UNIVERSIDAD DE ORIENTE - CUMANA, VENEZUELA - VOLUMEN 33 / N° 1 Y 2 - 1994



BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO

INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CUMANA, VENEZUELA

JUNTA EDITORIAL

JOSÉ BENÍTEZ (Presidente)
E. K. GANESAN (1er. Vocal)
JULIO E. PÉREZ (2do. Vocal)
ISIDRA RAMÍREZ (3er. Vocal)
ESTHER FERNÁNDEZ (4to. Vocal)
BERTA PARRA (Secretaria)

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA

ISIDRA RAMÍREZ, *Editor*
JOSÉ BENÍTEZ, *Asistente*

BOLETIN BIBLIOGRAFICO

FRANCISCO PINTO, *Editor*

DIRECTIVOS DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO

ESTHER FERNÁNDEZ
Director

WILLIAM SENIOR
Jefe del Departamento de Oceanografía
BERTA PARRA
Jefe del Departamento de Biología Pesquera
ANDRÉS LEMUS
Jefe del Departamento de Biología Marina
A. K. M. BASHIRULLAH
Coordinador de Postgrado

La Universidad de Oriente fue creada por el Decreto N° 459 del 21 de Noviembre de 1958, con el Instituto Oceanográfico como su núcleo inicial. Las actividades del Instituto Oceanográfico comenzaron el 12 de Octubre de 1959, en la ciudad de Cumaná, y han continuado ininterrumpidamente desde entonces.

EL BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA comenzó a ser publicado semestralmente en 1961. En 1962 no se publicó. A partir del Volumen 8, la portada, el formato y las normas editoriales del BOLETIN fueron modificados. La Biblioteca del Instituto Oceanográfico publica anualmente el BOLETIN BIBLIOGRAFICO en el cual se compila el material de referencia ingresado a esa dependencia.

Para información sobre la adquisición de suscripción y canje, favor dirigirse a:

Biblioteca
Instituto Oceanográfico de Venezuela
Apartado Postal 245
Cumaná, Venezuela

El precio de las publicaciones del Instituto Oceanográfico es como sigue:

Revista	En Venezuela	En el Exterior
BOLETIN (volumen)	Bs. 1500,00	$ 15.00
BOLETIN BIBLIOGRAFICO	Bs. 15,00	$ 1.50

Los cheques deben ser remitidos a nombre del INSTITUTO OCEANOGRAFICO.

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

vol 33 (nros. 1 & 2) 1994

CONTENIDO Página

PALAZON F., J. L. & E. PENOTH. Condiciones hidroquímicas de la Laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela, durante el período comprendido entre febrero de 1986 y febrero 1987. 5

PALAZON F., J. L., J. R. LEÓN., E. GÓMEZ F., & J. BOLAÑOS. Reproducción del bagre cacumo, *Bagre marinus* (MITCHELL, 1815) (Pisces: Ariidae) de la costa sur de la Isla de Margarita, Venezuela. 19

BLANCO R., J. P., L. A. MARCANO. & L. B. LARES. Crustáceos de la plataforma y talud continental de la región nororiental de Venezuela colectados por el R/V < Dr. FRIDTJOF NANSEN > en 1988. 1.- Decapoda: Penaeoidea y Caridea. 29

LOAYZA A., R. & A. LEMUS. C. Fases de desarrollo *in vitro* del alga agarofita *Gelidium serrulatum* J. Agardh (Gelidiales, Rhodophyta). 49

QUINTERO R., A. Análisis sobre el pronóstico estadístico de la TSO en la región occidental del Atlántico Tropical. 59

JIMÉNEZ P., M. Comunidad de moluscos asociada a *Thalassia testudinum* en la ensenada de Reyes, bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. 67

MONSALVE A., J. & P. ROA M. Palinología y paleoambiente de la planicie y laguna costera de Tacarigua, Venezuela. 77

LIÑERO A., I. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma continental nororiental de Venezuela. IV. Onuphidae.

PARRA DE LORE, B. Aspectos biométricos de *Paralabrax dewegeri* (Pisces: Serranidae) de los alrededores de la Isla de Cubagua y Punta de Araya, Venezuela. 101

RAMÍREZ-ARREDONDO, I. Aspectos alimenticios de la carachana pintada, *Euthynnus alletteratus* (Pisces: Scombridae) de los alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela. 113

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente 33 (1 & 2): 5-17 (1994); 15 Figs.

CONDICIONES HIDROQUIMICAS DE LA LAGUNA DE RAYA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE FEBRERO DE 1986 Y FEBRERO DE 1987

JOSÉ L. PALAZÓN-FERNÁNDEZ & EULOGIO PENOTH
Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente. Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela.

RESUMEN: En el presente estudio se describen las condiciones hidroquímicas de las aguas superficiales en cuatro estaciones de la Laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela, durante el período comprendido entre febrero de 1986 y febrero de 1987. Los valores de todos los parámetros estudiados aumentaron hacia el interior de la laguna, a excepción del oxígeno disuelto y el índice pigmentario, que disminuyeron. Todas las estaciones siguieron un mismo patrón de variación en sus parámetros hidrógraficos a través del tiempo de estudio. La temperatura varió entre 24,2 y 30,3 °C y presentó una clara estacionalidad. Los mayores valores ocurrieron entre junio y septiembre y los menores entre diciembre y marzo. El resto de los parámetros presentó una alta variabilidad durante el año. La salinidad fluctuó entre 32,32 y 45,02 ‰. La concentración de oxígeno disuelto osciló entre 2,31 y 6,19 ml • l^{-1}. El nutriente que presentó la mayor concentración fue el amonio. Los nitratos, fosfatos y nitritos presentaron baja concentración. La clorofila "a" fue la predominante y varió entre 1,76 y 21,63 mg • m^{-3}. La producción primaria osciló entre 355,9 y 4.097,8 mg C • m^{-3} • día $^{-1}$. La materia en suspensión fue elevada, con valores entre 6,6 y 202,8 mg • l^{-1}. Las mayores concentraciones de nutrientes y clorofilas, así como la alta producción en el interior de la laguna en relación al exterior podría indicar que este cuerpo de agua exporta energía a las zonas adyacentes.

ABSTRACT: Surface water samples taken beweekly in four stations at Laguna de Raya (Margarita Island, Venezuela) from February 1986 to February 1987 were analized for dissolved oxygen, salinity, nutrients, chlorophylls, pigment index, particulate material and primary production. Dissolved oxygen concentration and pigment index decreased with increased distance from the lagoon inlet, whereas salinity, nutrients, chlorophylls, particulate material and primary production exhibited an increase toward the interior of the lagoon. Variation of hydrochemical conditions showed the same seasonal pattern in all stations. Temperature ranged between 24.2 °C to 30.3 °C, showing a clear seasonal pattern. Highest temperatures ocurred between June and September; the lowest ocurred between December and March. Salinity varied from34.4‰ to 45.02 ‰, and dissolved oxygen concentration between 2.31 and 6.19 ml • l^{-1}. Ammonia was the more abundant nutrient. Nitrates, fosfates and nitrites were present in low concentrations. Chlorophyll "a" predominated and varied from 1.76 to 21.63 mg • m^{-3}. Primary production ranged between 355.9 and 4097.8 mg C • m^{-3} • day $^{-1}$. Particulate material was high, ranging from 6.6 to 202.8 mg • l^{-1}. Higher concentrations of chlorophylls, inorganic nutrients and primary production were obtained from inside the lagoon than outside. This may indicate that this lagoon enrich the adjacent coastal zone.

INTRODUCCION

El creciente auge urbanístico que se ha desarrollado en la Isla de Margarita ha sometido a algunos cuerpos de agua costeros a ciertos desequilibrios, aún no debidamente evaluados y que de no corregirse a tiempo, podrían causar graves daños sobre su flora y fauna características y afectar la pesca artesanal de ciertos recursos que utilizan estas áreas para la alimentación, crecimiento y protección de sus primeras fases de desarrollo. Tal es el caso de las lagunas de Gasparico, El Morro, Las Marites y Punta de Piedras, alrededor de las cuales se han desarrollado complejos turísticos y/o urbanísticos que en algunos casos vierten sus aguas servidas, màteriales de construcción y/o desechos a dichos cuerpos de agua.

El conocimiento de las condiciones hidroquímicas permite establecer la presencia de ciertos agentes externos, así como la magnitud de la alteración producida por éstos. Sin embargo, la interpretación de los resultados se facilita enormemente si se cuenta con datos de épocas en las cuales el agente trastornador estaba ausente. La Laguna de Raya es una de las pocas lagunas de la costa sur de Margarita que puede decirse virgen en este sentido, lo que motivó a realizar un estudio de sus condiciones hidroquímicas.

La hidrografía de los ecosistemas lagunares de la Isla de Margarita ha venido estudiándose desde hace varios años; sin embargo, la mayor parte del esfuerzo se ha centrado en las Lagunas de La Restinga (VOLTOLINA & VOLTOLINA, 1974a, b, c; 1975; 1978; BONILLA, 1974; ZARZOSA, 1974; VOLTOLINA *et al.*, 1975; ALFONZO, 1977; MONENTE, 1978; PINEDA, 1978; GÓMEZ, 1983 y CABRERA,

1988); Las Marites (Bonilla & Okuda, 1971; Bonilla & Benítez, 1972; Bonilla, 1973) y Punta de Piedras (Voltolina & Voltolina, 1976 a,b), estando el resto aún subestudiadas.

