

CONDICIONES HIDROGRÁFICAS DE LA LAGUNA DE PUNTA DE PIEDRAS, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

PEREIRA CARLOS, LÓPEZ-MONROY FABIOLA, SALAZAR KAREN & COLMENÁREZ INÉS

Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar

Universidad de Oriente, Nueva Esparta, Venezuela.

E-mail: carlosjpereyra@gmail.com

RESUMEN: La Laguna de Punta de Piedras es un ambiente costero, cercano a un desarrollo urbano importante de la isla de Margarita, que influye en las características fisicoquímicas de sus aguas. Con el objetivo de conocer la variabilidad espacial y temporal de sus condiciones hidrográficas, se realizó un estudio durante un año con muestreos mensuales, en el que se establecieron 10 estaciones y se realizaron determinaciones de temperatura, salinidad, materia orgánica e inorgánica en suspensión, oxígeno disuelto, clorofila *a*, feopigmentos, amonio, nitritos, nitratos y fosfatos. Temporalmente, se observó que la variabilidad de las condiciones hidrográficas estaba asociada a las condiciones atmosféricas. Espacialmente, se observó homogeneidad en la distribución de la temperatura y la salinidad, mientras que el resto de las variables, a excepción del oxígeno disuelto, presentaron concentraciones superiores en un canal ubicado en el sur de la laguna, el cual presenta escaso intercambio de agua y aportes de aguas domésticas. Adicionalmente, se obtuvieron relaciones positivas entre los nutrientes nitrogenados y las precipitaciones, los cuales se asociaron negativamente con el viento, la salinidad y los fosfatos. También se evidenciaron relaciones negativas entre el oxígeno disuelto y la materia orgánica, sugiriendo procesos oxidativos y entre la clorofila *a* y el oxígeno disuelto, asociados al consumo por parte del fitoplancton. Estos resultados demuestran la influencia de las lluvias y la surgencia costera en la hidrografía de este cuerpo de agua.

Palabras claves: laguna costera, hidrografía, Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela

ABSTRACT: Punta de Piedras Lagoon is a coastal environment, close to an important urban development on the Margarita Island, which influences on the physicochemical characteristics of its waters. With the purpose of knowing its hydrographic conditions, a study was carried out over a year with monthly samplings, in which 10 stations were established to measure the variables: temperature, salinity, suspended organic and inorganic matter, dissolved oxygen, chlorophyll-a, pheopigments, ammonia, nitrites, nitrates, and phosphates. Temporarily, it was observed that the variability of hydrographic conditions was associated with atmospheric conditions. Spatially, homogeneity of the distribution of temperature and salinity was noticed, while the other variables, with the exception of dissolved oxygen, presented higher concentrations in a channel located in the south of the lagoon, which presents little exchange of water with the rest of the lagoon and sewage inputs. Additionally, positive relationships between nitrogenous nutrients and rainfall were obtained, which were negatively associated with wind, salinity, and phosphates. Negative relationship between dissolved oxygen and organic matter suggest oxidative processes while a negative relationship between chlorophyll-a and dissolved oxygen indicates consumption by phytoplankton. These results demonstrate the influence of rainfall and coastal upwelling on the hydrography of this body of water.

Key words: coastal lagoon, hydrography, Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son cuerpos de agua de poca profundidad, situados entre la tierra y el mar, separados de este último, por una barra arenosa que tiene comunicación permanente o temporal con el océano, pudiendo recibir un aporte limitado de agua dulce y manteniendo así, un régimen fluctuante de salinidad. Son sistemas altamente productivos que sirven de hábitat a numerosas especies marinas, constituyendo importantes reservorios naturales que proveen servicios con alto valor económico como la pesca y el turismo (RAMÍREZ 1996; PÉREZ-RUZAFA *et al.* 2019).

Estos sistemas son afectados por la escasa profundidad, el aporte de agua dulce proveniente de ríos y escorrentías

y el régimen de las mareas, los cuales inciden en la circulación del agua y en los procesos físicos, químicos y biológicos de la laguna. De hecho, las variables ambientales tienen un efecto marcado sobre la naturaleza de los organismos que habitan estos ecosistemas, por lo que la comprensión de la ecología de estas áreas, requiere del conocimiento e interpretación integral de las condiciones hidrográficas, para así poder entender su valor y los beneficios que ofrecen (CERVIGÓN & GÓMEZ 1986; CONDE *et al.* 2015; PÉREZ-RUFAZA *et al.* 2019).

En las últimas décadas, actividades como la agricultura, desarrollos urbanos e industriales y otras llevadas a cabo en las zonas costeras, han acelerado el flujo de nutrientes hacia estos ambientes (LIVINGSTON

2001; NGATIA *et al.* 2019). Las principales fuentes de contaminación de las lagunas son de origen continental y varían de una zona a otra, de acuerdo a su naturaleza e intensidad, modificando las propiedades fisicoquímicas del agua, el balance de los ciclos biogeoquímicos y la diversidad biológica (CONDE *et al.* 2015).

Esto a su vez, tiene un significado alto en los costos sociales y económicos, siendo algunos de estos, el agotamiento de los recursos, el deterioro de la calidad ambiental y del valor paisajístico del cuerpo de agua y detrimento de los valores recreacionales del sitio y actividades económicas como la pesca y el turismo (CONDE *et al.* 2015; PÉREZ-RUFAZA *et al.* 2019). En la actualidad, no se conocen las condiciones ambientales de la laguna de Punta de Piedras, por lo que se establece como objetivo de esta investigación, analizar la variabilidad espacial y temporal de las variables hidrológicas: temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto, materia orgánica e inorgánica en suspensión, clorofila, feopigmentos, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y el coeficiente de extinción de luz de este cuerpo de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La Laguna de Punta de Piedras es un pequeño cuerpo de agua natural hipersalino, rodeado de manglar, con escasa influencia del ciclo mareal, situada al sur de la isla de Margarita (Venezuela); al norte de la población que lleva el mismo nombre y adyacente a la Estación de Investigaciones Marinas (EDIMAR) de la Fundación La Salle (Fig. 1). Está localizada geográficamente entre los paralelos $10^{\circ}54'19''$ y $10^{\circ}54'45''$ Lat. Norte y entre los $64^{\circ}05'43''$ y los $64^{\circ}06'30''$ de Long. Oeste (VOLTOLINA & VOLTOLINA 1976; LLANO 1987).

