

Condición trófica de la Laguna de Los Mártires, Isla de Margarita, Venezuela, periodo enero-diciembre 2006

Pedro Fontanive D.¹, José Luis Fuentes Z.^{2,}, Julio César Salazar L.², Juan López C.²
y Pedro López G.²*

¹*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar.*

²*Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA).
Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Venezuela*

Recibido: 24-11-09 Aceptado 12-04-10

Resumen

En el presente trabajo se evaluó el estado trófico de la Laguna de Los Mártires (Norte de la Isla de Margarita), Venezuela. Se establecieron ocho estaciones realizándose muestreos mensuales (enero-diciembre, 2006). Se determinaron las concentraciones de nitrito, nitrato, amonio, fosfato y la DBO. Los valores de nitrito presentaron un rango promedio, entre estaciones, de 0,002 a 0,084 mg/L (promedio anual 0,014 mg/L), resultando ser el compuesto nitrogenado que presentó las menores concentraciones, sin embargo estas fueron superiores a los valores hallados en la mayoría de las lagunas del oriente de Venezuela. El amonio presentó las mayores concentraciones (0,204 a 3,403 mg/L). Los elevados valores de DBO promedio registrados (40,00 a 31,50 mg/L), son producto de la gran cantidad de procesos de degradación de la materia orgánica proveniente de los efluentes de una planta de tratamiento y de escorrentías y aguas residuales de poblaciones aledañas. El índice de Karydis califica a la laguna de Los Mártires en un estado mesotrófico, llegando a ser eutrófico en dos de las estaciones y en momentos puntuales. Se considera, que de no modificarse los procesos antropogénicos que afectan a la laguna, esta se encontrará pronto en un estado eutrófico generalizado.

Palabras clave: Lagunas costeras, nutrientes, índice de Karydis, Venezuela.

Trophic condition of the Laguna de Los Mártires, Isla de Margarita, Venezuela, period january-december 2006

Abstract

In the presently study we evaluated the trophic condition of Laguna de Los Mártires (north of isla de Margarita), Venezuela. Eight stations were carried out monthly samplings (January-December, 2006). The concentrations of nitrite, nitrate, ammonium, phosphate and BOD were determined. The nitrite values ranged from 0.002 to 0.084 mg/L, with an annual average of 0.014 mg/L, turning out to be with the smallest concentrations, but higher that values found in most of the lagoons of east on Venezuela. The ammonium showed the biggest concentrations

* Autor para la correspondencia: jose.fuentes@ne.udo.edu.ve

(0.204 to 3.403 mg/L). The high values of BOD registered (40.00 to 31.50 mg/L), probably due to the great quantity of degradation processes and organic matter in effluents from the treatment plant, run-off and wastewater from the neighborhoods. The Karydis index qualifies to the Laguna de Los Mártires as a mesotrophic, being eutrophic in some places and in some punctual moments. It is considered that, if not the anthropogenic processes modify it will be very soon in a widespread eutrophic state.

Key words: Coastal lagoons, nutrients, Karydis index, Venezuela.

Introducción

Las lagunas costeras se encuentran, distribuidas desde los trópicos hasta los polos, ocupan el 13 % de la línea de costa del planeta (1) y pueden tener diferentes tamaños, regímenes hidrológicos, biotas, hábitats, flujos de energía y problemas específicos (2). Generalmente presentan una alta productividad proveniente de su relación océano-continente, lo que hace posible que las lagunas puedan mantener un gran volumen de biomasa. Esto entre otras razones, ha fomentado el establecimiento de comunidades humanas en sus alrededores. Se consideran a estos ambientes exportadores de nutrientes a las zonas costeras aledañas, contribuyendo a aumentar la productividad en el litoral costero (3).

