

La era de la ebullición global: desafíos y oportunidades para la resiliencia climática en la región centroamericana

The era of the global boiling: Challenges and opportunities for the climatic resilience in the Central American region

José Rodrigo Rojas M.¹

[Recibido: 4 de marzo de 2024, Aceptado: 9 de mayo de 2024, Corregido: 17 de mayo de 2024, Publicado: 31 de mayo de 2024]

Resumen

[**Introducción**]: En julio del 2023 se anunció el fin del calentamiento planetario y el inicio de la era de la ebullición global. Una anomalía climática cuya agresividad, sin precedentes, azotará la región centroamericana. [**Metodología**]: Mediante herramientas de vigilancia tecnológica y analítica de datos, este estudio expone una serie de retos y oportunidades para enfrentar esta amenaza y mejorar el desempeño regional resiliente. [**Resultados**]: Todos los países han firmado acuerdos y han hecho declaratorias sobre política pública para la resiliencia climática, empero persisten fallas históricas y estructurales, así como pasivos ambientales relacionados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la fuerte dependencia por el uso de combustibles fósiles. En contraste, Centroamérica goza de una matriz de oportunidades para aumentar la ambición climática, cuenta con diversas fuentes de energía renovable, mecanismos para incentivar el pago por servicios ambientales y acciones para impulsar la economía circular y la bioeconomía. [**Conclusiones**]: La agenda regional no se conecta con el suficiente blindaje climático que se requiere para contrarrestar los rigores de la era de la ebullición. De estos balances, y según la evidencia científica, se plantea una hoja de ruta con acciones climáticamente inteligentes y socialmente inclusivas. [**Recomendaciones**]: Se sugiere crear un observatorio regional sobre resiliencia climática, (OR²C), para el monitoreo, investigación y educación sobre la era de la ebullición.

Palabras clave: Centroamérica; era de ebullición global; hoja de ruta; observatorio sobre resiliencia climática.

Abstract

[**Introduction**]: In July 2023 was announced the end of planetary warming and the beginning of the era of the global boiling. A climatic anomaly that unprecedented, aggressiveness will hit the Central American region. [**Methodology**]: Through technological surveillance tools and data analytics, this study shows a series of challenges and opportunities to meet this threat and move towards resilient regional performance. [**Results**]: All countries have signed agreements and declaratory public policies for the climate resilience, however historical failures persist as well environmental passives to reduce greenhouse gas emissions and the strong dependence for the use of fossil

¹ Especialista en cambio climático, energías renovables y gerencia de proyectos. Académico e investigador, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional, Costa Rica e Instituto Centroamericano de Administración Pública. San José, Costa Rica. jose.rojas.morales@una.ac.cr; <https://orcid.org/0000-0002-3881-9076>



energy. In contrast, Central America enjoys a matrix of opportunities to increase the climatic ambition, also a diverse mix of renewable energy sources, environmental pay mechanisms and actions to impulse circular economy and the bioeconomy [Conclusions]: The regional agenda fail in connect to a climate shielding to respond the rigors of the boiling era. Regarding those balances, and the scientific evidence, a road map, with climate smart and socially inclusive actions, is proposed. [Recommendations]: For the monitoring, research, and education programs on the boiling era, a regional observatory, on climate resilience (OR2C), is recommended.

Keywords: Central America; era of global boiling; roadmap; observatory on climate resilience

1. Introducción

El 27 de julio del 2023 será una fecha inolvidable para la historia de la humanidad y para la región centroamericana, recordará el día que, oficialmente, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró la finalización de la era del calentamiento planetario y el comienzo de la era de la ebullición global (ONU, 2023). Los últimos reportes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y del Servicio de Cambio Climático Copernicus de la Unión Europea ratificaron que el pasado julio (2023) se registraron los días más calurosos de los últimos 80 años (Copernicus, 2023). Durante estos se batieron los récords históricos y se documentaron las temperaturas oceánicas más altas para esta época del año, incluso en algunas regiones del planeta, entre ellos los países centroamericanos, comenzaron a experimentar la sensación térmica de vivir con el aumento de 1.5 °C de temperatura global. Este máximo fue acordado para el 2050, como objetivo internacional de limitar el calentamiento del planeta desde la era preindustrial (Copernicus, 2023; Keys *et al.*, 2019).

De acuerdo con el Climate Change Performance Index (CCPI, 2023), existen cuatro factores detonantes de la actual condición: a) un forzamiento radiativo climático antropocéntrico, generado por el incremento exponencial de gases de efecto invernadero; b) un pobre desempeño y bajo cumplimiento de los compromisos acordados para reducir las emisiones globales contaminantes; c) una creciente potestad imperio y poder dominante, de la geopolítica climática, por parte de los países productores de petróleo y d) un pobre altruismo norte-sur para aumentar la ambición y financiamiento en resiliencia climática y la promoción de soluciones basadas en la naturaleza. Centroamérica no escapa a esta alarmante realidad planetaria, el anuncio de la nueva era de ebullición trae consigo complejos desafíos, pero también oportunidades para planificar y ejecutar acciones hacia la transformación e integración de una parte del planeta climáticamente resiliente, tecnológicamente innovadora y socialmente inclusiva.

En términos de gobernanza climática, el panorama en la región centroamericana es conservador. En su conjunto, estos países han experimentado retos importantes por las permanentes asimetrías en acceso y distribución de la riqueza, desarrollo económico y conservación ambiental efectiva (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018 y 2019). De acuerdo con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2019), los países del Sistema de la Integración Centroamericana [SICA], por sus características naturales, ubicación geográfica, alto índice de pobreza y deudas sociales, conforman una de las regiones más



vulnerables y amenazadas por la nueva era de la ebullición (CCAD, 2019). Esta zona es afectada por regímenes de intensas lluvias y tormentas, así como por prolongadas sequías y trastornos climatológicos relacionados con alteraciones oceanográficas que provienen del Mar Caribe y del Océano Pacífico (CCAD, 2019).

Estas anomalías, más la pobre inversión en gestión integral del riesgo climático, son la combinación perfecta que sigue empujando, a niveles insostenibles, la capacidad de carga y de renovación ecosistémica, pero también pone a prueba los niveles de vulnerabilidad de la infraestructura pública, así como la base social y económica del SICA (Barandiarán *et al.*, 2019). Aunque se estima que Centroamérica seguirá produciendo una mínima parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, en la actualidad es una de las regiones más vulnerables (Barcena *et al.*, 2011; García, 2023; Vélez *et al.* 2022). Debido a la estrecha dependencia entre el clima, la producción y el desarrollo humano sostenible, la era de la ebullición magnificará las debilidades de la resiliencia centroamericana, con menores oportunidades para procurar un alto desempeño en desarrollo sostenible y de que nadie se quede atrás. De hecho, Barahona *et al.* (2022) confirman que son inminentes los periodos de sequía extendidos y que será cada vez menor la frontera agrícola aprovechable, lo cual afectará los rendimientos productivos, la base económica familiar y la magnificación de fenómenos sociales como la migración y los nómadas climáticos por toda Centroamérica.

