

# Variación temporal de las variables físico-químicas y biomasa fitoplanctónica en aguas superficiales de la zona costera de Chacopata, NE Venezuela (Mar Caribe)

Seasonal variation of physico-chemical variables and phytoplankton biomass in surface water of coast Chacopata, NE Venezuela (Caribbean Sea)

Ruth Lara-Rodríguez<sup>1</sup>, Roger Velásquez-Arenas<sup>2</sup>, Luís Troccoli-Ghinaglia<sup>3</sup>,  
Deudedid Hernandez y Mairin Lemus<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán, Universidad de Oriente, Venezuela

<sup>3</sup>Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela

<sup>4</sup>Programa Prometeo, SENESCYT, Ecuador. mlemus88@gmail.com

**Abstract.**- To understand the dynamics of some physico-chemical variables and phytoplankton biomass the Atlantic surface waters of coast Chacopata (Northeastern Venezuela), water samples were monthly collected from October 2006 to March 2007. During this period, shallow coastal waters of Chacopata were characterized by a warmer period ( $28.3^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) occurring from October to January and a cooler from February to March ( $22.9^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ). During the cooler period high dissolved nitrogen (nitrite and ammonium) and phosphate concentrations were observed. The highest concentration of chlorophyll ( $3.59 \pm 0.41 \text{ mg Chl } a \text{ m}^{-3}$ ) in surface waters was observed during the cooler period.

**Key words:** Phytoplankton biomass, Chlorophyll *a*, nutrient

## INTRODUCCIÓN

La síntesis de materia orgánica en los organismos autótrofos está regulada por la disponibilidad energética y también por la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo, sílice y hierro disuelto; y como consecuencia de ello, la compleja estructura y dinámica del fitoplancton hace que los cambios en composición y biomasa fitoplanctónica varíen estacionalmente.

El estudio de las poblaciones fitoplanctónicas en las zonas costeras aporta una valiosa información de las condiciones ambientales, ya que refleja las características físico-químicas y determina la producción primaria contribuyendo al primer nivel trófico en los ecosistemas acuáticos (Varela *et al.* 2003).

En la región nororiental de Venezuela se han llevado a cabo numerosos estudios sobre las comunidades fitoplanctónicas (Díaz & Ferraz 1988, Troccoli & Cabrera 1994, Varela *et al.* 2003, Rivas *et al.* 2007). Estos trabajos han establecido que la surgencia costera que ocurre en esta región del país, es determinante para el crecimiento del fitoplancton y para el reclutamiento de larvas de invertebrados y peces; es por ello que la zona está caracterizada por presentar una elevada producción secundaria y una gran diversidad específica, siendo los

moluscos bivalvos los más abundantes (Saint-Aubyn *et al.* 1999).

La surgencia costera es un fenómeno característico de la costa nororiental de Venezuela, caracterizado por el movimiento ascendente de las aguas de los niveles subsuperficiales, desde profundidades generalmente menores de 100-200 m, y removidas desde el área de transporte por el flujo horizontal, produciéndose así un aporte de nutrientes, disminución de la temperatura y el oxígeno disuelto en las aguas superficiales empobrecidas por el consumo biológico. Este evento fue descrito por primera vez para la costa venezolana por Richards (1960), mientras que Okuda (1975, 1981) lo definió para el Golfo de Santa Fe, basándose en la hidrografía y la concentración de los nutrientes, señalando que existen 3 tipos de surgencias con intensidades distintas: una fuerte de enero a mayo, otra moderada de junio a agosto y una débil desde septiembre a noviembre. Otros estudios en la región oriental han coincidido con estos períodos de surgencia (Richards 1960, Margalef 1965, Kart 1981, Ferraz-Reyes 1983), y han sugerido que para la zona nororiental del país, este fenómeno es estacional y conlleva un aumento de la concentración de nutrientes en la capa superficial, promoviendo el florecimiento y la

producción del material orgánico, por la fotosíntesis del fitoplancton.

