

CONDICIONES HIDROGRÁFICAS Y QUÍMICAS EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ADYACENCIAS DE LA CUENCA DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.

HYDROGRAPHICAL AND CHEMICAL CONDITION IN THE WATER COLUMN AROUND THE BASIN OF CARIACO, STATE OF SUCRE, VENEZUELA.

JAIME BONILLA R¹.; ANTONIO QUINTERO R¹.; JIUDITH CORDERO² ESTÍBALIZ BASOA².;
BAUMAR MARÍN¹ Y YELITZA FIGUEROA DE GIL³

¹*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Edo. Sucre.
Email: jbonilla@sucr.udo.edu.ve*

²*Postgrado en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.*

³*Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas, Universidad de Oriente.*

RESUMEN

Se determinan las características hidrográficas y químicas de las aguas costeras del ecosistema investigado, en tres estaciones desde la superficie hasta los 50 m de profundidad. Se empleó la metodología clásica de los análisis hidroquímicos estandarizados de usos común para las aguas marinas. Existe similitud en la variación de los datos hidrográficos e hidroquímicos en la columna de agua (0 a 50m). La temperatura es alta (23,50 a 27,00 °C) con marcada estratificación. La mayor parte de la columna de agua es ocupada por la masa de agua superficial de temperatura >24,00°C. La salinidad es de tendencia homogénea (36,859 a 37,136), con valores altos de densidad ($\sigma_t = 24,185$ a $25,625$) y de oxígeno disuelto (3,76 a 5,47 ml/l), caracterizándolas como aguas fértiles de intensa actividad biótica. Los nutrientes son elevados por debajo de los 20m (Ests. 3 y 4), tipificados por el influjo antrópico y por el efecto del desplazamiento del agua fría subtropical, indicativa de la intensidad de los procesos bióticos y abióticos. Se confirma la interdependencia de los parámetros hidrográficos entre sí y la escasa o nula dependencia de las especies químicas nitrogenadas y fosforadas.

PALABRAS CLAVES: Cuenca de Cariaco, Condiciones hidrográficas e hidroquímicas.

ABSTRACT

We determined the hydrographical and chemical characteristics of the coastal waters in three stations of the ecosystem under study, from the surface down to a depth of 50m. We used the classic methodology of standardized hydrochemical analyzes in common use for marine waters. There is a similarity in the variation of hydrographical and hydrochemical data in the water column (0 to 50m). Temperature is high (23,50 to 27,00 °C), with marked stratification. Most of the water column is occupied by the superficial water mass, whose temperature is >24,00°C. Salinity tends to be homogeneous (36,859 to 37,136), with high density values ($\sigma_t = 24,185$ to $25,625$) and high dissolved oxygen values (3,76 to 5,47 ml/l), which characterizes them as fertile waters of intense biotic activity. Nutrients were high below 20m (Ests. 3 and 4), typified by anthropic influx and by the effect of cold subtropical water displacement, which indicates intense biotic and abiotic processes. We confirm the interdependency of hydrographical parameters among themselves and the scarce or null dependence of nitrogenous and phosphorated chemical species.

KEY WORDS: Basin of Cariaco, Hydrographical and hydrochemical Conditions.

Las masas de agua del litoral costero están influenciadas por la presencia de contaminantes exógenos de diversa índole, de origen antropogénico mediante la escorrentía continental (Bonilla *et al.* 1998). La hidrodinámica costera determina y regula el drenaje de material dendrítico, orgánico e inorgánico y en suspensión hacia los bioecosistemas litorales. Estos procesos son importantes en el equilibrio ecológico e hidrobiogeoquímico de los ecosistemas marinos, debido a que controlan los cambios diagenéticos en la columna de agua

y sedimentos (Bonilla *et al.* 1995).

