



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

CAMBIOS A CORTO PLAZO DEL FITOPLANCTON DURANTE LA ÉPOCA DE
SURGENCIA EN LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE
(Modalidad: Trabajo de Grado)

MARIANNA JOSÉ ESTEVES ASTUDILLO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2011

CAMBIOS A CORTO PLAZO DEL FITOPLANCTON DURANTE LA ÉPOCA DE
SURGENCIA EN LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE

APROBADO POR:

Prof. José Rafael Díaz Ramos

Asesor

Prof. Sonia Subero

Jurado

Prof. Luis Troccoli

Jurado

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	6
Área de estudio	6
Recolección de las muestras	6
Determinación de las variables químicas.....	8
Oxígeno.....	8
Nitrito.....	8
Nitrato	9
Amonio	9
Fosfato	9
Silicatos.....	10
Determinación de las variables biológicas.....	10
Abundancia microalgal	10
Análisis estadísticos.....	11
RESULTADOS	12
DISCUSIÓN	30
CONCLUSIONES.....	41

RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXO	53
HOJA DE METADATOS	56

DEDICATORIA

A Jehová Dios todopoderoso por su misericordia para conmigo, esperanza, fortaleza ayuda y escudo durante mi carrera.

A mi mamá Rosa Eugenia Astudillo por su esfuerzo, confianza, apoyo en toda circunstancia y por darme ánimo para seguir hacia adelante.

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios todopoderoso por su ayuda, fortaleza y guía en mis estudios, gracias en el nombre de Jesucristo.

A mi asesor Prof. José Rafael Díaz Ramos por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por su amistad, ayuda, confianza, paciencia y consejos.

A mi mamá Rosa E. Astudillo por su esfuerzo, confianza, paciencia, apoyo, cariño, ayuda y por estar siempre pendiente de mí.

A mi papá Wladimir J. Esteves, a mis abuelos particularmente a Amílcar y Nohemí, también a mis tíos por su cariño, apoyo y ayuda brindada en los momentos que la necesité y estuvieron presentes.

A la Prof. Sonia Subero por su amistad y ayuda en el análisis de las muestras, a la Lic. Lina Gharseddiene por su amistad, ayuda y lectura crítica del manuscrito y a las profesoras Ivelice Guevara por su cariño y Sabah Gharseddiene por sus consejos.

Al profesor Luis Troccoli por sus sugerencias, al Profesor Baumar Marín y a mis compañeros de estudio por su colaboración en los muestreos, a Deudedith Hernández por su colaboración en el análisis de los nutrientes y a las profesoras María Iabichella y Olga Gómez por sus sugerencias.

Y a todas aquellas personas que Dios ha puesto en el camino que me dieron su ayuda y apoyo sincero para la realización de este trabajo. A todos gracias.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos básicos de los parámetros físico-químicos y biológicos medidos diariamente, durante el periodo de surgencia (01-08/02/2008), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre.	12
Tabla 2. Lista de especies residentes representando más del 10% de las muestras identificadas en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).	24
Tabla 3. Porcentaje de varianza total explicado por los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicados a las variables medidas en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio mostrando la ubicación de la zona de muestreo.....	7
Figura 2. Variación diaria de la irradiancia ($W m^{-2}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.....	13
Figura 3. Variación diaria de la velocidad del viento ($m s^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.	14
Figura 4. Variación diaria de la amplitud mareal (cm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia.	14
Figura 5. Variación diaria de la temperatura ($^{\circ}C$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.....	15
Figura 6. Variación diaria de la concentración de oxígeno disuelto ($ml l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.....	16
Figura 7. Variación diaria de la concentración de amonio ($\mu mol l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	17
Figura 8. Variación diaria de la concentración de nitrito ($\mu mol l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	18
Figura 9. Variación diaria de la concentración de nitrato ($\mu mol l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	19
Figura 10. Variación diaria de la concentración de fosfato ($\mu mol l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	20
Figura 11. Variación diaria de la concentración de silicato ($\mu mol l^{-1}$) en el muelle de la	

estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	21
Figura 12. Variación diaria de la abundancia del fitoplancton (cél ml ⁻¹) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.	22
Figura 14. Representaciones de Lohmann para las seis especies más frecuentes y abundantes en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).	26
Figura 15. Variabilidad temporal (A y B) y espacial (C) de la diversidad de Shannon-Wiener en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).	27
Figura 16. Índice de equitabilidad temporal (A y B) y espacial (C), calculado para los datos de la abundancia fitoplanctónica medida en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).	28
Figura 17. Proyección ortogonal de algunas variables fisicoquímicas y biológicas en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008). ABTO, abundancia total; Div., diversidad Shannon-Wiener; NO ₂ , concentración de nitrito; NO ₃ , concentración de nitrato; SIL, concentración de silicato; PO ₄ , concentración de fosfato; NH ₄ , concentración de amonio; Tag, temperatura del agua; Vms, velocidad del viento.	29

RESUMEN

Se evaluaron los cambios a corto plazo (horas a días) del fitoplancton en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre, durante la época de surgencia. Las muestras fueron recolectadas a 0, 5 y 10 m de profundidad cada seis horas del 01 al 08 de febrero de 2008. Se midió: irradiancia, velocidad del viento, amplitud mareal, temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto y nutrientes (amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato) y la abundancia, composición y diversidad microalgal. Para determinar las diferencias temporales y verticales de las variables se efectuó un análisis de varianza no paramétrico y para establecer las posibles relaciones entre las variables se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). La irradiancia máxima fue de $1\,032\text{ W m}^{-2}$. La velocidad del viento varió de manera altamente significativa con respecto a los días y horas ($0,00 - 9,78\text{ m s}^{-1}$). Por otra parte, la amplitud mareal máxima fue de 23 cm. La temperatura del agua presentó su mínimo valor (23°C) los primeros tres días y presentó diferencias altamente significativas con respecto a las horas y profundidades. La concentración de oxígeno disuelto fue relativamente alta y presentó diferencias muy significativas con relación a los días ($2,40 - 7,09\text{ ml l}^{-1}$). El amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato presentaron diferencias significativas diarias ($> 0,40\mu\text{mol l}^{-1}$). En cuanto a las profundidades, el nitrito y el fosfato presentaron diferencias significativas. La mayoría de los nutrientes presentaron valores altos lo que sugiere que su fuente podría estar asociada con las aguas provenientes de la laguna de oxidación, la resuspensión del sedimento o con aguas subsuperficiales. La abundancia del fitoplancton varió entre 58 y $1\,388\text{ cel ml}^{-1}$ y presentó diferencias altamente significativas con respecto a los días. Se identificaron 199 especies de las cuales 50 eran residentes, siendo las dominantes *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros* cf. *compressum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Haslea waiwriake*, Dinoflagelado desnudo 1, *Hillea* sp. y *Emiliana-Gephyrocapsa*. La diversidad de Shannon-Wiener (H') estuvo entre 0,62 y 3,88 bits ind⁻¹ y presentó diferencias significativas con relación a los días. La equitabilidad varió entre 0,19 - 0,92 y exhibió diferencias significativas con respecto a los días. El ACP mostró una correlación positiva entre la velocidad del viento y la diversidad, que a su vez se correlacionó negativamente con la abundancia total. Mientras que los nutrientes nitrito, nitrato, fosfato y silicato se correlacionaron negativamente con la temperatura del agua, lo cual es característico durante la época de surgencia. La variabilidad diaria de la abundancia demostró la influencia que tienen algunas variables tanto físicas como químicas sobre la estructura y distribución de los organismos fitoplanctónicos durante la época de surgencia. El hecho de que la mayoría de las variables estudiadas no mostraran diferencias significativas con respecto a las horas sugiere que durante esta época, los muestreos pueden realizarse a cualquier hora del día.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton comprende la mayor porción de organismos productores primarios del océano y es el alimento básico para los consumidores (Platt *et al.*, 1992), llegando a determinar la riqueza específica de los niveles tróficos superiores. La fotosíntesis llevada a cabo por el fitoplancton fija un máximo de 50 Gt de carbono por año, lo que contribuye a casi la mitad de la producción primaria mundial (Falkowski *et al.*, 1998). Sin embargo, la producción primaria sólo puede ser sostenida si los factores necesarios (tales como los organismos fotosintetizadores, la luz y los nutrientes) se encuentran juntos. En el ambiente acuático, esta función se cumple por el movimiento del agua, la cual es impulsada en gran parte por la energía solar, a través de la transferencia de calor o por el viento (Margalef, 1978).

El fitoplancton está integrado por diversos grupos de organismos: diatomeas, heterocontas, cianofíceas, escasas clorofíceas y un conjunto de organismos flagelados: dinoflagelados, silicoflagelados, cocolitofóridos, crisomonádidos y euglénidos; siendo los grupos principales las diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias y los cocolitofóridos (Jørgensen, 1968).

Las diatomeas constituyen un importante componente de las comunidades acuáticas. Es uno de los grupos algales con mayor riqueza específica, de distribución cosmopolita y que pueden vivir en una amplia variedad de hábitat, incluso bajo condiciones extremas, desde hielos polares hasta aguas termales (Round *et al.*, 1990). Varios autores destacan la importancia de las diatomeas como indicadores biogeográficos (Jones, 1996; Spaulding y McKnight, 1999).

Los dinoflagelados son en gran parte responsables de las floraciones algales nocivas (HABs, siglas en inglés) o mareas rojas. Algunos son bioluminiscentes y producen diversas toxinas. Sus microfósiles son indicadores paleogeográficos y estadigráficos de

los cuales se encuentran registros desde el Triásico. Además, presentan características celulares y bioquímicas inusuales (Fensome *et al.*, 1993; Lara *et al.*, 1996).

El tercer grupo se encuentra representado por las cianobacterias, siendo más abundantes en el fitoplancton de las zonas neríticas o de aguas someras y cálidas (Dawes, 1986). Finalmente, los cocolitofóridos son unos de los principales productores de sedimentos calcáreos en los océanos y tienen influencia en los ciclos bioquímicos globales. Estos organismos son fundamentales para entender el papel del océano como sumidero de CO₂ en el ciclo global del carbono (Mejía-Molina *et al.*, 2006). Los cocolitofóridos también se pueden encontrar en mares tropicales, y contribuir considerablemente a la productividad primaria (Nybakken, 1982).

La distribución del fitoplancton en los ecosistemas marinos depende de factores como: la iluminación, turbulencia, concentración de nutrientes, entre otros. La disponibilidad de luz solar como fuente de energía radiante es la característica principal de la producción primaria en los hábitat acuáticos (Boney, 1975). Por lo tanto, debe considerarse en términos del fotoperiodo y por su calidad (longitud de onda) e intensidad, de importancia fundamental para las algas. Además, el hecho de que la luz fluctúe considerablemente tanto en espacio (profundidad y latitud) como en tiempo (diaria y estacionalmente) se considera que con frecuencia es un factor limitante para la fotosíntesis y para el crecimiento del fitoplancton. Es por ello que, en gran parte de la zona eufótica, los pigmentos accesorios como los carotenoides, biliproteínas y clorofilas accesorias asumen funciones importantes en la absorción de la energía luminosa (Marshall, 1991).

La turbulencia en el medio ambiente acuático tiene una importancia muy marcada en la vida del fitoplancton por determinar el acceso a la luz y a los nutrientes (Fogg, 1991). Los principales grupos taxonómicos del fitoplancton ocupan distintos espacios en el mar. En el caso de las diatomeas, no móviles y con una gran capacidad para desarrollarse en ambientes turbulentos donde existe una gran concentración de

nutrientes, la falta de motilidad se ve compensada por la resuspensión de las células debido a la turbulencia y altas tasas de crecimiento. Por otro lado, la mezcla vertical favorece también el crecimiento del fitoplancton por la incorporación de nutrientes de las capas más profundas a la zona eufótica. Sin embargo, si la turbulencia se vuelve muy intensa, las células fitoplanctónicas son transportadas a zonas con poca iluminación en la columna de agua lo que dificultaría la actividad fotosintética (Estrada y Berdalet, 1997).

El fitoplancton es la fuente primaria más importante de carbono orgánico (C_{org}); y la productividad primaria (PP) en la zona eufótica constituye el eslabón inicial de la cadena trófica marina. Uno de los factores limitantes en la producción de materia orgánica es la disponibilidad de elementos tales como: H, C, O_2 , entre otros. Sin embargo, los elementos que se agotan en la columna de agua y limitan la producción de materia orgánica son los elementos biolimitantes como fósforo (P), nitrógeno (N), sílice (Si) y hierro (Fe). Por ejemplo, el N en el océano se encuentra como material particulado, como amonio (NH_3 , NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^-). Los nutrientes mencionados se conocen como macronutrientes. Sin embargo, los organismos necesitan de otros elementos en cantidades menores que se conocen como micronutrientes, que en algunos casos pueden también limitar la productividad (Gómez y Martínez, 2005). Margalef (1978) señaló que organismos como las diatomeas serán dominantes en aguas turbulentas y ricas en elementos nutritivos, mientras que organismos cuyas características se acerquen más a las de los dinoflagelados formarán la mayor parte de las poblaciones presentes en aguas estratificadas y pobres en nutrientes.

Son muchos los factores que influyen sobre las comunidades fitoplanctónicas marinas. Sin embargo, en zonas costeras, los fenómenos dinámicos de surgencia costera y la formación de celdas de convección de Langmuir, provocan la migración vertical del fitoplancton los cuales son determinantes en la estructura de la comunidad (Mann y Lazier, 1991; Wehde *et al.*, 2001)

La surgencia es el resultado del desplazamiento de las aguas superficiales por el viento y

el reemplazo de éstas por aguas subsuperficiales, alcanzando su mayor intensidad en condiciones favorables de vientos alisios (Castellanos *et al.*, 2002). En el nororiente de Venezuela, las aguas de surgencia se caracterizan por ser ricas en nutrientes, y bajas en temperatura (entre 23 y 24 °C, aproximadamente) y oxígeno disuelto, y generalmente provienen de profundidades comprendidas entre los 100 y 200 m, lo que contribuye al desarrollo de la productividad (Valentín, 1996; Castellanos *et al.*, 2002).

Por otra parte, la mayoría de los fenómenos biológicos pueden exhibir alguna forma de periodicidad. Muchos aspectos de la fisiología del fitoplancton fluctúan dentro de un ciclo de 24 horas. Brunet y Lizon (2003) señalan que las distribuciones verticales y temporales del fitoplancton en la columna de agua pueden ser muy variables debido a los procesos físicos (ondas internas, advección, movimientos anisotrópicos turbulentos), químicos (aporte de nutrientes) y biológicos, tales como el pastoreo, la migración y el hundimiento. En respuesta a estos factores las células fitoplanctónicas presentan adaptaciones fisiológicas bajo diferentes condiciones ambientales (Platt y Sathyendranath, 1999).