Muller-Karger *et al.* (2001) sugieren que en esta zona del océano tropical y principalmente el golfo de Cariaco la productividad primaria es extremadamente alta, como resultado directo del afloramiento, que conducen a un aumento del flujo de carbono particulado por la alta sedimentación, evento relacionado con el periodo de alta surgencia. Como consecuencia, se generan aguas ricas en nutrientes con un aumento de la clorofila *a* y de los feopigmentos por ocurrir mayor pastoreo, lo que provoca una alta degradación de la clorofila *a* (Alvera-Azcarate *et al.* 2000a, b).

Considerando al fitoplancton como la comunidad indicadora de los procesos costeros, y que en la zona costera de Chacopata se produce el efecto de surgencia costera estacional, se estudió la variación mensual de los parámetros físico-químicos y la biomasa del fitoplancton de las aguas superficiales atlánticas de Chacopata en la costa de Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La estación de muestreo se localiza al norte de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela ( $10^{\circ}40'43''N$ ;  $63^{\circ}49'38''W$ ) (Fig. 1). Esta zona se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios del este/noreste, que soplan con mayor intensidad entre noviembre-abril y la influencia de vientos suaves del noreste desde mayo-octubre.

Mensualmente, se recolectaron 2 L de agua superficial a 50 cm de profundidad en botellas plásticas oscuras para evitar el efecto de la luz; las muestras fueron tomadas por triplicado, a una distancia aproximada de 200 m de la costa, desde octubre 2006 hasta marzo 2007, a las cuales se les determinó la clorofila *a* y los nutrientes. La transparencia del agua se midió *in situ* con un disco de Secchi, la salinidad con un salinómetro refractómetro, la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua con un sensor multiparámetros YSI modelo 55 y el pH con un medidor de pH 3071 Jenway. Una vez trasladadas las muestras de agua al laboratorio de Ecología Marina del Centro de

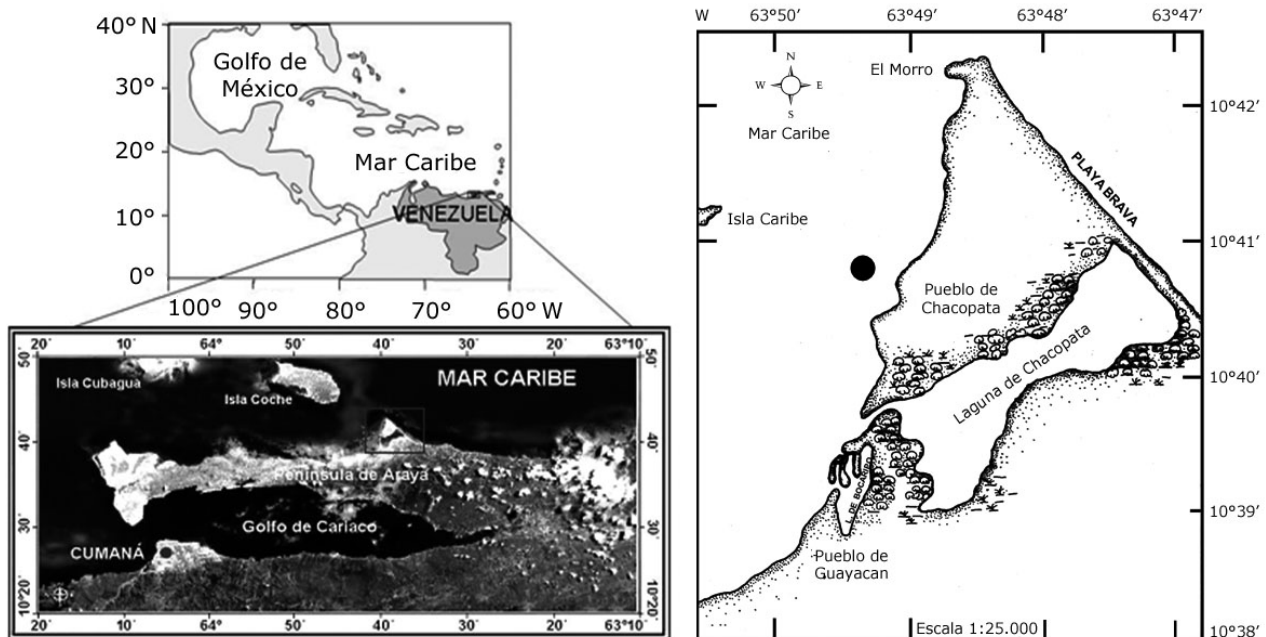


Figura 1. Ubicación del área de estudio, indicado con el círculo negro / Location of study area, indicated with black circle