Las investigaciones sobre los elementos nutritivos y su intervención en los ciclos de la naturaleza son numerosas. Sin embargo, son pocos los trabajos dirigidos a estudiar las bahías, deltas y lagunas costeras. Algunos evalúan los parámetros hidrográficos e hidroquímicos: Okuda *et al.* (1968), Okuda *et al.* (1978 a y b), Herrera *et al.* (1980), Okuda (1982), Benítez y Okuda (1985), Ferraz-Reyes (1987), Bonilla (1993), Bonilla *et al.* (1993), Bonilla *et al.* (1998).

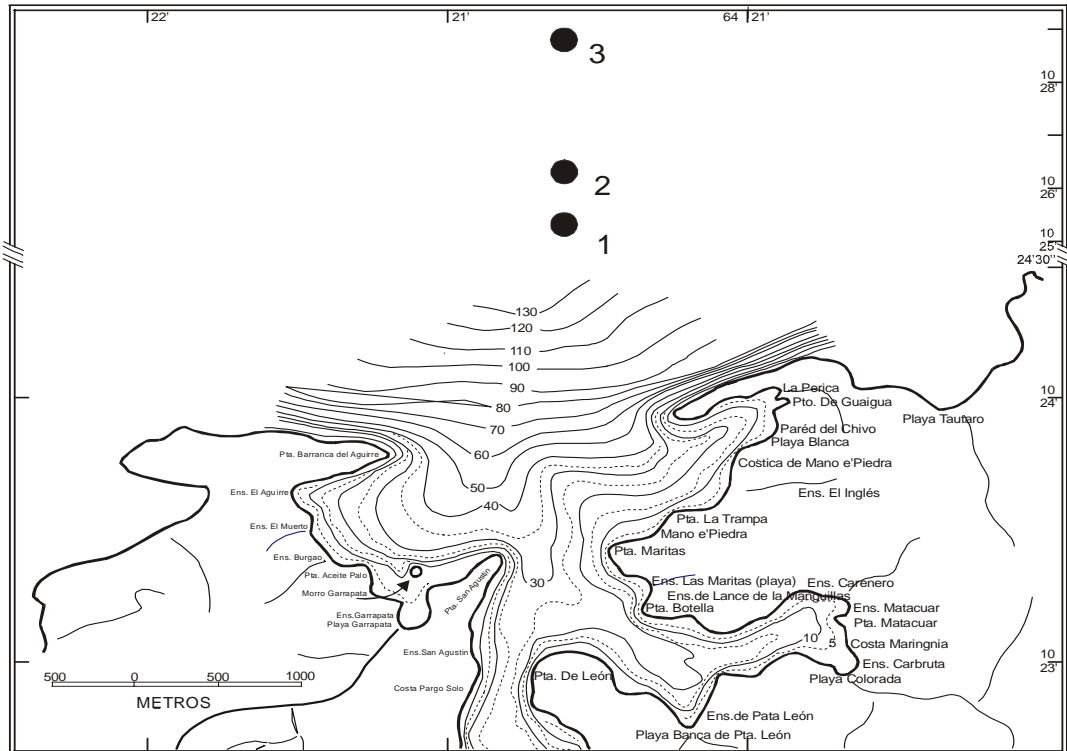


Fig.1 Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo.

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 Boca de la Bahía de Mochima y zona adyacente de la Cuenca de Cariaco, Estado Sucre; con la finalidad de caracterizar su condición ambiental actual.

La Bahía de Mochima (Fig. 1), ubicada entre las ciudades de Cumaná y Puerto la Cruz. Tiene una longitud norte-sur de 7,6 Km, su ancho entre 0,3 Km (área central) y 1,7 Km (en la entrada). En el sur, la Bahía presenta profundidad de 25 m y aumenta progresivamente hacia el norte, alcanzando en la boca entre 60 a 70 m (Okuda *et al.* 1968). Esta tiene comunicación directa con la Cuenca de Cariaco, situada en el mar Caribe venezolano (Gamboa y Bonilla, 1983).