En Venezuela, los estudios sobre el fitoplancton se basan generalmente en frecuencias de muestreo que varían de dos a cuatro semanas. Entre estos trabajos se pueden citar a: Rodríguez Márquez (1995) quién determinó la abundancia y biomasa en el canal central de la Bahía de Mochima, y encontró que las diatomeas predominaron durante todo el periodo de estudio; asimismo, señaló que la abundancia y biomasa fitoplanctónica estuvieron influenciadas por la surgencia costera. Por otra parte, González Cedeño (2002) realizó un estudio sobre la ecología del fitoplancton de la desembocadura del Río Manzanares, y encontró la existencia de dos comunidades fitoplanctónicas como resultado de las condiciones del agua: la primera, de aguas transparentes, altos requerimientos de luz y alta abundancia y mayor diversidad, la segunda, de aguas turbias, escasos requerimientos de luz, baja biomasa y menor diversidad. Con relación a los trabajos realizados sobre escalas de tiempo menores se puede mencionar a Rivas-Rojas *et al.* (2007), estos autores estudiaron la variación diaria de algunas variables

fisicoquímicas y de la biomasa del fitoplancton durante los periodos de calma, surgencia y transición en playa San Luis (Cumaná, estado Sucre), informando que la salinidad y la concentración de algunos nutrientes es regulada por la surgencia costera, las precipitaciones y la descarga de agua dulce de los ríos adyacentes y que a pesar de los valores relativamente altos de nutrientes, la biomasa y abundancia del fitoplancton tienden a ser moderadas, lo que sugiere que las corrientes transportan los organismos fuera de la playa e impiden la acumulación de biomasa; y Rincones Reyes (2008) quién estudió la variabilidad diaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima durante el periodo lluvioso, y concluyó que las variables físicas (temperatura y salinidad) fueron los factores determinantes en la comunidad fitoplanctónica de la zona.

Debido a que el fitoplancton constituye la base de las cadenas alimenticias marinas, su caracterización es primordial para determinar las condiciones ambientales de cualquier cuerpo de agua, es por ello que se consideró de gran interés la evaluación de los cambios a corto plazo (horas a días) del fitoplancton en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre, durante la época de surgencia y se relacionaron estos cambios con los de algunas variables fisicoquímicas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La Bahía de Mochima se encuentra ubicada en la región nororiental de las costas de Venezuela, entre los 10° 20' y 10° 24' N y 64° 22' O (Figura 1), forma parte de uno de los parques nacionales más importantes del oriente venezolano. La bahía dista unos 30 Km. por carretera de la ciudad de Cumaná. Su eje mayor está orientado en dirección NE-SO y su longitud aproximada es de 7,6 Km. La anchura es muy variable de 0,3 Km en la zona más estrecha hasta 3,5 Km en la más ancha. Se abre al norte por una boca de 1,7 Km. de ancho y una profundidad de 60 m. El fondo marino presenta pendientes muy acusadas y a corta distancia de la boca de la bahía se encuentran las zonas más profundas de la cuenca de Cariaco (1 368 m, según Caraballo, 1968).

En el extremo sureste de la bahía se encuentra el poblado de Mochima, la gran mayoría de sus habitantes se dedican a la pesca y al turismo. Cada año el pueblo recibe aproximadamente unas 500 000 personas en las diferentes épocas del año. En la parte oeste del pueblo se encuentra un sistema de tratamiento de aguas residuales instalado en el año 1982 el cual, por algunas fallas, descarga aguas no tratadas constantemente al mar.

Recolección de las muestras

Los muestreos se realizaron en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre, durante la época de surgencia. La irradiancia y velocidad del viento se determinaron cada hora con una estación meteorológica (Health Enviro MonitorTH, Davisi) instalada en el sitio de estudio. La amplitud mareal se midió con una cinta métrica fijada a uno de los soportes del muelle y la temperatura del agua con un termómetro ambiental ($\pm 0,1$ °C). Las muestras de agua fueron extraídas a 0, 5 y 10 m

de profundidad con mangueras conectadas a una bomba de diafragma (SHURflo 2088) cada 6 horas durante 7 días consecutivos. Para determinar los nutrientes se procedió a almacenar las muestras en botellas plásticas de 500 ml y se conservaron congeladas hasta su posterior análisis. Por otra parte, las muestras para la identificación de los organismos y para determinar la abundancia se almacenaron en botellas plásticas de 250 ml y se preservaron con formalina (4%) neutralizada con hexametilentetramina. Finalmente, para determinar el oxígeno disuelto se procedió a recolectar las muestras en la superficie con botellas de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno, 300 ml).

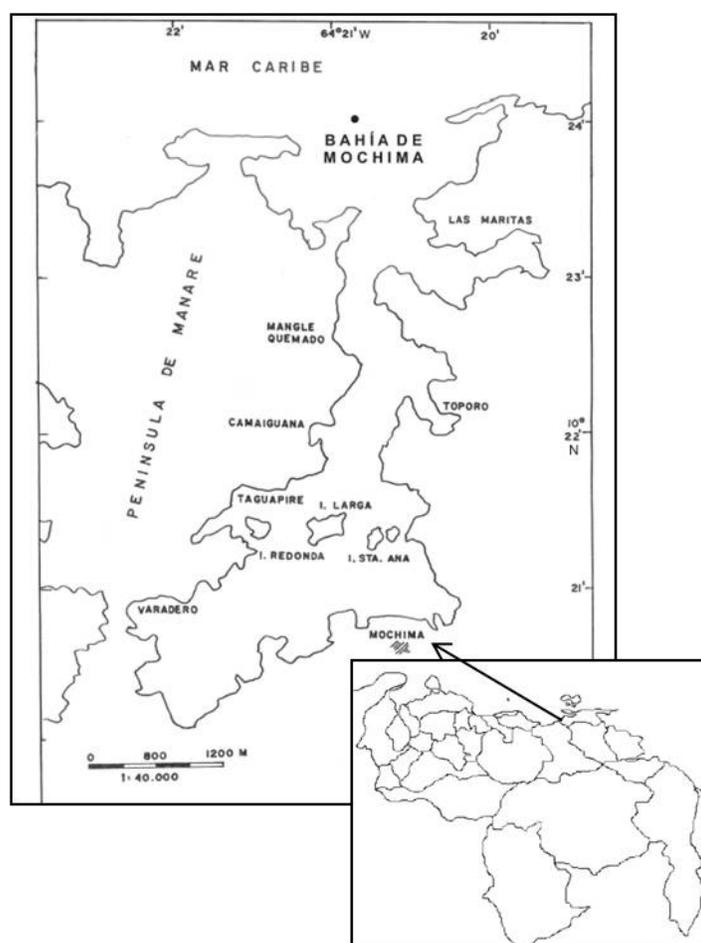


Figura 1. Área de estudio mostrando la ubicación de la zona de muestreo.

Determinación de las variables químicas

Oxígeno

Para determinar la concentración de oxígeno disuelto se utilizó el método de Winkler descrito y mejorado por Strickland y Parsons (1972). A las muestras colectadas para tal fin se les agregó rápidamente 1 ml de reactivo de sulfato de manganeso y, posteriormente, 1ml de solución básica de ioduro con una jeringa. Luego se taparon sin dejar aire en su interior y se agitó el contenido completamente para fijar el oxígeno disuelto. La muestra se mantuvo en reposo hasta el momento de su análisis. Se añadió 1 ml de ácido sulfúrico y se mezcló hasta disolver el precipitado. Después de haber transcurrido una hora de la acidificación se transfirieron 50 ml de la solución a un matraz Erlenmeyer para facilitar la agitación, y se le añadieron 3 gotas de almidón. La solución resultante se tituló agitando lentamente con tiosulfato de sodio hasta obtener la decoloración completa del almidón. Luego se procedió a calcular el volumen titulado, equivalente a la concentración de oxígeno.

Nitrito

El método para la determinación de nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) en agua de mar y otros tipos de aguas se basa en la reacción clásica de Griess (Bendechneider y Robinson, 1952), donde el ácido nitroso es convertido a un compuesto "AZO". Para el análisis, se tomó un volumen de 50 ml de cada una de las muestras y se vertió en un erlenmeyer de 125 ml, luego se añadió 1 ml de sulfanilamida que reaccionó con el nitrito del agua de mar en solución ácida, dando un compuesto diazoico. Este compuesto se agitó y 10 minutos más tarde se le agregó N-(naftil) etilendiamina, que reaccionó con la preparación anterior desarrollando un compuesto de tinte "AZO". La intensidad del color es proporcional a la concentración de nitrito presente en la muestra. Luego se procedió a la lectura de la absorbancia de la muestra en un espectrofotómetro (Spectronic Genesys 8) a una longitud de onda de 543 nm empleando celdas de cuarzo de 1 cm.

Nitrato

El nitrato se determinó mediante un sistema Autoanalizador Technicon II (Scientific Instruments AC-100) según el método descrito por Treguer y Le Core (1975), bajo los principios de Grasshoff (1964) y la optimización de Strickland y Parsons (1972). Este método se basa en medir la suma de las concentraciones de los iones nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^-). La reducción de los iones nitrato a nitrito se efectúa por el paso de la muestra a través de una columna que contiene una amalgama de cadmio-cobre (Wood *et al.*, 1967).

Amonio

Se determinó según el método descrito por Koroleff (1969), el cual mide la totalidad del nitrógeno amoniacal, sea N-NH_3 y N-NH_4 . En un primer término, el amoniaco forma una monocloroamina con el hipoclorito en medio ligeramente básico. Esta última reacciona con el fenol en presencia de un exceso de hipoclorito para formar el azul de indofenol que absorbe a 640 nm. La reacción es acelerada por el nitroprusiato y la precipitación de los metales alcalinos térreos del agua al pH de la reacción, se evita por complejación con citrato de sodio. El límite de detección es de $0,01 \mu\text{mol l}$.

Fosfato

Para determinar la concentración de fosfato se empleó el método de Murphy y Riley (1962), el cual es hoy en día uno de los más rápidos y simples para la determinación de los iones ortofosfatos en el agua de mar. Los iones fosfatos reaccionan con el molibdato de amonio, en presencia de antimonio, para formar un complejo que es reducido posteriormente por el ácido ascórbico. Esta forma reducida, de coloración azul, tiene un máximo de absorción entre 880 y 885 nm. Para ello, se procedió a preparar una mezcla con los siguientes reactivos: 2,5 ml de H_2SO_4 ; 1,0 ml de heptamolibdato de amonio; 0,5 ml de oxitartrato de potasio y de antimonio y 1,0 ml de ácido ascórbico. Luego se

tomaron alícuotas de 5 ml de la misma y se colocaron en 50 ml de la muestra en un matr az erlenmeyer, para finalmente leer la absorbancia, despu es de 10 minutos, a una longitud de onda de 885 nm en celdas de cuarzo de 1 cm.

Silicatos

La concentración de silicatos se determinó según el método de Treguer y Le Corre (1975), bajo los fundamentos de Mullin y Riley (1955), adaptado por Strickland y Parsons (1972). Este análisis colorimétrico se fundamenta en la formación de un complejo silicomolibdico que, despu es de su reducción con una solución compuesta por 100 ml de la solución de metol-sulfito, 60 ml de la solución de ácido oxálico y 60 ml de ácido sulfúrico al 50%, y completada con agua destilada hasta 300 ml, da lugar a una coloración azul intenso. Se empleó un sistema Autoanalizador Technicon II (Scientific Instruments AC-100) para su determinación.

Determinación de las variables biológicas

Abundancia microalgal

La abundancia microalgal se determinó por el método de sedimentación de Uterm hl (1958). Para su procesamiento, la muestra se agitó suavemente y se colocó una alícuota de 50 ml en una columna de sedimentación durante un periodo no menor a 24 horas. Posteriormente, se procedió a separar la columna de sedimentación de la cámara y se contaron los organismos con los objetivos de 10X y 40X en un microscopio invertido Wild Heerbrugg M 40.

Para calcular la abundancia de las especies (org. ml^{-1}) se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia (org. ml}^{-1}\text{)} = Sc * N / (sc \text{ vc})$$

Donde:

Sc = superficie de la cámara = $383,13 \text{ mm}^2$

N = número de organismos contados

sc = superficie contada = N° de bandas x ancho de banda (mm) x 10 (mm)

vc = volumen de la cámara = 50 ml

ancho de la banda en 10X = 0,4 mm

ancho de la banda en 40X = 0,1 mm

La abundancia relativa o por grupos se calculó como el porcentaje de cada grupo con respecto al total de organismos. Para la identificación de los organismos se usaron los trabajos de: Cupp (1943), Cleve (1951), Hendey (1964), Thomas (1997) y Berard-Therriault *et al.* (1999).

La diversidad de las especies se calculó por el Índice de Shannon-Wiener (1949):

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

(usando ln en vez de log₁₀, convertible a bits/ individuo al multiplicarse por 1,442697).

Donde:

$p_i = n_i/N$.

n_i = abundancia de la especie i .

N = abundancia total.

Análisis estadísticos

Para determinar las diferencias temporales y verticales de las variables estudiadas se aplicó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (Boyer *et al.* 1997) y para establecer las posibles relaciones entre éstas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) a partir de una matriz de correlación múltiple (Johnson y Wichern, 1992).

RESULTADOS

Durante el periodo estudiado (01-08/02/2008) se observó que los vientos fueron relativamente fuertes predominando la dirección NE. El cielo tendió a permanecer despejado la mayor parte del muestreo, aunque en el día 2 hubo precipitaciones en la madrugada (04.00 h) y en la tarde (16.00 h). El agua tuvo un aspecto turbio y un color verde oscuro a partir de las 10:00 de la mañana. Las aguas más transparentes se presentaron en las primeras horas del día cuando el oleaje era débil. En este momento se podían distinguir parches de *Thalassia testudinum* y algunos invertebrados marinos (estrellas, pepinos de mar y erizos). Los estadísticos básicos de los parámetros analizados en este estudio se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos básicos de los parámetros físico-químicos y biológicos medidos diariamente, durante el periodo de surgencia (01-08/02/2008), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre.

VARIABLE	N	Promedio	S	Mínimo	Máximo
Irradiancia ($W m^{-2}$)	75	243,68	325,748	0,0	1032
Velocidad del viento ($m s^{-1}$)	75	4,48	2,584	0,00	9,78
Amplitud mareal (cm)	75	0	13,173	-16	23
T_agua ($^{\circ}C$)	75	26	1,170	23	29
Oxígeno disuelto ($ml l^{-1}$)	27	5,11	1,114	2,40	7,09
Amonio ($\mu mol l^{-1}$)	81	0,71	0,730	0	5,44
Nitrito ($\mu mol l^{-1}$)	81	0,16	0,117	0,01	0,57
Nitrato ($\mu mol l^{-1}$)	81	0,86	0,466	0,3	2,67
Fosfato ($\mu mol l^{-1}$)	81	0,24	0,108	0	0,53
Silicato ($\mu mol l^{-1}$)	81	1,41	0,753	0,46	4,30
Abundancia total ($cél ml^{-1}$)	81	342	263	58	1388
H' (bits ind^{-1})	81	2,44	0,775	0,62	3,88
Equitabilidad	81	0,63	0,18	0,19	0,92

N: Tamaño de la muestra; S: Desviación estándar; T_agua: Temperatura del agua; H': Diversidad de Shannon-Wiener.

La irradiancia no presentó diferencias significativas con respecto a los días ($KW= 3,90$; $p>0,05$; Fig. 2A), pero sí hubo diferencias con respecto a las horas ($KW= 68,85$; $p<0,001$; Fig. 2B). Los valores oscilaron entre 0 y $1\,032\text{ (W m}^{-2}\text{)}$. En lo que se refiere a la velocidad del viento se registraron valores cercanos o superiores a 6 m s^{-1} durante los días muestreados, produciéndose un aumento progresivo entre el día 3 (03/02) y el día 6 (06/02) con valores de hasta $9,78\text{ (m s}^{-1}\text{)}$ en horas de la tarde (16:00 h). Se determinaron diferencias altamente significativas de la velocidad del viento con respecto a los días y horas ($KW= 30,86$ y $KW= 20,63$; $p<0,001$; respectivamente; Figs. 3A y 3B). La amplitud mareal máxima fue de 23 (cm) y la mínima de -16 (cm) (Fig. 4).