Esta laguna forma parte del Sistema El Atolladar junto a los Caimanes, Juan Benito, Laguna de Raya y otras de menor tamaño, siendo la de Punta de Piedras la más grande, con una longitud de 1.300 m y 900 m de ancho. Se comunica con el mar por su parte occidental a través de un canal de unos 200 m de largo con una profundidad máxima de 2,5 m y una amplitud de 20 a 25 m en la desembocadura. La profundidad media del cuerpo principal es de 0,8 m aproximadamente, pero durante

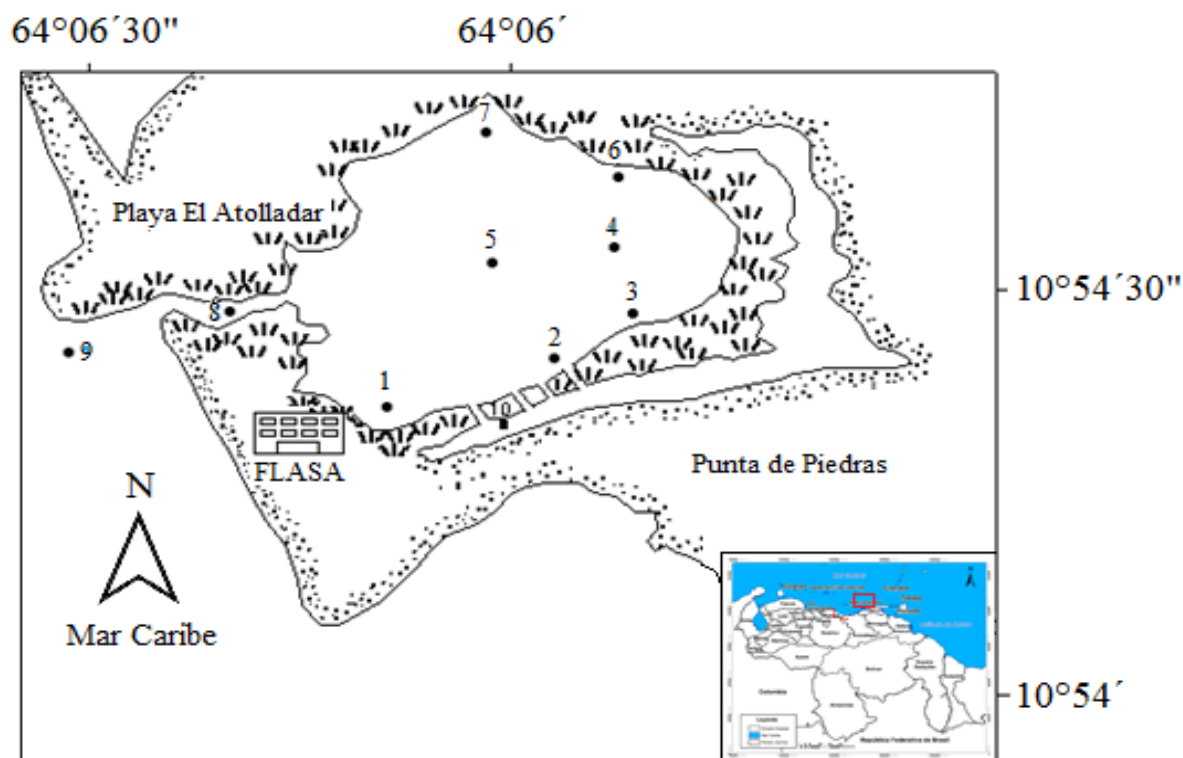


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela.

épocas de marea baja, existen zonas en el interior de la laguna que son inaccesibles para embarcaciones tipo peñero. El área central tiene tres bajos: el de la Cabecera en la zona oriental, el del Toporo hacia el centro y el de la boca hacia el Oeste, en las proximidades del canal de comunicación con el mar (CERVIGÓN & GÓMEZ 1986).

La temperatura del agua presenta tendencias estacionales que van de 25 °C a 29 °C. El clima es semidesértico, por lo que la cuantía de las precipitaciones acuosas es sumamente baja, siendo la media anual para los años comprendidos entre 1981 y 1985 de unos 0,83 mm/día (RADA 1985; ZAMAKONA 1986). Actualmente, existe un desarrollo industrial en las adyacencias de la laguna, que junto al complejo urbanístico, son fuentes potenciales de contaminación al cuerpo de agua (LIRA 2001). Asimismo, algunas investigaciones han confirmado que la laguna ha venido presentando una degradación ambiental considerable (LIRA 2001; IRIARTE 2003).

Obtención de datos

Se seleccionaron diez estaciones de muestreo (Fig. 1). Siete (estaciones 1-7) están distribuidas en el interior de la laguna, excluyendo la zona noreste y el extremo Este de la misma, por su escasa profundidad y su inaccesibilidad en época de marea baja; una en el canal de entrada (Estación 8), donde son descargadas las aguas de las piscinas utilizadas por EDIMAR para el cultivo de camarones; una en el medio marino y costero (Estación 9) que comunica directamente con la boca de la laguna y una (Estación 10) que se encuentra en uno de los canales de manglares que comunica el cuerpo principal de la laguna con el canal de agua que bordea al paseo Esther Gil. Esta estación se consideró importante debido al estado de deterioro del agua y al intercambio continuo con el cuerpo principal durante todo el año (ZAMAKONA 1986).

Los muestreos fueron realizados con una frecuencia mensual desde febrero 2005 a enero 2006. *In situ*, se midió la temperatura con un termómetro de mercurio de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ de precisión. En el laboratorio, se estimó la salinidad (Sal) con un salinómetro de inducción (STRICKLAND & PARSONS 1972); oxígeno disuelto (OD) por el método de Winkler, modificado por AMINOT & CHAUSSEPIED (1983); coeficiente de extinción de luz según PREISENDORFER (1986); materia orgánica (MOS), inorgánica (MIS) y total en suspensión (MTS) (SENIOR 1987); clorofila *a* (CLa) y feopigmentos (Feo) por el método espectrofotométrico (LORENZEN 1967) y los nutrientes: amonio (NH_4), nitritos (NO_2), nitratos (NO_3)

y ortofosfatos (PO_4) por los métodos señalados en STRICKLAND & PARSONS (1972).

Análisis de Datos

Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando el programa Statgraphics Centurion XVIII. Previamente, se evaluó la normalidad y homocedasticidad de los datos de acuerdo al método de Kolmogorov-Smirnov y el análisis de los residuales de acuerdo a lo descrito por SOKAL & ROHLF (2012). Los datos fueron transformados para el cumplimiento de los supuestos requeridos en los análisis paramétricos. Posteriormente, fueron aplicados análisis de varianza de dos vías, tomando como factores las estaciones y los meses, con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$ para determinar las variación espacial y temporal de las variables hidrográficas (SOKAL & ROHLF 2012). En los casos donde se evidenciaron diferencias estadísticas significativas, se aplicó la prueba “*a posteriori*” SNK (Student Newman Keuls).

