
Calidad del agua y flujo de CO₂ en el estuario del Río Salado, Bahía de Chame, Pacífico de Panamá

Martínez, Gabriela

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
gabriela.martinez1@utp.ac.pa

Medina, Aychel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
aychel.medina@utp.ac.pa

González, Yarisel

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
yarisel.gonzalez1@utp.ac.pa

Romero, Tania

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales
edytania@gmail.com

Sánchez-Noguera, Celeste

Universidad de Costa Rica
Costa Rica
celeste08@gmail.com

Vargas, Cristian A.

Universidad de Concepción Chile
Chile
crvargas@udec.cl

Vergara-Chen, Carlos

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá
carlos.vergara3@utp.ac.pa

Abstract

Ocean acidification is the prolonged process of lowering the pH of the oceans, which occurs mainly due to the exchange of anthropogenic CO₂ with the atmosphere. This process has changed the biogeochemistry of the oceans and is a threat to the health of marine organisms. These large-scale changes affect ecosystem functions and can have an impact on biodiversity, ecological and economic goods and services including estuarine ecosystems. Estuaries are key in the transport of carbon from the continent to the coastal zone and generally act as a source of CO₂ for the atmosphere, consequently, they go through the process of estuarine acidification. In this work we document for the first time the spatio-temporal dynamics of water quality parameters and CO₂ flux to understand the natural environmental variability and estuarine acidification in the Río Salado-Bahía de Chame estuary system to illustrate how natural processes and Climate change can manifest itself in the aquatic environment. The spatiotemporal variation of pH and CO₂ of surface water can be attributed to factors such as saline intrusion into estuaries, the supply of freshwater through abundant canals, the photosynthetic activity of phytoplankton and mangrove vegetation. This study will help fill the information gaps on how estuarine water quality can contribute to predicting responses to ocean acidification and understanding the processes that affect the structure and function of tropical estuaries.

Keywords: Ocean acidification, physicochemical parameters, CO₂ flux, mangroves, tropical estuary, Panama.

Resumen

La acidificación del océano es el proceso prolongado de reducción del pH de los océanos, que ocurre principalmente al intercambio de CO₂ antropogénico con la atmósfera. Este proceso ha cambiado la biogeoquímica de los océanos y es una amenaza a la salud de los organismos marinos. Estos cambios a gran escala afectan las funciones de los ecosistemas y pueden tener un impacto en la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos y económicos incluyendo a los ecosistemas estuarinos. Los estuarios son claves en el transporte de carbono del continente a la zona costera y por lo general actúan como fuente de CO₂ para la atmósfera, por consiguiente, atraviesan por el proceso de acidificación estuarina. En este trabajo documentamos por primera vez la dinámica espacio-temporal de parámetros de calidad de agua y el flujo de CO₂ para comprender la variabilidad ambiental natural y la acidificación estuarina en el sistema estuario Río Salado-Bahía de Chame para ilustrar como los procesos naturales y el cambio climático pueden manifestarse en el ambiente acuático. La variación espaciotemporal del pH y CO₂ del agua superficial se puede atribuir a factores

como la intrusión salina en los estuarios, el aporte de agua dulce a través de abundantes canales, la actividad fotosintética del fitoplancton y la vegetación de manglar. Este estudio ayudará llenando los vacíos de información sobre como la calidad del agua estuarina puede contribuir a predecir las respuestas a la acidificación oceánica y comprender los procesos que afectan la estructura y el funcionamiento de los estuarios tropicales.

Palabras claves: Acidificación oceánica, parámetros fisicoquímicos, flujo de CO₂, manglares, estuario tropical, Panamá.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático global es considerado una de las amenazas más graves a los ecosistemas en todo el mundo. Este es uno de los problemas ambientales más importantes a los que se ha enfrentado el ser humano [1]. Los océanos captan grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera, acumulándolos en depósitos de sedimentación en los fondos marinos. Esta capacidad de los océanos se consideró como una posible solución al problema del cambio climático, pero con el transcurrir de los años e investigaciones impactantes, han demostrado afectaciones al ecosistema acuático debido a la acidificación oceánica.