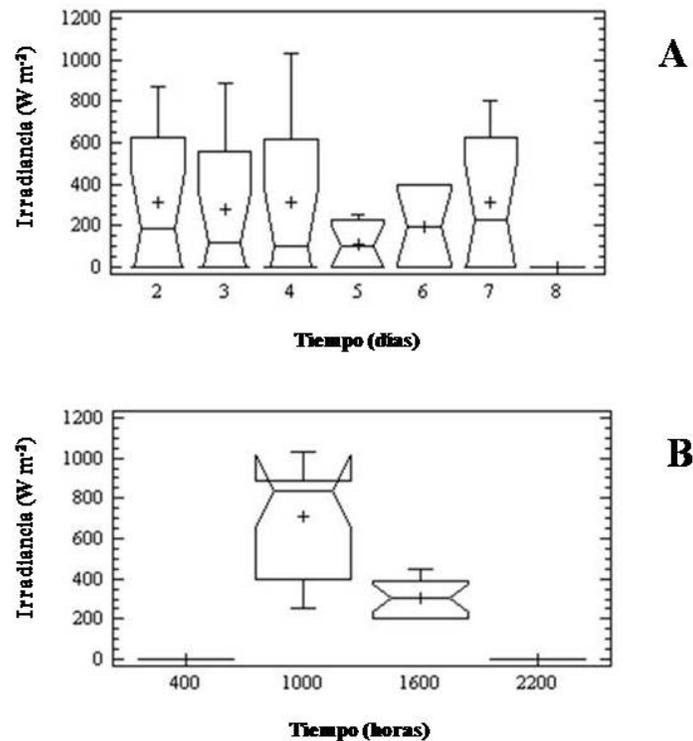


Figura 2. Variación diaria de la irradiancia (W m^{-2}) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.

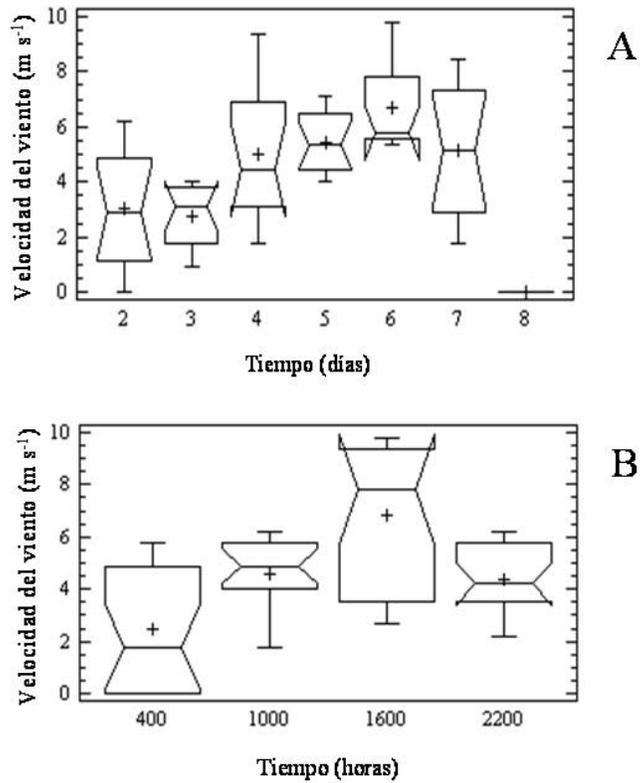


Figura 3. Variación diaria de la velocidad del viento (m s^{-1}) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.

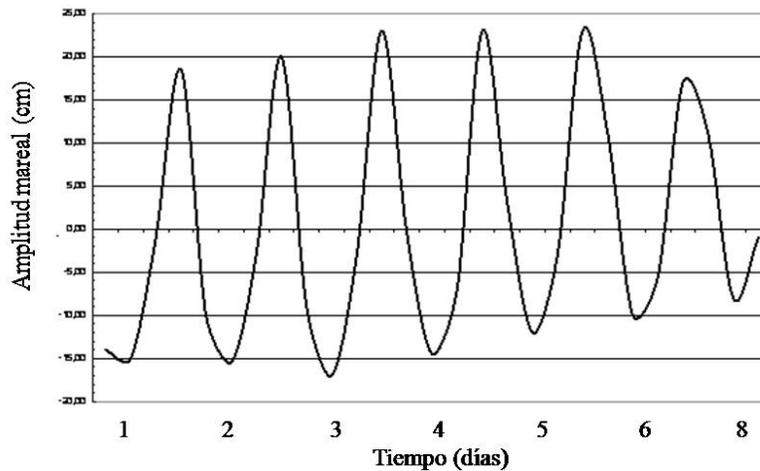


Figura 4. Variación diaria de la amplitud mareal (cm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia.

La temperatura del agua varió entre 23 y 29°C (Fig. 5). Los valores más bajos de esta variable se registraron los tres primeros días (Fig. 5A); a partir del día 4, la temperatura promedio de 26°C tendió a hacerse uniforme con respecto a la profundidad. No se detectaron diferencias significativas de esta variable con respecto a los días (KW= 9,86; $p>0,19$; Fig. 5A). Con relación a las horas y profundidades si se detectaron diferencias

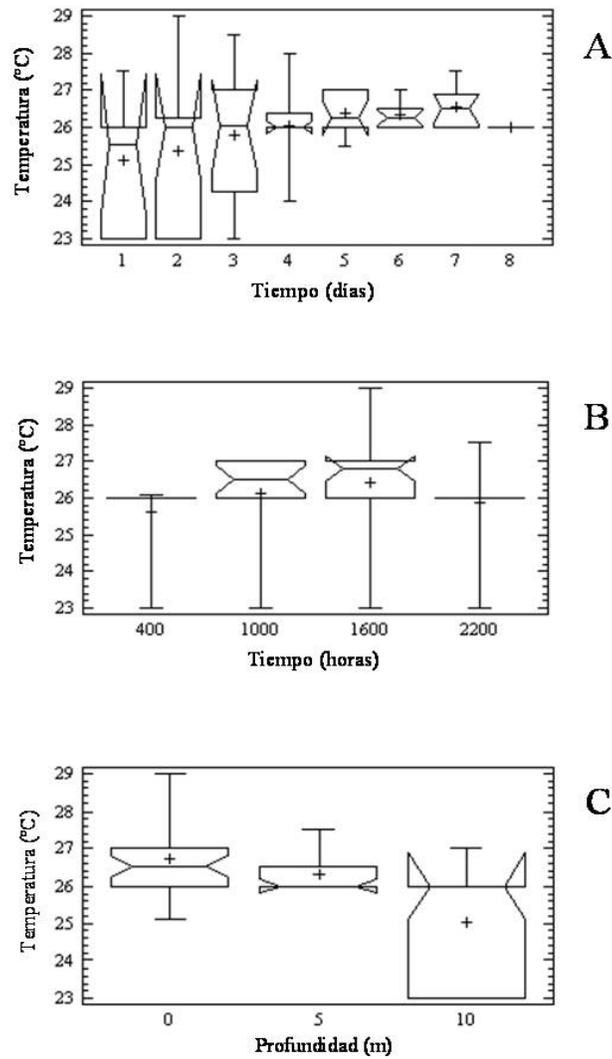


Figura 5. Variación diaria de la temperatura (°C) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

altamente significativas (KW= 15,45 y KW= 20,84; $p < 0,001$; respectivamente. Figs. 5B y 5C). Los valores más altos se midieron en la superficie (29°C) y los más bajos a 10 m (23°C).

Con relación a la concentración de oxígeno disuelto, se determinó que existieron diferencias muy significativas con respecto a los días (KW= 20,14; $p < 0,01$; Fig. 6A). No se encontraron diferencias significativas en esta variable con relación a las horas (KW= 41,56; $p > 0,05$; Fig. 6B). Los valores más altos ($> 6 \text{ ml l}^{-1}$) fueron medidos en el día a las (10:00 h) y (16:00 h).

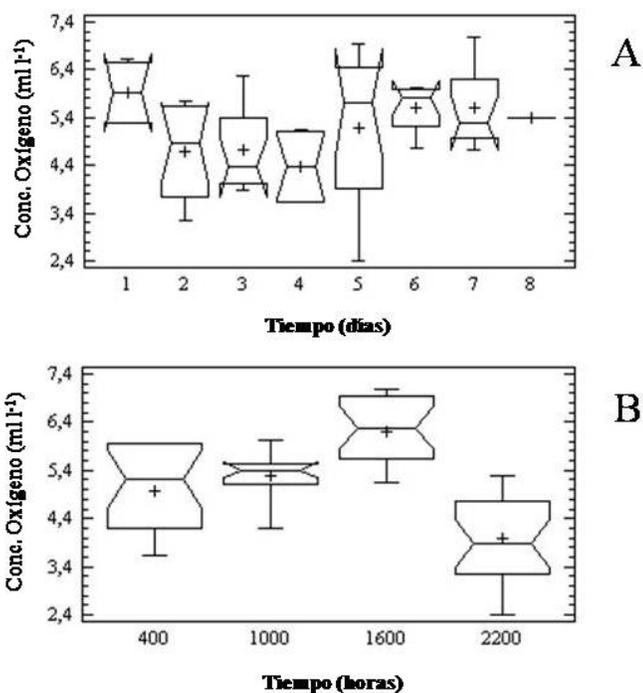


Figura 6. Variación diaria de la concentración de oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas.

En cuanto a los nutrientes, se encontró que la concentración de amonio fluctuó desde valores no detectables hasta 5,44 $\mu\text{mol l}^{-1}$ el día 6, cuando se registró el valor más alto a las 10:00 h. Se determinó la existencia de diferencias significativas con relación a los

días (KW= 14,80; $p < 0,05$; Fig. 7A). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas con respecto a las horas y profundidades (KW= 3,36 y KW= 0,12; $p > 0,05$; respectivamente; Figs. 7B y 7C).

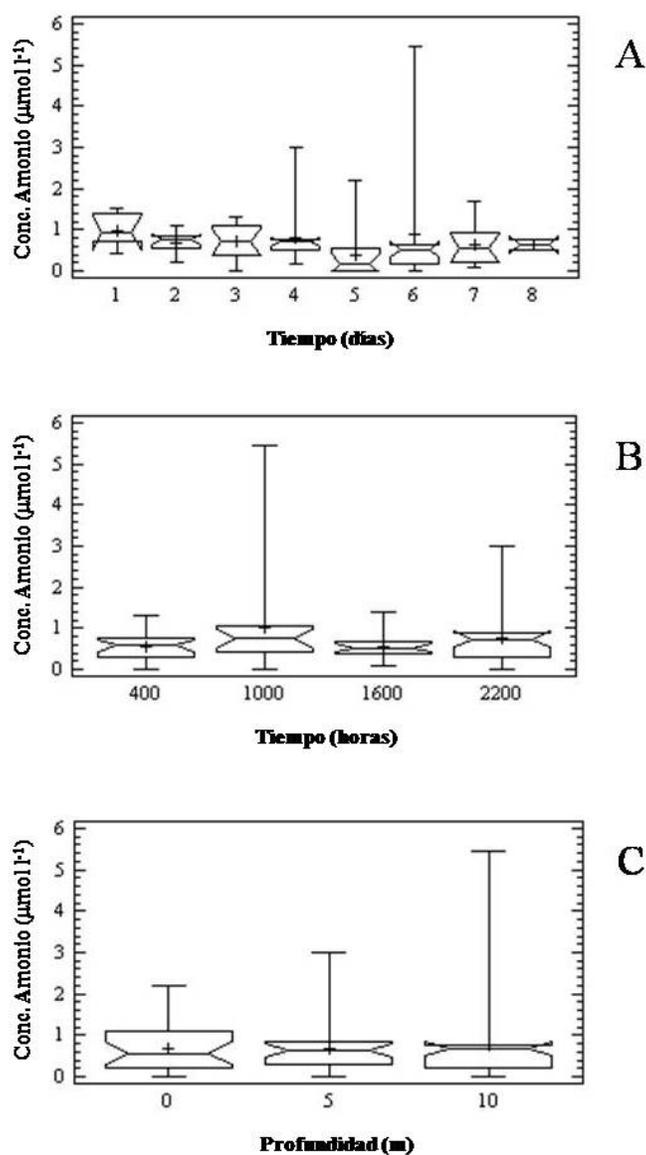


Figura 7. Variación diaria de la concentración de amonio ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

Con relación a la concentración de nitrato, se detectaron diferencias significativas diarias

(KW= 16,59; $p < 0,05$; Fig. 8A). A partir del día 1 hasta el día 3 se produjo un ligero aumento en la concentración de este nutriente; el valor más alto ($0,57 \mu\text{mol l}^{-1}$) se registró para el día 2. Luego la concentración disminuyó levemente el día 4, aumentó el día 5 y se mantuvo constante los días 6 y 7. Posteriormente se midieron valores mayores a $0,4 \mu\text{mol l}^{-1}$ el último día. No se encontraron diferencias horarias significativas (KW= 0,64; $p > 0,05$; Fig. 8B). En cuanto a las profundidades, se encontraron diferencias significativas (KW= 6,71; $p < 0,05$; 8C); los mayores valores ($> 0,5 \mu\text{mol l}^{-1}$) se encontraron a 0 y 10 m.

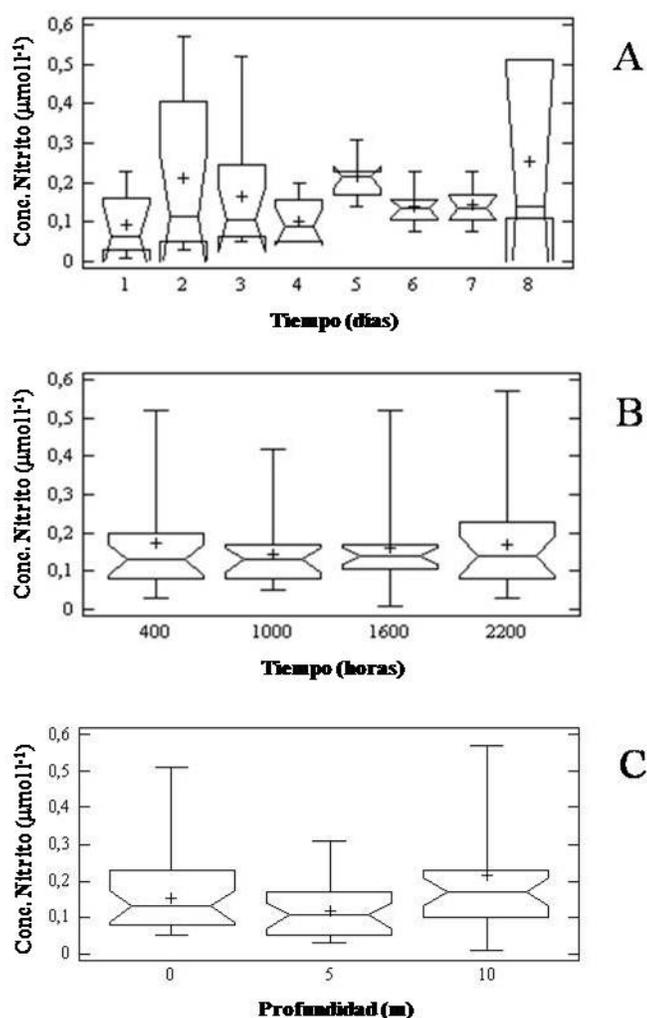


Figura 8. Variación diaria de la concentración de nitrato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

La concentración de nitrato mostró diferencias muy significativas con relación a los días (KW= 19,73; $p < 0,01$; Fig. 9A); obteniéndose valores superiores a $2 \mu\text{mol l}^{-1}$ para los días 2 y 6. No se encontraron diferencias significativas con relación a las horas y profundidades (KW= 1,20; $p > 0,05$ y KW= 5,53; $p > 0,05$; Figs. 9B y 9C).