Para establecer la correlación que existe entre las variables hidrográficas e identificar las de mayor importancia en el estudio, fue aplicado un análisis de componentes principales (ACP) (JOHNSON & WICHERN 2007) en la que se incluyeron las variables meteorológicas: precipitaciones (Prec), velocidad del viento (Viento), radiación solar (RS) y evaporación (Evap). Estos datos fueron suministrados por la estación meteorológica de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, sede Margarita, Venezuela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El intervalo de temperaturas varió de 26 °C (Estación 9 en febrero 2005 y Estación 1 en enero 2006) a 31,5 °C (Estación 6 en junio 2005) con una media de 28,5 °C (Fig. 2). Esta variable mostró diferencias significativas durante los meses de muestreo ($F = 45$; $p < 0,05$) y entre estaciones ($F = 6,12$; $p < 0,05$). Espacialmente, se observaron valores superiores en la Estación 5 con una media de 29,5 °C e inferiores en la E1 con 27,5 °C. Temporalmente, se detectaron dos máximos de temperaturas, el primero en el mes de junio y el segundo entre octubre y noviembre con una temperatura media de 30,4 °C. Esto evidencia un comportamiento similar cada cinco meses, aumentando las temperaturas progresivamente de febrero a junio. En julio descendió a 28,5 °C y se repite el comportamiento anterior hasta el mes de noviembre. Las temperaturas más bajas se

observaron entre diciembre-enero y febrero, con un promedio de 27 °C.

Este intervalo de temperaturas fue similar a los estimados por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) y RAMÍREZ (1993) en el mismo cuerpo de agua; BONILLA & OKUDA (1971) y PALAZÓN *et al.* (1996) en la Laguna de las Marites; CASTILLO (2003) en la Laguna de la Restinga y PALAZÓN & PENOTH (1994; 1998) en Laguna de Raya y Boca de Palo. Sin embargo, el máximo fue detectado en junio y no en agosto como en la mayoría de estos estudios. La variación temporal de la temperatura corresponde a un patrón estacional definido para la costa nororiental de Venezuela y que ha sido descrito para las lagunas costeras de la zona nororiental (GAMBOA *et al.* 1971; GARMENDIA 1992; GÓMEZ & CHANUT 1993) y de la isla de Margarita (VOLTOLINA & VOLTOLINA 1976, 1978; PALAZÓN & PENOTH 1994, 1998; PALAZÓN *et al.* 1996), en las que se han identificado dos épocas claramente diferenciadas: una entre junio y noviembre que corresponde a las máximas temperaturas y otra que va de noviembre a marzo, meses en los que se presentan las temperaturas más bajas, con periodos de transición entre ellas. Las temperaturas bajas en los primeros meses del año, se deben al proceso de surgencia costera, en la que aguas más frías ingresan a los ecosistemas lagunares (BONILLA & OKUDA 1971; GRIFFITHS & SIMPSON 1972).

Además, se observó un gradiente espacial de esta variable en el que las zonas más internas son ligeramente más cálidas; lo cual podría atribuirse a la absorción de calor por la materia en suspensión, a la disminución progresiva de la profundidad y a una evaporación elevada hacia las zonas más internas (GARMENDIA 1992). Este patrón estacional ha sido señalado en otras lagunas

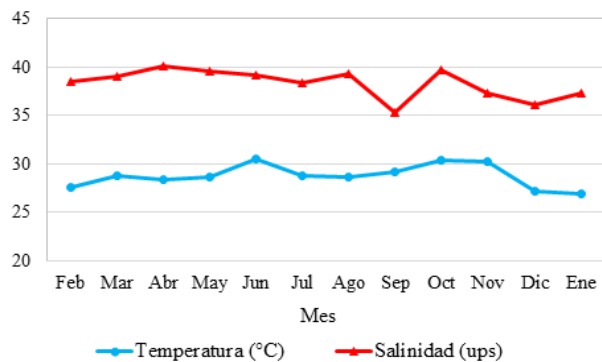


Fig. 2. Variabilidad temporal de la temperatura y la salinidad en la Laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela de febrero a diciembre 2005.

costeras de la zona sur de la isla de Margarita (BONILLA & OKUDA 1971; BONILLA 1974; VOLTOLINA & VOLTOLINA 1976, 1978; CERVIGÓN & GÓMEZ 1986; CABRERA & PENOTH 1988; GÓMEZ 1991; PALAZÓN & PENOTH 1994, 1998; PALAZÓN *et al.* 1996).

Por su parte, la salinidad mostró una media de 38,34 ups. No se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F = 0,45$; $p > 0,05$) pero sí temporalmente ($F = 55,43$; $p < 0,05$), en los que se agruparon los meses entre marzo y agosto con un promedio de 39,27 ups; el resto de los meses presentaron salinidades que varían drásticamente entre sí, por no haber una estacionalidad marcada de las lluvias durante el año de estudio (Fig. 3). Las salinidades inferiores se registraron en septiembre y diciembre con 35,33 y 36,1 ups, respectivamente (Fig. 2).

Estos valores fueron similares a los obtenidos por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976), quienes concluyeron que las variaciones de esta variable se deben a la ocurrencia de fuertes precipitaciones. La similitud de la salinidad del agua superficial en casi todo el cuerpo de la laguna, no ha sido señalada en el resto de las lagunas de la zona sur de la isla de Margarita (BONILLA & OKUDA 1971; BONILLA 1974; VOLTOLINA & VOLTOLINA 1976, 1978; CERVIGÓN & GÓMEZ 1986; CABRERA & PENOTH 1988; GÓMEZ 1991; PALAZÓN & PENOTH 1994, 1998; PALAZÓN *et al.* 1996), en las que se observa un aumento de esta variable hacia el interior, debido a la disminución progresiva de la profundidad, evaporación elevada, protección de los efectos del viento por los manglares, efecto mareal menor, intercambio de agua con el medio adyacente y ausencia de aportes continuos de agua dulce (GARMENDIA 1992). La configuración de la laguna, su profundidad poco variable y un recambio de agua rápido

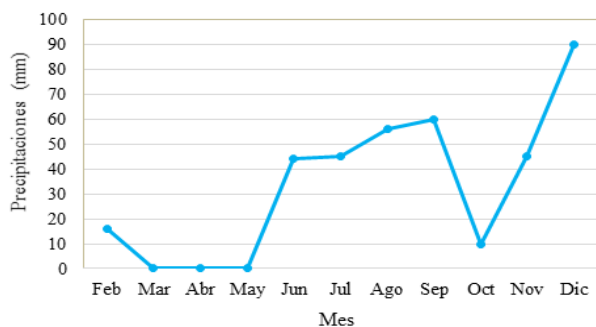


Fig. 3. Variabilidad temporal de las precipitaciones en la Isla de Margarita de febrero a diciembre 2005. Fuente: Estación Meteorológica de la Fundación la Salle de Ciencias Naturales, sede Margarita, Venezuela.

y constante, favorece la mezcla efectiva de las aguas y una distribución casi homogénea de la salinidad en el cuerpo de la laguna (ZAMAKONA 1986).