Investigaciones Ecológicas de Guayacán (CIEG) de la Universidad de Oriente (UDO), se procedió inmediatamente a concentrar los 2 L de agua de cada muestra con filtros de fibra de vidrio (Whatman GF/C, 47 mm Ø, 1,2 µm de diámetro de poro) con una bomba de vacío (Gast; presión < 15 mm de Hg) y un equipo de filtración Millipore para la determinación de clorofila *a*. De cada muestra de agua filtrada de 750 ml se determinaron los nutrientes (amonio, nitrito y fosfato). Los filtros y las muestras de agua fueron congelados a 4°C para su posterior análisis.

La concentración de amonio se realizó según el método descrito por Koroleff (1969), mientras que el nitrito se cuantificó por el método de Bendschneider & Robinson (1952) y la concentración de fosfato por el método de Murphy & Riley (1962). En la determinación de cada nutriente se utilizó un espectrofotómetro Spectronic 401 Milton Roy.

La cuantificación de clorofila *a* (Chl *a*) se realizó mediante el método descrito por Lorenzen modificado por Strickland & Parsons (1972). Posteriormente, para el análisis de los feopigmentos, se acidificaron las muestras con 0,02 ml de HCl 1 mol L<sup>-1</sup> según Margalef (1965) y APHA (1975). Para la determinación de las variables se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu UV-120 a 665 nm y 750 nm con celdas de cuarzo de 1 cm.

Para establecer la existencia de diferencias mensuales en las variables estudiadas se realizó un ANDEVA simple sin réplica para las variables físicas y un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis para las variables químicas y biológicas (Boyer *et al.* 1997), debido a que los datos no se ajustan a una distribución normal. El análisis estadístico fue llevado a cabo utilizando el software Statgraphics Plus 4.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La transparencia del agua presentó diferencias mensuales significativas ( $F_s = 5,71$ ;  $P < 0,01$ ) presentado los valores más altos desde octubre hasta enero con un promedio de  $3,96 \pm 0,66$  m; disminuyendo hasta  $2,75 \pm 0,35$  m durante febrero-marzo. La salinidad presentó un valor medio de 38,00 desde octubre hasta diciembre y luego se incrementó durante febrero-marzo a 40,00 (Tabla 1), mostrando diferencias significativas durante el periodo de muestreo ( $F_s = 3,06$ ;  $P < 0,01$ ).

Las más altas temperaturas del agua superficial se detectaron en octubre-enero ( $26,98^\circ\text{C} \pm 0,30^\circ\text{C}$ ), registrándose una disminución significativa ( $F_s = 121,89$ ;  $P < 0,001$ ) para los 2 últimos meses con un valor promedio de  $23,23^\circ\text{C} \pm 0,14^\circ\text{C}$  para febrero-marzo (Tabla 1).

La concentración de oxígeno disuelto en el agua mostró diferencias significativas ( $F_s = 10,29$ ;  $P < 0,01$ ) entre los meses de estudio, con los mayores valores durante octubre-diciembre, alcanzando la concentración más alta en noviembre ( $5,89 \pm 0,65$  mg L<sup>-1</sup>). El oxígeno disuelto fue más bajo en marzo con un valor de  $3,45 \pm 0,18$  mg L<sup>-1</sup>.

