

Análisis de Valores de pH Oceánico en la Costa Continental e Islas Galápagos según el Atlas Interactivo del IPCC del AR6 del 2021.

Mario Hurtado Domínguez

mhurtado@institutopesca.gob.ec

Unidad de Recursos Oceanografía y Cambio Climático

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

RESUMEN

A partir de datos de variables de Cambio Climático colocadas por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) se extrajeron datos relacionados a los límites marítimos de Ecuador. De acuerdo a la línea base y a los diferentes escenarios los valores de pH podrían disminuir en promedio hasta en magnitudes de -0.05 para el escenario más alentador. Se encontraron diferencias en los valores de línea base entre el continente y las Islas Galápagos. De igual forma, los cambios proyectados en los diferentes escenarios climáticos muestran diferencias entre continente y las Islas Galápagos. Todos los escenarios de cambio climático proyectan disminución en los valores de pH, es decir, una tendencia a la acidificación, lo cual nos obliga a tomar medidas y prepararnos para dichos escenarios.

INTRODUCCIÓN

En el 2021 el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) publicó la primera parte del AR6 que corresponde a The Physical Science Basis (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>), junto con esta publicación también se abrió el acceso al Atlas interactivo del IPCC (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>), el cual es el resultado de la recopilación de los datos históricos y las proyecciones de los diferentes escenarios y modelos de cambio climático que el IPCC tiene en sus repositorios.

Este documento tiene como objetivo visualizar y establecer los valores referenciales de pH para Ecuador, tanto en su parte continental como insular, para tenerlos referenciados y poder al mismo tiempo, conocer lo que los modelos están prediciendo para nuestro territorio marítimo en el marco de los diferentes escenarios del cambio climático propuestos por el IPCC.

Adicionalmente, respecto a Acidificación Oceánica (AO) es importante tener presente que las variaciones de pH pueden parecer de pequeña magnitud, sin embargo, es muy importante aclarar que la escala de medición es logarítmica, lo cual significa que pequeños cambios representan en realidad cambios de gran magnitud.

Sobre los impactos, de acuerdo a Castillo & Navarrete (2015), las afectaciones de la AO podrían ser directas, por alteración de diferentes procesos fisiológicos (e.g. supervivencia, reproducción, desarrollo, crecimiento, metabolismo, tolerancia térmica, respuesta inmune, respuestas

comportamentales), o indirectas, a través de interacciones ecológicas (abundancias relativas, relaciones depredador-presa, aprovechamiento de nutrientes o modificaciones de hábitat), pero las predicciones a nivel de ecosistemas son complejas debido a las numerosas variables involucradas. Estudios recientes demuestran que muchas funciones biológicas pueden ser alteradas por la AO, extendiendo su impacto a una amplia gama de organismos que va desde bacterias hasta peces. Incluso en algunos casos el impacto podría ser tan severo que conllevaría procesos de extinción de especies. No todos los organismos serían afectados de forma negativa, pero análisis de los impactos a escala ecosistémica han demostrado que la AO puede generar cambios en la estructura y estabilidad de las comunidades.

Adicionalmente, Castillo & Navarrete (2015) indican que, desde la perspectiva económica, la AO representaría un costo de 10 mil millones de dólares (USD) al año para las pesquerías mundiales, con impactos directos en la economía de las áreas costeras, las cuales acogerán al 50% de la población para 2050

El seep natural de acidificación oceánica, situado en Roca Redonda, Galápagos, muestra un ecosistema acidificado y refleja que los valores de productividad (fluorescencia) son bajos en relación a los puntos de control. (Hurtado-Domínguez, M., 2021), esto podría ser un efecto directo de los niveles de acidificación encontrados en el lugar (pH = 6.9).

METODOLOGÍA

Se utilizó la información disponible en el Atlas Interactivo del IPCC que fue publicado en agosto 2021. Dentro de esta plataforma se pueden encontrar disponible los datos de las siguientes variables: i) temperatura del aire, ii) precipitación, iii) temperatura del mar, iv) nivel del mar, v) pH, entre otros. Datos históricos y proyecciones de los diferentes escenarios. Para este documento, analizaremos únicamente los valores de pH en el océano. La línea base utilizada para representar los cambios fue tomada de 1981-2020.