Finalmente, los planteamientos y reflexiones sobre la era de la ebullición cobran especial importancia regional al considerar los siguientes tres principios de realidad: 1) incapacidad de ejecutar lo establecido en las políticas públicas para reducir los impactos climáticos sobre los ecosistemas terrestres, aéreos o acuáticos; 2) retroceso en el uso de bienes y servicios basados en la naturaleza como respuesta a un aumento generalizado de la degradación ambiental y 3) una creciente dificultad de conectar el desarrollo humano con acciones de políticas como la Estrategia Regional de Cambio Climático, Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgos de Desastres y la Agenda 2030 (Banco Mundial, 2019; Kalantari *et al.* 2019; Rodrigo-Cano *et al.*, 2019).

En ese contexto, esta investigación contribuye con una reflexión sobre los pasivos ambientales regionales que se han ensanchado por el incumplimiento de planes, programas y proyectos de la agenda para la resiliencia climática pospandemia y sobre lo apremiante de que cualquier solución tenga carácter regional más que respuestas en el ámbito nacional.

2. Marco teórico y conceptual del fenómeno estudiado

Este estudio refiere la definición de la era de ebullición expuesta por la ONU (2023), donde se atribuye este fenómeno físico, climático y atmosférico, a un aumento exponencial y sostenido de la temperatura planetaria inducida por el incremento de gases de efecto invernadero. En respaldo de esta declaratoria, Morris *et al.* (2022) y Sovacool y Dunlap (2022) concluyen que la progresión de calor global es el resultado de una anomalía conocida como forzamiento radiativo. Tal como lo refieren Shindell y Faluvegi (2009) y Meinshausen *et al.* (2015), este forzamiento



no tiene precedentes y está directamente correlacionado con las trayectorias progresivas de los llamados gases antropogénicos generados por el paradigma de desarrollo extractivista, promovido por las eras industriales y las actuales tendencias de globalización.

Ya advertían, *Nature* (2003) y *Keys et al.* (2019) sobre la incapacidad de los ecosistemas de responder a la era de la ebullición global y de las fatales consecuencias ecosistémicas contabilizadas en extinción de especies (*García-Molinos et al.*, 2020), aumento de pobreza planetaria (*Arga et al.* 2020), enfermedades y muertes humanas relacionadas con el clima (*Mora et al.*, 2017), acidificación del mar con crítica reducción de biomasa para alimento humano (peces, moluscos, crustáceos) (*Kwiatkowski y Bopp*, 2019) y pérdida de la soberanía alimentaria debido al avance de la desertificación en los países emergentes (*Huang et al.*, 2020). Centroamérica no es la excepción, los escenarios climáticos indican que la región experimentará una situación crítica con graves afectaciones multisectoriales por el limitado acceso a recursos básicos de calidad como aire, agua, energía y alimentos (*Bárcena et al.*, 2011; *Bouroncle et al.*, 2017; *Hannah et al.*, 2017).

Además, en el sentido de *Feliciano y Sobenes* (2022) y *Tamayo et al.* (2022), la era de la ebullición es sinónimo de una serie de alteraciones climáticas regionales y desfases en el inicio y fin de las épocas seca y lluviosa. Los cambios en el ciclo hidrológico descontrolarán los periodos de siembra y cosecha y se incrementarán las inversiones que requieren la canasta básica. Será más complicado mantener la soberanía alimentaria debido a los bajos rendimientos de cultivos esenciales como café, maíz, frijoles, arroz, frutas y legumbres. No obstante, como lo documentan *Miranda et al.* (2020) y *Quesada-Román et al.* (2021), la magnificación de los eventos atmosféricos marinos incrementará las pérdidas regionales en la infraestructura social, en especial puentes, carreteras, líneas de distribución eléctrica y centros de enseñanza. Además, como lo señala *Gallardo et al.* (2022), se entronizará la pobreza extrema en la región y crecerán las asimetrías sociales, las desigualdades y la vulnerabilidad socioeconómica ambiental. En este escenario de ebullición regional y considerando las evidencias documentadas, Centroamérica está alcanzando niveles peligrosos en su biocapacidad (*Rojas*, 2022). Las medidas de mitigación, compensación o adaptación revelan débiles resultados y baja capacidad para acoplar acciones con la agenda para la resiliencia climática. *Hagen et al.* (2022) son más drásticos al señalar que aun si en un futuro cercano hubiera financiamiento disponible, este podría ser insuficiente para evitar pérdidas y daños sistémicos. La ciencia expuesta es contundente en señalar que las trayectorias y tendencias, de la era de la ebullición, dirigen al planeta a un punto de inflexión sin retorno y con consecuencias cuya magnitud es impredecible.



3. Metodología

Esta investigación se basó en el análisis de datos generados de dos herramientas de predicción y de vigilancia tecnológica llamadas Hontza (<http://www.hontza.es>) y Softvt (www.softvt.com). Para detectar las fuentes de información de interés, se programaron búsquedas dirigidas a la captura automatizada de publicaciones científicas regionales e internacionales, así como noticias, reportes de políticas públicas y memorias de conferencias y seminarios sobre la era de la ebullición. Los análisis bibliométricos permitieron revisar, literalmente, grandes volúmenes de datos e identificar elementos claves del desarrollo científico y tecnológico sobre las tendencias de este fenómeno climático y la región centroamericana.

Adicionalmente, se utilizaron cinco buscadores especializados en recuperar información sobre forzamiento radiativo, resiliencia y gobernanza climática en Centroamérica. Los buscadores son: Intelligo, CiteSeerX, Recolecta, CC Search, y National Library. Además, se consultaron publicaciones en las siguientes bases de datos: Web of Science, Google Scholar, Redalyc, Scielo, Teseo, Openthesis y Oatd. Los datos de políticas públicas, para la región centroamericana, fueron extraídos de informes recientes de ministerios de planificación, ambiente, ciencia, tecnología e innovación de cada país.

