ISSN 0798 - 0639

UNIVERSIDAD DE ORIENTE - CUMANÁ, VENEZUELA / VOLUMEN 47 / Nº 1 - 2008



BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA

INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

CUMANÁ – VENEZUELA

COMITÉ EDITORIAL

ARTURO ACERO P.
Instituto de Ciencias Naturales,
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia.

JOAQUÍN BUITRAGO
EDIMAR
Fundación La Salle
Isla de Margarita, Venezuela

LUIS D´CROZ
Tropical Smithsonian Institute
Panamá.

FERNANDO CERVIGÓN
Museo Marino Boca de Río
Isla de Margarita, Venezuela.

DAVID DIE
Rosenstiel School of Marine and
Atmospheric Science
University of Miami
Miami, FL USA

JUAN ANTONIO GÓMEZ
Centro de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad de Panamá, Panamá.

ISMAEL KONG
Facultad de Ciencias del Mar
Universidad de Antofagasta
Antofagasta, Chile.

RAFAEL LEMAITRE
National Museum of Natural History,
Smithsonian Institution
Washington, DC, USA

ILDEFONSO LIÑERO ARANA
Instituto Oceanográfico de Venezuela
Universidad de Oriente
Cumaná, Venezuela.

TAIZO OKUDA
Instituto Oceanográfico de Venezuela
Universidad de Oriente
Cumaná, Venezuela.

EVELYN ZOPPI
Instituto de Zoología Tropical
Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela.

El Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) constituye el núcleo primigenio de la Universidad de Oriente, creada por el Decreto de la Junta de Gobierno N° 459 de fecha 21 de noviembre de 1958. Sus actividades comenzaron el 12 de octubre de 1959, en la ciudad de Cumaná estado Sucre, Venezuela y han continuado ininterrumpidamente desde entonces.

EL BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA es una revista arbitrada que tiene como objeto fundamental difundir el conocimiento científico sobre la oceanografía del Mar Caribe y el Océano Atlántico Tropical.

El Boletín fue editado por primera vez en el mes de octubre del año 1961, siendo publicado con el nombre de "Boletín del Instituto Oceanográfico". A partir del volumen n° 8 publicado en el año 1970, la portada, el formato y las normas editoriales fueron modificadas. En el año 1980 es rebautizado con el nombre actual de "Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela".

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

MAYRÉ JIMÉNEZ
Directora
GREGORIO MARTÍNEZ.
Jefe Departamento de Oceanografía
NIEVES AGUADO
Jefe Departamento de Biología Pesquera
JORGE BARRIOS
Jefe Departamento de Biología Marina
LUIS FREITES
Coordinador Postgrado en Ciencias Marinas

JULIO E. PÉREZ
Editor
jeiovudo@sucre.udo.edu.ve

CARLOS A. FIGUEROA
Asistente Técnico

Indizada en :

Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Biosis, Latindex, Periódica, Ulrich´s Periodicals Directory, Wildlife Review Abstracts, Zoological Record.

Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT)
N° Reg.- 19990243

ISSN 0798-0639

DEPÓSITO LEGAL pp 196103SU82

BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Vol 47 (nro. 1) 2008

CONTENIDO

Página

PIRELA-OCHOA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ-ÁVILA. Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. 3

GARCÍA,Y., P. LÓPEZ., Y. FIGUEROA & J. L. FUENTES. Diversidad y densidad de bacterias sulfato-reductoras en sedimentos de un sector marino costero del estado Sucre, Venezuela. 17

SOLA, L., M. NIRCHIO & A. ROSSI. The past and the future of cytogenetics of mugilidae: an updated overview. 25

BARCELÓ, A., M. LEMUS & E. IZAGUIRRE. Parámetros geoquímicos en sedimentos superficiales de la región marino-costera de Punta de Piedras, isla de Margarita, estado Nueva Esparta. 33

LIÑERO-ARANA, I & L. GONZÁLEZ. Hábitos alimenticios y aspectos poblacionales de *Scolanthus curacaoensis* (PAX, 1924) (Anthozoa: Actiniaria) en la laguna de Chacopata, Venezuela. 41

VALERIO GONZÁLEZ, L. & J. DÍAZ-RAMOS. Distribución de dinoflagelados epifitos potencialmente tóxicos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en la isla la Tortuga y el estado Sucre, Venezuela. 47

APONTE, A. PRIETO, A. & M. LEMUS. Relación longitud peso seco de la pepitona *Arca zebra* (SWAINSON, 1833) procedente de la costa norte de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela. 59

ROMERO, L., M. GUEVARA, D'ARMAS & C. LODEIROS. Cuantificación de carotenoides totales y β-caroteno en dos cepas de *Dunaliella salina* (Chlorophyta, Volvocales) aisladas de lagunas hipersalinas de Venezuela. 67

QUINTERO, A & G. TEREJOVA. Influencia de las corrientes marinas sobre el transporte de sedimentos en la boca del golfete de Coro, Venezuela 77

BONILLA, J. Semblanza de Anibal Vélez Rojas. 89

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 47 (1): 3-15 (2008); 5 Figs., 4 Tabs.

HIDROGRAFÍA Y CAMBIOS EN LA COMUNIDAD DEL MICROFITOPLANCTON DE LA BAHÍA DE CHARAGATO, ISLA DE CUBAGUA, VENEZUELA

ELIZABETH PIRELA-OCHOA, LUÍS TROCCOLI & IVÁN HERNÁNDEZ-ÁVILA

Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.

maraqcha_2@yahoo.com

RESUMEN: En el presente trabajo se caracterizan los cambios en la estructura comunitaria del microfitoplancton de la Bahía de Charagato, relacionados con los cambios hidrográficos. Para ello fueron realizados muestreos mensuales determinando *in situ* la temperatura y salinidad y colectando muestras a 0 y 5 m de profundidad a 100 m de la costa y a 0, 5, 10 y 20 m a 1 km, para determinar concentraciones de amonio, nitrito, nitrato, fosfato, clorofila *a*, feopigmentos y para los análisis cualitativos y cuantitativos del fitoplancton por el método Utermöhl. Además, fue determinada la dirección y la velocidad del viento. No fueron detectadas diferencias significativas tanto en la hidrografía como en fitoplancton entre las estaciones ni entre las profundidades estudiadas. Sin embargo, fueron observadas variaciones estacionales con menores temperaturas y mayores concentraciones de nutrientes en julio/2003 y durante enero-marzo/2004, que estuvieron asociadas al proceso de surgencia costera de la región. Se identificaron 320 especies de microfitoplancton, principalmente de diatomeas y dinoflagelados. Entre las más frecuentes y abundantes, se encontró: *Nitzschia longissima, Pseudonitzschia delicatissima, Cylindroteca closterium, Thalassionema nitzschioides* y *Emiliana huxleyi*. Las variaciones temporales de la composición y abundancia fitoplanctónica estuvieron asociadas a la ocurrencia estacional del proceso del surgencia, pero con un aparente desfase entre los procesos meteorológicos, hidrográficos y biológicos.

Palabras clave: Mar Caribe, surgencia, productividad.

ABSTRACT: This work characterizes community structure changes in the microphytoplankton of Charagato Bay (10°48'N 64°10'W) according to hydrographical variations. Monthly samplings to determine temperature and salinity *in situ* were collected at two sampling stations, one at 100 and the other at 1000 m off the coast. The samplings were collected with van Dorn bottles at depths of 0 and 5 m in the former station and at 0, 5, 10, and 20 m in the latter to assay for ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, chlorophyll *a*, and phaeopigments as well as to ascertain qualitative and quantitative variations in the phytoplankton by the Utermöhl method. Wind direction and velocity were also measured. No significant differences were found in either the hydrography or phytoplankton between stations or among depths, although an increase of nutrients was observed as temperatures dropped in July 2003 and January-March 2004. The microphytoplankton comprised 320 species, mainly diatoms and dinoflagellates, the most abundant being *Nitszchia longissima, Pseudonitszchia delicatissima, Cylindroteca closterium, Thalassionema nitszchioides*, and *Emiliana huxleyi*. The seasonal variations of phytoplankton composition and abundance were associated to the coastal upwelling in the region, a lag being apparent between the meteorological, hydrographical, and biological processes.

