

EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS DE LARGO PLAZO EN LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO ABURRA (MEDELLÍN-COLOMBIA) DURANTE EL PERÍODO 1981-2017

Alex Estupiñan y Luis F Carvajal-Serna

Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín-Facultad de Minas, Colombia.
E-mail: arestupinanc@unal.edu.co, lfcarvaj@unal.edu.co

Introducción

El cambio climático genera múltiples efectos en la hidroclimatología del planeta, lo cual se refleja en las tendencias en la temperatura y en la precipitación, dando como resultado alteraciones en el ciclo hidrológico y en particular en la distribución espacio temporal del recurso hídrico (Gao et al., 2017). Según el IPCC (2013) es probable que para finales del siglo XXI, la temperatura global en superficie sea superior en 1.5°C a la del período entre 1850 y 1900. El IPCC determinó que el aumento de temperatura genera cambios no uniformes en el ciclo hidrológico a lo largo del planeta (Sayemuzzaman & Jha, 2014; Wang et al., 2014).

En Colombia, Estupiñan (2016) estudió la precipitación y encontró un patrón mixto en las tendencias detectadas (el 50% de las tendencias de precipitación son positivas y el 50 % restante son negativas). Estos cambios en la precipitación tienen grandes implicaciones para diversos sectores económicos del país como lo son: agricultura, ganadería y el sector hidroeléctrico. Los cambios en la precipitación deben ser considerados también para el análisis de gestión de riesgos y desastres asociados a eventos hidrometeorológicos como lo son las sequías y las inundaciones.

Materiales y métodos

Área de estudio

La cuenca del río Aburra se encuentra en el departamento de Antioquia, Colombia (75.718°-75.178° E, 6.580°-5.965° N). La cuenca tiene un área de drenaje de 1220 km². En la región se presenta una alta variabilidad espacio temporal de la lluvia debido a la localización tropical, en particular por la migración latitudinal de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y también por la variabilidad altitudinal que oscila entre los 1072 y los 3172 m.s.n.m. Debido a las bajas presiones atmosféricas que durante el paso de la ZCIT se presentan dos temporadas de lluvia, la primera con su valor máximo en el mes de mayo y la segunda en el mes de octubre. En la Figura 1 se muestra la localización del área de estudio.

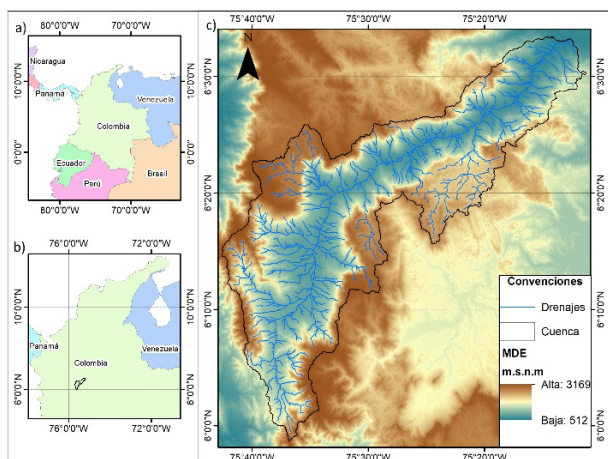


Figura 1.- Localización de la región de estudio. a) Macro localización. b) Localización en Colombia. C) Localización de la cuenca del río Aburrá.

Información utilizada

La base de datos CHIRPS 2.0 (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data) utiliza mediciones de infrarrojo de la duración de nubes frías, productos de la misión para la medición de lluvias tropicales (TRMM), específicamente el producto TMPA 3B42 y usa también datos en tierra de diversas instituciones a nivel mundial para generar valores de precipitación en diversas escalas temporales. La resolución espacial de la base de datos es de 0.05x 0.05 grados de longitud y latitud. La resolución temporal es diaria desde 1981 hasta el presente (Funk et al., 2015). Los datos se encuentran disponibles de forma gratuita y de fácil acceso en (<ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/>).

