

Opinión**Necesidad del monitoreo *in situ* del dióxido de carbono en Honduras***Need for in situ monitoring of carbon dioxide in Honduras*Leorely Reyes Andrade^{a,b,1} ^aUniversidad Tecnológica Centroamericana, UNITEC, Tegucigalpa, Honduras^bFacultad de Ciencias, Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, UNAH, Tegucigalpa, Honduras

En 2022, la Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en inglés) presentó conclusiones preocupantes sobre variables esenciales climáticas y comportamientos de fenómenos meteorológicos en el Informe del Estado del Clima en América Latina y el Caribe. El reporte describe el comportamiento que ha tenido la temperatura entre 2015 y 2021, con registros de valores mucho más cálidos en comparación con valores registrados antes de la Revolución Industrial. El reporte indicó también fenómenos más frecuentes de sequía, ciclones tropicales y eventos de precipitación extrema. En suma, se ha registrado fenómenos meteorológicos que incrementan los riesgos relacionados con el clima en la región (WMO, 2022).

De forma global, se está presenciando un calentamiento causado con un alto nivel de confianza por el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), como lo ha venido demostrando el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático en cada uno de sus reportes (IPCC, 2023). La responsabilidad de los patrones climáticos acelerados que se están viendo son producto de las actividades antropogénicas (humanas). Esto es evidente cuando comparamos los niveles de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera antes de la Revolución Industrial (1850-1900). Dichos valores se registraron por debajo de las 300 ppm. En cambio, las concentraciones de CO₂ modernas (1960-2022) han superado las 420.99 ppm. Este aumento coincide justamente con el aumento de las temperaturas globales (National Oceanic Atmospheric Administration [NOAA], 2022).

La relación entre mayor concentración de CO₂ y aumento de temperatura introduce la necesidad de mitigar las emisiones de GEI en la atmósfera. Dicha relación de estas dos variables es un pilar de estudio en el comportamiento

climático terrestre. Cabe mencionar que hay variación en la concentración de CO₂ y aumento de la temperatura en el globo terrestre. Según uno se mueva espacialmente será totalmente diferente. Estos movimientos en la atmósfera son producto de la incidencia de la energía proveniente del sol y de los factores determinantes que condicionan el clima como: latitud, altitud, relieve, cercanías a las masas de agua y corrientes marinas. Estos factores se encuentran en constante interacción y modifican los distintos elementos climáticos.

La Tierra está compuesta por distintos elementos (litosfera, hidrosfera y atmósfera), los cuales interactúan entre sí y producto de estas relaciones se da el clima terrestre. Estos elementos cuentan con distintos reservorios de carbono que interactúan con todas las piezas dinámicas del planeta. Esto se conoce como el ciclo de carbono. El ciclo del carbono es un concepto y estructura similar al ciclo del agua. Los océanos y las superficies terrestres depositan carbono a la atmósfera. Ambos se convierten en flujos marcados de entradas y salidas desde un reservorio y otro - la atmósfera y los seres vivos también son reservorios de carbono- e influyen en el balance general de este elemento (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2001). En la atmósfera, se almacena el CO₂ por causas naturales y por producto de las emisiones de las actividades humanas. Estas últimas han causado un cambio en los patrones de los flujos del ciclo, debido a que cada vez más CO₂ se libera a la atmósfera y los sumideros de carbono se encuentran en reducción, principalmente por los cambios de uso de suelo (deforestación).

El CO₂ es un gas natural, pero también se produce por actividades humanas como la industria, energía y transporte a base de uso de combustible fósiles. Dicho gas tiene un alto

¹ Autor correspondiente: leorely.reyes@unah.edu.hn, Universidad Tecnológica Centroamericana, Campus Tegucigalpa, Honduras

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5377/innovare.v12i1-1.16012>

© 2023 Autores. Este es un artículo de acceso abierto publicado por UNITEC bajo la licencia <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