La acidificación oceánica se ha empezado a reconocer como “el otro problema del CO₂”, situación que lo hace responsable, en parte, del proceso actual de calentamiento global. Este hecho ha afectado al medio de tal manera, que ahora podemos observar cambios en la química del océano y el clima de la tierra, lo cual ha tomado una gran relevancia en los últimos años y se ha optado por investigaciones relacionadas con el cambio de pH, salinidad y temperatura en relación con esta problemática de los océanos y zonas costeras. [1] [2]

Para comprender las alteraciones de la acidificación en el medio oceánico se utiliza como referencia el sistema de carbonatos. Una pequeña fracción del H₂CO₃ permanece sin disociarse; lo mismo ocurre con una pequeña cantidad del CO₂. De estos equilibrios resulta una mezcla compleja de carbono e iones [3]. Los efectos de la acidificación del océano en los organismos varían según el estado de desarrollo que atraviesen. Un conjunto reducido de datos, aunque cada vez más importante, apunta a una variedad de problemas en potencia; y en efecto, la fecundación, que representa el inicio de la vida, puede verse alterada. [4]

Los estuarios son importantes por los servicios ecosistémicos esenciales que aportan a la sociedad; participan en el control de la erosión debido a su capacidad de absorber la energía creada por las corrientes oceánicas, también participan en procesos de depuración del agua continental antes de que sea descargada al océano incluyendo metales traza. [6]

El mayor desafío en las evaluaciones biológicas es la falta de ubicación conjunta entre el monitoreo biológico y químico a largo plazo, lo que inhíbele la capacidad de conectar la respuesta biológica con un factor estresante como la acidificación. Desarrollando nuevos

criterios ecológicos pertinentes en la calidad del agua para la acidificación y el aumento del monitoreo de las aguas costeras a escalas espaciotemporales adecuadas, mejorarían las oportunidades del uso efectivo de las aguas costeras-oceánicas. [5]

Es por ello, que la realización de un muestreo y análisis de variables fisicoquímicos que refleje la situación actual de la zona costera del Pacífico de Panamá se hace de gran importancia para la contribución de información útil, para futuros estudios que correlacionen el impacto del cambio climático con el estado de los ecosistemas estuarinos. Se tiene como objetivo en este estudio describir cambios en algunos parámetros de calidad de agua y flujo de CO₂ en el sistema acuático estuario de Río Salado-Bahía de Chame, Pacífico de Panamá.

2. MÉTODO

El muestro de series temporales se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral. Se establecerá un muestreo tipo sistemático con cuatro sitios distribuidos a lo largo del sistema acuático (Estuario Alto, Estuario Medio, Estuario Bajo y Bahía de Chame). Se recolectará un total de 96 muestras de agua en total, para el posterior análisis de laboratorio, en frascos de plástico estériles (1L). Las muestras se tomarán dentro de los 30cm en la capa superficial de la columna de agua. Las muestras serán analizadas en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería Civil.

A. Parámetros In situ

Sonda multiparamétrica YSI Pro Quatro es un sistema de registro de la calidad del agua, ideal para el monitoreo y perfilado (in situ a largo plazo). Esta sonda permitirá el monitoreo de distintos parámetros indicadores de la calidad del agua del área de estudio, tales como: pH, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto (OD), conductividad, alcalinidad total (AT), temperatura, entre otros. [7]

El Medidor automático de CO₂ (mini CO₂) se utilizará para determinar concentraciones de presión parcial de CO₂ (pCO₂), proporcionará mediciones autónomas muy precisas, basadas en un enfoque de espectrofotometría con respecto a la concentración de pCO₂ en la superficie marina del océano y también determinará flujos de CO₂ entre aire-agua en el océano abierto. [8]

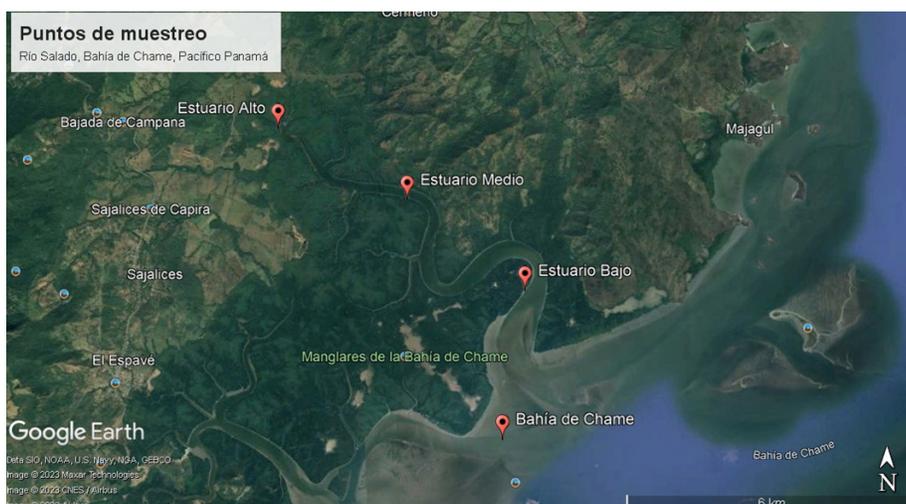
B. Parámetros Ex situ

El fotómetro multiparamétrico marca HANNA se utilizará para el análisis de nutrientes de las muestras de campo obtenidas (96). Dentro de las variables a analizar en el equipo serán el nitrato (NO₃) y fosfato (PO₄). [9]

Descripción del área de estudio

El área de Manglares en la Región de Chame, se extiende desde la desembocadura del río Chame hasta Monte Oscuro Abajo, está ubicada en la parte occidental de la provincia de Panamá, en la estribación oriental de la cordillera Central en la vertiente del Pacífico, a unos 65 Km. al oeste de la Ciudad de Panamá [10]. Dentro de esta área de manglares se encuentra el Río Salado, el cual es el estuario estudiado en conjunto con parte de la Bahía de Chame. Se escogieron 4 puntos en total, 3 perteneciente al estuario del Río Salado y el último punto en la Bahía de Chame.