La concentración de oxígeno disuelto media fue de 3,95 ml/l. Esta variable mostró diferencias estadísticas significativas entre las estaciones ($F = 16,21; p < 0,05$) y los meses ($F = 17,9; p < 0,05$). Espacialmente, los valores más bajos fueron obtenidos en la estación cercana al paseo Esther Gil (E10) con promedio de 2,66 ml/l y los más altos en las estaciones 1, 8 y 9, las cuales son las más cercanas a la boca, con promedio de 4,71 ml/l. Temporalmente, los valores más bajos se determinaron en agosto y septiembre con 2,78 ml/l y los superiores en junio 5,91 ml/l. El resto de los meses forman un grupo homogéneo con un promedio de 3,90 ml/l.

Estos valores se asemejan a los estimados por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) y RAMÍREZ (1993) para la Laguna de Punta de Piedras y por GÓMEZ & CHANUT (1993) para la zona sur de la isla de Margarita. Temporalmente, VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) señalaron una tendencia temporal marcada, con máximos correspondientes a los meses más fríos y mínimos en los meses cálidos, patrón que no se observó en este estudio. Espacialmente, los mínimos fueron alcanzados en la estación 10, la cual según LIRA (2001) presenta un grado alto de deterioro ambiental y contaminación microbiana (IRIARTE 2003); que trae como consecuencia un aumento drástico en la demanda química de oxígeno.

Cabe destacar que en esta estación, se alcanzaron concentraciones de oxígeno (< 2 ml/l) en los meses de agosto, septiembre, noviembre y enero que pudieran afectar considerablemente la distribución y el metabolismo de los seres vivos (DÍAZ & ROSENBERG 1995). De acuerdo a lo descrito por PÉREZ-RUZAFÁ *et al.* (2019), en sistemas estuarinos, la hipoxia puede ser un fenómeno estacional, que ocurre durante los meses más calientes del año. Sin embargo, CERVIGÓN & GÓMEZ (1986) indicaron que el oxígeno disuelto en las lagunas costeras es afectado por la elevada demanda de esta variable y al carácter reductor de los sedimentos.

En cuanto al coeficiente de extinción de luz, al tener la laguna una profundidad promedio de 1 m, el disco de Secchi se visualizó hasta el fondo en la mayoría de las estaciones; lo que indica que la luz penetró toda la columna de agua, sin llegar a ser un factor limitante para el crecimiento fitoplanctónico. Sólo en las estaciones 1, 6, 7 y 8, que son las de mayor profundidad (alrededor

de 1,2 m), el disco de Secchi se hizo visible entre un 77 y 90 % de la columna de agua, siendo el coeficiente de extinción de luz alrededor de $1,65 \text{ m}^{-1}$.

La materia total en suspensión presentó una media de 82,7 mg/l. Estadísticamente, se observaron diferencias significativas entre las estaciones ($F = 3,35; p < 0,05$) y los meses ($F = 18,02; p < 0,05$). Espacialmente, se obtuvieron valores ligeramente superiores en la estación costera adyacente a la boca (E9) con valores que van de 85,1 a 111,1 mg/l y una media de 98,1 mg/l y valores inferiores en la estación 1, que van de 45,7 a 71,7 mg/l con una media de 58,7 mg/l. De hecho, sólo se obtuvieron diferencias significativas entre las estaciones 1 y 9. Temporalmente, se agruparon los tres primeros meses de muestreo con un promedio de 74,6 mg/l, luego se observa un descenso brusco en mayo con 39,6 mg/l y una aumento progresivo hasta agosto. Este comportamiento se repite de septiembre hasta diciembre. La media más alta se obtuvo en agosto con 132,9 mg/l y los más bajos en mayo y junio con 39,6 y 42,1 mg/l, respectivamente (Fig. 4).

La concentración media de la materia orgánica en suspensión fue 24 mg/l, que equivale al 29 % del material total suspendido. No se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F = 1,82; p > 0,05$) pero sí entre meses ($F = 48,94; p < 0,05$). Los valores más bajos se obtuvieron en la Estación 1 con un promedio de 18,1 mg/l y los más altos en las Estaciones 9 y 10 con 27,8 mg/l. Temporalmente, se observaron valores superiores en agosto y diciembre con promedios de 46,2 y 43,4 mg/l, respectivamente y mínimos en junio con 2,4 mg/l. No se evidenció un comportamiento estacional

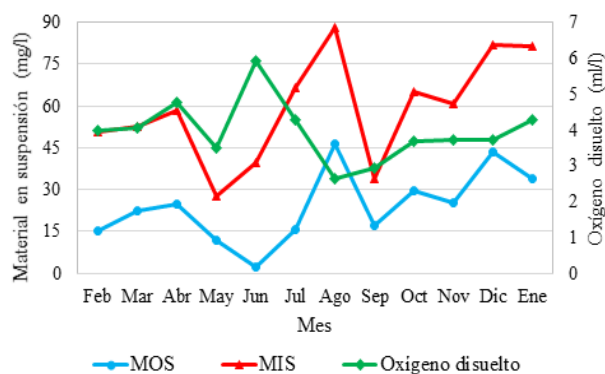


Fig. 4. Variabilidad temporal de las concentraciones de materia orgánica, inorgánica y total en suspensión y del oxígeno disuelto en la Laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela, de febrero a diciembre 2005.

de esta variable, por lo que no se observó la agrupación de meses consecutivos a excepción de marzo y abril con promedio de 24,1 mg/l; julio y septiembre con 15,0 mg/l y octubre y noviembre con 29,5 mg/l (Fig. 4). En cuanto al porcentaje que representa la MOS con relación a la MTS, los valores superiores fueron alcanzados en el mes de septiembre con un promedio del 49 % y los más bajos en junio con 5%.

El promedio de la materia inorgánica en suspensión fue de 58,9 mg/l que equivale al 71 % de la MTS. Se observaron diferencias significativas entre las estaciones ($F = 3,6; p < 0,05$) y los meses ($F = 3,6; p < 0,05$). Los valores más bajos se obtuvieron en la estación 1 con un promedio de 40,3 mg/l y los más altos en las estaciones 8 y 9 con 71 mg/l. La Estación 3 presentó diferencias con respecto a las 1 y 9. Estadísticamente, la Estación 1 se diferenció de las que se encuentran en la zona media del cuerpo lagunar (E4 y E5) y las más cercanas a la boca de la laguna (E8 y E9). Temporalmente, se observaron los valores mínimos en mayo con una media de 27,6 mg/l y los máximos en agosto, diciembre y enero con 88,4; 82,0 y 81,6 mg/l, respectivamente (Fig. 4). La prueba a posteriori agrupó los meses entre febrero y junio con un promedio de 45,8 mg/l, junio y julio con 53,8 mg/l y de octubre a enero con 72,4 mg/l. En cuanto al porcentaje de la MIS con respecto a la MTS, los máximos se alcanzaron en junio con una media equivalente al 95 % y los más bajos en septiembre con 51%.