Aunque la resolución de la información que está disponible a nivel global es gruesa (1° x 1°) es posible extraer esta información y analizar los datos para nuestros límites marítimos.

Se procedió a bajar la información GEOTIF disponible para los valores de pH y variación de pH para los escenarios para el futuro cercano (2021-2040), estos escenarios son los siguientes:

- SPP2 – 4.5
- SPP3 – 7.0
- SPP4 – 8.5

Adicionalmente, se usaron los límites marítimos internacionales disponibles en capa vectorial y se utilizó específicamente la información disponible para Ecuador Continental y Ecuador Insular.

Una vez generados los límites se procedió a extraer la información ráster para el área de estudio y así poder hacer los cálculos utilizando la herramienta Estadística de Zona de QGIS para extraer los datos estadísticos descriptivos básicos (media, mínimo y máximo).

Se graficaron los datos con herramientas GIS en mapas para su visualización.

RESULTADOS

A nivel global se puede registrar que los datos proyectados para el futuro cercano (2021-2040) muestran un valor mínimo de 7.67321, valor máximo de 8.18187 y el promedio general podría llegar a 8.01295.

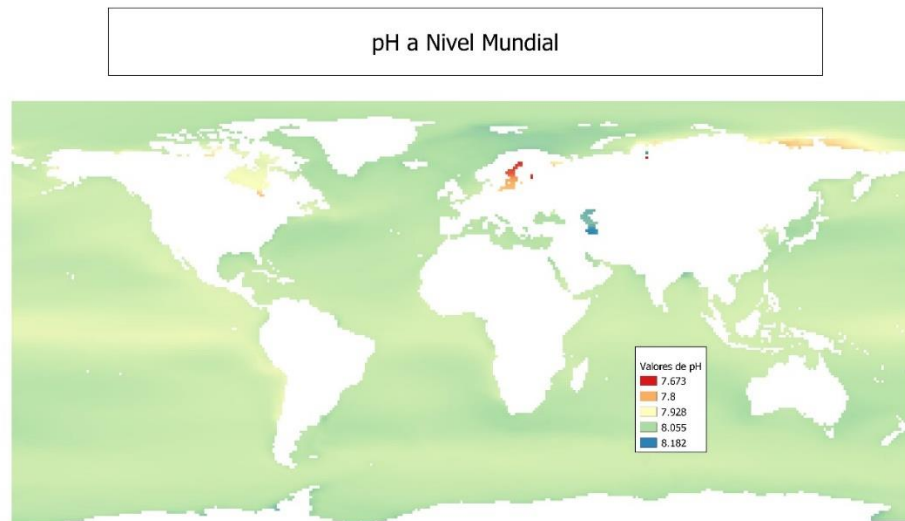


Figura 1. Proyección de valores de pH en el futuro cercano con el SPP2 – 4.5. (2021 – 2040).

Fuente: Mapa Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Los valores de cambio en los valores de pH fueron estimados en base a una línea base (1981-2020), los análisis de los datos mostraron que todos los valores son negativos, lo que indica que en todo el planeta la tendencia es la disminución del pH oceánico. El valor mínimo estimado se proyecta en -0.02213, el valor máximo podría ser de -0.13026. En promedio el pH global se proyecta en -0.07641.

Cambio de pH a Nivel Mundial

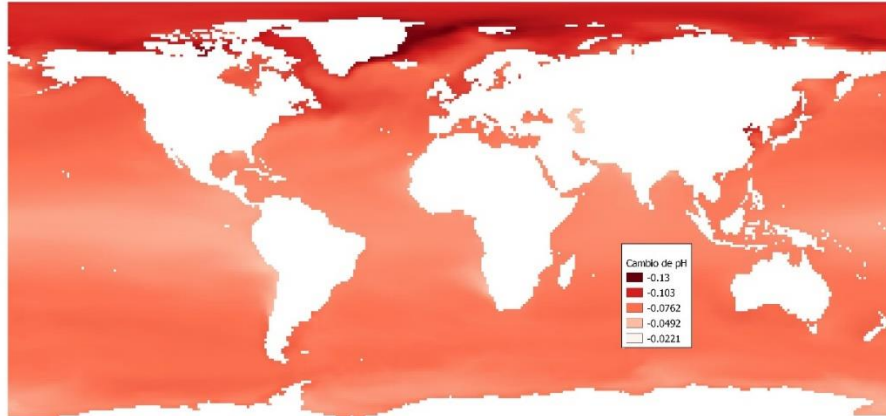


Figura 2. Proyección de valores de pH en el futuro cercano con el SPP2 – 4.5. (2021 – 2040).

