 1992: CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community. Commission of the European Communities: Luxembourg; 97.

Cerdà A., 1997: Rainfall drop size distribution in the Western Mediterranean basin, Valencia, Spain. Catena 30: 169–182.

de Luis M., Gonzalez-Hidalgo J., Brunetti M., Longares L., 2011: Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005. Natural Hazards Earth Syst. Sci 11,1259–1265.

González-Hidalgo J.C., 1996: Los índices de agresividad de la lluvia y su aplicación en la valoración de la erosión del suelo. Cuadernos Técnicos de la Sociedad Española de Geomorfología vol. 10, Geofoma Ediciones, Logroño.

Kendall, M., 1962: Rank correlation methods, 3rd edn. Hafner Publishing Company, New York. 321

Mann, H., 1945: Nonparametric tests against trend Econometrica. J. Econometric Soc. 13: 245-324 259.

Oliver J., 1980: Monthly precipitation distribution: a comparative index. Professional Geographer 32(3), 300-309.