El presente trabajo tiene por objetivo describir las condiciones hidroquímicas de la Laguna de Raya, Isla de Margarita, lo cual podría ser utilizado en un futuro para la evaluación y manejo de este cuerpo de agua.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Laguna de Raya (Fig. 1), es un cuerpo de agua de aproximadamente 1.300 m de longitud y 300 m de ancho,

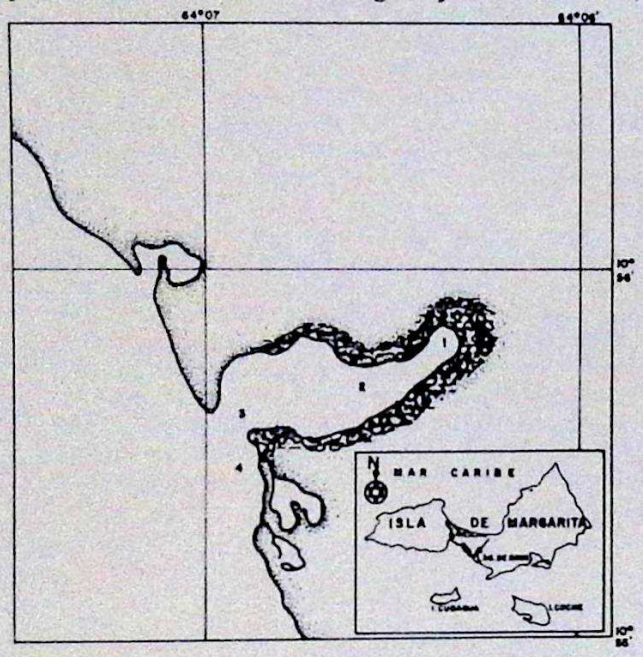


Fig. 1.- Ubicación geográfica de la Laguna de Raya. Se indican las estaciones de muestreo.

situado en la costa sur central de la Isla de Margarita, en las cercanías del pueblo del mismo nombre, a 10°55'30" - 10°55'55" de latitud N y 64°06'12" - 64°06'59" de longitud W. Tiene forma de U y aunque su entrada es relativamente amplia (aproximadamente 200 m) en comparación con su longitud, está parcialmente cerrada por un umbral que limita en parte el intercambio de agua con el mar abierto, ya que sólo en el lado sureste la profundidad permite un intercambio mayor. Las fuentes de agua son las lluvias y los aportes directos del mar adyacente. Su entrada permanece abierta todo el año. Presenta manglares en sus alrededores, excepto por su lado noroeste, estando toda la zona central desprovista de vegetación. Su profundidad promedio no excede de 0,90 m, siendo mayor hacia las porciones central y adyacente a la boca. Respecto a esta laguna son pocos los estudios que se han realizado, conociéndose los de Senior (1981), Martino (1982), Meza (1982), Zabala (1982) y Varela & Massa (1983). Sin embargo, en la mayoría de estos trabajos se realizaron observaciones por cortos períodos de tiempo y ninguno abarcó un año completo.

MATERIALES Y METODOS

Todas las muestras en las que se basa este trabajo fueron tomadas a nivel de la superficie, debido a que la poca profundidad y agitación de las aguas por el viento, mantienen la columna bien mezclada.

Para la obtención de muestras de agua y medición de los parámetros hidrográficos, esta laguna fue visitada cada 2 semanas durante un año desde el 14-2-86 hasta el 13-2-87. Se fijaron 4 estaciones situadas en el eje longitudinal (Fig. 1). En cada estación se midió la temperatura superficial del agua con un termómetro de 0,1 °C de apreciación y se tomaron muestras de superficie para la determinación, en el laboratorio, de la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler, salinidad, nutrientes, clorofilas y materia en suspensión, siguiendo los métodos descritos por Strickland & Parsons (1972). El peso de los materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión se obtuvo calcinando los filtros con el residuo en una mufla a 500 °C durante dos horas. El peso de la materia orgánica se obtuvo por diferencia del peso del filtro con el residuo seco y calcinado. La materia inorgánica se obtuvo por diferencia entre el peso del filtro con el residuo calcinado y el peso del filtro antes de filtrar. A partir del mes de julio de 1986 se estimó la productividad primaria utilizando la técnica del cambio de oxígeno disuelto en botellas claras y oscuras (Strickland & Parsons, *op. cit.*). Las botellas fueron incubadas *in situ* durante aproximadamente 4 horas. Todos los muestreos fueron realizados entre las 9 y las 11 de la mañana.

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza en bloques o mediante la prueba de Friedman (Sokal y Rohlf., 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

TEMPERATURA:

Los valores de temperatura fluctuaron entre 24,2 y 30,3 °C con una media anual de 27,29 ± 0,13 °C. La

temperatura mínima se registró en el mes de febrero de 1987 en la estación 4 y la máxima en el mes de agosto en la estación 1. La variación anual fue de 6,1 °C.

A pesar de que las estaciones muestreadas difirieron en su temperatura ($F = 85,5$; $p < 0,01$), la variación anual siguió un mismo patrón en las cuatro estaciones, con un aumento progresivo hacia el interior de la laguna, donde puede alcanzar los 30 °C. Las estaciones 2 y 3 no presentaron diferencias significativas y sus gráficas se superponen en los meses de febrero a mayo y diciembre a enero (Fig. 2). Entre los meses de marzo y agosto se observó una tendencia de incremento hasta alcanzar las máximas temperaturas en este último mes, para luego disminuir progresivamente a partir de septiembre hasta febrero. De estas observaciones se pueden definir dos períodos, uno caracterizado por las más altas temperaturas entre junio y septiembre y uno de bajas temperaturas entre diciembre y marzo con períodos de transicción entre ambos. Este patrón ha sido observado por otros autores (Bonilla & Okuda, 1971; Voltolina & Voltolina, 1974, 1975; Alfonzo, 1977; Pineda, 1978; Monente, 1978; Cabrera, 1988) para las lagunas de La Restinga, Las Marites y Punta de Piedras, aunque con ciertas variaciones de un año a otro respecto al mes donde ocurren las máximas y mínimas temperaturas.

Las mayores temperaturas en las zonas interiores podrían deberse a un menor efecto de las mareas y del viento, a medida que se penetra al cuerpo lagunar protegido por los manglares, así como la disminución de la profundidad, a la elevada cantidad de materiales en suspensión y alta insolación que prevalece en la zona. A este respecto, Garmendia (1991) indicó que la materia en suspensión puede transmitir el calor absorbido a la columna de agua, aumentando la temperatura de ésta. Variaciones semejantes se presentaron en las lagunas de Las Marites (Bonilla & Okuda, 1971) y La Restinga (Pineda, 1978) y fueron observadas por Senior (1981) y Meza (1982) en La Laguna de Raya. Meza (*op. cit.*) señaló que la Laguna de Raya podía dividirse en tres parcelas en relación a la temperatura: canal de entrada, parte media y extremo interior, lo cual coincide estrechamente con lo observado en el presente trabajo.

SALINIDAD:

La salinidad de las aguas superficiales de la laguna fue superior a 36 ‰ la mayor parte del año y fluctuó entre 32,32 y 45,02 ‰ con un valor promedio anual de 38,50

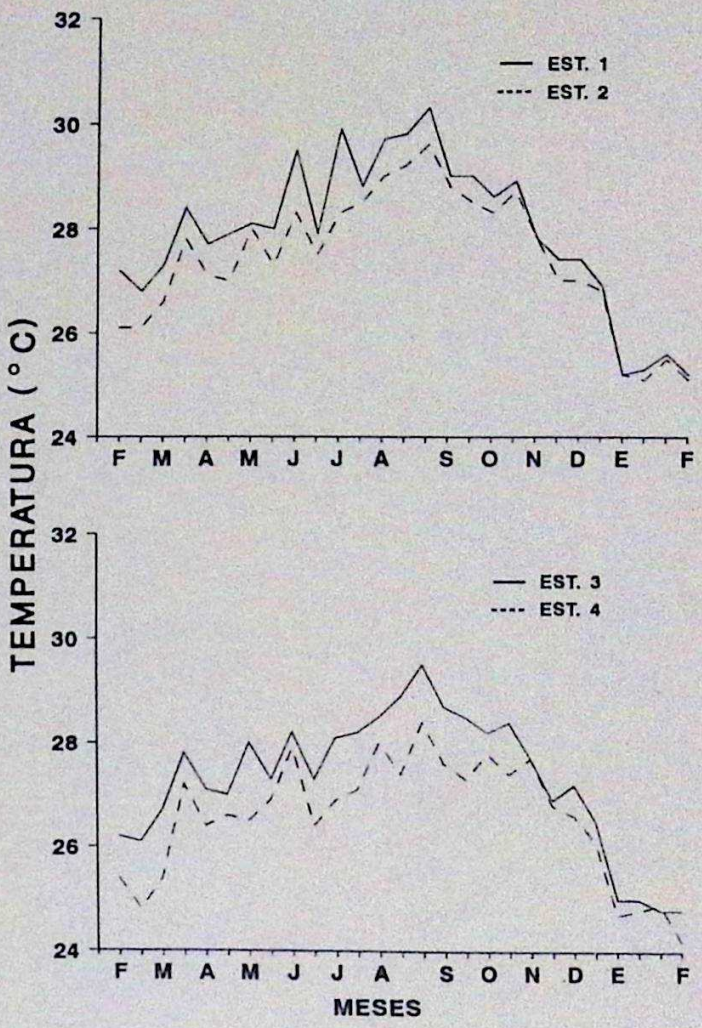


Fig. 2.- Variación quincenal de la temperatura del agua. Período Febrero 1986-Febrero 1987

± 1,77 ‰ para toda la laguna. La menor salinidad durante el año se registró en el mes de septiembre en la estación 4 y la mayor en el mes de agosto en la estación 1. Las estaciones difirieron de manera muy significativa en su salinidad ($F = 36,97$; $p < 0,01$), y aunque no se observó una tendencia definida en la variación anual de éste parámetro, las cuatro estaciones siguieron el mismo patrón (Fig. 3).