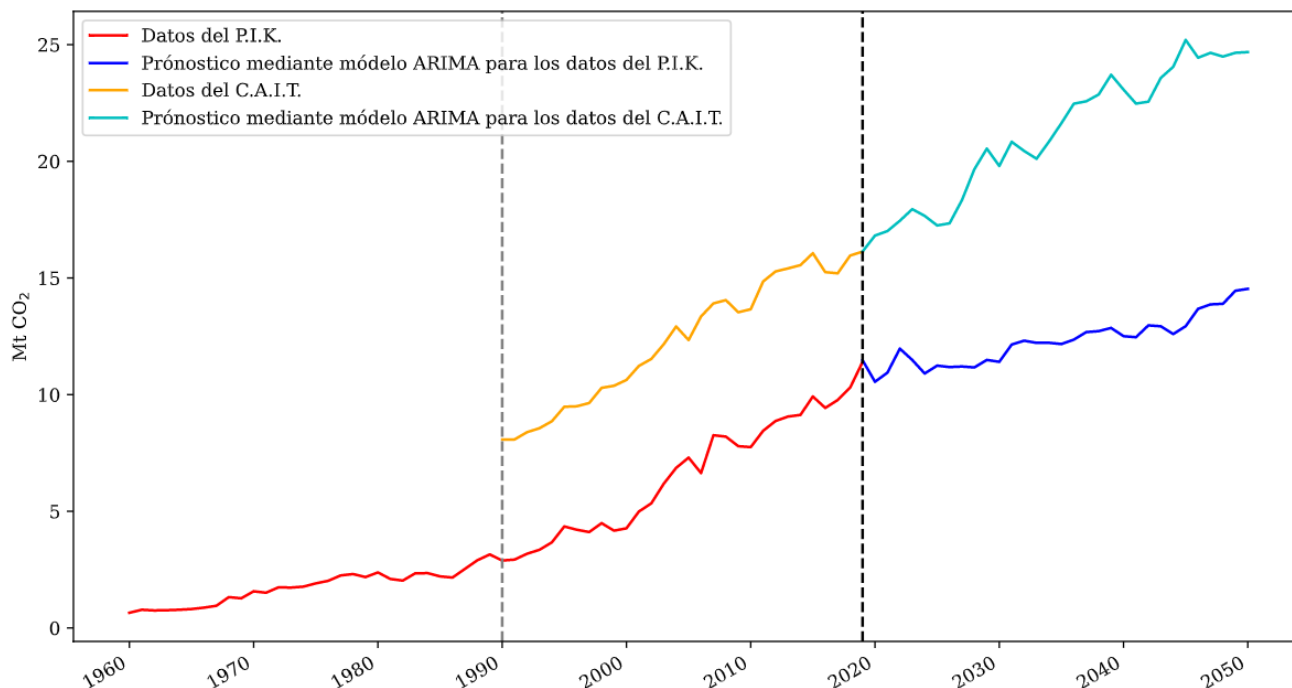


Figura 1. Diferencia entre proyecciones estimadas utilizando un mismo modelo de Procesos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA) y dos bases de datos distintas.

*PIK: The Potsdam Institute for Climate Impact Research; CAIT: Climate Analysis Indicators Tool.

potencial de calentamiento en la atmósfera. Esto se debe a su poca emisividad en la atmósfera -lo que significa que no deja salir la radiación térmica almacenada en la atmósfera-, sino que la concentra en la superficie. A medida que se analiza los valores históricos de las temperaturas en contraste con el aumento de las concentraciones de este gas, se muestra la relación directa que existe entre ambas variables (NOAA, 2022).

Actualmente, la captura de CO₂ directamente del aire juega un papel vital en las estrategias de descarbonización. Estas estrategias son de gran importancia para revertir el cambio climático y poder reducir sus impactos y nivel de riesgo. La tecnología consiste en separar física o químicamente la concentración de CO₂ del aire usando absorbentes sólidos o soluciones acuosas básicas, como medio de captura para después almacenarlo o convertirlo en materia prima. Es una técnica de mucha novedad. Sin embargo, el problema es su costo que oscila entre \$300 a \$1000 por tonelada de CO₂ retirado. Este valor depende de la zona geográfica y el tipo de energía utilizada, lo que significa que entre más energías renovables se utilicen más económica será la tecnología (Keith et al., 2018).

Comportamiento del CO₂ atmosférico en Honduras

La región de Centroamérica exhibe un comportamiento del CO₂ atmosférico congruente con la tendencia mostrada de forma global. Los datos reportados de forma oficial

muestran una creciente continua de CO₂ en la atmósfera a pesar de que no existe un alto grado de confianza en la información recopilada (IPCC, 2023). En Honduras, hay un comportamiento similar de emisiones aun cuando se comprometió en 2015 a reducirlos con la firma del Acuerdo de París. El país cuenta con últimos inventarios de 2005-2015. Dichos datos son estimaciones, las cuales introducen un error considerable y utilizan una metodología obsoleta del IPCC de 2006. El IPCC fue actualizado en 2019. Sumado a eso, existe una falta de mediciones *in situ* que permita corroborar dichos datos o validar modelos de emisiones.