4. Resultados

Para responder al objetivo y los alcances de esta investigación, en el **Cuadro 1** se presenta un resumen de indicadores sobre los principales retos y desafíos regionales para enfrentar los efectos de la era de ebullición. En complemento, para cada país, se exponen algunos condicionantes que siguen limitando las acciones para la adaptación y resiliencia climática efectiva. Se da inicio con una progresión desde el norte hacia el sur de la región, a pesar de las declaratorias de la Ley Marco de Cambio Climático, el Plan de Desarrollo Katún Nuestra Guatemala 2032, el Acuerdo de París, la Contribución Nacionalmente Determinada, y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, Guatemala no ha logrado revertir las tendencias de aumento de emisiones contaminantes emitidas por la pérdida de cobertura boscosa (deforestación, 26 %), transporte y energía (27 %) y agricultura y ganadería (23 %) ([Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala \[MARN\], 2021a](#)).

Al respecto, [Bardales et al. \(2019\)](#) advertían que tanto la temperatura como la precipitación muestran una tendencia al aumento en las últimas décadas y el país se ha visto afectado, más intensamente, por eventos extremos como canículas más severas y prolongadas, el retraso en el establecimiento de la temporada de lluvias y el aumento de días con precipitaciones intensas. Sobre la relación de las enfermedades y los costos por atención médica primaria, derivadas de las alteraciones climáticas, Guatemala muestra un incremento de personas afectadas por enfermedades transmitidas por vectores (ETV) tipo arbovirosis (dengue, zika y chikunguña).

Por su parte, de acuerdo con el Informe Nacional de Contribuciones, Honduras aporta menos del 0.01 % de las emisiones contaminantes en el mundo, pero es una de las economías más afectadas por las amenazas climáticas ([Martínez et al., 2021](#)). En este mismo reporte se indica



que, desde el 2010, el país muestra incrementos en las pérdidas relativas, en su población y economía, debido a los embates de eventos hidrometeorológicos tipo tormentas, inundaciones y deslizamientos de tierra. Entre 1980 y 2018, han muerto más de 15.000 personas víctimas de diferentes desastres naturales, con una población expuesta estimada en 2.9 millones de personas, ubicadas en los departamentos climatológicamente más vulnerables: de Gracias a Dios, Colón, Atlántida y Cortés (Martínez *et al.*, 2021). El Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) ha determinado un índice de severidad de sequía, revelando que el 40 % del territorio presenta una condición de déficit pronunciado de lluvia, con una tendencia irreversible en la zona denominada Corredor Seco (MiAmbiente, 2020; Sanders *et al.* 2019; World Bank, 2023).

Una situación, climáticamente, más extrema está experimentando El Salvador. De acuerdo con Luna (2017), los embates del cambio climático en el país más pequeño de la región han elevado los promedios anuales de temperatura (0.4 °C-2.2 °C), así como la ocurrencia de eventos extremos asociados con exceso de lluvia o incremento de las sequías. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN] (2021b) en su tercera comunicación, sobre cambio climático, indica que el impacto de eventos hidro climáticos de las últimas décadas ha profundizado la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, así como las medidas de contención del riesgo han sido poco eficientes para reducir los niveles críticos de la degradación ambiental y las pérdidas billonarias (Salazar *et al.*, 2019). En la era de la ebullición, El Salvador debe revisar su estrategia de resiliencia climática, la magnitud de los desastres hidrometeorológicos y la adaptación del sistema socioeconómico depende de acciones inmediatas (Rosa *et al.*, 2023; Sorto, 2023).

Desde el 2010, con el informe para la CEPAL sobre economía del cambio climático en Centroamérica se concluye que el desarrollo económico de Nicaragua, en especial el que aporta el sector agropecuario de granos básicos, como arroz, frijoles, café y maíz, es poco tecnificado y altamente vulnerable a las alteraciones hidro climáticas, al aumento de la temperatura y a la disminución de las precipitaciones (Ramírez *et al.*, 2010). La plataforma nacional de información y conocimientos sobre cambio climático, adscrita al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), también confirma los daños y pérdidas provocadas por las alteraciones del clima, en especial los episodios de El Niño y La Niña, anomalías de temperaturas e impactos en el mar, las costas, el agua potable, los bosques y la agricultura (Keller, 2013).

Por esto, en los últimos 20 años, Nicaragua se encuentra dentro de los 5 países del mundo más afectados por el cambio climático con aumento en la infestación de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y la salud pública en general, inundaciones que producen pérdidas en los cultivos, infraestructura, biodiversidad y vidas humanas, y disminución en el caudal de los ríos (MARENA, 2022; Rodríguez *et al.*, 2019; Solé *et al.*, 2016).

Quizás Costa Rica es uno de los países de la región que más ha avanzado en acciones a favor de la resiliencia climática y el combate contra la era de la ebullición. La declaratoria, Programa País Carbono Neutralidad, estrategias de cambio climático, de electromovilidad y de descarbonización de la economía, le han hecho merecedora de reconocimientos internacionales por la lucha contra el calentamiento global. Empero, las acciones no parecen ser lo suficiente robustas,



sistemáticas y permanentes para frenar las tendencias de las acciones contaminantes. De hecho, el último informe del Estado de La Nación (2023) reafirma que la degradación de los bosques, fuera de las áreas silvestres protegidas y de protección absoluta, reduce el potencial de remociones contaminantes de las emisiones nacionales. Además, Blanco (2023) señala que tampoco hay cambios en materia energética, la mayor proporción de las emisiones de GEI se debe al elevado uso de combustibles fósiles, principalmente para transporte. Se mantiene una tendencia creciente en la importación de derivados del petróleo debido a un sistema de movilidad que no cambia, de manera significativa, hace tres décadas. En el 2022, el país compró 21.1 millones de barriles de petróleo, un incremento del 59.5 % con respecto al 2019. Esta situación generó impactos ambientales acumulativos, posicionó el consumo energético como principal emisor de GEI y afectó la calidad del aire y la salud ambiental y humana. En este sentido, Costa Rica no se diferencia de los graves comportamientos globales, según los cuales las emisiones contaminantes alcanzarán su punto máximo antes de 2025 (IELN, 2023).

Además, la falta de progresividad en las políticas para la resiliencia climática genera lastres, quizás un ejemplo de ello son las políticas energéticas. Si estas no incentivan la transición a energías renovables y una matriz energética sostenible y resiliente, no se está promoviendo de forma activa la sostenibilidad ambiental ni la equidad (Faerron y Mora, 2023). Esto podría resultar en la persistencia de una economía basada en combustibles fósiles, en una forma de regresión y de retroceso en la calidad ambiental y la sostenibilidad.

En resumen, se da un pobre nivel de desempeño de acciones nacionales para aumentar el compromiso climático, hay menor capacidad de remoción de emisiones del sector forestal, incremento de la importación y consumo de petróleo, crecimiento de la flota vehicular convencional, abandono de propuesta del tren eléctrico, aumento del uso de hidrocarburos para producir electricidad en el 2023, creciente huella de carbono y no hay una ruta clara en el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad (Blanco, 2023; Durán *et al.*, 2023; IELN, 2023).

