



ANÁLISIS COMPARATIVO DE ÍNDICES DE SEQUÍA EN ANDALUCÍA A PARTIR DE SERIES TEMPORALES EN CLIMA PRESENTE Y FUTURO.

Marina Peña Gallardo

Resumen

El estudio del comportamiento temporal de la sequía a partir de series meteorológicas, constituye una importante herramienta de actuación y prevención ante este fenómeno natural de carácter extremo, que ocasiona importantes impactos económicos, sociales y medioambientales. Como buena parte de los fenómenos climáticos, su carácter inhabitual y anómalo hace que resulte una difícil tarea definir y espacializar el riesgo de sequía, más aún en las llamadas regiones de transición, como las dominadas por el clima Mediterráneo, caracterizadas por una elevada variabilidad pluviométrica.

Junto a ello, la realidad que supone la existencia de un cambio climático invita a reflexionar sobre la importante cuestión que es conocer el comportamiento de las precipitaciones, puesto que de él dependerá el desarrollo y posible intensificación de las secuencias secas futuras como señalan diversos informes expertos internacionales.

En este contexto se enmarca el presente estudio, centrado en dos horizontes temporales, clima presente (1901 - 2012) y clima futuro (2015 - 2100). A partir de un breve examen de la variabilidad y tendencia de la precipitación, como análisis preliminar que ayude a entender el comportamiento pluvial de la zona de estudio, se busca llevar a cabo una caracterización de las sequías acaecidas en Andalucía a partir de diferentes índices de sequía. Para ello, se han calculado y comparado tres índices diferentes, el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP), el Standardized Precipitation Index (SPI) y el Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index (SPEI), en ambos horizontes de tiempo.

Los resultados muestran que no todos los índices responden del mismo modo en la determinación de la duración e intensidad de los periodos secos, igual que no es posible determinar la adecuación de uno u otro en series estimadas a partir de modelos de simulación. Del mismo modo, no se puede afirmar con certeza la existencia de un aumento de las sequías en un futuro de cambio global en Andalucía, pero sí de un aumento en los valores de intensidad de las mismas.

Palabras clave: *Sequía, precipitación, variabilidad, cambio climático.*

1. INTRODUCCIÓN.

Es la sequía uno de los fenómenos climáticos más complejos por los que se ven afectados sociedad y medio ambiente. Su carácter anómalo y coyuntural, a diferencia de la aridez, así como su ocurrencia en todos los regímenes climáticos, han encauzado la labor científica en esta materia a desarrollar mecanismos y herramientas capaces de proporcionar una evaluación objetiva y cuantitativa de la gravedad de la sequía en un esfuerzo por identificar en el tiempo y en el espacio su inicio, cese, duración, magnitud y extensión superficial. Este esfuerzo investigador ha resultado en la formulación de los índices de sequía, indicadores directos basados en datos climáticos entre los que destacar, por su amplio uso, los desarrollados por Palmer en la década de los años sesenta (PDSI, PDI, PHDI, ZINX) o el formulado por McKee y que se analiza en este trabajo más adelante, el SPI (Ayuso et al., 2013; Heim, 2002; Vicente-Serrano et al., 2012).

En el marco de un futuro cambio climático es importante conocer hacia dónde se dirigen las tendencias en materia de precipitación. La mayoría de los cambios en esta variable son atribuidos, bien a la variabilidad interna de la propia circulación atmosférica, bien al calentamiento global (Stott et al., 2010).

A este respecto, en las últimas décadas se ha incrementado el número de investigaciones enfocadas al estudio de la variabilidad de la precipitación y el fenómeno de la sequía, ya sea en conjunto o individualmente, y sobre todo se ha suscitado un gran interés por conocer esta tendencia en un futuro contexto de cambio climático.

Centrando la atención en el ámbito de estudio, Andalucía destaca por ser una región en la que existe un alto grado de fluctuación entre las precipitaciones registradas de unos años a otros, así como un elevado índice de irregularidad pluviométrica interanual que determinan que las condiciones normales o habituales de aporte de agua se vean afectadas con frecuencia, convirtiendo a este territorio en uno de los de mayor riesgo potencial de sequía de toda España y un escenario idóneo del fenómeno de la sequía.

2. OBJETIVOS.

Objetivo principal:

- Estudio y caracterización de los eventos de sequía meteorológica, principalmente los episodios más importantes, en dos horizontes temporales, clima presente a partir de series instrumentales y clima futuro a partir de estimaciones de modelos climáticos.