En Venezuela se ha prestado poca atención a la contaminación de las aguas costeras y humedales, a pesar del acelerado aumento de la población y desarrollo industrial que se refleja perjudicialmente en el medio marino, incluso desestimándose que estos sistemas pueden ser fuente de eutrofización para el mar adyacente (3). El creciente auge urbanístico que se ha desarrollado en la Isla de Margarita ha sometido a algunos cuerpos de agua costeros a ciertos desequilibrios, aun no debidamente evaluados y que de no corregirse a tiempo, podrían causar graves daños sobre su flora y fauna, y afectar la pesca artesanal de ciertos recursos que utilizan esta área para la alimentación, crecimiento y protección (4). La modificación de estos hábitats producto del asentamiento humano y turístico en las lindes de estos ecosistemas, además de la contamina-

ción por una gran variedad de compuestos provenientes de descargas agrícolas y urbanas (aguas servidas) traen como consecuencia cambios en general en las parámetros hidrofísicos e hidroquímicos, y particularmente un aumento en la cantidad de nutrientes y materia orgánica (5). Con la consecuente eutrofización cultural de las zonas costeras, la cual es definida como el enriquecimiento por nutrientes debido a una fuente difusa y puntual de aguas residuales, que afecta las aguas costeras, especialmente aquellas cercanas a zonas pobladas o áreas sometidas a cultivo intensivo (6).

Según Bricker *et al.* (7), estos cambios anormales en las condiciones hidrológicas de las zonas costeras pueden producir diversos efectos como lo son crecimientos fitoplanctónicos excesivos, aumento de la materia orgánica, creación de condiciones anóxicas en la columna de agua y en el sedimento, mortandades de peces, entre otros.

En el presente trabajo se determinó el estado trófico de la Laguna de Los Mártires, Isla de Margarita, Venezuela, como un aporte al estudio de este tipo de ambiente. Lo cual permitirá, entre otros aspectos, desarrollar sistemas para predecir y prevenir la contaminación, e implementar estrategias de monitoreo que permitan documentar por largos periodos de tiempo los cambios ocurridos, y tomar las medidas necesarias para su preservación y recuperación.

Material y métodos

La Laguna de Los Mártires está ubicada al nororiente de La Isla de Margarita (11° 05' 20" N; 63° 58' 30" y 63° 57' 08" O), al

Norte de la población de Juan Griego; posee una superficie de 177 hectáreas y fue declarada zona protegida mediante el decreto N° 2353 del 9 de noviembre de 1988. Es un cuerpo lagunar que presenta comunicación intermitente con el mar (Bahía de Juan Griego) a través de un estrecho canal, posee una profundidad máxima 1,50 m. En ella desemboca el río Toro, de eventual y escaso caudal y los efluentes de la planta de tratamiento de Juan Griego. Esta laguna tiene una significativa importancia para las comunidades aledañas, ya que es fuente de pesquerías y en algunos casos de recreación, sin embargo hasta ahora, no se han realizado estudios que revelen las condiciones ecológicas.

En el presente estudio, se establecieron ocho estaciones de forma aleatoria, más

o menos equidistantes a lo largo del cuerpo lagunar, considerando los potenciales puntos críticos (figura 1). Se realizaron muestreos mensuales, desde enero hasta diciembre de 2006, entre las 9:00 a.m. y la 1:00 p.m.; la toma de muestras se realizó en un bote inflable de 2 m de eslora. Las muestras de agua, para los análisis de laboratorio, fueron colectadas, superficialmente, en recipientes plásticos de un litro con tapa hermética y fueron almacenados en una cava con hielo, hasta llegar al laboratorio, donde se colocaron en refrigeración a 4°C.

Las determinaciones de nitrito, nitrato, amonio, fosfato y DBO, se realizaron según la metodología APHA (8). Para la determinación del estado trófico se aplicó el índice de eutrofización de Karydis *et al.* (9), expresado en la Ecuación [1].



Figura 1. Vista satelital de la Laguna de Los Mártires y ubicación de las estaciones (modificado de Google Earth, 2007).

$$I = \frac{C}{C - \log x} + \log A \quad [1]$$

donde:

I = índice de eutrofización

C = logaritmo del total del aporte de nutriente a evaluar en el área

x = concentración total del nutriente a evaluar en una estación.