Al igual que la temperatura, la salinidad mostró una tendencia a aumentar hacia el interior de la laguna, situación ésta común en las lagunas costeras de Margarita y que puede ser debida a un mayor efecto de la radiación solar y evaporación en las zonas interiores, de menor profundidad y donde el efecto mareal es menor respecto a las zonas cercanas a la entrada. Una distribución semejante fue registrada por Meza (1982), quien indicó que la

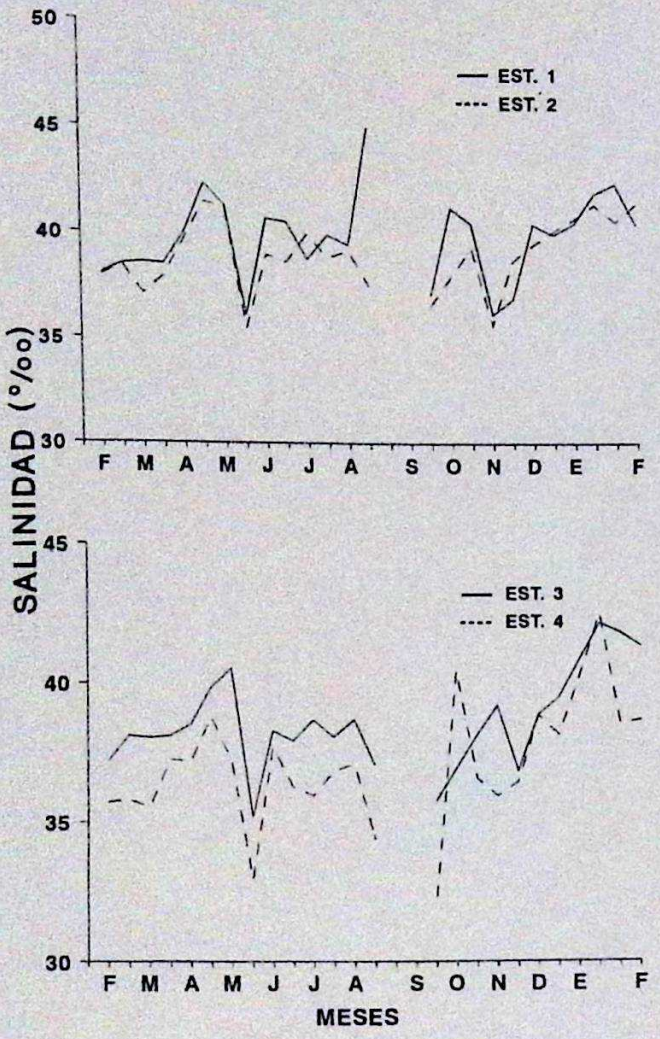


Fig. 3.- Variación quincenal de la Salinidad. Período Febrero 1986- Febrero 1987.

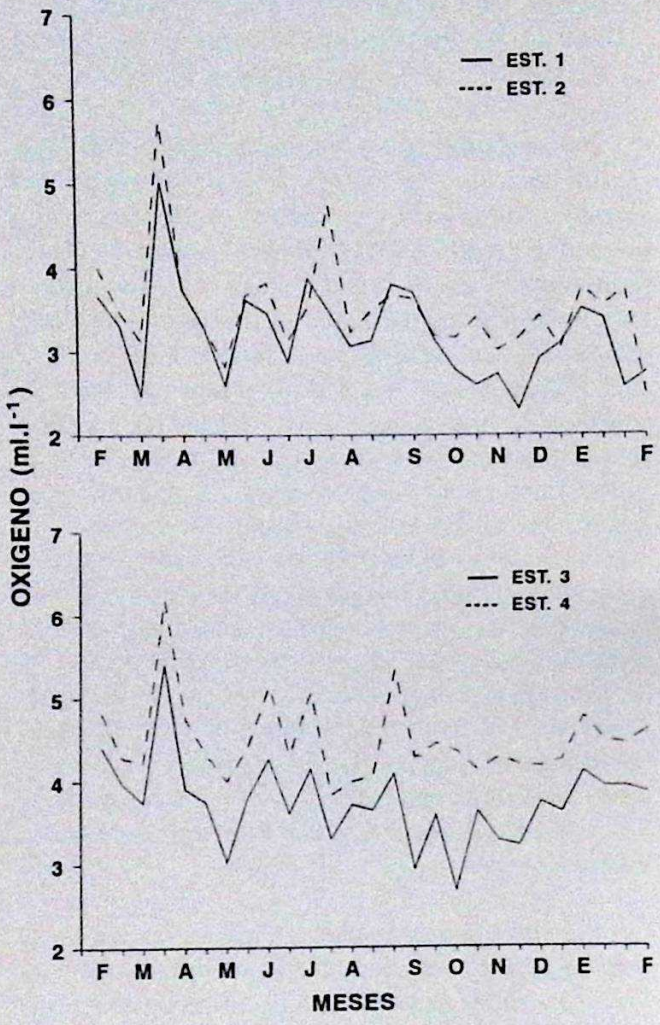


Fig. 4.- Variación quincenal de la concentración de oxígeno disuelto. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

Laguna de Raya puede dividirse en tres zonas de salinidad creciente: una zona de mezcla, en el canal de entrada, una zona de condiciones más estables y una que, debido a su escasa profundidad, se ve enormemente influenciada por la evaporación.

Monente (1978) indicó que en la laguna de La Restinga, los períodos de máxima salinidad corresponden a los meses de máxima sequía y vientos fuertes y continuos (febrero-marzo) y los mínimos a noviembre-diciembre que son los meses de mayor precipitación en la zona, sin embargo, en la Laguna de Raya no se pudo observar este patrón estacional.

OXIGENO:

Las concentraciones de oxígeno disuelto en las aguas superficiales del ecosistema fluctuaron entre 2,31 y 6,19 $ml \cdot l^{-1}$, con un valor promedio anual de $3,75 \pm 0,08$ $ml \cdot l^{-1}$ para toda la laguna. El valor mínimo fue registrado en noviembre de 1986 en la estación 1 y el máximo a finales de marzo de 1986 en la estación 4.

Contrario a los dos parámetros anteriores, las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyeron progresivamente hacia la parte interior de la laguna.

El patrón de variación anual fue muy irregular, y aunque las estaciones presentaron oscilaciones similares (Fig. 4), éstas difirieron en su contenido de oxígeno ($F = 80,56$; $p < 0,01$). Estas variaciones deben estar relacionadas con la descomposición de la materia orgánica, especialmente en las zonas más internas, poco profun-

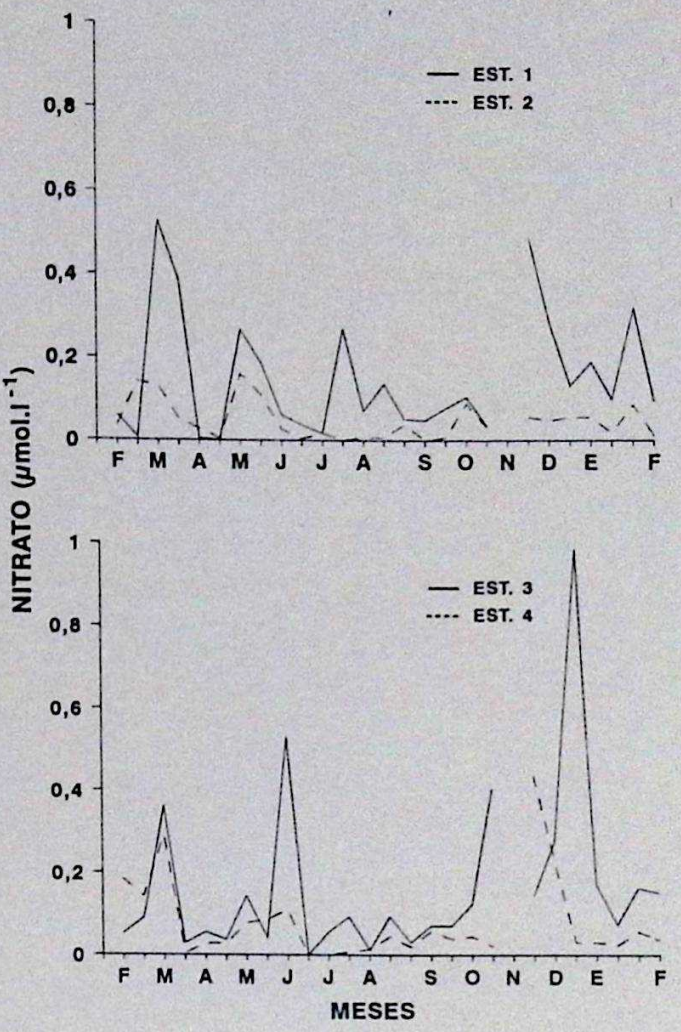


Fig. 5.- Variación quincenal de la concentración de Nitrato. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