Objetivos secundarios:

- Proporcionar una evaluación global de la capacidad de tres índices de sequía diferentes en la caracterización de la sequía en un territorio climáticamente heterogéneo.
- Exponer el comportamiento de las series de precipitación para establecer las características generales de la evolución de las mismas en Andalucía.

2. METODOLOGÍA Y DATOS.

En el análisis de este estudio se ha trabajado con 38 puntos observacionales en Andalucía para los que se ha dispuesto de una serie de valores de precipitación media mensual para un periodo temporal de 111 años en clima presente (1901-2012) y de 85 años en clima futuro (2015-2100).

Datos de clima presente.

Se ha empleado la base de datos de precipitación CRU TS v. 3.22 suministrada por la Climatic Research Unit (CRU) de la Universidad East Anglia (United Kingdom). Consiste en un conjunto de datos globales sobre 1224 estaciones meteorológicas compiladas y actualizadas durante los últimos 30 años a nivel mundial (New et al., 2002) La base de información lo constituye un grid o rejilla de 0.5° de resolución espacial en formato netCDF de las que en este trabajo se han usado las medias mensuales de la variable precipitación para el periodo temporal 1901-2012.

Datos de clima futuro.

Se ha recurrido a la colección actualizada de proyecciones regionalizadas (escenarios) de cambio climático para España denominada Escenarios PNACC-Datos mensuales en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) que se encuentran disponibles en la web de la Agencia Estatal de Meteorología. El escenario seleccionado es el A1B (familia A1 de los escenarios SRES del IPCC) por ser el más equilibrado. Los datos originales proceden del proyecto europeo 'ENSEMBLES'.

Tests de normalidad, variabilidad y tendencia aplicados al estudio de la precipitación.

Se ha realizado un breve análisis sobre los principales estadísticos descriptivos de las series de precipitación en clima presente y futuro, el cálculo del coeficiente de variación sin acumular para conocer la variabilidad de series por trentenios de precipitación, y el estudio gráfico a partir del método de regresión lineal de la tendencia de las precipitaciones.

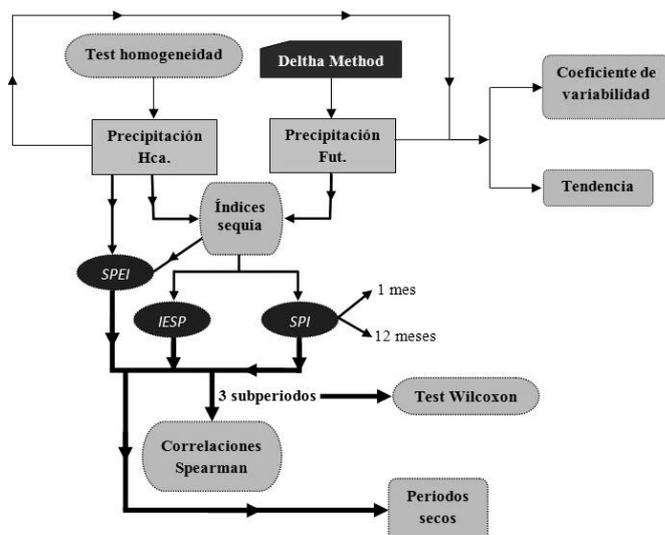


Figura 1. Diagrama de flujos sintetizado de la metodología llevada a cabo en el trabajo. El grosor creciente de las líneas conectoras informa del orden en el desarrollo del análisis.

Cálculo de índices de sequía.

Tres índices de sequía han sido los empleados en este trabajo, el Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index (SPEI), el Standardized Precipitation Index (SPI) y el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP) A partir de ellos se han caracterizado los eventos acontecidos históricamente y los posibles en un contexto de cambio climático.

Definición y análisis de subperiodos temporales. Aplicación de test estadísticos.

Obtenidos los valores de los índices de sequía para las series de clima presente y clima futuro se ha realizado una división de las mismas en tres subperiodos temporales de 37 y 38 años para la serie de clima presente, escogiendo las siguientes ventanas temporales: $w_1=1901-1937$, $w_2=1938-1975$ y $w_3=1976-2012$, y de 28 y 30 años para la serie de clima futuro, definiendo las ventanas: $w_1=2015-2042$, $w_2=2043-2070$ y $w_3=2071-2100$. Posteriormente se ha calculado el coeficiente de correlación de Spearman entre índices de sequía para conocer la respuesta de los distintos puntos observacionales a los tres indicadores empleados. De igual modo se ha aplicado a los subperiodos el test no-paramétrico de prueba de rangos de Wilcoxon, partiendo de una hipótesis verdadera (H_i) que asume un cambio en el comportamiento de la sequía de una muestra a otra, es decir, de un subperiodo a otro. La hipótesis falsa (H_0) en su defecto entendería que no existe cambio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Precipitación. Coeficientes de variabilidad y tendencia.