Las concentraciones de MTS fueron superiores a las obtenidas en la Laguna de Raya, la cual presentó una media anual de 70,5 mg/l y Laguna de Boca de Palo con 55,71 mg/l (PALAZÓN & PENOTH 1994). Estos valores se pueden considerar bajos en comparación a los encontrados en la Laguna de la Restinga (CASTILLO 2003), la cual presentó una media superior a 150 mg/l. La variabilidad temporal de la MTS en este estudio coincidió con la incidencia de las precipitaciones (Fig. 3), lo cual indica que esta variable aumenta como resultado de los aportes de partículas terrestres arrastradas por las escorrentías en la época de lluvia, las cuales disminuyen cuando cesan las precipitaciones como resultado de la descomposición orgánica (SUTULA *et al.* 2003).

Según VARELA & MASSA (1983), los valores normales de materia orgánica en las lagunas costeras con manglares están alrededor de los 5 y 10 mg/l, valores que son duplicados en este estudio. PALAZÓN & PENOTH (1994) indicaron que las lagunas costeras de la isla de Margarita se caracterizan por presentar

aguas turbias, con contenidos elevados de materiales suspendidos, causados por la poca profundidad y alta productividad, factores que permiten que los sedimentos sean resuspendidos por acción del viento y las mareas.

En cuanto a los pigmentos, el promedio de las concentraciones de clorofila *a* fue de 9,5 mg/m³. Se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F = 2,11; p < 0,05$) y meses ($F = 5,32; p < 0,05$). Espacialmente, E3 y E10 se diferenciaron del resto de las estaciones, presentando promedios de 5,64 y 16,18 mg/m³, respectivamente. En cuanto a los meses, los valores más bajos se encontraron en marzo, mayo y julio, con promedios de 3,42; 6,19 y 4,38 mg/m³, respectivamente y los más altos en septiembre y noviembre con 17,2 y 18,48 mg/m³, respectivamente (Fig. 5).

Asimismo, se obtuvo un promedio de las concentraciones de feopigmentos de 1,07 mg/m³ con diferencias significativas entre estaciones ($F = 2,55; p < 0,05$) y meses ($F = 4,73; p < 0,05$). Espacialmente, se apreciaron valores superiores en las estaciones del sur y del centro de la laguna y los más bajos en la boca y las estaciones del norte. Temporalmente, hubo un comportamiento estacional con tres épocas claramente diferenciadas: se incrementan las concentraciones a partir de febrero hasta alcanzar el valor más alto en abril con una media de 4,68 mg/m³; luego se observa un descenso brusco en mayo hasta alcanzar una media de 1,02 mg/m³, valor que se mantiene constante hasta julio; finalmente, se observa otro descenso con una media de 0,26 mg/m³, que no varió significativamente hasta enero (Fig. 5).

Cabe destacar que las aguas de las lagunas costeras del sur de Margarita son fértiles durante casi todo el año;

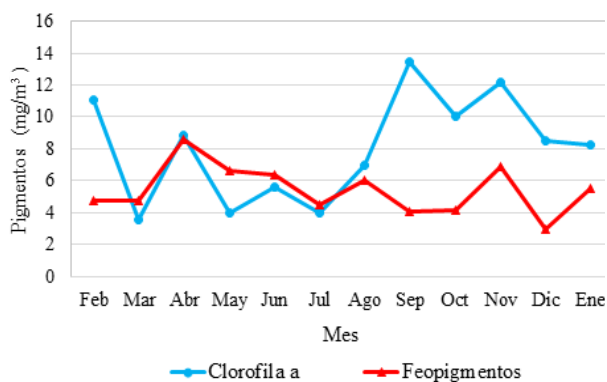


Fig. 5. Variabilidad temporal de las concentraciones de clorofila *a* y feopigmentos en la Laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela de febrero a diciembre 2005.

en los primeros meses a causa de la surgencia costera y en el resto del año, por aportes continentales o de otros cuerpos de agua costeros (GRIFFITHS & SIMPSON 1972; GÓMEZ 1991; LÓPEZ-MONROY *et al.* 2017). VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) estimaron concentraciones de clorofila *a* entre 1,4 y 7,64 mg/m³, valores significativamente bajos en comparación a los determinados en este estudio. De hecho, la concentración media de esta variable fue mayor a la señalada para otras lagunas costeras del sur de la isla (PALAZÓN & PENOTH 1994, 1998; PALAZÓN *et al.* 1996; CASTILLO 2003).

En cuanto a la variabilidad espacial de esta variable, las estaciones más cercanas al Paseo Esther Gil presentaron las concentraciones más altas, lo cual pudiera estar relacionado a la escasa circulación de agua, lo cual facilita las proliferaciones masivas de las poblaciones fitoplanctónicas. De hecho, los valores alcanzados en esta estación son características de lagunas costeras con un apreciable nivel de eutrofización (SOUZA *et al.* 2003). Temporalmente, no se observó un patrón regular. Sin embargo, los valores máximos se obtuvieron en periodos posteriores a los máximos de la MTS y las fluctuaciones en los datos, fueron similares a las observadas en las concentraciones de nitrato (Fig. 6), lo cual indica que las concentraciones de los nutrientes nitrogenados son los que determinan en primera instancia la variabilidad temporal de las concentraciones de clorofila *a* en el cuerpo de agua.

En cuanto a los feopigmentos, la media obtenida fue superior a la estimada para la zona sur de la isla de Margarita (GÓMEZ & CHANUT 1993), la cual presentó 0,93 mg/mm³, pero inferior en comparación al promedio estimado en la Laguna de las Marites, la cual exhibió 3,55 mg/m³ (PALAZÓN *et al.* 1996). Las concentraciones de clorofila *a* en todos los muestreos fueron superiores a las de feopigmentos, lo cual es un buen indicativo de que hay mayor producción que consumo en el cuerpo de agua, garantizando la disponibilidad de alimento y energía para los organismos pertenecientes a los eslabones superiores de la red trófica (TROCCOLI 2001).

Con relación a los nutrientes, se obtuvo una concentración de amonio promedio de 3,67 µmol/l, la cual fue similar a la encontrada en la Laguna de las Marites (PALAZÓN *et al.* 1996) pero superior a las observadas en la Laguna de Raya (PALAZÓN & PENOTH 1994), Laguna de Boca de Palo (PALAZÓN & PENOTH 1998) y la Laguna de la Restinga (CASTILLO 2003). No

se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F = 1,28$; $p > 0,05$) pero sí entre los meses ($F = 14,76$; $p < 0,05$). Especialmente, se observó una media superior en la estación más cercana al paseo Esther Gil (E10) con 4,53 µmol/l, producto de los aportes de aguas residuales que drenan a este sector de la laguna, que junto a las bajas concentraciones de oxígeno, se inhibe el proceso de nitrificación y se acelera la amonificación. La más baja se estimó en la Estación 4 con 1,89 µmol/l. Temporalmente, el amonio varió de manera continua durante todo el año, obteniéndose dos máximos en agosto y septiembre con promedios de 15,59 y 7,77 µmol/l, respectivamente (Fig. 6).