La Base de datos CHIRPS fue diseñada explícitamente para monitorear la sequía agrícola y el cambio ambiental global sobre la tierra. Además, permite estudiar los eventos extremos históricos ocurridos en gran parte del planeta (Funk et al., 2015). En la Figura 2, se muestra la precipitación media multianual estimada con la base de datos CHIRPS para la zona de estudio. Se puede observar que la base de datos captura la variabilidad de la lluvia en el valle con zonas de precipitación máxima de 3265 mm/año y valores mínimos de 1460 mm/año. Además, se identifica claramente un campo de lluvia anisotrópico con dirección de máxima variabilidad de 45° y dirección de mínima variabilidad de 135° aproximadamente.

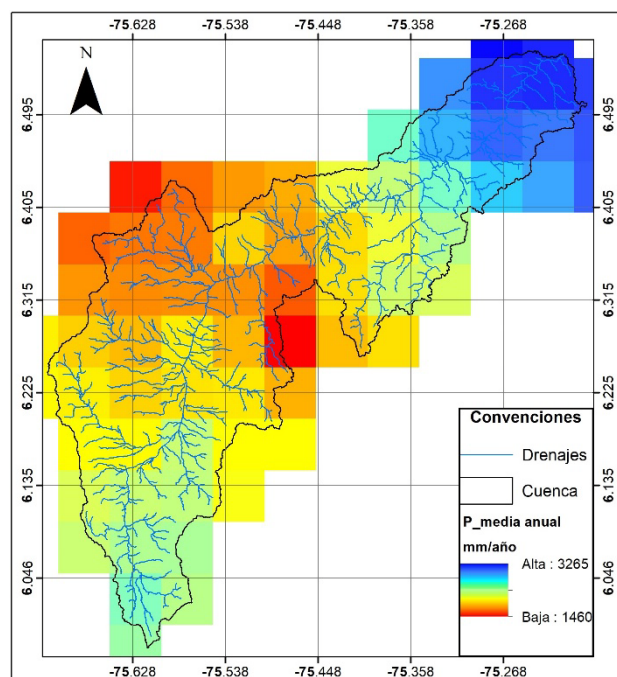


Figura 2.- Precipitación media multianual de la base de datos CHIRPS en la cuenca del río Aburrá.

Metodología

La Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el equipo de expertos en detección e índices del cambio climático (ETCCDI) desarrollaron once índices para el análisis de la precipitación extrema (WMO, 2009). Los índices han sido ampliamente

utilizados, por ejemplo Teegavarapu & Nayak, en 2017 utilizaron los índices para analizar la precipitación extrema en La Florida a partir de los datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

En este estudio se trabajaron los siguientes índices: i) precipitación máxima anual (Rx1day), ii) recuento anual de días con precipitación mayor o igual a 25 mm (R25mm) iii) precipitación máxima anual de cinco días (RX5day).

Para las tres series de índices generadas en cada pixel de la cuenca del río Aburra se analizaron las tendencias por medio de la prueba Mann Kendall modificada (Hamed & Ramachandra, 1998) y la magnitud de la tendencia se estimó mediante el estimador de pendiente Sen (Sen, 1968).

Resultados

Los resultados indican que la precipitación máxima en 24 horas (Rx1day) está aumentando. En la Figura 3 se presenta la serie Rx1day del pixel que se encuentra centrado en la coordenada 75.625E, 6.075N. En este pixel la serie tiene una tendencia positiva con una pendiente de 0.65 mm/año.

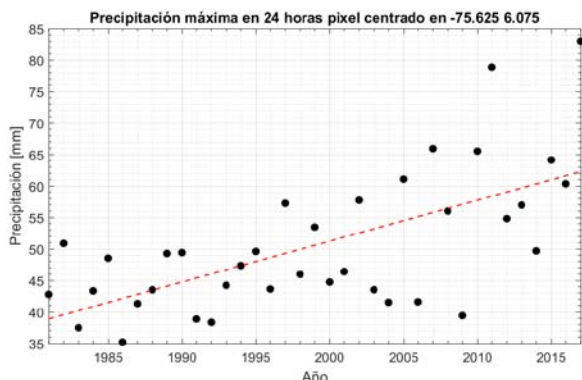


Figura 3.- Serie Rx1day para el pixel centrado en la coordenada 75.625E, 6.075N.

Por otra parte, en la Figura 4 se presentan la magnitud de las tendencias detectadas en la región analizada, las tendencias detectadas son positivas y oscilan entre los 0.14 a 0.65 mm/año.