El área de estudio, incluye tres estaciones, ubicadas al norte de la Boca de la Bahía de Mochima; Est. 1 ($10^{\circ} 25,3' N - 64^{\circ} 20,8' W$) y las Est. 2 y 3, respectivamente, ($10^{\circ} 26,3' N - 64^{\circ} 20,8' W$) y ($10^{\circ} 28,8' N - 64^{\circ} 20,8' W$), están más próximas a las adyacencias de la Cuenca de Cariaco.

El muestreo se realizó a finales de julio del año 2000 y consistió en la captación de muestras de agua a bordo

del barco “Sagitario” de la empresa “Alimentos Margarita”, en las profundidades de a 0 m, 5, 10, 20 y 50 m. La toma de agua a 0 m se efectuó con un envase de 10 l de capacidad, y en el resto de la columna de agua se utilizó una botella de inmersión tipo Niskin.

La temperatura se determinó “in situ” utilizando un termómetro corriente de mercurio de apreciación $\pm 0,01$ °C. La salinidad por conductividad eléctrica, mediante un salinómetro inductivo Khalsico (118WC2000G), con una precisión de 0,001. La densidad se calculó según la fórmula recomendada por la UNESCO (Fofonof & Millard, 1983). El oxígeno disuelto (O_2 ; ml/l) se determinó por el método de Winkler, modificado por Carrit & Carpenter (1966).

Determinación del nitrito (NO_2 ; $\mu\text{mol/l}$): se empleó la técnica modificada por Aminot & Chansseoid (1983), basado en la reacción de Griess. La determinación del amonio (NH_4^+ ; $\mu\text{mol/l}$): mediante el método de Koroleff (1976); el cual mide la totalidad del nitrógeno amoniacal. Para el fosfato (PO_4^{3-} ; $\mu\text{mol/l}$): se utilizó la técnica de Murphy & Riley (1962). En la determinación del nitrógeno y fósforo total (NT; PT; $\mu\text{mol/l}$): se empleó el método de oxidación simultánea con peroxodisulfato de potasio descrito por Valderrama (1981).

Con los parámetros descritos se realizó un análisis estadístico de correlación múltiple entre los diferentes elementos hidrográficos, hidroquímicos y la profundidad. Se utilizó el paquete estadístico SGPLUS versión 6,1.

Parámetros hidrográficos

La distribución vertical de la temperatura fue similar en las estaciones estudiadas. Se aprecia un gradiente térmico en todos los casos superior a $0,01^{\circ}/\text{m}$ y más acentuado en el estrato 0 – 5 m, donde alcanza $0,42^{\circ}/\text{m}$ en la Est. 1. A partir de los 5 m de profundidad la temperatura desciende progresivamente hasta un valor de $23,5^{\circ}\text{C}$ a 50 m. Esta temperatura es característica del agua fría subtropical de la cuenca de Cariaco y sería esa la profundidad a la que habría sido desplazada para esta época por el agua superficial con temperaturas superiores a $24,0^{\circ}\text{C}$.

Las isotermas y el valor de los gradientes indican una estratificación térmica en la columna de agua (Quintero, 1991), evidenciándose un débil domo térmico a nivel de los 20 m en la Est. 2, probablemente como producto de una onda interna situada en la zona de contacto de las dos masas de agua (superficial y subtropical).

En general, la temperatura fluctúa entre $23,50^{\circ}\text{C}$ y $27,00^{\circ}\text{C}$ con una media de $24,76^{\circ}\text{C}$ y una desviación estándar (DS) de $1,174^{\circ}\text{C}$ (Tabla 1).

La correlación r entre la temperatura y los demás parámetros estudiados (Tabla 2) mostró una alta dependencia negativa siendo altamente significativa entre la temperatura y la profundidad ($-0,7692$); significativa con la salinidad ($-0,5213$) y altamente significativa con el oxígeno disuelto ($0,7938$).