La media de los nitritos fue de 0,163 µmol/l con diferencias significativas entre las estaciones ($F = 3,72$; $p < 0,05$), obteniéndose los promedios superiores en las estaciones 7 y 10 con 0,23 y 0,25 µmol/l, respectivamente y los promedios más bajos en las estaciones centrales de la laguna (E4 y E5) con 0,11 µmol/l. Es importante señalar que la estación 7 se encuentra cercana a la zona en que son desbullados moluscos de las especies: *Pinctada imbricata* y *Strombus pugilis* y en la que se han apilado sus conchas de forma descontrolada. Esta actividad ocasiona un problema de índole sanitario debido a que se utiliza agua proveniente de la laguna para el salcochado de los moluscos, que es devuelta al cuerpo de agua después del proceso, aumentando las concentraciones de los nutrientes.

Temporalmente, se observaron diferencias significativas ($F = 6,74$; $p < 0,05$) con tres máximos: uno en marzo con un promedio de 0,2 µmol/l, el más alto en septiembre con 0,31 µmol/l y el último, en enero con 0,23 µmol/l. Los valores más bajos se hallaron en

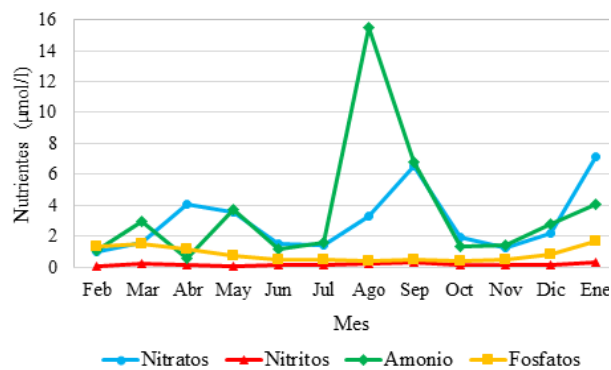


Fig. 6. Variabilidad temporal de las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos en la Laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela de febrero a diciembre de 2005.

mayo con 0,074 $\mu\text{mol/l}$ (Fig. 6). Se puede observar que los valores encontrados en este estudio están dentro del intervalo señalado por SVERDRUP *et al.* (1942) para agua de mar ($<3,5\mu\text{mol/l}$). Asimismo, los nitritos fueron inferiores a los determinados por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) pero superiores a los obtenidos en Laguna de Raya (PALAZÓN & PENOTH 1994), Boca de Palo (PALAZÓN & PENOTH 1998), La Restinga (CASTILLO 2003) y Las Marites (LÓPEZ-MONROY *et al.* 2017).

La concentración promedio de nitratos fue de 2,95 $\mu\text{mol/l}$. Espacialmente, no se apreciaron diferencias significativas ($F = 1,27; p > 0,05$) pero sí entre los meses ($F = 15,7; p < 0,05$). Se presentaron tres máximos con comportamiento similar a los nitritos: uno en abril con promedio de 4,08 $\mu\text{mol/l}$, otro en septiembre con 6,58 $\mu\text{mol/l}$ y el último y más alto en enero con 7,13 $\mu\text{mol/l}$. Los valores más bajos se hallaron en febrero con 0,97 $\mu\text{mol/l}$ (Fig. 6). Por su parte, la concentración media de fosfatos fue de 0,826 $\mu\text{mol/l}$ con diferencias significativas entre las estaciones ($F = 5,96; p < 0,05$) y los meses ($F = 43,42; p < 0,05$). Espacialmente, se agrupan todas las estaciones a excepción de la E10, la cual presentó un promedio superior de 1,09 $\mu\text{mol/l}$. Temporalmente, se observó un comportamiento diferente del nitrógeno, en el que se evidencian dos épocas bien diferenciadas: una de junio a noviembre con un promedio de 0,45 $\mu\text{mol/l}$ y el resto del año con valores más elevados y una media de 1,2 $\mu\text{mol/l}$ (Fig. 6).

Cabe resaltar que las concentraciones medias de los nitratos y fosfatos fueron superiores a las determinadas para esta laguna por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1976) y para otras de la isla (PALAZÓN & PENOTH 1994, 1998; PALAZÓN *et al.* 1996; CASTILLO 2003), indicando el grado de intervención que ha tenido este cuerpo de agua. La concentración de fosfatos fue mayor durante los meses de sequía o de surgencia, por lo que a este fenómeno pudiera atribuírsele el enriquecimiento de este nutriente al cuerpo lagunar y a la remoción de compuestos ricos en fósforo de los sedimentos por acción de los vientos (REYNOLDS & DAVIES 2001). En cuanto a la variabilidad espacial, la estación 10 presentó valores superiores, las cuales pudieran estar relacionadas a la afluencia de agua servidas ricas en detergentes fosfatados.

Adicionalmente, se evidencia que el amonio constituyó la forma más abundante durante el período de estudio, lo cual coincide con lo obtenido en otras lagunas de la zona nororiental de Venezuela como la de Tacarigua (GAMBOA *et al.* 1971), la Restinga (CABRERA

& PENOTH 1988; CASTILLO 2003), Las Marites (PALAZÓN *et al.* 1996; LÓPEZ-MONROY *et al.* 2017), Laguna de Raya (PALAZÓN & PENOTH, 1994) y Boca de Palo (PALAZÓN & PENOTH 1998). Al respecto, PALAZÓN & PENOTH (1998) afirman que el amonio parece estar más influenciado por fenómenos locales como la acumulación y descomposición de la materia orgánica y la excreción de peces, aves y organismos planctónicos. La ausencia de aportes fluviales permite que los sedimentos y la remineralización de la materia orgánica, principalmente provenientes de la descomposición de los restos de mangle, sean unas de las fuentes principales de nutrientes a estos sistemas en épocas de sequía (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.* 2019). Pero además, se debe considerar que la época de surgencia costera representa una fuente importante de nutrientes para el enriquecimiento de las aguas costeras de la zona nororiental del país (GÓMEZ 1991).