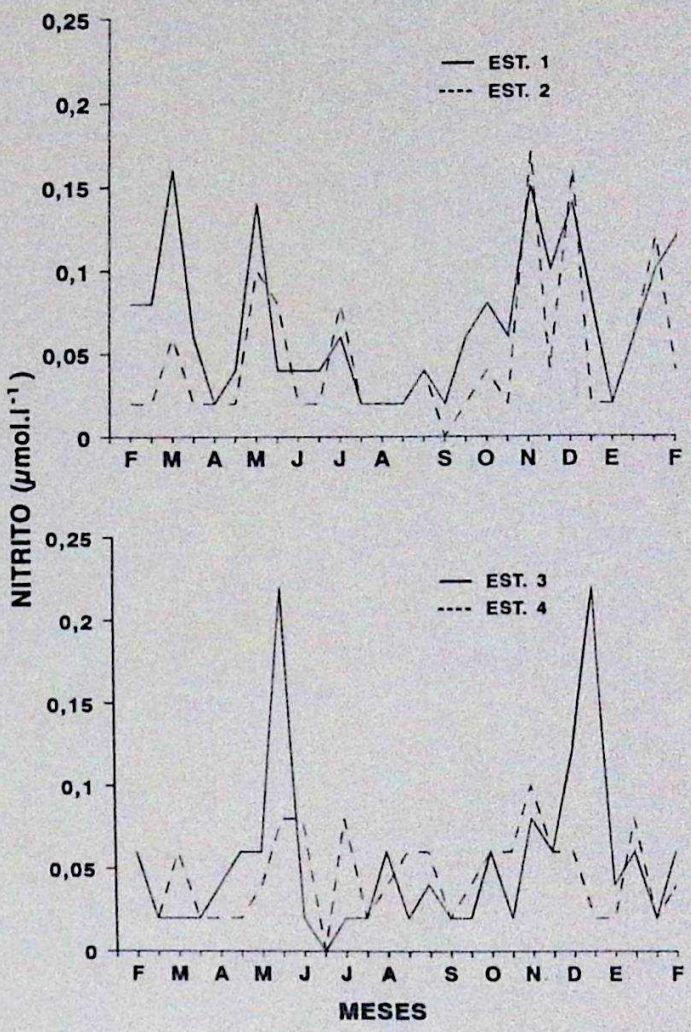


Fig. 6.- Variación quincenal de la concentración de Nitrito. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

das y protegidas por la vegetación, en donde la materia orgánica es abundante, aunque también parecen ser afectadas por las concentraciones de pigmentos fotosintetizadores. Resultados similares han sido señalados por VOLTOLINA & VOLTOLINA (1974b, 1975), MONENTE (1978) y PINEDA (1978) para la Laguna de La Restinga.

ELEMENTOS NUTRITIVOS

NITRATO:

Las concentraciones de este nutriente fueron bajas durante el período de muestreo, variando desde concentraciones indetectables, las cuales fueron frecuentes y se presentaron en todas las estaciones, hasta valores de 1 µmol · l^{-1} (estación 3; dic. 1986), con un valor medio de $0,1 \pm 0,01$ µmol · l^{-1}. Todas las estaciones presentaron el mismo patrón de variación, siendo éste muy irregular y con altos y bajos alternantes (Fig. 5).

En promedio, las mayores concentraciones se presentaron en las estaciones 1 y 3, entre las cuales no se detectaron diferencias significativas, siendo éstas diferentes de las estaciones 2 y 4 ($X^2 = 23,46$; $p < 0,01$).

NITRITO:

Las concentraciones de nitrito fueron muy bajas durante todo el año de muestreo, no llegándose a detectar en ocasiones. Las mayores concentraciones se presentaronen los meses de marzo, mayo, noviembre y diciembre en las estaciones 1 y 2 y en mayo y diciembre en la estación 3.

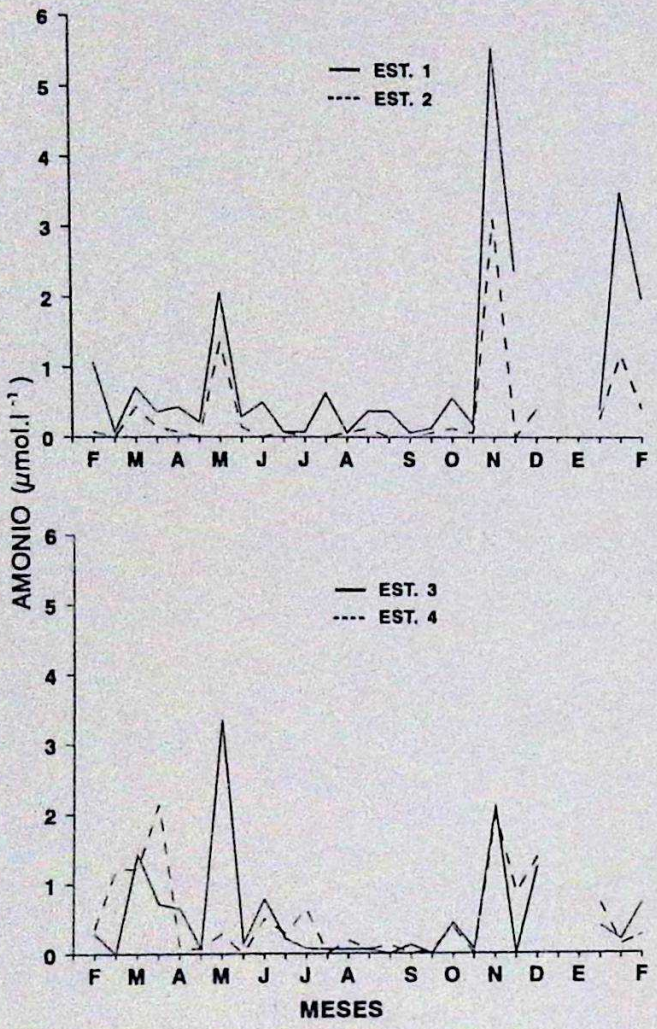


Fig. 7.- Variación quincenal de la concentración de Amonio. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

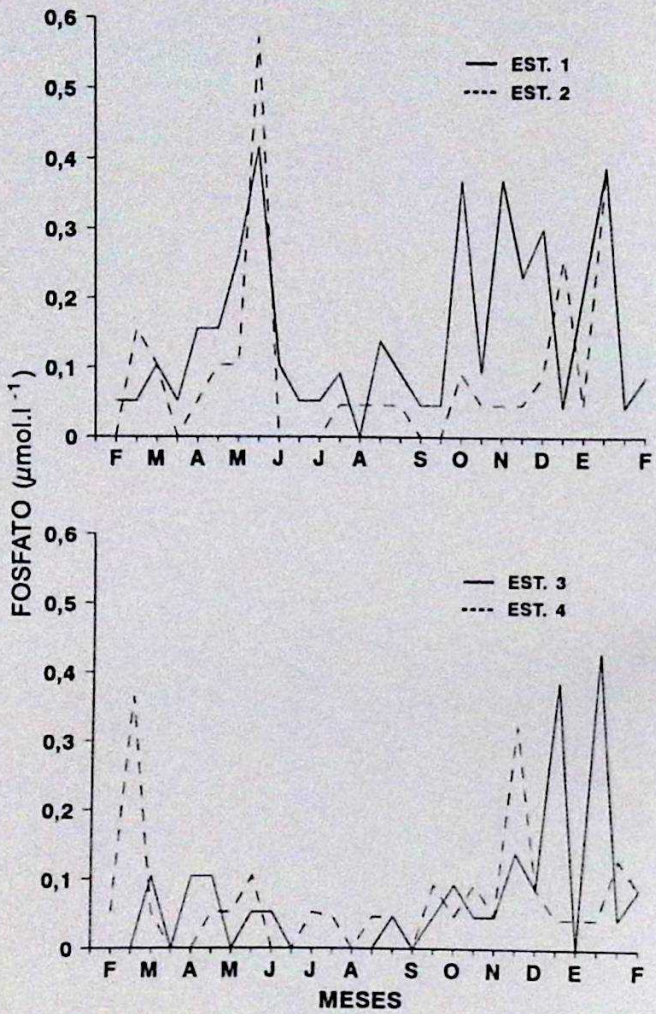


Fig. 8.- Variación quincenal de la concentración de Fosfato. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

El promedio a lo largo del estudio fue de $0,05 \pm 0,004$ µmol · l^{-1}, oscilando entre 0 y 0,22 µmol · l^{-1}.