Fuente: Mapa Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Al extraer la información para los límites marítimos de Ecuador fue posible diferenciar a primera vista que los valores de la zona continental difieren de los valores de Galápagos. El Continente tiene valores menos ácidos que Galápagos. Al mismo tiempo, Galápagos muestra valores más ácidos en la parte sur, esto podría corresponder a las diferencias que existen a nivel de predominancia de corrientes y masas de agua (Figura 3).

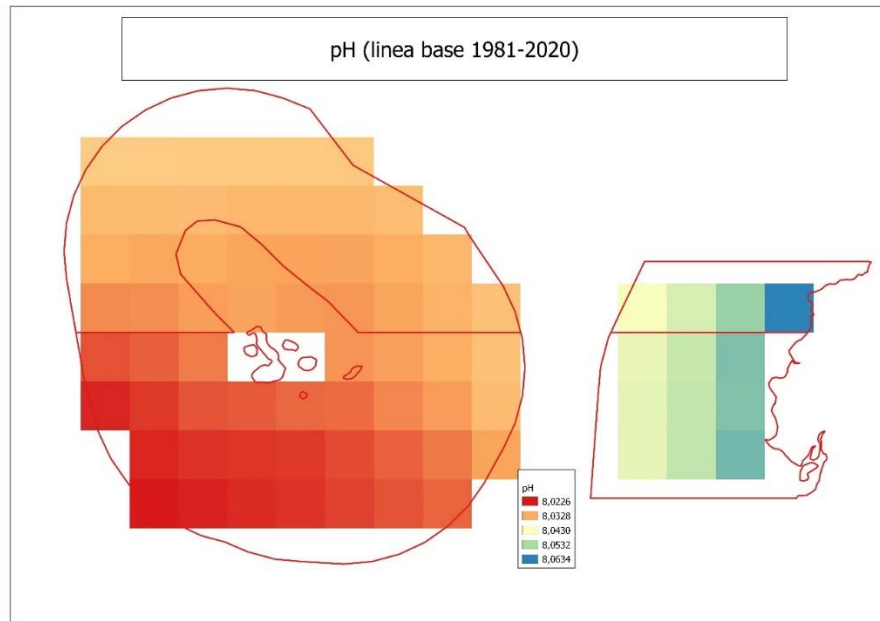


Figura 3. Información Base de datos de pH promedio desde 1981 hasta 2020.

Fuente: Mapa Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Los valores de pH tomando en cuenta tanto el área continental como insular mostraron datos para todos los escenarios que muestran disminución del pH, como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de pH para Ecuador Continental e Insular de acuerdo a los datos base y los diferentes escenarios para el futuro cercano.

	BASE	SSP2-4.5		SSP3-7.0		SSP4-8.5	
Min	8.02255	7.96679	-0.05930	7.96224	-0.06403	7.963648	-0.06452
Max	8.06335	8.00427	-0.05531	7.99855	-0.05748	7.99883	-0.05842
Media	8.04134	7.983467	-0.05795	7.97842	-0.06065	7.97946	-0.06195

Fuente: Atlas Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Los valores para la parte continental mostraron ser más alcalinos en la línea base, los tres escenarios revisados para el futuro cercano muestran disminución de los valores de pH (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de pH para Ecuador Continental

	BASE	SSP2-4.5		SSP3-7.0		SSP4-8.5	
Min	8.04380	7.98475	-0.05930	7.97967	-0.06403	7.980557	-0.06452
Max	8.06335	8.00427	-0.05816	7.99855	-0.06006	7.99883	-0.061451
Media	8.05171	7.99276	-0.05894	7.98744	-0.06212	7.98830	-0.06340

Fuente: Atlas Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Los valores de pH en la zona insular muestran valores más ácidos que el continente, de igual forma todos los escenarios de cambio climático muestran valores negativos, indicando disminución (acidificación).