Key words: Caribbean Sea, upwelling, productivity.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton marino representa la base de la trama trófica del medio marino y contribuye con el 95% de la productividad primaria; así los cambios en su estructura tienen importantes repercusiones en el ecosistema (VALIELA 1995). Los factores que pueden afectar la estructura del fitoplancton pueden ser de tipo físico, químico o meteorológico. Entre los factores químicos se encuentran los micro y macro nutrientes, potencial redox, pH y oxígeno disuelto. Los factores físicos de mayor importancia son: luz, temperatura y salinidad. Entre los meteorológicos destacan el viento, la precipitación y las corrientes (WEHDE *et al.* 2001; MOISAN *et al.* 2002). Los principales procesos reguladores del fitoplancton son la surgencia costera y las celdas de Langmuir, las cuales provocan la migración vertical del fitoplancton (MANN & LAZIER 1991; WEHDE *et al.* 2001).

La surgencia costera es el resultado del desplazamiento de las aguas superficiales por el viento y el reemplazo de éstas por aguas subsuperficiales. En algunos sistemas

costeros bajo el régimen de surgencia como en el nororiente de Venezuela, ésta alcanza su mayor intensidad junto con el incremento de los vientos alisios (GÓMEZ 1996). Las aguas de surgencia se caracterizan por ser ricas en nutrientes y bajas en temperatura y oxígeno disuelto, y generalmente provienen de profundidades entre los 100 y 200 m (CASTELLANOS *et al.* 2002), afectando las capas superficiales de agua. Este proceso genera riqueza fitoplanctónica al sur de la isla de Margarita (BALLESTER & MARGALEF 1965) al tiempo que los grandes ríos sudamenricamos favorecen la fertilidad de las aguas al Este de la isla durante el período de julio-noviembre. En este último proceso las lluvias cobran importancia ya que favorecen la remoción de los suelos, arrastrando gran cantidad de materia orgánica que se deposita en el agua (BONELLS *et al.* 1990).

Entre los estudios realizados sobre hidrografía, productividad primaria y fitoplancton en el Oriente de Venezuela, destacan los de REYES-VÁSQUEZ (1971), HERRERA & FEBRES-ORTEGA (1975, 1976), FERRÁZ-REYES (1987), TROCCOLI (1989), BONELLS *et al.* (1990), GÓMEZ (1991, 1996), GÓMEZ & CHANUT (1993), LÓPEZ (1997), ASTOR *et al.* (1998), BETANCOURT (1998), CASTELLANOS *et al.* (2002), LÁREZ (2004), SPINIELLO & PÉREZ (2005). El presente estudio pretende caracterizar los cambios hidrográficos y su influencia en el fitoplancton en la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron colectas de agua mensualmente en la bahía de Charagato, isla de Cubagua, desde abril 2003 hasta marzo 2004. Los muestreos se efectuaron en dos estaciones: una a 10 m de la línea de costa (10°49'48"N; 64°10'00"W) y la otra a 1000 m de la línea costera (10°50'10"N; 64°10'00"W). En la primera estación, las muestras fueron tomadas a 0 y 5 m y en la segunda a 0, 5, 10 y 20 m. Se determinó la temperatura (± 0,1°C) y la salinidad *in situ* usando para ello una sonda multiparamétrica YSI modelo 85.

Fueron colectadas muestras de agua con una botella van Dorn de 2,5 l de capacidad para determinar las concentraciones de amonio, nitrito, nitrato, fosfato, clorofila *a*, feopigmentos y para el análisis del fitoplancton. Las muestras de fitoplancton fueron fijadas con formalina al 10% para su posterior análisis.

Los datos meteorológicos fueron suministrados por la Estación Meteorológica del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales ubicada en la Fundación La Salle, en la isla de Margarita.

Para determinar la concentración de amonio se usó el método de fenol-hipoclorito (SOLÓRZANO 1969). La concentración de nitrito se determinó según la metodología recomendada por STRICKLAND & PARSONS (1972), y el nitrato según lo recomendado por PARSONS *et al.* (1984). La concentración de fosfato fue determinada siguiendo la metodología de MURPHY & RILEY con las modificaciones de STRICKLAND & PARSONS (1972). La relación nitrógeno/fósforo fue calculada dividiendo la concentración total del nitrógeno entre la concentración de fosfato. La concentración de clorofila *a* y feopigmentos fueron calculadas según el método JEFFREY &HUMPHREY referida en PARSONS *et al.* (1984).

En el análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton se utilizó un microscopio invertido Zeizz Telaval 31 con aumento hasta 400X usando el método de Utermöhl, según lo recomendado por HASLE (1978). Cuando fue posible los organismos fueron identificados hasta especie y la ubicación taxonómica se realizó siguiendo los criterios de CUPP (1943), PERAGALLO (1965), FERGUSON (1968), SAUNDERS & GLENN (1969), REYES-VÁSQUEZ (1971), LA BARBERA (1984), SOURNIA (1986), BALECH (1988), SPINIELLO (1996), BERARD-THERRIAULD *et al.* (1999), DÍAZ-RAMOS (2000) y SOLER *et al.* (2003). Además de la abundancia (cel/ml) se calculó la riqueza (S), la diversidad de Shannon- Weaver (H') y la Equitabilidad (J) siguiendo las fórmulas descritas en MARGALEF (1980).

La frecuencia de ocurrencia de las especies fue determinada según el siguiente criterio: las especies que fueron observadas en el intervalo $0> X< 15$ % del total de las muestras se les consideró raras o accidentales (R); las que estaban en el intervalo de $15\geq X<25$ % fueron consideradas oportunistas (O); las del intervalo $25\geq X < 50$ % se les llamó accesorias (A) y aquellas ubicadas en el intervalo $X \geq 50$ % de las muestras fueron consideradas constantes (C).

La variación espacial de la hidrografía y del fitoplancton entre las dos estaciones se determinó utilizando la prueba de Wilcoxon (W) (CONOVER 1980; STEEL & TORRIE 1989). Además, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis (K-W) (CONOVER 1980) para identificar si hubo diferencias en los parámetros hidrográficos, meteorológicos, abundancia de las especies más importantes, diversidad y equitabilidad con respecto a la profundidad y el tiempo. En los casos donde se observó diferencias significativas se realizó la prueba *a posteriori* Kruskal-Wallis, para ordenar los

niveles de cada variable en los grupos homogéneos correspondientes (CONOVER 1980).

Se efectuó un Análisis de Componentes Principales con las variables físicas y químicas consideradas para verificar la ocurrencia de patrones entre las variables y caracterizar el cuerpo de agua estudiado (JOHNSON &WICHERN 1992). También se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica para establecer las posibles relaciones entre las especies representativas de la comunidad de fitoplancton y las variables hidrográficas (TER BRAAK 1986)

RESULTADOS

La prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas entre las dos estaciones con respecto a las variables físico-químicas estudiadas (W, $p>0,05$, Tabla 1). Tampoco fueron observadas diferencias significativas de estos parámetros hidrográficos en relación a la profundidad (K-W, $p>0,05$, Tabla 1). Un patrón similar mostró el microfitoplancton al no presentar diferencias significativas en cuanto a la abundancia, riqueza, diversidad y equitabilidad entre las estaciones, ni entre las profundidades (K-W, $p>0,05$, Tabla 2). Diferencias significativas temporales fueron observadas en la temperatura, velocidad del viento, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, fosfato y clorofila *a* (K-W, $p<0,05$, Tabla 1). El microfitoplancton mostró diferencias significativas temporales en abundancia total y por grupos, riqueza y equitabilidad. Mientras que en la diversidad no fueron detectadas diferencias significativas (K-W, $p>0,05$, Tabla 2). Además, entre los grupos del fitoplancton identificados sólo se detectaron diferencias significativas en relación a profundidad en la abundancia de cianobacterias. Debido a estos resultados se utilizó el promedio mensual de las variables estudiadas. Los estadísticos básicos se presentan en la tabla 1(K-W, $p<0,05$, Tabla 2).

La velocidad del viento fue cercana o superior a los 6 m/s durante abril-junio/03 y durante enero-marzo/04, siendo éstos los meses de mayor celeridad. Mientras que durante agosto-octubre/03 fueron encontradas las menores velocidades del viento (< 4 m/s) (Fig. 1a). La dirección del viento predominante durante el período de muestreo fue del Este.

