
Cita bibliográfica: Pabón-Caicedo, J.D. (2022). El cambio climático en la América ecuatorial. *Ikara. Revista de Geografías Iberoamericanas*, (1). <https://doi.org/10.18239/Ikara.3019>

El cambio climático en la América ecuatorial

José Daniel Pabón-Caicedo *¹ 

Resumen: El cambio climático afectará diferentes regiones del planeta, como América ecuatorial, las que tienen estrecha relación con las condiciones ambientales dentro de las cuales el clima es factor importante. En este artículo, partiendo del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, se visibilizan las tendencias de largo plazo en la temperatura media del aire y de la precipitación y las posibles condiciones futuras en estas variables y en el nivel medio del mar para América ecuatorial. Se reflexiona acerca de las acciones en la que debería enfatizar la región: presionar en la política global por metas más ambiciosas y efectivas para la reducción drástica en el corto plazo de emisiones de gases de efecto invernadero, promover la innovación tecnológica para la mitigación y adaptación, fortalecer la red de observación del clima y optimizar los sistemas de alerta temprana con mayor apoyo del pronóstico del tiempo y predicción climática.

Palabras clave: clima regional; tendencias de cambio climático; escenarios de cambio climático; mitigación; adaptación.

Mudanças climáticas na América equatorial

Resumo: As mudanças climáticas afetarão diferentes regiões do planeta, como a América equatorial, que estão intimamente relacionadas às condições ambientais nas quais o clima é um fator importante. Neste artigo, com base no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, tornam-se visíveis as tendências de longo prazo na temperatura média do ar e precipitação e possíveis condições futuras nessas variáveis e no nível médio do mar para a América equatorial. Reflete sobre as ações em que a região deve enfatizar: pressionar na política global por metas mais ambiciosas e efetivas para a redução drástica no curto prazo das emissões de gases de efeito estufa, promover a inovação tecnológica para mitigação e adaptação, fortalecer a rede de observação climática e otimizar os sistemas de alerta precoce com maior suporte de previsão do tempo e previsão do clima.

Palavras chave: clima regional; tendências de mudanças climáticas; cenários de mudanças climáticas; mitigação; adaptação.

Climate change in equatorial America

Abstract: Climate change will affect different regions of the planet, such as equatorial America, which are closely related to environmental conditions within which climate is an important factor. In this article, based on the IPCC Sixth Assessment Report, long-term trends in mean air temperature and precipitation and possible future conditions in these variables and in mean sea level for equatorial America are made visible. It reflects on the actions in which the region should emphasize: press in global policy to set more ambitious and effective goals for the drastic reduction in the short term of greenhouse gas emissions, promote technological innovation for mitigation and adaptation, strengthen the climate observation

¹ Grupo de Investigación “Tiempo, clima y sociedad”, Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Colombia (Colombia). * Autor/a para la correspondencia: jdpabonc@unal.edu.co

network and optimize early warning systems with increased support of weather forecasting and climate prediction.

Key words: regional climate; climate change trends; climate change scenarios; mitigation; adaptation.



