Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 27 (1 & 2): 71-84 (1988); 20 figs., 2 tbls.

CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS Y QUIMICAS DE LA ENSENADA DE PAMPATAR, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

LUIS OCANDO[1], JAIME BONILLA R.[2], & BENITO GAMBOA R.[2]

[1] *Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río, Isla de Margarita, Venezuela.*

[2] *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

RESUMEN: Se estudiaron las características hidrográficas y químicas en base a las determinaciones bimensuales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitrógeno orgánico total y nutrientes (nitrito, nitrato, amonio y fosfato), durante el período de mayo 85 a marzo 86 en diez (10) estaciones de la Ensenada de Pampatar, Isla de Margarita, con el objeto de que sirviera como líneas base de las características hidroquímicas de la zona. A pesar de las descargas de aguas servidas en la Ensenada, no se encontró eutroficación debido a la buena oxigenación, como lo demuestran los altos valores del oxígeno disuelto, "la dinámica de sus aguas" y las relativamente bajas concentraciones de nutrientes, se puede decir que las condiciones hidrográficas y químicas dependen más de la influencia de los parámetros atmosféricos y son afectados por las descargas cloacales. En los meses de enero a mayo (sequía) se encontró, menor temperatura, mayor salinidad y relativo alto contenido de oxígeno disuelto, lo cual es indicativo del fenómeno de surgencia. Para el mes de noviembre se encontraron los valores más altos de nutrientes y homogeneidad térmica, hecho que se debió por una parte a una precipitación mayor, a un descenso en la celeridad del viento y al drenaje continuo de desechos de aguas servidas.

ABSTRACT: Hydrographic and chemical characteristics were studied bimonthly to determine temperature, salinity, dissolved oxygen, total organic nitrogen and nutrients (nitrite, nitrate, ammonia, and phosphate) from May 85 to March 86 at 10 stations in Pampatar Bay, Margarita Island, to serve as basic guidelines of hydrochemical characteristics of the zone. Despite discharge of sewage into the Bay, we did not find eutrophication due to adecuate oxygenation, as demonstrate by high values of dissolved oxygen, water dynamics and relatively low concentrations of nutrients. It could be said that hydrographic and chemical conditions are dependent more upon influence of atmospheric parameters and are affected by sewage discharges. During the months of January and May (dry seasons), we found low temperature, high salinity and relatively high dissolved oxygen contents which indicated the phenomenon of upwelling. During November, we found high values of nutrients and thermal homogeneity, due to major precipitation in part, reduced wind velocity (celerity) and continuos drainage of discharged water.

INTRODUCCION

La atmósfera juega un papel fundamental en el orígen de las circulaciones oceánicas e influye notablemente en las propiedades física-química del agua de mar, siendo la principal responsable en la generación de los eventos del fenómeno de surgencia.

Existen muy pocos eventos en oceanografía que no están influenciados por la atmósfera así como también son escasos los fenómenos atmosféricos que no están afectados por los océanos.

El proceso de surgencia en agua superficiales del área costera del Nor-Oriente de Venezuela está condicionado por la acción de los vientos alisios y el conjunto afecta, por tanto, las condiciones hidroquímicas en el transcurso del tiempo.

PARR (1937), fue el primero que reportó surgencia en el Sur-Este del Mar Caribe, basándose en las observaciones hidrográficas realizadas en el R/V "ATLANTIS" en

los años 1933 y 1934. Posteriormente RICHARDS (1960) discutió la presencia en la costa oriental de Venezuela al estudiar la distribución espacial de salinidad, temperatura y oxígeno.

Investigaciones recientes en el área, llevadas a cabo por FEBRES-ORTEGA (1974), NORIEGA (1979) y MARCANO (1984), sugieren que las modificaciones de temperatura y salinidad son debidas a la surgencia, la cual a su vez presenta dos máximos que coinciden con la intensidad de los Vientos Alisios, siendo el primero, de enero a abril y el segundo de julio a agosto.

Las aguas superficiales del área Nor-Oriental de Venezuela también están afectadas por las masas de agua límnicas provenientes de los ríos Amazonas y Orinoco, ricas en nutrientes, lo que las fertililza y afecta a las condiciones hidroquímicas de sus aguas.

Las masas de agua que rodean la Isla de Margarita son conocidas por su alto potencial de productividad biológica, lo que representa un relevante recurso pesquero. Además el elevado número de playas que posee la Isla, ha traído como consecuencia afluencia de numerosos turistas de diferentes latitudes, causando un incremento demográfico que ha generado inversiones gigantescas acompañadas de un vertiginoso desarrollo hotelero y complejos turísticos de gran envergadura.

En la geomorfología de la Isla de Margarita se encuentran lagunas, ensenadas y bahías, que constituyen bioecosistemas de enorme importancia económica, ecológica y recreacional, constituyendo un inmenso potencial biológico; las masas de agua de estos bioecosistemas han sido objeto de diversos estudios hidrográficos e hidroquímicos y en este sentido se encontró que la mayoría de las investigaciones (BONILLA, 1971; VOLTOLINA 1974; ALFONZO 1977; MONENTE 1978; PINEDA-AGUADO 1980; CABRERA 1984) se han realizado en las Lagunas de la Restinga y Las Maritas, sin que hasta el presente se hayan efectuado en playas y áreas costeras de importancia turística y recreacional. La ensenada de Pampatar es una zona de gran afluencia turística a la que no se le ha dado la importancia que merece, razón por la cual se decidió realizar estudios de sus condiciones hidroquímicas, con la finalidad de que sirviera de línea base para conocer las características ambientales de ese bioecosistema, tanto en la masa de agua como en sedimentos.

La escogencia de la Ensenada de Pampatar para el presente trabajo tuvo su orígen en la sintomatología del bioecosistema, donde destaca el exuberante crecimiento de macroalgas, principalmente las ulváceas, que son un buen indicador de contaminación, y la disminución de flora y fauna, especialmente de especies comerciales y deportivas reportadas por pescadores de la zona.

Esta sintomatología de contaminación tiene orígenes diversos: las descargas de desechos domésticos, que han estado en contínuo aumento por el crecimiento demográfico y urbanístico de la ciudad de Pampatar y las zonas aledañas; el desvicerado de peces en orilla de playa; el lastre de barcos y botes, que está en aumento y contribuye al deterioro del ecosistema y la calidad del agua. Por otro lado, se piensa que, al estar funcionando completamente el complejo turístico Isla Bella, se producirá como consecuencia, un aumento en el flujo de contaminantes que será drenado en el área de estudio por el incremento de la población flotante que constantemente visita la Isla de Margarita. Además esto incentivó a los inversionistas a construír edificaciones turísticas cercanas, las cuales aumentarán la descarga de aguas servidas en la ensenada de Pampatar.

El enriquecimiento natural de nutrientes y por aguas servidas trae a menudo como consecuencia un ambiente bien nutrido que se denomina eutroficación, y, como lo corroboran diversos estudios, cuando ocurre por vía natural no acarrea problemas, sin embargo, cuando es producidos por aguas de desecho, se acelaran los procesos de crecimiento de especies típicas de fauna y flora pudiendo llegar a convertirse en un grave problema ambiental.

El excesivo crecimiento vegetal interfiere generalmente con los usos recreativos de las playas, tal como sucede actualmente en la Isleta de Pampatar donde los olores desagradables producidos por las ulváceas han frenado el desarrollo de los proyectos turísticos de esa zona de la Isla de Margarita.

El presente trabajo no pretende explicar los diversos orígenes ni los diferentes tipos de contaminantes presentes en la ensenada sino aportar una contribución, desde el punto de vista hidrográfico y químico, para conocer en parte el estado actual en que se encuentra el medio ambiente.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Ensenada de Pampatar es una bahía situada al sur de la Isla de Margarita, entre Punta Ballena y Punta Moreno, a los 11° 00' 04" y los 10° 59' 02' de lat. N. y 63° 48' 20" de long. O. (Fig. 1).

La bahía no tiene aporte fluvial y posee en su interior un Puerto Internacional, así como las playas Los Cocos y Playa Terminal, que son altamente visitadas por turistas.

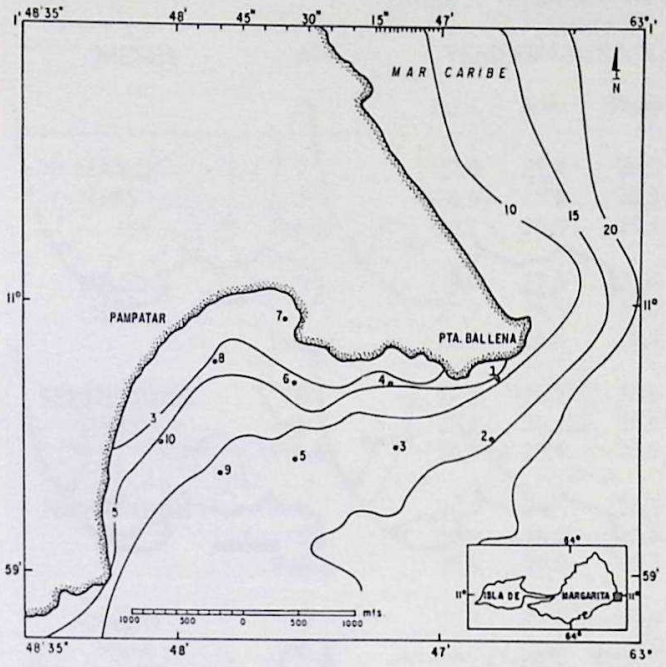


Fig. 1.- Area de estudio.

La profundidad media de las estaciones situadas mar afuera (2, 3, 5, 9) es de 11 mts, las cercanas a la costa (1,4,6,8) de 5 mts; y la interna (7), 2 mts. Las descargas cloacales se efectúan a nivel de la estación 9 (fig. 1) y junto con las lluvias constituyen las fuentes de agua dulce de la Bahía.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron observaciones hidrográficas y químicas bimensuales, desde mayo de 1985 hasta 1986. Se fijaron 10 estaciones (fig. 1) y se tomaron muestras de agua en superficies, a 5 m. Y en el fondo con botellas tipo Kitahara de 1,2 l. de capacidad.

Los análisis de las muestras se realizaron en los laboratorios de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente. El oxígeno disuelto se determinó inmediatamente después de tomadas las muestras, utilizando el método de Winkler; la salinidad se midió por conductividad eléctrica, usando un salinómetro inductivo marca Plesser Environmental Systems, modelo 6230-N. Las muestras para nutrientes fueron analizadas de acuerdo con los métodos descritos por STRCKLAND y PARSONS (1972). El nitrógeno orgánico total se determinó siguiendo el método Kjeldahl según la técnica descrita por FRAGA (1959).

RESULTADOS

Las características oceanográficas de las masas de agua de la Bahía de Pampatar se representan en las Tablas 1-2 y las figuras 2 a 17 y están afectadas por las condiciones hidrográficas, prevalecientes en el Mar Caribe Venezolano; como proceso de mezcla horizontal y vertical, efectos de las características meteorológicas tales como el balance de evaporación- precipitación y de radiación solar; pero , dada la baja profundidad predominante en la zona de estudio, los cambios temporales y espaciales se deben a los efectos del régimen de los vientos alisios E-NE fundamentalmente y a los eventos de la surgencia.

TEMPERATURA:

La temperatura de acuerdo a la Tabla 1, y figuras 2 y 3 mostró poca variabilidad en la masa de agua de la Ensenada durante el período de estudio. En superficies presentó un rango de oscilación entre 28,0°C (julio) y 24,0°C (enero). En enero y marzo para esta misma capa se mantuvo baja la temperatura y de mayo a noviembre osciló alrededor de los 26,0°C (Tabla 1, figura 2), donde se encuentra una masa térmicamente homogénea. En el

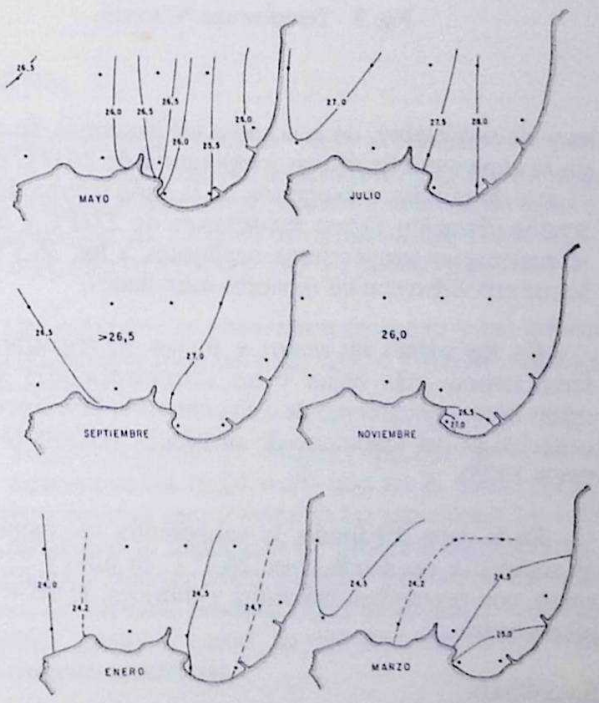


Fig. 2.- Temperatura °C superficie.

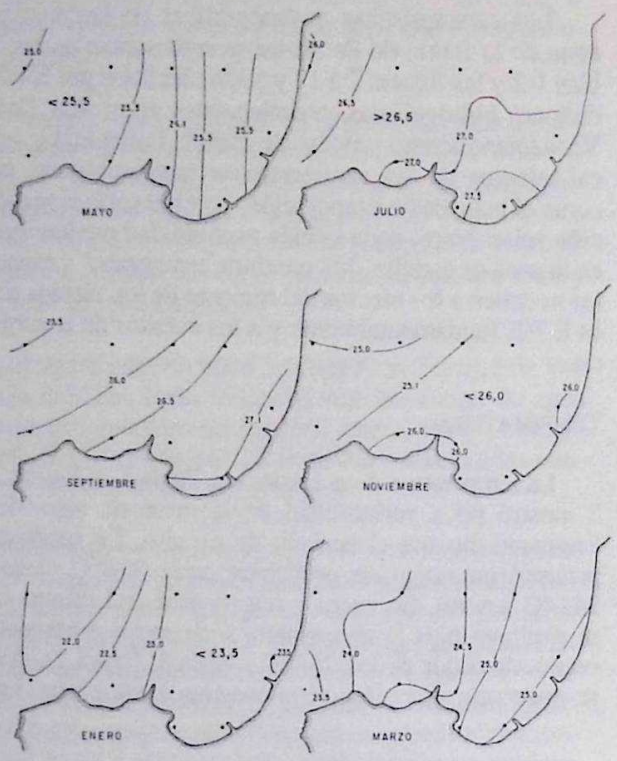


Fig. 3.- Temperatura °C fondo.

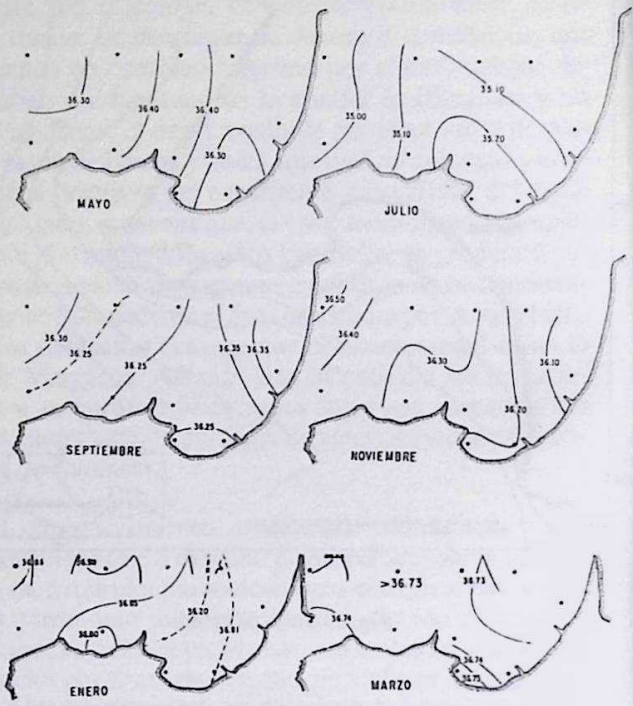


Fig. 4.- Salinidad ‰ superficie.

mes de noviembre, de acuerdo a las isotermas, se registró en la capa superficial una temperatura de 26,0°C en toda el área de estudio, a excepción de la parte interna de la Ensenada (Estación 7) con temperatura de 27,0°C y en julio se registraron temperaturas superiores a los 26,5°C, que se corresponden con las menores salinidades.

En los meses de enero y marzo se registraron las temperaturas más bajas y las salinidades más altas y aguas homogéneamente de alto contenido de oxígeno, características del fenómeno de surgencia. (HERRERA y FEBRES, 1975).

En la capa del fondo, la temperatura fue menor que en superficie, oscilando entre 26,7° C en julio y 22° C en enero, con promedios máximos y mínimos de 26,4° C en julio y enero.

SALINIDAD:

La distribución de las haloclinas señalan el mismo fenómeno en superficie y fondo y se caracteriza por la poca variabilidad (36,06 - 37,05% o) en los valores de salinidad, con la excepción de julio, que se registró una baja apreciable en su concentración (34,82 - 35,46‰), llegando a ser de 1,20‰ respecto a mayo y 1,10‰ en relación a septiembre y con altas temperaturas (Tabla 1).

El valor máximo de salinidad en superficie correspondió a enero, con 36,94‰ y el mínimo a julio, con 34,92‰. Se observó normalmente mayor salinidad en el fondo que en superficie, quizas debido al efecto del drenaje de los desechos urbanos hacia el ecosistema.

La salinidad se mantuvo casi constante entre superficie y fondo desde enero hasta marzo, lo cual indica homogeneidad halina con una buena mezcla de la masa de agua para esa época estando afectada por los eventos de surgencia (Herrera y Febres,1975), que evidencian las características de este fenómeno las bajas temperaturas (22,0 - 24,8°C y 23,5 - 25,2°C), alta salinidad (36,65 - 37,03‰ y 36,79 - 36,84 ‰) y elevado contenido de oxígeno (4,90 ml/l) en los meses de enero y marzo (Figs. 2 - 7).

TABLA 1.- VARIACION DE LAS CONDICIONES HIDROGRAFICAS EN LA COLUMNA DE AGUA.

MESES	Mts.	TEMPERATURA °C			SALINIDAD %0			OXIGENO ml/l		
		max.	min.	Prom.	max.	min.	Prom.	max.	min.	Prom.
MAYO	0	27,0	25,4	26,0	36,48	36,20	36,35	5,50	5,04	5,24
1985	5	26,2	25,1	25,5	36,42	36,33	36,38	5,28	5,07	5,16
	Fondo	25,2	25,0	25,1	36,42	36,32	36,38	5,43	4,84	5,08
JULIO	0	28,0	27,0	27,4	35,29	34,92	35,10	4,49	3,26	4,26
1985	5	27,7	26,5	27,0	35,24	34,82	35,01	4,42	4,26	4,35
	Fondo	26,7	26,0	26,4	35,46	34,93	35,22	4,93	1,19	3,99
SEPTIEMBRE	0	27,2	26,2	26,8	36,35	36,21	36,28	4,86	2,70	4,28
1985	5	27,1	26,5	26,6	36,35	36,22	36,27	4,37	4,28	4,34
	Fondo	26,5	25,5	25,9	36,48	36,12	36,29	4,42	2,21	3,56
NOVIEMBRE	0	26,5	26	26,1	36,51	36,06	36,26	4,47	3,07	4,12
1985	5	26,1	25,2	25,8	36,53	36,30	36,36	4,30	3,91	4,13
	Fondo	25,8	24,9	25,3	36,50	36,14	36,28	4,29	3,05	3,98
ENERO	0	24,8	24,0	24,4	36,94	36,80	36,84	4,90	3,88	4,47
1986	5	23,5	22,0	23,0	36,89	36,77	36,85	4,61	4,50	4,56
	Fondo	23,2	22,0	22,6	37,03	36,80	36,79	4,65	3,88	4,37
MARZO	0	25,2	24,2	24,6	36,76	36,72	36,74	4,88	2,62	4,32
1986	5	24,0	25,8	24,3	36,73	36,72	36,72	4,76	4,55	4,65
	Fondo	25,0	23,5	24,5	36,75	36,71	36,73	4,59	3,11	4,26

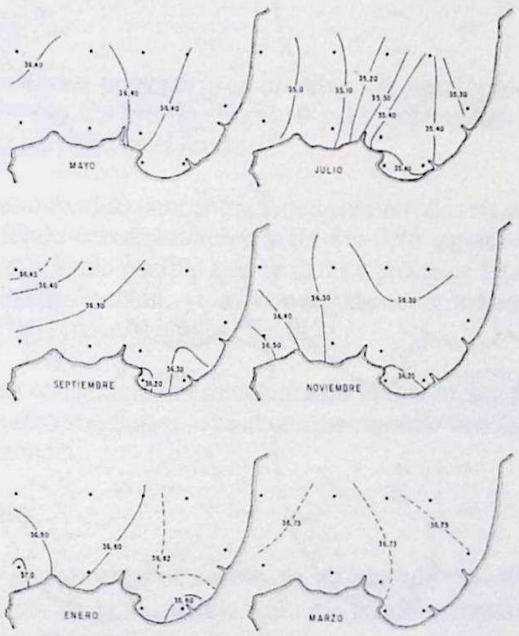


Fig. 5.- Salinidad ‰ fondo.

OXIGENO:

Las oxiclinas señalan una distribución espacial (Figs. 6 y 7), parecida a la temperatura y salinidad en general con una buena oxigenación en la masa de agua. La concentración de oxígeno disuelto osciló entre 5,50 y 2,63 ml/l, para superficie y 5,43 y 1,19 ml/l para fondo.

Los máximos se obtuvieron en mayo y los mínimos en septiembre y julio para superficie y fondo respectivamente (Tabla 1).

Superficialmente el oxígeno disuelto presenta mayor concentración (5,24 ml/l) que en el fondo (5,08) y las menores concentraciones en las estaciones 2 y 7 (Fig. 1), señalando la influencia de procesos bioquímicos de descomposición orgánica. El resto del biotopo es característico de elevada productividad biológica y buen intercambio gaseoso como lo que demuestran los valores del oxígeno superficial.

Es importante destacar las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua de las estaciones

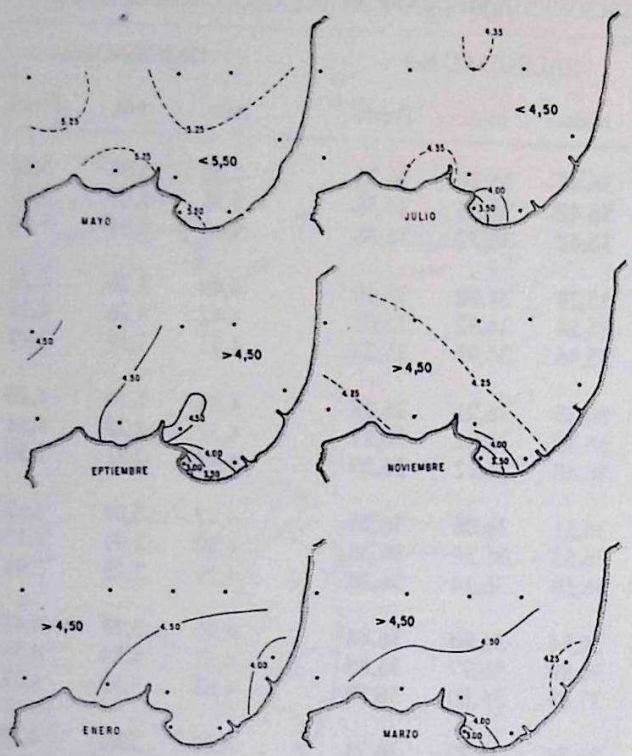


Fig. 6.- Oxígeno ml/l superficie.

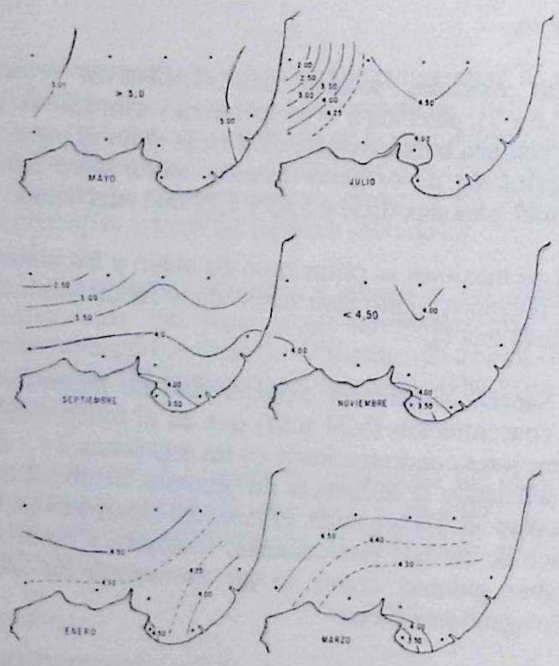


Fig. 7.- Oxígeno ml/l fondo.

7 y 8, indicando su consumo, por exceso de materia orgánica.

NITRATO:

Los Nitratos evidencian un fenómeno similar en la columna de agua (Figs. 8 y 9) con bajas concentraciones, excepto en el mes de noviembre. Las concentraciones de nitrato fluctuaron con valores máximos, en superficies y fondo 5,25 y 4,97 µg-at/l, ambos en noviembre, y como valores de mínimas concentraciones por debajo del limite de detección del método en todos los meses, menos noviembre y marzo.

Se encontraron mayores concentraciones de nitratos en fondo que en superficie, en todos los meses excepto en noviembre. En este mes se evidencia la influencia de una masa de agua relativamente fría, (temperatura 24,9-26,5ºC) y más salinas (36,06-36,53‰) que en los meses de mayo, julio y septiembre (Tabla 1), con un buen aporte de materia orgánica e inorgánica y relativa concentración de oxígeno. Tomando en cuenta los promedios de cada época del muestreo en superficie y fondo, se encontró que en noviembre se dieron los valores más altos de concentración de nitrato: 1,11 µg-at/l en superficie y 1,70 µg-at/l en fondo.

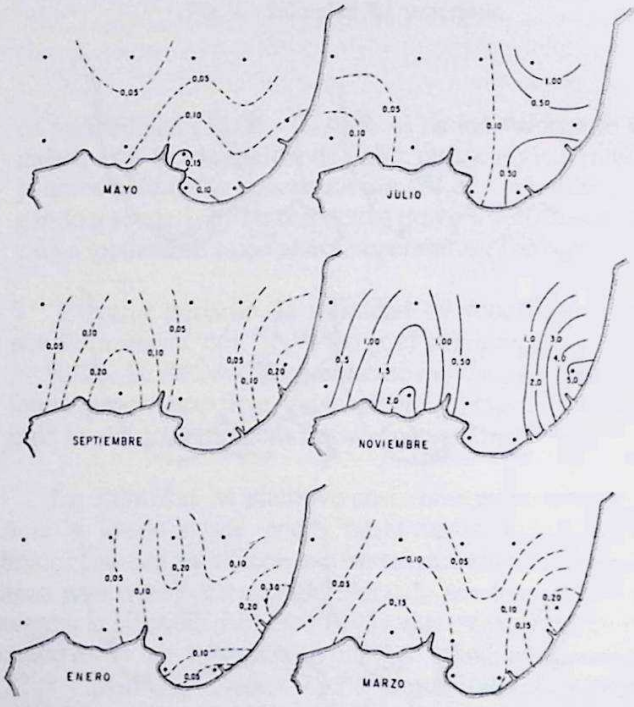


Fig. 8.- Nitrato µg at/l superficie.

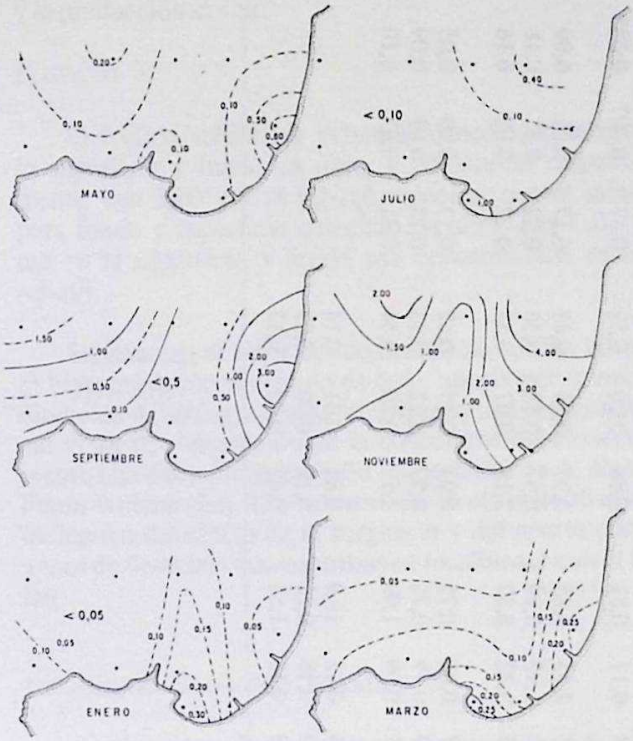


Fig. 9.- Nitrato µg at/l fondo.

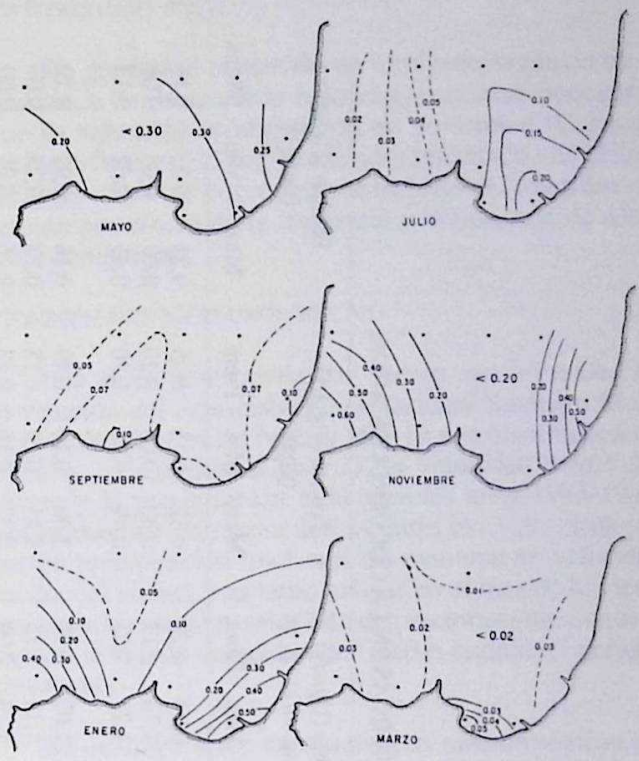


Fig. 10.- Nitrito µg at/l superficie.

NITRITO:

El nitrito presenta una distribución horizontal comparable a la del nitrato (Figs. 10 y 11), obteniéndose los valores mayores en el fondo.

Las máximas concentraciones encontradas en superficie y fondo correspondieron a 0,64 y 0,78 µg-at/l en noviembre, siendo posible que se deba a procesos bioquímicos de nitrificación, y las concentraciones mínimas de 0,01 y 0,01 µg-at/l en julio (Tabla 2).

Las concentraciones encontradas en los meses de enero y marzo son bajas, lo cual se corresponde con la época de surgencia.

AMONIO:

Especialmente el contenido de amonio se comporta diferentes en la superficie y en el fondo comparable al Nitrato y Nitrito (Figs. 12 y 13).

La mayor concentración de amonio en superficie se obtuvo en noviembre (14,85 µg-at/l) y la menor en enero (1,87 µg-at/l). En fondo el mayor valor se encontró en mayo (19,46 µg-at/l) y la menor en enero (5,57 µg-at/l). Tomando en cuenta el promedio de las 10 estaciones en cada mes, se encontró las mayores concentraciones en superficie y fondo en noviembre, con 6,85 y 8,37 µg-at/l, respectivamente y las menores en septiembre, con 0,78 y 0,85 µg-at/l.

Es interesante hacer resaltar que el contenido de amonio durante los meses de mayo y noviembre, tanto en la superficie como en el fondo, incrementó la concentración desde la estación 1 y 2 hacia las estaciones 7 a 10 área de drenaje de aguas residuales de orígen doméstico, indicando un aporte apreciable de nitrógeno amoniacal. Similar fenómeno se aprecia en el mes de marzo en toda la columna del agua hacia la Est. 7, este incremento amoniacal se debe más al efecto de aporte de desechos nitrogenados de aguas servidas que a procesos bioquímicos de descomposición orgánica. En los meses de julio, septiembre y enero se encontraron bajas concentraciones de amonio, quizás es debido a la dinámica de la masa de agua del ecosistema por el efecto divergente de los vientos ali-

TABLA 2.- VARIACION DE LAS CONDICIONES HIDROQUIMICAS EN LA COLUMNA DE AGUA.

MESES	Prof. Mts.	Nitrato (Ugat/1) (µgat/1)			Nitrato (Ugat/1) (µgat/1)			Amonio (Ugat/1) (µg. at/1)			Fosfato (Ugat/1) (µgat/1)			Fosfato (Ugat/1) (µgat/1)		
		Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.
MAYO 1985	0	0,18	0,00	0,06	0,16	0,05	0,08	14,28	0,94	4,22	0,32	0,15	0,25	0,25	0,01	0,10
	5	0,09	0,00	0,00	0,10	0,05	0,07	3,11	1,70	2,17	0,30	0,05	0,20	0,07	0,05	0,06
	Fondo	0,84	0,00	0,15	0,21	0,04	0,10	19,46	1,22	7,03	0,49	0,05	0,30	0,45	0,02	0,17
JULIO 1985	0	0,70	0,00	0,14	0,23	0,01	0,07	2,59	1,07	1,97	3,00	0,10	0,49	0,16	0,03	0,12
	5	1,33	0,00	0,33	0,08	0,02	0,06	2,96	1,18	2,15	0,25	0,12	0,18	0,77	0,28	0,06
	Fondo	1,72	0,00	0,25	0,21	0,01	0,07	3,13	1,24	2,09	0,37	0,16	0,23	0,16	0,01	0,09
SEPTIEMBRE 1985	0	0,29	0,00	0,07	0,10	0,04	0,07	2,61	0,32	0,78	0,69	0,12	0,32	0,27	0,01	0,19
	5	0,08	0,00	0,00	0,05	0,13	0,09	1,92	0,45	0,93	0,40	0,22	0,31	0,18	0,01	0,10
	Fondo	1,37	0,00	0,20	0,02	0,72	0,20	1,78	0,17	0,81	0,88	0,20	0,52	0,171	0,007	0,085
NOVIEMBRE 1985	0	5,25	0,02	1,11	0,64	0,09	0,28	14,85	2,55	6,85	0,97	0,19	0,48	0,17	0,01	0,09
	5	2,18	0,00	0,57	0,28	0,06	0,18	10,36	1,95	5,29	0,57	0,18	0,36	0,22	0,11	0,18
	Fondo	4,97	0,14	1,70	0,78	0,06	0,29	17,03	3,82	8,37	2,18	0,07	0,59	0,22	0,02	0,16
ENERO 1986	0	0,32	0,00	0,10	0,54	0,02	0,18	1,87	0,00	0,75	0,94	0,15	0,42	0,13	0,00	0,05
	5	0,13	0,00	0,06	0,28	0,05	012	1,49	0,19	0,76	0,57	0,22	0,33	0,13	0,03	0,09
	Fondo	0,30	0,00	0,10	0,71	0,06	0,17	5,57	0,00	1,09	1,57	0,20	0,44	0,31	0,03	0,10
MARZO 1986	0	0,25	0,00	0,10	0,06	0,02	0,03	10,84	0,12	16,9	0,84	0,01	0,14			
	5	0,09	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,32	0,18	0,22	0,19	0,00	0,07			
	Fondo	0,28	0,00	0,12	0,08	0,02	0,04	8,38	0,18	1,51	0,42	0,00	0,12			

sios y el sistema de corrientes que mantiene un equilibrio entre el aporte de desechos orgánicos e inorgánicos y la producción in situ.

FOSFATO:

El fosfato señala las máximas concentraciones para la superficie y fondo en julio, y noviembre respectivamente, con 3,00 y 2,18 µg-at/l, mientras que el mínimo para fondo y superficie coincidió en abril, con 0,01 µg-at/l en la superficie, y fondo una concentración de 0,00 µg-at/l.

En general, el valor del contenido de fosfato en todo el bioecosistema en estudio es bajo, quizás por la misma dinámica de sus aguas, que no favorece una intensa mezcla vertical, a excepción de la concentración moderadamente alta encontrada en julio (superficie) en el área de Punta Ballena (Est. 1) y noviembre, en el fondo lo que es indicativo del efecto de la surgencia y del aporte por las aguas de desechos que contribuyen localmente con el fosfato.

NITROGENO ORGANICO TOTAL:

Se obtuvieron las máximas concentraciones de nitrógeno orgánico (Figs. 16 y 17) para superficies y fondo en noviembre (0,40 mg/l) y mayo (0,45 mg/l) y las mínimas en enero (0,004 mg/l) para superficie y septiembre en fondo (0,01 mg/l).

En general el contenido de nitrógeno orgánico en la Ensenada de Pampatar es bajo y sus concentraciones promedio más altas se registraron en noviembre 0,20 mg/l en superficie y 0,16 mg/l en fondo, señalando que el área es orgánicamente pobre, a pesar del aporte de detritus orgánico por efecto de la surgencia y del drenaje de desechos domésticos.

CONDICIONES METEOROLOGICAS:

Los datos meteorológicos fueron suministrados en la estación del Aeropuerto Internacional Santiago Mariño y se observa en las figuras 18 y 19 una distribución cíclica en el comportamiento de la velocidad media del viento y la precipitación total para los años 1985-1986, notándose una correspondencia entre los valores mayores de precipitación total con las menores de velocidad media del viento, y es tanto así que en el mes de noviembre cuando existe un valor alto de precipitaciones, coincide con la menor velocidad del viento durante el período de estudio.

Se atribuye a las características meteorológicas del área como el factor que más contribuye a la dinámica y condiciones hidroquímicas de la masa de agua en la Ensenada de Pampatar.

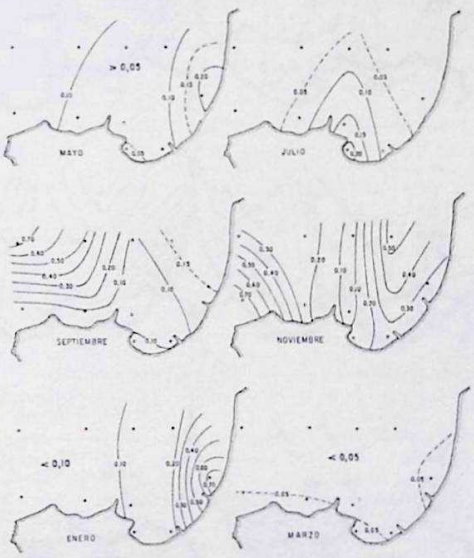


Fig. 11.- Nitrito µg at/l fondo.

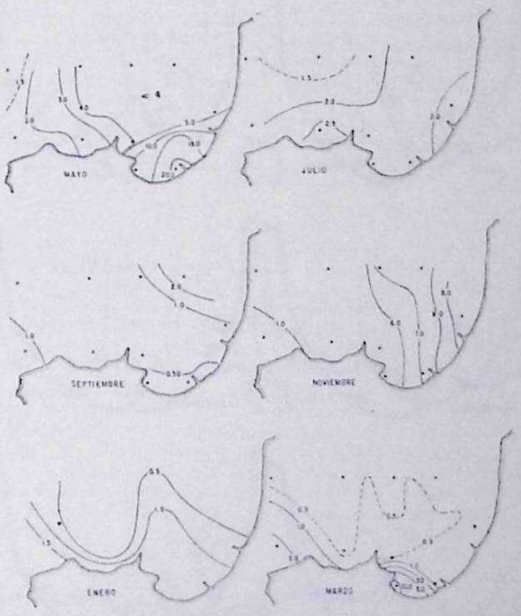


Fig. 12.- Amonio µg at/l superficie.

DISCUSION

En el estudio de las características hidrográficas de la Ensenada de Pampatar (Fig. 2), la variación de la temperatura durante el período de investigación osciló entre 24º y 28°C, en superficie y de 22° y 27,5°C para el fondo (Fig, 3). Esta variación térmica para cada muestreo fue aproximadamente 1ºC a excepción del mes de noviembre cuando, se observa una masa de agua térmicamente homogénea de 26ºC. De acuerdo a las condiciones meteorológicas, el período de enero a mayo de 1986 corresponde a la época de mayor celeridad de los vientos alisios que originan el máximo evento de surgencia y según HERRERA y FEBRES (1975), las temperaturas más bajas se presentan cuando los vientos soplan con mayor intensidad desde direcciones entre ENE y NNE, concluyendo que es posible evaluar el estado de surgencia regional mediante el análisis de los registros de vientos costeros. Los datos de la Tabla 1 y las Figuras 2 a 7, revelan que en este período, se encuentran los valores más altos de salinidad y oxígeno, junto con los más bajos de temperatura, lo cual es indicativo del fenómeno de surgencia.

Por otro lado, GARCIA *et al*, (1983) indicaron que la totalidad de las masas de agua de la cuenca Tuy-Cariaco, presentan hasta los 100 mts de profundidad poca variación en la salinidad, con valores que oscilan entre 36, 60 y 36,80‰ lo cual es coincidente con los valores encontrados para la Bahía de Pampatar en los meses de sequía (enero a marzo), por lo que se piensa que masas de agua de esta misma característica ubicada al este de Margarita, son las que prevalecen en el área por efectos locales, causados por el viento (Fig. 20).

En el diagrama TS (Fig. 20) se confirma lo antes reseñado. Similar fenómeno es reportado por GARCIA *et al* (1983) para esa misma época en áreas aledañas, señalando baja temperatura y altas salinidades, con poca variación.

En la figura 20 es importante distinguir tres períodos definitivos; uno el señalado anteriormente en los meses de enero y marzo, luego un leve calentamiento en mayo y posteriormente un calentamiento mayor en julio con disminución de la salinidad, luego sigue un enfriamiento con aumento de salinidad en septiembre y noviembre, que coincide con los valores obtenidos en mayo. Estos tres períodos son dependientes de las condiciones meteorológicas.

También CABRERA (1986) reportó, para la Bahía de

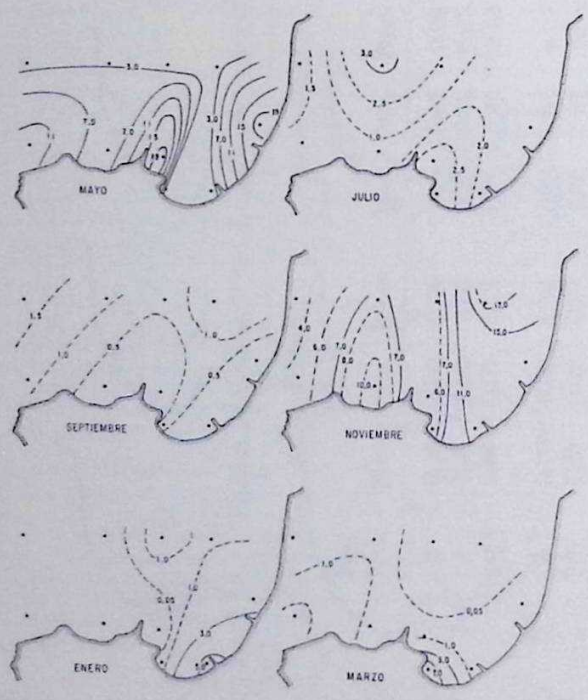


Fig. 13.- Amonio μ at gr/l fondo.

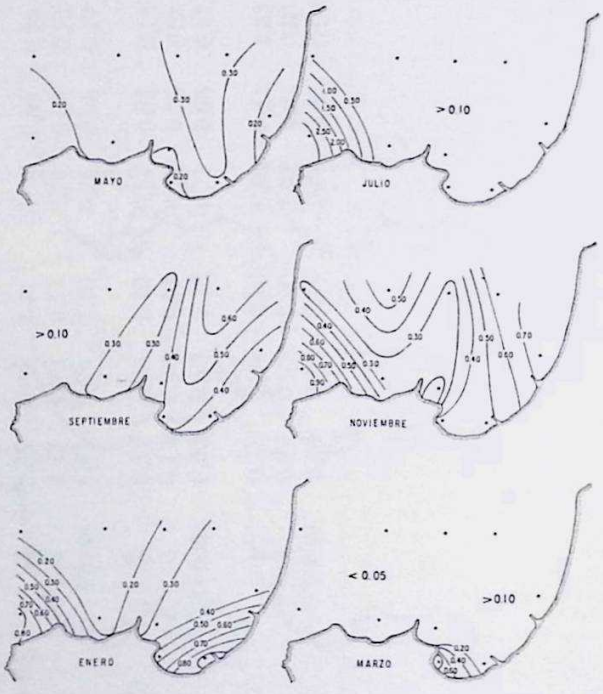


Fig. 14.- Fosfato μ at/l superficie.

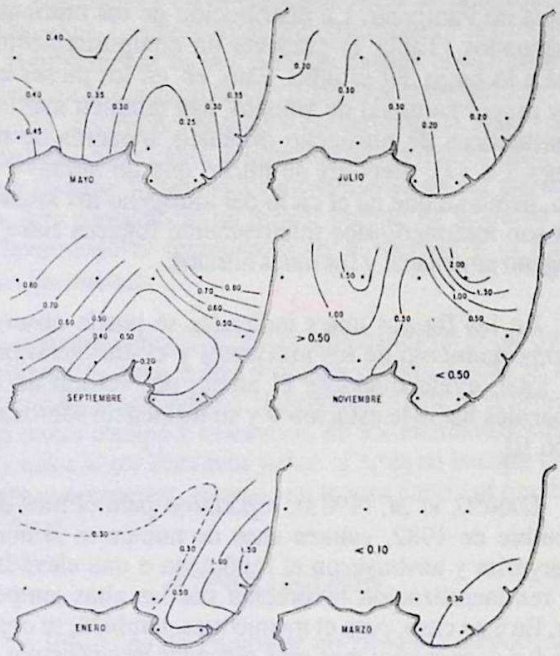


Fig. 15.- Fosfato μ at/l fondo.

Constanza en la Isla de Margarita, una posible incidencia de eventos de surgencia en los primeros meses del año, con la máxima intensidad en el período marzo-abril.

En las figuras 6 y 7 se observaron valores altos de oxígeno, con las excepciones de las estaciones 2 y 7, donde se reportan concentraciones más bajas. En el mes de mayo se encontró una concentración alta de oxígeno en la Est. 7, lo que origina una buena oxigenación de la masa de agua debido a la producción biológica y al efecto del viento, ya que la velocidad media del mismo (30,6 km/h) fue mayor en este mes (Fig 18) y debió, mezclar también la masa de agua en toda la columna.

La concentración de nutrientes fue elevada durante el período de estudio. Se atribuye este hecho al vertido de aguas servidas hacia la estación 9 y a la manifestación del fenómeno de surgencia inducida por los vientos alisios. La influencia de las aguas cloacales que desembocan hacia dicha estación, no afecta toda el área, sinó solo las estaciones internas de la bahía. (Est. 10. 8. 7) y en las estaciones de mar afuera son las corrientes, las que hacen las aguas más dinámicas, siendo las condiciones meteorológicas y biológicas, las que controlan los procesos hidroquímicos manteniendo las condiciones ecológicas.

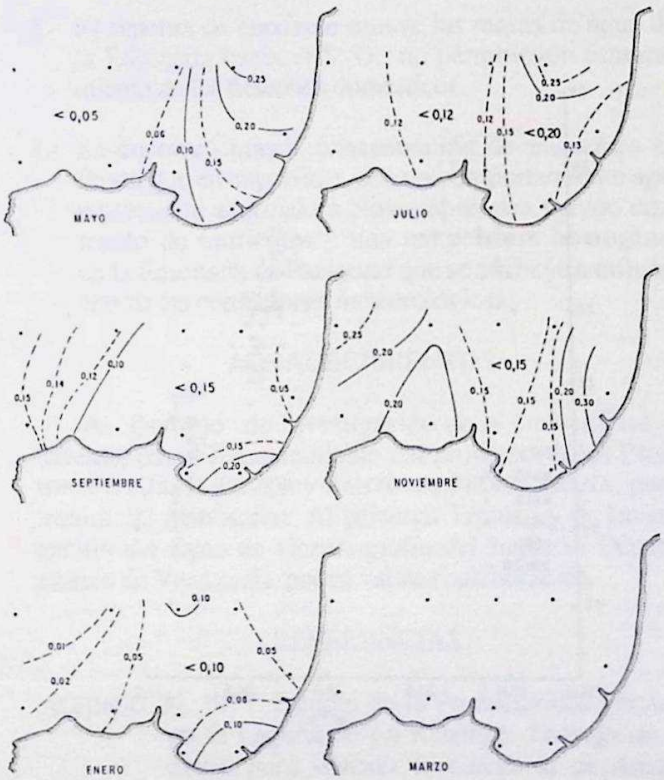


Fig. 16.- Nitrógeno orgánico μ at/l superficie.

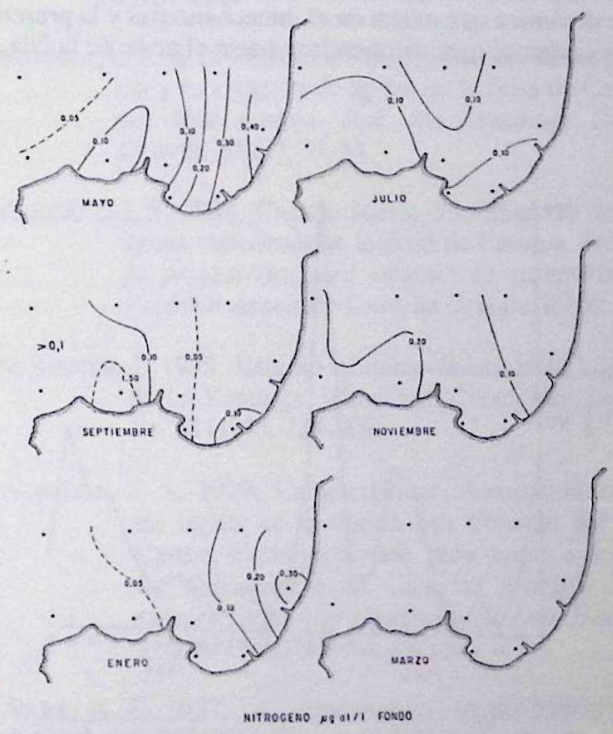


Fig. 17.-

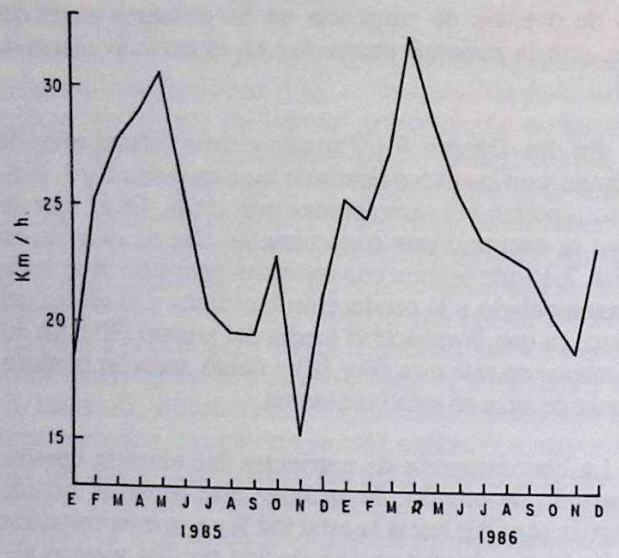


Fig. 18.- Velocidad media del viento en la estación del Aeropuerto "Santiago Mariño" para los años 85-86 con dirección este.

En esta investigación no se apreció autroficación, a pesar de que en noviembre y mayo se caracterizaron por concentraciones altas de amonio. La razón para que no se produjera el enriquecimiento exagerado de nutrientes, es la dinámica que existe en el bioecosistema y la presencia de corientes que, dirigiendose hacia el oeste de la Isla, remueven y oxigenan constantemente la masa de agua de la Bahía de Pampatar. La distribución de los nutrientes nitrogenados (Tabla 2) presenta un comportamiento normal a lo largo del estudio. Esto, es, en los meses en que hay mayor cantidad de amonio, hay también mayor concentraciones de nitrógeno orgánico, menores de nitrato (Figs 8 a 17), menores de nitrito que de nitrato y amonio, debido a que en el ciclo del nitrógeno los iones nitritos son intermediarios relativamente fugaces entre el nitrógeno amoniacal y los iones nitratos.

En las figuras antes indicadas se puede observar el comportamiento de los nutrientes y el nitrógeno orgánico total, evidenciándose el efecto del vertido de aguas cloacales hacia la estación 9 y su influencia sobre la estación 10.

GARCIA *et al*, (1983); reportaron para el mes de noviembre de 1982, valores altos de nutrientes al norte de Margarita y atribuyeron el fenómeno a una elevada tasa de remineralización favorecida por las altas temperaturas. En este caso, para el mismo mes, también, se obtuvieron las concentraciones más elevadas de nutrientes y nitrógeno orgánico total, causados por el efecto de desechos cloacales y las características, meteorológicas, como la menor celeridad de los vientos (15,3 km/h), la mayor precipitación total (215 mm). Siendo estas las varia-

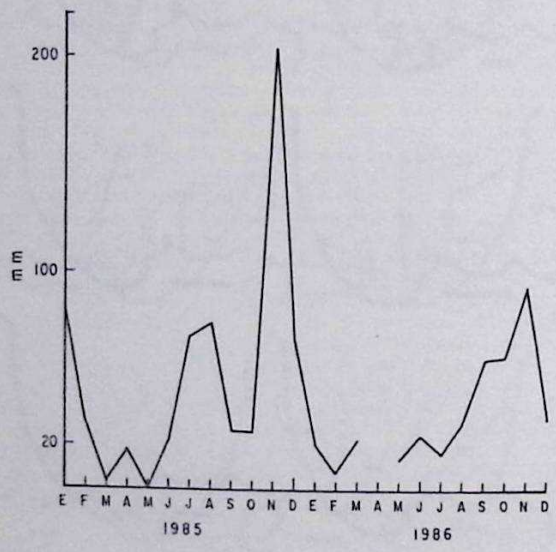


Fig. 19.- Precipitación total en la estación del Aeropuerto "Santiago Mariño" para los años 85-86.

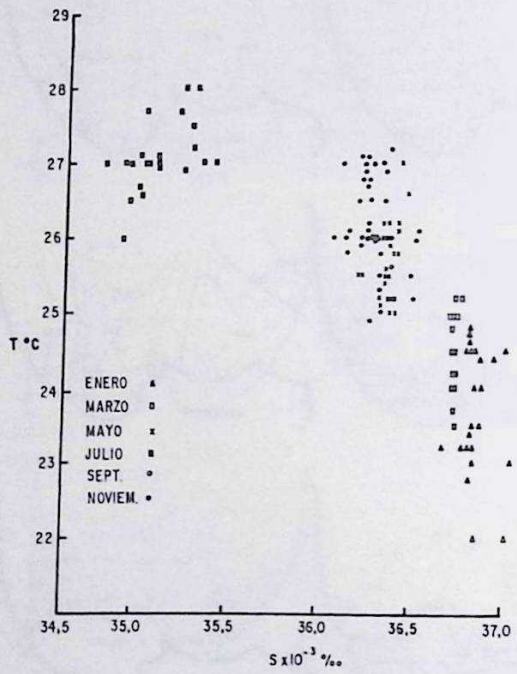


Fig. 20.- Diagrama T-S.

bles las que ejercieron su influencia en los altos contenidos de nutrientes y en la homogeneidad de la temperatura de ese mes. Las descargas contaminantes y la precipitación posiblemente hayan sido las causas principales del aumento en la concentración de las especies químicas, aunado a la acción del lavado y escorrentía de agua en los alrededores de la bahía y, como se dió la menor celeridad de los vientos, hubo menor movimiento de las masas de agua, esta permaneció un mayor tiempo en la Bahía y se vió favorecido el incremento de nutrientes y la fertilidad de las mismas.

La mayor concentración de nutrientes en el fondo posiblemente se debe a dos procesos distintos: uno se atribuyó a menor actividad y el segundo a que el sedimento actúa como trampa y reservorio de los elementos nutritivos y estos al ser liberados pasan al agua en la capa inmediatamente superior, estando en mayor cantidad que en la superficie.

CONCLUSIONES

1.- La Ensenada de Pampatar no presenta eutroficación y está muy influenciada por los eventos de surgencia y constituye un bioecosistema dinámico de altas concentraciones de oxígeno disuelto y valores relativamente bajos de nutrientes.

2.- El sistema de corriente mueve las masas de agua de la Ensenada hacia el S. O., no permitiendo estancamiento de los desechos domésticos.

3.- Se encontró mayor concentración de nutrientes en fondo que en superficie, con un comportamiento aparentemente anormal en Noviembre, con mayor contenido de nutrientes y una temperatura homogénea en la Ensenada de Pampatar que se atribuye a influencias de las condiciones meteorológicas.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, por el financiamiento del proyecto. A los Profesores WILLIAM SENIOR y SANTIAGO PEDRO ARENA, por la lectura del manuscrito. Al personal Técnico y de Investigación del Dpto de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela, por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS

ALFONSO, N. 1977. Estudio de la Productividad Primaria en la Laguna de La Restinga. *Trabajo de ascenso para obtener la categoría de Asistente. Núcleo de Nueva Esparta.* 53p.

BONILLA R, & T. OKUDA. 1971. Condiciones Hidrográficas y características químicas de los sedimentos de la Laguna de Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (1): 81-91.

CABRERA, T. 1984. Estudio de algunas variables físicoquímicas de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, entre octubre 1982 y septiembre 1983 y Septiembre 1983. *Ibid.* 35 (1): 362.

CABRERA, T. 1986. Análisis de las condiciones hidrográficas de Bahía Constanza, Isla de Margarita. *Trabajo presentado para obtener la categoría de Profesor Asistente. Univ. de Oriente.* 58. p.

FEBRES ORTEGA, G.A. 1974. Circulación de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco en abril de 1979. *Bol Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 13 (1-2) : 79-86.

FRAGA, F. 1959. Determinación de nitrógeno orgánico, suspendido y disuelto en el agua de mar. *Inv. Pesq.* 14: 121-127.

GARCIA, A. J., J. BONILLA, R & J. BENITEZ ALVAREZ, 1983. Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente* 22 (1-2): 87-101.

HERRERA, L. E. & G. FEBRES O. 1975. Procesos de surgencia y renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Ins. Oceanogr. Univ. Oriente.* 14 (1): 31-44.

MARCANO L.S. 1984. Características termohalinas de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco. *Trabajo presentado para obtener la categoría de Profesor Asociado Univ. de Oriente.* 89 pp.

MONENTE, J. 1978. Estudio químico-físico de la Laguna de La Restinga. *Mem. soc. Cienc. Nat. La Salle.* 38 (110): 227-309.

NORIEGA, J. S. 1979. Características hidroquímicas de las aguas de la región Sur Oriental del Mar Caribe. *Tesis de Grado para obtar a Magister Scientiarum en Ciencias Marinas mención en Oceanografía Química. Inst. Oceanográfico Univ. Oriente.* 86 pp.

PARR, A. E. 1937. A contribution to the hidrography of the Caribbean and Cayman Seas, based

upon the observations made by the research ship "Atlantis" 1933-1934. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 5 (4): 1-110.

Pineda, J. & A. Aguado. 1980. Variación mensual de la composición química del Mejillón *Perna perna* (L) cultivado y las condiciones ambientales en la Bahía de El Guamache S. Paulo 29 (2): 305-311.

Richards, F. A. 1960. Some chemical and hidrographic observations along the coast of South America. I. Cabo Tres Puntas To Curaçao including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep Sea Res.*, 7 (3) : 163-182.

Senior, W 1987. *Guía práctica de análisis químico del agua de mar U.D.O. Inst. Oceanogr.* 119 p.

Strickland, J. D. H. & T. R. Parsons. 1972. *A practical hand book of seawater anlysis. Bull Fish. Res. Bd. Canadá.* 167.

Voltolina, A & D. Voltolina. 1974. Observaciones hidrológicas en la Laguna de La Restinga. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 34 (97) 59-85.

(Manuscrito recibido el 8 de mayo de 1989).