Estos parámetros físico-químicos determinados en las aguas superficiales de la localidad de Chacopata para los meses de muestreo 2006-2007 establecen 2 períodos, el primero desde octubre hasta enero con elevadas temperaturas que coinciden con la mayor transparencia del agua, el segundo en febrero-marzo con temperaturas 3,75°C por debajo del primer periodo y mayor turbidez de la columna de agua. Esta diferencia de temperatura coincide con lo descrito por Troccoli & Cabrera (1994) para las zonas costeras del oriente venezolano, quienes reportan variaciones de temperatura de 5,1°C entre los períodos de surgencia en la zona.

**Tabla 1. Variación mensual (2006-2007) de las variables fisicoquímicas del agua en la costa de Chacopata (Estado Sucre, Venezuela) / Monthly variation (2006-2007) of physico-chemical variables in coastal water of Chacopata (Sucre State, Venezuela)**

	Temperatura (°C)	O <sub>2</sub> disuelto (mg L <sup>-1</sup> )	Transparencia (m)	pH	Salinidad
Octubre	26,00 ± 0,61	5,36 ± 0,04	4,17 ± 0,76	6,65 ± 0,33	38,0 ± 2,0
Noviembre	28,37 ± 0,06	5,89 ± 0,46	4,67 ± 0,57	7,94 ± 0,12	38,0 ± 1,0
Diciembre	26,73 ± 0,06	6,02 ± 0,51	3,33 ± 0,57	6,30 ± 1,57	38,0 ± 2,0
Enero	26,83 ± 0,47	-	3,67 ± 0,76	6,29 ± 0,14	-
Febrero	22,93 ± 0,21	5,11 ± 0,09	2,50 ± 0,50	8,39 ± 0,10	40,0 ± 1,0
Marzo	23,53 ± 0,06	3,45 ± 0,18	3,00 ± 0,50	8,20 ± 0,03	39,7 ± 0,6

Promedio ± Desviación estándar de n= 3

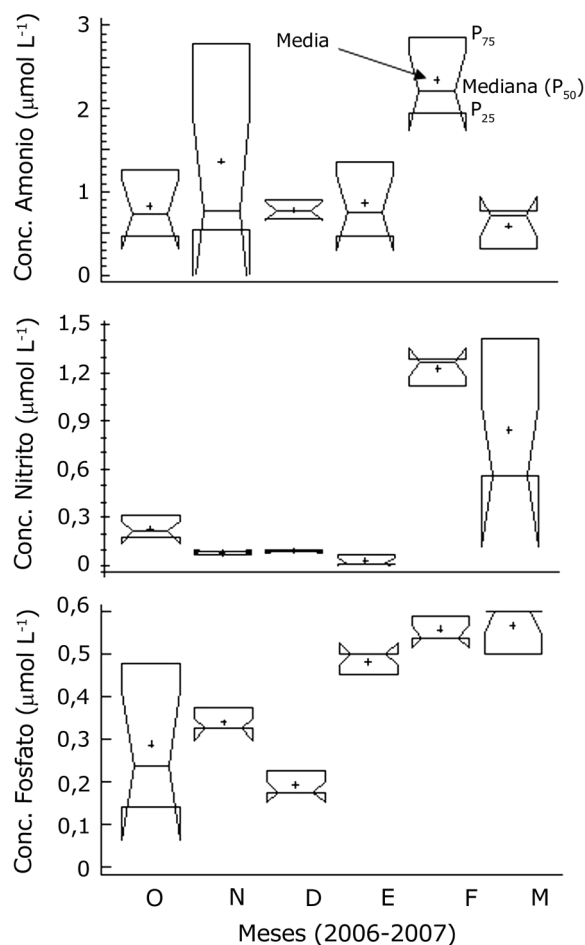
Durante el segundo período ocurre el ascenso de aguas subsuperficiales que generan la turbulencia de la columna de agua (Kiørboe 1993, Monteiro & Largier 1999), evento que implica una mayor disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica, aumentando la abundancia de organismos debido al crecimiento del fitoplancton que alteran la penetración de la irradiancia, causando cambios en la transparencia del agua. Díaz-Ramos & Ferraz-Reyes (1988) señalan que para las costas del estado Sucre, el factor principal que afecta la transparencia del agua es la cantidad de biomasa microalgal, de tal manera que el fitoplancton puede estar controlado por los cambios de irradiancia en el año (Mandelli & Ferraz-Reyes 1982, Piazena & Häder 1994).