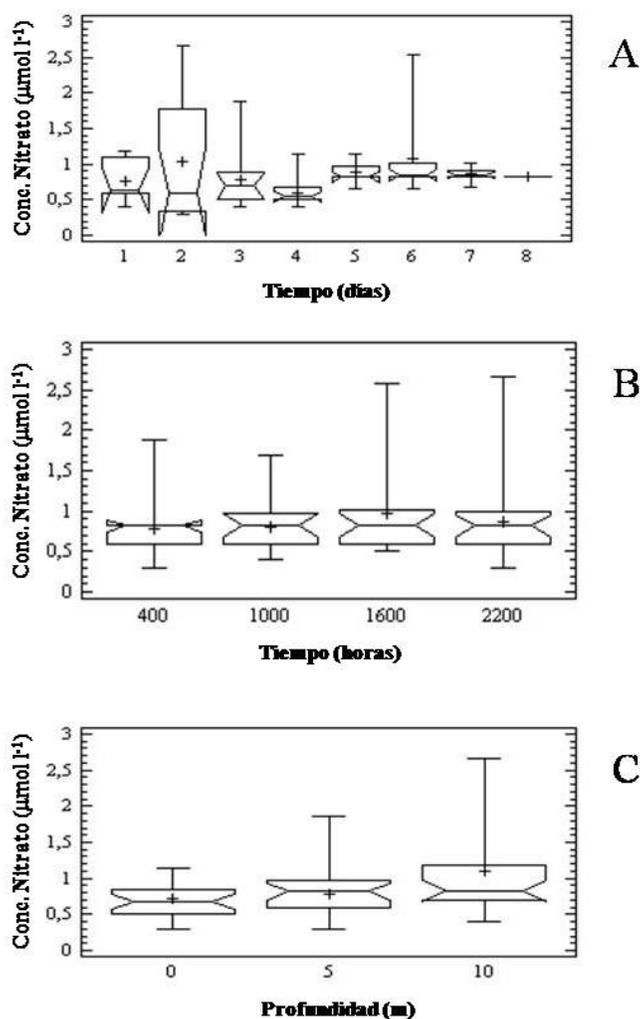


Figura 9. Variación diaria de la concentración de nitrato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

La concentración de fosfato mostró diferencias altamente significativas con respecto a los días (KW= 23,09; $p < 0,001$; Fig. 10A); durante los 3 primeros días del muestreo hubo

un ligero aumento de este nutriente. El valor más alto ($0,53 \mu\text{mol l}^{-1}$) se midió el día 3. Para el día 4 se produjo un descenso y luego la concentración aumentó progresivamente hasta el final del muestreo. No se encontraron diferencias significativas con respecto a las horas (KW= 3,09; $p>0,05$; Fig. 10B). En lo que respecta a las profundidades se detectó la existencia de diferencias muy significativas (KW= 9,35; $p<0,01$; Fig. 10C). Los valores más altos se detectaron en la superficie y a 10 m, mientras que los más bajos a 5 m.

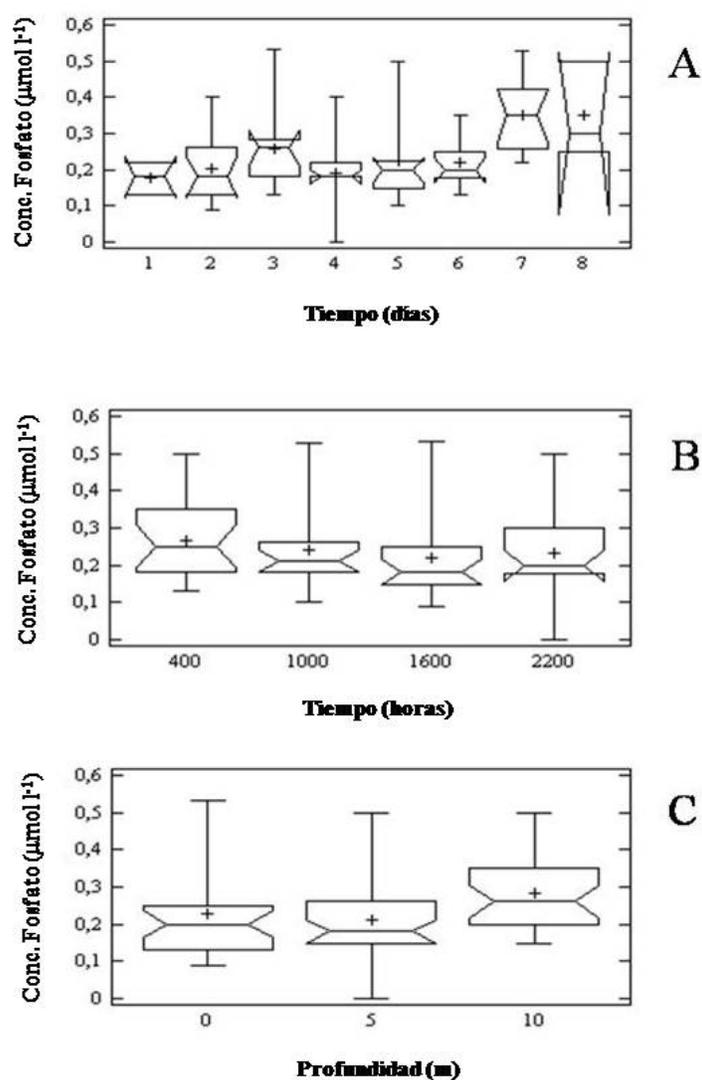


Figura 10. Variación diaria de la concentración de fosfato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

La concentración de silicato mostró diferencias muy significativas con respecto a los días (KW= 21,82; $p < 0,01$; Fig. 11A); los valores oscilaron entre 0,46 a 4,30 $\mu\text{mol l}^{-1}$ y la concentración aumentó a medida que se incrementaba la profundidad. No se encontraron diferencias significativas en esta variable con respecto a las horas y profundidades muestreadas (KW= 1,09 y KW= 5,08; $p > 0,05$; respectivamente; Figs. 11B y 11C).

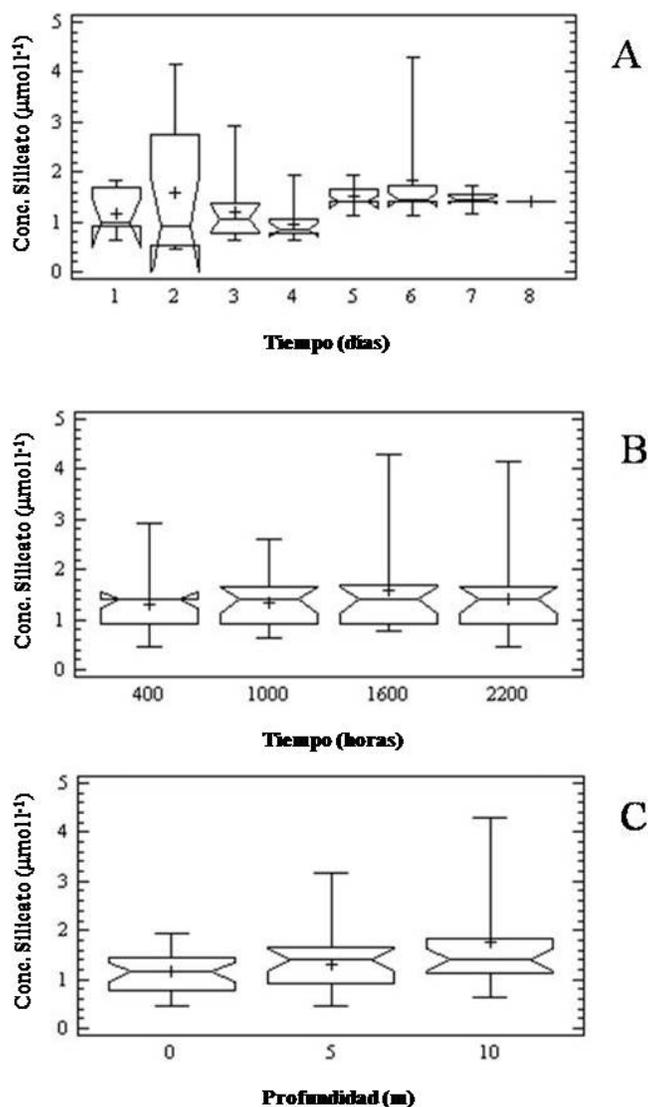


Figura 11. Variación diaria de la concentración de silicato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

La abundancia fitoplanctónica presentó diferencias altamente significativas con respecto a los días (KW= 25,95; $p < 0,001$; Fig. 12A). La abundancia aumentó entre los días 1 y 3 del estudio; el máximo valor se determinó el día 2 con $1\,388\text{ cél ml}^{-1}$ en horas de la tarde (16:00 h). Luego disminuye ligeramente a partir del día 3, pero se mantuvo con valores superiores a los 100 cél ml^{-1} hasta el final. Con relación a las horas y profundidades no se detectaron diferencias significativas (KW= 2,21 y KW= 0,94; $p > 0,05$; respectivamente; Figs. 12B y 12C).

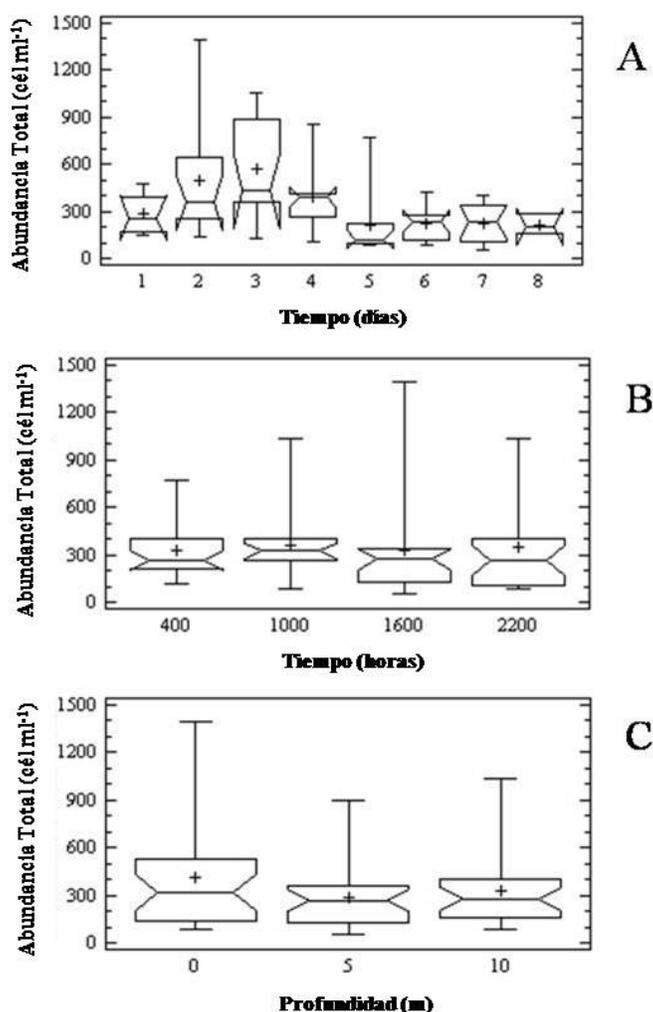


Figura 12. Variación diaria de la abundancia del fitoplancton (cél ml^{-1}) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia. A, días; B, horas; C, profundidad.

Los nanoflagelados representaron más del 90% de los organismos cuantificados durante el muestreo. Por esta razón, y para visualizar el comportamiento de los grupos restantes, no fueron incluidos en la figura 13. La abundancia relativa de los diferentes grupos taxonómicos mostró el siguiente orden de importancia: diatomeas; cocolitofóridos; dinoflagelados; “otros” y cianobacterias. Los dinoflagelados representaron más del 80% el primer día, posteriormente se observó que para el segundo y tercer día los cocolitofóridos fueron abundantes con un 40%. Luego se evidenció que los dinoflagelados proliferaron nuevamente para el cuarto día, y las diatomeas aumentaron progresivamente a partir del quinto día dominando hasta el final del muestreo (Fig. 13).

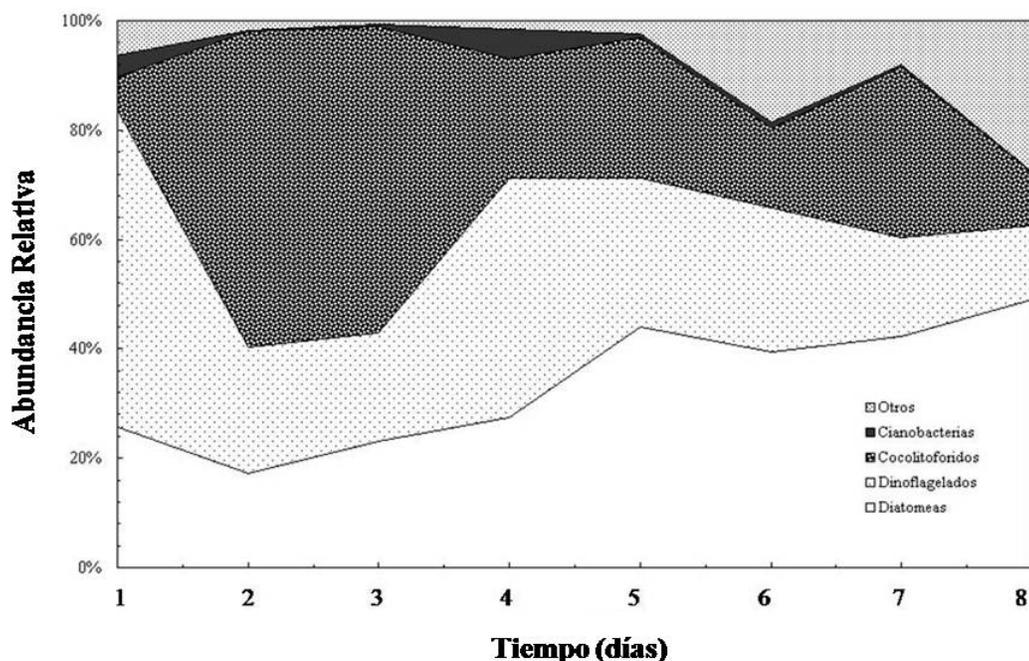


Figura 13. Variabilidad diaria de la abundancia relativa (%) del fitoplancton en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

Se identificaron un total de 199 especies: 9 cianobacterias, 3 cocolitofóridos, 91 diatomeas, 78 dinoflagelados y 17 “otros”. De los taxones identificados, 50 formaron parte de las especies residentes (Tabla 2). Las especies que dominaron la comunidad

fueron *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros* cf. *compressum*, *C. closterium*, *N. longissima*, *H. waiwriake*, *P. minimum*, Dinoflagelado desnudo 1, *Emiliana-Gephyrocapsa* e *Hillea* sp.