A = número de estaciones

Este índice se calculó para cada nutriente y estación. Un valor superior a cinco, para el nutriente evaluado, es característico de aguas eutróficas, de tres a cinco corresponde a aguas mesotróficas e inferiores a tres aguas oligotróficas (9).

Se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (10), para determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre estaciones y entre los meses de muestreo. Para la realización de los análisis se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.1.

Resultados y discusión

Nitrito

Las concentraciones de nitrito fueron las más bajas de los compuestos nitrogenados, principalmente porque el nitrito es un elemento transitorio en el ciclo del nitrógeno, entre el amonio (forma totalmente reducida) y es rápidamente oxidado a nitrato (forma totalmente oxidada) conforme se va produciendo en condiciones aeróbicas (11).

La concentración de nitrito, no presentó diferencias significativas entre estaciones ($P > 0,05$). La Estación 4 (E4) exhibió valores de nitrito superiores a las restantes. El promedio anual fue de 0,014 mg/L, variaron entre 0,002 y 0,084 mg/L (tabla 1).

No se hallaron diferencias significativas entre los meses de muestreo ($P > 0,005$). Durante el mes de julio se observaron los va-

lores más elevados de nitrito, con un promedio de 0,078 mg/L, mientras que en los meses de abril y agosto no se detectaron concentración alguna de nitrito (tabla 2).

Los nitritos pueden resultar tóxicos para animales cuando se encuentran, de manera permanente, en concentraciones $\geq 0,1$ mg/L (12), por lo tanto las bajas concentraciones de nitritos encontrados en las aguas de la laguna de Los Mártires no suponen un peligro de toxicidad para los organismos que la habitan.

Nitrato

La concentración de nitrato, en cuanto estaciones, no presentó diferencias significativa ($P > 0,05$). En la Estación 4 se presentaron los valores más elevados con un promedio de 0,189 mg/L y en la E6 se determinaron las concentraciones más bajas con promedio de 0,078 mg/L (tabla 1). Uno de los mayores aportes de nitrato en la Laguna de Los Mártires, lo representa las descargas de la planta de tratamiento de Juan Griego, lo cual se evidencia en la abundancia detectada en la E4, estación adyacente al efluente de la mencionada planta.

La concentración de nitrato en cuanto a los meses de muestreo, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), siendo en el mes de julio cuando se detectó el más elevado promedio (0,369 mg/L) y en noviembre el menor promedio (0,012 mg/L), ver tabla 2.

Los meses de abril y julio presentaron un aumento considerable con respecto a los restantes meses de muestreo; este incremento pudo ser causado por un aumento en los efluentes de la planta de tratamiento de Juan Griego, debido a la Semana Santa y al inicio de la temporada vacacional, respectivamente.

Los elevados valores de nitrato pueden ser causados por la oxidación del nitrógeno inorgánico, favorecido por las altas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua; Fontanive (13), en el mismo estudio, registró un valor promedio de OD de 9,39 mg/L; lo

Tabla 1
Promedio de los factores hidroquímicos registrados en las estaciones de la Laguna de Los Mártires, durante el período enero-diciembre, 2006

Parámetro	Estación							
	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6	Estación 7	Estación 8
Nitrito (mg/L)	0,002	0,002	0,005	0,084	0,002	0,003	0,008	0,003
Nitrato (mg/L)	0,107	0,120	0,159	0,189	0,135	0,078	0,103	0,091
Amonio (mg/L)	0,477	0,377	0,204	0,342	0,262	0,320	3,403	0,419
Fosfato (mg/L)	0,395	0,446	0,407	0,722	0,457	0,523	0,841	0,526
DBO (mg/L)	36,50	40,00	34,25	34,00	34,17	32,83	31,50	34,17

Tabla 2
Promedio mensual de los factores hidroquímicos registrados en Laguna de Los Mártires, durante el período enero-diciembre, 2006