En su última contribución, nacionalmente determinada, para la mitigación del cambio climático (NDC), el Estado panameño reconoce que el cambio climático amenaza a la población, a los ecosistemas (marinos, costeros y continentales) y a los sectores más productivos de la economía (Díaz y Miró, 2017). En su marco legal ambiental, Panamá reafirma su responsabilidad común, pero diferenciada de participación, en el proceso para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (Castro, 2022) y está convencido en aumentar la resiliencia climática y reducir las pérdidas millonarias que ocasionan las inundaciones, las sequías, el ascenso del nivel del mar y la progresiva intrusión salina sobre las reservas de agua para consumo humano y para la producción (Beyer *et al.* 2019). Preocupa el aumento de la temperatura del océano por la reducción de la biomasa pesquera disponible, incluso la operatividad y funcionalidad del canal interoceánico, principal ingreso de divisas a dicho país, se ha visto afectada por los fenómenos de escasez de agua en los embalses de las cuencas hidrográficas (Prado *et al.*, 2024).

En complemento al análisis de retos de cada país, en el **Cuadro 2** se enumera un conjunto de oportunidades para la región, con el fin de enfrentar los embates de esta nueva era de ebullición



climática. Además, se han identificado desafíos (**Cuadro 1**) y oportunidades (**Cuadro 2**) para estimular la gobernanza regional resiliente. Estos, aunque balances opuestos, son principios de realidad complementarios para estructurar una hoja de ruta regional climáticamente eficiente, tecnológicamente innovadora y socialmente inclusiva.

El reto, sin duda apremiante, para que la región avance como un supra organismo vivo, dinámico e integrado, es no perder más tiempo. La era de ebullición climática llegó a Centroamérica y sus embates desconocen agendas políticas, clases sociales o límites geográficos. Es imperioso evadir cualquier estrategia que esté apoyada en fronteras territoriales, deben incentivarse soluciones y oportunidades sistémicas, comunitarias y regionales.

Activar una hoja de ruta regional requiere dejar el confort del “*business as usual*”, derribar barreras convencionales y revitalizar la atracción para el financiamiento climático multilateral. En paralelo, para un progreso resiliente, justo e inclusivo, Centroamérica debe cumplir los acuerdos firmados, aumentar el compromiso climático, público y privado con nuevas ambiciones sobre reducción de emisiones contaminantes y, además, es fundamental revisar y eliminar los planes nacionales que ponen en marcha medidas incrementales. Estas estrategias son “cuellos de botella”, esquemas *lock-in*, que postergan la transformación estructural resiliente que se requiere para contener el incremento de la temperatura regional por debajo de los 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales.

Con base en lo expuesto, en el **Cuadro 3** se plantean 10 recomendaciones para conformar una hoja de ruta, que además de identificar los desafíos estructurales, financieros y legales que enfrenta Centroamérica, respaldan los esfuerzos que hace la región para potenciar las oportunidades con el fin de avanzar con planes, programas, proyectos y acciones específicas en resiliencia climática regional. Estas recomendaciones se han agrupado en tres categorías considerando afinidades temáticas y la atención que puedan proporcionar a una agenda de prioridades estratégicas urgentes.



Cuadro 1. Análisis comparativo de algunos de los desafíos climáticos de la región centroamericana^{1,2}
Table 1. Comparative analysis of some climatic challenges in the Central American region^{1,2}

País/ condición	Tendencia de emisiones GEI	Aumento de temperatura/calor	Aumento de muertes por CC	CC y aumento de enfermedades respiratorias	CC y aumento de conflictos sociales	ODS con rezagos en desempeño social y de género	Financiamiento en inversión pública resiliente
Panamá	Aumento de las emisiones de CO2 principalmente en los sectores de energía.	El IMHPA anunció una elevada sensación térmica entre 32 y 48 °C.		CC aumentó 13 % de enfermedades diarreicas, 12 % enfermedades respiratorias y 9 % de defunciones.		2, 10, 13, 15, 16, 17	Se reconoce ineficiencias para el acceso a financiamiento climático.
Costa Rica	En el 2022, las emisiones de CO2 en el país han crecido 0.838 megatoneladas, un 11.55 % respecto al 2022.	Costa Rica ha incrementado su temperatura en 0.8 °C en el último siglo.		CC influye en la propagación de enfermedades como la malaria y el dengue.	La región centroamericana experimenta una escalada de conflictos sociales debido al déficit de inversiones en salud, educación, alimento, agua, vivienda y acceso a energía. Como denominador común son las limitaciones a una mejor calidad de vida.	1, 6, 8, 11, 14, 16	Hay varios mecanismos de financiamiento climático, todos insuficientes.
Nicaragua	Mantiene trayectorias crecientes por encima de los niveles acordados.	Mucho calor y pocas lluvias en Nicaragua; Managua alcanza temperatura récord.	Toda la región centroamericana es propensa a un alto riesgo de muertes por olas de calor, inundaciones, sequías prolongadas y mala alimentación. Cada país ha experimentado pérdidas humanas por impactos de la era de la ebullición.	Aumento de la morbilidad, costos de salud, incrementos de enfermedades asociadas con la desnutrición.		1, 2, 6, 14, 16	No hay datos concretos.
El Salvador	Las emisiones aumentaron de 35.3 a 54.8 TCO2eq.	Ministro confirma una ola de calor en El Salvador con temperaturas de hasta 42 °C.		Cambios climáticos propician incremento de enfermedades respiratorias.		4, 8, 9, 14, 15, 16	Los recursos financieros son insuficientes para financiar la de adaptación al CC.
Honduras	Al 2023 no ha logrado reducir las emisiones de GEI en un 15 % para cumplir al 2030.	Honduras, cada vez más caliente: “Esto es me adapto o me muero”.		Los efectos del cambio climático comprometen el acceso a la salud de la población rural, pobre y de diversos grupos étnicos.		1, 2, 5, 6, 9, 14, 15, 16	Hay un conflicto de competencia interna entre fondos de desarrollo y fondos climáticos, pues son excluyentes.
Guatemala	Las proyecciones muestran una tendencia al aumento de GEI en el mediano y largo plazo.	Se superaron las temperaturas máximas en la capital y al norte del país.		Aumento de malaria, fiebre amarilla, meningitis, encefalitis, influenza, gripe, complicaciones cardio pulmonares.		1, 2, 4, 5, 9, 10, 16	Sí hay, proyecto RIDASICC-CEPAL.