Fig. 1 Área de estudio y puntos de muestreos a lo largo del estuario del Río Salado y la Bahía de Chame



3. RESULTADOS

Producto de los muestreos y con posterior análisis se obtuvo los siguientes datos

Tabla 1. Resultado de análisis de parámetros Fisicoquímicos

Hábitat / Parámetro	pH	Salinidad (ppt)	Temperatura °C	OD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Nitrato (mg/L)	
Lluviosa	Estuario Alto	7.40	21.21	27.95	3.48	1.665	0.825
	Estuario Medio	7.49	21.69	27.9	4.32	0.993	0.850
	Estuario bajo	7.81	23.44	28.2	5.23	1.432	0.465
	Bahía de Chame	7.97	24.49	28.23	6.39	0.92	0.150

Hábitat / Parámetro	pH	Salinidad (ppt)	Temperatura °C	OD (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Nitrato (mg/L)
Seca	Estuario Alto	7.39	35.56	27.94	3.70	1.024
	Estuario Medio	7.61	35.07	28.20	4.42	1.200
	Estuario bajo	7.80	34.82	27.95	4.97	0.909
	Bahía de Chame	7.90	34.61	27.60	5.99	0.667

Fig. 2 Variación temporal y espacial de pH y oxígeno disuelto, a. pH y oxígeno disuelto en temporada lluviosa, b. pH y oxígeno disuelto en temporada seca

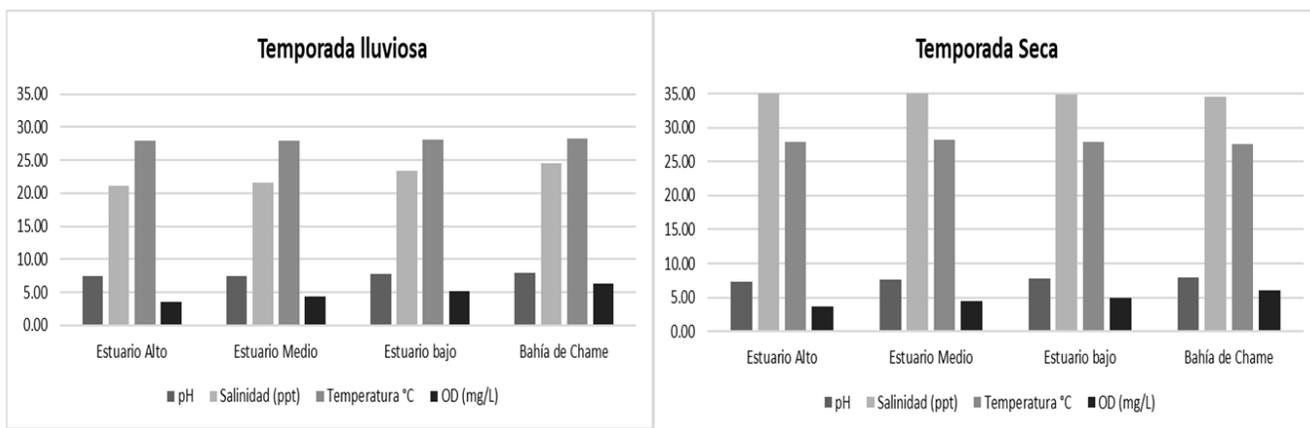
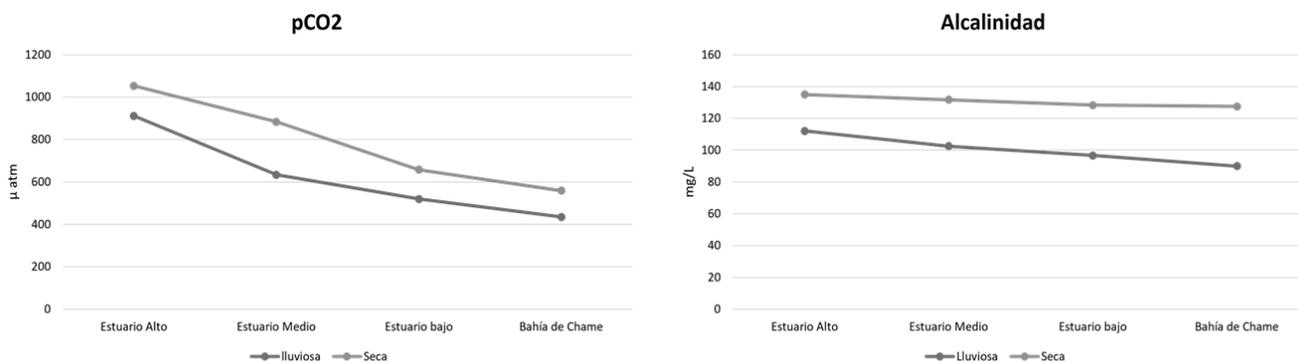