Las concentraciones de la salinidad son cuasi-homogéneas, aunque existe un ligero aumento desde la superficie en la Est. 3. Este relativo bajo valor ($36,859$) en la salinidad se puede atribuir a un fenómeno aislado. Okuda *et al.* (1974) y Quintero (1989), Indicaron que en la capa superficial del mar, la salinidad varía usualmente en virtud de la acción de los procesos externos, siendo frecuente un aumento con la profundidad donde alcanza un máximo.

En general, la concentración halina fluctuó en el área de estudio de $36,859$ a $37,136$, con una media de $37,070$ y $\text{DS}= 0,0650$ (Tabla 1).

En la Tabla 2, se verifica que correlación entre la salinidad y la profundidad es baja ($0,3738$), al igual que

entre la salinidad y la temperatura ($-0,5213$), mientras que la relación con el oxígeno disuelto es muy significativa ($-0,6934$).

La distribución vertical de la densidad guarda similitud con la distribución térmica. Con respecto a la salinidad, debido a las condiciones de relativa homogeneidad, esta parece no influir marcadamente sobre la distribución de la densidad.

La densidad muestra una estratificación estable y las isópicnas señalan una marcada tendencia horizontal. Los menores valores se ubican en la superficie y se incrementan rápidamente hasta los 10 m. Después la tasa de aumento (gradiente) disminuye paulatinamente hasta los 50 m. La densidad fluctúa entre $24,185$ a $25,592$, con media de $25,066$ y $\text{DS}= 0,474$ (Tabla 1).

La concentración de oxígeno en la columna de agua es alta, excepto en el nivel profundo de la Est. 1, donde se encontró el menor valor ($3,76$ ml/l). Los mayores contenidos se ubican en las capas más superficiales, sobre todo en la Est. 3 a profundidades comprendidas entre los 0 y 5 m.

La mayor concentración de oxígeno disuelto en la superficie, se debe a una saturación, producto de la actividad fotosintética y al intercambio atmósfera-océano. La variación en la intensidad de la actividad fitoplanctónica es indicada por el disco de Secchi (Ferraz-Reyes, 1987). Así la transparencia del agua se obtuvo hasta una profundidad de 8 m en la Est. 3, en comparación con la mayor profundidad de transparencia obtenida en las restantes estaciones. El relativo bajo contenido de oxígeno disuelto ($3,76$ ml/l) en el estrato de 50 m muestra una mayor intensidad de los procesos abióticos en ese nivel, en relación con el resto de la columna de agua, donde es mayor la actividad biótica. Además, a esta profundidad tiene un mayor efecto del agua fría subtropical, que vendría siendo desplazada por el agua superficial.

El contenido de oxígeno disuelto fluctuó entre $3,76$ ml/l a $5,42$ ml/l con una media de $4,55$ ml/l y $\text{DS}= 0,38$ ml/l (Tabla 1).

El oxígeno disuelto (Tabla 2) tiene una correlación negativa altamente significativa con la profundidad ($- 0,7527$) y muy significativa con la salinidad ($- 0,6934$); además hay una correlación de alta dependencia positiva altamente significativa con la temperatura ($0,7958$). Esto indica que hay una gran interdependencia entre estos parámetros hidrográficos.

Tabla 1. Características hidrográficas e hidroquímicas en el perfil latitudinal desde la boca de Mochima y adyacencias a la cuenca de Cariaco.

