

CAMBIOS SIGNIFICATIVOS EN LA PRECIPITACIÓN SEGÚN LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CUARTA COMUNICACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA

Hernán D. Salas¹, Carolina Florian-Vergara¹
hernansalas@itm.edu.co. Autor/a correspondiente.

¹Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas, Departamento de Ciencias Ambientales y la Construcción, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.

Palabras clave: Tendencias, Modelos Climáticos Globales, Hidroclimatología tropical.

1) INTRODUCCIÓN

El Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) destacó el papel crucial de las actividades humanas para comprender los impactos del cambio climático, así como la adaptación y la vulnerabilidad (IPCC 2022). En particular, Centro y Sur América enfrentan desafíos exacerbados debido a factores como la desigualdad, la pobreza y la deforestación. Esta situación intensifica los riesgos para los ecosistemas, el agua, la agricultura y la migración. Se anticipan impactos significativos en los ecosistemas, el agua y los alimentos, particularmente en la región noroeste de América del Sur, incluyendo los Andes (IPCC, 2022). En este sentido, las estrategias de adaptación eficaces requieren de datos hidroclimáticos de alta resolución espacial y temporal, políticas transversales, enfoques participativos y la integración de la adaptación basada en los ecosistemas y en la comunidad (IPCC, 2022). La falta de datos y análisis suficientes para la toma de decisiones de adaptación al cambio climático sigue siendo un obstáculo clave para abordar los desafíos hídricos en la región (Salas, et al., 2023; Florian-Vergara, et al. 2021).

Recientemente el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) presentó los Escenarios de Cambio Climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia, en adelante 4CN (IDEAM, 2024), en la cual se hizo la revisión de los cambios esperados para precipitación, temperatura (máxima, mínima y media), humedad relativa y entre otras variables climáticas, tanto para el periodo histórico 1981-2021, como para proyecciones futuras 2021-2100 de cuatro de los cinco escenarios SSP de los modelos CMIP6 de AR6 (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5). Dicho estudio incluye la reducción de escala de los datos hidroclimáticos para 25 de los 80 modelos del CMIP6. Los datos tienen escala temporal diaria y a una resolución espacial de 10x10 km, tanto para el periodo histórico, como para el periodo futuro. En general, el reporte muestra cambios en las variables climáticas sobre el territorio colombiano. Para precipitación se presentan reducciones del 50% en algunos lugares y aumentos superiores al 50% en otros, mientras las temperaturas máximas muestran aumento generalizado en un rango de 0.5°C a 5°C cuya distribución también varía sobre el territorio nacional.

En este trabajo presenta la significancia estadística de cambios en la climatología de precipitación para los escenarios SSP (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) en el periodo 2021-2100 con relación a los registros históricos 1981-2021. Además, se cuantifican las tendencias y su significancia estadística. Este enfoque complementa los resultados presentados en la 4CN y además ofrece información relevante para la toma de decisiones en las zonas hidrográficas del territorio colombiano que deben priorizarse para orientar planes y medidas de adaptación y mitigación en múltiples ámbitos sociales, económicos y ambientales.

2) MÉTODOS

Cuantificamos los cambios en la precipitación para los escenarios (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) en el periodo 2021-2100 de la 4CN con relación a la climatología de los registros históricos, 1981-2021. Para tal fin, cuantificamos el cambio porcentual de la diferencia entre el promedio de largo plazo para cada escenario SSP con relación al histórico en términos porcentuales. Adicionalmente, identificamos las zonas que exhiben un cambio significativo en la climatología de los escenarios SSP con relación al histórico utilizando una prueba T. Para cada escenario también se cuantificaron las tendencias y su significancia utilizando la prueba de Mann-Kendall (Hamed & Rao, 1998).

4) RESULTADOS

En general, nuestros resultados evidencian cambios significativos sobre el territorio continental de Colombia. En particular, los cambios porcentuales en la precipitación media de largo plazo muestran variabilidad en rangos porcentuales entre -20% y 30%. Geográficamente, se evidencia una expansión de las zonas con cambio significativo para las regiones naturales de Colombia. En particular, los escenarios SSP1 y SSP2 muestran cambios en algunas zonas de las regiones Andina y Pacífico con cambios porcentuales del orden de 10%. El escenario SSP3 muestra alteraciones al norte de las regiones Pacífico y Orinoco con variaciones alrededor del 10%. Mientras el escenario SSP5 indica cambios significativos sobre todas las regiones de Colombia con cambio porcentuales del orden de 30% en algunas zonas, destacándose las regiones Andina, Pacífico, Caribe y el norte del Orinoco.