Tabla 2. Lista de especies residentes representando más del 10% de las muestras identificadas en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

Especies Residentes	FA (%)	Especies Residentes	FA (%)
Diatomeas		<i>Gymnodinium catenatum</i>	19
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>compressum</i>	20	<i>Gymnodinium</i> sp.	34
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	16	<i>Prorocentrum compressum</i>	17
<i>Chaetoceros</i> sp.	46	<i>Prorocentrum gracile</i>	58
<i>Cylindrotheca closterium</i>	20	<i>Prorocentrum micans</i>	35
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	20	<i>Prorocentrum minimum</i>	82
<i>Guinardia striata</i>	37	<i>Prorocentrum</i> sp.	19
<i>Haslea waiwriake</i>	74	<i>Scripsiella spinifera</i>	17
<i>Hemiaulus hauckii</i>	45	<i>Scripsiella</i> sp.	49
<i>Navicula yaensis</i>	24	<i>Torodinium</i> sp.	18
<i>Navicula</i> sp.	17	Dinoflagelado desnudo 1	77
<i>Nitzschia longissima</i>	41	Dinoflagelado desnudo 2	32
<i>Nitzschia sigma</i>	14	Dinoflagelado desnudo 3	67
<i>Nitzschia</i> sp.	17	Dinoflagelado desnudo 4	17
<i>Prosbocia alata</i>	33	Dinoflagelado desnudo 6	17
<i>Pseudonitzschia seriata</i>	16	Cocolitofóridos	
<i>Rhizosolenia</i> sp.	24	<i>Emiliana-Gephyrocapsa</i>	66
<i>Thalassionema nitzschiodes</i>	13	Cianobacterias	
<i>Thalassionema</i> sp.	17	<i>Oscillatoria</i> sp. 1	13
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	25	Otros	
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	46	<i>Dictyoca fibula</i>	49
Dinoflagelados		<i>Eutreptiella gymnastica</i>	13
<i>Alexandrium</i> sp.	11	<i>Hillea</i> sp.	16
<i>Ceratium fusus</i>	60		
<i>Ceratium lineatum</i>	12		
<i>Ceratium tripos</i>	16		
<i>Ceratium</i> sp.	10		
<i>Dinophysis acuminata</i>	12		
<i>Dinophysis caudata</i>	24		
<i>Glenodinium</i> sp.	13		
<i>Gonyaulax</i> sp.	12		

FA: frecuencia de aparición.

En relación a la dominancia específica, la diatomea *Chaetoceros* sp. estuvo presente

durante todo el estudio y fue uno de los organismos más abundantes entre los días 5 y 8. Por otra parte, *C. closterium* también se encontró durante todo el muestreo pero su abundancia sólo fue alta entre los días 2 y 3. *N. longissima* estuvo presente todos los días siendo abundante el segundo y luego desde el cuarto al séptimo día. El “dinoflagelado desnudo 1” estuvo también durante los 8 días siendo abundante los días 1, 2 y 8. Por otro lado, el cocolitofórido *Emiliana-Gephyrocapsa* también estuvo presente durante todo el muestreo siendo abundante los días 2 y 3. Finalmente, *Hillea* sp. estuvo presente los días 1, 2, 6 y 8 del estudio (Fig. 14).

La diversidad de Shannon-Wiener presentó diferencias altamente significativas con respecto a los días (KW= 40,26; $p < 0,001$; Fig. 15A). El máximo valor fue de 3,88 bits ind^{-1} y se registró a 10 m a las 16:00 h el quinto día y el mínimo de 0,62 bits ind^{-1} en la superficie a las 16:00 h el segundo día. No se detectaron diferencias significativas en cuanto a las horas y profundidades (KW= 1,31 y KW= 5,35; $p > 0,05$; Figs. 15B y 15C, respectivamente).

La equitabilidad (ϵ) presentó valores entre 0,19 y 0,92. El menor valor se registró el segundo día en la capa superficial en horas de la tarde (16:00 h) y el mayor valor se determinó el tercer día también en la tarde pero a 5 m. Se encontraron diferencias muy significativas en la equitabilidad con respecto a los días (KW= 21,76; $p < 0,01$; Fig. 16 A). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en esta variable con respecto a las horas y profundidades (KW= 1,97 y KW= 2,39; $p < 0,05$; Figs. 16B y 16C).

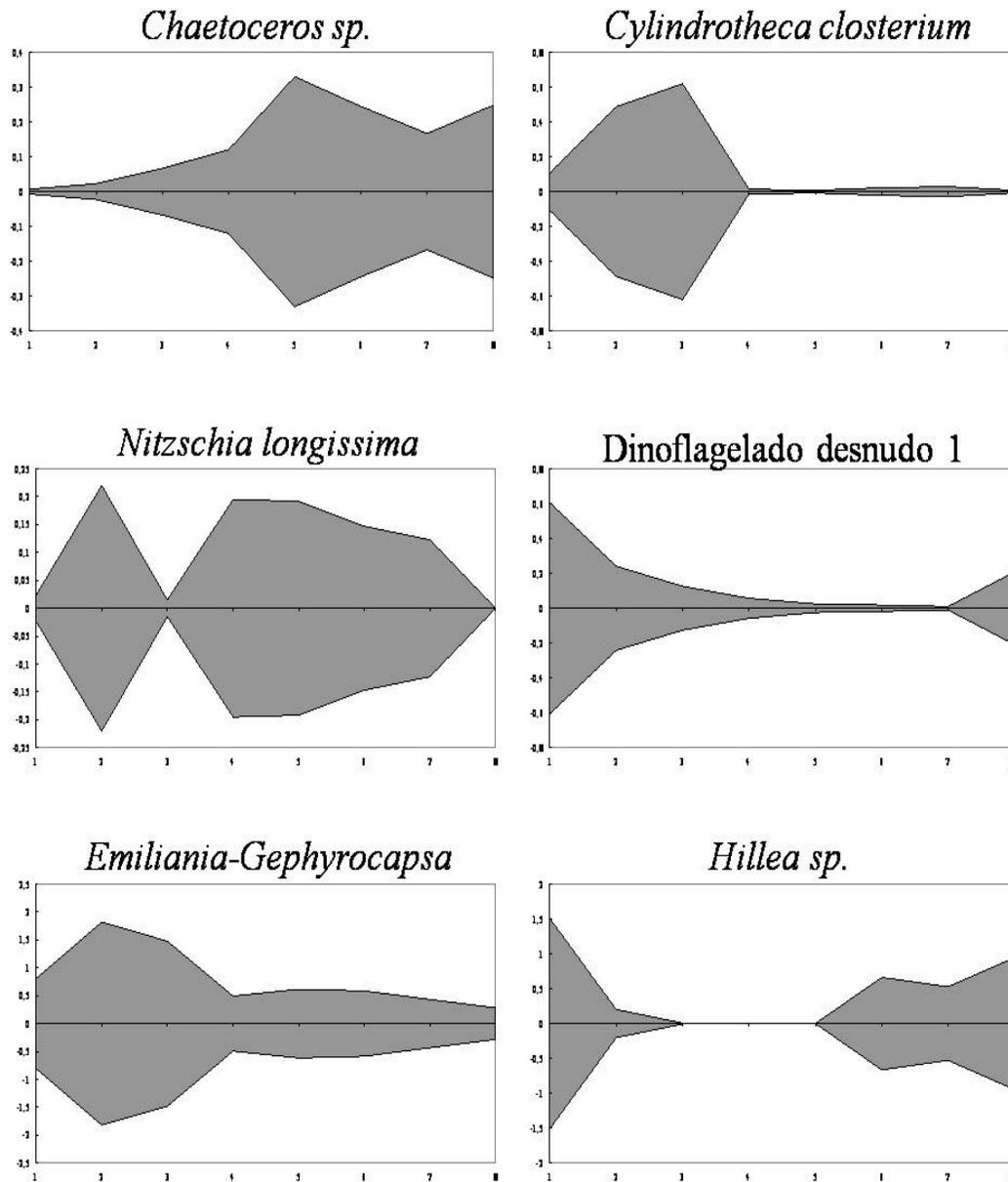


Figura 14. Representaciones de Lohmann para las seis especies más frecuentes y abundantes en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

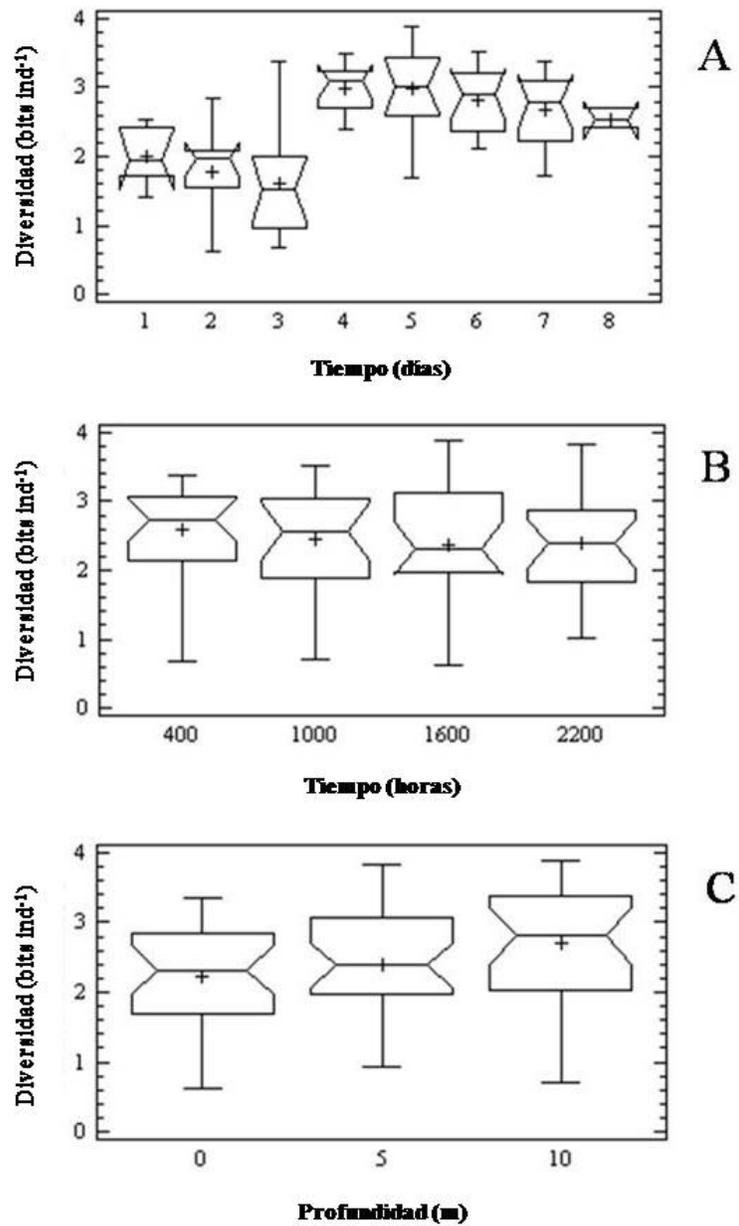


Figura 15. Variabilidad temporal (A y B) y espacial (C) de la diversidad de Shannon-Wiener en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

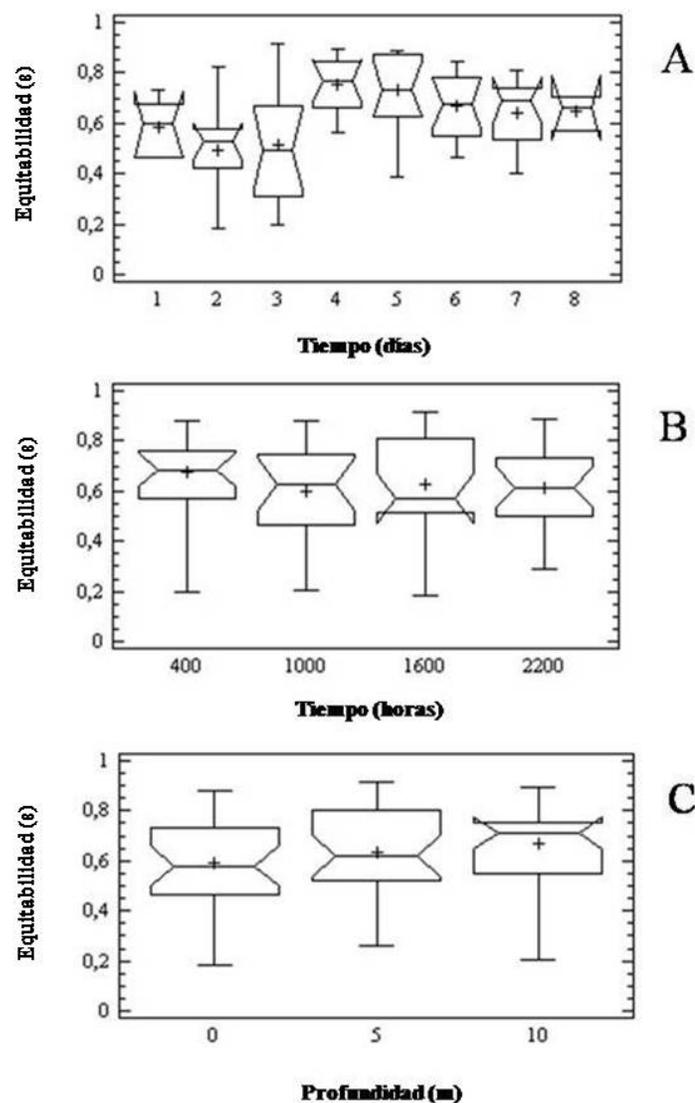


Figura 16. Índice de equitabilidad temporal (A y B) y espacial (C), calculado para los datos de la abundancia fitoplanctónica medida en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

Mediante el ACP, se determinó que la varianza acumulada por los tres primeros componentes fue 64% del total (Tabla 3). En el primer componente existe una correlación positiva entre las concentraciones de nitrito, nitrato, fosfato y silicato (Fig. 17); a su vez estas variables se correlacionaron de manera negativa con la temperatura del agua. Por otra parte, para el segundo componente el ACP mostró que la velocidad del viento y la diversidad fitoplanctónica se correlacionaron positivamente. La

abundancia total se relacionó de manera negativa con las variables antes mencionadas pero no mostró relación alguna con los nutrientes y la temperatura del agua. Finalmente, la ubicación de la concentración de amonio en el ACP demostró que no hubo relación de este nutriente con ninguna de las variables.

Tabla 3. Porcentaje de varianza total explicado por los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicados a las variables medidas en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

Número de componente	Valor	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	3,01253	33,473	33,473
2	1,64719	18,302	51,775
3	1,13666	12,630	64,404

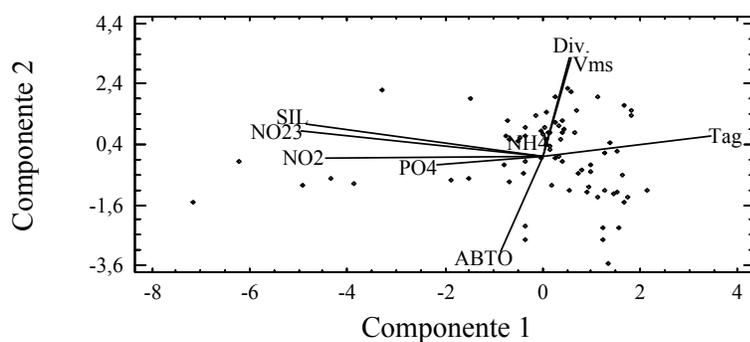


Figura 17. Proyección ortogonal de algunas variables fisicoquímicas y biológicas en el espacio definido por los dos primeros componentes del ACP en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, durante la época de surgencia (01-08/02/2008). ABTO, abundancia total; Div., diversidad Shannon-Wiener; NO₂, concentración de nitrito; NO₂₃, concentración de nitrato; SIL, concentración de silicato; PO₄, concentración de fosfato; NH₄, concentración de amonio; Tag, temperatura del agua; Vms, velocidad del viento.