1. INTRODUCCIÓN

El clima, entendido como las condiciones atmosféricas predominantes durante un largo período sobre una región, es un factor ambiental que actúa en el espacio geográfico propiciando o limitando las diversas formas de la interacción sociedad-naturaleza que moldean este espacio cualquiera sea el concepto con el que lo consideremos (lugar, paisaje, región o territorio). Así, el desarrollo de la sociedad establecida en un territorio determinado transcurre en “sintonía” o en “sincronía” con las condiciones ambientales predominantes durante largos períodos en las que el clima juega un papel relevante como influyente en aspectos físico-bióticos, socioeconómicos, culturales y en el riesgo de desastre de los territorios. En ocasiones, tales condiciones se alteran por fases extremas de la variabilidad climática, que recurrentemente trae anomalías climáticas que se expresan en fenómenos hidrológicos como las sequías y las inundaciones causantes de desastres. En el largo plazo, las condiciones predominantes se modifican gradualmente por el proceso denominado cambio climático, lo que trae a los territorios otro tipo de impactos prácticamente imperceptibles de un año a otro, pero que, siendo cumulativos, se tornan más marcados en la medida como transcurren los decenios. Ante esta particularidad de los procesos de interacción sociedad-naturaleza, los países procuran reducir tales impactos en sus territorios con la gestión del riesgo de desastre y con la gestión del riesgo por cambio climático. Y es, en esta problemática, donde la geografía puede (y diría, debe) desplegar sus mejores aportes conceptuales, teóricos y aplicados en cuanto al análisis del riesgo de desastre y del riesgo por cambio climático (en general, del riesgo por diversas expresiones del cambio ambiental global: ascenso del nivel medio del mar, acidificación del océano, cambios en la biodiversidad y servicios ecosistémicos, etc.) con miras a soportar mejor las bases sobre las que los gobiernos estructuran acciones (estrategias, planes y proyectos) en cuanto a la gestión del riesgo de desastre y de los riesgos por las expresiones del cambio ambiental global.

El presente artículo se refiere al cambio climático, aprovechando la reciente difusión (agosto de 2021) de la contribución del Grupo I para el Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (ampliamente difundido como el AR6 del IPCC – por la siglas en inglés), el cual referiré en adelante como IPCC(2021). Este informe señala, con base en el mejor soporte existente hasta el momento en cuanto a evidencias científicas, que desde mediados del siglo XIX se está experimentando un calentamiento global y un cambio climático sin precedentes en la historia de al menos los últimos 2000 años, el cual ha sido causado mayormente por la actividad humana. Este cambio ya está impactando los diferentes aspectos del funcionamiento de los territorios (países) en diferentes partes del mundo y dichos impactos se agudizaran hacia el 2050 y mucho más hacia finales del siglo XXI de no tomarse acciones drásticas para el control del calentamiento (mitigación: reducción de las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero) y para la adaptación a las nuevas condiciones ambientales propiciadas por un clima cambiado. Los cambios son muy diversos para las diferentes regiones del planeta, lo que invita a enfocar la mirada en áreas concretas del mismo como se propone hacer en este escrito analizando lo que el IPCC(2021) muestra para la América ecuatorial (ver Figura 1), región en la que se ubican algunos países de Centroamérica (Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y del Caribe (gran parte de las Antillas menores) y del norte de América del Sur (Guyana Francesa, Surinam, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador y una gran extensión de Perú, Bolivia y Brasil) que concentran la actividad de un poco más de 400 millones de personas (según estadísticas del Banco Mundial).

Por franja ecuatorial en climatología y geografía física comúnmente se entiende un área a uno y otro lado del Ecuador geográfico (0° de latitud). Los límites de esta franja se definen bajo diversos criterios. Arbitrariamente algunos la extiende entre los 5°S y 5°N , otros a los 10°S – 10°N . Considerando la dinámica de la atmósfera, la franja ecuatorial se sitúa entre los 7.5°S y los 7.5°N (Dobrishman, 1980) y migra de sur a norte y de norte a sur dependiendo de la época del año. Climatológicamente, la franja ecuatorial es aquella en la que se observa la acción de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), está asociada al ecuador térmico, la baja (presión) ecuatorial, a los vientos alisios del noreste y del sureste que convergen en la ZCIT, intensa actividad convectiva y abundante precipitación. En general, la ZCIT se desplaza entre 10°S y 10°N aproximadamente (Ghouse et al., 2015), pero este rango varía dependiendo de si el desplazamiento ocurre sobre el océano o sobre el continente: sobre el noroeste de Suramérica, Centro América y el Caribe, la amplitud del desplazamiento latitudinal es mayor, llegando a los 15°S (enero) y los 20°N (junio); en el Atlántico tropical oeste la oscilación tiene un rango latitudinal menor, manteniéndose entre los 10°S y los 10°N . En la América ecuatorial, este desplazamiento de la ZCIT propicia mayormente climas húmedos y cálidos (los climas Am, Af y Aw, según la clasificación de Köppen; ver Figura 2), sin embargo, hay presencia de algunos enclaves con climas secos (de la categoría B) cerca de sus bordes externos al norte y al sur, y templados (del tipo C y D) en zonas superiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar en los Andes y en los sistemas montañosos de Centroamérica.