El nitrito presentó fluctuaciones marcadas con altos y bajos alternantes (Fig. 6). Todas las estaciones siguieron un mismo patrón de variación y no se detectaron diferencias significativas entre ellas ($X^2 = 6,8$; $p > 0,05$).

AMONIO:

Fue la forma más abundante del nitrógeno inorgánico en la laguna. Sus concentraciones fluctuaron desde valores indetectables, los cuales fueron frecuentes en las estaciones 2, 3 y 4, hasta 6,0 µmol·l^{-1} (estación 1; dic 1986), con una media para toda la laguna de $0,6 \pm 0,11$ µmol · l^{-1}. Las cuatro estaciones presentaron un mismo patrón de variación durante el año, siendo esta variación muy irregular con altos y bajos sucesivos (Fig. 7). El mayor valor promedio correspondió a la estación 1 y el menor a la estación 2. Se encontraron diferencias altamente significativas sólo entre las estaciones 1 y 2 ($X^2 = 20,36$; $p < 0,01$).

FOSFATO:

Las concentraciones de fosfato fueron bajas en la mayoría de los muestreos, fluctuando entre valores indetectables, los cuales se presentaron en todas las estaciones y con bastante frecuencia, y valores máximos de 0,57 µmol · l^{-1} (Est. 2, mayo 1986). El promedio anual fue de $0,10 \pm 0,01$ µmol · l^{-1}.

Aunque las concentraciones fluctuaron de manera irregular, se puede observar en la figura 8 que las mayores

concentraciones se presentaron a finales y principios de año, permaneciendo bajas desde junio hasta finales de septiembre en todas las estaciones.

La estación 1, correspondiente a la zona más interna de la laguna, presentó los mayores valores, lo cual podría estar en relación con su poca profundidad y su elevado contenido de materia orgánica. No se detectaron diferencias entre las estaciones 2, 3 y 4, pero si entre éstas y la estación 1 ($X^2 = 16,31$; $p < 0,01$).

Según CERVIGÓN & GÓMEZ (1986) las lagunas costeras de Margarita reciben el aporte permanente de aguas ricas en nutrientes por efectos de surgencia costera y actúan como áreas de recepción natural del drenaje de las lluvias que hace que sean fertilizadas también por aportes minerales de origen terrígeno y por detritus vegetales.

En la laguna de Raya, los elementos nutritivos presentaron una elevada variabilidad y sus niveles tienden a aumentar hacia las zonas más interiores. El amonio es la principal reserva de nitrógeno en este sistema, al igual que en las lagunas de La Restinga (PINEDA, 1978; MONENTE, 1978) y de Las Marites (BONILLA & BENÍTEZ, 1972), y proviene de la mineralización de la materia orgánica y excreción por el zooplancton, necton y bentos. Entre los compuestos inorgánicos del nitrógeno, el nitrito presentó las menores concentraciones, lo cual puede deberse a que éste es una forma intermedia e inestable.

En cuanto al fosfato, sus mayores concentraciones se presentaron en las estaciones menos profundas. A este respecto, NICHOLS (1966) señaló que el fosfato es reciclado entre el agua, los sedimentos y los organismos. RODRÍGUEZ & VIVES (1984) indicaron que en medios productivos y someros puede haber paso de fosfato de los sedimentos al agua y viceversa, lo cual parece indicar que existe un aporte de este nutriente desde los sedimentos, ricos en materia orgánica.

CLOROFILA "a":

Los valores de clorofila "a" fluctuaron entre 1,76 y 21,63 mg · m^{-3}, con un valor promedio para toda laguna de 8,61 ± 0,41 mg · m^{-3}. Los valores máximo y mínimo se presentaron en la estación 3 en los meses de abril y noviembre de 1986, respectivamente. Aunque la tendencia estacional no fue clara, los valores decrecieron a partir de abril hasta diciembre (Fig. 9).

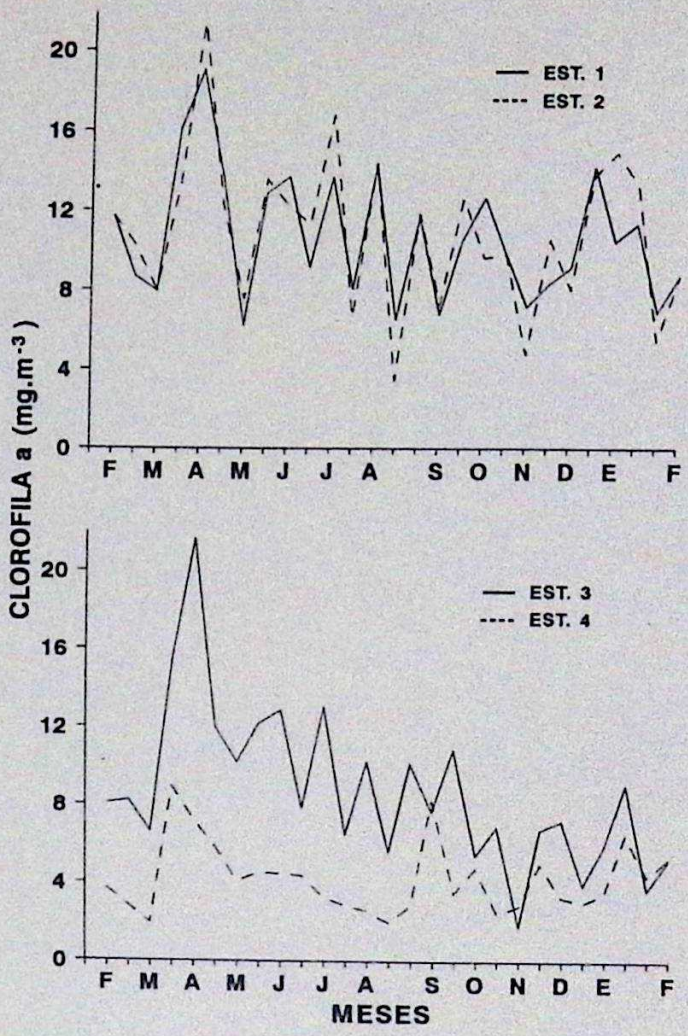


Fig. 9.- Variación quincenal de la concentración de Clorofila "a". Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre las estaciones ($F = 66,36$; $p < 0,01$); sin embargo, las estaciones 1 y 2 no difirieron significativamente. Los valores de clorofila "a" disminuyeron desde el interior al exterior de la laguna.

CLOROFILA "b":

La clorofila "b" fluctuó entre 0,25 para la estación 4 en octubre y 5,62 mg · m^{-3} en la estación 1 en diciembre, con un valor promedio de 2,33 ± 0,10 mg. m^{-3}. La variación estacional no siguió un patrón, aunque al igual que la clorofila "a" mostró una tendencia a disminuir desde abril hasta mediados de noviembre, sobre todo en las estaciones 1, 2 y 3 (Fig. 10). Se observaron diferencias altamente significativas entre las estaciones ($F = 55,80$; $p < 0,01$)

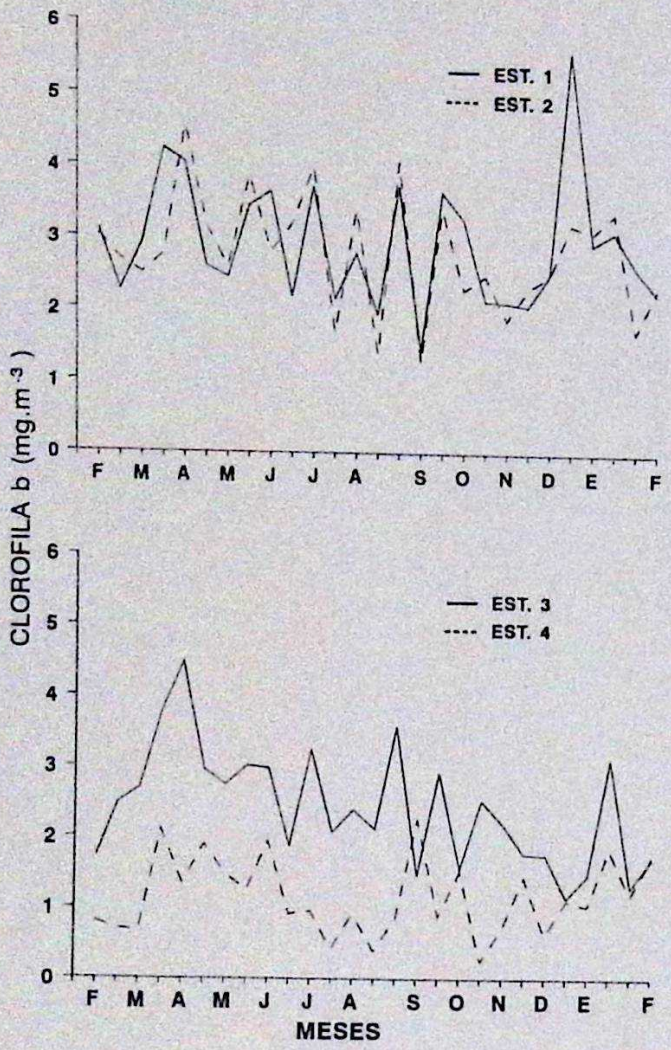


Fig. 10.- Variación quincenal de la concentración de Clorofila "b". Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