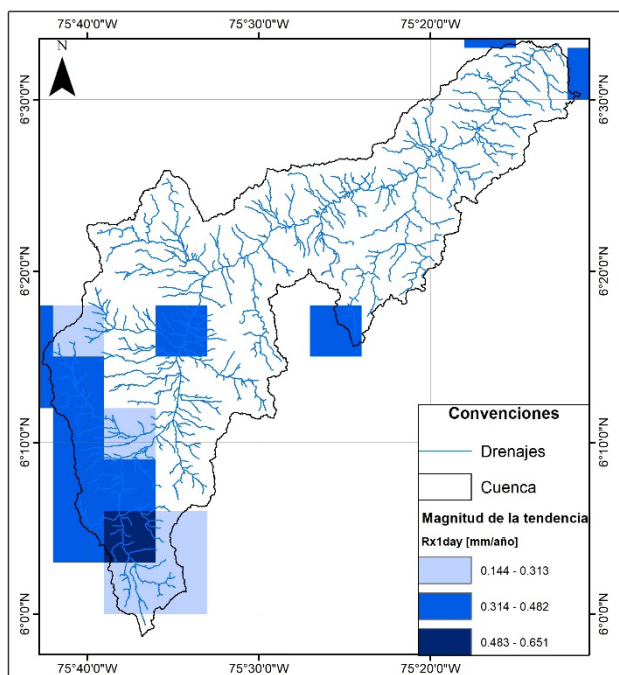


Figura 4.- Magnitud de las tendencias encontradas con la prueba Mann Kendall y estimador Sen.

Conclusiones

Este estudio evaluó las tendencias de la precipitación extrema en la cuenca del río Aburra mediante 3 índices propuestos por la WMO junto con la prueba Mann Kendall modificada para determinar las tendencias y el estimador de pendiente Sen para estimar la magnitud de la tendencia.

Se determinó que la variabilidad de la lluvia en escala anual presenta un campo anisotrópico con dirección de máxima variabilidad a los 45° y dirección de mínima variabilidad a los 135°.

Las tendencias de la precipitación máxima anual (Rx1day) en la zona de estudio, es consistente con la de estudios similares realizados en otras regiones. Se determinó que en el 24% del área se presenta tendencias crecientes y en el 76% no hay evidencia de tendencias en la precipitación para un nivel de significancia del 5%. Finalmente se evidenció un agrupamiento de las tendencias detectadas en la parte alta de la cuenca, en general en las laderas de la divisoria y en un pixel en el valle el cual se encuentra en la zona más urbanizada de la cuenca (Medellín).

Referencias

- Estupiñán, A. (2016). *Estudio de la variabilidad espacio temporal de la precipitación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/54014/>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., ... Washington, R. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations -a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- Gao, R., Li, F., Wang, X., Liu, T., Du, D., & Bai, Y. (2017). Spatiotemporal variations in precipitation across the Chinese Mongolian plateau over the past half century. *Atmospheric Research*, 193, 204–215. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSRES.2017.04.014>
- Hamed, K. H., & Ramachandra, A. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 204(1–4), 182–196. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X)
- IPCC. (2013). *CAMBIO CLIMATICO 2013. Base de ciencia física*. Retrieved from http://www.climatechange2013.org/images/uploads/ar5_wg1_headlines_es.pdf
- Sayemuzzaman, M., & Jha, M. K. (2014). Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina, United States. *Atmospheric Research*, 137, 183–194. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSRES.2013.10.012>
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379–1389. Retrieved from <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2285891?uid=2&uid=4&sid=21104138338827>
- Teegavarapu, R. S. V., & Nayak, A. (2017). Evaluation of long-term trends in extreme precipitation: Implications of in-filled historical data use for analysis. *Journal of Hydrology*, 550, 616–634. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2017.05.030>
- Wang, X., Yang, X., Liu, T., Li, F., Gao, R., Duan, L., & Luo, Y. (2014). Trend and extreme occurrence of precipitation in a mid-latitude Eurasian steppe watershed at various time scales. *Hydrological Processes*, 28(22), 5547–5560. <https://doi.org/10.1002/hyp.10054>
- WMO. (2009). *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in support of Informed Decisions for Adaptation*. Retrieved from http://www.ecad.eu/documents/WCDMP_72_TD_1500_en_1.pdf