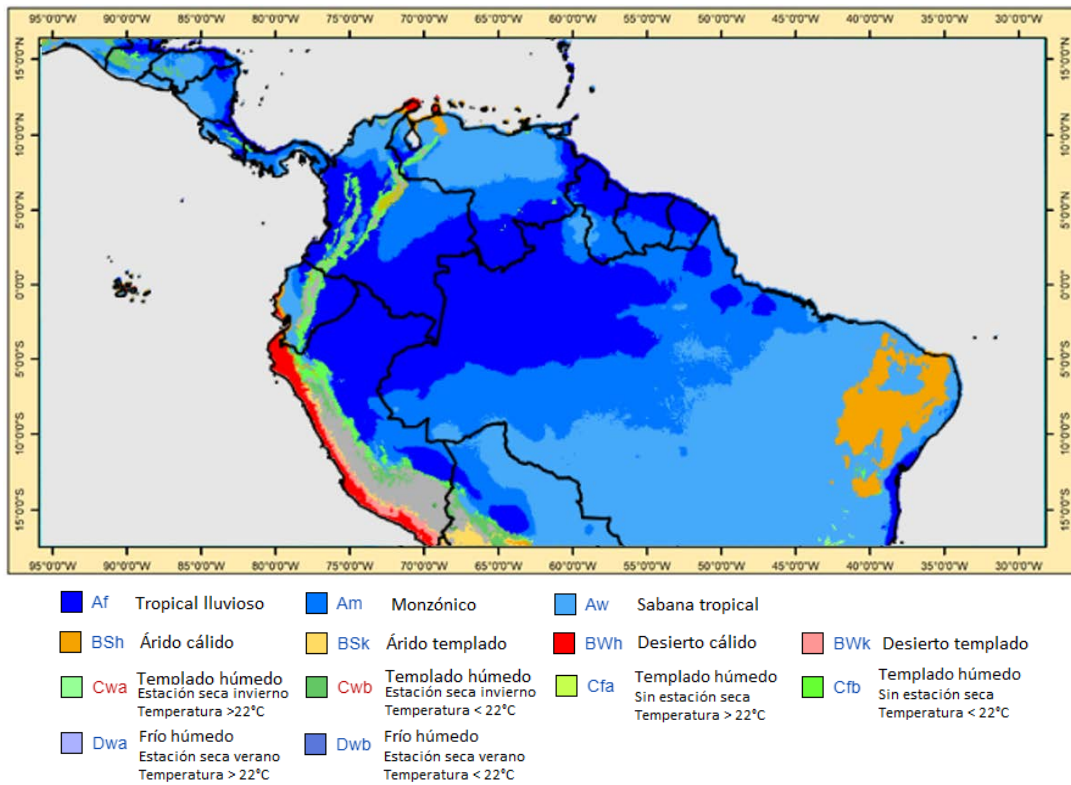
El clima descrito, entre otros factores, ha propiciado la diversidad biológica, la disponibilidad de servicios ecosistémicos, recursos hídricos, la múltiple especialización productiva y la pluralidad cultural de la región; igualmente ha organizado determinada distribución espacial y temporal de fenómenos meteorológicos e hidroclimáticos extremos que recurrentemente generan desastre en los territorios. Los países desarrollan sus actividades en concordancia con las condiciones ambientales descritas, como generalmente lo reportan en el capítulo de “Circunstancias nacionales” de la comunicación que cada país presenta a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ver, por ejemplo, MAE, 2017; IDEAM-PNUD-MADS-DNP-CANCILLERÍA, 2017; Ministerio del Ambiente, 2016). Estas condiciones se están modificando por el cambio climático, lo que perturba la relación de los territorios con el clima impactándolos de diversas formas (IPCC, 2014, capítulo 27).

