

## Importancia de un monitoreo hidrográfico a largo plazo

### *Importance of long-term hydrographic monitoring*

David Salas-Monreal <sup>a</sup>

Gabriela Athié <sup>b</sup>

Mayra Lorena Riverón-Enzástiga <sup>c</sup>

**Recibido:** 1 de mayo de 2020

**Aceptado:** 29 de junio de 2021

---

<sup>a</sup> Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Boca del Río, México. Contacto: [davsalas@uv.mx](mailto:davsalas@uv.mx) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1279-009X>

<sup>b</sup> CÁTEDRA-CONACYT/Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Boca del Río, México. Contacto: [gathie@uv.mx](mailto:gathie@uv.mx)

<sup>c</sup> Noordwijk International College, Boca del Río, México Contacto: [mriveron@noordwijk.edu.mx](mailto:mriveron@noordwijk.edu.mx)

**RESUMEN:** A lo largo del tiempo el ser humano ha incrementado su capacidad de observación y predicción de fenómenos naturales. Sin embargo, todo esto no habría sido posible sin una base de datos suficientemente larga como para poder distinguir cada uno de los procesos que intervienen en dichos fenómenos. Dado lo anterior, es de suma importancia contar con series de tiempo que nos ayuden no solo a alimentar los modelos numéricos y estadísticos, sino también a calibrar los datos obtenidos de forma remota (satélites y radares). En el estado de Veracruz, uno de los sistemas acuáticos de mayor relevancia ecológica, son los estuarios, debido a su biodiversidad. Con el objetivo de lograr entender los cambios ambientales a los que estos sistemas son sometidos, es de suma importancia contar con un monitoreo hidrológico sistemático que nos permita tomar medidas para mitigar los efectos negativos que los afectan, tal como el cambio climático.

**Palabras clave:** Series de tiempo; parámetros hidrográficos; sistemas arrecifales; estuarios; Río Jamapa.

**ABSTRACT:** *Over time, human beings have increased their ability to observe and predict natural phenomena. However, all this would not have been possible without a database long enough to be able to distinguish each of the processes involved. Therefore, it is important to have time series that help us not only as input data for numerical and statistical models, but also to calibrate the data obtained with remote sensors (satellites and radars). In the state of Veracruz, estuaries are one of the most important aquatic systems due to their biodiversity. In order to understand the environmental changes that affect these systems, it is very important to have systematic hydrological time series that allows us to take measures to mitigate the negative effects impacting estuaries in the region, such as the climate change.*

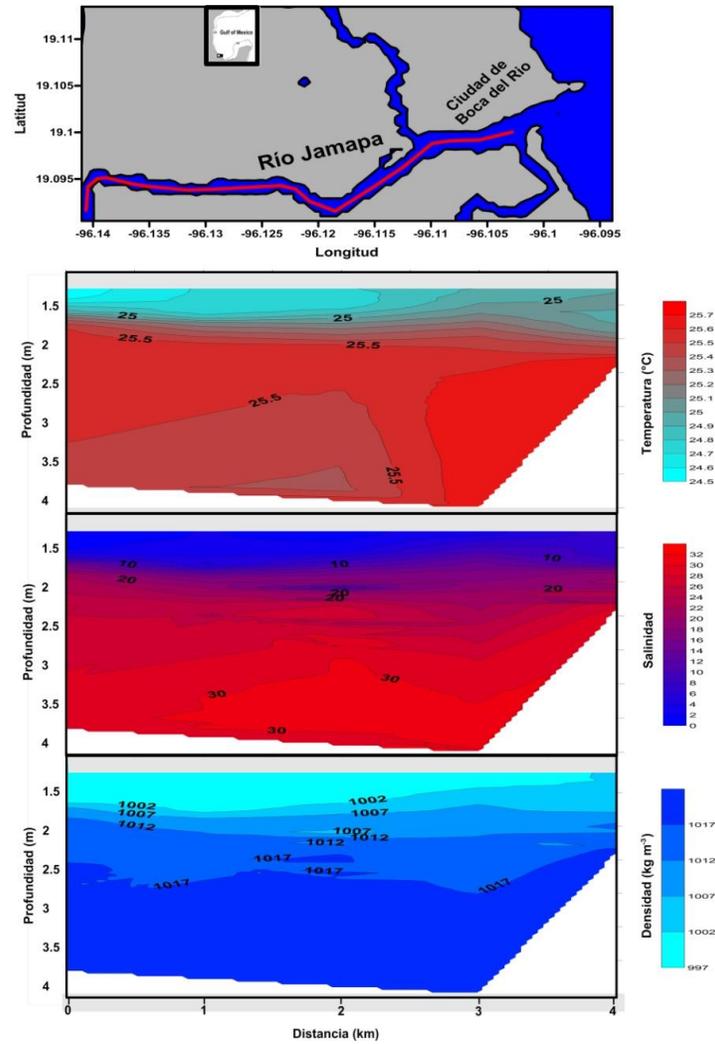
**Keywords:** *Time series; hydrographic parameters; reef systems; estuaries; Jamapa River.*