En clima presente existe una tendencia negativa para la mayor parte de Andalucía. Por zonas, el decrecimiento de la precipitación es poco marcado (entre 0 y -0.5 mm/año) en el valle del Guadalquivir, el litoral malagueño y granadino así como en la comarca almeriense. Esta tendencia se hace positiva en prácticamente toda el área onubense y gaditana. Los valores que indican un descenso más acusado (>-0.5 mm/año) de las precipitaciones se han localizado en la totalidad de la provincia de Jaén, Sierra Nevada y Sierra de Baza, el valle medio del Guadalquivir, la sierra del Estrecho y los Alcornocales. En lo concerniente a clima futuro, la tendencia presenta una pendiente mucho más pronunciada y negativa en treinta y siete de los treinta y ocho puntos observacionales, únicamente un punto localizado en Sierra Morena presenta un valor de la pendiente ligeramente superior al de la serie histórica, aunque en ambos casos con valor negativo.

En cuanto a la variabilidad en las precipitaciones ésta ha sido mayor en los dos últimos trentenios, alcanzando valores máximos y/o mínimos superiores siempre al trentenio anterior. Los resultados de clima presente muestran que la variabilidad en las precipitaciones ha ido en aumento afectando a todos los puntos de Andalucía. Las perspectivas en un clima futuro parecen proseguir con el mismo comportamiento espacial señalándose un progresivo aumento de la variabilidad.

Índices de sequía. Periodos secos y húmedos.

Los índices de sequía por su parte muestran diferencias en el establecimiento de los periodos secos, por ello a la vista de los resultados, para clima presente, se ha observado que el índice IESP es capaz de adaptarse mejor a las variaciones de clima en Andalucía permitiendo, a partir de su sistema de reinicio del sumatorio de anomalías al producirse un registro positivo en el valor del índice, la identificación del inicio y cese de los eventos de sequía con mayor precisión respecto al índice SPI.

Los periodos secos históricos más importantes han sido los de inicio de la década de los ochenta con intensidades de IESP = -4.3 en Almería; comienzo de la década de los noventa con intensidades de IESP = -4.63 en Granada, y por último la sequía del periodo 2008-2012 que dejó intensidades de IESP = -2.84 en puntos de Jaén.

En la serie de futuro se ha atendido a la idoneidad o no de aplicar los convencionales índices de sequía al evidenciar una tendencia obvia hacia una sequía prolongada a final de siglo XXI, que sería necesario estudiar más en detalle, quizás con técnicas más avanzadas en materia para poder eliminar una posible interferencia en los resultados que indiquen una transición hacia un clima más árido o una desertización y no eventos de sequía, coyunturales y anómalos por definición. A pesar de ello, se confirma una tendencia hacia el aumento de eventos extremos de sequía a futuro.

Sobre los índices debe señalarse la gran similitud entre el SPEI y el SPI, aunque se haya apuntado anteriormente al SPEI como mejor índice respecto al SPI por su mayor capacidad en la identificación de los impactos de la sequía.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ayuso, J., García, A., Estévez, J., Rodríguez, F., 2013. *Local analysis of characteristics and frequency of extreme droughts in Malaga by using the SPI (Standardized Precipitation Index)*. 17th International Congress on Project Management and Engineering. 17-19 Julio. Logroño.
- Heim, R.R., 2002. *A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States*. Bulletin of the American Meteorological Society. 83, pp. 1149–1165.
- New, M., Lister, D., Hulme, M., Makin, I., 2002. *A high-resolution data set of surface climate over global land areas*. Climate Research. 21. Pp. 1–25.
- Stott, P.A., Gillett, N.P., Hegerl, G.C., Karoly, D.J., Stone, D.A., Zhang, X., Zwiers, F., 2010. *Detection and attribution of climate change: a regional perspective*. Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change 1. Pp. 192–211.
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., Lorenzo-Lacruz, J., Camarero, J.J., López-Moreno, J.I., Azorín-Molina, C., Revuelto, J., Morán-Tejeda, E., Sánchez-Lorenzo, A., 2012. *Análisis comparativo de diferentes índices de sequía para aplicaciones ecológicas, agrícolas e hidrológicas*. Presentado en el 8º Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología, Salamanca.