Figura 1. Localización de América ecuatorial (se presenta la franja comprendida entre 15°S y 15°N)



Fuente: elaborado por J.T. Mora Linares.

Figura 2. *Climas (clasificación Köppen-Geiger) en la América ecuatorial*



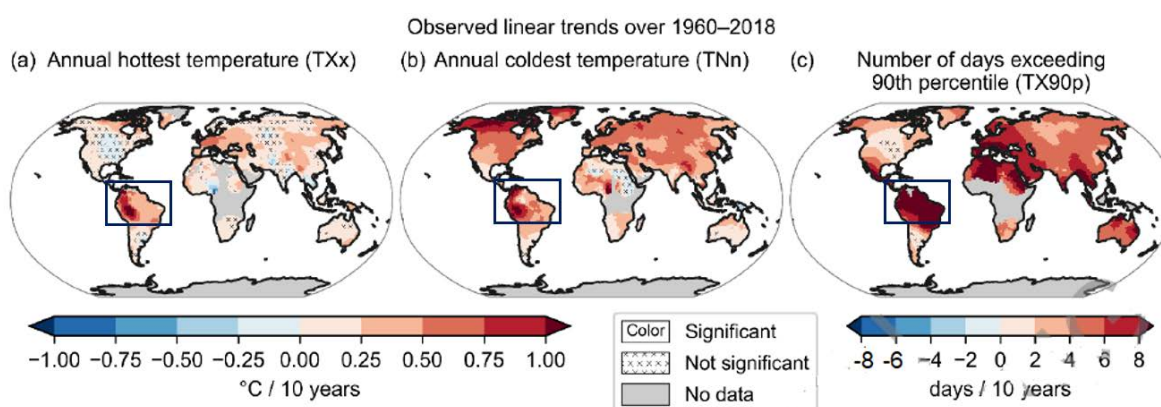
Fuente: Adaptado de Beck et al. (2018).

2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AMÉRICA ECUATORIAL

El AR6 de IPCC (2021) presenta los cambios que se han venido registrando durante los últimos decenios en los patrones y en la frecuencia e intensidad de los extremos según los registros en diferentes partes del mundo. El AR6 señala que comparando los períodos 1850-1900 y 2011-2020, la temperatura media global ha aumentado en cerca de 0.9°C, siendo mayor el calentamiento sobre los continentes (1.59 °C) en comparación con el que se ha observado sobre la superficie de los océanos (0.88 °C). El IPCC (2021) argumenta de manera contundente de que la mayor parte de este calentamiento ha sido generado por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera debido a la actividad humana.

Para la América ecuatorial, la señal de calentamiento es consistentemente positiva en todas las subregiones utilizada en el análisis de IPCC (2021) con una tendencia de un poco menos de 0.2 °C/decenio (con un calentamiento de 0.6-0.7 °C en los últimos 40 años). En la Figura 3, tomada de IPCC (2021), se muestran las tendencias de los extremos de la temperatura del aire en el período de 1960-2018); el área donde se ubica América ecuatorial se destaca con un recuadro con líneas azules. En el recuadro se destacan núcleos con marcado aumentos en los valores de temperatura máxima, de las temperaturas mínimas (que indica disminución de la intensidad de los eventos de frío extremo) y en el número de días calurosos ha venido aumentando.

Figura 3. *Tendencia (período 1960-2018) en los extremos de temperatura del aire. a) En los valores de temperatura máxima de cada año (°C); b) En los valores de la temperatura mínima de cada año (°C); c) el número de días con valores de temperatura superiores al percentil 90*



Leyenda: América ecuatorial se destaca en el recuadro con líneas azules.