1. Rojas *et al.* (2020), 2. Rojas (2023).



Cuadro 2. Análisis comparativo de oportunidades climáticas en la región centroamericana^{1,2}
Table 2. Comparative analysis of climatic opportunities in the Central American region^{1,2}

País/ condición	Medidas de adaptación	Medidas de mitigación	Medidas de compensación, soluciones basadas en la naturaleza	NAMAS, NDC REDD+ Mercados y créditos de carbono	Salvaguardas ambientales de Kioto y la CMNUCC
Panamá	La región centroamericana definió, desde 2010, las acciones para mitigar las afectaciones debidas a los embates del cambio climático y se cuenta con acciones para reducir la vulnerabilidad y eventos extremos, la inseguridad alimentaria, la deforestación y la pérdida de ecosistemas,	El avance de Panamá en la mejora de la planificación y formulación de instrumentos de políticas públicas y acciones asociadas a la mitigación del cambio climático.	El artículo 39 de la Ley 942 de Cambio Climático habilita la compensación obligatoria y la determinación de la huella de carbono liberado, junto con la implementación de planes de manejo.	Toda la región ha hecho importantes avances en acciones de mitigación (NAMAS), con acciones en ganadería, agricultura, transporte, energía, eficiencia energética y cultivos como caña de azúcar, café y arroz.	Todos los países de Centroamérica tienen planes, programas y proyectos relacionados con las salvaguardas ambientales de la REDD+ de la CMNUCC.
Costa Rica	la disponibilidad de agua, los daños sobre la salud humana, la pérdida de recursos marino-costeros, la reducción de la oferta turística, la afectación de la vida y cultura de los pueblos indígenas y comunidades afrodescendientes y los daños severos a la infraestructura.	Costa Rica está comprometida con reducir sus emisiones GEI. El pilar en esta área es el Plan Nacional de Descarbonización.	Representa un instrumento para promover una descarbonización profunda y alcanzar el objetivo final de la política de mitigación del cambio climático en general.	En cuanto a proyectos de NDC y REDD+, la región se ha enfocado en mercados o fondos de carbono, bosques y dinámicas de deforestación, pago por servicios forestales para la preservación de bosques y sumideros de carbono.	Para la región, constituyen el marco local común de salvaguardas que deben ser aplicadas a todas las actividades de reducción de GEI y son medidas para anticipar, minimizar, mitigar o tratar de otro modo los impactos adversos asociados con los embates del cambio climático en la región.
Nicaragua		Decreto para la Política Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y de creación del sistema nacional (Decreto Presidencial N.º 07-2019).	Busca apoyo para ser asistida técnica y financieramente para la compensación de desastres naturales que irremediamente impactarán en el futuro.	Sobre los mercados de carbono a través del CAF se está impulsando la Iniciativa Latinoamericana y del Caribe para el Desarrollo del Mercado de Carbono (ILACC), cuyo objetivo es impulsar la competitividad global de la oferta de créditos de carbono generados en la región, fortaleciendo las condiciones para futuros mercados voluntarios.	
El Salvador		Los compromisos en mitigación consisten en “limitar el calentamiento global por debajo de los 2 °C, continuar los esfuerzos para limitar a 1.5 °C y lograr cero emisiones netas en la segunda mitad del siglo”.	Existe un programa de protección de las finanzas públicas y de reducción de pérdidas y daños asociados a los efectos adversos del cambio climático.		
Honduras		Realizar acciones para reducir el 16 % las emisiones GEI, restaurar 1.3 millones de hectáreas de bosques y reducir el consumo de leña en un 39 %.	Logran un compromiso de reducir el 16 % las emisiones de GEI, restaurar 1.3 millones de hectáreas de bosques y reducir el consumo de leña en un 39 %.		
Guatemala		La mitigación al cambio climático en el marco del SNICC incluye la información sobre la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI en diferentes sectores, así como tendencias de estos sectores que influyen en sus emisiones.	Se toman medidas para reducir los impactos adversos de la variabilidad y del cambio climático, sin sobrepasar los límites de la capacidad de carga de ningún ecosistema y compensando las emisiones de GEI.		

1. Rojas *et al.* (2020), 2. Rojas (2023).





Cuadro 3. Recomendaciones para la construcción de una hoja de ruta con acciones climáticamente inteligentes e inclusivas a escala social.

Table 3. Recommendations for the buildup a road map with climatically smart and socially inclusive actions.

Estructura y funcionamiento	Resiliencia climática	Desempeño de ODS
Recomendaciones sobre la estructura, funcionamiento y alineamiento con políticas internacionales para reducir los efectos de la era de la ebullición.	Recomendaciones para avanzar en resiliencia climática y tendencias internacionales para la descarbonización de la economía y desaceleración de las emisiones de GEI.	Recomendaciones para el desempeño de los ODS.
<p>Crear una estructura coordinadora suprarregional encargada de dar seguimiento y control de los planes, programas y proyectos sobre resiliencia climática. Para esto deben constituirse, puede ser bajo la figura del SICA o del CCAD, un grupo de delegados expertos de cada país.</p> <p>Establecer, como mandato regional, el acatamiento del principio de no regresión climática. Los proyectos y acciones específicas que se impulsen deben estar alineadas con los compromisos nacionales y regionales establecidos en acuerdos internacionales.</p> <p>Un fondo regional soberano podría plantearse mediante la colaboración entre los países la región, con el apoyo de organismos internacionales y otros actores relevantes. El financiamiento se gestionaría mediante recursos provenientes de donaciones, inversiones y otros mecanismos de financiamiento climático.</p>	<p>Acelerar los proyectos sobre reforestación porque son clave, ayudan a sustituir con madera otros materiales tóxicos, contaminantes, energéticamente intensos como los plásticos fósiles, los metales, el cemento y además los pagos por servicios ambientales (protección del bosque y biodiversidad).</p> <p>Aumentar las acciones de mitigación de huella con proyectos para la fijación, reducción y almacenamiento de CO₂. Cada país debe revisar las diferentes iniciativas y hoja de ruta para la descarbonización de la economía.</p> <p>Aumentar el portafolio de proyectos para el secuestro y absorción de GEI, entre ellas NAMAS, créditos, certificados y mercados de carbono.</p> <p>Revisar los compromisos regionales por reducir la dependencia del consumo de combustibles fósiles y aumentar la ambición climática resiliente con base en la electrificación renovable de la economía.</p>	<p>Institucionalizar, desde la enseñanza preescolar, la alfabetización climática, en específico sobre la urgencia de una correcta gestión del riesgo hidro-climático regional.</p> <p>Priorizar medidas para mejorar el desempeño de la agenda 2030, en especial lo relacionado con soberanía alimentaria, reducción de la pobreza extrema y la reducción de los nómadas climáticos en la región.</p> <p>Regionalizar capacidades, en diferentes ODS, para aumentar proyectos sobre soluciones basadas en la naturaleza, como el caso de agroforestería, diversificación forestal, gestión integrada de los recursos hídricos, protección y restauración de hábitats marinos, costeros y continentales esenciales.</p>