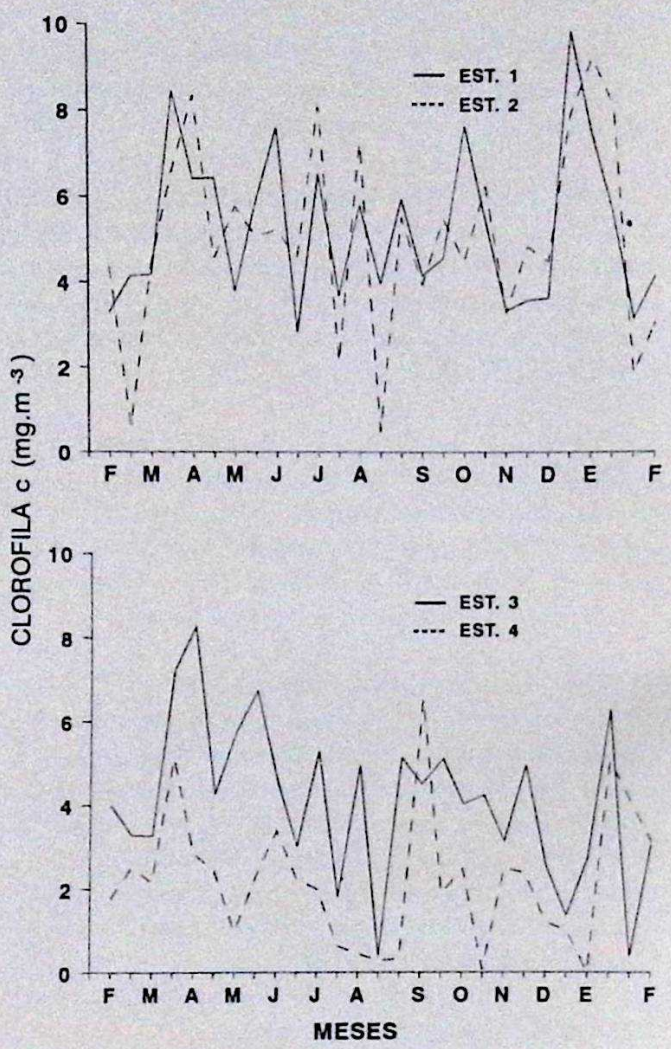


Fig. 11.- Variación quincenal de la concentración de Clorofila "c". Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

aunque las estaciones 1 y 2 y 2 y 3 no difirieron entre si. Las concentraciones de clorofila "b" disminuyeron hacia el exterior de la laguna.

CLOROFILA "c":

Se comportó de manera semejante al resto de las clorofilas, sin un patrón estacional y con un aumento hacia el interior de la laguna (Fig. 11). Los valores fluctuaron desde 0 en enero en la estación 4, hasta 9,84 mg · m^{-3} en diciembre en las estación 1. El promedio para toda la laguna fue de 4,15 ± 0,22 mg · m^{-3}.

Las estaciones 1 y 2 no difirieron entre si en sus concentraciones de clorofila "c" pero si del resto de las estaciones ($F = 20,13$; $p < 0,01$).

Se observó predominancia de la clorofila "a" en la mayoría de los muestreos, alcanzando valores de hasta 21 mg.m^{-3}, seguida por la clorofila "c" y en menor proporción la "b". Sin embargo, en algunas oportunidades, sobre todo en las estaciones interiores, la clorofila "c" resultó ser predominante, indicando esto un estado avanzado de la sucesión con plancton poco productivo. Valores de clorofila "a" superiores a 20 mg.m^{-3} no parecen ser raros en lagunas costeras (Margalef, 1969); según Margalef (1972a,b) y Margalef & Vives (1972), la presencia de clorofila "c" en forma predominante representa una menor eficiencia en el aprovechamiento de la luz y, a medida que la población es más vieja y se encuentra en un medio pobre en nutrientes, aumenta la proporción de clorofilas "b" y "c" respecto a la "a", y un

plancton con más de un 60% de clorofila "a" corresponde a un plancton muy productivo. La clorofila "a" ascendió a más de un 50% en la mayoría de los muestreos, por lo que se podría señalar que esta laguna se caracteriza por poseer un plancton productivo la mayor parte del año. VARELA & MASSA (1983) indicaron una marcada variabilidad de la clorofila "a" en la Laguna de Raya, la cual no presentó una tendencia clara en su variación temporal. Estos autores encontraron concentraciones de clorofila "a" entre 0,7 y 14,5 mg · m^{-3} ($\bar{X}$ = 5,45), siendo mayor la concentración en las estaciones interiores de la laguna. Similares resultados han sido aportados por BONILLA (1974), PINEDA (1978) y CABRERA (1988), para la Laguna de La Restinga, en donde los valores de clorofila "a" son superiores a 10 mg · m^{-3} en ciertas épocas. En promedio los valores de clorofila "a" en la Laguna de Raya encontrados en el presente estudio son superiores a los indicados por estos autores.

Se observó que los máximos de clorofila "a" se presentaron en períodos posteriores a los máximos de nutrientes. CABRERA (1987) observó bajas concentraciones de nutrientes en contraste con máximos de clorofila "a" e indicó que era debido a una asimilación rápida de los mismos por el fitoplancton en crecimiento.

INDICE PIGMENTARIO

Los valores del índice pigmentario oscilaron entre 2,69 y 3,48 con un valor promedio de 3,15 ± 0,03. El mayor valor ocurrió en mazo de 1986 en la estación 4 y el menor en febrero de 1986 en la estación 1. Las cuatro estaciones presentaron un patrón similar de variación. Los valores tienden a disminuir desde marzo hasta agosto para

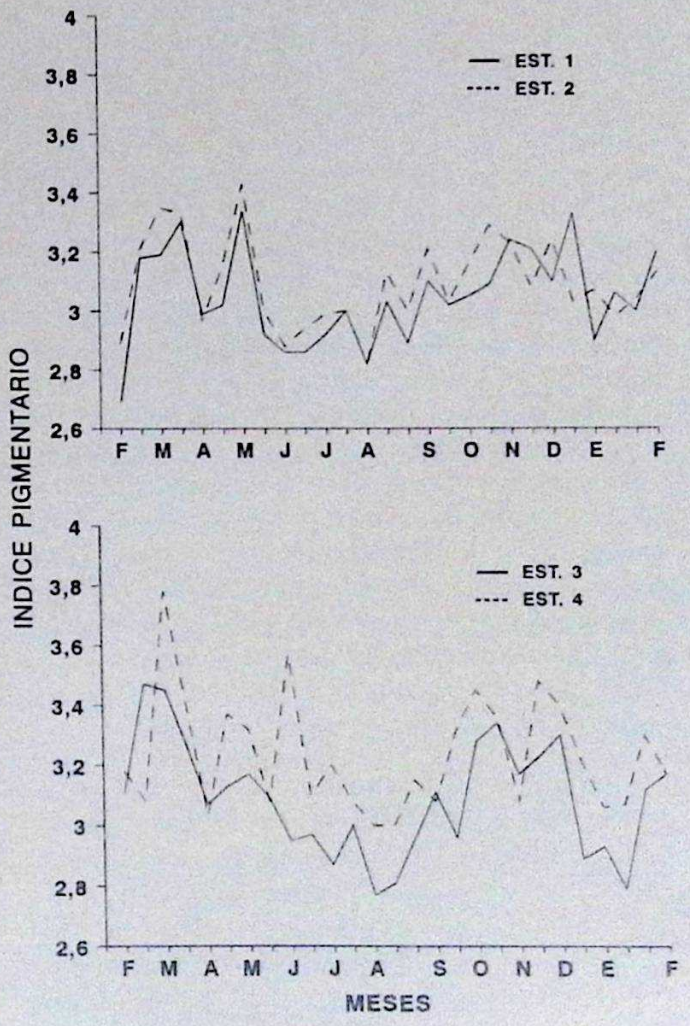


Fig. 12.- Variación quincenal del índice pigmentario. Período Febrero 1986 - Febrero 1987.

