

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS SEQUÍAS EN EL SUR DE CÓRDOBA UTILIZANDO LOS ÍNDICES SPI Y SPEI

Bocco, A.*; Vinocur, M.G.

Agrometeorología, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC Ruta Nac. 36 Km 601, C.P. X5804BYA
Río Cuarto Argentina,

*Contacto: boccoalesio@gmail.com

Palabras clave: índices de sequías, variabilidad estacional y anual

INTRODUCCIÓN

La sequía es una amenaza climática que ocurre en casi todas las partes del mundo. Es uno de los fenómenos climáticos más complejos y también uno de los menos entendidos. Se lo puede generalizar como un desbalance temporario en la disponibilidad hídrica y/o excesiva evapotranspiración, consistente con una precipitación acumulada inferior a la media (Paulo *et al.*, 2012). La literatura cita cuatro tipos básicos de sequía: meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica, siendo en muchos casos ésta última una consecuencia de las anteriores (Wilhite y Glantz, 1985). Todos los tipos de sequías están relacionados a un déficit de precipitación (P), pero sobretodo las dos primeras sufren particularmente el impacto de la evapotranspiración (*e.g.* Easterling *et al.*, 2007). Los impactos de la sequía son de carácter multiescalar dado que cada sistema, hidrológico o agrícola, tiene distintos tiempos de respuesta. Esta característica de la sequía demanda la utilización de índices de escala temporal variable para su evaluación. En este contexto, dos índices se destacan: el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) (McKee *et al.*, 1993) que ha sido ampliamente utilizado y tomado como referencia por la OMM y un nuevo índice de reciente introducción, el Índice Estandarizado de Evapotranspiración y Precipitación (SPEI) (Vicente-Serrano *et al.*, 2010). Éste índice ha sido utilizado en numerosos trabajos para evaluar y caracterizar sequías (Contreras y Hunink, 2015)

El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de las sequías en el sur de la Provincia de Córdoba, Argentina, utilizando los índices SPI y SPEI.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron cuatro localidades del Sur de la Provincia de Córdoba: Marcos Juárez, Laboulaye, Manfredi y Río Cuarto. Los datos meteorológicos fueron obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional para las tres primeras y de la Estación Agrometeorológica de la UNRC (33° 07' S, 64° 14' W, 421 msnm), correspondientes a la serie 1974-2015 para la última. Se utilizaron los datos mensuales del total de precipitación y temperaturas máximas y mínimas medias para el cálculo de evapotranspiración potencial (ETP) a través del método de Hargreaves.

Las sequías fueron evaluadas a través del SPI y SPEI [véase su descripción en McKee *et al.* (1993) y Vicente-Serrano *et al.* (2010)], especialmente para períodos de 3 y 12 meses. El valor del índice correspondiente al mes de Diciembre en una escala de 12 meses, indica el déficit causado por una sequía a lo largo de un año mientras que el del índice para una escala de tres meses es un buen indicador del déficit ocurrido en cada estación del año (Wang *et al.*, 2014). Por lo tanto, se utiliza el valor de Diciembre₁₂ para hacer una evaluación anual y los correspondientes a los meses de Febrero₃, Mayo₃, Agosto₃ y Noviembre₃ para evaluar la situación en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Las series de índices fueron evaluadas con el Test secuencial de Mann-Kendall (MK) (Kendall, 1975; Mann, 1945) para detectar cambios en su tendencia. Dada la autocorrelación de los datos es necesario realizar un preblanqueo de la serie antes de aplicar MK para eliminar así la influencia de la autocorrelación. Para ello se utilizó el paquete estadístico "zyp" en R (Yue y Wang 2002). Los valores positivos/negativos de MK indican tendencias hacia condiciones más húmedas o secas respectivamente.

También se analizaron las series de valores de SPI y SPEI correspondientes a la totalidad del período 1974-2015 en las escalas de tres (SPI₃ y SPEI₃) y 12 meses (SPI₁₂ y SPEI₁₂) para evaluar la tendencia usando MK y los cambios en la tendencia general a través del test de Pettitt (Pettitt, 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo sólo se presentan los resultados obtenidos para Río Cuarto. La Figura 1 muestra que para Diciembre₁₂, la tendencia es negativa para ambos índices, pero sólo estadísticamente significativo para SPEI ($p < 0,05$).

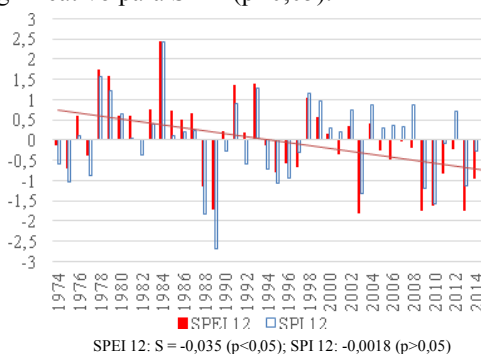


Figura 1. Variación de Diciembre₁₂ para SPI y SPEI. La Figura 2 expone la variación para Agosto₃ de ambos índices, observándose una clara tendencia

negativa la que podría ser atribuida a una tendencia también negativa ($-0,157$; $p < 0,05$) en las anomalías de precipitación para el invierno (junio a agosto). Los valores del SPI y SPEI para las demás estaciones del año no mostraron una tendencia estadísticamente significativa.