5. Conclusiones

El estudio de vigilancia tecnológica levanta la primera alerta de lo que sucede en el entorno internacional, pero con vinculación en la región. Oficialmente, la Organización Meteorológica Mundial declaró que el 23 de julio del 2023 fue el día de mayor temperatura global de los últimos 120 años y la ONU confirma que terminó la era del calentamiento planetario e inició la era de la ebullición global. Estas afirmaciones, para la región centroamericana, resultan alarmantes, no solo por las repercusiones climáticas que prevalecen, sino porque como región se carece del blindaje suficiente para contrarrestar los rigores de esta nueva era. En prospectiva, basado en las proyecciones del Comité Regional de Recursos Hidráulicos, en el 2030 toda la región será más caliente y con alteraciones en los presupuestos de lluvias. La suma de estas tendencias derivará en empobrecimiento ecológico y económico, en deterioro del tejido social y en el aumento de refugiados climáticos. Luchar contra estas asimetrías requiere romper la hegemonía del actual paradigma desarrollista y frenar la trayectoria de la economía basada en combustión fósil.

La segunda alerta documentada, en esta investigación, se refiere a la ratificación de que la región mantiene lastres y pasivos ambientales producto de incumplimientos a multinivel. Los ODS relacionados con gobernanza climática, especialmente el 2, 6, 7, 13, 14 y 15, muestran bajos niveles de desempeño para toda la región. Las acciones implementadas no parecen ser suficientes para contener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 °C. Los resultados publicados en los informes voluntarios, sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) y en los reportes bienales de actualización, comprueban la incapacidad de la región en conectar las políticas públicas con acciones efectivas para alcanzar las metas de reducción de emisiones establecidas en el Acuerdo de París en el 2017 y esto acelerará la llegada de los impactos y transformaciones sistémicas de la era de la ebullición sobre la región.

Otro hallazgo sensible es que la escala de financiamiento, para la acción climática resiliente regional, sigue insignificante e insuficiente para materializar los planes, programas y proyectos que cada país ha elaborado en sus estrategias de adaptación, mitigación o compensación. La banca multilateral que opera en la región (Banco Mundial, BID, BCIE, CAF) y el Fondo Verde del Clima, mediante mecanismos de apalancamiento y bonos sustentables, han hecho aportes significativos de hasta USD 4 989 millones; sin embargo, requiere movilización de financiamiento de mayor orden de magnitud para contrarrestar el incremento del calor que impone esta nueva era climática.

La era de la ebullición arrincona a las personas y el forzamiento climático del Antropoceno amenaza con alterar los patrones climáticos de la región, lo cual es muy grave. Se debe recurrir a una nueva gobernanza de los recursos naturales; por ejemplo, altas penas pecuniarias a quien contamina e imposiciones fiscales tipo impuestos, por tonelada de CO₂ eq, al emisor de GEI. Deben impulsarse políticas distributivas justas y estrategias macroeconómicas a favor de las mayorías, beneficiar al Estado de bienestar común y garantías para proteger los derechos de las poblaciones vulnerables. Urge gobernanza y resiliencia climática, geopolítica justa y reducción incremental del consumo de combustibles fósiles en toda la región. La retórica dominante, la



filantropía liviana y las buenas intenciones no bastan para crear una región resiliente, inclusiva y sostenible. Para eso, se necesitan profundos cambios estructurales.

Para mejorar la vigilancia tecnológica en resiliencia climática, se recomienda crear un observatorio regional especializado en resiliencia climática (OR²C), ya que será una herramienta de captura y análisis de datos, de planificación prospectiva y de modelaciones aplicadas al monitoreo, investigación y educación sobre gobernanza de la era de la ebullición.

La región debe incrementar los esfuerzos por atraer recursos financieros internacionales que permitan pagar la ejecución de las contribuciones determinadas en cada país (NDC), acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMAS), compras públicas sustentables, la emisión de bonos verdes soberanos y el canje de deuda por servicios ecosistémicos para la resiliencia climática.

Ningún plan de resiliencia climática será exitoso si antes no se redoblan esfuerzos para reducir la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, por eso se recomienda aumentar la capacidad adaptativa mediante alfabetización climática dirigida.

En el deseo de concretar la transformación e integración regional innovadora, se recomienda utilizar el paradigma de la innovación transformativa. Esta ruta prioriza acciones para mejorar la calidad de vida en la tierra, busca redireccionar la ciencia y la tecnología hacia opciones que sean social, económica y ambientalmente beneficiosas y contribuyan en la solución de los grandes desafíos colectivos expresados en la Agenda 2030 y que actualmente están amenazados por la era de la ebullición global.

6. Ética y conflicto de intereses

El autor declara que ha cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo. No hay fuentes financieras, el estudio se financió con recursos del autor y que está totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

7. Agradecimientos

El autor agradece al equipo editorial y a las personas revisoras anónimas del manuscrito. La versión final de esta investigación se vio significativamente mejorada por el minucioso análisis y por las sugerencias en aspectos de forma y fondo.



8. Referencias

- Arga, J., Walsh J., Rosenberg, J. y Hallegatte, S. (2020). *Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030*. Policy Research Working Paper Series 9417, The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/706751601388457990/pdf/Revised-Estimates-of-the-Impact-of-Climate-Change-on-Extreme-Poverty-by-2030.pdf>
- Banco Mundial. (2019). *Hacia una Centroamérica más resiliente. Pilares para la acción*. Washington D. C.: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento Banco Mundial. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/951981571084150552-0240022019/render/InformeHaciaunaCentroAmericamasResilientePilaresparaAccion.pdf>
- Barahona, V., Garmendia, Y., Villalta, K. y Aguilar, J. (2022). Efectos del cambio climático en Centroamérica. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16), 2018-2029. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15227>
- Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra, S., Suárez, G. y Zuloaga, D. (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID: documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*. Nota técnica del BID; 1771. <http://dx.doi.org/10.18235/0002041>
- Bárcena A., Beteta H. y Lennox, J. (2011). *La economía del cambio climático en Centroamérica*. CEPAL, México. Reporte. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/26058-la-economia-cambio-climatico-centroamerica-reportec-tecnico-2011>
- Bardales, W., Castañón, C. y Herrera, J. (2019). Clima de Guatemala, tendencias observadas e índices de cambio climático. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escrivá, M. Rosales-Alconero y A. Santizo (Eds.), *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala*. Editorial Universitaria UVG. <https://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2019/07/1RepCCGuaCap2.pdf>
- Beyer, C., Jiménez, A. y Del Cid, V. (2019). Riesgo ante el cambio climático de la pesca artesanal y el turismo comunitario en el Golfo de Montijo, Panamá. *UNED Research Journal*, 11(1), 62-70. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v11n1/1659-4266-cinn-11-01-62.pdf>
- Blanco, J. (2023). *Patrones y desafíos del uso y gestión de la energía en Costa Rica-2023*. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2023. PEN, CONARE. https://estadonacion.or.cr/wpcontent/uploads/2023/11/PEN_informe_estado_nacion_resumen-2024.pdf
- Bouroncle, C., Imbach, P., Rodríguez-Sánchez, B., Medellín, C., Martínez-Valle, A. y Läderach, P. (2017). Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies. *Climatic Change* 141, 123-137. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1792-0>