DISCUSIÓN

La irradiancia medida en la Bahía de Mochima fue similar a la observada por Gómez-Carvajal *et al.* (2000) en playa San Luis. La menor radiación se midió en las primeras horas del día cuando apenas el sol está comenzando a salir y al final de la tarde, debido a que las altas montañas del oeste evitan el paso de luz hacia la bahía; mientras que la mayor radiación se registró al mediodía, ya que el grado de inclinación del sol con el horizonte es de aproximadamente 90°. Con relación a esto, Ferraz-Reyes (1976) señala que por encontrarnos en una región tropical no se producen variaciones apreciables de la iluminación durante el año.

En esta investigación, la dirección del viento predominante fue noreste (NE) lo que ha sido informado por otros investigadores en el oriente del país (Ferraz-Reyes, 1976; Gómez-Carvajal *et al.* 2000). La Bahía de Mochima, al igual que toda la costa venezolana, está bajo la influencia de los vientos Alisios y del desplazamiento de la zona de Convergencia Intertropical. Los primeros están relacionados con el anticiclón de los Azores y son los vientos más constantes de la tierra (Quintero *et al.*, 2004). El hecho de que el viento variara de manera significativa con respecto a los días y a las horas es algo normal y ha sido observado por Terejova *et al.* (1998) para la zona de Carúpano.

La amplitud mareal máxima registrada en este estudio fue menor que la informada por Rincones Reyes (2008) para la misma zona durante la época lluviosa, la autora mencionó que las aguas provenientes de la laguna de oxidación pueden tener una influencia notable sobre este cuerpo de agua durante la pleamar, ya que sus observaciones fueron realizadas durante época vacacional alta que supone mayor descarga de aguas servidas.

Los valores de temperatura medidos durante los primeros tres días del estudio (<25°C)

indicaron la ocurrencia del fenómeno de surgencia característico de la zona nororiental de Venezuela (Okuda *et al.*, 1978). Esta condición también fue registrada por Valerio González (2007) en Santa Ana (Bahía de Mochima). Las diferencias espaciales registradas en este estudio coinciden con las señaladas por Okuda *et al.* (1968) quienes mencionaron que en la Bahía de Mochima es común que la temperatura superficial sea mayor que la del fondo, debido a la influencia de las condiciones meteorológicas. La capa de agua superficial es la que recibe directamente la radiación solar y por tanto se calienta más que el resto de la columna de agua. Este patrón se manifiesta tanto en la temporada de lluvias como de sequía (Quintero *et al.*, 2004).

Es importante mencionar que a partir del quinto día la columna de agua se hizo uniforme con respecto a la temperatura. Este hecho pudo estar favorecido por la topografía de la bahía. Se supone que el aumento de la velocidad del viento a partir del día 4, forzó el agua superficial fuera de la zona. La masa de agua desplazada fue sustituida por agua cálida ($\geq 26^{\circ}\text{C}$), la cual es atípica de la época de surgencia. Una situación similar fue observada por Rodríguez Márquez (1995) en la Bahía de Mochima.

Las concentraciones de oxígeno disuelto registradas fueron relativamente altas con respecto a las medidas en época de surgencia por Okuda *et al.* (1978) en el Golfo de Cariaco y Gómez y Chanut (1993) al sur de la Isla de Margarita. Las altas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua medidas en este estudio se atribuyen a la interacción del agua y la atmosfera, así como a la actividad fotosintética de los organismos fitoplanctónicos (Ferraz-Reyes *et al.*, 1987). Cabe destacar que en aguas costeras de poca profundidad con fondos cubiertos con praderas de *Thalassia* y/o coralino o con oleaje fuerte las concentraciones de oxígeno pueden llegar a ser muy altas (Estrella, 2007).

La concentración de oxígeno disuelto fue mayor en horas del día, debido a la actividad fotosintética de los organismos fitoplanctónicos y de los parches de praderas de *Thalassia testudinum* presentes en la zona, además de los fuertes vientos que se

produjeron en horas de la tarde. Por otro lado, las bajas concentraciones se midieron en horas nocturnas debido al consumo del oxígeno por la respiración de plantas y animales y a la oxidación de materia orgánica (Quintero *et al.*, 2004).

Con relación a los nutrientes, se detectaron concentraciones de amonio mayores a $3 \mu\text{mol l}^{-1}$, lo que indica que hay un aporte significativo de este nutriente al ecosistema, ya que el valor permisible para aguas marino-costeras es $<1 \mu\text{mol l}^{-1}$ (Senior, 1987). Estos altos valores se deben a la actividad antropogénica, tal como lo señaló Salazar Gómez (2007) para la época de calma en la Bahía de Mochima. Además del amonio proveniente de la laguna de oxidación, las jaulas de peces instaladas cerca de la zona de estudio y la descomposición de la materia orgánica que se acumula en el fondo y es devuelto a la columna de agua (Okuda, 1975). Al respecto Philippart *et al.* (2000) señalaron que la resuspensión que se genera por la turbulencia es provocada por el viento y añade amonio a la columna de agua.

Sin embargo, los valores obtenidos son menores a los determinados por Rincones Reyes ($14,5 \mu\text{mol l}^{-1}$; 2008) durante la época de calma en el mismo sitio. La autora atribuyó estos altos valores a las aguas de escorrentía, las descargas de la laguna de oxidación y a la excreción del zooplancton. Las concentraciones mínimas de amonio estuvieron por debajo del nivel de detección y coinciden con lo reportado por Rodríguez Fernández (2009) para la misma zona. Esta disminución probablemente se deba a que el amonio es la forma de nitrógeno preferible tanto en la luz como en la oscuridad por bacterias, fitoplancton, pastos marinos y algas epibénticas (Nixon, 1980).

En general, la concentración de nitrito medida se encuentra dentro del intervalo ($0,01-0,57 \mu\text{mol l}^{-1}$) establecido para estas aguas (Senior, 1987); sin embargo, se midieron concentraciones mayores a $0,3 \mu\text{mol l}^{-1}$, las cuales son altas. El nitrito es un compuesto intermedio, relativamente efímero, entre el amonio y el nitrato, y su concentración está en función de los procesos de su transformación a nitratos por la acción química, fotoquímica y bacteriológica (Palazon-Fernandez *et al.*, 1996). Las altas concentraciones

se detectaron entre 0 y 10 m, lo que indica la existencia de varias fuentes; en la capa superficial se atribuye directa o indirectamente al vertido de aguas servidas provenientes de la laguna de oxidación y a los aportes antrópicos; mientras que en el fondo es el resultado de la nitrificación (Astor *et al.*, 2003) y al aporte de agua fría subtropical.

Okuda (1975), en el Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes, midió concentraciones elevadas de nitrito en algunas capas limitadas, y menor en capas superficiales. Con relación a esto, Okuda *et al.* (1974) informaron que los altos valores de nitrito son característicos de la depresión oriental de la Fosa de Cariaco, y atribuyó las altas concentraciones a los procesos bioquímicos que ocurren en el área.

La concentración de nitrato fue relativamente alta, siendo más elevada a 10 m de profundidad. Esto sugiere que el aporte de aguas sub-superficiales fue la fuente de este nutriente. Con relación a esto, Okuda *et al.* (1968) señalaron que en la Bahía de Mochima, los altos valores de nitrato se observan en la época de mayor influencia de aguas sub-superficiales del exterior la cual ocurre de enero a abril. Además, durante estos meses el nitrógeno total aumenta de acuerdo a la profundidad, esto probablemente se deba al aumento del nitrógeno inorgánico, especialmente nitrato. Los valores medidos en este trabajo son menores a los señalados por Rivas-Rojas *et al.* (2007) en playa San Luis.

Las concentraciones de fosfato y silicato exhibieron diferencias diarias significativas, las cuales pueden estar condicionadas posiblemente por el consumo por parte del fitoplancton, la presencia de aguas de surgencia y los cambios de marea. La mayor concentración de fosfato se encontró en la superficie y a 10 m de profundidad lo que indicó que su origen estuvo asociado con aguas provenientes de la laguna de oxidación y a aguas sub-superficiales. Al respecto, Palazon-Fernández *et al.* (1996) señalaron que las altas concentraciones de fosfatos están relacionadas con la afluencia de aguas servidas ricas en detergentes fosfatados. Esto confirma lo que mencionan Espinosa-Carreón *et al.* (2001) quienes refieren que las bahías ubicadas en zonas costeras pobladas reciben un

constante aporte de fosfato por fuentes no naturales. El promedio de la concentración de fosfato medido en este estudio es menor al informado por Salazar Gómez (2007) en la misma zona pero, durante la época de calma, el cual lo asoció al grado de resuspensión de sedimentos inducido por los movimientos de marea, y a un mayor tiempo de residencia del agua en la zona. Por otra parte, la concentración de silicato tendió a aumentar con la profundidad, lo que indica que las aguas sub-superficiales fueron la fuente principal de silicato dentro de la bahía.

La productividad de diatomeas está limitada por la disponibilidad de silicato disuelto en el medio. En las aguas donde el nutriente es abundante, este es el grupo fitoplanctónico dominante (Libes, 1992). Los valores obtenidos en este estudio son similares a los medidos por Rodríguez Fernández (2009) en la Bahía de Mochima y menores a los reportados por Subero Pino (1994) para la zona de Turpialito, en el Golfo de Cariaco, donde la surgencia es más intensa.

La relación negativa existente entre la temperatura del agua y las concentraciones de nitrito, nitrato, fosfato y silicato, revelada por el ACP, indicó que el origen de estos nutrientes son las aguas recién surgidas con temperaturas relativamente bajas. Esta condición fue observada en la Bahía de Charagato durante el primer trimestre del año por Pirela-Ochoa *et al.* (2008). Por otra parte, Salazar Gómez (2007) estudió la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima durante la época de calma (agosto de 2006) y encontró concentraciones de amonio, nitrito y fosfato mayores a las informadas en este estudio. Estas concentraciones las atribuyó a las precipitaciones ocurridas durante el periodo de muestreo, lo que provocaría un aumento de nutrientes producto del drenaje terrestre; además de la influencia que tienen las aguas residuales del pueblo de Mochima al no ser tratadas de manera eficiente lo cual conduce, en cierto grado, a altas concentraciones de nutrientes. Al respecto, Rivas-Rojas *et al.* (2007) señalan la importancia que tiene el aporte de las aguas continentales en el periodo de lluvias las cuales transportan gran cantidad de materia orgánica que se descompone y pueden generar las altas concentraciones de amonio en el agua.

La abundancia del fitoplancton presentó variaciones diarias significativas. Las diferencias en cuanto a la abundancia de organismos se atribuyó a la acción ejercida por el viento que impidió la acumulación de las células fitoplanctónicas. Esto se infiere por la correlación negativa existente entre la velocidad del viento y la abundancia mostrada por el ACP. Un fenómeno similar fue informado por Troccoli Ghinaglia (1989) en la Bahía de Charagato. Este autor sugiere que el desplazamiento horizontal del agua producido por el viento durante la época de posible surgencia, evita el aumento de la abundancia en la zona de estudio.

El valor promedio de la abundancia del fitoplancton obtenido en este estudio (342 cél ml⁻¹), es similar al señalado por Estrella (2007) para el Golfo de Santa Fe (364 org ml⁻¹), donde se detectaron las mayores abundancias durante el periodo de surgencia. Ferraz-Reyes *et al.* (1987) y La Barbera-Sánchez *et al.* (1999) por otra parte, registraron valores más altos en el Golfo de Cariaco. Estos resultados se debieron principalmente al efecto de los procesos de surgencia que ocurren a lo largo de la plataforma nororiental de Venezuela, y que se hacen más evidentes durante los primeros meses del año, lo cual trae nutrientes a la superficie y provoca el crecimiento del fitoplancton.

Cabe mencionar que Rincones Reyes (2008) indicó una abundancia fitoplanctónica máxima de 4 877 cel ml⁻¹ para la Bahía de Mochima durante la época de lluvias, la cual atribuyó a la influencia que tienen ciertas variables físicas como la temperatura del agua y la salinidad sobre el desarrollo de los organismos; además del largo tiempo de permanencia del agua en la zona, lo cual causa un mayor establecimiento de las comunidades fitoplanctónicas. Sin embargo, es necesario mencionar que la comunidad estaba conformada mayoritariamente por nanoflagelados. Es por ésto que no se resalta la existencia de una floración masiva.

Los nanoflagelados y las diatomeas fueron los grupos dominantes durante el estudio. El dominio de los nanoflagelados pudiera deberse a que estos organismos presentan un

tamaño reducido y poseen diversas formas de nutrición, lo que facilita su proliferación en ambientes costeros (Thomas, 1997). De manera similar, González Cedeño (2002) en la desembocadura del Río Manzanares y Rivas Rojas (2005) en playa San Luis informaron la dominancia de estos organismos. La dominancia de las diatomeas durante la época de surgencia también ha sido señalada para áreas aledañas a la Bahía de Mochima como el Golfo de Cariaco (Ferraz-Reyes *et al.* 1987; La Barbera-Sánchez *et al.* 1999) y la Cuenca Tuy-Cariaco (Ferraz-Reyes 1983). Esto se debe a que el grupo tiene una mayor capacidad de asimilar rápidamente los nutrientes, una alta tasa reproductiva y necesita aguas turbulentas (Margalef, 1980).

Las diatomeas que forman cadenas o colonias, cuyo intervalo de talla va de 5 a 50 μm , pueden tener una mayor habilidad para desarrollarse en zonas de surgencia costera (Hutchings *et al.*, 1995), ya que este grupo se divide más rápidamente que otros taxones y tiene una acelerada asimilación de nitrógeno en condiciones ricas en nitratos y una alta eficiencia en el crecimiento con poca luz. Otras razones para su proliferación pueden ser la pared celular de sílice que presentan, la cual es resistente a ciertas estructuras como las mandíbulas de los copépodos y al ataque por pequeños depredadores flagelados o patógenos. Además, algunos organismos pueden regular su flotabilidad para evitar el hundimiento siendo esto importante en entornos de poca profundidad como bahías, donde la mayoría de la producción es consumida por filtradores bentónicos, por lo que evitar el contacto con la capa profunda es la clave para la supervivencia de la población (Cloern y Dufford, 2005).

Las especies que dominaron la comunidad del fitoplancton en esta investigación fueron *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros* cf. *compressus*, *C. closterium*, *N. longissima*, *H. wawrikan*, *P. minimum*, Dinoflagelado desnudo 1, *Emiliana-Gephyrocapsa* e *Hillea* sp. La composición florística observada difiere a la registrada por Rincones Reyes (2008) quien informó la dominancia de dinoflagelados y algunas especies de agua dulce en la Bahía de Mochima durante la época lluviosa. Por otra parte, fue similar a las informadas en estudios previos en la región nororiental de Venezuela durante el periodo de

surgencia como los de: Ferraz-Reyes (1983) en la Cuenca Tuy-Cariaco; Rivas Rojas (2005) en playa San Luis y Ferraz-Reyes *et al.* (1987); Subero Pino (1994) en el Golfo de Cariaco y Pirela-Ochoa *et al.* (2008) en la Bahía de Charagato.

Es importante mencionar que aunque la composición florística en áreas adyacentes a la zona de estudio no es exactamente la misma, existe el dominio de las diatomeas durante la época de surgencia y entre las especies más abundantes se encuentra el género *Chaetoceros*. Gómez (1998) señaló florecimientos de *Chaetoceros* sp. y otras especies de diatomeas cuando se produjeron ascensos en la velocidad del viento, lo cual provoca turbulencia y trae consigo resuspensión de nutrientes en la columna de agua estimulando este aumento. Por otra parte, la especie *Cylindrotheca closterium* ha sido señalada como una de las especies típicas de aguas costeras (Margalef, 1967). Es una diatomea pennada que generalmente vive asociada a macroalgas y su abundancia en el plancton indica procesos de altas corrientes en la zona.