Ests.	Prof.	T	S	σ_t	O2	Nutrientes $\mu\text{mol/l}$			Fósforo $\mu\text{mol/l}$	
		$^{\circ}\text{C}$		ml/l		NO_2^-	NH_4^+	NT	PO_4^{3-}	PT
1	0	27,00	37,088	24,294	4,83	0,027	5,95	16,30	0,181	0,32
	5	24,90	37,108	24,289	4,65	0,119	3,28	25,50	0,254	0,67
	10	24,30	37,136	25,214	4,63	0,040	2,91	29,26	0,205	0,39
	20	24,00	37,098	25,319	4,51	0,148	6,07	25,50	0,166	0,43
	50	23,50	37,134	25,624	3,76	0,774	15,39	18,81	1,864	2,18
2	0	26,30	37,090	24,519	4,75	0,228	7,19	22,15	0,083	0,57
	5	24,80	37,057	24,981	4,61	0,053	12,21	22,99	0,410	1,14
	10	24,50	37,070	25,104	4,43	0,091	15,41	30,10	0,107	0,40
	20	23,80	37,094	25,375	4,21	0,135	17,48	27,59	0,259	0,52
	50	23,50	37,090	25,591	4,10	0,471	8,53	23,83	0,425	0,72
3	0	26,80	36,859	24,185	5,42	0,097	7,43	17,97	0,639	0,32
	5	25,00	37,054	24,918	4,93	0,047	6,78	25,92	0,527	0,68
	10	25,50	37,032	25,075	4,70	0,102	11,16	30,93	0,268	0,43
	20	24,00	37,062	25,291	4,25	0,058	4,50	22,99	0,068	0,66
	50	23,50	37,092	25,592	4,49	0,053	0,14	19,23	0,151	0,88
	Máx	27,00	37,136	25,624	5,42	0,774	17,48	30,93	1,864	2,18
	Mín.	23,50	36,859	24,185	3,76	0,027	0,14	16,30	0,068	0,32
	\bar{X}	24,76	37,070	25,071	4,55	0,162	8,29	23,93	0,373	0,68
	D.S.	1,17	0,0650	0,448	0,38	0,195	5,06	4,51	0,444	0,46

Tabla 2. Matriz de correlación de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos en el perfil latitudinal de las adyacencias de la Cuenca de Cariaco.

	PROF.	TEMP.	SAL.	OXIG.	NO_2^-	NH_4^+	NT	PO_4^{+3}	PT
PROF.	1,000								
TEMP.	-0,7692***	1,000							
SAL.	0,3738 ^{NS}	-0,5213*	1,000						
OXIG.	-0,7527**	0,7958***	-0,6934**	1,000					
NO_2^-	0,6462***	-0,3631 ^{NS}	0,2778 ^{NS}	-0,6547**	1,000				
NH_4^+	0,0420 ^{NS}	0,1577 ^{NS}	-0,0208 ^{NS}	-0,3792 ^{NS}	0,3996 ^{NS}	1,000			
NT	-0,1843 ^{NS}	0,3927 ^{NS}	0,2230 ^{NS}	-0,1127 ^{NS}	-0,2415 ^{NS}	0,2545 ^{NS}	1,000		
PO_4^{+3}	0,4219 ^{NS}	-0,1811 ^{NS}	0,0134 ^{NS}	-0,3614 ^{NS}	0,8030***	0,4041 ^{NS}	-0,3507 ^{NS}	1,000	
PT	0,5834*	-0,4269 ^{NS}	0,3312 ^{NS}	-0,6175*	0,7560**	0,3054 ^{NS}	0,2205 ^{NS}	0,8362***	1,000

Nota:

Ns: Diferencias no significativas $p > 0,05$ * Diferencias significativas $p < 0,05$ ** Diferencias muy significativas $p < 0,01$ *** Diferencias altamente significativas $p < 0,001$

Parámetros Hidroquímicos

Nitrógeno

La mayor concentración del nitrato se ubica desde los 20 m de profundidad (Ests. 1 y 2) hasta los valores más altos en 50 m. El contenido de nitrato disminuye de los 20 m hacia la superficie, siendo este nutriente en la Est. 3 el más bajo.

Las concentraciones fluctuaron de 0,027 a 0,774 $\mu\text{mol/l}$ (Est. 1), con una media de 0,162 $\mu\text{mol/l}$ y $DS= 0,195 \mu\text{mol/l}$ (Tabla 1).