- Castro, L. (2022). *El Cambio Climático en Panamá*. Dirección Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente-Panamá. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2022/05/Ligia-Castro-de-Doens-El-Cambio-Climatico-en-Panama-.pdf>
- Climate Change Performance Index [CCPI]. (2023). *German watch, New Climate Institute & Climate Action Network. Kaiserstr.* 201 D-53113 Bonn, Germany. [Climate Change Performance Index \(CCPI\)](https://www.ccpindex.org/).
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo [CCAD]. (2019). *Estrategia regional de cambio climático (ERCC) actualizada*. https://www.sica.int/documentos/estrategia-regional-de-cambio-climatico-ercc-actualizada-octubre-2019_1_120055.html
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL y CAC/SICA]. (2014). *Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica*, LC/MEX/L.1169. México, D. F. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37456-impactos-potenciales-cambio-climatico-cafe-centroamerica>
- Copernicus. (2023). *Climate Change Services. Copernicus and WMO: July 2023 is on track to be the hottest month on record*. Copernicus and WMO: July 2023 is on track to be the hottest month on record | Copernicus. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-and-wmo-july-2023-track-be-hottest-month-record>
- Díaz, Y. y Miró, R. (2017). *Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático en Panamá*. Sociedad Audubon de Panamá. <https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/05B386D2-5BCD-A52D-6097-F853803CC619/attachments/205302/Plan%20de%20Acci%C3% %B3n%20Nacional%20para%20el%20Cambio%20Clim%C3% %A1tico%20en%20Panam%C3% %A1%202017.pdf>
- Durán, E., Obando, G., Aragón, A. y Quirós, G. (2023). *Análisis de flujos de emisiones y remociones de carbono por degradación de bosques permanentes en Costa Rica*. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2023. PEN, Conare. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/8582>
- Faerron, C. y Mora, W. (2023). *Introducción-Los cambios legislativos y regulatorios reflejan la ambivalencia en la política ambiental costarricense*. Investigación preparada para el Informe Estado de la Nación 2023. PEN, Conare. https://estadonacion.or.cr/wpcontent/uploads/2023/11/PEN_informe_estado_nacion_resumen-2024.pdf
- Feliciano, D. y Sobenes, A. (2022). *Stakeholders' perceptions of factors influencing climate change risk in a Central America hotspot*. *Regional Environmental Change*, 22, 23. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01885-4>



- Gallardo, C., Del Pozo, P., Carrazón, J. y Rapallo, R. (2022). Hambre y pobreza rural en Centroamérica. Lecciones aprendidas desde los programas PESA. *Revista de Fomento Social*, 303, 177-209. <https://doi.org/10.32418/rfs.2022.303.5202>
- García, S. (2023). *Pobreza, Cambio Climático y DESCA en Centro América y México, en el Contexto de Movilidad Humana*. Comisión Interamericana de Derechos Humanos. https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/2023/probreza_cambioclimatico_centroamerica_mexico_movilidad_humana_spa.pdf
- García-Molinos, J. (2020). Global marine warming in a new dimension. *Nat Ecol Evol*, 4, 16–17. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1037-5>
- Hagen, I., Huggel, L., Ramajo, N., Chacón, J., Ometto, P., Postigo, J. y Castellanos, E. (2022). Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century. *Environ. Res. Lett.*, 17, 033002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5271>
- Hannah, L., Donatti, C., Harvey, C., Alfaro, E., Rodríguez, D., Bouroncle, C. y Solano, A. (2017). Regional modeling of climate change impacts on smallholder agriculture and ecosystems in Central America. *Climatic Change*, 141(1), 29-45. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1867-y>
- Huang, J., Zhang, G., Zhang, Y., Guan., X., Wei, Y. y Guo, R. (2020). Global desertification vulnerability to climate change and human activities. *Land Degrad., Dev.*, 31, 1380-1391. <https://doi.org/10.1002/ldr.3556>
- Informe del Estado de la Nación, IELN. (2023). *Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica)*. Programa Estado de la Nación. Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- Kalantari, Z., Ferreira, C., Pag, S., Goldenberg, J., Olsson, R. y Destouni, G. (2019). Meeting sustainable development challenges in growing cities: Coupled social-ecological systems modeling of land use and water changes. *Journal of Environmental Management*, 245, 471-480. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.086>
- Keller, M. (2013). *United Nations Development Programme (UNDP), Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BCPR). 2013. Climate Risk Management for the Health Sector in Nicaragua*. Nueva York, N. Y.: UNDP BCPR. https://www.iisd.org/system/files/publications/crm_nicaragua.pdf
- Keys, P., Galaz, V., Dyer, M., Matthews, C., Magnus N. y Cornel, S. (2019). Anthropocene risk. *Nature Sustainability*, 2, 667-673. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0327-x>





- Kwiatkowski, L., Aumont, O. y Bopp, L. (2019). Consistent trophic amplification of marine biomass declines under climate change. *Global Change Biology*, 25, 218-229. <https://doi.org/10.1111/gcb.14468>
- Luna, F. (2017). Cambio climático en El Salvador: Impactos, respuestas y desafíos para la reducción de la vulnerabilidad. *Revista PRISMA Programa Regional sobre Desarrollo y Medio Ambiente*. https://www.prisma.org.sv/wp-content/uploads/2020/02/Cambio_climatico_El_Salvador.pdf
- Nature, 424. (2003). Welcome to the Anthropocene.709. <https://doi.org/10.1038/424709b>
- Martínez, M., Cartagena, R. y Rivera, M. (2021). *Mapeo de actores nacionales de cambio climático en Honduras*. Programa Regional de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente, PRISMA. https://www.prisma.org.sv/wp-content/uploads/2021/10/Mapeo-de-actores-nacionales-del-CC_Honduras.pdf
- Meinshausen, M., Jeffery, L. y Guetschow, J. (2015). National post-2020 greenhouse gas targets and diversity-aware leadership. *Nature Climate Change*, 5, 1098-1106. <https://doi.org/10.1038/nclimate2826>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA]. (2022). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Estudio de tecnologías de adaptación al cambio climático en sectores priorizados*. <https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/bibliografia/Publicaciones%20%20nacionales%20Cambio%20Climatico/index.html>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2021a). *Estrategia nacional de desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Guatemala.pdf
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2021b). Tercera comunicación nacional de cambio climático. El Salvador. <http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/341>
- Ministerio de Ambiente de Honduras [MiAmbiente]. 2020. *Plan Nacional de Reducción de Riesgos por Sequía 2020-2038*. <http://www.miambiente.gob.hn/static/documentos/PropuestaPN-RRS.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2019). *Plan Nacional de Descarbonización*. <https://cambioclimatico.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion/>
- Miranda, J., Ishizawa, O. y Zhang, H. (2020). Understanding the Impact Dynamics of Windstorms on Short-Term Economic Activity from Night Lights in Central America. *Economics of Disasters and Climate Change*, 4, 657-698. <https://doi.org/10.1007/s41885-020-00068-x>