Parám.	Meses												Prom anual
	En.	Feb.	Mar.	Ab.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Nitrito (mg/L)	0,003	0,048	0,003	0,000	0,005	0,001	0,078	0,000	0,005	0,003	0,012	0,004	0,014
Nitrato (mg/L)	0,111	0,206	0,088	0,313	0,090	0,085	0,369	0,066	0,053	0,014	0,012	0,062	0,122
Amonio (mg/L)	0,428	0,634	0,280	0,838	2,282	0,578	1,885	0,124	0,899	0,176	0,163	0,124	0,701
Fosfato (mg/L)	0,402	0,696	0,529	0,258	0,729	0,299	1,080	0,366	0,438	0,572	0,432	0,450	0,521
DBO (mg/L)	12,50	15,38	16,00	31,00	34,13	67,71	50,00	64,88	49,00	17,50	26,13	35,38	34,97

cual mantiene a la materia orgánica nitrogenada en estado de oxidación, por la acción bacteriana.

Amonio

La concentración de amonio, entre estaciones, no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$). La E7 presentó los valores más elevados con 3,403 mg/L, mientras que

en la E3 se hallaron los valores más bajos con 0,204 mg/L (tabla 1).

En la Laguna de Los Mártires, el amonio fue la forma principal de nitrógeno inorgánico, lo cual es señalado por Palazón y Penoth (4), Palazón (14) y Palazón *et al.* (15), como un fenómeno usual en estos ambientes, lo que denota la intensa actividad heterotrófica causada por la degradación de ma-

teria orgánica, que tiene como resultado inicial la producción de NH_4^+ , en el cual una fracción será utilizada por el fitoplancton para la fotosíntesis y la otra será oxidada a nitrito y posteriormente a nitrato (16). En este caso, se puede decir que la producción de dicho compuesto en el cuerpo de la laguna, posiblemente se deba a un proceso de amonificación óxica, la cual es característica de lagos, pantanos y ríos en los cuales no existe gran profundidad, por lo cual los sedimentos están cerca de la superficie y no se produce estratificación en la columna de agua (16).

La concentración de amonio, entre los meses de muestreo, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$). Encontrándose los valores más elevados durante el mes de mayo, con un promedio de 2,282 mg/L, precisamente mes donde se registró, para la misma fecha, un incremento notable en los valores de sólidos suspendidos, variando, de acuerdo a Fontanive (13), entre 1.763 y 1.930 mg/L; por lo que existe la posibilidad de que la descomposición de esta materia en suspensión fuera el origen de los elevados valores de amonio. Mientras que fue en el mes de agosto y diciembre cuando se detectaron las concentraciones más bajas, ambos con un promedio de 0,124 mg/L (tabla 2). Podría ocurrir que tales variaciones en las concentraciones de dicho compuesto obedezcan a factores de ocurrencia específica, como lo señala Palazón y Penoth (17), quienes 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.

Los elevados valores de amonio en la laguna, sugieren que existe una gran producción de esta especie nitrogenada en los sedimentos a causa de la degradación de la materia orgánica, además del transporte de elevadas cantidades de este compuesto hacia la laguna por la deteriorada red de aguas residuales, por los efluentes de la planta de

tratamiento y por vertientes de poblaciones aledañas.

Según Canfield (16), el amonio comienza a manifestar efectos tóxicos a concentraciones \geq a 0,07 mg/L, lo que supera ampliamente el valor promedio encontrado en la laguna durante el año de muestreo (0,701 mg/L), sugiriendo que el amonio posiblemente este afectando la supervivencia de los organismos que se hallan en este cuerpo de agua, aun cuando no hay evidencias al respecto.

Fosfato

La concentración entre estaciones del fosfato no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$). Los valores más elevados fueron encontrados en la E7 con un promedio de 0,841 mg/L, mientras que los más bajos se hallaron en la E1 con promedio de 0,395 mg/L (tabla 1).