Sin embargo, los datos reportados en Honduras muestran un panorama aproximado de la situación actual y de los sectores que producen más emisiones en el país. Esta información concuerda con los inventarios de gases de efecto invernadero que posee la ciudad capital de Tegucigalpa. El primero fue publicado en 2015 en el Plan de Acción de Tegucigalpa de la Alcaldía Municipal del Distrito Central.

El segundo inventario documentó la continuación de mediciones hasta el 2018, aun sin publicar, pero disponible en la unidad encargada de fortalecer las capacidades técnico-científicas de la Institución en Materia de Gestión Integral de Riesgo a Desastres, Cambio Climático, Ordenamiento del Territorio y Gestión Integrada del Recurso Hídrico (UMGIR). Los inventarios muestran la tendencia creciente en las emisiones presentadas en 2015 en comparación con 2018 para los sectores de energía, transporte, desechos y

Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU por sus siglas en inglés).

La captura directa de CO₂ del aire es una solución atractiva para implementar en la carrera por la descarbonización de Honduras. Se llevó a cabo un análisis de uso de modelos de proyección o *forecasting*, para visualizar el comportamiento futuro de los niveles de CO₂ y de la implementación de dicha tecnología. Los resultados presentan la falta de información que tiene Honduras sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. Las bases de datos oficiales que cuentan con la cobertura temporal necesaria son realizadas por modelos computacionales que utilizan información satelital que discrepa una con otra. Sumado a esto, los valores son solamente anuales, introduciendo mayores errores en las estimaciones futuras de la proyección. Esto da una incertidumbre preocupante, ya que los resultados varían grandemente entre bases, aun cuando se usa exactamente el mismo modelo de *forecasting* en las emisiones y en el retiro de CO₂ de la atmósfera. Dichos resultados se muestran en la Figura 1.

Esto evidencia la necesidad urgente que tiene Honduras por iniciar a validar la información de variables importantes como las emisiones de GEI, creando redes de monitoreo *in situ*. Esto no solo permitirá la validación de modelos que normalmente se usan en las tomas de decisiones en múltiples esferas del país, sino que también dará una imagen más detallada de nuestra realidad en cuanto a las emisiones. Asimismo, permitirá crear respuestas más acertadas al Acuerdo de París en la mitigación del cambio climático. Una desventaja importante es que los instrumentos de medición utilizados para este fin son extremadamente costosos. Aquí es donde se presenta una oportunidad de mejora.

El capital humano capacitado hondureño puede desarrollar instrumentos de medición de bajo costo utilizando técnicas innovadoras que se adapten a la realidad nacional. Se puede utilizar tecnologías a base de microcontroladores o de inteligencia artificial en dispositivos de baja potencia, con el desarrollo de sinergias entre la academia y la institucionalidad. Esto logrará la creación de los instrumentos y la sostenibilidad del

monitoreo en el tiempo.

Financiamiento

Este proyecto fue financiado por la Cooperación Alemana (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ) a través del Programa EuroClima+ y bajo la coordinación del Centro Universitario Tecnológico (CEUTECH) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) de Honduras. El mismo es parte del Programa de Jóvenes Investigadores y en relación a la Estrategia Nacional de Descarbonización y Resiliencia Climática de Honduras 2020-2050.

Conflictos de Interés

La autora declara no tener ningún conflicto de interés. La investigación fue realizada de manera independiente y sin influencia por parte de los financiadores. Todos los resultados y conclusiones presentados en este artículo son responsabilidad exclusiva de la autora de este artículo.

Referencias Bibliográficas

- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC [IPCC]. (2001). *TAR climate change 2001: the scientific basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/>
- Keith, D. W., Holmes, G., Angelo, D. S., & Heidel, K. (2018). A process for capturing CO₂ from the atmosphere. *Joule*, 2(8), 1573-1594. <https://dx.doi.org/10.1016/j.joule.2018.05.006>
- National Oceanic Atmospheric Administration [NOAA]. (2022). *Trends in atmospheric carbon dioxide*. Global Monitoring Laboratory. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- World Meteorological Organization [WMO]. (2022). *State of the Climate in Latin America and the Caribbean*. https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22104#.ZBN-Q3bMLIW

*Recibido: 17 marzo 2023. Revisado: 22 marzo 2023. Aceptado: 10 abril 2023. Publicado: 21 abril 2023