- Molinos, J., Halpern, B., Schoeman, D., Brown, C., Kiessling, W., Pippa, M., Pandolfi, J., Poloczanska, E., Richardson, J. y Burrows, A. (2016). *Nature*, 6(1), 83-88. <https://doi.org/10.1038/nclimate2769>
- Mora, C., Dousset, B. y Caldwell, I. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7, 501-506. <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>
- Morris, J., J. Reilly, S. Paltsev, A. Sokolov y K. Cox. (2022). Representing socio-economic uncertainty in human system models. *Earth's Future*, 10(4), 1-25. <https://doi.org/10.1029/2021EF002239>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2023). *Hottest July ever signals 'era of global boiling has arrived' says UN chief*. <https://news.un.org/en/story/2023/07/1139162>
- Prado, P., Blanca, S. y Mack, Y. (2024). Impacto del Cambio Climático en la Operatividad del Canal de Panamá. *Revista de Iniciación Científica*, 10 (1), 65-70.
- Programa Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2018). *Índices e indicadores de desarrollo humano Actualización estadística de 2018*. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/2018humandevlopmentstatisticalupdatees.pdf>.
- Programa Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2019). *Informe sobre Desarrollo Humano 2019. Más allá del ingreso, más allá de los promedios y más allá del presente: las desigualdades en el desarrollo humano en el siglo XXI*. http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_overview_-_spanish.pdf
- Quesada-Román, A., Villalobos-Portilla, E. y Campos-Durán, D. (2021). Hydrometeorological disasters in urban areas of Costa Rica, Central America, *Environmental Hazards*, 20(3), 264-278. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1791034>
- Ramírez, D., Ordaz, J., Mora, J., Acosta, A. y Serna, B. (2010). *Nicaragua. Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Sede Subregional en México. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3db22365-b69a-4ce2-bbcb-ffbf10b2f888/content>
- Rodríguez, J., Thomas, T., Cenacchi, N. y Ríos, A. (2019). *Climate change, agriculture, and adaptation options for Nicaragua*. IFPRI Discussion Paper 1829. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133214>
- Rodrigo-Cano, D., Picó, M. y Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 25-36. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>



- Rojas, R. (2022). *Gobernanza ambiental y justicia climática como fundamentos para la integración centroamericana resiliente: Miradas desde el desempeño de la Agenda 2030, los efectos del Covid-19 y los acuerdos de la COP26*. Mención honorífica, concurso Call for Papers, SICA. <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/sg-sica-sieca-y-bcie-galardonan-tres-articulos-de-investigacion-de-la-4ta-edicion-del-call-for-papers>
- Rojas, R. (2023). *La era de la ebullición global: Desafíos y oportunidades para la región centroamericana*. Call for Papers 2023, SICA.
- Rojas, R., E. Montero y F. Campos. (2020). El desempeño de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Divulgativos COVID-19 y la Costa Rica Bicentenario. *Repertorio Científico*, 23, 20-150. <https://doi.org/10.22458/rc.v23i2.3213>
- Román-Palacios, C. y Wiens, J. (2020). Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(8), 4211-4217 <https://doi.org/10.1073/pnas.1913007117>
- Rosa, H., Ivleva, D., Morales, H. y Schulz, K. (2023). *Climate-fragility risk brief: El Salvador*. The Climate Security Expert Network report. <https://reliefweb.int/report/el-salvador/climate-fragility-risk-brief-el-salvador>
- Sanders, A., Thomas, T., Rios, A. y Dunston, S. (2019). *Climate change, agriculture, and adaptation options for Honduras*. IFPRI Discussion Paper 1827. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133215>
- Salazar, M., Thomas, T., Dunston, S. y Vijay, N. (2019). *Climate change impacts in El Salvador's economy: The agriculture sector*. IFPRI Discussion Paper 1826. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133211>
- Shindell, D. y Faluvegi, G. (2009). Climate response to regional radiative forcing during the twentieth century. *Nature Geosciences* 2, 294-300. <https://doi.org/10.1038/ngeo473>
- Solé, J., Arasa, R., Picanyol, M., González, M., Domingo-Dalmau, A., Masdeu, M., Porrás, I. y Codina, B. (2016). Assessment of Climate Change in Nicaragua: Analysis of Precipitation and Temperature by Dynamical Downscaling over a 30-Year Horizon. *Atmospheric and Climate Sciences*, 6, 445-474. <https://doi.org/10.4236/acs.2016.63036>
- Sorto, F. (2023). Situación ambiental en El Salvador, adaptación del cambio climático desafíos y retos socio-comunitarios. *Revista La Universidad*, 2, 67-102. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10204374>
- Sovacool, B. y Dunlap, A. (2022). Anarchy, war, or revolt? Radical perspectives for climate protection, insurgency and civil disobedience in a low-carbon era. *Energy Res. Soc. Sci.*, 86, 102416. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102416>





- Tamayo, J., Rodríguez-Camino, E., Hernanz, A. y Covaleda, S. (2022). Downscaled climate change scenarios for Central America, *Adv. Sci. Res.*, 19, 105-115. <https://doi.org/10.5194/asr-19-105-2022>
- United Nations News. (2023). *Hottest July ever signals 'era of global boiling has arrived' says UN chief*. <https://news.un.org/en/story/2023/07/1139162>
- Vélez, J., Aristizábal, A. y Bustos, C. (2022). *Cambio climático y movilidad humana: un estado del arte sobre la intersección de ambas temáticas en Centroamérica y Latinoamérica*. Hispanics in Philanthropy. <https://hipfunds.org/wp-content/uploads/2023/08/Movilidad-humana-2.pdf>
- World Bank. (2023). *Country climate and development report Honduras*. Technical series. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/05/18/acelerar-la-accion-climatica-ayudara-honduras-a-lograr-un-crecimiento-inclusivo-y-resiliente>