Durante los doce meses de muestreo fueron observados dos períodos de baja temperatura (~24°C; en julio/03 y enero-marzo/04) y un período de alta temperatura (~27°C) entre septiembre y noviembre/03 (Fig. 1b). Se observó un período de alta salinidad: junio-agosto/03 y dos de salinidad relativamente baja: abril-mayo/03 y enero-marzo/04 (Fig. 1c).

Todos los nutrientes analizados, amonio, nitrito, nitrato y fosfatos, en general presentan un mismo patrón de comportamiento en el tiempo, con altas concentraciones en julio/03 y el período enero-marzo/04 y mínimas durante septiembre-octubre/03 (Fig. 2). El nutriente de mayor concentración durante el año fue el nitrato (Fig. 2b).

Aunque no fueron observadas diferencias significativas en cuanto a las variables físico-químicas en relación a la profundidad, se debe destacar que durante enero-marzo/04 se observó homogeneidad de la columna de agua en función de la temperatura, así mismo en julio/03 se observó una disminución de la temperatura con respecto a los meses anteriores, identificándose valores de 22°C a 20 m de profundidad y 24°C en superficie. Además de las bajas temperaturas, durante esos meses también se observó un aumento en la concentración de los nutrientes con respecto a los meses anteriores. Todo esto sugiere ascenso de agua fría, cargada de nutrientes. Por el contrario, durante agosto-octubre/03 se observaron altas temperaturas y estratificación en la columna de agua, alcanzando 29°C en la superficie, así mismo se observaron concentraciones de nutrientes muy bajas e incluso indetectables en algunos casos (Figs. 1b y 2).

En lo relacionado a la concentración de clorofila a, se observaron valores altos en agosto/03 y diciembre-febrero/04, presentando un comportamiento inverso a los feopigmentos. Aunque no existen diferencias significativas en relación al tiempo, se observó un aumento progresivo a partir de agosto hasta noviembre (Tabla 1).

El Análisis de Componentes Principales de los parámetros hidrográficos y meteorológicos, mostró que los dos primeros componentes explicaron más del 50% de la variabilidad total del estudio (Tabla 3). La variable de mayor importancia, en relación a la varianza total de la matriz hidrográfica, fue la temperatura y, en segundo lugar las concentraciones de fosfato, observándose que en este análisis los nutrientes, la temperatura, la velocidad del viento y los feopigmentos estuvieron asociados con el primer componente, mientras que la clorofila *a* mostró asociación con el segundo componente. La temperatura y los feopigmentos se

TABLA 1. Variables hidrográficas y meteorológicas en la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela, durante abril 2003-marzo 2004. Se presentan las pruebas estadísticas para la detección de diferencias significativas relacionadas al factor estación, profundidad y tiempo.

Tiempo (meses)	Temp. (°C)	Viento (m/s)	Salinidad	NH_4 (µmol/l)	NO_2 (µmol/l)	NO_3 (µmol/l)	PO_4 (µmol/l)	Cl *a* (mg/m³)	Feop. (mg/m³)
Abr-03	24,15	6,55	36,42	3,38	0,40	1,36	0,51	0,53	0,20
May	26,28	7,39	36,95	1,74	0,21	3,82	0,10	0,80	0,10
Jun	25,52	6,19	37,86	2,08	0,58	4,06	0,30	0,89	0,66
Jul	23,22	5,27	38,12	3,24	0,81	4,32	1,03	0,27	0,25
Ago	25,35	4,22	37,80	2,97	0,00	0,56	0,32	2,08	4,82
Sep	26,98	3,97	37,48	1,32	0,01	0,24	0,23	0,00	7,67
Oct	27,00	3,75	37,34	0,72	0,03	0,23	0,10	0,45	9,34
Nov	26,98	4,72	37,41	1,31	0,74	1,51	0,42	0,18	7,65
Dic	25,22	5,11	37,43	2,92	0,33	1,65	0,18	1,16	0,28
Ene-04	25,05	6,22	36,63	1,51	0,06	0,74	0,25	7,83	1,03
Feb	23,83	5,64	36,68	2,21	0,37	5,67	0,62	2,23	2,51
Mar	22,92	6,22	36,32	1,59	0,11	3,79	1,08	0,00	0,00
Mínimo	21,3	3,75	35,9	0,42	0,01	0,12	0,05	0,01	0,21
Máximo	29,8	7,39	38,4	4,42	1,16	7,29	2,21	35,78	39,78
Intervalo	8,5	3,64	2,5	4	1,15	7,18	2,16	35,77	39,57
Media	25,2	5,44	37,2	2,08	0,3	2,33	0,43	1,37	2,87
N	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Estación W	467,5		621,0	469,0	566,0	593,0	565,0	722,5	506,5
(p)	(0,196)		(0,594)	(0,203)	(0,909)	(0,843)	(0,899)	(0,069)	(0,365)
Profundidad K-W	6,28		0,46	1,78	0,25	1,08	0,13	9,14	9,37
(p)	(0,279)		(0,993)	(0,878)	(0,998)	(0,955)	(0,999)	(0,103)	(0,095)
Tiempo K-W	50,34	71,0	66,92	52,50	64,13	63,38	59,22	20,04	17,06
(p)	(5,4e-7)*	(7,8e-11)*	(4,6e-10)*	(2,2e-7)*	(1,5e-9)*	(2,1e-9)*	(1,3e-8)*	(0,044)*	(0,105)

* diferencias significativas

relacionaron de manera negativa con el viento, los nutrientes y la clorofila a (Fig. 3).

Fueron identificadas 320 especies, el grupo de las diatomeas fue el más frecuente y diverso con 207 especies (64,0%), seguidas por los dinoflagelados con 97 especies (29,32%), 12 especies de cianobacterias (3,70%) y 4 de cocolitofóridos (2,77%). El grupo más abundante de fitoplancton fue el de cianobacterias, debido a un incremento puntual durante octubre, luego las diatomeas, dinoflagelados y finalmente los cocolitofóridos.

Durante octubre, enero y marzo se observó una alta abundancia de microfitoplancton, mientras que abril, julio y septiembre fueron los meses de menor abundancia (Fig.4a). La mayor abundancia de diatomeas se observó en junio/03, agosto/03 y durante enero-marzo/04 y los menores registros correspondieron a julio/03 y octubre/03. La abundancia de dinoflagelados fue mucho menor, sin embargo sus valores máximos se registraron en junio/03 y enero-febrero/04 y los valores mínimos durante julio/03 y septiembre-octubre/03. En relación a las cianobacterias, la alta abundancia se debió al elevado

TABLA 2. Variación mensual de la abundancia del microfitoplancton total, de los grupos principales y de los índices de diversidad, equitabilidad y riqueza, en la bahía de Charagato, durante abril/2003 – mayo/2004

Tiempo (meses)	Total (cel/ml)	Diatomeas (cel/ml)	Dinofla-gelados (cel/ml)	Cianobac-terias (cel/ml)	Cocolito-fóridos (cel/ml)	H' bits/cel	J	S
Abr-03	16,01	10,22	2,42	3,37	0,00	1,94	0,44	24,67
May	33,52	14,13	3,76	15,63	0,00	1,87	0,40	25,17
Jun	28,40	17,43	9,07	1,38	0,53	1,71	0,37	28,83
Jul	0,98	0,34	0,61	0,03	0,00	2,36	0,56	18,83
Ago	29,77	24,49	1,83	0,06	3,40	2,20	0,46	28,00
Sep	18,45	17,27	1,00	0,00	0,19	2,08	0,50	18,67
Oct	746,98	0,21	1,20	745,52	0,05	2,05	0,51	17,83
Nov	24,54	10,74	1,66	11,41	0,74	1,82	0,39	25,00
Dic	23,13	17,99	2,61	0,40	2,13	2,03	0,43	26,50
Ene-04	42,21	34,97	3,73	1,60	1,92	1,88	0,38	31,50
Feb	22,62	17,54	4,75	0,20	0,13	1,72	0,37	27,17
Mar	38,61	32,07	2,08	2,38	2,09	1,82	0,39	28,17
Total	85,43	16,45	2,89	65,16	0,93	1,96	0,43	25,03
Tiempo K-W	20,76	35,62	21,51	23,78	31,52	13,19	20,88	22,31
(p)	(0,036)*	(0,0002)*	(0,03)*	(0,01)*	(0,01)*	(0,28)	(0,03)*	(0,02)*
Estación W	474,0	486,5	478,5	454,0	581,5	509	559,5	572,0
(p)	(0,22)	(0,29)	(0,25)	(0,10)	(0,95)	(0,42)	(0,85)	(0,97)
Profundidad K-W	1,74	3,43	4,40	8,80	1,62	5,39	0,78	2,39
(p)	(0,63)	(0,33)	(0,22)	(0,03)*	(0,65)	(0,15)	(0,99)	(0,50)

número de *Synechoccocus* sp. que se registró en octubre/03 y mayo/03, principalmente. Los valores mínimos se registraron en septiembre/03 y febrero/04. La presencia y abundancia de cocolitofóridos fue de 0,93 cel/ml, muy baja, incluso estuvo ausente en abril, mayo y julio/03, no obstante las abundancias mayores fueron durante en agosto/03, diciembre/03 y marzo/04. Estos resultados muestran que, en general, los meses de abundancia mayor fueron agosto y el período enero-marzo/04, excepto en el caso de las cianobacterias.