No se observó un patrón temporal definido para las concentraciones de nitrógeno inorgánico durante el lapso estudiado, lo cual se debe a que los nutrientes raramente entran a un sistema acuático a una tasa constante durante el año, siendo este flujo hacia los cuerpos de agua dependiente de las características propias del sistema y de la variedad de usos a que es sometido (BRENNER *et al.* 1996). Sin embargo, la relación directa entre las concentraciones de los nutrientes nitrogenados y las precipitaciones indica que en esta época, las fluctuaciones de los nutrientes nitrogenados se deben a las variaciones en la intensidad de esta variable.

Por otra parte, en este estudio se obtuvo una relación de N/P = 7,8:1, donde el nitrógeno es el factor limitante, comportamiento observado por CONTRERAS *et al.* (1995), con base en investigaciones realizadas en 39 lagunas costeras en México, quienes concluyeron que estos ecosistemas tienden a presentar una proporción N/P baja.

En el ACP, los tres primeros componentes explicaron el 70,6 % de la variabilidad total de los datos y los dos primeros un 54,5 %. En la Fig. 7, se observa que en el primer componente, la precipitación, la evaporación, el viento, la salinidad y los feopigmentos representaron las variables de mayor peso, estando las precipitaciones y la concentración de amonio correlacionadas negativamente con el resto de las variables mencionadas. En el segundo componente, las variables de mayor peso fueron: temperatura, clorofila *a* y materia total en suspensión, de las cuales la última se correlaciona negativamente con las dos primeras. En el tercer componente, se obtuvo que los nutrientes nitrogenados, se correlacionan

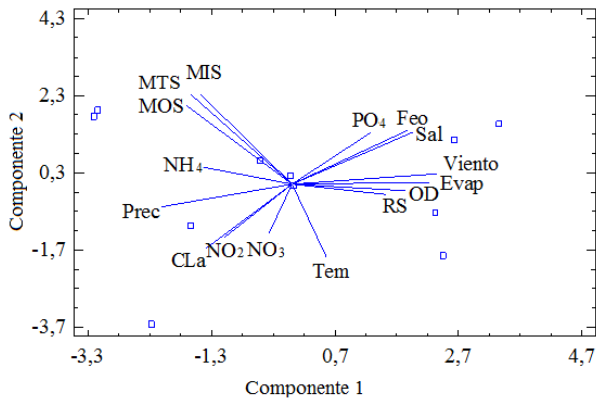


Fig. 7. Proyección de las variables hidrográficas y meteorológicas definido por los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

positivamente entre sí, siendo las variables de mayor importancia junto a la radiación solar.

Estos resultados indican una gran heterogeneidad temporal de las variables hidrográficas y meteorológicas, en la que la evaporación y los vientos correlacionados negativamente con las precipitaciones, determinaron las condiciones hidrográficas de la laguna. Patrón similar fue observado por HERRERA-SILVEIRA (1994) en la Laguna de Celestún en México y por CASTILLO (2003) en La Restinga. Asimismo, la correlación negativa de las concentraciones de oxígeno disuelto, que fueron ligeramente superiores durante los meses de sequía, con el amonio, indican procesos de nitrificación mientras que la correlación positiva del oxígeno disuelto con las concentraciones de fosfatos, es característica del fenómeno de surgencia costera.

También se observó una correlación del viento con la evaporación que se debe a la alta nubosidad característica de la época de lluvias, en la cual además disminuyó la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, velocidad del viento, salinidad, radiación solar y evaporación. Finalmente, en las estaciones de la zona sur de la laguna, se observa una correlación negativa entre la salinidad y los nutrientes, condición que indica que aportes de aguas residuales o continentales de agua dulce cargan de nutrientes al cuerpo de agua.

CONCLUSIONES

La variabilidad temporal de las variables hidrográficas de la laguna de Punta de Piedras corresponde al comportamiento observado en la zona nororiental de Venezuela, en respuesta a las características de dos épocas bien diferenciadas: lluvia y sequía.

Especialmente, se observan diferencias notables en las adyacencias del Paseo Esther Gil y la zona norte de la laguna con respecto al resto del sistema lagunar, relacionadas a la degradación ambiental de esta zona. Sin embargo, en términos generales, la circulación de la misma permite mantener condiciones homogéneas en la laguna.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta y forma parte del Proyecto CI-6-030602-1214/05, titulado: "Caracterización físico - química de la Laguna de Punta de Piedras".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMINOT, A. & M. CHAUSSEPIED. 1983. *Manual chimiques en Milieu Marin*. Centro National pour L'Exploitation des Oceans. Paris, Francia. 395 pp.
- BONILLA, J. 1974. Notas sobre las condiciones hidrográficas de la Laguna de la Restinga (Isla de Margarita), estado Nueva Esparta, Venezuela. *Laguna* 34: 3-8.
- BONILLA, J. & T. OKUDA. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna las Maritas (Margarita). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 10(1): 81-91.
- BRENNER, F., R. STEINER & J. MONDOK. 1996. Groundwater-surface water interaction in an agricultural watershed. *J Pa. Acad. Sci.* 70: 3 - 8.
- CABRERA, T. & E. PENOTH. 1988. Estudio de las condiciones físico- químicas de la Laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Saber* 2: 23-37.
- CASTILLO, R. 2003. Estructura comunitaria del fitoplancton de la Laguna de la Restinga y su relación con las condiciones hidrográficas durante el periodo de surgencia costera (noviembre 2001 hasta mayo, 2002). Trab. Grad. Lic. en Biología Marina. Universidad de Oriente. Venezuela. 77 pp.
- CERVIGÓN, F. & A. GÓMEZ. 1986. *Las lagunas litorales de la Isla de Margarita*. Centro de Investigaciones. Universidad de Oriente. Editorial Arte. Caracas, Venezuela. 88 pp.
- CONDE, D., J. VITANCURT, L. RODRÍGUEZ-GALLEGO, D. DE ÁLAVA, N. VERRASTRO, C. CHRETIÉS, S. SOLARI, L.