**H**OY en día, gracias a los avances tecnológicos y científicos es más fácil predecir desastres naturales como las inundaciones, el incremento del nivel del mar, cambios significativos de la temperatura e incluso el aumento de la salinidad en las desembocaduras de los ríos asociado al consumo creciente del agua potable. Sin embargo, estas predicciones solo son válidas si se pueden corroborar con datos reales (in situ), tomados de forma sistemática. Si bien es cierto que el nivel del mar y la temperatura están aumentando, la velocidad a la que esto ocurre dependerá del medio ambiente en el que nos encontremos. En las zonas tropicales con clima cálido, como en la mayoría de los municipios del estado de Veracruz (cálido húmedo 41% y cálido subhúmedo 53.5%), el incremento de la temperatura en sus cuencas hidrográficas (ríos, pantanos, lagunas y estuarios), dependerá en gran medida de la temporada climática (nortes, secas y lluvias), así como de los aportes antrópicos adyacentes a sus cuencas. Como un ejemplo podemos hablar del Río Jamapa, ubicado en la parte media del estado. El Río Jamapa que cuenta con 368 km de longitud, nace en el glaciar Jamapa localizado en el pico de Orizaba a ~5,000 m de altura sobre el nivel medio del mar y posteriormente desemboca en el Sistema Arrecifal Veracruzano. El Río Jamapa cuenta con varios ecosistemas a lo largo de su cauce, distribuidos en una superficie de 4,061 km<sup>2</sup>. Al llegar a su desembocadura, éste cambia de ser un río a ser un sistema estuarino (lugar donde interactúan el agua dulce y el agua salada). En su parte estuarina, cuenta con una variación de salinidad y temperatura semidiurna (~12 h), diurna (~24 h) y quincenal (~15 días), siguiendo al régimen de mareas, lo cual genera un hábitat único para especies como los mangles y ostiones, entre otros. Es de esperarse que al ser un sistema en el cual habitan una gran cantidad de especies en peligro de

extinción, así como de importancia comercial, dichos sistemas estarían monitoreados de forma periódica, sin embargo, en la gran mayoría de los estuarios esto no ocurre, siendo sometidos a cambios constantes debido a la influencia antrópica a la que están sometidos.

En el Río Jamapa, la cuña de sal varía de forma temporal a corto plazo (mareas), de forma anual o estacional (norte, secas y lluvias), así como a largo plazo de manera decadal y/o interanual. Aunado a estas variaciones naturales, los efectos antrópicos también afectan la cuña de sal, tales como 1) los dragados, que son fundamentales para la navegación y 2) la extracción de agua para consumo humano, así como aquella que es usada en la termoeléctrica de Dos Bocas, creada en 1942. Estos factores propician que la cuña de sal abarque un área mayor a la estimada cada año. Dado lo anterior, hoy en día podemos observar la intrusión de agua salada a distancias mayores a las que se solía ver en años anteriores, lo cual propicia un cambio en la flora y fauna de la cuenca y de las áreas adyacentes a ella. Esto también afecta a la ganadería, agricultura y acuacultura que dependen del río. Por este motivo es de suma importancia contar con un sistema de monitoreo sistemático a largo plazo, no solo en el Río Jamapa, sino también en las principales cuencas del estado y en general de la República Mexicana.

Con el objetivo de observar qué tan extensa es la intrusión de la cuña de sal en el Río Jamapa, el 22 de noviembre del 2019 se realizó un monitoreo oceanográfico para describir los perfiles de temperatura, salinidad y densidad del agua a lo largo de la cuenca (**Figura 1**). Dicho monitoreo inició a una distancia de ~4 km río arriba, donde se observa una columna de agua verticalmente estratificada, es decir, con valores de salinidad de 0 en la superficie (agua dulce) y cercanos a los 30 a menos de 4 metros de profundidad, lo que indica la intrusión de agua de mar en esta zona. Esta estratificación también se puede observar en la temperatura, por encima de los ~2 m de profundidad, así como en la densidad del agua, la cual cambia 3.75 kg m<sup>-3</sup> en promedio, por cada metro de profundidad. El volumen de agua dulce (color azul en la **Figura 1**) observado en esta área es menor al volumen de agua salobre (color rojo en la **Figura 1**), localizada en la parte profunda del río (a profundidades mayores a ~2 m). Dado el consumo humano del vital líquido, es de esperarse que cada año la cuña de sal pueda ser observada a una distancia mayor de la desembocadura del Río Jamapa, hasta llegar a un nivel de equilibrio hidrostático, es decir, el punto máximo al que puede penetrar la cuña de sal; este punto es aquel que se encuentre a una altura igual a la máxima altura del nivel del mar. La flora y la fauna en la zona de la desembocadura del Río Jamapa están en constante cambio. De aquí que sea fundamental realizar un monitoreo sistemático, tanto de los parámetros físicos como de los biológicos y químicos, que nos permitirían predecir la velocidad a la que dicho sistema estaría cambiando.



**Figura 1.** Área de estudio en la parte superior indicando la trayectoria del muestreo (línea roja). Perfiles de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad del agua ( $\text{kg m}^{-3}$ ), para el 22 de noviembre del 2019.

Este tipo de monitoreos son necesarios no solo en los estuarios, también en los ríos, en las zonas arrecifales, las cuales cuentan con una mayor biodiversidad por metro cuadrado que la mayoría de los sistemas acuáticos mundiales, en los lagos y en las zonas oceánicas en general, ya que nos permiten tener una mejor predicción de las variaciones de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo.