

CARACTERISTICAS AMBIENTALES DE LA BAHIA DE MOCHIMA Y ADYACENCIAS DE LA CUENCA DE CARIACO, VENEZUELA

ANTONIO QUINTERO¹, JAIME BONILLA¹, LETZY SERRANO¹, MARÍA AMARO¹, BELTRÁN RODRÍGUEZ¹,
GALINA TEREJOVA¹, YELITZA FIGUEROA²

¹Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

²Instituto de Investigación en Biomedicina y Ciencias Aplicadas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela
aquinter@sucra.udo.edu.ve

RESUMEN: A fin de conocer la condición ambiental en base a la distribución y variación de algunos parámetros hidrográficos e hidroquímicos, se realizaron dos expediciones a la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, durante la época de mayor influencia de la surgencia local (sequía) y la época de escasa incidencia de los Vientos Alisios (invierno ó período lluvioso). Los muestreos se realizaron a bordo del B/O Guaiquerí II y de la embarcación Sagitario. Las muestras de agua se tomaron con ayuda de botellas de captación «Niskin», y para el procesamiento de las mismas se emplearon técnicas estandarizadas en oceanografía. En la zona de estudio, durante el período lluvioso se encontró un pobre aporte de elementos nutricionales, un contenido de oxígeno relativo mayor y una marcada estratificación de los parámetros hidrográficos, producto del efecto de la masa de agua superficial que ocupa el área. En la estación de sequía, se encontraron altos contenidos de nutrientes, bajo contenido de oxígeno, bajas temperaturas y salinidades relativamente altas, producto del afloramiento de la masa de agua subtropical adyacente. La interdependencia de los parámetros hidrográficos es marcada; en menor proporción se relacionan los parámetros hidroquímicos entre sí y la dependencia de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos es escasa. Se registró un aumento en el contenido de nutrientes, en relación a mediciones realizadas en 1966. El fenómeno de la surgencia se puede detectar en observaciones periódicas de corto período.

Palabras clave: Bahía de Mochima, Cuenca de Cariaco, características ambientales, períodos de lluvia y sequía.

ABSTRACT. With the purpose of knowing more about the distribution and variation of some hydrographic and hydrochemical parameters in Bahía de Mochima and its Cariaco Basin surroundings, two expeditions were carried out at that basin, one at the time of great local upwelling (dry season) and the other during the lowest incidence of trade winds (rainy season). The water sampling was conducted onboard the vessels Guaiquerí II and Sagitario. The samples were collected into Niskin flasks and processed by means of standard oceanography techniques. There is a scant contribution of nutritional elements during the rainy season, accompanied by a relatively higher oxygen content and a marked stratification of hydrographic parameters. As a consequence of the adjacent subtropical water mass, a more copious supply of nutrients, a lower oxygen content, lower temperatures, and a relatively higher salinity characterize the dry season. The interdependence of the hydrographic parameters is quite marked, more so than that of the hydrochemical parameters. The interdependence of both is scant. An increase in the nutrient content was recorded relative to measurements undertaken in 1966. Upwelling can be detected in short-term periodical observations.

Key words: Bahía de Mochima, Cariaco basin, environmental characteristics, rainy and dry seasons.

INTRODUCCION

Los ecosistemas costeros como zona de continua interacción entre tierra firme y el mar, son estudiados desde hace años en virtud de la importancia socioeconómica y científica que revisten. Los parámetros hidrográficos y químicos explican lo que allí ocurre y controlan la vida de los organismos que en ellos habitan. Las masas de agua litorales están

influenciadas, además de los procesos bióticos y abióticos del medio mismo, por el aporte de origen antropogénico de diversa índole, al ser estas el receptáculo final de la escorrentía continental que altera de una u otra forma el equilibrio ecológico (HERRERA & FEBRES-ORTEGA, 1975a; BONILLA *et al.* 1998).

El área de estudio comprende la Bahía de Mochima y adyacencias insertadas en la Fosa de Cariaco (también

se le da el nombre "Cuenca de Cariaco", debido a su relativa escasa profundidad), que forman parte del Parque Nacional Mochima. Este sistema es considerado como reservorio natural de muchas especies marinas (BRITO & LEÓN, 1999) y un vivero natural, por la presencia, por ejemplo, de cierta cantidad de alevines de importancia comercial (ZOPPI, 1999). La bahía misma es un espacio relativamente pequeño con diversos ambientes que van desde playas arenosas o arenofangosas hasta enclaves de formación coralina, lo cual facilita la existencia de una alta diversidad de comunidades (CARABALLO, 1968; MÉNDEZ *et al.* 1999).

Aunque se puede presumir la existencia de una posible contaminación bacteriana en el área de estudio, ésta no se ha encontrado o está dentro de los límites establecidos por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, según DURÁN & IABICHELLA (1999). Sin embargo, si se ha detectado la presencia de *Ulva reticulata* (chlorophyta), que se distribuye en toda la bahía formando densas alfombras sumergidas en zonas someras de poco movimiento (BARRIOS, 1999), lo cual indica cierta degradación. Es necesario por lo tanto, realizar evaluaciones periódicas de la "salud ambiental" del área, entendida esta última como el conjunto de variables hidrobiológicas que regulan la condición y calidad de los ecosistemas.

Por otra parte, aún cuando ha sido establecida y estudiada la existencia del fenómeno de la surgencia en las costas venezolanas y particularmente en la región nororiental (FUKUOKA 1965; HERRERA & FEBRES-ORTEGA 1975a y 1976; OKUDA *et al.* 1978; BONILLA *et al.* 1993; QUINTERO & LODEIROS 1996), estudios en áreas de cobertura geográficas reducida a excepción del Golfo de Cariaco son escasos (AGUDO, 1999). Por ejemplo, en la zona de la bahía de Mochima no se han reportado especies de la flora macroalgal de aguas frías indicadoras de surgencia (BELLORÍN *et al.* 1999), posiblemente debido a que el fenómeno no es permanente o no actúa siempre con la misma intensidad (HERRERA y FEBRES-ORTEGA, 1975a y b).

Tomando en consideración lo antes señalado, la presente investigación está orientada al estudio de la distribución y variación vertical en la columna de agua de algunos parámetros hidrográficos e hidroquímicos en la Bahía de Mochima y zona adyacente de la Cuenca de Cariaco en el nororiente venezolano, durante las temporadas de sequía y de lluvias, para aportar

información que sirva de línea base a investigaciones futuras en la zona estudiada.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Se compone ésta de dos secciones (Fig. 1). La primera representada por la Bahía de Mochima, formación de unos 7,1 km. de longitud y una anchura mínima de 0,3 km. Buena parte de la bahía está por debajo de los 20 m y geomorfológicamente puede ser dividida en tres segmentos (CARABALLO, 1968). El más externo va desde la boca de la bahía hasta la región más angosta, el segundo desde esta zona hasta el conjunto de islas situadas en el centro de la bahía, el más interno desde el grupo de islas hasta el borde del litoral costero en el sur. Las secciones transversales señalan la existencia de un canal de fondo en la bahía, con cierta tendencia de "V", correspondiendo probablemente la parte extrema a la desembocadura de un canal en el mar.

La segunda sección del área de estudio está encuadrada en la Cuenca de Cariaco y se comunica libremente con la Bahía de Mochima. La Cuenca de Cariaco está formada geomorfológicamente por dos cuencas (la del este y la del oeste), ambas situadas en el mar Caribe venezolano y separadas por un umbral submarino de 150 m de profundidad, que se extiende al sur desde la isla La Tortuga, presentando ambas cuencas una profundidad máxima aproximada de 1340 m (OKUDA *et al.*, 1974 y 1978).

Estaciones

En el área de estudio se incluyeron las estaciones: Est. 1 (10° 22' 27'' Lat. N y 64° 20' 20'' Long. W), Est. 2 (10° 23' 52'' Lat. N y 64° 20' 20'' Long. W); ambas situadas en la Bahía de Mochima. La Est. 3 (10° 25' 20'' Lat. N y 64° 20' 48'' Long. W), Est. 4 (10° 26' 24'' Lat. N y 64° 20' 48'' Long. W) y Est. 5 (10° 28' 48'' Lat. N y 64° 20' 48'' Long. W), están ubicadas en la Cuenca de Cariaco (Fig. 1).

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó en dos expediciones los días 26 julio 2000 (estación de lluvias) a bordo del buque Sagitario y el día 31 marzo 2001 (estación seca) a

Características ambientales en la Bahía de Mochima

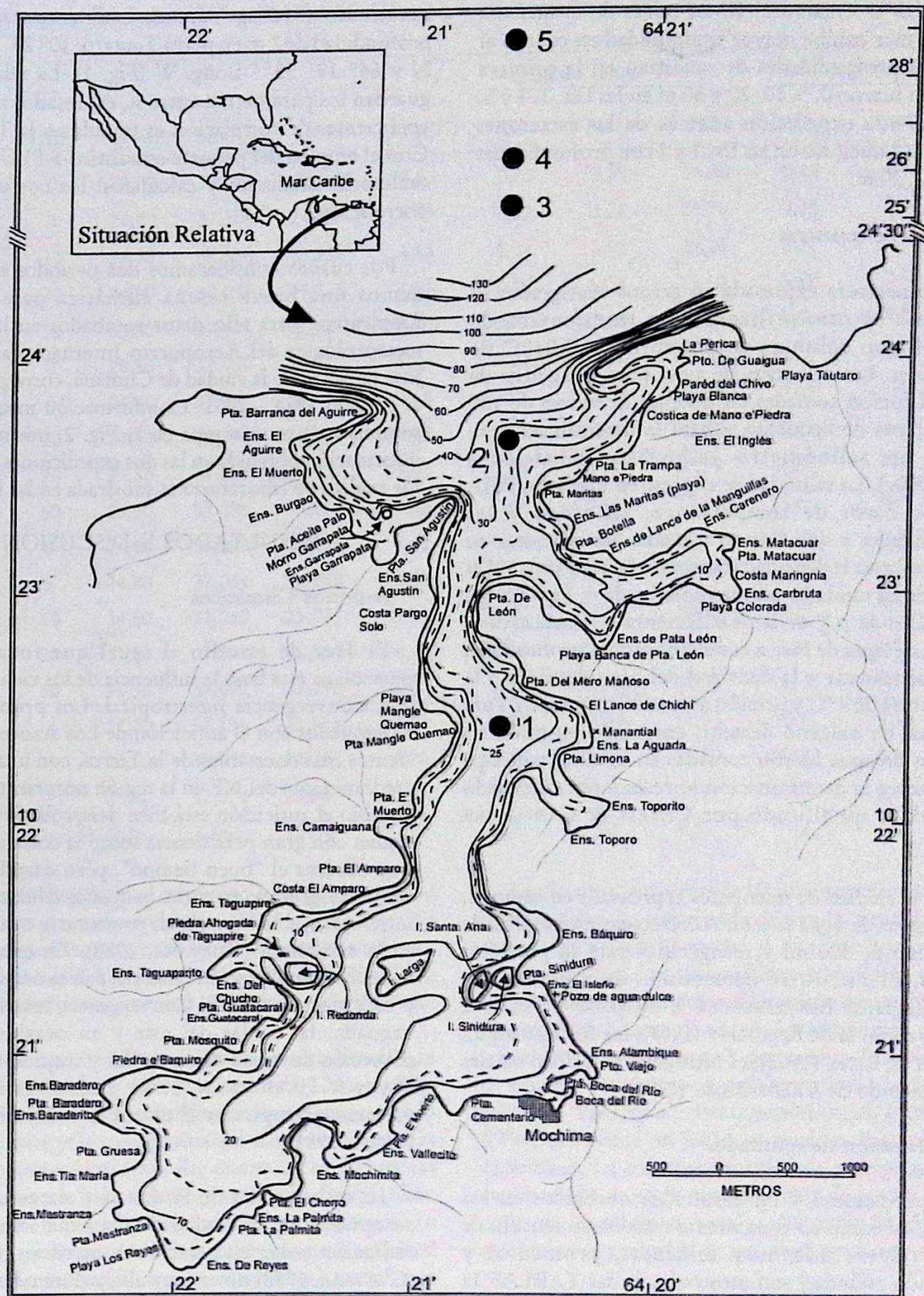


Fig. 1. Area de estudio

bordo de B/O Guaiquerí II, en horas de la mañana cuando el mar exhibe mayor tranquilidad en cuanto al oleaje. Las profundidades de muestreo en la primera expedición fueron 0, 5, 10, 20 y 50 m en las Est. 3, 4 y 5. En la segunda expedición además de las estaciones anteriores se adicionaron las Est. 1 y 2 con profundidades de 0, 5, 10, 20 m.

Análisis de muestras

La temperatura expresada en grados centígrados se determinó *in situ*, utilizando un termómetro de inversión con columna de mercurio de 0,01°C de apreciación. Las muestras de agua para el análisis de salinidad fueron tomadas en botellas de vidrio de 150 ml con tapas de baquelita y para la determinación se utilizó un salinómetro inductivo (Khalsico - 118wc2000g). La salinidad se expresa en unidades PSU. Con los datos de temperatura, salinidad y las profundidades a que fueron tomadas las muestras de agua, se calculó la densidad (FOFONOF & MILLARD, 1983) expresada en unidades adimensionales de σ_t ($\sigma_t = [\rho \frac{t^\circ}{4^\circ} - 1]1000$. Donde $\rho \frac{t^\circ}{4^\circ}$ es la relación entre la densidad de la muestra de agua de mar a la temperatura y profundidad a que fue tomada y la densidad del agua destilada a la temperatura de 4°C y presión atmosférica normal). Para el análisis de oxígeno disuelto expresado en ml/l, las muestras de agua fueron tomadas en botellas con tapa esmerilada y la determinación se realizó por el método de Winkler modificado por CARRIT & CARPENTER (1966).

Para el análisis de nutrientes expresados en mmol/l, las muestras de agua fueron recolectadas en botellas de polietileno de 500 ml y refrigeradas para su posterior análisis. El nitrato se determinó de acuerdo a la metodología de BENDSCHEIDER & ROBINSON (1952), el amonio según la de KOROLEFF (1969), los fosfatos según MURPHY & RILEY (1962), el nitrógeno y fósforo totales por el método de VALDERRAMA (1981).

Presentación de resultados

Las mediciones y los resultados obtenidos en los análisis, así como un tratamiento estadístico sencillo de ellos (valores máximos, mínimos, promedios y desviación estándar) son mostradas en las TABLAS 1a y 1b. En la TABLA 2 se muestran las mediciones térmicas obtenidas mediante un termógrafo de registro

autónomo (Sealog Vemco, Ltd) dispuesto a una profundidad de 7 m en playa Tautaro: 10° 23' 56'' Lat. N y 64° 19' 35'' Long. W (Fig. 1). La relación que guardan los parámetros entre sí, expresados a través de coeficientes de correlación es tratada en la TABLA 3. Con el empleo del paquete estadístico S-PLUS 2000, se realizó la estadística y calcularon los coeficientes de correlación.

Por cuanto consideramos dos períodos climáticos, damos una breve reseña climática para la zona. Empleamos para ello datos recabados en la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional Antonio José de Sucre de la ciudad de Cumaná, correspondientes al período 1984 - 2001. La información meteorológica suministrada es mostrada en la Fig. 2, mientras que la información obtenida en las dos expediciones y luego en los análisis de laboratorio es mostrada en las Figs. 3 a 6.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos Climáticos

El área de estudio al igual que toda la costa venezolana esta bajo la influencia de los vientos Alisios y la Convergencia Intertropical. Los primeros están relacionados con el anticiclón de Los Azores y son los vientos más constantes de la Tierra, con una dirección predominante del NE en la región nororiental del país. Cuando el anticiclón está bien desarrollado los Alisios actúan con gran persistencia sobre la costa venezolana y se observa el "buen tiempo", pero cuando éste está débil y disgregado en varias pequeñas células los Alisios son flojos y el tiempo puede presentarse con disturbios en la atmósfera (GUEVARA, 1988). En esta situación meteorológica la región norte del país es muy vulnerable y está afectada por la Convergencia Intertropical, la vaguada, las ondas del este y en ocasiones por la advección de masas de aire polar y tropical (PERDOMO-MATA & HUBSCHMAN, 1976) y muy raramente por tormentas tropicales (FUKUOKA, 1971; HERRERA & FEBRES, 1981).

La información de la estación meteorológica del aeropuerto de la ciudad de Cumaná señaló, que la radiación solar en relación a otros sitios del país (GUEVARA, 1988) no es muy alta y durante el año tiene dos máximos y dos mínimos (Fig. 2A). El principal máximo se observa en el mes de marzo (405,6 cal/día

TABLA 1a. Características ambientales en la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco en la estación de lluvias (I).

Est	H(m)	T(°C)	S(PSU)	σ_t	O ₂ (ml/l)	Nitrógeno ($\mu\text{mol/l}$)			Fósforo ($\mu\text{mol/l}$)	
						NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	NT	PO ₄ ³⁻	PT
3	0	27,00	37,088	24,294	4,83	0,03	5,59	16,30	0,18	0,32
	5	24,90	37,108	24,989	4,65	0,12	3,28	25,50	0,25	0,67
	10	24,30	37,136	25,214	4,63	0,04	2,91	29,26	0,21	0,39
	20	24,00	37,098	25,319	4,51	0,15	6,07	25,50	0,17	0,43
	50	23,50	37,134	25,624	3,76	0,77	15,39	18,81	1,86	2,18
4	0	26,30	37,090	24,519	4,75	0,23	7,19	22,15	0,08	0,57
	5	24,80	37,057	24,981	4,61	0,05	12,21	22,99	0,41	1,14
	10	24,50	37,070	25,104	4,43	0,09	15,41	30,10	0,11	0,40
	20	23,80	37,094	25,937	4,21	0,14	17,48	27,59	0,26	0,52
	50	23,50	37,090	25,591	4,10	0,47	8,53	23,83	0,43	0,72
5	0	26,80	36,859	24,185	5,42	0,10	7,43	17,97	0,64	0,32
	5	24,80	37,054	24,918	4,93	0,05	6,78	25,92	0,53	0,68
	10	24,50	37,032	25,075	4,70	0,10	11,16	30,93	0,27	0,43
	20	23,80	37,062	25,250	4,25	0,06	4,50	22,99	0,07	0,66
	50	23,50	37,092	25,592	4,49	0,06	0,14	19,23	0,15	0,88
Máximo.		27,00	37,136	25,624	5,42	0,77	17,48	30,93	1,86	2,18
Mínimo		23,50	36,859	24,185	3,76	0,03	0,14	16,30	0,07	0,32
Media		24,67	37,071	25,069	4,55	0,16	8,27	23,94	0,37	0,69
Des. Stan.		1,16	0,065	0,446	0,39	0,20	5,07	4,51	0,44	0,47

cm²), que corresponde al equinoccio de primavera, el mínimo se registra en noviembre (330,8 cal/día cm²). El segundo máximo se registra en agosto y el segundo mínimo en julio. La amplitud de la radiación solar es de 75 cal/día cm², lo que representa apenas el 18,4% de la variación total.

La temperatura del aire tuvo buena concordancia con la radiación solar, pero con un desfase de 1 - 2 meses (Fig. 2B). Este retraso o no coincidencia automática entre la radiación solar y la temperatura del aire es característica de las regiones costeras. En enero se registran las temperaturas más bajas del año y en mayo - las más altas. El máximo y mínimo secundarios se observan en septiembre y julio respectivamente. Por cuanto la amplitud anual de la radiación no es muy significativa, es comprensible que tampoco lo sea la temperatura del aire (2,1° C).

La distribución anual de las precipitaciones presentó dos períodos. La temporada de sequía, situada entre los meses diciembre - mayo y durante los cuales las precipitaciones son insignificantes, es decir, están por debajo de los 50 mm/mes. El mínimo de precipitaciones corresponde al mes de enero. La temporada de lluvias o mal llamado "invierno", por cuanto "... coincide con el verano astronómico del hemisferio norte al cual pertenece Venezuela" (PERDOMO-MATA & HUBSCHMAN, 1976), comienza en junio y continua hasta el mes de diciembre. La máxima cantidad de precipitaciones en este período se registran en el mes de agosto. La suma anual de las precipitaciones es del orden de 450 mm, lo que indica la presencia de un clima semiárido.

La evaporación del aire (en milímetros) es alta durante todo el año y excede muchas veces las precipitaciones

TABLA 1b. Características ambientales en la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco en la estación seca (II).

Est.	H(m)	T(°C)	S(PSU)	σ_t	O ₂ (ml/l)	Nitrógeno ($\mu\text{mol/l}$)			Fósforo ($\mu\text{mol/l}$)	
						NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	NT	PO ₄ ³⁻	PT
1	0	24,75	36,997	24,930	4,70	0,19	0,90	21,35	0,49	1,06
	5	23,50	36,880	25,237	5,10	0,11	0,06	21,78	0,00	0,36
	10	21,75	36,765	25,675	3,57	0,73	0,33	27,33	0,19	0,71
	20	20,75	36,742	25,978	1,71	2,08	0,94	38,00	2,26	3,85
2	0	24,75	36,896	24,853	5,00	0,25	0,00	20,92	0,06	0,66
	5	21,75	36,750	25,642	5,28	0,89	0,13	31,17	0,15	0,86
	10	21,25	36,777	25,823	3,69	0,90	0,60	30,74	0,32	0,78
	20	20,75	36,797	26,019	3,34	0,81	0,44	28,61	0,21	0,62
3	0	23,00	36,854	25,342	4,16	0,71	1,13	36,30	0,46	1,65
	5	21,55	36,816	25,748	4,18	0,52	0,61	40,99	0,13	0,80
	10	21,23	36,826	25,866	4,14	0,49	1,41	42,27	0,08	0,68
	20	21,20	36,768	25,874	3,86	0,70	1,41	40,57	0,28	0,72
	50	20,85	36,806	26,129	2,99	0,61	1,25	40,57	0,00	0,29
4	0	23,05	36,828	25,308	4,30	0,35	0,54	37,58	0,12	0,58
	5	21,40	36,816	25,790	4,55	0,33	1,14	36,72	0,14	0,86
	10	21,35	36,829	25,835	4,30	0,54	4,40	42,27	0,21	0,24
	20	21,18	36,829	25,926	3,62	0,65	1,32	31,60	0,49	0,62
	50	20,40	36,835	26,078	2,95	1,27	0,56	40,99	0,59	0,67
5	0	23,15	36,773	25,237	5,13	0,34	0,87	40,14	0,23	0,89
	5	21,78	36,837	25,700	4,86	0,33	0,36	34,59	0,17	0,60
	10	21,45	36,844	25,819	4,73	0,34	0,47	30,32	0,15	0,60
	20	21,32	36,840	25,895	4,05	0,44	1,58	46,54	0,59	1,23
	50	20,34	36,806	26,268	3,06	0,69	0,36	38,00	0,34	0,99
Máximo		24,75	36,997	26,268	5,28	2,08	4,40	46,54	2,26	3,85
Mínimo		20,34	36,742	25,492	1,71	0,11	0,00	20,92	0,00	0,07
Media		21,85	36,822	25,694	4,06	0,62	0,90	34,75	0,33	0,89
Des. Stand		1,25	0,054	0,373	0,87	0,42	0,89	7,24	0,45	0,72

(II)

(DÍAZ, 2001). La evaporación tiene una correlación altamente positiva con la velocidad del viento ($r = 0,947$). Esta relación es conocida y ha llevado a muchos autores a considerar al viento como predictor a la hora de establecer el valor de la evaporación (e.g. OKUDA *et al.* 1978). Las mediciones realizadas mostraron que a la velocidad del viento registrada en marzo correspondió el máximo de evaporación y al período de menor velocidad del viento (septiembre) correspondió la menor evaporación.

En cuanto al comportamiento del viento también se apreciaron dos períodos, tanto en la dirección como en la velocidad del mismo (Fig. 2C). El período de diciembre a junio corresponde a vientos moderados del primer cuadrante con velocidades medias de hasta 5,6 m/seg cuando predominan los vientos Alisios del norte. El segundo período, de julio a noviembre, esta bajo la influencia de los Alisios del sur y la Convergencia Intertropical. En este lapso se presentan vientos débiles

TABLA 2. Mediciones térmicas en playa Cautaro

Fecha	T(°C) Max.	Hora	T(°C) Min.	Hora	T(°C)	Fecha	T(°C) Max.	Hora	T(°C) Min.	Hora	T(°C)
15/03/2001	20,44	14:15	19,82	00:45	0,62	30/07/2001	29,04	18:45	23,37	01:45	1,70
20/03/2001	20,75	13:45	19,97	00:15	0,78	31/07/2001	29,09	16:15	27,20	03:15	1,89
23/03/2001	22,66	13:45	19,97	00:00	2,69	10/08/2001	28,16	14:45	25,91	12:45	2,25
30/03/2001	21,38	09:30	20,44	20:45	0,94	20/08/2001	27,01	13:00	25,86	07:00	1,15
02/04/2001	23,96	15:45	21,07	00:00	2,89	30/08/2001	25,19	16:15	23,99	11:30	1,20
10/04/2001	22,18	13:45	21,54	00:45	0,64	31/08/2001	26,46	14:00	23,66	03:45	2,80
20/04/2001	22,18	10:15	21,70	22:15	0,48	06/09/2001	27,49	15:45	23,68	08:15	3,81
30/04/2001	22,82	12:00	22,18	20:45	0,64	10/09/2001	24,80	14:30	23,95	9:30	0,85
10/05/2001	25,62	11:30	23,96	20:00	1,66	20/09/2001	26,71	16:15	24,72	03:45	1,99
20/05/2001	25,45	14:45	24,62	12:15	0,83						

TABLA 3. Coeficientes de correlación de las características ambientales en la estación de lluvias (I) y seca (II)

	(II)									
	H (m)	T (°C)	S (PSU)	σ_t	O ₂ (ml/l)	NO ₂ ⁻ (μmol/l)	NH ₄ ⁺ (μmol/l)	NT (μmol/l)	PO ₄ ⁻³ (μmol/l)	FT (μmol/l)
H (m)	1,0000	-0,6802	-0,2340	0,7509	-0,7021	0,4221	0,0381	0,3742	0,1721	-0,1025
T (°C)	-0,7586	1,0000	0,6570	-0,9879	0,6496	-0,5554	-0,2168	-0,5954	-0,2300	-0,0700
S (PSU)	0,3738	-0,5133	1,0000	-0,5765	0,3933	-0,5734	-0,0032	-0,4404	-0,2243	-0,2412
σ_t	0,8274	-0,9845	0,5948	1,0000	-0,6743	0,5082	0,2265	0,5768	0,2108	0,0480
O ₂ (ml/l)	-0,7506	0,8660	-0,6942	-0,8370	1,0000	-0,7954	-0,0962	-0,3349	-0,6526	-0,4506
NO ₂ ⁻ PO ₄ ⁻³	0,6462	-0,3475	0,2782	0,4353	-0,6563	1,0000	0,0077	0,2565	0,8069	0,6440
NH ₄ ⁺ (μmol/l)	0,0466	0,1539	-0,0220	0,1452	-0,3820	0,4024	1,0000	0,5094	0,0695	0,1243
NT (μmol/l)	-0,1843	-0,3932	0,2230	0,3138	-0,1116	-0,2414	0,2625	1,0000	0,1670	0,1425
PO ₄ ⁻³ (μmol/l)	0,4219	-0,1758	0,0137	0,2228	-0,3533	0,8031	0,4055	-0,3508	1,0000	0,8902
FT (μmol/l)	0,5834	-0,4235	0,3312	0,4799	-0,6190	0,7560	0,3087	-0,3362	0,8362	1,0000
	(I)									

por debajo de 3,5 m/seg con el componente sur en la dirección.

Parámetros Hidrográficos

Temperatura del Agua: Debido a la acción de los diferentes parámetros meteorológicos y astronómicos la temperatura del agua en el mar se incrementa en la superficie y disminuye rápidamente con la profundidad.

Este comportamiento es normal (QUINTERO, 1991) y se manifestó en todas las estaciones de muestreo, tanto en la temporada de lluvias (julio) como de sequía (marzo). Asimismo, la temperatura del agua tiene un carácter de oscilación diaria y anual. La información obtenida sobre la temperatura superficial en playa Tautaro, mostró que su amplitud diaria puede alcanzar hasta 3,81°C (TABLA 2). Para ese sitio, las máximas temperaturas de la oscilación diaria se alcanzan

alrededor de las 13:00 - 14:00 horas, mientras que el momento en que se registran las temperaturas mínimas tiene un espectro más amplio. En cuanto a la amplitud anual de la temperatura superficial según las observaciones realizadas fue de $7,99^{\circ}\text{C}$. Es de destacar que valores similares fueron obtenidos por QUINTERO & LODEIROS (1996) para el golfo de Cariaco.

Los señalamientos anteriores apuntan sobre la importancia de tener en cuenta la hora y la época en que son realizadas las observaciones oceanográficas y las tomas de muestras de agua, sobre todo en el estrato superficial.

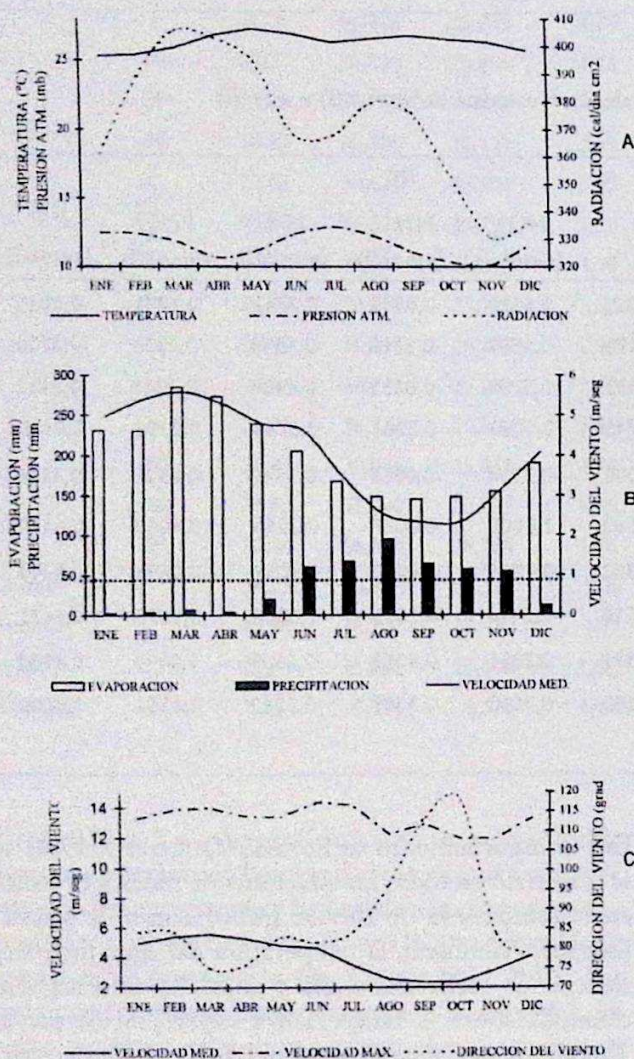


Fig. 2. Distribución anual de las variables climatológicas.

Durante la estación lluviosa la temperatura media del agua alcanzó en el estrato 0 - 50 m $24,67^{\circ}\text{C}$ en promedio, mientras que para la estación seca la temperatura de la columna disminuyó en $4,45^{\circ}\text{C}$ para situarse en $21,85^{\circ}\text{C}$. En ambos casos ocurrió una rápida disminución de la temperatura en los primeros metros, que conlleva a un marcado gradiente y que alcanza los $0,42^{\circ}\text{C}/\text{m}$ en la Est. 3 (Fig. 3A-I). Este valor es bastante alto (QUINTERO, 1991) y cabe esperar que esa marcada termoclina esté influenciada por la variación diaria de la temperatura del agua, sometida a la interacción atmósfera - océano y que tiene lugar día tras día sobre la termoclina estacional.

Es interesante señalar que hubo la presencia de un domo térmico en el período de lluvias en la Est. 4, de unos 10 m y que parece representar una onda interna a juzgar por la disposición de las isotermas de $23,5^{\circ}\text{C}$ y $24,0^{\circ}\text{C}$, por la distancia entre las Ests. 3 y 5 y además por su ubicación dentro de la termoclina (FAIRBRIDGE, 1966).

Salinidad: Los valores de salinidad fueron mayores en la estación lluviosa y menores en la estación seca (Figs. 3B-I y II), donde los promedios generales son 37,070 PSU y 36,822 PSU y tienen una desviación standard de 0,065 y 0,054 respectivamente. Estas son las desviaciones más bajas de todos los parámetros analizados.

Llama la atención estos resultados y estarían relacionados con las masas de agua a las que corresponden. Así, en el período de lluvias las aguas superficiales ocupan el área, mientras que en el período de sequía lo hacen las aguas de origen subtropical. Las aguas subtropicales tienen una salinidad ligeramente inferior en relación a las aguas subtropicales (OKUDA, 1981).

En la estación lluviosa los valores relativos elevados de la salinidad en la columna de agua (por encima de 37,000 PSU), estuvieron disminuidos en la superficie de la Est. 5. En ella la salinidad aumentó rápidamente en el estrato superficial donde se obtuvo el mayor gradiente de salinidad (halino) de todas las observaciones realizadas para este parámetro. Esta disminución de la salinidad puede ser producto de una precipitación atmosférica puntual.

Durante la sequía la salinidad estuvo por debajo de 36,900 PSU a excepción de la superficie en la Est. 1 donde estuvo cerca de 37,000 PSU. (TABLA 1b). Sobre

todo llama la atención las Ests. 4 y 5, donde la diferencia entre la superficie y el fondo fue reducida y el estrato puede considerarse cuasihomohalino. En las primeras tres estaciones la salinidad aumentó hacia la superficie, lo que puede estar relacionado con una mayor evaporación en el interior de la bahía por su condición de cuerpo de agua somero semicerrado.

Los mayores valores de salinidad se extendieron u orientaron hacia el interior de la Bahía de Mochima. Asimismo, desde las Ests. 4 y 5 pareciera que la isohalinas van empujando o comprimiendo las aguas relativamente más saladas y cálidas confinadas en la bahía (Ests. 1 y 2). Las aguas que empujan o comprimen son de origen subtropical (OKUDA, 1978; URBANO, 1993; GÓMEZ, 1996). Las aguas concentradas en la bahía son de origen superficial y su alta salinidad es debida a una mayor evaporación y al confinamiento continental a que son sometidas (HERRERA *et al.* 1980), aunado al aporte antropogénico de las lagunas de oxidación ubicadas al sur de la bahía.

Densidad: En condiciones de aguas con una mayor variación térmica y de homogeneidad halina, la densidad muestra un comportamiento similar a la temperatura y depende en menor medida de las variaciones exhibidas por los cambios de la salinidad (Fig. 3C-I y II).

En la estación lluviosa la estratificación de la densidad fue muy estable en todos los horizontes. Las isopícnas se agruparon en los primeros 5 - 10 m y luego se distanciaron en las demás profundidades de la columna de agua, por lo que disminuyó el gradiente. En general, la densidad en el período de lluvias osciló entre 24,185 y 25,624, es decir, tuvo un gradiente de 0,028 σ_t /m.

En el período de la sequía los mayores gradientes de la densidad se observaron hacia el interior de la bahía y luego en la Cuenca de Cariaco se hicieron notablemente homogéneos con la profundidad. Esto puede ser producto del efecto de las aguas cálidas que quedan atrapadas por la surgencia local o bien por el mayor calentamiento continental a que están expuestas las aguas de la bahía, lo que las hace menos densas. La densidad en la estación seca osciló entre 25,492 y 26,268, por lo que el gradiente fue inferior al del período de lluvias 0,016 σ_t /m.

Al estar ocupada la columna de agua en ambos períodos con aguas de densidades diferentes; podemos asumir que ambas columnas tienen asimismo aguas diferentes. Las aguas de la temporada de lluvias con una menor densidad son suplantadas o confinadas en parte por otras de mayor densidad en la dirección de la Est. 5 a la Est. 1 (N - S).

El Oxígeno Disuelto: El oxígeno disuelto fue mayor en la superficie y disminuyó rápidamente en el estrato superficial de los 5 - 10 m (Fig. 3D-I y II). Después de los 20 m, el contenido de oxígeno es reducido por un mayor efecto abiótico. Esta estratificación de las oxiclínas se vió perturbada por dos inversiones: Una en la estación seca en la Est. 5, a nivel de los 20 m y la segunda en la estación lluviosa en la Est. 1, a los 5 m de profundidad. En la superficie la media del contenido de oxígeno disuelto en el período lluviosa fue de 5,0 ml/l y en el período de sequía 4,66 ml/l indicando alta fertilidad. Esa tendencia de mayor proporción de contenido de oxígeno disuelto en el período de lluvias con relación al período de la sequía, se mantuvo para las demás profundidades. Así, a los 50 m la media para la estación lluviosa fue de 4,12 ml/l mientras que para la estación seca fue de 3,00 ml/l. Hacia el lado de la bahía el contenido de oxígeno disuelto disminuye debido al consumo que tiene lugar en éste cuerpo de agua por la intensa actividad biótica y abiótica que allí se desarrolla (OKUDA *et al.* 1968; BONILLA *et al.* 1993).

Al igual que la temperatura, la condición de estratificación normal del oxígeno disuelto esta caracterizado por la disminución de su contenido con la profundidad, que proviene principalmente de la atmósfera por absorción y en menor proporción de la fotosíntesis. Su disminución se debe al consumo del oxígeno por la respiración de plantas y animales, y a la oxidación de materia orgánica, así como a la muerte de estos (Panzarini, 1970), mientras que las variaciones que tienen lugar en su contenido se deben esencialmente a las variaciones térmicas y en menor medida al efecto de la salinidad (debido a su poca variabilidad).

La temporada de la estación seca en relación a la estación lluviosa corresponde a un período de relativo bajo contenido de oxígeno, debido a un mayor efecto de los organismos y a que la masa de agua superficial es sustituida por agua de origen subtropical que posee una temperatura inferior a 24°C, salinidad superior a 36,700

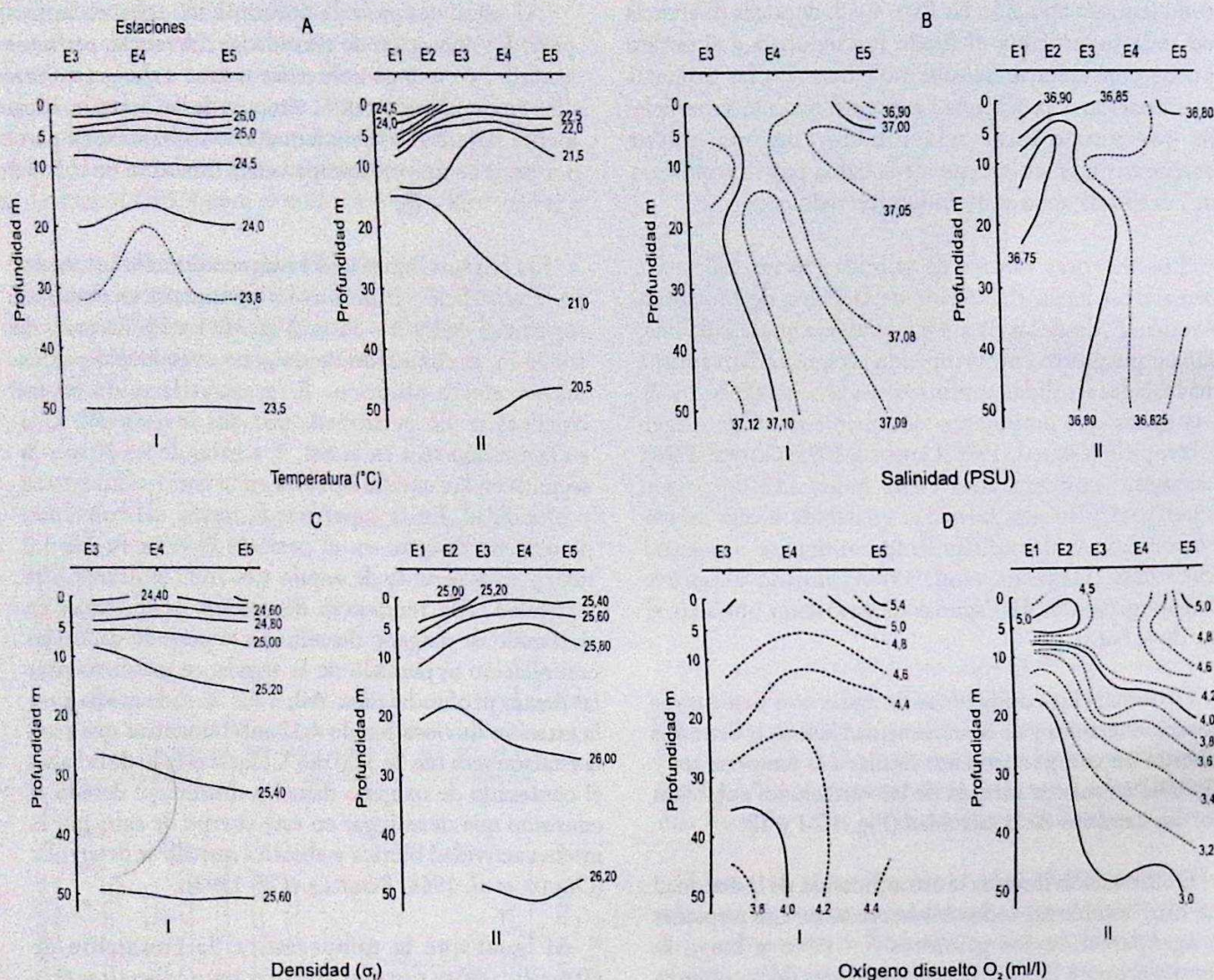


Fig. 3. Distribución de la temperatura (A), la salinidad (B), la densidad (C) y el oxígeno disuelto (D) en el agua en la estación de lluvias (I) y seca (II).

PSU y contenidos relativamente bajos de oxígeno disuelto.

Diagrama T - S: La distribución conjunta salinidad - temperatura estuvo representada por dos nubes de puntos (Fig. 4), que evidenciaron la existencia de masas de agua diferentes correspondientes a los períodos de muestreo.

La primera nube se correspondió con el período lluvioso y estuvo centrada alrededor de la isopícnica $\sigma_t = 25,200$. La salinidad osciló entre 37,136 PSU y 36,859 PSU y la temperatura estuvo entre 27,00°C y 23,50°C.

Esta nube de puntos está asociada con el agua superficial presente en el área de estudio (HERRERA *et al.* 1980), aún cuando OKUDA (1978) y GÓMEZ (1996) consideran que la temperatura del agua superficial debería estar por encima de 24,00°C y no tener menos de 36,700 PSU.

La segunda nube de puntos que correspondió a la estación de la sequía, estuvo centrada en la isopícnica de $\sigma_t = 25,800$. La salinidad osciló entre 36,997 PSU y 36,742 PSU y la temperatura entre 24,75 °C y 20,34 °C. Esta segunda nube estaría asociada a la masa de agua subtropical (HERRERA *et al.* 1980) con temperaturas inferiores a 24,00°C y salinidades por encima de 36,700 PSU.

Otros puntos con una dispersión significativa de los parámetros están excluidos de las nubes y corresponden a las aguas en el nivel de 0m. Estas aguas son producto de las condiciones de mezcla a que son sometidas las masas de agua principales en la superficie marina: precipitaciones, variación diaria del régimen del viento, radiación solar y otros (Quintero & Lodeiros, 1996).

Parámetros Hidroquímicos

Especies Nitrogenadas: La distribución del nitrito (NO_2^-) mostró cierta tendencia similar en las temporadas de lluvias y sequía (Fig. 5A-I y II).

En el período lluvioso su contenido (de 0,1 a 0,6 mmol/L) fue inferior en un orden de magnitud al del período de sequía (0,2 a 2,0 mmol/L) y en general, se incrementó desde el estrato inferior 20-50 m en

dirección a la Bahía (Ests. 3 y 4). Esto concuerda con lo reportado para regiones cercanas al área estudiada (OKUDA *et al.* 1974).

Durante la estación seca, el nitrito se encontró en una mayor proporción dentro de la bahía (Ests. 1 y 2) donde alcanzó el valor de $\text{NO}_2^- = 2,08 \text{ mmol/L}$, debido a los aportes antrópicos. Por debajo de los 20 m en las estaciones situadas fuera de la Bahía de Mochima se dejó sentir el efecto nutricional de la surgencia por aporte del agua fría subtropical como lo evidenció el incremento del nitrito (BONILLA *et al.* 1993).

La distribución vertical del contenido de amonio (NH_4^+) en las dos temporadas de estudio fueron diferentes y en general sus valores no fueron altos (Fig. 5B-I y II).

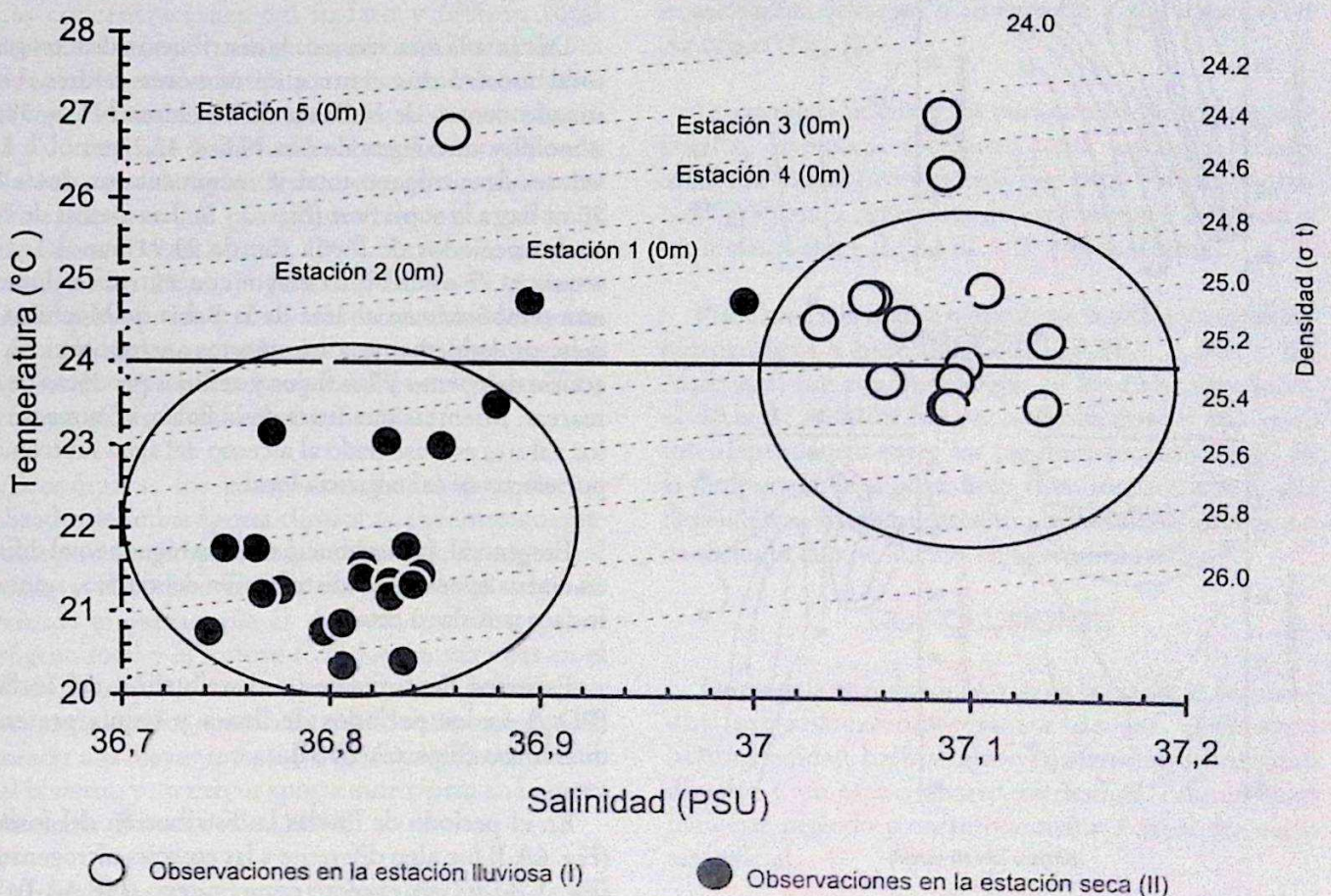


Fig. 4. Diagrama T - S

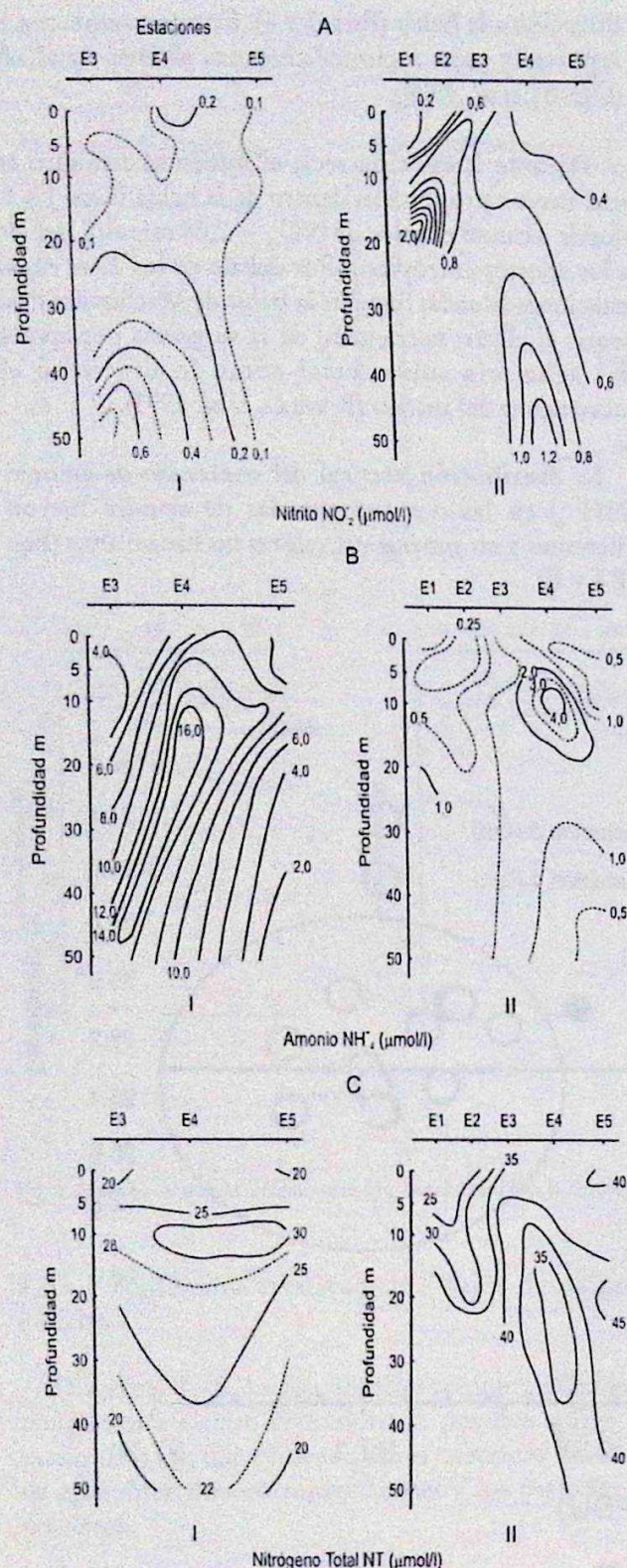


Fig. 5. Distribución del nitrito (A), amonio (B) y el nitrógeno total (C) en la estación de lluvias (I) y seca (II).

Los valores del amonio durante la estación de lluvias (Fig. 5B-I) fueron superiores a los registrados durante el período de sequía (Fig. 5B-II) y en general el amonio se incrementó desde los estratos inferiores hacia los niveles superficiales (Ests. 4 y 5).

En la época seca, como ya se mencionó, el amonio presentó valores bajos en la columna de agua, excepto a nivel de los 5-10 m de la Est. 4, donde se ubicó un núcleo de relativo alto contenido $\text{NH}_4^+ = 4,40 \text{ mmol/l}$ (TABLA 1b).

La distribución vertical del nitrógeno total (NT) fue diferente en las dos temporadas estudiadas (Fig. 5C-I y II).

Durante la estación lluviosa el nitrógeno total presentó una forma cóncava en su distribución por debajo de los 10 m, con valores relativamente uniformes. Se apreció un incremento del contenido del nitrógeno total en el estrato 0 - 15 m, donde se ubicaron las mayores concentraciones.

Durante la estación seca la distribución de nitrógeno total mostró dos centros de mayores valores. Uno situado dentro de la Bahía de Mochima $\text{NT} = 38,00 \text{ mmol/l}$ y otro fuera de ésta $\text{NT} = 42,27 \text{ mmol/l}$. Los valores de nitrógeno total se incrementaron desde los 50 m hasta la superficie (Ests. 3 - 5). Las medias de NT en los períodos de lluvia son de $23,94 \text{ mmol/l}$ y en sequía $34,75 \text{ mmol/l}$. La mayor concentración durante esta temporada en el área de la Bahía de Mochima se debe probablemente a los aportes antropogénicos, la acción del viento y los flujos y reflujos producto de las mareas. Mientras que fuera de la Bahía, el aumento de los valores está asociado al ascenso del agua subtropical por efecto de la surgencia local.

En general, la distribución del nitrógeno total difirió en ambas épocas de la distribución del nitrito, amonio, fosfato y fósforo total.

Especies Fosforadas: La distribución del fosfato (PO_4^{3-}) en los períodos de lluvia y sequía presentó diferencias (Figs. 6A-I y II).

En el período de lluvias la distribución del fosfato (Fig. 6A-I) fue algo diferente a las especies nitrogenadas (Fig. 5 B-I y C-I), excepto con el nitrito (Fig. 5A-I). La mayor concentración se localizó en la Est. 3 a nivel de los 50 m $\text{PO}_4^{3-} = 1,86 \text{ mmol/l}$. En el estrato superior

0-5 m, el fosfato se incrementó y tuvo forma de "lengua" en la dirección cuenca - bahía.

En el período seco el comportamiento de este parámetro (Fig. 6A-II) fue similar al nitrito (Fig. 5A-II) y al fósforo total (Fig. 6B-II), exhibiendo las mayores concentraciones en la Bahía de Mochima en el estrato 10 - 20 m ($\text{PO}_4^{3-} = 2,26 \text{ mmol/l}$) en las Ests. 1 y 2. Fuera de la Bahía se notó la influencia del agua fría subtropical, con valores bajos de fosfato en la superficie, debido posiblemente a la dinámica de las aguas en el área estudiada.

La distribución vertical del fósforo total (PT) en las temporadas estudiadas guardó similitud entre sí (Fig. 6B-I y II), apreciándose en la estación seca un mayor efecto debido al fósforo orgánico ($\text{POrg} = \text{PT} - \text{PO}_4^{3-}$), donde el enriquecimiento de nitrógeno - fósforo está en relación 15:1.

Las concentraciones del fosfato y fósforo total tuvieron un comportamiento muy similar al de las especies nitrogenadas y tipifican el mismo fenómeno: bajas concentraciones en la superficie, un aumento entre los 5 y 20 m y una disminución al seguir descendiendo en la columna de agua. Esto se puede explicar en términos de consumo por pastoreo de los organismos planctónicos (BONILLA *et al.*, 1993). Existe un máximo notable en los 20 m de profundidad en la primera estación que se puede atribuir a la proximidad del fondo (25 m) en el cual se acumulan los restos de organismos y al aporte de agua fría subtropical. El enriquecimiento nitrógeno - fósforo está en relación 18:1.

Al comparar los promedios de los parámetros analizados de ambas épocas climáticas, encontramos que los valores de la temperatura, la salinidad, el oxígeno, el amonio y el fosfato fueron mayores en el período lluvioso, mientras que la densidad, el nitrito, el nitrógeno total y el fósforo total fueron mayores en el período de sequía. Comportamiento, que podría estar relacionado con los aportes fluviales locales que pueden favorecer una mayor intensidad de los procesos abióticos en el invierno y un mayor aporte nutricional en la época de la sequía (BONILLA *et al.* 1993).

Al realizar una comparación histórica de los resultados obtenidos, determinamos que el promedio los valores de los nutrientes fueron mayores en

comparación a los reportados por OKUDA *et al.* 1968, para el período febrero/1964 - abril/1966. Esto podría estar relacionado con el aumento demográfico de la población de Bahía de Mochima y por el efecto antropogénico mediante la forma de eliminación de sus aguas servidas.

Interrelaciones

La correlación de los parámetros hidrográficos (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) entre sí fue alta para las dos épocas del año estudiadas (TABLA 2, 1er cuadrante), siendo en la mayoría de los casos altamente significativa (el coeficiente de correlación es superior a $r = 0,7000$). Para esta categoría de parámetros sobre todo fue significativa la relación temperatura - densidad. Sólo la variación de la salinidad con la profundidad y la relación salinidad - oxígeno disuelto en la época seca fue poco significativa o dependiente, debido a que la distribución de las isopícnas fue diferente a las isóbatas y las oxipícnas en esa época (Fig. 3).

La correlación entre los parámetros hidroquímicos (nitrito, amoníaco, nitrógeno total, fosfato y fósforo total) fue menos pronunciada que entre los parámetros hidrográficos, a excepción de los fosfatos y el nitrito y los fosfatos entre sí (TABLA 2, 4to cuadrante).

Por último, la relación combinada de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos (TABLA 2, 2do y 3er cuadrante) fue aún menor que en los casos anteriores, es decir, la relación fue poco significativa y hay poca interdependencia entre los parámetros, sobre todo en la temporada de lluvias. Sólo tuvo importancia la alta dependencia oxígeno disuelto - nitrito que alcanzó un coeficiente de $r = -0,7954$ en la estación seca.

CONCLUSIONES

Durante la estación de lluvias en la región se encontró una estratificación térmica de las aguas con homogeneidad halina, altos contenidos de oxígeno disuelto y un escaso aporte nutricional, característico para este período y correspondiente a aguas de origen superficial.

Durante la estación de sequía los Vientos Alisios que imperan en la zona provocan una intensa surgencia. Esto

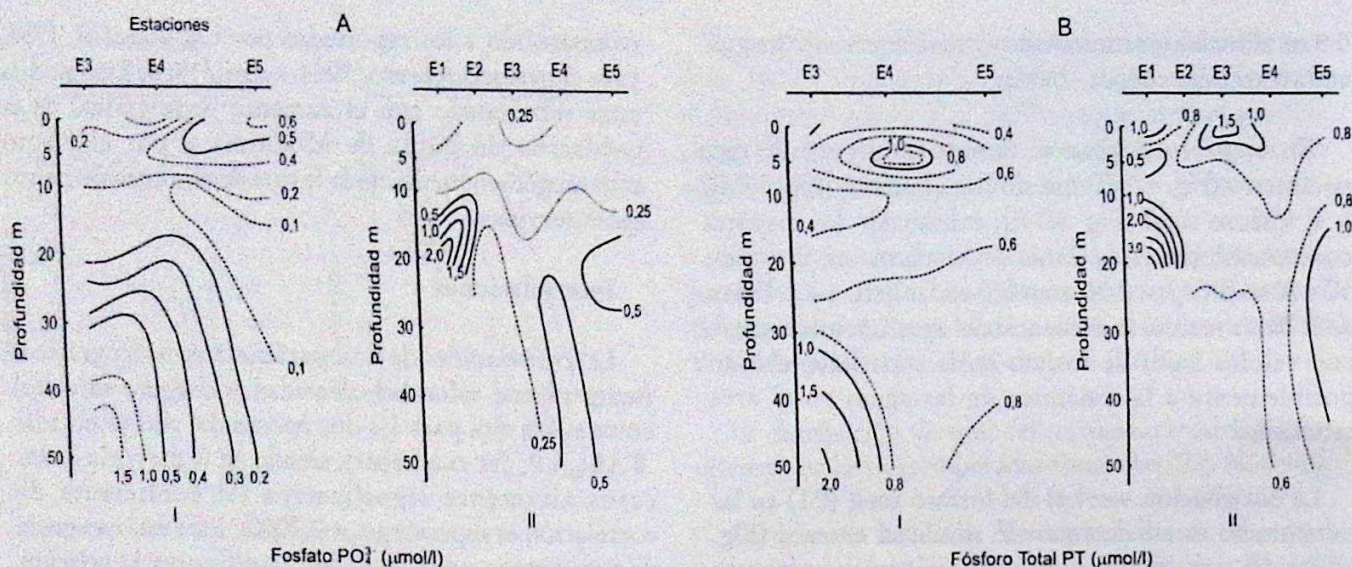


Fig. 6. Distribución de los fosfatos (A) y del fósforo total (B) en la estación de lluvias (I) y seca (II).

fue evidenciado por las bajas temperaturas, altos contenidos de nutrientes y bajo contenido de oxígeno disuelto, características correspondientes a las aguas de origen subtropical.

La matriz de correlación múltiple señaló una marcada dependencia entre los parámetros hidrográficos, en menor grado entre los parámetros hidroquímicos y escasa o nula dependencia de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos entre sí.

Se registró un aumento histórico en el contenido de nutrientes, lo que puede evidenciar un mayor influjo antropogénico.

El fenómeno de la surgencia se puede detectar en muestreos de corto período de observación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Postgrado en Ciencias Marinas del IOV - UDO por el apoyo prestado en la realización de las expediciones oceanográficas. Asimismo, hacemos extensivo nuestro agradecimiento al personal de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Antonio José de Sucre de la ciudad de Cumaná por la información suministrada y al profesor BAUMAR MARÍN del IOV por los datos termográficos aportados. También deseamos expresar nuestro

agradecimiento al personal técnico del Departamento de Oceanografía del IOV - UDO por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS

- AGUDO, N. 1999. Areas investigadas del Parque Nacional Mochima publicadas en el boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 148 - 149.
- BARRIOS, J. 1999. Notas sobre contaminación biológica por *Ulva reticulata* (Chlorophyta) en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 150.
- BELLORÍN, A. M., S. SILVA, J. BARRIOS & A. J. LEMUS. 1999. Catálogo computarizado de las algas marinas bentónicas del Parque Nacional Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 147.
- BENDSCHNEIDER, K. & R. J. ROBINSON. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water *J. Mar. Res.*, 11: 87 - 96.
- BONILLA R., J., W. SENIOR, J. BUGDEN, O. SAFINO & R. TONES. 1993. Seasonal distribution of the

- nutrients and primary productivity in the eastern Caribbean as the influence by the Orinoco river. *J. Geophys. Res.* 98: 2245 - 2259.
- , A. QUINTERO, M. ALVAREZ, A. DE GRADO, H. GIL, M. GUEVARA, G. MARTÍNEZ & S. SAINT. 1998. Condición ambiental de la Ensenada Grande del Obispo, Estado Sucre, Venezuela. *Scientia*, 13 (1): 35 - 59.
- BRITO, L. & J. LEÓN. 1999. Algunos aspectos reproductivos de *Tylosurus acus* (Lacepede, 1803) (Pisces: Belonidae) en la Bahía de Mochima, Edo. Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 149.
- CARABALLO, L. F. 1968. Sedimentos recientes de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 7 (2): 45 - 64.
- CARRIT, D. E. & J. H. CARPENTE. 1966. Comparison and evolution of currently employ modification of Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water, Nasco report. *J. Mar. Res.*, 24: 286 - 318.
- DÍAZ, M. 2001. Ecología experimental y ecofisiología: Bases para el uso sustentable de los recursos naturales de las zonas áridas neotropicales. *Interciencia*, 26 (10): 472 - 478.
- DURÁN, C. & M. IABICHELLA. 1999. Evolución colimétrica de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 159.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1966. *The encyclopedia of oceanography*. Reinhold Pub. Corp. New York, USA 630 pp.
- FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. (I). Year to year change of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 4 (2): 223 - 233.
- . 1971. Intercambio de calor entre el Mar Caribe y la atmósfera: Génesis de huracán y surgencia. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 10 (2): 49 - 54.
- FOFONOF, N. P. & R. C. MILLARD. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of sea water*. UNESCO. Technical Papers in Marine Science, 44: 15 - 19.
- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el oriente de Venezuela. *Interciencia*, 21 (3): 140 - 146.
- GUEVARA DÍAZ, J. M. 1988. *Meteorología*. Universidad Central de Venezuela, C.D.C.H. Caracas, 381 pp.
- HERRERA, L. E. & G. FEBRES-ORTEGA. 1975a. Procesos de surgencia y de renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 14 (1): 31 - 44.
- . 1975b. Kinematics of the wind - generated velocity field in the surface waters off eastern Venezuela, Caribbean sea. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 14 (2): 165 - 186.
- . 1976. Características termohalinas de las aguas superiores del sureste del mar Caribe durante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 15 (1): 97 - 114.
- HERRERA, L. E., G. FEBRES & J. M. ANDRES. 1980. Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centrooccidental venezolano, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 19 (1&2): 93 - 118.
- . & G. FEBRES 1981. Principales acciones meteorológicas y procesos ciclogénicos que afectan las aguas costa afuera de Venezuela. *Rev. Tec. Intevep*, 1 (2): 119 - 133.
- KOROLEFF, L. 1969. *Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue*. ICES, C M. 1969/C: 9 Hydr. Comm.
- MÉNDEZ, E., R. MANRIQUE & F. CERVIGÓN. 1999. Ictiofauna de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 153.
- MURPHY, J. & J. P. RILEY. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. *Anal. Chem. Acta.*, 27: 31 - 36.
- OKUDA, T. 1978. Condiciones hidrográficas de las aguas superficiales de la Fosa de Cariaco y áreas

- adyacentes. *FAO Fish.*, 200: 349 - 362.
- . 1981. Análisis hidroquímicos de la bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 20 (1-2): 11-22.
- , A. BENÍTEZ, J. A. GARCÍA & E. FERNÁNDEZ. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo, desde 1964 - 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 7 (2): 7 - 37.
- , J. BONILLA & J. A. GARCÍA. 1974. Algunas características bioquímicas en el agua de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 13 (1 - 2): 163 - 174.
- , J. BENÍTEZ, J. BONILLA & G. CEDEÑO. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17 (1 - 2): 69 - 88.
- PANZARINI, R. 1970. *Introducción a la Oceanografía General*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina 199 pp.
- PERDOMO-MATA, M. & K. HUBSCHMAN. 1976. *Temporada de lluvias en las costas venezolanas durante el año 1975*. Simposium sobre Investigaciones Marinas del Caribe y Regiones Adyacentes. Caracas, Venezuela 12 - 16 julio 1976, 16 pp.
- QUINTERO, A. 1991. Régimen termohalino en el Atlántico Tropical. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 30 (1 - 2): 73 - 83.
- & C. Lodeiros. 1996. Variaciones térmicas del agua en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 35 (1 & 2): 27 - 40.
- S-PLUS 2000 Professional Release (Windows 98) Copyright © 1988-2000 MathSoft, Inc.
- URBANO, J. E. 1993. Masas de agua del Caribe Colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 14: 3 - 30.
- VALDERRAMA, J. C. 1981. The simulations analysis of total nitrogen and total phosphorous in nature waters. *Mar. Chem.*, 10: 109 - 122.
- ZOPPI, E. 1999. Evaluación del zooplancton de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 38 (1): 165.

RECIBIDO: 28 de enero 2004

ACEPTADO: 16 de marzo 2005