La riqueza mostró valores altos durante junio/03, agosto/03 y en el período diciembre/03-marzo/04 (Fig. 4b). De acuerdo al número de especies los grupos que forman el microfitoplancton se ordenan como sigue: diatomeas > dinoflagelados > cianobacterias > cocolitofóridos. En cuanto al número de especies por grupos, sólo se observaron diferencias significativas entre los meses para las diatomeas (K-W=27,94, p=0,0001) y cocolitofóridos (K-W=27,30, p=0,0001)

El número de especies de diatomeas presentó un

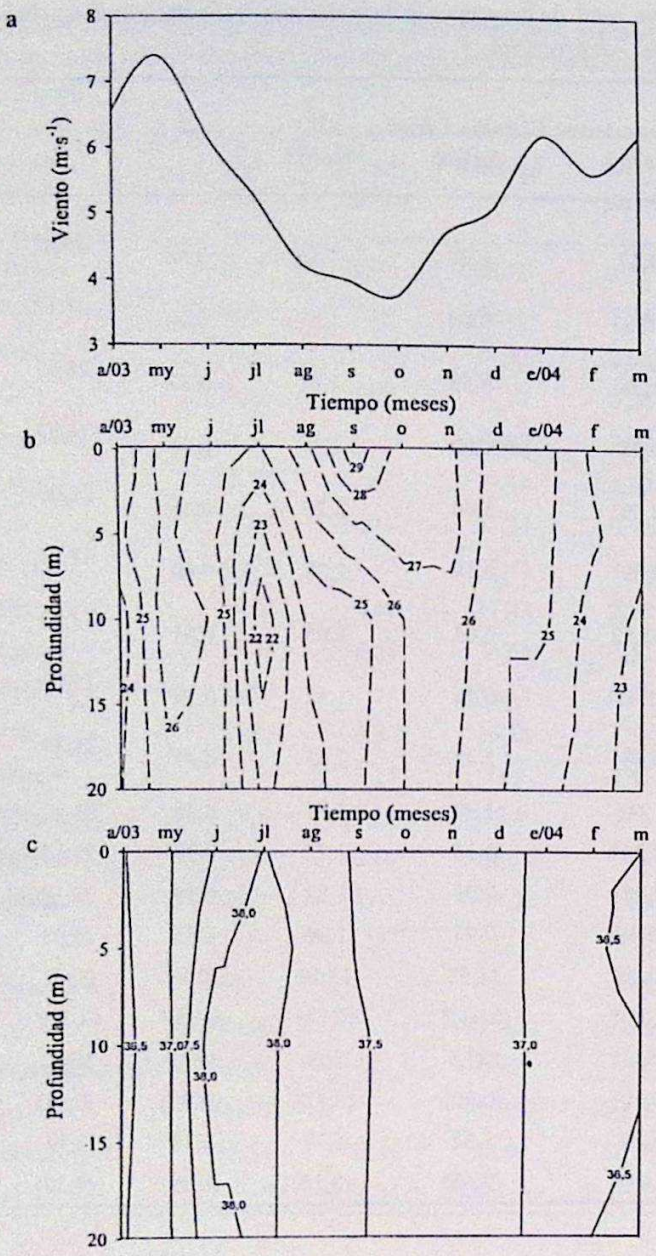


Fig. 1. Variación temporal de la velocidad del viento (a), la temperatura (b) y la salinidad (c) en la bahía de Charagato, durante el periodo de estudio.

comportamiento similar a la abundancia de este grupo, con valores altos durante junio/03, agosto/03 y enero/04 y bajos durante julio/03 y en septiembre-octubre/03; siendo *Nitzschia* y *Pseudonitzschia* los géneros predominantes; mientras que el número mayor de especies de cocolitofóridos se observó en noviembre/03-marzo/04 y el período de baja riqueza fue abril-octubre/03. La especie representativa fue *Emiliana huxleyi*.

En la relación diatomeas/diatomeas+dinoflagelados, los valores mínimos se registraron en julio/03 y octubre/03 (<0,5), lo que indica que en esos meses hubo mayor proporción de dinoflagelados que diatomeas, predominando las especies *Ceratium furca*, *Dynophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. norvergica*, *Protoperidinium cerasus*, *P. depresum* y *Heterocapsa triquetra*. Sin embargo, valores máximos se registraron durante agosto y/o enero-marzo/04 (> 0,8) lo que evidencia un cambio rápido en la composición de especies de la comunidad fitoplanctónica, de un mes a otro.

La mayoría de las especies presentaron frecuencias de ocurrencia del tipo rara o accidental, seguida por especies oportunistas, especies accesorias y finalmente las especies constantes que fueron pricipalmente diatomeas (Tabla 4). Las especies más importantes de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia y abundancia fueron: *Nitzschia longissima*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *P. pungens*, *Cylindroteca closterium*, *Thalassionema nitzschioides* y *E. huxleyi*. Otras especies importantes fueron: *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus*, *Hemiaulus sinensis*, *Synedra fasciculata*, *Ceratium furca*, *Protoperidinium conicum*, *P. orbiculare*, *Prorocentrum gracile*, *D. acuminata* y *D. caudata*.

Se observó diversidad baja y sin diferencias significativas durante el período de estudio. Mientras que la equitabilidad mostró un comportamiento inverso a la riqueza con valores bajos en junio y enero-marzo/04 y altos en julio, septiembre-octubre/03 (Fig. 4d). El análisis de Correspondencia Canónica entre las especies del microfitoplancton y las variables hidrográficas mostró una correlación de 81% al primer eje y de 71% al segundo eje. En general se observó una correlación negativa con respecto los ejes a las variables de temperatura y feopigmentos y una correlación positiva con respecto a los ejes representados por amonio, clorofila y fosfato, formándose dos grupos. Entre las especies con mayor asociación a la concentración de amonio y clorofila destacan *Chaetoceros debilis*, *Rhizosolenia fragilisima*, *L. danicus*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Fragilaria hyalina*; mientras que *C. compresus*, *C. filiformis* y *N. media*, representan las especies asociadas a la concentración de fosfato (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos mostraron que no existen diferencias físico-químicas entre las estaciones estudiadas,