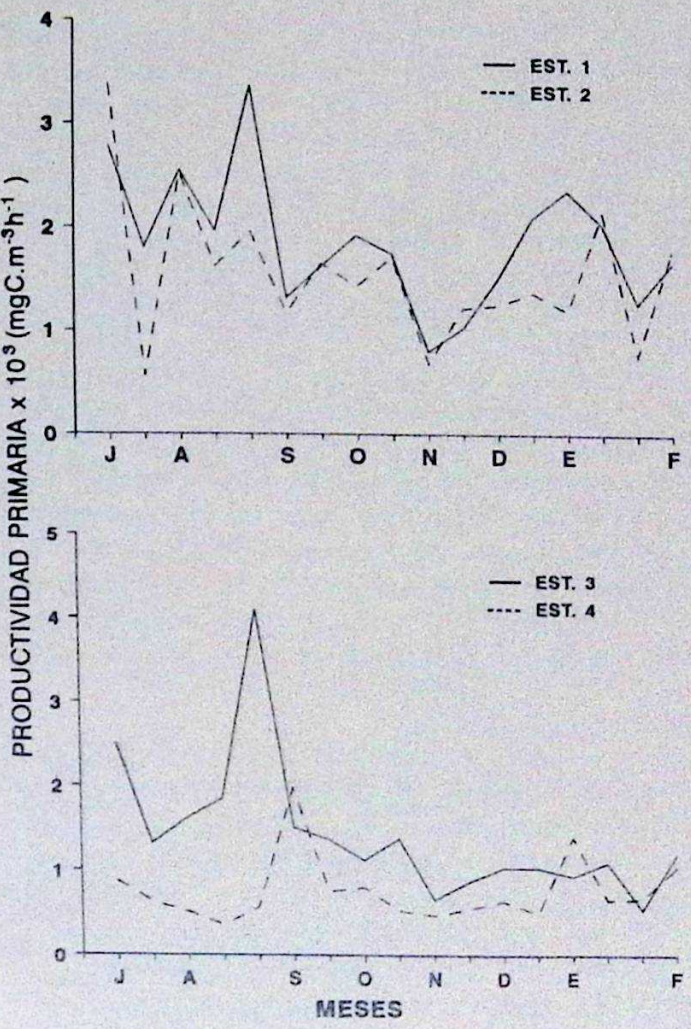


Fig. 13.- Variación quincenal de la producción primaria. Período Julio 1986 - Febrero 1987.

luego aumentar hasta el mes de noviembre, disminuyendo nuevamente hasta enero, donde a continuación muestran un leve aumento (Fig. 12). Gómez (1983) indicó que los incrementos en el índice de pigmentos pueden significar la sustitución de las poblaciones de diatomeas por dinoflagelados, correspondiente a una etapa más avanzada de la sucesión.

No se encontraron diferencias significativas entre los valores del índice para las tres primeras estaciones, aunque éstas en conjunto si se diferencian de la estación 4, donde los valores son algo mayores ($X^2 = 17,47$; $p < 0,01$).

El índice pigmentario resultó ser inferior en el interior de la laguna que en la entrada, lo cual indicaría mayor abundancia de diatomeas en el interior de la laguna y un plancton más eficiente. Además, las altas concentraciones de clorofila "a" y nutrientes dentro de la laguna en relación al agua del exterior sugiere que existe un transporte hacia afuera que enriquece estas aguas. Este tipo de interacción laguna-mar adyacente fue sugerido por Gómez (1991) en relación a la Laguna de La Restinga, indicando que el enriquecimiento es más notable en los períodos cuando el fenómeno de surgencia que afecta las costas nororientales de Venezuela es menos intenso.

PRODUCCION PRIMARIA

La producción en esta laguna fue alta. Varió entre 355,9 (Est. 4; agosto 1986) y 4097,8 mgC · m^{-3} $día^{-1}$ (Est. 3; agosto 1986), con un valor promedio para toda la laguna durante el período de muestreo de 1400,0 ± 93,7 mgC · m^{-3} · $día^{-1}$. El patrón de variación fue muy irregular. Las estaciones del interior de la laguna presentaron el mismo patrón de variación (Fig. 13). Los valores aumentaron hacia el interior y aunque se encontraron diferencias muy significativas entre las estaciones tomadas en conjunto ($F = 21,80$; $p < 0,01$) las estaciones 2-3 y 3-4 o presentaron diferencias.

Estos valores resultan considerablemente altos si se comparan con los registrados para otras lagunas de la Isla. Alfonzo (1977) obtuvo en la Laguna de La Restinga una producción media anual de 648,19 mgC · m^{-3} · $día^{-1}$; Gómez (1983) en una estación situada en la entrada de esta laguna indicó cifras de 613,25 ± 259,46; Bonilla (1973) para la laguna de Las Marites citó valores de 1177,5 mgC · m^{-3} · $día^{-1}$.

Al igual que en La Restinga (Gómez, *op. cit.*) las producciones mayores ocurren en la época cálida del año; aumenta de julio a septiembre, para luego disminuir junto con la temperatura hasta el mes de noviembre. Según Margalef (1965) en la área cercana a Margarita, el fenómeno de surgencia es especialmente intenso y permite durante todo el año condiciones favorables a la producción. Gómez (1983) opinó que las lagunas costeras ayudan a mantener esta producción alta todo el año, ya que durante la época cálida, cuando en las aguas marinas adyacentes la surgencia se debilita, el pulso más fértil de las lagunas enriquecen las zonas aledañas.

MATERIA EN SUSPENSION

Los valores de materia en suspensión fueron altos en todos los muestreos con un valor promedio de 70,5 ± 4,43 mg · l^{-1} y rango anual de 6,6 (Est. 4; septiembre 1986) a 202,8 mg · l^{-1} (Est. 1; junio 1986). La materia inorgánica osciló entre 1,4 (noviembre de 1986, Est. 4) y 121,0 mg · l^{-1} (agosto de 1986, estación 1) con una media anual para toda la laguna de 50,7 ± 3,01 mg · l^{-1}. Los valores de materia orgánica fluctuaron entre 1,2 (Est. 3, octubre de 1986) y 106,4 mg · l^{-1} (Est. 1, junio de 1986) con un valor promedio de 20,21 ± 2,02 mg · l^{-1} para toda la laguna. Los mayores valores tanto de materia total como de materia orgánica y materia inorgánica en suspensión, se encontraron en la estación 1 y fueron decreciendo hacia la boca. Aunque se encontraron diferencias altamente significativas entre las diferentes estaciones para los tres tipos de materia en suspensión, las estaciones 2 y 3 y 1 y 2 no difieren en su contenido de materia inorgánica en suspensión. En cuanto a la materia orgánica, las estaciones 1 y 2 y 3 y 4 no presentaron diferencias. Se observó además que existe un predominio de la materia inorgánica particulada sobre la orgánica, en todas las estaciones durante la mayor parte del año, el cual disminuye hacia la boca. Durante el mes de junio en todas las estaciones y a finales de octubre y enero en las estaciones 3 y 4 hubo un predominio de la materia orgánica (Figs. 14 y 15).

Las lagunas costeras de Margarita se caracterizan por presentar aguas turbias, con elevado contenido de materiales suspendidos. La Laguna de Raya presentó valores altos de materia en suspensión, causados por la poca profundidad y alta productividad, lo cual permite que los sedimentos sean resuspendidos por efecto del viento o de la acción de las mareas, afectando la composición química del agua circundante, principalmente en su contenido de materia orgánica y fosfato que, como se dijo anteriormen-

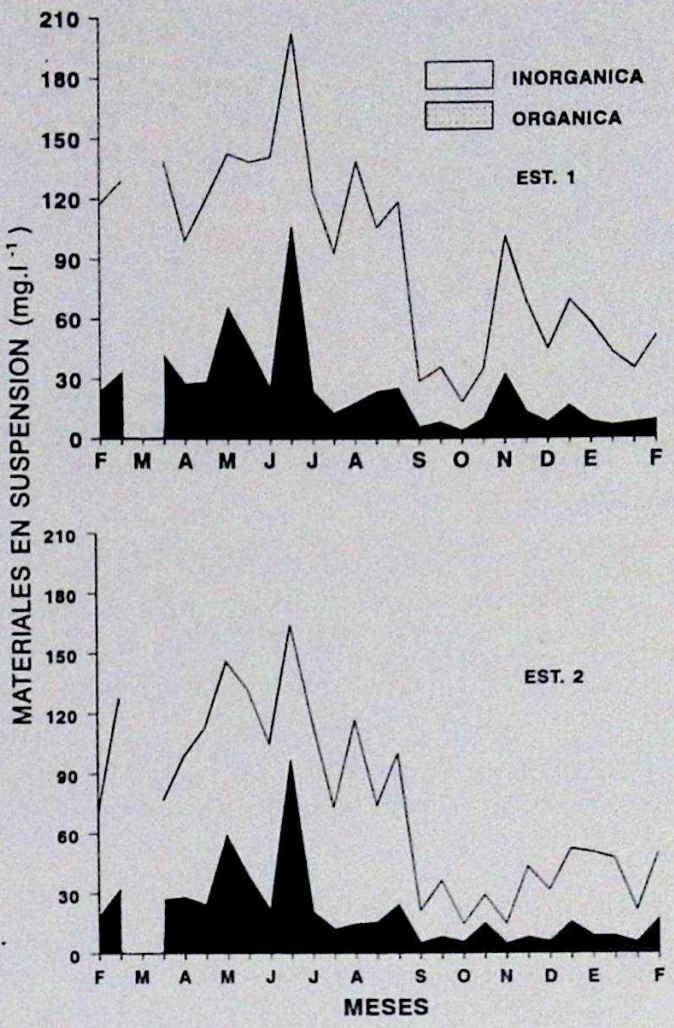


Fig. 14.- Variación quincenal de la materia en suspensión. Período Febrero 1986 - Febrero 1987. Estaciones 1 y 2.