La concentración de fosfato, entre los meses de muestreo, mostró diferencias significativas ($P < 0,05$). El mes de julio presentó el promedio más elevado con 1,08 mg/L, mientras que el mes de abril mostró los valores más bajos (0,258 mg/L) (tabla 2).

Los elevados valores en el mes de julio, se deben probablemente al inicio de la temporada vacacional, lo cual genera una mayor afluencia de personas en la zona y por lo tanto un incremento de usuarios del sistema de aguas residuales, esto conduce a su vez a un incremento de nutrientes aportados al medio. López-Hernández *et al.* (18) señalaron que los valores de fosfato en lagunas costeras se ven afectados por los procesos de remineralización y de resuspensión en los sedimentos que se produce en estos ambientes por efectos del viento y la baja profundidad.

En muchos casos se considera al fosfato como la principal causa de eutrofización en lagunas salobres y dulces, teniendo una mayor importancia que los compuestos nitrogenados. Este nutriente presenta tal im-

portancia debido a la permanencia que puede exhibir en los sedimentos, remineralizándose constantemente y siendo muy difícil su extracción del sistema, al punto de hacer imposible la reversión del proceso (19).

DBO

No se hallaron diferencias significativas entre estaciones ($P > 0,05$), en cuanto a la concentración de la DBO. La E2 fue la que presentó el mayor valor promedio de DBO (40,00 mg/L), valor ligeramente por encima del resto de las estaciones, éstas variaron entre 31,50 y 36,50 mg/L (tabla 1).

La concentración, en cuanto a los meses, presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), siendo el mes de junio cuando se hallaron los mayores valores, con un promedio de 67,71 mg/L, mientras que el mes de enero presentó los niveles más bajos con promedio de 12,50 mg/L (tabla 2).

La DBO durante el periodo de muestreo se mantuvo relativamente estable hasta el mes de abril, donde se evidenció un aumento, que se mantuvo hasta el mes de octubre, para luego iniciarse un descenso. Al ser la DBO dependiente de la cantidad de materia degradable, se puede deducir que los valores máximos encontrados entre los meses de abril y octubre corresponden a una elevada cantidad de materia orgánica disuelta encontrada en la laguna de Los Mártires durante estos meses; inducido por una mayor tasa de evaporación, lo que ocasiona un incremento en la concentración de sustancias disueltas.

Los valores de DBO encontrados en la Laguna de Los Mártires, corresponden a valores registrados en aguas servidas, de acuerdo a lo señalado por Tchobanoglous y Crites (20), y contrastan significativamente con los referidos por diversos autores para aguas marinas, donde 10 mg/L corresponden a aguas contaminadas, precisamente ese fue el valor mínimo registrado en las aguas de la Laguna de Los Mártires. Estas diferencias en la apreciación de los valores

para considerar un tipo de agua obedecen a las singulares condiciones presentes en las lagunas costeras, al respecto Kormas *et al.* (21), encontraron valores de DBO que oscilaron entre 27 a 217 mg/L, en tres lagunas costeras del mar Jónico (Grecia), concluyendo que tales cuerpos de agua perdieron su régimen hidráulico natural debido a actividades humanas, tal como se refleja en el presente estudio.

Estado trófico de la Laguna

Los valores del índice de Karydis *et al.* (6) en los diversos nutrientes, tanto en las estaciones como en los meses, sugieren aguas en la laguna que han de ser consideradas como mesotróficas. Pudiendo calificarse como eutróficas, en casos donde se evidencian procesos puntuales que generan una abundancia de compuestos nitrogenados (nitrato, amonio) y fosfatados (tablas 3 y 4).

El índice de Karydis para el nitrito, en E5, mostró aguas eutróficas, así como también para el amonio en la E2. En cuanto a los meses la condición de eutroficidad se vio reflejada en el mes de mayo para el amonio y en el mes de julio para el nitrito y el amonio, los restantes meses en su mayoría permiten señalar en su mayoría aguas de índole mesotrófica especialmente para el amonio y el fosfato.