La distribución vertical del nitrato es heterogénea con un fuerte gradiente vertical en las Ests. 1 y 2, donde se encuentran las mayores concentraciones en las capas más profundas. Esto indica la incidencia nutricional desde la bahía hacia la cuenca y concuerda con lo reportado por Okuda *et al.* (1974), quienes señalaron que la concentración de nitrato aumenta con la profundidad y alcanzan valores mayores a 0,1 $\mu\text{mol/l}$.

Lo anterior se confirma con el coeficiente de correlación entre el nitrato y la profundidad (Tabla 2) el cual muestra un valor positivo muy significativo (0,6462) y una relación negativa muy significativa entre el nitrato y el oxígeno (-0,6547). La correlación con las especies fosforadas es altamente significativa. Así, con el fósforo total la relación es positiva y altamente significativa (0,7560) y con el fosfato es aún mayor (0,8030).

La distribución vertical del amonio, muestra una tendencia ascendente, de valores elevados en la dirección Bahía de Mochima – Cuenca de Cariaco. Esto evidencia el aporte de agua de la bahía rica en nutrientes y el desplazamiento del agua subtropical por parte del agua superficial.

Las mayores concentraciones de amonio se encontraron en la Est. 2, con un incremento desde la superficie hasta la profundidad de 20 m donde se ubica la máxima concentración (17,48 $\mu\text{mol/l}$), decreciendo hacia la superficie (7,19 $\mu\text{mol/l}$) y hacia los 50 m (8,53 $\mu\text{mol/l}$). La Est. 3 muestra un comportamiento similar, pero con un menor contenido de amonio y las altas concentraciones se registran hacia los 10m de profundidad (Tabla 1). En la Est. 1 por el contrario decrece desde la superficie (5,95 $\mu\text{mol/l}$) hacia los 10 m (2,91 $\mu\text{mol/l}$), para luego incrementarse hasta (15,39 $\mu\text{mol/l}$) los 50 m.

No existen diferencias significativas del amonio con la profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno y nitrato (Tabla 2).

La distribución vertical del NT muestra un comportamiento diferente a los demás parámetros, debido a una mayor influencia del drenaje de material con alto contenido orgánico de fuentes exógenas de diversos orígenes antrópicos.

El NT en la columna de agua presentó una forma convexa en su distribución por debajo de los 10 ó 20 m, hacia el estrato profundo, así como un incremento de sus valores de 0 m a 20 m, donde los mayores contenidos de este nutriente. El NT fluctúa entre 16,30 $\mu\text{mol/l}$ (Est. 1) y 30,93 $\mu\text{mol/l}$ (Est. 3), con una media de 23,93 $\mu\text{mol/l}$ y $DS= 4,51 \mu\text{mol/l}$ (Tabla 1).

El NT no presenta una relación con los demás parámetros analizados (Tabla 2).

Fósforo

Las mayores concentraciones de fosfato se ubican en las Ests. 1 y 2 desde los 20 m hasta los 50 m, con fluctuaciones entre 0,083 y 1,864 $\mu\text{mol/l}$. El promedio es de 0,373 $\mu\text{mol/l}$ y la DS de 0,444 $\mu\text{mol/l}$ (Tabla 1).

En el estrato superficial el fosfato se incrementó en forma de una lengua entre las Ests. 2 y 3, debido al efecto de la hidrodinámica en el área de estudio.

Es necesario considerar, que las cantidades de este nutriente en el mar son muy variables, debido a la intensidad abiótica y a la incorporación de este ión por las plantas (Meadows & Campbell, 1978).

Estadísticamente se encontró una correlación lineal positiva altamente significativa entre el fosfato y el fósforo total (0,8362) y entre el fosfato y el nitrato (0,8030; Tabla 2).