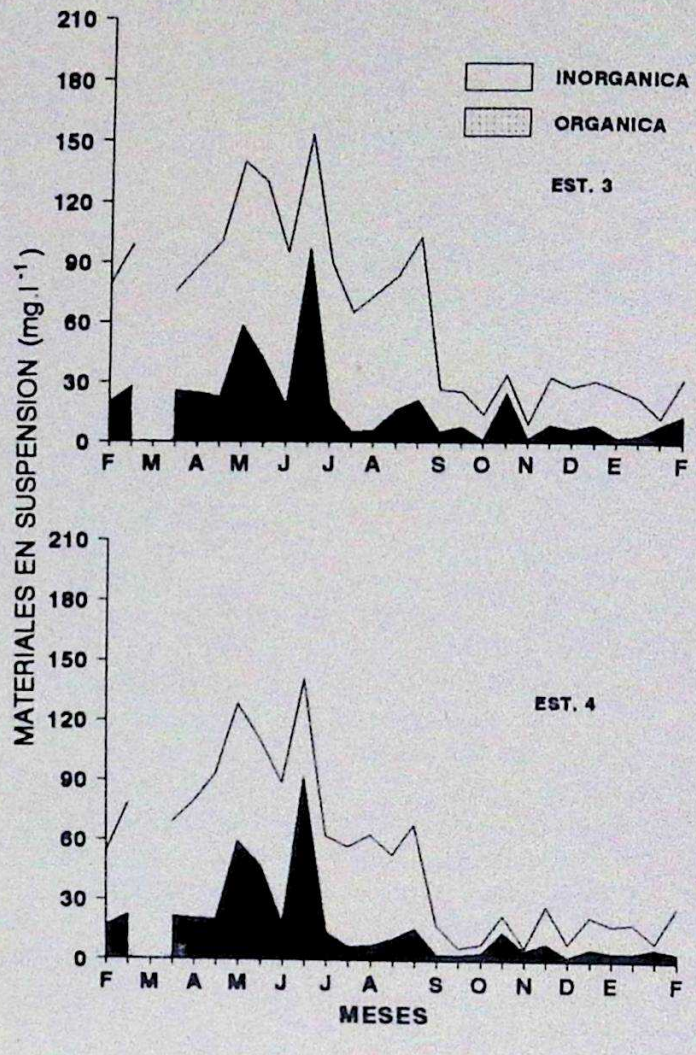


Fig. 15.- Variación quincenal de la materia en suspensión. Período Febrero 1986 - Febrero 1987. Estaciones 3 y 4.

te, puede ser intercambiado entre los sedimentos y el agua, limitando la producción primaria a las aguas más superficiales. ZABALA (1982) indicó que los sedimentos en la Laguna de Raya presentaban entre 1 y 5 % de materia orgánica y que este contenido era mayor en las zonas más internas. Este patrón de variación espacial coincide con el de la materia orgánica suspendida dentro de la laguna.

Según VARELA & MASSA (1983), en las lagunas de manglares deben considerarse como normales valores de materia orgánica entre 5 y 10 mg · l^{-1}. MARTINO (1982) estimó la cantidad promedio de materia orgánica que cae en la laguna de Raya proveniente de *Rhizophora mangle*, indicando valores de 3,633 g · m^{-2} · dia^{-1}, con un valor total de 2,5 ton · Ha^{-1} de materia orgánica en 10 semanas de estudio.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente a través del proyecto CI-4-020-00302. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar por el apoyo logístico; al Señor JULIÁN VÁSQUEZ por su ayuda en el trabajo de campo, al Dr. FERNANDO CERVIGÓN y a los revisores anónimos del Boletín de Instituto Oceanográfico de Venezuela por la lectura del manuscrito y oportunas sugerencias.

REFERENCIAS

Alfonzo, P . 1977. *Estudio de la productividad primaria en la laguna de La Restinga.* Trab. Ascenso Prof. Asistente Univ. Oriente. 53 pp.

Bonilla, J. 1973. Notas sobre la estimación de la producción primaria en la Laguna de Las Marites. *Lagena,* (32): 3-12.

_____. 1974. Notas sobre las condiciones hidrográficas de la Laguna de La Restinga (Isla de Margarita), Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Lagena,* (34): 3-8.

_____. & T. Okuda. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna Las Maritas (Margarita). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 10(1): 81-91.

_____.& J. Benítez. 1972. Variación mensual del nitrógeno y fosfato en la laguna Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 11(2): 121-126.

Cabrera, T. 1987. Análisis de las condiciones hidrográficas de Bahía Constanza, Isla de Margarita, Venezuela. *Contrib. Cient. Ctro. Invest. Cient. U.D.O.,* (13): 1-47.

_____. 1988. Estudio de las condiciones físico-químicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Saber,* 1(2): 23-37.

Cervigón, F. & A. Gómez. 1986. *Las Lagunas Litorales de la Isla de Margarita. Sus Recursos y su Conservación.* Centro de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta. Ed. Arte, Caracas, 88 pp.

Garmendia, M. 1991. *Distribución y evolución espacio-temporal de elementos nutritivos y materia orgánica presente en aguas de la Laguna de Píritu.* Trab. grado MSc. Instituto Oceanográfico de Venezuela. 162 pp.

Gómez, A. 1983. Pigmentos clorofílicos, producción primaria y abundancia planctónica en el canal de entrada a la Laguna de La Restinga, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. de Oriente,* 22(1 & 2): 43-63.

_____. 1991. Interacción entre un estuario negativo (Laguna de La Restinga, Isla de Margarita) y el Mar Caribe adyacente. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente,* 30 (1 & 2): 47 - 55.

Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton, En: Estudios del Ecosistema Pelágico del N.E. de Venezuela. *Mem, Soc. Cien. Nat. La Salle,* 25 (70-72): 141-207.

_____. 1969. El ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle,* 27 (76): 1-36.

_____. 1972a. *Luz y temperatura.* En *Ecología Marina.* (Eds. H. Gines y R. Margalef). Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dossat, S.A. Caracas. pp. 100-129.

_____. 1972b. *El Ecosistema.* En *Ecología Marina.* (Eds. H. Gines y R. Margalef). Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dossat, S.A. Caracas. pp. 377 - 453.

_____. & F. Vives. 1972. *La vida suspendida en las aguas.* En *Ecología Marina.* (Eds. H. Gines y R. Margalef). Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dossat, S.A. Caracas. pp. 493 - 562.

Martino, G. 1982. *Determinación de la cantidad de desecho orgánico de Rhizophora mangle Linneo que cae en la Laguna de Raya (Abril-junio), Isla de Margarita.* Trab. grado Tec. Sup. Fund. La Salle. 67 pp.

Meza, O. 1982. *Contribución al estudio oceanográfico físico de Laguna de Raya (Isla de Margarita), Venezuela. (Nov. 1981 - Jun. 1982).* Trab. grad. Tec. Sup. Fund. La Salle. 77 pp.

Monente, J. 1978. Estudio Químico-Físico de La Laguna de La Restinga. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle,* 38 (110): 227-309.

Nichols, M. 1966. A study of production and phosphate in a Sonoran Lagoon. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas,* 11: 159 - 167.

Pineda, J. 1978. *Variación mensual de las condiciones hidroquímicas de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.* Trabajo Ascenso Prof. Agregado, Univ. de Oriente, 67 pp.

RODRÍGUEZ, V. & F. VIVES. 1984. Variables hidrográficas y biológicas de un sistema pelágico portuario. *Inv. Pesq.*, 48(2): 207 - 222.

SENIOR, M. 1981. *Aportación al conocimiento de las condiciones hidrológicas de las aguas superficiales de La Laguna de Raya (Isla de Margarita) (Abril-Junio 1981)*, Trab. grado Tec. Sup. Fund. La Salle. 55 pp.

SOKAL, R. & J. RHOLF. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica.* Ed. H. Blume. Madrid. 831 pp.

STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Fish. Res. Bd. Can*, (167): 1 - 310.

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. & D. VOLTOLINA. 1974a. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. I. Abril-diciembre 1968. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 34 (97): 59 - 72.

_____. 1974b. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. II. Enero 1969-abril 1970. Parte I, Manglar, Vivero (datos de superficie). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 34 (97): 73-85.

_____. 1974c. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. II. Enero 1969-abril 1970. Parte 2. Manglar. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 34 (99): 203-220.

_____. 1975. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. II. Enero 1969 - abril 1970. Parte 4. Vivero: Ciclos de observación. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 35 (102): 271-290.

_____. 1976a. Observaciones hidrológicas en la laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita. I. Septiembre 1965-noviembre 1966. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 36 (104): 117-126.

_____. 1976b. Observaciones hidrológicas en la laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita. II. Enero 1967-febrero 1968. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 36 (104): 127-153.

_____. 1978. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. III. Febrero 1971-diciembre 1972. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 38 (109): 119-137.

_____. & R. Solo de Saldivar. 1975. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. II. Enero 1969 - abril 1970. Parte 3. Vivero: Distribución vertical de parámetros hidrológicos y químicos. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 35(101): 191-235.

ZABALA R., R. A. 1982. *Contribución al estudio sedimentológico de la Laguna de Raya, Isla de Margarita-Venezuela. (nov. 1 - jun. 1. 1982).* Trab. grado Tec. Sup. Fund. La Salle. 69 pp.

ZARZOZA, J. 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. En: III Conferencia de las Naciones Unidas sobre Derechos del Mar, Caracas. *Cuadernos Azules*, 9: 1-57.