El pH presentó un comportamiento parecido a la salinidad, con valores significativamente más bajos ( $F_s = 6,68$ ;  $P < 0,01$ ) entre octubre y enero con un promedio de  $6,80 \pm 0,54$  y aumentó en febrero-marzo a  $8,30 \pm 0,07$  (Tabla 1). Estos valores coinciden con los señalados por Zapata (2004) quien registró, para la región costera del golfo de Cariaco, valores entre 6,91-8,52 unidades de pH; los valores elevados de pH se corresponden con aguas muy productivas con alto contenido de oxígeno (Pirela-Ochoa *et al.* 2008).

En cuanto a los nutrientes nitrogenados, se encontró diferencias significativas ( $K_w = 13,83$ ;  $P < 0,001$ ) en los niveles de amonio durante el periodo de octubre-enero y los valores fluctuaron entre 0,8 y  $1,35 \mu\text{mol L}^{-1}$ , incrementándose en febrero hasta  $2,33 \mu\text{mol L}^{-1}$  y posteriormente disminuyen en marzo (Fig. 2). Con respecto al nitrito, se obtuvieron variaciones significativas ( $K_w = 69,90$ ;  $P < 0,001$ ) con valores que tendieron a disminuir desde octubre 2006 hasta enero 2007 ( $0,22-0,03 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), mientras que en febrero y marzo 2007 los valores aumentaron hasta alcanzar  $1,22 \mu\text{mol L}^{-1}$  (Fig. 2).

La concentración del fosfato presentó variaciones mensuales significativas ( $K_w = 46,04$   $P < 0,001$ ), observándose los más bajos valores durante octubre-diciembre, con un rango de  $0,19-0,34 \mu\text{mol L}^{-1}$ , aumentando posteriormente desde enero a marzo entre  $0,48-0,56 \mu\text{mol L}^{-1}$  (Fig. 2).

Los nutrientes estudiados presentaron un comportamiento parecido, aumentando sus concentraciones para febrero-marzo; sin embargo, el amonio presentó mayores concentraciones durante todo el estudio. Palazón-Fernández *et al.* (1996) reportan que el amonio es el nutriente más abundante en las aguas superficiales costeras del oriente venezolano, relacionado a que es el primer producto en



**Figura 2. Variación mensual de la concentración de amonio, nitrito, fosfato del agua superficial de la localidad de Chacopata, Venezuela / Monthly variation of ammonium, nitrite, phosphate concentrations in surface water from Chacopata, Venezuela**

los procesos de remineralización de la materia orgánica y en los procesos biológicos de excreción. Por otro lado, Marcano (1990) afirma que al sur de la Isla de Coche, las máximas concentraciones de nitrito se observaron entre enero-febrero y estuvieron relacionadas con los procesos advectivos y la circulación local.

La coincidencia del aumento en las concentraciones de nutrientes para febrero-marzo, pudo deberse a la influencia del proceso de surgencia costera que ocurre en esta zona para los primeros meses del año.

López *et al.* (1985) y Palazón (2000) afirman que los sedimentos juegan un papel importante y relevante en el control de los niveles de fosfato de la interface sedimento-

agua superficial y que los niveles de fosfato y nitrógeno que se encuentran en un cuerpo de agua somera, están afectados por múltiples factores de carácter biótico, abiótico y el metabolismo interno del ecosistema y permite un continuo reciclaje de los elementos en los diferentes compartimientos sin que ocurra una acumulación significativa que afecte la productividad en el cuerpo del agua.