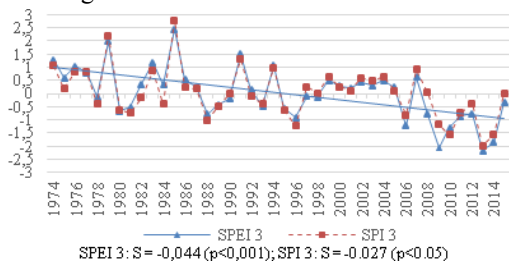


Figura 2. Variación de Agosto₃ para el SPI y SPEI

Por último, se detectaron tendencias negativas en las series completas (1974-2015) para ambos índices en las dos escalas analizadas (anual y trimestral). Con respecto a la serie SPEI₃, la tendencia general fue negativa ($S = -0,002$, $p < 0,01$), observándose un punto de quiebre estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en el valor del índice correspondiente a septiembre de 1995. La media calculada con el test de Pettitt entre enero de 1974 y septiembre de 1995 fue de $0,306$ (μ_1) y entre septiembre de 1995 y diciembre de 2015 fue de $-0,304$ (μ_2) (Figura 3). Para el SPI₃, la tendencia no fue estadísticamente significativa.

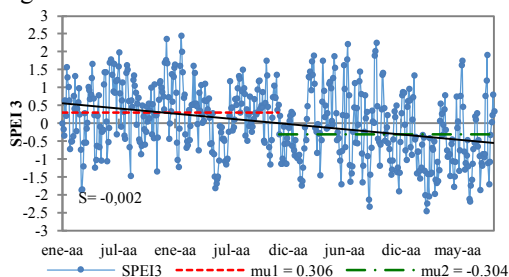


Figura 3. Comportamiento del SPEI₃, línea de tendencia y media de cada segmento.

En cuanto a la escala de 12 meses, el SPEI mostró una tendencia negativa ($S = -0,003$, $p < 0,01$), observándose un punto de quiebre en el mes de julio de 1995 ($p < 0,01$). Entre enero de 1974 y julio de 1995 la media de la serie fue de $0,417$ (μ_1) mientras que para el período comprendido entre julio de 1995 y diciembre de 2015, la media fue de $-0,446$ (μ_2) (Figura 4). El SPI₁₂ no presentó tendencia ($p > 0,05$).

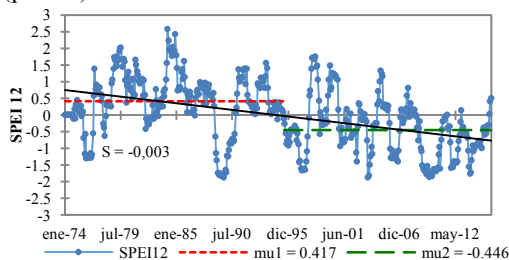


Figura 4 Comportamiento del SPEI₁₂, línea de tendencia y media de cada segmento.

CONCLUSIONES

El SPEI-Diciembre₁₂ mostró una tendencia negativa en el tiempo sugiriendo que la localidad en estudio ha experimentado condiciones más secas, ya que el índice ha disminuido a una tasa $-0,35$ por década entre los años 1974-2015. Este comportamiento se corrobora al observar la tendencia negativa que muestra el análisis de las series completas, tanto para 3 como 12 meses. Ambas series tuvieron medias significativamente inferiores luego del año 1995 lo que sugiere una mayor severidad de las sequías agronómicas e hidrológicas a partir de ese momento. El invierno fue la única estación que evidenció una tendencia negativa significativa, ya que el SPEI-Agosto₃ decrece a una tasa de $-0,44$ por década, lo que a su vez está parcialmente explicado por la tendencia negativa de las anomalías de la precipitación para éstos meses.

Estos resultados demuestran la capacidad de este nuevo índice para analizar el comportamiento de las sequías e invitan a profundizar en su análisis tanto temporal como espacial.

REFERENCIAS

- Contreras, S., & Hunink, J. E. (2015). Drought effects on rainfed agriculture using standardized indices : A case study in SE Spain. *Drought: Research and Science-Policy Interfacing*, 65-70.
- Easterling, D. R., Wallis, T. W. R., & Lawrimore, J. H. (2007). Effects of temperature and precipitation trends on U . S . drought. *Environmental Research*, 34, 1-4.
- Kendall, M. G. (1975). Rank correlation methods. London: Griffin.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 13, 245-259.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. En *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, pp. 179-183). American Meteorological Society Boston, MA, USA.
- Paulo, A. A., Rosa, R. D., & Pereira, L. S. (2012). Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(5), 1481-1491.
- Pettitt, A. N. (1979). A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C*, 28(2), 126-135.
- Vicente-Serrano, M. S., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscale drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696-1718.
- Wang, Q., Wu, J., Lei, T., He, B., Wu, Z., Liu, M., ... Liu, D. (2014). Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale. *Quaternary International*, 349, 10-21. Recuperado a partir de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618214003875>
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120.
- Yue, S., & Wang, C. Y. (2002). Applicability of prewhitening to eliminate the influence of serial correlation on the Mann-Kendall test. *Water Resources Research*, 38(6), 4-1-4-7.