Un factor físico que vale la pena destacar es la obstrucción de la conexión de la laguna con el mar, debido a la sedimentación, lo cual limita el intercambio y la renovación natural del agua, produciéndose un estancamiento que causa un elevado tiempo de residencia del agua en la laguna, definido como el periodo temporal que toma el transporte de una masa de agua desde un estuario al mar abierto; causando varios efectos, entre los cuales, según Wang *et al.* (22), está el aumento en la carga de nutrientes. Por ello consideramos que este factor tiene relevancia en las elevadas concentraciones de nutrientes en este cuerpo de agua.

Tabla 3
Valores del índice de eutrofización de Karidys por estación, según los nutrientes analizados

Estación	Nitrito	Condición	Nitrato	Condición	Amonio	Condición	Fosfato	Condición
1	1,8	Oligotrófica	3,1	Mesotrófica	4,1	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica
2	2,1	Oligotrófica	3,1	Mesotrófica	15,4	Eutrófica	4,5	Mesotrófica
3	1,7	Oligotrófica	3,0	Mesotrófica	3,8	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica
4	13,4	Eutrófica	3,6	Mesotrófica	3,6	Mesotrófica	3,6	Mesotrófica
5	1,7	Oligotrófica	4,1	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica	4,4	Mesotrófica
6	1,6	Oligotrófica	3,8	Mesotrófica	3,4	Mesotrófica	3,6	Mesotrófica
7	1,6	Oligotrófica	3,4	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica	3,7	Mesotrófica
8	1,6	Oligotrófica	3,3	Mesotrófica	4,3	Mesotrófica	3,5	Mesotrófica
Promedio	3,2	Mesotrófica	3,4	Mesotrófica	5,3	Eutrófica	3,9	Mesotrófica

Tabla 4
Valores del índice de eutrofización de Karidys mensual, según los nutrientes analizados

Mes	Nitrito	Condición	Nitrato	Condición	Amonio	Condición	Fosfato	Condición
Enero	1,9	Oligotrófica	3,1	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica	3,4	Mesotrófica
Febrero	3,8	Mesotrófica	3,8	Mesotrófica	4,3	Mesotrófica	3,9	Mesotrófica
Marzo	1,9	Oligotrófica	2,9	Oligotrófica	3,5	Oligotrófica	3,6	Mesotrófica
Abril	0,0	Oligotrófica	4,5	Mesotrófica	4,5	Mesotrófica	3,0	Mesotrófica
Mayo	2,0	Oligotrófica	2,9	Oligotrófica	7,5	Eutrófica	4,0	Mesotrófica
Junio	2,2	Oligotrófica	2,9	Oligotrófica	4,0	Mesotrófica	3,0	Mesotrófica
Julio	5,5	Eutrófica	4,9	Mesotrófica	6,6	Eutrófica	4,7	Mesotrófica
Agosto	1,5	Oligotrófica	2,8	Oligotrófica	3,0	Mesotrófica	3,2	Mesotrófica
Septiembre	2,0	Oligotrófica	2,7	Oligotrófica	4,8	Mesotrófica	3,4	Mesotrófica
Octubre	1,9	Oligotrófica	2,2	Oligotrófica	3,2	Mesotrófica	3,7	Mesotrófica
Noviembre	2,3	Oligotrófica	2,2	Oligotrófica	3,2	Mesotrófica	0,0	Oligotrófica
Diciembre	2,0	Oligotrófica	2,7	Oligotrófica	3,0	Mesotrófica	3,6	Mesotrófica
Promedio	2,3	Oligotrófica	3,1	Mesotrófica	4,3	Oligotrófica	3,6	Mesotrófica

Considerando lo anteriormente señalado, se puede decir que si bien la laguna de Los Mártires no es totalmente eutrófica para los diversos nutrientes, se encuentra en serio riesgo de estarlo, principalmente por los aportes de nutrientes de distintas fuentes y por la falta de renovación del agua a causa de la infrecuente comunicación con el mar adyacente.