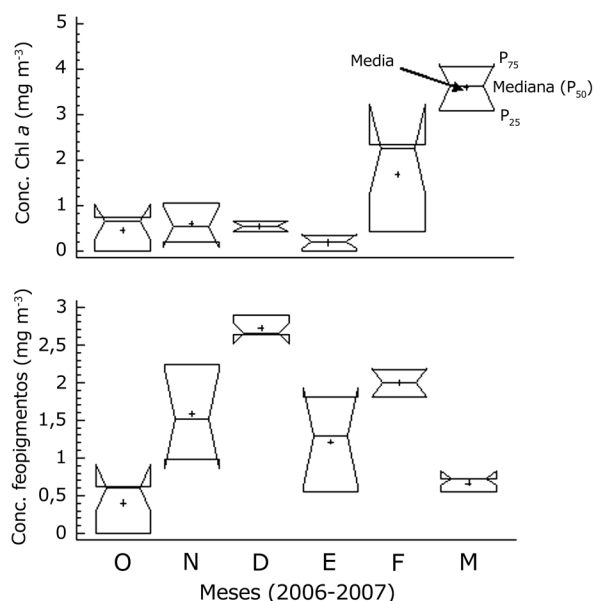
La concentración de clorofila *a* en el período octubre-enero presentó valores que oscilaron entre 0,17 y 0,64 mg Chl *a* m<sup>-3</sup>, significativamente diferente ( $K_w= 67,24$ ;  $P < 0,001$ ) a los valores obtenidos en febrero-marzo ( $3,59 \pm 0,41$  mg Chl *a* m<sup>-3</sup>). Por otro lado, la concentración de feopigmentos también presentó diferencias significativas ( $K_w= 53,48$ ;  $P < 0,001$ ), con un comportamiento muy diferente a la clorofila *a*, ya que se observó un aumento de los valores desde octubre hasta diciembre (0,40-2,73 mg m<sup>-3</sup>), disminuyendo para los 3 meses siguientes (2,00-0,66 mg m<sup>-3</sup>, Fig. 3).

La concentración de clorofila *a* mostró 2 periodos bien definidos y su concentración puede considerarse baja si se compara con las concentraciones obtenidas por Ferraz-Reyes (1983, 1989, y 1992), Troccoli & Cabrera (1994) y Rivas *et al.* (2007) en esta zona y áreas del nororiente venezolano quienes señalan concentraciones con valores mayores a 4,6 mg Chl *a* m<sup>-3</sup>.

Las concentraciones de clorofila *a* más bajas se presentaron durante los 4 primeros meses con valores entre 0,17 y 0,64 mg Chl *a* m<sup>-3</sup>. Esto presumiblemente se debió a los bajos valores de nutrientes registrados para estos meses y la posible existencia de un intenso pastoreo por parte del zooplancton, que pudo acarrear como consecuencia la disminución de la biomasa fitoplanctónica (Márquez *et al.* 2009, Marcano *et al.* 2010).

Los mayores valores de clorofila están relacionados con el inicio del proceso de surgencia, durante enero, donde comienza un enriquecimiento de los nutrientes en el agua, producto de un aumento de la velocidad de los vientos que producen el ascenso de las aguas frías y cargadas de nutrientes hacia la superficie, aumentando el afloramiento de la columna de agua para las costas orientales de Venezuela (Ferraz-Reyes 1983, 1989, 1992; Troccoli & Cabrera 1994, Rivas *et al.* 2007), que se puede presentar entre diciembre-abril.

Las concentraciones de feopigmentos fueron mayores con respecto a la clorofila *a* durante todo el muestreo con la excepción de marzo donde fue menor. La variación de



**Figura 3. Variación mensual de clorofila *a* y feopigmentos del agua superficial de la localidad de Chacopata, Venezuela / Monthly variation of chlorophyll *a* and phaeopigments in surface water from Chacopata, Venezuela**

los feopigmentos estuvo entre 1,0 a 2,8 mg m<sup>-3</sup>, valores que son mayores a los registrados por González (2006), los cuales oscilaron entre no detectables y 1,0 mg m<sup>-3</sup>. Sin embargo, estos promedios son parecidos a los obtenidos por Gómez *et al.* (2000) que estudiaron la biomasa del fitoplancton de la Playa San Luis, Cumaná, Venezuela; pero son más bajos a los reportados por Rivas *et al.* (2007) en la misma playa, con un rango de 0-8,5 mg m<sup>-3</sup> en agosto-septiembre, y entre 3,39-9,82 mg m<sup>-3</sup> en marzo.