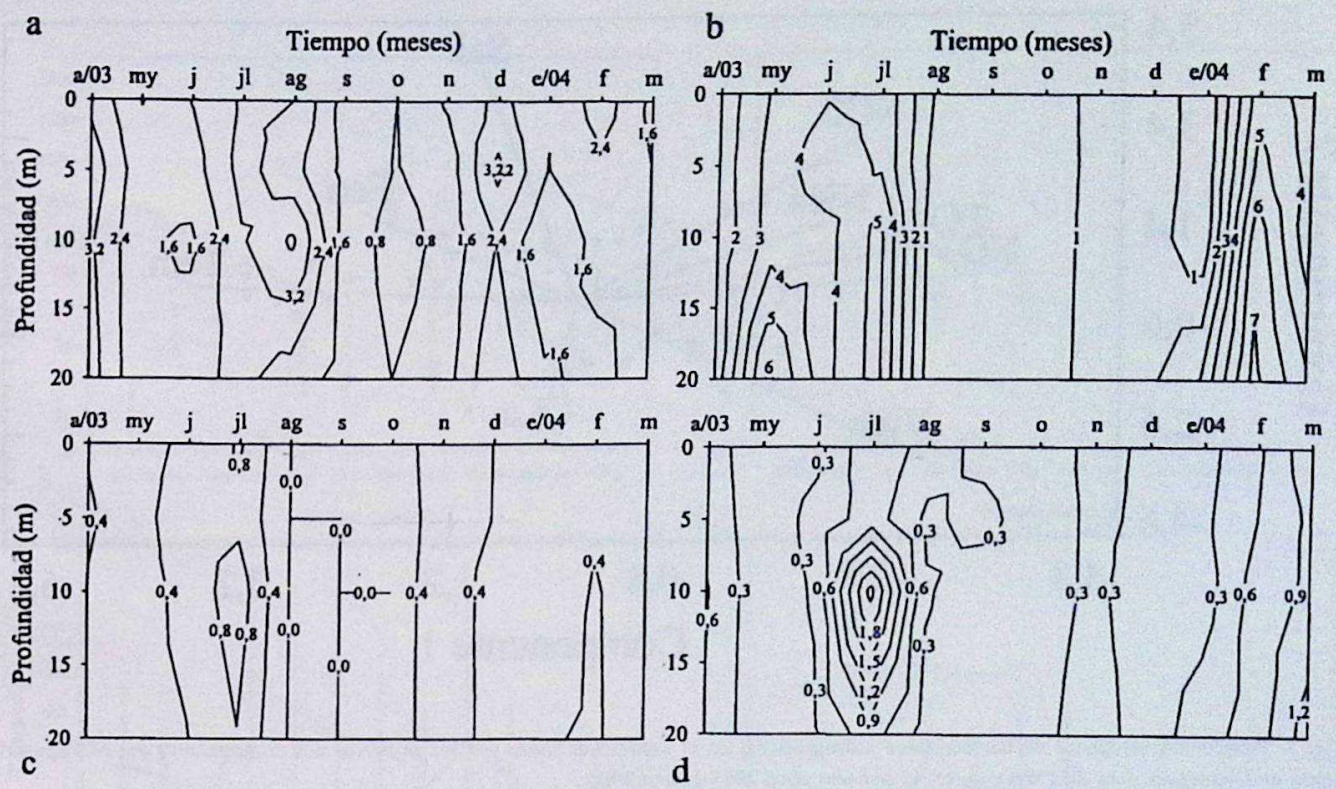


Fig. 2. Variación temporal del nitrito (a), nitrato (b), amonio (c) y fosfato (d), en la columna de agua de la bahía de Charagato durante el periodo de estudio.

probablemente debido a la corta distancia que existe entre éstas. Así mismo la ausencia de diferencias hidrográficas en la distribución batimétrica sugiere que la columna de agua estudiada es muy somera y la turbulencia estacional impide detectar dichos cambios (Tabla 1). Por estas razones, la interpretación de los resultados se enfoca principalmente, en los procesos hidrográficos y biológicos que se registraron durante el año de estudio.

Considerando la velocidad y la dirección de los vientos, además de temperaturas cercanas a 24°C, como parámetros indicadores de surgencia, pueden identificarse durante el año de muestreo dos períodos de surgencia costera y uno de relajación de la surgencia. La primera surgencia se observó en julio/03 y pudo haber sido inducida por la acción de los vientos que se registraron en junio/03 (> 6 m/s) con dirección del este-noreste. Luego con la disminución de la velocidad del viento (cercanos a 3 m/s) y el aumento de la temperatura del agua (27°C aprox.) se produjo la estratificación en la columna de agua conduciendo a la relajación de la surgencia. Nuevamente en el mes de diciembre, el aumento progresivo de la velocidad del viento con componente este, estimuló la ruptura de la termoclina provocando el decrecimiento de la temperatura y la homogeneidad en la columna de agua durante el período enero-marzo/04. Resultados similares fueron referidos para la zona nororiental de Venezuela por Herrera & Febres-Ortega (1975, 1976). Por otra parte, las altas temperaturas observadas durante el período de relajación concuerdan con las temperaturas referidas para la zona nororiental de

TABLA 3. Autovalores y porcentaje de la varianza explicado por el análisis de componentes principales de la hidrografía en la bahía de Charagato en sus dos primeros componentes

Componente	Peso	Porcentaje de la Varianza	Porcentaje acumulado
1	3,0034	33,371	33,37,371
2	1,74482	19,387	52,758

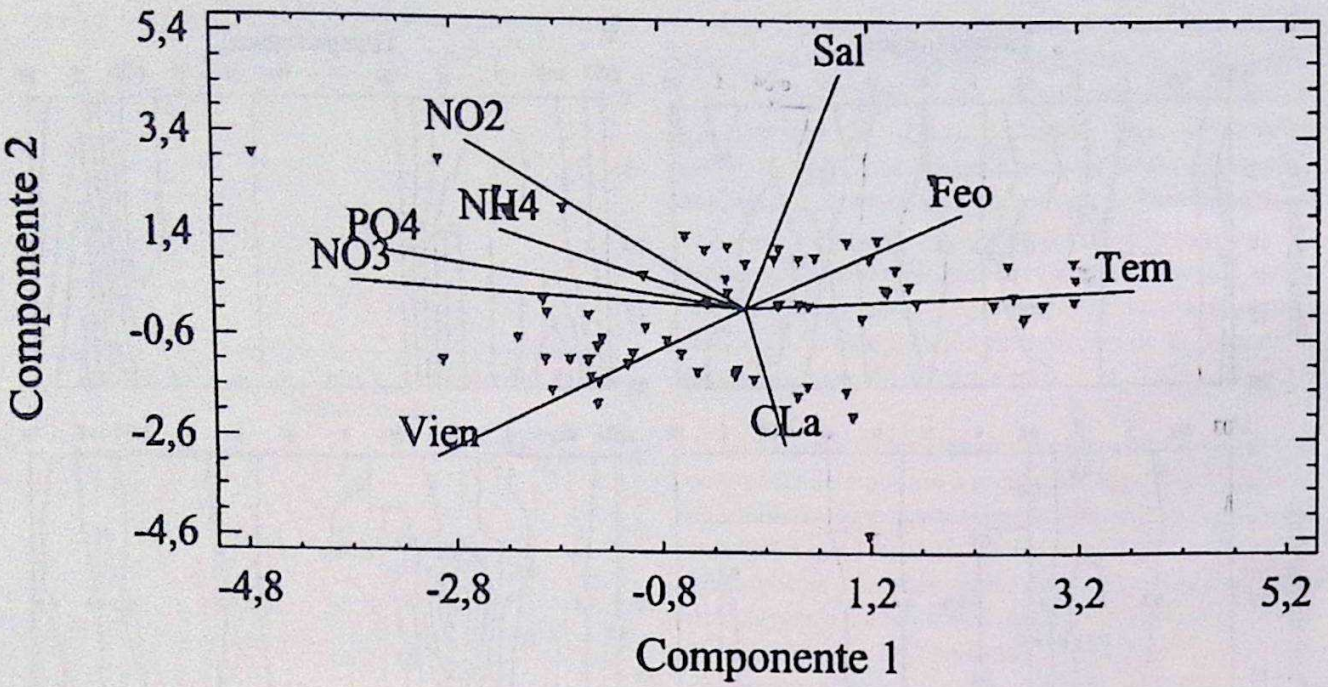


Fig. 3. Proyección ortogonal de las variables hidrográficas, en el espacio definido por los primeros dos componentes del ACP, para la bahía de Charagato, Isla de Cubagua, en el período abril 2003-marzo 2004.

Venezuela durante los meses más cálidos, agosto y septiembre, donde los máximos valores son inferiores a los reportados para la zona oriental del Mar Caribe a los 62°00"W (HERRERA & FEBRES-ORTEGA 1976).

En julio/03 se observó la mayor concentración de nutrientes (amonio, nitrito, nitrato y fosfato), así como los menores valores de temperatura, lo que sugiere que durante este período corto de tiempo, el afloramiento de agua subsuperficial fue más intenso que durante la surgencia de enero-marzo/04.