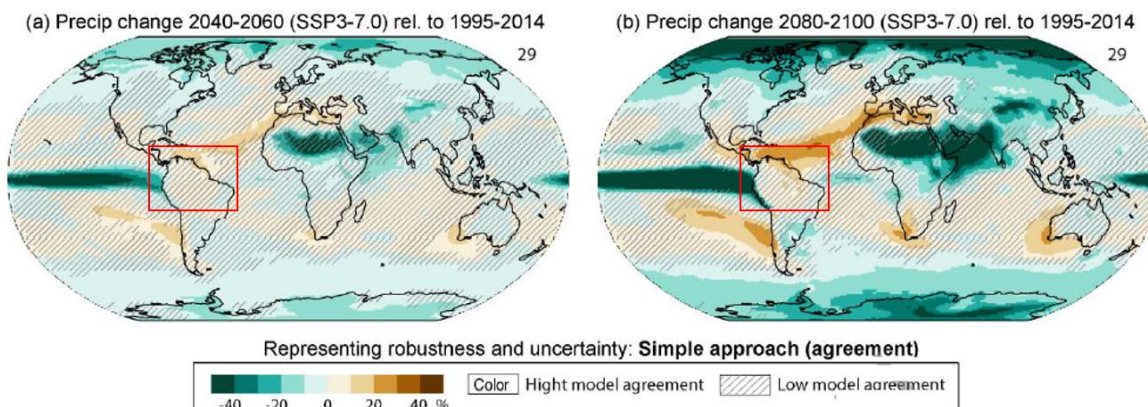
Fuente: IPCC (2021).

Las tendencias de precipitación en la región de América ecuatorial, según IPCC (2021) son variadas y contrapuestas: en algunas áreas las tendencias son hacia la disminución, en otras, aumento; las tendencias, sin embargo, no son extremadamente marcadas (entre -0.2 y +0.2 mm/decenio en la precipitación anual). En los mapas que presenta IPCC(2021) con el análisis de tendencias por regiones (en la Figura 11 del Atlas de IPCC, 2021), es posible ver que la precipitación anual entre 1960-2015 ha venido disminuyendo en el sector Centroamericano y sobre Guyana, Surinam y Guyana Francesa, el altiplano de Perú y Bolivia y en el nordeste de Brasil; tendencias al aumento se observan en gran parte de Venezuela, Colombia y Ecuador, sobre la Amazonía boliviana y en sectores dentro del territorio de Brasil. Sobre las tendencias en los extremos de precipitación, para América ecuatorial el IPCC (2021) no presenta información dado que la disponible no asegura un buen grado de confianza para hacer conclusiones al respecto.

Las proyecciones sobre temperatura media anual y precipitación anual que IPCC (2021) presenta para la región de América ecuatorial para diversos períodos en el siglo XXI y en diferentes escenarios pueden resumirse en lo siguiente: hacia el 2041-2070 el calentamiento (relativo a lo observado en el período 1995-2014) sería del orden de 2 °C tanto en el escenario SSP1 2.6 (escenario optimista de reducción sostenida de emisiones de GEI durante el siglo XXI) como en el escenario SSP3 7.0 (escenario de incremento moderado pero sostenido de emisiones de GEI durante el siglo XXI); hacia finales del siglo XXI (1981-2100) el calentamiento bajo el SSP1 2.6 llegaría a los 3 °C y a 4 °C en el SSP3 7.0. El calentamiento de 1.5 °C se alcanzaría en el decenio del 2030.

Para los cambios en la precipitación anual en el ámbito de la América ecuatorial, los escenarios generados por los modelos utilizados no concuerdan en la definición del signo y la magnitud; en la Figura 4 se presentan los cambios en la precipitación que publica IPCC (2021) para el escenario SSP3 7.0 y que señala la particularidad del desacuerdo entre los modelos en cuanto a proyecciones de precipitación para la región; no obstante es posible ver que hacia mediados del siglo XXI (2041-2060) se presentaría un ligero aumento en el sector que va desde el suroccidente de Colombia, cubre Ecuador y el norte d Perú, disminución habría en Centro América y el norte de América del sur; hacia finales del siglo (2080-2100) se mantiene la configuración espacial de los cambios, pero serían más marcados.