Fig. 2 Variación temporal y espacial de presión parcial de CO₂ y alcalinidad, a. Presión parcial de CO₂ a lo largo del estuario y bahía, b. Alcalinidad a lo largo del estuario y bahía



El pH y el oxígeno disuelto presentan un comportamiento similar al aumento en ambas temporadas, sin embargo, la relación en la variación de los parámetros de salinidad y temperatura que cambian dependiendo de la temporada pueden deberse al fenómeno de

afloramiento el cual tiene presencia en las aguas del Pacífico en la temporada seca. Este fenómeno también se asocia a los niveles de nutrientes en las aguas marinas y la disminución en la temperatura de estas, por consiguiente, mediante el aporte de estas aguas al estuario se da valores más altos de salinidad y nutrientes, y en comportamiento proporcionalmente inverso a la temperatura de la temporada seca. En cuanto a la relación de la presión parcial de dióxido de carbono y la alcalinidad presentan el mismo comportamiento de incremento y de manera directa inversa a los valores de pH.

4. CONCLUSIONES

La variación espaciotemporal del pH y CO₂ del agua superficial se puede atribuir a factores como la intrusión salina en los estuarios del Golfo de Panamá, el aporte de agua dulce a través de abundantes canales, arroyos y afluentes de la región y la actividad fotosintética del fitoplancton y en gran parte de la vegetación de manglar que exhibe una biomasa variable alrededor de los sitios de estudio.

El estuario del Río Salado recibe mayor aporte mareal en comparación con el aporte de agua dulce en base a los valores obtenidos de las mediciones de parámetros fisicoquímicos. Estos primeros resultados sobre la variabilidad natural de parámetros de calidad del agua y flujo de CO₂ en estuarios de manglar de la Bahía de Chame son una señal de cambio de dirección para comprender la variabilidad ambiental natural y la acidificación estuarina local.

En Panamá, el monitoreo y gestión de la calidad del agua en zonas costeras es fundamental para la conservación y protección de estos ecosistemas marinos. Este estudio ayudará a llenar los vacíos de información que deben abordarse sobre como la calidad del agua estuarina puede contribuir a predecir las respuestas a la acidificación oceánica y comprender los procesos que afectan la estructura y el funcionamiento de los estuarios tropicales.

REFERENCIAS

- [1] N. d. J. Gil-Luna, «Consideraciones éticas y ambientales en el proceso de acidificación oceánica,» *Persona y Bioética*, vol. 21, nº 2, pp. 259-274, 1 noviembre 2017.
- [2] M. M. Álvarez Lires, A. Arias Correa, M. A. Lorenzo Rial y F. Serrallé Marzoa, «Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica,» *Formación Universitaria*, vol. 10, nº 2, pp. 89-102, abril 2017.
- [3] S. C. Doney, «Genes de la longevidad: La acidificación de los océanos,» *Investigación y ciencia*, vol.

356, pp. 50-57, 2006.

- [4] M. J. Hardt y C. Safina, «El Mar: La vida oceánica, amenazada,» Investigación y ciencia, 2010.
- [5] S. B. Weisberg, N. Bednardek, R. A. Feely, F. Chan, A. B. Boehm, M. Sutula, J. L. Ruesink, B. Hales, J. L. Largier y J. A. Newton, «Water quality criteria for an acidifying ocean: Challenges and opportunities for improvement,» Ocean & Coastal Management, vol. 126, pp. 31-41, 2016.
- [6] J. Marcovecchio, G. Zapperi y V. Negrin, Procesos Químicos en Estuarios, Universidad Tecnológica Nacional, 2013.
- [7] YSI, «YSI,» [En línea]. Available: <https://www.ysi.com/6920-v2-2>.
- [8] nke, «Instrumentation,» [En línea]. Available: <https://nke-instrumentation.com/produit/pco%2%b2/>.
- [9] HANNA, «HANNA, Instruents,» [En línea]. Available: <https://www.hannainst.es/parametros/4415-fotometro-multiparametrico-sobremesa-y-phmetro-230v.html>.
- [10] S. Hagenah, “Inventario Forestal Participativo En Bosque De Manglar (Bahía De Chame), Provincia De Panama,» Ene. 2005.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.