La distribución vertical del PT muestra un comportamiento diferente al del fosfato (debido al fósforo orgánico). Las mayores concentraciones se encontraron en el nivel de los 50 m en la Est. 1 (2,18 $\mu\text{mol/l}$) y menos elevadas en las Ests. 2 y 3. Sin embargo, en la Est. 2 altas concentraciones se presentaron a los 5 m, con valor uniforme en los estratos intermedios de 10 a 20 m.

La concentración de PT varió entre 0,32 y 2,18 $\mu\text{mol/l}$, con una media de 0,68 $\mu\text{mol/l}$ y DS de 0,46 $\mu\text{mol/l}$ (Tabla 1).

La correlación entre las concentraciones de fósforo y la profundidad es positiva significativa (0,583) y negativa muy significativa con respecto al oxígeno disuelto:

(0,675) (Tabla 2). Mientras que las relaciones con los nitritos y fosfatos son positivas, altamente significativas (0,7560) y (0,8362) respectivamente.

Podemos considerar que en aguas profundas el enriquecimiento de las especies químicas nitrógeno y fósforo es relativo a la relación N:P a 15:1; si se toma en cuenta los compuestos inorgánicos de nitrógeno y de fósforo; la mineralización de dichos elementos en las proporciones atómicas indicadas representa una intensa actividad abiótica mediante la oxidación, con un consumo de 276 at de oxígeno.

El fósforo se considera un factor limitante y regulador, del cual dependen las poblaciones de organismos acuáticos. Las zonas de gran fertilidad marina son aquellas en que el agua rica en nutrientes asciende a las capas superficiales (Okuda et al. 1974).

Durante el muestreo las aguas estaban en calma, el viento débil, las aguas claras acompañadas de una intensa radiación solar. Estas características correspondientes al mes de julio, fuera de la época de surgencia, se confirman por los bajos valores de nutrientes, una relativa homogeneidad en el comportamiento de los parámetros y las altas concentraciones de oxígeno disuelto obtenidos.

Benítez y Okuda (1985) señalaron que el período comprendido desde junio – diciembre (época de lluvias) aparece un calentamiento de las aguas superficiales hasta aproximadamente los 28 °C, formándose una termoclina. Este período corresponde a la época de débil intensidad de los vientos alisios lo que favorece el estancamiento de las aguas, favoreciendo los procesos abióticos y una mayor acumulación de nutrientes en las capas profundas.

La información anteriormente reseñada muestra que la región del estudio:

a) Presenta una marcada estratificación térmica con un acentuado gradiente en el estrato más superficial, una relativa homogeneidad halina y un pobre aporte nutricional, característico del período de la estación lluviosa. Las concentraciones de oxígeno disuelto son altas sobre todo en el estrato más superficial. Esto es indicativo de la fertilidad del ecosistema.

b) Los elementos químicos nitrogenados (NO_2^- , NH_4^+ , NT) y fosforados (PO_4^{3-} y PT) son mayores en el estrato 20 – 50 m. Esto debido a que el agua fría subtropical rica en nutrientes y pobre en oxígeno, es desplazada por el agua superficial.