Tabla 3. Valores de pH para Ecuador Insular

	BASE	SSP2-4.5		SSP3-7.0		SSP4-8.5	
Min	8.02255	7.96679	-0.05769	7.96224	-0.06110	7.96364	-0.06238
Max	8.03661	7.97987	-0.05531	7.97502	-0.05748	7.97591	-0.05842
Media	8.03097	7.97416	-0.05696	7.96941	-0.05918	7.97061	-0.06051

Fuente: Atlas Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

Especialmente, se pueden observar diferencias en todos los escenarios climáticos para el futuro próximo. Se proyecta que todos los valores de pH serían bajos (mostrando acidificación), principalmente en la parte sur del archipiélago.

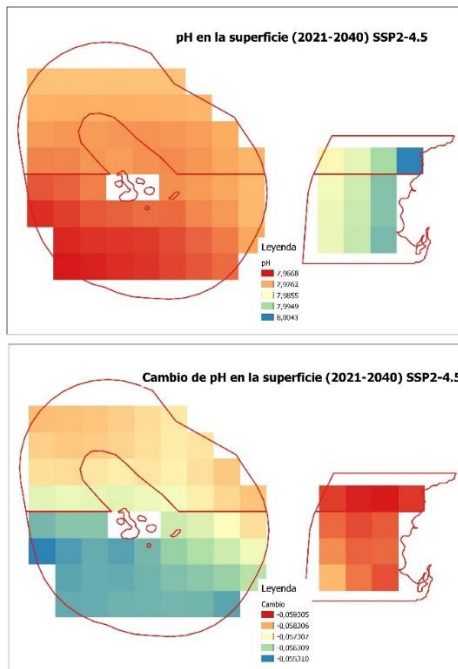


Figura 4. Valores de pH y su cambio en el SPP2 – 4.5
Fuente: Atlas Interactivo del IPCC
Elaboración: Mario Hurtado D.

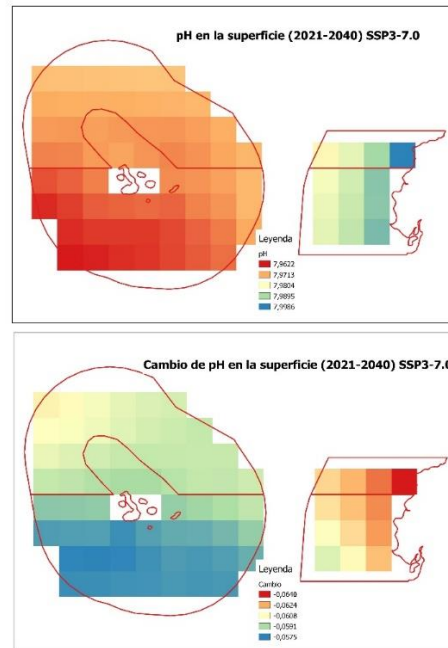


Figura 5. Valores de pH y su cambio en el SPP3 – 7.0
Fuente: Atlas Interactivo del IPCC
Elaboración: Mario Hurtado D.

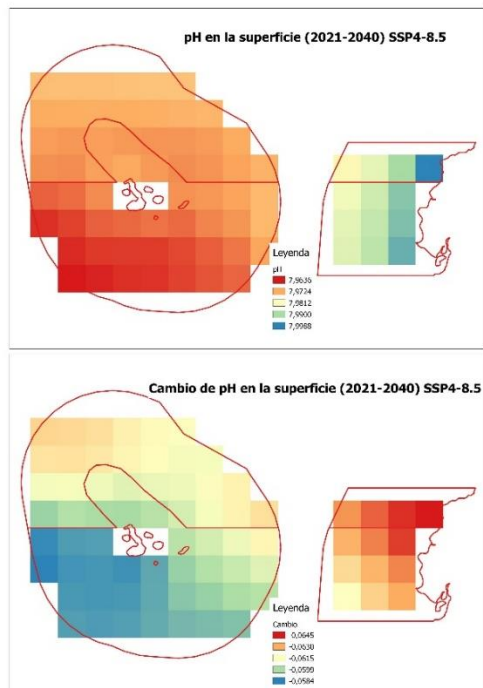


Figura 6. Valores de pH y su cambio en el SPP4 – 8.5.
Fuente: Atlas Interactivo del IPCC

Elaboración: Mario Hurtado D.