Figura 4. Posibles cambios en la precipitación anual (en términos de porcentaje referido al promedio multiannual del período 1995-2014) hacia mediados (a) y finales (b) del siglo XXI bajo el escenario SSP3 7.0 (incremento sostenido de emisiones de GEI durante el siglo XXI)



Leyenda: América ecuatorial se destaca en el recuadro con líneas azules.

Fuente: IPCC (2021).

No se podría dejar de mencionar que a la par con el calentamiento global y el cambio climático trascurren otras expresiones del cambio ambiental global, como el calentamiento y la acidificación del océano y el ascenso del nivel medio relativo del mar, que también impactarán los países del mundo, incluidos los de la América ecuatorial. En cuanto al ascenso del nivel del mar, el escenario SSP2 2.6 señala que para el 2080-2100 aumentaría hasta los 50 centímetros en la costa del Pacífico, en la del Caribe y del Atlántico; en el escenario SSP5 8.5 (aumento sostenido de emisiones de GEI durante el siglo XXI), tal incremento sería de 80 centímetros en las tres costas. El calentamiento del océano hacia finales del siglo bajo el escenario SSP1 2.6 estaría en 1 °C por encima de lo observado en 1995-2014 en el Mar Caribe y Atlántico circundante a la América ecuatorial y hasta 2 °C en el Pacífico; bajo el escenario SSP5 8.5, tal calentamiento alcanzaría 3 °C en el Caribe y parte del Atlántico, 3.5 °C en el Atlántico cerca del Ecuador y 4 °C en el Pacífico.

3. REFLEXIONES FINALES

Las modificaciones del clima tendrán impactos diversos en los países del mundo dado que perturbará la relación establecida clima-territorio bajo la cual se han desarrollado gran parte de los procesos físico-bióticos y socioeconómicos en los últimos decenios. Los cambios serán más marcados en el transcurso del siglo XXI y los impactos irán creciendo en magnitud de no tomarse acciones frente a estas problemáticas. La información que comparte IPCC (2021) hace evidente la crisis climática en la que ya está sumida la humanidad y urge a tomar acciones de respuesta más contundentes en cuanto a efectividad para controlarla. Es necesario actuar más pronto en el control de la magnitud del calentamiento, mitigarlo, cumpliendo al menos lo estipulado en el Acuerdo de París en el año 2015, a través de una drástica reducción de las emisiones de GEI en este decenio 2021-2030; en paralelo, se debe redoblar los esfuerzos para ir ajustando (adaptando) el funcionamiento de los territorios a las condiciones climáticas que se observarán a mediados y a finales del siglo XXI.

Al tiempo que se realizan acciones de mitigación y que se siga sacando provecho de la participación en las diversas acciones de mitigación del calentamiento global promovidas por los países industrializados, los países de América ecuatorial deben incrementar la presión para incidir de manera más efectiva en la gobernanza global de los asuntos del cambio climático, con estrategias conjuntas más contundentes, para lograr una mayor, concreta y rápida reducción de los GEI. No conformarse solo con el flujo de fondos

para mitigación, que si bien son importantes para diversos procesos del desarrollo territorial, terminan siendo un distractor en la vía hacia la solución real: reducción de emisiones de GEI.

La falta de información confiable para concluir en IPCC (2021) acerca de las tendencias de las variables climatológicas en América ecuatorial, señala la urgente necesidad de fortalecer las redes de observaciones y mediciones en el monitoreo de los diferentes componentes del sistema climático regional. Esta situación también apunta a que se debe fortalecer la investigación orientada a la mejor comprensión de los procesos regionales y su modelamiento, para disponer de conocimiento que permita concluir con mayor certeza sobre el curso de los mismos y hacer diagnósticos y evaluaciones más fidedignos de la situación regional, para así tener mayor confianza con la información que se comunica a los niveles de gestión de los riesgos por el cambio climático. Al avance hacia este objetivo mucho contribuirían los esfuerzos conjuntos de los países de la región para fortalecer las capacidades (investigadores, centros de investigación, etc.) y las redes científicas propias y desarrollar programas de investigación con alcance regional sobre el tema.