El ascenso de agua subsuperficial contribuye a aumentar los nutrientes en la zona eufótica (DICKSON & WHEELER 1995; CASTELLANOS *et al.* 2002), lo que se traduce en un aumento en la abundancia de fitoplancton y zooplancton herbívoro (CERVANTES-DUARTE *et al.* 1993; NEWER & COWLES 1994). De manera contraria, al disminuir la velocidad del viento y cambiar su dirección, disminuye la mezcla entre las masas de agua y el calor solar promueve la formación de la estratificación de la columna de agua. Esto limita al fitoplancton a la zona de luz donde agota los nutrientes y, por ende, declina la su actividad (D'CROZ *et al.* 1991; MANN & LAZIER 1991; TILSTONE *et al.* 1994).

Durante este estudio las diatomeas constituyeron el grupo dominante dentro del microfitoplancton, probablemente debido a su capacidad de rápida asimilación de nutrientes y a su tasa reproductiva (MARGALEF 1980). Dicha dominancia de las diatomeas sobre cualquier otro grupo es característico para el noreste de la isla de Cubagua (TROCCOLI 1989; BETANCOURT 1998), Isla de Margarita (LÓPEZ 1997; LÁREZ 2004), Golfo de Cariaco (FERRÁZ-REYES 1987), frente Atlántico venezolano (SPINIELLO & PÉREZ 2005) y otras zonas de surgencia costera (ESTRADA & BLASCO 1979; D'CROZ *et al.* 1991; TILSTONE *et al.* 1994).

De manera general, las mayores concentraciones de clorofila *a* fueron observadas en la superficie. Los períodos de alta abundancia coinciden con los meses de mayor riqueza, baja diversidad y con una estructura comunitaria de fitoplancton donde las especies predominantes fueron las diatomeas.

De acuerdo con FERRAZ-REYES (1987) la biomasa microalgal en el nororiente de Venezuela refleja un delicado ajuste y respuesta del fitoplancton a las condiciones cambiantes del ambiente. En este sentido ESTRADA &

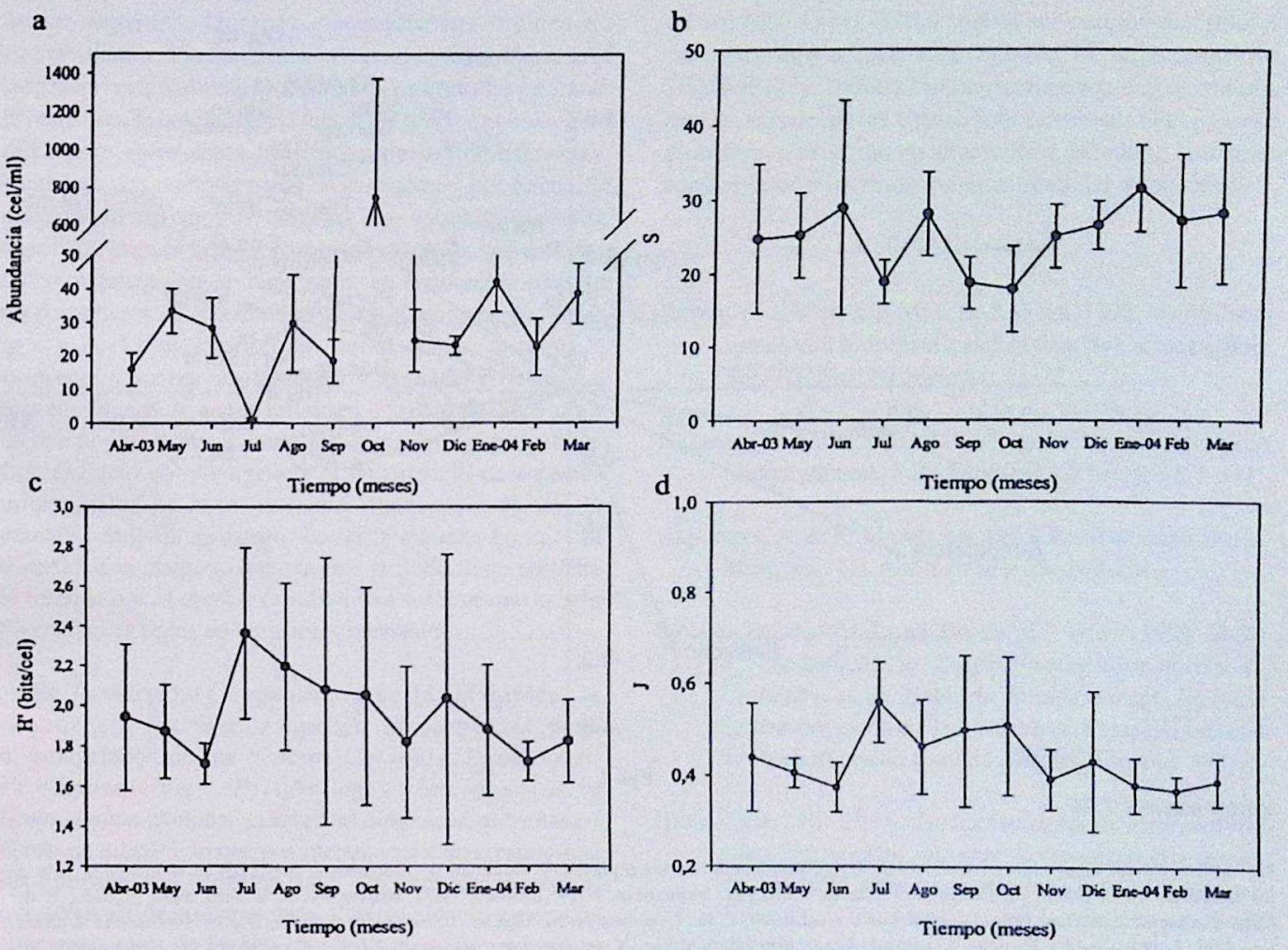


Fig. 4. Variación temporal de la abundancia de microfitoplancton (a), riqueza (b), diversidad (c) y equitabilidad (d), en la bahía de Charagato durante el periodo de estudio.

Blasco (1979) y Tilstone *et al.* (1994) señalan que el crecimiento del fitoplancton se encuentra estrechamente relacionado con el proceso de surgencia y que varía de acuerdo a la intensidad de la misma.

Durante el año de muestreo fueron observadas dos tipos de estructuras comunitarias, una se caracterizó por presentar alta abundancia y riqueza, dominancia de algunas especies y baja equitabilidad, lo que condicionó valores constantes en la diversidad. En la otra se observó poca abundancia, baja riqueza, con valores altos de equitabilidad. De acuerdo con Estrada & Blasco (1979) y Tilstone *et al.* (1994) las características de la primera comunidad descrita están asociadas a procesos de surgencia y la segunda a procesos de relajación de la surgencia.

Estas dos estructuras fueron observadas en períodos diferentes. La primera estructura descrita (relacionada con la surgencia) se observó en dos períodos: en agosto/03 y durante enero-marzo/04. La segunda (asociada a la relajación) se observó durante septiembre-noviembre/03, principalmente. Esto hace evidente un desfase en cuanto a las condiciones hidrográficas y la estructura fitoplanctónica. Se observaron condiciones de surgencia durante julio/03, pero la estructura comunitaria típica de un período de surgencia se manifestó durante agosto/03. Así mismo, se pudo constatar que durante agosto/03 las condiciones hidrográficas fueron características de un período de relajación pero el fitoplancton característico de este período se observó con claridad durante septiembre-octubre. Un desfase similar pudo observarse con la surgencia de enero-marzo/04 y la estructura comunitaria correspondiente.