Otra de las especies más abundantes fue *Nitzschia longissima*, la cual ha sido mencionada por Pirela-Ochoa *et al.* (2008) como uno de los organismos favorecidos por altas concentraciones de fosfato, nitrato, nitrito y amonio en la Bahía de Charagato. El género *Nitzschia* crece en ambientes ricos en nutrientes, por lo cual aparece frecuentemente durante el periodo de surgencia, pues en este proceso asciende agua cargada de nutrientes, ofreciendo un nuevo sustrato para ser colonizado y condiciones óptimas. Según Barber y Ryther (1969), las especies de este género no sólo crecen en ambientes favorables de nutrientes sino que modifican el medio haciéndolo apropiado para otros organismos fitoplanctónicos.

El cocolitofórido *Emiliana-Gephyrocapsa* fue también una de las especies más abundantes durante el estudio; esta especie fue señalada por Rivas Rojas (2005) para playa San Luis como uno de los taxones más abundantes durante todo el estudio; la autora atribuyó su dominancia a las altas concentraciones de nutrientes presentes en la zona, particularmente al amonio. De igual forma, Sánchez Suárez (1985) afirma que los

cocolitofóridos constituyen una fracción bastante importante dentro del Golfo de Cariaco. Las algas cocolitoforales presentan capacidad mótil, pueden migrar verticalmente en la columna de agua en busca de los nutrientes, a pesar de las condiciones adversas del medio. Sin embargo, necesitan cierto grado de turbulencia en las fases iniciales de crecimiento de las poblaciones para que sus quistes sean resuspendidos en la columna de agua, y sus inóculos puedan desarrollarse (Pollinger, 1988).

En este trabajo también fueron frecuentes los dinoflagelados *Prorocentrum minimum* y el dinoflagelado desnudo 1. Al respecto, Ferraz-Reyes *et al.* (1987) señalan que entre las diversas especies de dinoflagelados es difícil hacer referencia sobre organismos típicos de un periodo o de otro; sin embargo, muchos de ellos pueden ser abundantes durante los meses de surgencia, como es el caso de *Prorocentrum balticum*. Troccoli Ghinaglia (1989) analizó la sucesión durante el periodo marzo-junio de 1987 en la Bahía de Charagato y encontró la presencia de especies con gran capacidad de absorción, las cuales pudieran originar un rápido descenso en la concentración de nutrientes, dando lugar a la aparición de especies menos exigentes como *Gonyaulax* sp. y *Prorocentrum* sp.

En este trabajo se determinó por primera vez que la cryptophyceae *Hillea* sp. fue un componente importante de la comunidad. Este organismo se distribuye en aguas del Mediterráneo, Atlántico y también puede encontrarse en zonas costeras (Thomas, 1997), lo cual sugiere la presencia de aguas oceánicas en la bahía.

La diversidad del fitoplancton y la equitabilidad mostraron un patrón similar. Los valores relativamente bajos de diversidad coincidieron con los más bajos de equitabilidad esto permite explicar la existencia de pocas especies las cuales tienden a tener la mayor parte de los individuos. Por ejemplo, en las muestras analizadas el primer y segundo día del estudio, el cocolitofórido *Emiliania-Gephyrocapsa* fue la especie que presentó el mayor número de organismos, lo cual crea un descenso en la equitabilidad.

Por otra parte, el ACP reveló que la diversidad del fitoplancton y la velocidad del viento se relacionaron de manera positiva; por lo que se infiere que el aumento de este índice se deba también al aumento significativo de la velocidad del viento. Al respecto, Margalef y González (1969) señalan que la turbulencia puede aumentar anormalmente la diversidad de las poblaciones fitoplanctónicas y una de sus manifestaciones sería una frecuente asociación de especies de un mismo género, que alcanzan su máxima tasa de multiplicación.

El promedio de diversidad encontrado en este estudio (2,44) estuvo dentro de los límites de diversidad indicados para los ecosistemas costeros, según Margalef (1972). Por otra parte, en los días cuarto, quinto y sexto se obtuvieron valores de diversidad altos (3,88). Los organismos presentes en esas muestras indicaron la confluencia de aguas de diferentes orígenes. La presencia de los organismos *Euglena* sp. y *Trachelomonas* sp. de origen continental y los silicoflagelados *Dictyocha fibula*, *Octactis octonaria* y *Ebria tripartita* de origen oceánico confirman esta hipótesis. Peña y Pinilla (2002) obtuvieron una alta diversidad (3,5 y 5,3 bits ind⁻¹) en la Ensenada Utria, Pacífico Colombiano y la asociaron a la confluencia de aguas neríticas, estuarinas y oceánicas. Avaria (1965) menciona que los silicoflagelados son más frecuentes en ambientes oceánicos y que su aparición en aguas costeras puede estar favorecida por la acción de las corrientes marinas.

El valor promedio de la diversidad obtenido en este estudio está dentro de los valores informados por Rivas Rojas (2005) para la playa San Luis (0,85-2,61) durante la época de surgencia y Sánchez-Suárez (1994) en los Islotes Dos Mosquises del Parque Nacional Los Roques (0,29-2,68).

La Bahía de Mochima, al igual que otras áreas de la región nororiental del país, se ve influenciada por el proceso de surgencia, lo que influye en gran manera sobre el fitoplancton. Durante el periodo de estudio se presentó una amplia variación de la comunidad fitoplanctónica con respecto a los días, observándose cómo las variables

tanto físicas (velocidad del viento) como químicas (nutrientes) influyen significativamente en la abundancia de los organismos, además de cambiar la estructura vertical del fitoplancton. Es importante resaltar que los nanoflagelados fueron abundantes, lo cual se debe a las diversas formas de nutrición que presentan estos organismos; sin embargo, el grupo de las diatomeas le siguió en importancia debido a las condiciones óptimas para su desarrollo. Es necesario destacar la presencia de la euglenofita *Eutreptiella gymnastica* la cual habita en aguas con altas concentraciones de nutrientes y materia orgánica, lo que sugiere cierto grado de eutroficación en las aguas de la zona sur de la bahía.

Por otra parte, la mayoría de las variables estudiadas no mostraron diferencias significativas con respecto a las horas, lo cual sugiere que durante esta época los muestreos pueden realizarse a cualquier hora del día.

Finalmente, la existencia de diferencias significativas en la abundancia fitoplanctónica y las variables fisicoquímicas nos indican la importancia en la frecuencia de los muestreos durante la época de surgencia, los cuales deben realizarse mínimo tres veces por semana ya que durante ésta se produce una mayor variabilidad en las condiciones del medio, por lo que la toma de muestras en periodos de tiempos cortos, cada seis horas, disminuye el error y permite comprender con más detalle la dinámica de la comunidad fitoplanctónica.

CONCLUSIONES

Los altos valores en la velocidad del viento, las bajas temperaturas del agua junto con altas concentraciones de nutrientes indicaron la penetración de aguas sub-superficiales en la Bahía de Mochima característica de la época de surgencia. Sin embargo, las mayores concentraciones de amonio demuestran la influencia que tienen las aguas servidas provenientes de la laguna de oxidación y la actividad acuícola desarrollada en la zona de estudio.

Las altas concentraciones de oxígeno disuelto atípico durante la época de surgencia fueron debidas a la interacción entre la atmósfera y la superficie del agua, además de la actividad fotosintética generada por los organismos fitoplanctónicos.

Los nanoflagelados fueron los organismos más abundantes, siguiéndole en importancia las diatomeas debido a que poseen rápida captación de nutrientes y alta tasa de crecimiento, lo cual les permite proliferar durante este periodo.

La abundancia del fitoplancton exhibió diferencias altamente significativas con respecto a los días indicando la influencia que tienen los parámetros tanto físicos como químicos sobre la estructura y distribución del fitoplancton.

Los altos valores en la diversidad fueron producto de la mezcla de aguas de diferentes orígenes en la parte sur de la Bahía de Mochima y esto se demostró por la presencia de los organismos identificados, tales como: *Euglena* sp. (dulceacuícola), *D. fibula* (oceánica) y *N. longissima* (nerítica).

RECOMENDACIONES

La Bahía de Mochima al igual que otras áreas del nororiente de Venezuela está influenciada por la surgencia costera. Durante este fenómeno oceanográfico, la velocidad del viento aumenta considerablemente causando cambios en la abundancia y distribución de la comunidad fitoplanctónica ya que los organismos se dispersan hacia otras zonas dentro de la bahía. Por tanto, se recomienda para estudios posteriores la realización de muestreos cada seis horas en el resto de la Bahía de Mochima para poder observar con más precisión dónde la abundancia es mayor.

Por otro lado, se sugiere realizar los muestreos durante la época de surgencia en cuarto creciente o cuarto menguante cuando la marea es mínima para disminuir el efecto de la turbulencia generada por este fenómeno. Así, se podría apreciar más claramente el efecto de la surgencia sobre la comunidad del fitoplancton.

BIBLIOGRAFÍA

Avaria, S. 1965. Diatomeas y sílicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 12(1 y 3): 61-120.

Astor, Y.; Muller, F. y Scranton, M. 2003. Seasonal and inter-annual variation in the hydrography of the Cariaco Basin: implications for ventilation. *Cont. Shelf Res.*, 23: 125-144.

Barber, R. y Ryther, J. 1969. Organic Chelator: factor affecting primary production in the Cromwell current upwelling. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 3: 191-199.

Bendeckneider, K. y Robinson, R. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in water. *J. Mar. Res.*, 11: 87-96.

Berard-Therriault, L.; Poulin, M. y Bosse, L. 1999. *Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuarine et du golfe du saint-laurent*. CNRC. Ottawa, Canada.

Boney, A. 1975. *Phytoplankton*. Edward Arnold Publishers. London, U.K.

Boyer, J.; Fourqurean, R. y Jones, R. 1997. Spatial characterization of the water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: Zones of similar influence. *Estuarine*, 20 (4): 743-758.

Brunet, C. y Lizon, F. 2003. Tidal and diel periodicities of size-fractionated phytoplankton pigments signatures at an offshore station in the southeastern English Channel. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 56: 833-843.

Caraballo, L. 1968. Sedimentos recientes de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr.*

Univ. Oriente, 7 (2): 45-64.

Castellanos, P.; Varela, R. y Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 154: 55-76.

Cleve, A. 1951. *Die diatomeen von Schweden and Finnland*. Alqunvist and wikselle boktrycheri A.S. Stockhlm, Sweden. Couvering, J. (ed). Sheridan Press. Hanover, Pennsylvania.

Cloern, J. y Dufford, R. 2005. Phytoplankton community ecology: principles applied in San Francisco Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 285: 11-28.

Cupp, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Ser.*, 5: 1-238.

Dawes, C. 1986. *Botánica marina*. Editorial Limusa. México.

Estrada, M. y Berdalet, E. 1997. Phytoplankton in a turbulent world. *Sci. Mar.*, 61: 125-140.

Estrella, G. 2007. Distribución espacio-temporal y estructura de la comunidad fitoplanctónica del Golfo de Santa Fe. Trabajo presentado como requisito parcial para optar a la categoría de Profesor Asistente. Departamento de Biología. Universidad de Oriente. Cumaná.

Espinosa-Carreón, T.; Gaxiola-Castro, G.; Robles-Pacheco, J. y Najera-Martínez, S. 2001. Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a* en aguas costeras de la ensenada del sur de Baja California. *Cienc. Mar.*, 27(3): 396-422.

Falkowski, P.; Barber, R. y Smetacek, V. 1998. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science*, 281: 200-206.

Fensome, R.; Taylor, R.; Norris, G.; Sarjeant, W.; Wharton, D. y Williams, G. 1993. A classification of fossil and living dinoflagellates. *Micropaleontology*. Micropaleontology Press Special Publication Number 7.

Ferraz-Reyes, E. 1976. Ciclo anual del fitoplancton en zonas de bancos naturales y de cultivo del mejillón *Perna perna* (L), en el oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 15(2): 119-132.

Ferraz-Reyes, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 22 (1 y 2): 111-124.

Ferraz-Reyes, E.; Mandelli, E. y Reyes, G. 1987. Fitoplancton de la Laguna Grande del Obispo, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 26 (1 y 2): 111-124.

Fogg, G. 1991. The phytoplanktonic ways of life. *New Phytologist*, 118: 191-238.

Gómez, C. y Martínez, I. 2005. Nueva productividad biológica en el Pacífico Oriental Ecuatorial: respuesta al aporte de nutrientes por los Ríos del Pacífico Colombiano, surgencia costera y polvo atmosférico. *Bol. Geolog.*, 27(2): 99-114.

Gómez, E. 1998. Ecología de las microalgas de la playa San Luis, Cumaná, estado Sucre. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Gómez, A. y Chanut, J. (1993). Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 32(1-2): 27-44.

Gómez-Carvajal, E.; Díaz, J. y Sánchez, I. 2000. Abundancia y biomasa del fitoplancton de la playa San Luis, Cumaná, Venezuela (Junio 1995-Mayo 1996). *Ciencia*, 8 (1):41-52.

González Cedeño, L. 2002. Ecología del fitoplancton de la desembocadura del Río Manzanares, Cumaná, Estado Sucre. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Grasshoff, K. 1964. Zur bestimmung von nitrat in meer-und trinkasser. *Kiel. Meeresforsch.*, 20: 5-11.

Hendey, J. 1964. An introduction account of smaller algae of british coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (diatoms). *Fish. Inv. London Ser.*, 4: 1-315.

Hutchings, L.; Pitcher, G.; Probyn, T. y Bailey, G. 1995. The chemical and biological consequences of coastal upwelling. En: Summerhayes CP, KC Emers, MV Angel, RL Smith & B Zeitzchel (eds) *Upwelling in the ocean modern process and ancient records*. John Wiley & Sons. Nueva York. Págs. 65-81.

Johnson, R. y Wichern, D. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. Tercera edición. Prentice-Hall Int. New York, USA.

Jones, V. 1996. The diversity, distribution and ecology of diatoms from Antarctic island waters. *Biodiver. and Conser.*, 5: 1433-1449.

Jørgensen, E. 1968. The adaptation of plankton algae. II. Aspects of the temperature adaptation of *Skeletonema costatum*. *Physiologia*, 21: 423-427.

Koroleff, F. 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C:9 *Hydr. Comm.*

La Barbera-Sánchez, A.; Gamboa, J. y Senior, W. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 47(1): 57-63.

Lara, V.; Moreno, R. y Amaro, M. 1996. *Fitoplancton*. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México.

Libes, S. 1992. *An introduction to marine biogeochemistry*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Mann, K. y Lazier, J. 1991. *Dynamics of marine ecosystems*. Blackwell Scientific Publications. Boston, USA.

Margalef, R. 1972. Regularidades en la distribución de la diversidad del fitoplancton en un área del Mar Caribe. *Inv. Pesq.*, 36(2): 241-264.

Margalef, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanolog. Acta*, 1: 493-509.

Margalef, R. 1980. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, España.

Margalef, R. y Vives, F. 1967. La vida suspendida en las aguas. En: *Ecología Marina*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas. Págs. 493-562.

Margalef, R. y González, F. 1969. Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (NE de Venezuela). *Inv. Pesq.*, 33(1): 287-312.

Marshall, D. 1991. *Biología de algas. Enfoque fisiológico*. Editorial Limusa. España.

Mejía-Molina, A.; Flores, J.; Bárcena, M.; Sierro, F. y Grousset, F. 2006. Respuesta de los cocolitofóridos a los cambios atmosféricos y oceanográficos durante el Periodo Húmedo Africano del Holoceno en el Atlántico. *Geogaceta*, 39: 99 -102.