CONCLUSIONES

En Ecuador los cambios de pH en el océano muestran disminución en todos los escenarios climáticos del IPCC, tanto a nivel espacial como temporal, es decir, tendencia a acidificación, en valores mayores a -0,5, lo cual impactaría directamente a los recursos marinos y a sus ecosistemas. Es necesario medir, cuantificar y establecer medidas de adaptación especialmente para el sector acuícola.

El ecosistema de Galápagos podría verse afectado en mayor medida por su fragilidad y porque de acuerdo a los datos históricos, el pH en el área es más bajo que en continente, por lo tanto, siendo el valor referencial más ácido, al disminuir sería más ácido aún.

Irremediablemente, las costas ecuatorianas serán afectadas por la acidificación oceánica en corto, mediano y largo plazo.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están basadas en Laffoley, D, et al. (2017) y aportes del autor de este documento.

La investigación científica para entender mejor los riesgos que plantea la acidificación de los océanos para los recursos marinos y las comunidades humanas que depende de ellos no es barata. Una asociación público-privada que permite reunir fondos de una variedad de fuentes con el objetivo de expandir la capacidad científica en el país, tanto en la parte continental como insular.

Es importante señalar, “Lo que no medimos, no podemos manejar”. Por lo tanto, es necesario medir la química del carbono en aguas costeras a escalas espaciales de mejor resolución (implementando estaciones permanentes de medición). Además, determinar aquellos aspectos del ecosistema marino que se verían particularmente afectados por la acidificación de los océanos y medir sus cambios en el tiempo son necesarios para toda Latinoamérica. A nivel de Ecuador, existen estudios experimentales puntuales que necesitan mayor apoyo.

Existen alrededor del mundo comunidades que directamente serán afectadas por la acidificación oceánica, estas están explorando opciones para que sus medios de subsistencia sean “a prueba de acidificación”. Estas prácticas y medias de adaptación deben ser también estudiadas y aplicadas en los diferentes sectores productivos que serán afectados.

Es necesario a nivel país, monitorear acidificación oceánica para validar y mejorar la incertidumbre de los modelos del IPCC, los cuales tienen una resolución gruesa ($1^\circ \times 1^\circ$) y al mismo tiempo cumplir con el compromiso del país de reportar el ODS 14.3.1.

Las diferencias en los valores de pH mostradas a nivel espacial entre continente y Galápagos, tanto en los datos promedio como en las proyecciones, sugieren la necesidad de monitorear las dos zonas por separado, implementando estaciones de seguimiento para construir series de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Castillo-Briceño, P., & Navarrete-Mier, F. (2015). Potenciales Impactos de la Acidificación de los Océanos para las Pesquerías y Acuicultura Marina en Ecuador. *TILAPIA & CAMARONES Sociedad Latinoamericana de Acuicultura*, 7(24), 28-33.

Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: Atlas. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., 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, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. Interactive Atlas available from Available from <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>

Hurtado-Domínguez, Mario. (2021). Estructura termo-halina y patrones de circulación estacional en la fuente volcánica submarina de CO₂ localizada en Roca Redonda (Galápagos). Proyecto de Graduación IV Cohorte de Maestría de Cambio Climático. ESPOL. Proyecto GMaRe.

Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J.M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanos, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A.S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D., Yelekçi, Ö. (2021) Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas. Zenodo, DOI: 10.5281/zenodo.3691645. Available from: <https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>

Laffoley, D., Baxter, J.M., Turley, C., Jewett, L., y Lagos, N.A., (editores). 2017. Una introducción a la acidificación del océano: Lo que es, lo que sabemos y lo que puede suceder. UICN, Gland, Suiza, 30 pp.