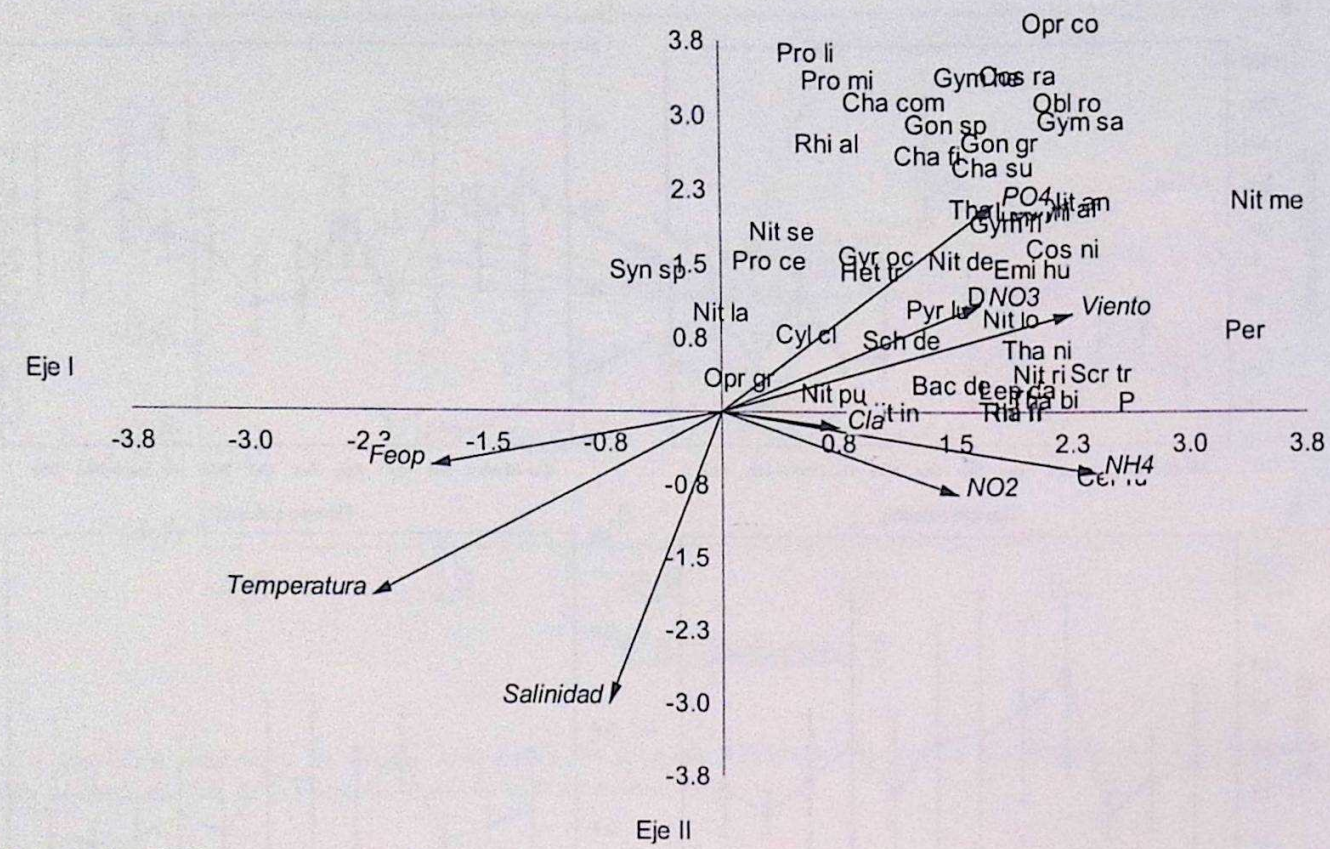


Fig. 5. Proyección ortogonal del Análisis de Correspondencia de las especies de canónica de fitoplancton presentes en al menos el 20% de las muestras en la Bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. NH4: amonio, NO2: nitrito, NO3: nitrato, PO4: fosfato; B de: *Bacteriastum delicatulum*, Cclos: *Cylindroteca closterium*, C fu: *Ceratium furca*, Cha su: *Chaetoceros subtilis*, Dip le: *Diplopsalis lenticula*, Lep dani: *Leptocylindrus danicus*, Lep mini: *Leptocilindrus minimus*, N an: *Nitzschia angularis*, Nit de: *Pseudonitzschia delicatissima*, Nit in: *Nitzschia insignis*, N la: *Nitzschia lanceolada*, N long: *Nitzschia longissima*, Nit me: *Nitzschia media*, Nit. pu: *Nitzschia punges*, Nit ri: *Nitzschia rigida*, Ni se: *Pseudonitzschia seriata*, Nsi: *Pseudonitzschia sigma*, Pro li: *Prorocentrum lima*, Pro mi: *Prorocentrun minimum*, P ni: *Psammodiscus nitidus*, Obl. ro: *Oblea rotunda*, Rhi al: *Rhizosolenia alata*, Rhi fr: *Rhizosolenia fragilisima*, Ri st: *Rhizosolenia stiliformis*, S af: *Synedra fasciculata*, S de: *Schoredella delicatula*, S co: *Skeletonema costatum*, Scr tr: *Scripsiella trochoidea*, Tha bi: *Thalassiosira bioculata*, Tha ni; *Thalassionema nitzschioides*, Tha no: *Thalassiosira nordenskioldii*,.

En la estructura comunitaria de la surgencia, que se observó en agosto/03 y en enero-marzo/04, se hizo evidente un alto valor (7-34) en el índice de riqueza destacando especies oportunistas (MARGALEF 1980) como: *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschioides*, *Cylindroteca closterium*, *Pseudonitzschia delicatissima* y *P. pungens*. Estas especies pudieron ser favorecidas por los altos valores de fosfato, nitrato, nitrito y especialmente de amonio que se presentaron durante julio/03 y diciembre/03, respectivamente o bien por las concentraciones de fosfatos que muestran una alta asociación al fitoplancton según el Análisis de Correspondencia Canónica. Lo que sugiere que la alta riqueza y abundancia que caracterizó esta comunidad fue la respuesta biológica a las condiciones hidrográficas de meses anteriores.

En esta estructura comunitaria, la equitabilidad fue baja si se compara con lo señalado para esta zona (TROCCOLI 1989). Se puede inferir que ese valor probablemente sea el resultado de la dominancia del género *Nitzschia* y *Pseudonitzschia*, sabiendo que este índice describe la distribución de la abundancia de las especies de una determinada muestra.

La diversidad no mostró diferencias significativas en el tiempo. Este índice contempla la riqueza y la equitabilidad

de las especies. Durante el estudio los índices de equitabilidad y riqueza fueron inversos, es decir, durante la surgencia la equitabilidad fue baja y la riqueza alta y durante la relajación la equitabilidad fue alta y la riqueza baja. Esta diferencia entre estos índices en períodos diferentes, conduce a una compensación en sus valores, por lo cual la diversidad no mostró diferencia estadísticamente significativa en el tiempo. Esto sugiere que las condiciones físico-químicas que se registraron en septiembre-octubre no permitieron el crecimiento de las diatomeas *Nitzschia spp.* y *Pseudonitzschia spp.* como ocurre durante la surgencia, y por esa razón la repartición de las especies fue más equilibrada, lo que se reflejó en una equitatividad alta y en una diversidad baja como producto de la riqueza baja. Con el inicio de la surgencia el crecimiento de especies oportunistas se hizo marcado disminuyendo así la equitabilidad, sin embargo, como la riqueza fue alta la diversidad se mantuvo durante este período. Esto sustenta lo referido por MARGALEF (1980) quien sostiene que la baja diversidad es típica de ambientes inestables.

En la estructura comunitaria de la relajación, la abundancia fue menor que en la surgencia pero dinoflagelados de los géneros *Ceratium*, *Dynophysis*, *Protoperidinium*, *Peridinium*, *Heterocapsa* y *Gimnodinium*, dominaron sobre las diatomeas, al menos en el mes de julio/03; lo que posiblemente sea una respuesta a las condiciones hidrográficas del mes de junio/03: estratificación de la temperatura, altas salinidades y elevadas concentraciones de fosfato que favorecen su crecimiento (ESTRADA & BLASCO 1979; TROCCOLI 2001) pues los dinoflagelados son de reproducción lenta, presentan diferencias metabólicas con las diatomeas, poseen en muchos casos nutrición heterótrofa, presentan un flagelo que les facilita la migración en la columna de agua y una estructura externa menos pesada que las diatomeas, lo que les permite sobrevivir en aguas estratificadas y con menores condiciones de nutrientes (FERRAZ-REYES 1987, TAMUI 2004).

Todo esto confirma que los sistemas pelágicos son extremadamente sensibles a los cambios ambientales, suministrando en condiciones ambientales inestables condiciones de hábitats ventajosos para diferentes especies (CALIJURI *et al.* 2002).