Lo anterior conecta con la necesidad de avanzar en el desarrollo de tecnologías propias tanto en la línea de la mitigación y como en la de la adaptación y reducir la dependencia tecnológica que la región mantiene de los países industrializados. Teniendo una mirada global de la división del trabajo en las respuestas al problema del cambio climático, se puede observar que los países industrializados continúan su desarrollo tecnológico y los menos avanzados se comprometen en conservar (“cuidar los bosques”) o aumentar los sumideros ampliando así la brecha tecnológica existente en general. La transferencia tecnológica de que se habla en la formalidad, en la práctica solo ocurre con la venta de tecnologías de los más desarrollados a los que se encuentran en vías de desarrollo. A manera de ilustración, veamos desde una arista esta realidad: para lograr metas en la reducción de emisiones, los países en desarrollo como los de América ecuatorial, se comprometen a hacer una transición energética mediante generación de energía limpia, lo que se hace utilizando la tecnología (paneles solares, aerogeneradores) producida por los países más desarrollados externos a la región. Igual podríamos encontrar algunos ejemplos en la adaptación (aunque en esta vía, los países de la región si disponen de un número de soluciones propias): para la adaptación en los países en desarrollo se promueven los sistemas de alerta temprana (SAT) toda vez que algunos fenómenos extremos que causan desastres pueden incrementar su frecuencia e intensidad; elementos importantes de estos sistemas como estaciones automáticas de registro de variables meteorológicas, radares, entre otros, no se producen por estos países sino por los industrializados que los “transfieren” a los primeros mediante diversas formas de comercialización.

Retomando el tema de los SAT, importantes en la adaptación por lo que se señaló en el párrafo anterior, existe la tendencia a limitarlos a las observaciones (por miembros de la comunidad) y mediciones (estaciones automáticas) in situ, como vigilancia para emitir alerta con horas de anticipación a la ocurrencia de un evento. No obstante, estos sistemas podrían ampliar el tiempo de anticipación a días, con lo que realmente se podría emitir alertas “tempranas”, con pronóstico del tiempo (para los fenómenos momentáneos) o predicción climática (para los fenómenos hidroclimáticos como las sequías y las inundaciones de larga duración) lo más acertados posibles. El desarrollo de estos componentes para fortalecer los sistemas de alerta se logra mediante la operacionalización de modelos explorados en programas de investigación. Por lo que se recomienda a los países de la América ecuatorial invertir en la mejora de pronóstico del tiempo y de la predicción climática como una de las medidas importantes para la adaptación al cambio climático.

La crisis climática se puede convertir en una oportunidad para que los países de la región, que fortaleciéndose en lo científico y en la innovación tecnológica para encontrar soluciones propias a la misma, puedan resolver problemáticas y avanzar en su idea de desarrollo territorial.



Declaración responsable: El autor declara que no existe ningún conflicto de interés en relación a la publicación de este artículo.

4. REFERENCIAS

- Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E.F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, (5), 180214. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Dobrishman, E.M. (1980). Динамика экваториальной атмосферы. Гидрометеозидат. Ленинград [*Dynamics of the Equatorial Atmosphere*]. Gidrometeozidat.
- Ghouse, B., Kishore, P., Venkat Ratnam, M., Ouarda, T.B.M.J., Velicogna, I., & Sutterley, T. (2015). Vertical and latitudinal variation of the intertropical convergence zone derived using GPS radio occultation measurements. *Remote Sensing of Environment*, 163, 262-269. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.024>
- IDEAM-PNUD-MADS-DNP-CANCILLERÍA (2017). *Resumen Ejecutivo Tercera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático/CMNUCC*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regionals Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edited by V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, & L.L.White]. Cambridge University Press, Cambridge. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu & B. Zhou]. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- MAE (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente de Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente – Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12052/tercera_comunicacion_nacional_sobre_cambio_climatico_resumenes_de_logros.pdf