- TEIXEIRA, X. LAGOS, G. PIÑEIRO, L. SEJO, H. CAYMARIS & D. PANARIO. 2015. *Solutions for sustainable coastal lagoon management*. En: *Coastal zones - solutions for the 21st Century*. Ed. J. Batzan, O. Chouinard, B. Jorgensen, P. Tett, Vanderlinden, J. & L. Vasseur. Elsevier, U.K. 376 pp.
- CONTRERAS, F., O. CASTAÑEDA, A. GARCÍA & F. GUTIÉRREZ. 1995. *Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas, México D.F.* Informe Técnico. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Departamento de Hidrobiología. México D.F. México. 76 pp.
- DÍAZ, R. & R. ROSENBERG. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioral responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol.* 33: 245-303.
- GAMBOA, B., A. GARCÍA, J. BENÍTEZ & T. OKUDA. 1971. Estudio de las condiciones hidrográficas y químicas en el agua de la Laguna de Tacarigua. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 10(2): 55-72.
- GARMENDIA, M. 1992. *Distribución y evolución espacio-temporal de elementos nutritivos y materia orgánica presente en aguas de la Laguna de Píritu*. Trab. Grad. Magíster Scientiarum en Ciencias Marinas. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 162 pp.
- GÓMEZ, A. 1991. Interacción entre un estuario negativo (Laguna de la Restinga, Isla de Margarita) y el Mar Caribe adyacente. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 30(1&2): 47-55.
- GÓMEZ, A. & J. CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 32(1&2): 27-44.
- GRIFFITHS, R. & J. SIMPSON. & 1972. *Afloramiento y otras características oceanográficas del noreste de Venezuela*. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. Serie Recursos y Explotación Pesquera 2(4): 2-53.
- HERRERA-SILVEIRA, J. 1994. Correlaciones de parámetros hidrobiológicos de la Laguna de Celestún, Yucatán. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 21(1-2): 43-53.
- IRIARTE, R. 2003. *Contaminación cloacal en la Laguna de Punta de Piedras, Municipio Tubores, Isla de Margarita, Venezuela*. Informe Técnico. Estación de Investigaciones Marinas, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Punta de Piedras, Venezuela. 49 pp.
- JOHNSON, R. & D. WICHERN. 2007. *Applied multivariate statistical analysis*. Pearson Prentice Hall. New Jersey, EE.UU. 773 pp.
- LIRA, C. 2001. Saneamiento y recuperación integral de la Laguna de Punta de Piedras, Municipio José Celedonio Tubores, Edo. Nueva Esparta. Informe técnico. Alcaldía de Tubores, Isla de Margarita, Venezuela. 65 pp.
- LIVINGSTON, R. 2001. *Eutrophication processes in coastal systems: origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in gulf coast estuaries*. John Andreasen CRC Press. Florida, EE.UU. 327 pp.
- LLANO, M. 1987. Dinámica sedimentaria de la Laguna de Punta de Piedras. Épocas de mareas mínimas. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 47(127-128): 37-75.
- LÓPEZ-MONROY, F., L. TROCCOLI-GHINAGLIA, E. POBLETE & L. VALERIO-GONZÁLEZ. 2017. Dinámica de los nutrientes en una laguna costera tropical hipersalina (Las Marites, Isla de Margarita, Venezuela). *Rev. Bio Ciencias.* 4(6):1-16.
- LORENZEN, C. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12(2): 343 - 346.
- NGATIA, L., J. GRACE, D.MORIASI & R.TAYLOR. 2019. *Nitrogen and phosphorus eutrophication in marine ecosystems*. En: *Monitoring of marine pollution*. Ed. H. Fouzia. Intech Open, London, U.K. pp. 1-17.
- PALAZÓN, J. & E. PENOTH. 1994. Condiciones hidroquímicas de la Laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo comprendido entre febrero de 1986 y febrero de 1987. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 33(1&2): 5-17.
- PALAZÓN, J., G. HERNÁNDEZ, J. HERNÁNDEZ. & E. PENOTH. 1996. Condiciones hidroquímicas de las Marites, Isla de Margarita, Venezuela (abril 1989 - mayo 1990). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 35(1&2): 113-125.
- PALAZÓN, J. & E. PENOTH. 1998. Condiciones hidroquímicas de las aguas superficiales de la Laguna Boca de Palo, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 37(1&2): 3-15.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., I. PÉREZ-RUZAFÁ, A. NEWTON & C. MARCOS. 2019. *Coastal lagoons: environmental*

- variability, ecosystem complexity, and goods and services uniformity*. En: *Coasts and Estuaries – the future*. Eds. E. Wolanski, J. Day, M. Elliott & R. Ramachandran. Elsevier, U.K. 726 pp.
- PREISENDORFER, R. 1986. Secchi disk science: visual optics of natural waters. *Limnol. Oceanogr.* 31: 909-926.
- RADA, J. 1985. Variación de zooplancton y su relación con los cambios de marea en la Laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela. Sept de 1985. Trab. Grad. TSU en Acuicultura y Oceanografía. Inst. Univ. Tecn. del Mar, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Punta de Piedras, Venezuela. 70 pp.
- RAMÍREZ, P. 1993. Ecología y estructura de las comunidades de peces de la Laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 53 (139): 23 - 46.
- RAMÍREZ, P. 1996. *Lagunas costeras de Venezuela*. Editorial Benavente & Martínez, CA. Porlamar, Venezuela. 275 pp.
- REYNOLDS, C. & P. DAVIES. 2001. Sources and bioavailability of phosphorous fractions in freshwaters: a British perspective. *Biol. Rev.* 76: 27 - 64.
- SENIOR, W. 1987. *Manual de métodos de análisis de agua de mar*. Inst. Oceanogr. Venezuela. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 119 pp.
- SOKAL, R. & F. ROHLF. 2012. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and Company. Nueva York, EE.UU. 915 pp.
- SOUZA, M., B. KJERFVE, B. KNOPPERS, W. LANDIM & R. DAMASCENO. 2003. Nutrient budgets and trophic state in a hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *Estuar. Coast. Shelf S.* 57: 843 - 858.
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. Board Can.* 167: 1 - 310.
- SUTULA, M., B. PEREZ, E. REYES, D. CHILDERS, S. DAVIS, J. DAY, D. RUDNICK & F. SKLAR. 2003. Factors affecting spatial and temporal variability in material exchange between the Southern Everglades wetlands and Florida Bay (USA). *Estuar. Coast. Shelf S.* 57: 757-781.
- SVERDRUP, H., M. JONSON & R. FLEMING. 1942. *The oceans: their physics, chemistry and general biology*. Prentice Hall. Nueva York, EE.UU. 1087 pp.
- TROCCOLI, L. 2001. *Cambios estructurales del fitoplancton costero tropical en una zona cársica: perspectiva en escala espacial*. Tesis doctoral. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. Yucatán, México. 178 pp.
- VARELA, R. & I. MASSA. 1983. Concentración de clorofila *a*, feopigmentos y materia en suspensión en Laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela. Período abril-junio 1981. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 43(119): 39-65.
- VOLTOLINA, A. & P. VOLTOLINA. 1976. Observaciones hidrobiológicas de la Laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita: septiembre 1965- diciembre 1966. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 36(104): 127 - 154.
- VOLTOLINA, A. & P. VOLTOLINA. 1978. Observaciones hidrológicas de la Laguna de la Restinga, Isla de Margarita: enero 1969- abril 1970. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 38(109): 119-137.
- ZAMAKONA, A. 1986. *Contribución al estudio del intercambio de volúmenes de agua en la Laguna de Punta de Piedras con el medio adyacente*. Trab. Grad. TSU en Acuicultura y Oceanografía. Inst. Univ. Tecn. del Mar, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Punta de Piedras, Venezuela. 20 pp.

RECIBIDO: DICIEMBRE 2019

ACEPTADO: ABRIL 2020