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue parcialmente financiado por medio del proyecto FONACIT-UDONE 2000001360. ELIZABETH PIRELA e IVÁN HERNÁNDEZ-ÁVILA poseen subvención de estudios de postgrado a través de FONACIT bajo contratos 200700512 y 200601239 respectivamente. Los autores desean agradecer las correcciones derivadas del proceso de arbitraje, así como las sugerencias del editor, las cuales coadyuvaron a incrementar la calidad del manuscrito.

REFERENCIAS

ASTOR, Y., J. MERI & F. MÜLLER-KARGER. 1998. Variabilidad estacional hidrográfica en la fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 58: 61-72.

BALECH, E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Pub. Esp. Inst. Oceanogr.* 1: 1-311.

BALLESTER, A. & R. MARGALEF. 1965. Producción primaria. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 25: 209-221.

BERÁRD-THERRIAULT, L., M. POULIN & L. BOSSÉ. 1999. *Guide d' identification du phytoplankton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Incluant également certains protozoaires*. Conseil National de Recherches du Canadá. Ottawa. Canadá. 387 pp.

BETANCOURT, M. 1998. *Variación espacio temporal del microfitoplancton, durante los meses enero–agosto del año 1994, en el área nor-este de la isla de Cubagua, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biol. Mar. Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela. 123 pp.

BONELLS, D., T. OKUDA, J. BONILLA & G. CEDEÑO. 1990. Algunas características hidrográficas en la región circunvecina a la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 29 (1-2): 27-41.

CALIJURI, M., A. DOS SANTOS & S. JATI. 2002. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S.P.-Brasil). *J. Plankton Res.* 24 (7): 617-634.

CASTELLANOS, P., R. VARELA & F. MULLER-KARGER. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 154: 55-76.

CERVANTES-DUARTE, R., S. AGUÍÑIGA-GARCÍA & S. HERNÁNDEZ-TRUJILLO. 1993. Condiciones de

surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipólito, B.C.S. *Cs. Mar.* 19 (1): 117-135.

CONOVER, W. 1980. *Non Parametric Statistics*. Wiley & Sons. New York, USA. 493 pp.

CUPP, E.1943. Marine plankton of the West of North America. *Bull. Scripp Inst. Oceanogr. Tech. Ser.* 5 (1): 1-238.

D'CROZ, L., J. DEL ROSARIO & J. GÓMEZ. 1991. Upwelling and phytoplankton in the bay of Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 39 (2): 233-241.

DÍAZ-RAMOS, J. 2000. Índice de la microflora marina de Venezuela: diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos. *Rev. Biol. Trop.* 48 (4): 897-918.

DICKSON, M. & P. WHEELER. 1995. Nitrate uptake rates in a coastal upwelling regimen: a comparison of PN-specific, absolute, and Chl. *a*-specific rates. *Limnol. Oceanogr.* 40 (3): 533-543.

ESTRADA, M. & D. BLASCO. 1979. Two phases of the phytoplankton community in the Baja California Upwelling. *Limnol. Oceanogr.* 24 (6): 1065-1080.

FERGUSON, E. 1968. *Dinoflagellates of the Caribbean Sea and Adjacent Areas*. University of Miami Press. Florida, USA. 143 pp.

FERRAZ-REYES, E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 26 (1&2): 97-110.

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

_____. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21 (3): 140-146.

_____ & J. CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 32 (1&2): 27-44.

HASLE, G. 1978. The Inverted – Microscope Method. En: Sournia (Ed.) *Phytoplankton Manual*. París, France. 88-110.

HERRERA, L. & G. FEBRES-ORTEGA. 1975. Procesos de surgencia y de renovación de agua en la Fosa de Cariaco del Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 14 (1): 31-44.

HERRERA, L. & G. FEBRES-ORTEGA. 1976. Características termohalinas de las aguas superiores del sureste del Mar Caribe durante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 15 (1): 97-114.

JOHNSON, R. & D. WICHERN. 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall Int. New York, USA. 642 pp.

LA BARBERA, A. 1984. *Estudio Taxonómico de los Dinoflagelados del Orden Peridiniales de la Plataforma Nororiental de Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc.Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 180 pp.

LÁREZ, D. 2004. *Variación de la Estructura Comunitaria de Fitoplancton en el Área Pesquera, Porlamar- La Isleta, Isla de Margarita. Venezuela en el Período Febrero-Julio 2002*. Trab. Grad. Lic. Biol. Mar., Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela. 78 pp.

LÓPEZ, F. 1997. *Distribución Espacial y Temporal de las Diatomeas y Dinoflagelados de la Plataforma Araya-Margarita*. Trab. Grad. Lic. Biol. Mar., Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela. 158 pp.

MANN, K. & J. LAZIER. 1991. *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications. Boston, USA. 465 pp.

MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, España. 951 pp.

MOISAN, J., T. MOISAN & M. ABBOTT. 2002. Modelling the effect of temperature on the maximum growth rates of the phytoplankton populations. *Ecol. Mod.* 157: 197-215.

NEWER, S. & T. COWLES. 1994. Protist herbivory in the Oregon

upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 113: 147-162.

PARSONS, T., Y. MAITA, Y. & C. LALLY. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods of Seawater Analisis.* Pergamon Press. Oxford. U.K. 173 pp.

PERAGALLO, M. 1965. *Diatomés Marines de France.* A. Asher Co. Amsterdam. Holanda. 365 pp.

REYES-VÁSQUEZ, G. 1971. *Contribución al Conocimiento de las Diatomeas de la Bahía de Mochima Estado Sucre, Venezuela.* Trab. Asc. Prof. Asoc., Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 56 pp.

SAUNDERS, R. & E. GLENN. 1969. *Diatoms Memoirs of the Hourglass Cruises.* Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory. St. Petersburg. USA. 38 pp.

SOLER, A., M. PÉREZ & R. AGUILAR. 2003. *Diatomeas de las Costas del Pacífico en Panamá.* Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá. 383 pp.

SOLÓRZANO, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.* 14: 799-801.

SOURNIA, A. 1986. *Atlas du Phytoplancton Marin.* Centro Nacional de Investigaciones Científicas. París, Francia. Vol 1. 219 pp.

SPINIELLO, P. 1996. Las diatomeas marino-costeras de Venezuela. *Car. J. Sc.* 32: 331-347.

SPINIELLO, P. & G. PÉREZ. 2005. Inventario de la flora planctónica en el frente Atlántico Venezolano. 31-42. En: GÓMEZ, M., M. CAPALDO, C. YANES & A. MARTIN (Eds.). *Frente Atlántico Venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias Ambientales.* Tomo I. Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA)-Fondo Editorial Fundambiente. Caracas. 176 pp.

STEEL, R. & J. TORRIE. 1989. *Bioestadística: Principios y Procedimientos.* Edición. McGraw Hill. Ciudad de México, México. 622 pp.

STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical hand book of seawater analysis. *J. Fish. Res. Bd Can. Bull.* 167: 1-310.

TAMIJI, G. 2004. Pulsed nutrient supply as a factor inducing phytoplankton diversity. *Ecol. Mod.*, 171: 247-270.

TER BRAAK, C. 1986. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.

TILSTONE, G., F. FIGUEIRAS & F. FRAGA. 1994. Upwelling-downwelling sequences in the generation of tides in a coastal upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 122: 241-253.

TROCCOLI, L. 1989. *Análisis Cualitativo y Cuantitativo del Fitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela.* Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 79 pp.

_____. 2001. *Cambios Estructurales del Fitoplancton Costero Tropical en una Zona Cárstica: Perspectivas en Escala Espacial.* Tesis Doctoral, Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida, México. 177 pp.

VALIELA, I. 1995. *Marine Ecological Processes.* Springer. New York, USA. 686 pp.

WEHDE, H., J. BACKHAUS & E. HEGSETH. 2001. The influence of oceanic convection in primary production. *Ecol. Mod.* 138: 15-126.

WALSH, J., D. DIETERLE, F. MÜLLER-KARGER, R. BOHRER, P. BISSETT, R. VARELA, R. APARICIO, R. DÍAZ, R. THUNELL, G. TAYLOR, M. SCRANTON, K. FANING & E. PELTZER. 1999. Simulation of carbon-nitrogen cycling during spring upwelling in the Cariaco Basin. *J. Geoph. Res.* 104 (4): 7807-7825.

RECIBIDO: Febrero 2007
ACEPTADO: Enero 2008