Conclusiones

El nitrito presentó las menores concentraciones entre los nutrientes nitrogenados, siendo, sin embargo, superiores a los hallados en la mayoría de las lagunas del oriente de Venezuela.

El amonio presentó las mayores concentraciones entre los nutrientes nitrogenados en este ambiente en particular.

Los elevados valores de DBO registrados evidencian la elevada cantidad de materia orgánica presente en la columna de agua de la Laguna de Los Mártires.

El índice de Karydis califica en general a la Laguna de Los Mártires en un estado mesotrófico, tanto espacial como temporalmente, llegando a ser eutrófico en lugares y momentos puntuales.

De no modificarse los procesos antropogénicos que afectan a la laguna, esta se encontrará pronto en un estado eutrófico generalizado.

Agradecimiento

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, quien financió el presente estudio a través del proyecto: CI-6-031001-12261-05.

Referencias bibliográficas

- SARDINAS O., CHIROLES S., FERNÁNDEZ M., HERNÁNDEZ J., PÉREZ A. *Hig San Amb* 6: 202-206. 2006.
- MCGLATHERY K., COFMAN I., TYLER A. *Mar Ecol Prog Ser* 216: 1-15. 2001.
- RAMÍREZ P. *Lagunas costeras venezolanas*. Centro Regional de Investigaciones Ambientales. Universidad de Oriente. Porlamar (Venezuela). 22-23. 1996.
- PALAZÓN J., PENOTH E. *Bol Inst Oceanog Venezuela* 33(1-2): 5-17. 1994.
- HEALY B. *Biol Environ* 97(1): 33-51. 1997.
- GABRIC A., MCEWAN J., BELL P. *Mar Fresh Res* 49: 215-225. 1998.
- BRICKER S., FERREIRA J., SIMAS, T. *Ecol Modell* 169: 39-60. 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION & WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Edition. American Public Health Association (APHA). Washington (USA). 108-146. 1998.
- KARYDIS M., IGNATIADES L., MOSCHOPoulos N. *Environ Mon Ass* 22: 339-344. 1983.
- SOKAL R., ROLF F. *Biometry-the principal and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Company. Nueva York (USA). 428. 1995.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Calidad y tratamiento del agua, manual de suministros de agua comunitaria*. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid (España). 208-212. 2002.
- PHILIPS S., HENDRIKUS L., VERSTRAETE W. *Rev Environ Sci Biotechnol* 1: 115-141. 2002.
- FONTANIVE P. 2007. Caracterización físico-química y estado trófico del agua de la laguna de los Mártires Juan Griego, Isla de Margarita, durante el periodo enero-diciembre 2006 (para obtener el título de Lcdo. En Biología). Universidad de Oriente. Margarita (Venezuela). 45pp. 2007.
- PALAZÓN J. *Bol Inst Oceanog Venezuela* 39(1-2): 55-65. 2000.
- PALAZÓN J., HERNÁNDEZ G., HERNÁNDEZ J., PENOTH E. *Bol Inst Oceanog Venezuela* 35 (1-2): 113-125. 1996.
- CANFIELD D. The role of nonliving organic matter in the earth's carbon cycle: Interactions of C, N, P, and S biogeochemical cycles (Eds. Wiley J., Sons). Nueva York (USA). 158. 1993.
- PALAZÓN J., PENOTH E. *Bol Inst Oceanog Venezuela* 37(1-2): 3-15. 1998.
- LÓPEZ-HERNÁNDEZ D., DOMÍNGUEZ J., DUARTE N. *Bol Inst Oceanog Venezuela* 24(1-2): 225-236. 1985.
- CARPENTER S. *PNAS* 102(29):10002-10005. 2001.

20. TCHOBANOGLOUS G., CRITES R. **Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados**. Tomo 1. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Bogotá (Colombia). 58-67. 2000.
21. KORMAS K., NICOLAIDON A., REIZO-POLOU S. **Mar Ecol** 22: 201-213. 2001.
22. WANG C., HSU M., KUO A. **Est Coast Shelf Sci** 60: 381-393. 2001.