Mullin, J. y Riley, J. 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. *Anal. Chim. Acta*, 12:162-170.

Murphy, J. y Riley, J. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27: 31-37.

Nixon, S. 1980. Between coastal marshes and coastal water: a review of twenty years of speculation and research in the role of saltmarshes in estuarine productivity and water chemistry. pp. 437-525. En: P Hamilton, KB Macdonald (eds.). *Estuarine and wetland processes with emphasis on modelling*. New York: Plenum Press.

Nybakken, J. 1982. *Marine biology, an ecological approach*. Harper and Row Publishers. New York.

Okuda, T. 1975. Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 14(2): 251-268.

Okuda, T.; Benítez, J.; García, A. y Fernández, E. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 7(2): 7-37.

Okuda, T.; Bonilla, J. y García, A. 1974. Algunas características bioquímicas en el agua de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 13(1 y 2): 163-174.

Okuda, T.; García, A.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17: 69-88.

Palazón-Fernández, J.; Hernández, G.; Hernández, J. y Penoth, E. 1996. Condiciones hidroquímicas de la Laguna de las Marites, Isla de Margarita, Venezuela. Abril 1989-Mayo 1990. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 35(1 y 2): 113-125.

Peña, V. y Pinilla, G. 2002. Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 37(1): 67-81.

Pirela-Ochoa, E.; Troccoli, L. y Hernandez, I. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 47(1): 3-15.

Philippart, C.; Cadee, G.; Van Raaphorst, W. y Riegman, R. 2000. Long-term phytoplankton nutrient interactions in a shallow sea: algal community structure, nutrient budgets, and denitrification potential. *Limnol. Oceanogr.*, 45(1): 131-144.

Platt, T.; Jauhary, P. y Sathyendranath, S. 1992. The importance and measurement of new production. En: *Primary productivity and biogeochemical cycles in the sea*. Falkowski, P. y Woodhead, A. (eds). *Environ. Sci. Res.*, 43: 273-284.

Platt, T. y Sathyendranath, S. 1999. Spatial structure of pelagic ecosystem processes in the global ocean. *Ecosystems*, 2: 384-394.

Pollinger, U. 1988. Freshwater armored dinoflagellates: growth, reproductive strategies and population dynamics. En: Sandgren, C. D. (eds). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge.

Quintero, A.; Bonilla, J.; Serrano, L.; Amaro, M.; Rodríguez, B.; Terejova, G. y Figueroa, Y. 2004. Características ambientales de la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 43(1 y 2):49-64.

Reynolds, C. (ed). 1988. Functional morphology and adaptative strategies of freshwater

phytoplankton. En: Sandgren C. *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press.

Rincones Reyes, K. 2008. Variabilidad diaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela durante el periodo lluvioso (03/08-10/08/2006). Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rivas Rojas, T. 2005. Variación diaria del fitoplancton en la playa San Luis. Cumaná, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rivas-Rojas, T.; Díaz-Ramos, J.; Troccoli-Ghinaglia, L.; Charzeddine, L.; Subero-Pino, S. y Márquez, A. 2007. Variación diaria de algunas variables fisicoquímicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 46:13-21.

Rodríguez Márquez, A. 1995. Fitoplancton de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, abundancia y biomasa en el canal central. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rodríguez Fernández, Y. 2009. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, en época de surgencia. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Round, F.; Crawford, R. y Mann, D. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press. Cambridge, USA.

Salazar Gómez, I. 2007. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, durante agosto de 2006. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Sánchez Suárez, I. 1985. Estudio sistemático y aspectos ecológicos de los coccolitofóridos (Haptophyta) de la Plataforma Nor-Oriental de Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Sánchez-Suárez, I. 1994. Ecología y dinámica del fitoplancton en arrecifes coralinos: Un estudio en los “Islotes Dos Mosquises”, Parque Nacional Archipiélago de los Roques, Venezuela. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias. Univ. Central de Venezuela, Caracas.

Senior, W. 1987. *Guía de análisis químico del agua de mar. Dpto. Oceanogr. I.O.V. Univ. Oriente. Cumaná, Venezuela.*

Shannon, C. y Wiener, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* Univ. Illinois Press. Urbana, USA.

Spaulding, S. y Mcknight, M. 1999. Diatoms indicators of environmental change in antarctic freshwaters. En: *The Diatoms: applications for the environmental and earth sciences.* Stoermer, E. y Smol, J. (eds). Cambridge University Press. Cambridge. Págs. 245-263.

Strickland, J. y Parsons, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167:* 1-310.

Subero Pino, S. 1994. Distribución vertical del fitoplancton en una estación ubicada en la zona de Turpialito, Golfo de Cariaco, Estado Sucre Venezuela. Octubre 92-Octubre 93. Trabajo de postgrado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico, Núcleo Sucre, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

Terejova, G.; Quintero, A. y Piñero, A. 1998. Descripción de las características

climáticas de Carúpano, estado Sucre (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 37(1 y 2):43-52.

Troccoli Ghinaglia, L. 1989. Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico, Núcleo Sucre, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

Thomas, C. 1997. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press. New York, USA.

Treguer, P. y Le Core, P. 1975. *Manual d` analyses des sels nutritifs dans l` eau demer. Utilization de l` Auto-Analyzer II. Technicon*. 2 edición. LOC-UBO.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methoding. *Mitt. Verein. Theor. Argiew. Limnol.*, 9: 1-38.

Valentín, J. 1996. Aguas de surgencia. *Ciencia Hoy*, 6(34):3-28.

Valerio González, L. 2007. Presencia de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos en praderas de *Thalassia testudinum* en las costas de la Isla La Tortuga y el Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Wehde, H.; Backhaus, J. y Hegseth, E. 2001. The influence of oceanic convection in primary production. *Ecolog. Model.*, 138: 115-126.

Wood, E.; Armstrong, F. y Richards. 1967. Determination of nitrate in sea water by cadmium and copper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 47:23-31.

ANEXO

Lista de especies identificadas en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre durante la época de surgencia (01-08/02/2008).

Diatomeas

<i>Bacteriastrum elongatum</i>	<i>Navicula</i> sp.
<i>Biddulphia</i> sp.	<i>Navicula</i> sp. 2
<i>Cerataulus pelagicus</i>	<i>Navicula delicatula</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>	<i>Navicula</i> cf. <i>delicatula</i>
<i>Chaetoceros anastomosans</i>	<i>Nitzschia bilobata</i>
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>compressum</i>	<i>Nitzschia</i> cf. <i>bicapitata</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Nitzschia longissima</i>
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>socialis</i>	<i>Nitzschia obtusa</i>
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Nitzschia paradoxa</i>
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	<i>Nitzschia sigma</i>
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	<i>Nitzschia silicua</i> var. <i>migrans</i>
<i>Chaetoceros</i> sp. 4	<i>Nitzschia lineola</i>
<i>Chaetoceros</i> sp. 5	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Cocconeis scutellum</i>	<i>Odontella mobiliensis</i>
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Plagiogramma</i> cf. <i>vanheurckii</i>
<i>Coscinodiscus</i> cf. <i>lineatum</i>	<i>Pleurosigma normanii</i>
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Dactyliosolem fragilissimus</i>	<i>Pleurosigma</i> sp. 2
<i>Dactyliosolem mediterraneus</i>	<i>Prosbozia alata</i>
<i>Diploneis</i> sp.	<i>Pseudonitzschia seriata</i>
<i>Dytilum brightwelli</i>	<i>Pseudonitzschia</i> sp.
<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>
<i>Eucampia</i> sp.	<i>Rhizosolenia hebetata</i>
<i>Guinardia cylindrus</i>	<i>Rhizosolenia pungens</i>
<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i>
<i>Haslea waiwrikan</i>	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
<i>Hemiaulus</i> sp.	<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Hemiaulus hauckii</i>	<i>Rhizosolenia</i> sp. 1
<i>Hemiaulus indicus</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Hemiaulus sinensis</i>	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Lauderia annulata</i>	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Stephanopyxis turris</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Stephanopyxis</i> sp.
<i>Leptocylindrus</i> sp.	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Licmophora</i> cf. <i>gracilis</i>	<i>Thalassionema</i> sp.
<i>Licmophora</i> sp.	<i>Thalassiosira gravida</i>

Cont.**Diatomeas**

Thalassiosira sp.
Thalassiosira sp. 1
Thalassiosira sp. 2
 diatomea céntrica
 diatomea céntrica en división
 diatomea céntrica apareada
 diatomea pennada .
 nanodiatomea pennada

Dinoflagelados

Alexandrium catanella
Alexandrium cohorticola
Alexandrium monilatum
Alexandrium tamarense
Alexandrium sp.
Amphidinium sp.
Asterodinium sp.
Blepharocysta splendormaris
Ceratium cf. *buceros*
Ceratium cf. *concilians*
Ceratium deflexum
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium falcatum
Ceratium cf. *falcatum*
Ceratium gibberum
Ceratium horridum
Ceratium kofoidii
Ceratium lineatum
Ceratium macroceros
Ceratium massiliense
Ceratium tripos
Ceratium sp.
Dinophysis acuminata
Dinophysis caudata
Dinophysis ovum
Dinophysis sp.
Dinophysis sp. 1
Glenodinium sp.
Gonyaulax polygramma
Gonyaulax spinifera

Gonyaulax sp. 1
Gymnodinium catenatum
Gymnodinium sp.
Gymnodinium sp. 9
Gymnodinium sp. 10
Gymnodinium sp. grande
Gyrodinium cf. *acutum*
Gyrodinium fusiforme
Gyrodinium spirale
Gyrodinium sp.
Heterocapsa triqueta
Heterocapsa sp.
Oxytoxum cf. *gracilis*
Oxytoxum gracile
Oxytoxum mediterraneus
Oxytoxum sp.
Prorocentrum compressum
Prorocentrum gracile
Prorocentrum micans
Prorocentrum lima
Prorocentrum mexicanum
Prorocentrum minimum
Prorocentrum scutellum
Prorocentrum cf. *triestinum*
Prorocentrum sp.
Scripsiella spinifera
Scripsiella trocoidea
Scripsiella sp.
Torodinium cf. *robustum*
Torodinium sp.
 Dinoflagelado desnudo 1
 Dinoflagelado desnudo 2
 Dinoflagelado desnudo 3
 Dinoflagelado desnudo 4
 Dinoflagelado desnudo 5
 Dinoflagelado desnudo 6
 Dinoflagelado desnudo 7
 Dinoflagelado desnudo 8
Cocolitoforidos
Emiliana-Gephyrocapsa

Gonyaulax sp.

Cont.

Cianobacterias

Oscillatoria salina

Oscillatoria sp.

Oscillatoria sp. 1

Oscillatoria sp. 2

Oscillatoria sp. 3

Oscillatoria sp. 4

Spirulina sp.

Otros

Dictyocha fibula

Dictyocha sp.

Dyctyocysta extensa

Dyctyocysta sp.

Ebria tripartita

Eutreptiella gymnastica

Eutreptiella marina

Eutreptiella sp.

Eutreptiella sp. 1

Eutreptiella sp. 2

Eutreptia sp.

Euglena

Euglenofita

Gonium sp.

Hillea sp.

Mesodinium rubrum

Octactis octonaria

Trachelomonas sp.

Salpingella acuminatoides

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	CAMBIOS A CORTO PLAZO DEL FITOPLANCTON DURANTE LA ÉPOCA DE SURGENCIA EN LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE.
---------------	---

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Esteves A., Marianna J.	CVLAC	17447154
	e-mail	marianna062009@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Fitoplancton
Surgencia
Nutrientes
Bahía de Mochima

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

Se evaluaron los cambios a corto plazo (horas a días) del fitoplancton en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, estado Sucre, durante la época de surgencia. Las muestras fueron recolectadas a 0, 5 y 10 m de profundidad cada seis horas del 01 al 08 de febrero de 2008. Se midió: irradiancia, velocidad del viento, amplitud mareal, temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto y nutrientes (amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato) y la abundancia, composición y diversidad microalgal. Para determinar las diferencias temporales y verticales de las variables se efectuó un análisis de varianza no paramétrico y para establecer las posibles relaciones entre las variables se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). La irradiancia máxima fue de $1\ 032\ \text{W m}^{-2}$. La velocidad del viento varió de manera altamente significativa con respecto a los días y horas ($0,00 - 9,78\ \text{m s}^{-1}$). Por otra parte, la amplitud mareal máxima fue de 23 cm. La temperatura del agua presentó su mínimo valor (23°C) los primeros tres días y presentó diferencias altamente significativas con respecto a las horas y profundidades. La concentración de oxígeno disuelto fue relativamente alta y presentó diferencias muy significativas con relación a los días ($2,40 - 7,09\ \text{ml l}^{-1}$). El amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato presentaron diferencias significativas diarias ($> 0,40\ \mu\text{mol l}^{-1}$). En cuanto a las profundidades, el nitrito y el fosfato presentaron diferencias significativas. La mayoría de los nutrientes presentaron valores altos lo que sugiere que su fuente podría estar asociada con las aguas provenientes de la laguna de oxidación, la resuspensión del sedimento o con aguas subsuperficiales. La abundancia del fitoplancton varió entre 58 y $1\ 388\ \text{cel ml}^{-1}$ y presentó diferencias altamente significativas con respecto a los días. Se identificaron 199 especies de las cuales 50 eran residentes, siendo las dominantes *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros* cf. *compressum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Haslea waiwriake*, Dinoflagelado desnudo 1, *Hillea* sp. y *Emiliana-Gephyrocapsa*. La diversidad de Shannon-Wiener (H') estuvo entre 0,62 y 3,88 bits ind^{-1} y presentó diferencias significativas con relación a los días. La equitabilidad varió entre 0,19 - 0,92 y exhibió diferencias significativas con respecto a los días. El ACP mostró una correlación positiva entre la velocidad del viento y la diversidad, que a su vez se correlacionó negativamente con la abundancia total. Mientras que los nutrientes nitrito, nitrato, fosfato y silicato se correlacionaron negativamente con la temperatura del agua, lo cual es característico durante la época de surgencia. La variabilidad diaria de la abundancia demostró la influencia que tienen algunas variables tanto físicas como químicas sobre la estructura y distribución de los organismos fitoplanctónicos durante la época de surgencia. El hecho de que la mayoría de las variables estudiadas no mostraran diferencias significativas con respecto a las horas sugiere que durante esta época, los muestreos pueden realizarse a cualquier hora del día.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Diaz R., José R.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5039123
	e-mail	jrdiazramos@yahoo.com
	e-mail	
Subero P., Sonia	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5881115
	e-mail	ssuberos@hotmail.com
	e-mail	
Troccoli G., Luis	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5011895
	e-mail	luis.troccoli@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2011	03	16

Lenguaje: Español

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis.EstevesMarianna.doc	Application/Word

Alcance:

Espacial: Nacional (Opcional)

Temporal: Temporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciatura en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo:

Licenciatura

Área de Estudio:

Biología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente, núcleo de Sucre

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

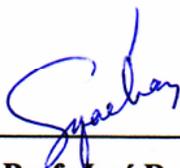
Derechos:

Yo Marianna Esteves como autora intelectual autorizo a la Universidad de Oriente a la publicación del trabajo de grado titulado: CAMBIOS A CORTO PLAZO DEL FITOPLANCTON DURANTE LA ÉPOCA DE SURGENCIA EN LA BAHIA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE. Solo estrictamente con fines educativos y científicos.



Marianna Esteves

AUTOR



Prof. José R. Díaz

Asesor Académico



Profa. Sonia Subero

Jurado



Prof. Luis Troccoli

Jurado

POR LA COMISION DE TESIS:



Profa. María Iabichella