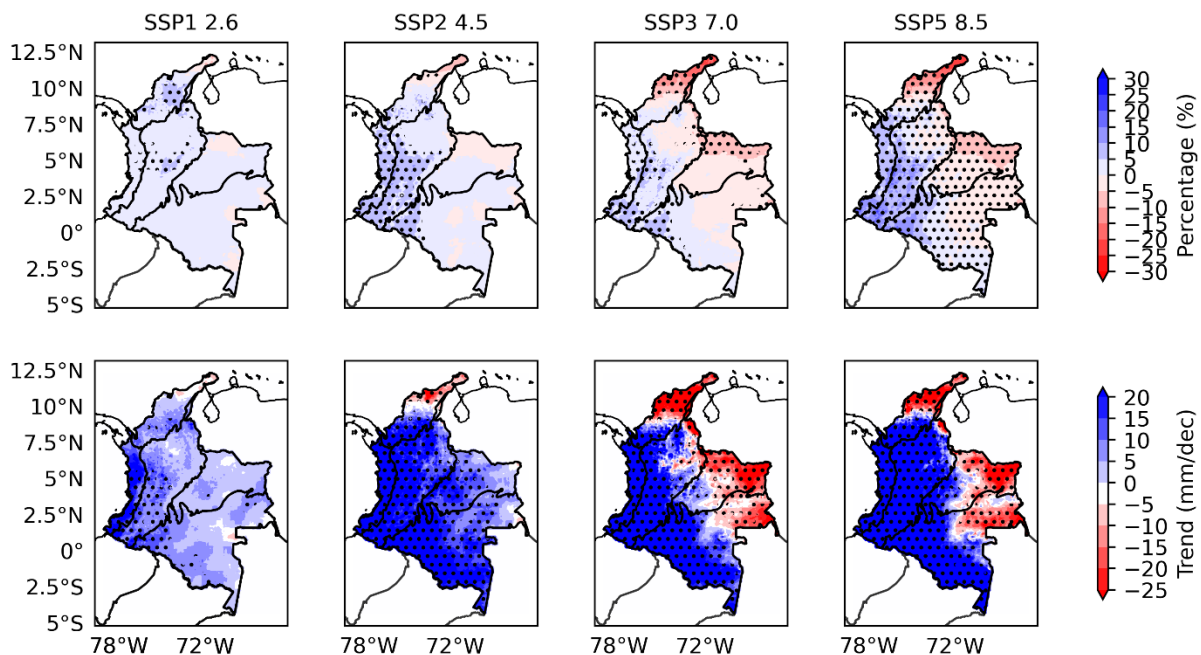


Figura 1. Zona de estudio y regiones naturales de Colombia. (arriba) Porcentaje de cambio de la precipitación promedio para el periodo 2021-2100 con relación a la precipitación promedio para el periodo histórico 1981-2021. Los puntos denotan los cambios significativos en la media según la prueba T. (abajo) Tendencias. Los puntos denotan las tendencias significativas según la prueba Mann-Kendall.

El análisis de tendencias muestra tendencias crecientes y decrecientes sobre Colombia, con valores que varían entre 20 mm/dec y -25 mm/dec. El escenario SSP1 indica cambios significativos al sur de la región Andina, mientras que el SSP2 muestra una significancia en las tendencias crecientes sobre gran parte del país del orden de 20 mm/dec. Los escenarios SSP3 y SSP5 muestran patrones coherentes con una zona de tendencias decrecientes hacia el oriente de las regiones Amazonas y Orinoco con tendencias de hasta 25 mm/dec. Al norte del país, se evidencian tendencias significativas para la región Caribe del mismo orden de magnitud.

Nuestros resultados complementan los resultados presentados por el IDEAM en la 4CN de Colombia y exhiben patrones importantes para el diagnóstico sobre el potencial impacto del cambio climático en la precipitación de las regiones naturales de Colombia. Además, ofrece información relevante para la toma de decisiones y la planeación estratégica de adaptación y mitigación del cambio climático para diversos sectores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del Gobierno de Canadá “New Frontiers in Research Fund (NFRF), attributed to the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) and the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SSHRC), [NFRFI-2023-00561]”. Carolina Florian Vergara agradece el apoyo del programa Jóvenes Investigadores e Innovadores, convocatoria 2025000305 del ITM 2025.

REFERENCIAS

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/ar6-syr/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2024: Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, Fundación Natura y Proyecto GEF-CBIT “Transparencia Climática Colombia”.

IDEAM, 2013: Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia.

Florian-Vergara, C. Salas, H.D., Builes-Jaramillo, A., 2021: Análisis de la precipitación y la evaporación en el Orinoco colombiano según los modelos climáticos regionales del experimento CORDEX-CORE, *TecnoLógicas*, vol. 24, nro. 52, e2144, 2021. <https://doi.org/10.22430/22565337.2144>

Salas, H.D., Builes-Jaramillo, A., Florian, C., Valencia, J., Tamayo, Y., Bermudez, M., Rodríguez, M., Echeverri, K., 2024: Projected effects of climate change in precipitation and streamflows of the Upper Orinoco River Basin from global and regional climate models. *Journal of Water and Climate Change*, doi: 10.2166/wcc.2024.659

Hamed, K. H., & Rao, A. R., (1998): A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of hydrology*, 204(1-4), 182-196. doi:10.1016/S0022-1694(97)00125-X