Cuando la concentración de feopigmento con respecto a la clorofila *a* es mayor sugiere la presencia en el agua de restos de células fitoplanctónicas en diferentes fases de degradación cuyo origen puede ser la ingestión por el zooplancton (Márquez *et al.* 2009, Marcano *et al.* 2010) pero también puede deberse a que el fitoplancton se muestreó en fases avanzadas de florecimiento. Esto coincide por lo propuesto por Margalef (1980) y González (2006), ya que el feopigmento es producto de la degradación de los pigmentos del fitoplancton por la alta luminosidad, pastoreo o senescencia e indica el estado fisiológico de las microalgas.

La variación temporal de los parámetros físicos y químicos sugiere la existencia de 2 períodos contrastantes, uno caracterizado por temperaturas máximas de 28,3°C

que ocurre de octubre-enero (de baja surgencia) y otro de febrero-marzo caracterizado por las más bajas temperaturas con valores de 22,9°C y donde los nutrientes nitrogenados y el fosfato presentan sus mayores concentraciones (de elevada surgencia). Estos niveles de nutrientes pueden sustentar las mayores concentraciones de clorofila de  $3,59 \pm 0,41$  mg Chl *a* m<sup>-3</sup> alcanzada durante este periodo. Las variaciones de las condiciones estudiadas es semejante al descrito para esta zona por Margalef (1965) y Troccoli & Cabrera (1994), quienes afirman que el comportamiento de las variables medidas dependen mayoritariamente de las condiciones meteorológicas del área.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán (CIEG) y a la Comisión de Investigación por el financiamiento parcial del proyecto, así como también, a Ivis Fermín y Gregorio Martínez por su colaboración prestada.

#### LITERATURA CITADA

- Alvera-Azcárate A, A Barth & R Weisberg. 2009a.** The surface circulation of the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico as inferred from satellite altimetry. *Journal of Physical Oceanography* 39: 640-657.
- Alvera-Azcárate A, A Barth & R Weisberg. 2009b.** Anested model of the Cariaco basin (Venezuela): description of the basin's interior hydrography and interactions with the open ocean. *Ocean Dynamics* 9(1): 97-120.
- APHA. 1975.** Standard methods for the examination of water and wastewater, 1193 pp. APHA, Washington.
- Bendschneider K & R Robinson. 1952.** A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research* 11: 87-96.
- Díaz-Ramos J & E Ferraz-Reyes. 1988.** Dinámica de algunos parámetros hidrográficos y biológicos del canal de entrada de la Laguna de los Patos, Cumaná, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 28(1-2): 239-244.
- Ferraz-Reyes E. 1983.** Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 22(1 y 2): 111-124.
- Ferraz-Reyes E. 1989.** Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 28(1 y 2): 47-56
- Ferraz-Reyes E. 1992.** Fitoplancton de la ensenada de Canguas, Península de paría, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 31(1 y 2): 17-26.
- González M. 2006.** Distribución y composición de los elementos nutritivos y clorofila *a* en la aguas del Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Grado, Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná, 76 pp.
- Gómez J, J Díaz & I Sanchez. 2000.** Abundancia y biomasa del fitoplancton de la playa San Luis, Cumaná, Venezuela (junio 1995- mayo 1996). *Ciencias* 8(1): 41-52.
- Kart D. 1981.** Simultaneous rates of ribonucleic acid and deoxybonucleic acid sythses estimatig growth and cell division of aquatic microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology* 42: 802-810.
- Kjørboe T. 1993.** Turbulence, phytoplankton cell size, and the structure of pelagic food webs. *Advances in Marine Biology* 29: 1-72.
- Koroleff F. 1969.** Direct determination of ammonia in natural water as indophenol blue. *International Council for the Exploration of the Sea Copenhagen, Denmark* 1969/ 9.99: 19-22.
- López D, R Domínguez & N Duarte. 1985.** Hidroquímica de la superficie e interfase agua-sedimento de la Laguna costera (Laguna de Tacarigua). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 24(1-2): 225-236.
- Mandelli E & E Ferraz-Reyes. 1982.** Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *International Reviews in Hydrobiology* 67: 85-95.
- Marcano L. 1990.** Surgencia al sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de Ascenso, Departamento de Biología Marina, Universidad de Oriente, Margarita, 175 pp.
- Marcano Y, B Márquez, J Díaz, L Troccoli, B Marin, I Salazar & K Rincones. 2010.** Variables físicoquímicas que influyen a corto plazo en el zooplancton de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 49(2): 129-145.
- Margalef R. 1965.** Composición y distribución del fitoplancton. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales de la Salle* 25: 141-205.
- Margalef R. 1980.** Composición y distribución del fitoplancton *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales de la Salle* 28: 138-150.
- Márquez B, J Díaz, L Troccoli & B Marín. 2009.** Densidad, Biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(3):737-749.
- Monteiro P & J Largier. 1999.** Thermal stratification in Saldanha Bay (South Africa) and subtidal, density-driven exchange with the costal water of the Benguela Upwelling System. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49(6): 877-890.
- Murphy J & J Riley. 1962.** A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-37.