c) La dependencia entre los parámetros hidrográficos

es elevada, mientras que entre los parámetros hidroquímicos es escasa o nula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMINOT A. & SHAUSSEPIED M. 1983. Manual des analyces chiniques en Melieu marin. Center National pour L'Exploration des Oceans(CNEXO) – BNDO/ DOCUMENTATION 395 pp.
- BENÍTEZ J. Y OKUDA T. 1985. Variación estacional de las diversas formas de nitrógeno en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. de Vzla, Univ. Oriente. 24 (1-2): 185-198.
- BONILLA R. J. 1993. Características Hidrogeoquímicas: comportamiento y significado de modelos estadísticos multivariantes en el ecosistema marino costero de José, Edo. Anzoátegui, Venezuela. Trab. Asc. Prof. Titular. Inst. Oceanogr. de Venezuela, Univ. Oriente, 231 pp.
- BONILLA R.J., SENIOR W., BUBDEN J., ZAFIRIO O & JONES R. 1993 Seasonal distribution of nutrients and primary productivity in the eastern Caribbean as the influence by the Orinoco river .J. Geophysics. Res.,98: 2245 – 2259.
- BONILLA R.J., CEDEÑO G., GAMBOA B. Y CABRERA M. 1995. Aspectos geoquímicos de los sedimentos superficiales del ecosistema marino costero de Jose, Estado Anzoátegui. Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. de Vzla. Univ. Oriente. 32 (1-2): 5-23.
- BONILLA R. J., QUINTERO A., ÁLVAREZ M., DE GRADO A., GIL H., GUEVARA M., MARTÍNEZ G. Y SANT S. 1998. Condición Ambiental de la Ensenada Grande del Obispo, Estado Sucre, Venezuela. Scientia (Panamá). 13 (1): 35-41.
- CABALLERO P. 1960. Métodos para el examen de aguas y aguas de desecho. American Public. Health Association. Undécima Edición. Editorial Interamericana, S.A. 609 pp.
- FERRAZ-REYES E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr, de Vzla. Univ. Oriente. 26 (1-2): 97-110.
- FONONOF N. P. & MILLARD JR. R. C. 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of sea water. UNESCO. Techical Papers in Marine Science. 44 : 15-19.

- KOROLEFF F. 1969. Direct determination of ammonia in natural waters a indophenolblue. ICES, C.M. 1969/C:9 Hydr. Comm.
- MEADOWS P. & CAMPBELL J. 1978. Introducción a la Ciencia del Mar. Editorial Acribia. Primera Edición. México. 191 pp.
- MURPHY J & RILEY J. P. 1962. A modifed single solution method for the determination of phosphate in natural water. *Anal. Chem. Acta.*, 27:162-170.
- MOIGIS A. G. Y BONILLA R. J. 1985. La productividad primaria del fitoplancton e hidrografía del Golfo de Paria, Venezuela, durante la estación de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogr. de Vzla. Univ. Oriente.* 24 (1 & 2): 163-175.
- OKUDA T. 1982. Rate of waters renewal and phosphate input in the gulf of Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr, de Vzla. Univ. Oriente.* 21 (1-2): 3-12.
- OKUDA T., BENÍTEZ J., GARCÍA J. A. Y FERNÁNDEZ, F. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo, desde 1964-1966. *Bol. Inst. Oceanog., de Vzla. Univ. Oriente.* 7 (2): 7-37.
- OKUDA T., SELLIER DE CIVRIEUX J., FUKUOKA J. Y BENÍTEZ J. 1972. Evaluación de los datos oceanográficos del área costera Nororiental de Venezuela. 107 pp.
- OKUDA T., BONILLA J. Y GARCÍA A. J. 1974. Algunas características bioquímicas en el agua de la Cuenca de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr, de Vzla. Univ. Oriente.* 13 (1-2): 163-174.
- OKUDA T., BENÍTEZ J., BONILLA J. Y CEDEÑO G. 1978a. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr, de Vzla. Univ. Oriente.* 17 (1-2): 69-88.
- OKUDA T., GARCÍA A., GAMBOA B. Y FERNÁNDEZ, E. 1978b. Variación estacional de fósforo y nitrógeno inorgánico en el Golfo de Cariaco, de Vzla. *Bol. Inst. Oceanogr, Univ. Oriente.* 17 (1-2): 89-104.
- QUINTERO R. A. Y A. I. UGRIUMOV 1989. Variabilidad Estacional de la Termoclina en la Parte Occidental del Atlántico Tropical. *Boletín del Instituto Hidrometeoro lógico de Leningrado.* 105: 142 - 147.
- QUINTERO R. A. 1991. Régimen temohalino en el Atlántico Tropical *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 30 (1-2): 73-83.
- VALDERRAMA J. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in nature waters. *Mar. Chem.*, 10: 109-122.