

Interacciones y efectos por localización del cambio climático y de cobertura del suelo sobre inundaciones repentinas. Caso de estudio en una cuenca de la Amazonía Ecuatoriana

Jorge Hurtado-Pidal

Departamento de Planificación Territorial, Universidad de Concepción

jorgehurtado@udec.cl

Palabras clave: Amazonía Ecuatoriana, Cambio Climático, Deforestación, Interacciones, Inundaciones

1. Introducción

El cambio climático (CC) y de cobertura del suelo (CCS) están entre los mayores forzantes antrópicos que pueden modificar la ocurrencia de inundaciones (Chang and Franczyk 2008; Blöschl et al. 2007). Sin embargo, son pocos los estudios que analizan el efecto combinado de ambos forzantes sobre este fenómeno, enfocándose por lo general en la sección de salida de la cuenca o en pocas secciones (Shang et al. 2019; Hung et al. 2020). Como consecuencia, no se ha podido identificar la variación de las interacciones de manera continua en la red hídrica. Esto último limita el conocimiento de los servicios ecosistémicos del bosque para regular crecidas en un contexto de cambio climático. Con este precedente, el objetivo del trabajo fue analizar la interacción y el efecto de localización del CC y de CCS sobre inundaciones, usando como caso de estudio la cuenca del río Tena en la Amazonía Ecuatoriana.

2. Métodos

La metodología consistió primero en preparar escenarios de precipitación por cambio climático en el período 2040-2070. Esto se logró ajustando las series simuladas, con la técnica de ‘quantile mapping’ o mapeo de cuantiles (Lafon et al. 2013). Luego los escenarios hipotéticos de deforestación se construyeron asumiendo dos coberturas posibles, agricultura o bosque. La respuesta hidrológica de los escenarios de cambio climático y deforestación se simuló usando el modelo hidrológico distribuido TETIS (Francés, Vélez, and Vélez 2007), previamente calibrado y validado para la cuenca de estudio (Hurtado-Pidal et al. 2022). Se analizaron los cambios de caudal (Q) y escorrentía (E), en 48 puntos

de la red hídrica distribuidos de forma homogénea en la cuenca y a lo largo de su gradiente altitudinal. Estos cambios fueron estudiados primero, usando pruebas estadísticas que evalúan tanto las diferencias significativas entre escenarios (Kruskal-Wallis y Dunn test) (MacFarland and Yates 2016) como las interacciones entre forzantes (Sheirer-Ray-Hare test). Luego, se analizó el punto de curvatura máxima de diferencias absolutas. Este análisis se realizó usando el entorno de programación de R (R-Development-Core-Team 2020).

3. Resultados y discusión

Los resultados indican que el CC producirá un aumento de 20% en la precipitación media anual de la cuenca, teniendo un efecto más importante respecto al CCS en la generación de caudales extremos. Además, mientras el efecto del CC resultó homogéneo en la cuenca, el CCS influyó más en la parte alta, con un patrón no lineal en el gradiente altitudinal. Esta relación, entre el CC y el CCS, ya fue hipotetizada anteriormente en otros trabajos (Blöschl et al. 2007). Mas aún, estudios anteriores en la cuenca, indican que el bosque nativo en la parte alta influye más que en la parte baja para la generación de caudales durante eventos extremos (Hurtado-Pidal et al. 2022). Finalmente, se determinó un umbral en los 590 msnm que corresponde al punto de máxima curvatura en el gradiente altitudinal de diferencias absolutas de Q y E. Este umbral resulto estable para diferentes intensidades de precipitación en ambos forzantes (CC y CCS).

4. Conclusiones

Este trabajo analizó el efecto individual y combinado del CC y el CCS en relación con las inundaciones. Los resultados muestran que durante eventos extremos de precipitación, la magnitud de cambios de Q y E en la parte baja, están íntimamente relacionados a la sensibilidad del ecosistema en la parte alta. Por lo tanto, el bosque nativo de la reserva Colonso-Chalupas es muy importante para la regulación de caudales, sobre todo en el futuro, por su interacción con el CC. Estos hallazgos pueden ser usados como directrices en los procesos de restauración y protección de servicios ecosistémicos, así como para la planificación del paisaje a escala de cuenca.

Referencias

Blöschl, Günter, Sandra Ardoin-Bardin, Mike Bonell, Manfred Dorninger, David Goodrich, Dieter Gutknecht, David Matamoros, Bruno Merz, Paul Shand, and Jan Szolgay. 2007. "At what scales do climate variability and land cover change impact on flooding and low flows?" *Hydrological Processes* 21 (9): 1241–47. <https://doi.org/10.1002/HYP.6669>.

Chang, Heejun, and Jon Franczyk. 2008. "Climate Change, Land-Use Change, and Floods: Toward an Integrated Assessment." *Geography Compass* 2 (5): 1549–79. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00136.x>.

Francés, Félix, Jaime Ignacio Vélez, and Jorge Julián Vélez. 2007. "Split-parameter structure for the automatic calibration of distributed hydrological models." *Journal of Hydrology* 332 (1-2): 226–40. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2006.06.032>.

Hung, Chen Ling J., L. Allan James, Gregory J. Carbone, and John M. Williams. 2020. "Impacts of combined land-use and climate change on streamflow in two nested catchments in the Southeastern United States." *Ecological Engineering* 143 (January): 105665. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2019.105665>.

Hurtado-Pidal, Jorge, Juan S. Acero Triana, Mauricio Aguayo, Oscar Link, Bryan G. Valencia, Edgar Espitia-Sarmiento, and Bruno Conicelli. 2022. "Is forest location more important than forest fragmentation for flood regulation?" *Ecological Engineering* 183 (October): 106764. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2022.106764>.

Lafon, Thomas, Simon Dadson, Gwen Buys, and Christel Prudhomme. 2013. "Bias correction of daily precipitation simulated by a regional climate model: a comparison of methods." *International Journal of Climatology* 33 (6): 1367–81. <https://doi.org/10.1002/JOC.3518>.

MacFarland, Thomas W., and Jan M. Yates. 2016. "Kruskal–Wallis H-Test for Oneway Analysis of Variance (ANOVA) by Ranks." *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*, 177–211. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30634-6_6.

R-Development-Core-Team. 2020. "R: A Language and Environment for Statistical Computing." Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; CRAN. <https://www.r-project.org/>.

Shang, Xingxing, Xiaohui Jiang, Ruining Jia, and Chen Wei. 2019. "Land Use and Climate Change Effects on Surface Runoff Variations in the Upper Heihe River Basin." *Water* 11 (2): 344. <https://doi.org/10.3390/w11020344>.