- Okuda T. 1975.** Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fe y área adyacentes. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 14(2): 251-268.
- Okuda T. 1981.** Análisis hidroquímicos de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes. *Venezuela. Ibíd* 20(1-2): 11-22.
- Palazón J. 2000.** Condiciones hidroquímicas del saco de la isla de Coche, Venezuela, mayo 1989-mayo 1990. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 39(1-2): 55-65. <<http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2996/2/07-CONDICIONES%20HIDROQUIMICAS.pdf>>
- Palazón-Fernández J, G Hernández, J Hernández & E Penoth. 1996.** Condiciones hidroquímicas de la laguna de Las Marites, Isla de Margarita, Venezuela, abril 1989-mayo 1990. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 35(1 & 2): 113-125
- Piazena H & D Häder. 1994.** Penetration of solar UV irradiation in coastal lagoons of the southern Baltic Sea and its effect on phytoplankton communities. *Photochemistry and Photobiology* 60: 463-469.
- Pirela-Ochoa E, L Troccoli & I Hernández-Ávila. 2008.** Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente* 47(1):3-16.
- Richards F. 1960.** Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America I. Cabo Tres Puntas to Curacao the Cariaco Trench and Gulf of Cariaco. *Deep Sea Research* 2(3): 163-182.
- Rivas T, J Díaz, L Troccoli, L Charzeddine, S Subero & A Márquez. 2007.** Variación mensual de algunas variables físico-químicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, Estado, Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46(1): 13-21.
- Saint-Aubyn M, A Prieto & L Ruiz. 1999.** Producción específica de una población de bivalvo de Arca zebra (Wainson, 1883), en la costa nororiental del Estado Sucre, Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 50: 15-23.
- Strickland J & T Parsons. 1972.** A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada* 167: 1-310.
- Troccoli L & T Cabrera. 1994.** Estudio de la hidrografía y el fitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de la Cubagua, Venezuela. *Memorias III Congreso de Ciencias del Mar. Marcaba*, pp. 45-56.
- Varela R, F Carvajal & F Muller-Carger. 2003.** El fitoplancton en la plataforma nororiental de Venezuela. In: Fréon P & J Mendoza (eds). *La sardina, su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela*, pp. 263-294. IRD, Venezuela.
- Zapata Y. 2004.** Evaluación bacteriológica de la región marino-costera del Golfo de Cariaco, Sector Oriental, estado Sucre. Trabajo de Pregrado. Departamento de Bionálisis, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela, 55 pp.

---

Recibido el 8 de febrero de 2014 y aceptado el 5 de mayo de 2015

Editor: Claudia Bustos D.