



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

BIOMASA Y ABUNDANCIA FITOPLANCTONICA EN LA ISLA LA TORTUGA
(DEPENDENCIA FEDERAL)
(Modalidad: Investigación)

RODRIGUEZ CENTENO MICHAEL EDUARDO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TITULO DE LICENCIADO EN BIOLOGIA

CUMANA, 2008

BIOMASA Y ABUNDANCIA FITOPLANCTONICA EN LA ISLA LA TORTUGA
(DEPENDENCIA FEDERAL)
(Modalidad: Investigación)

APROBADO POR:

Prof. José Rafael Díaz
Asesor

Jurado Principal

Jurado Principal

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	8
Planteamiento del Problema.....	8
Objetivos de la Investigación.....	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Justificación.....	10
Procedimientos metodológicos	10
Traslado a la isla La Tortuga.....	11
Área de Estudio	11
Recolección de las muestras	12
Fuentes de información	14
Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	14
Parámetros físico-Químicos	14
Parámetros biológicos	14
CAPÍTULO II	19
RESULTADOS.....	19
CAPÍTULO III.....	34
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXO.....	55

AGRADECIMIENTOS

Al profesor José Rafael Díaz Ramos, por haber aceptado ser mi asesor en la elaboración de este trabajo.

A la Fundación La Tortuga, a Alberto Boscarri por poner a disposición la embarcación “Las Marías VI” y hacer posible los viajes a la isla y a Juan Pedro Ruiz por su ayuda en la toma de muestra.

A la Lic. Lina Charzeddine por su ayuda en el procesamiento de las muestras y por la lectura crítica del manuscrito, a la profesora Sonia Subero por su colaboración en la identificación de los organismos y al profesor Luís Troccoli por sus sabios consejos y ayuda en los análisis estadísticos.

A todos mis amigos y compañeros.

DEDICATORIA

A mis padres Manuel Rodríguez y Nery Centeno y a mi abuelo Francisco Centeno, por su confianza y apoyo en momentos difíciles para mí.

A mi esposa Mary y a mi hijo Miguel, a ustedes les debo este logro.

A mis hermanos Geyla, Manuel e Iván, por su compañía y amistad y a todos mis sobrinos.

A mis tíos, en especial Freddy y Moraima, por su apego y cariño para con mi familia.

LISTA DE TABLAS

CUADRO NUMERO 1. Ubicación geográfica de las estaciones muestreadas en la Isla La Tortuga, Venezuela.	16
CUADRO NUMERO 2. Estadísticos básicos de las variables medidas en la Isla La Tortuga, Venezuela.	19
CUADRO NUMERO 3. Lista de especies residentes (> 10%) identificadas en la Isla La Tortuga, Venezuela. (B, bentónicos; P, planctónicos).....	29
Tabla 4. Porcentajes de variancia total explicada por los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicado a los datos obtenidos en la Isla La Tortuga, Venezuela.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Isla La Tortuga, Venezuela.....	13
Figura 2. Velocidad del viento (m/s) por muestreo, medido en la Isla La Tortuga, Venezuela.....	20
Figura 3. Salinidad por muestreo (A) y por estación (B), medido en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)	21
Figura 4. Temperatura del agua (°C) por muestreo (A) y por estación (B) medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)..	23
Figura 5. Biomasa fitoplanctónica (mg Chl <i>a</i> . m ⁻³) por muestreo (A) y por estación (B) medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)	24
Figura 6. Concentración de feopigmentos (mg . m ⁻³) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.).....	25
Figura 7. Abundancia fitoplanctónica (célx 10 ³ . l ⁻¹) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)	26
Figura 8. Variación estacional de la abundancia relativa (%) del fitoplancton en la Isla La Tortuga, Venezuela. A, octubre 2006; B, diciembre 2006. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero.).....	27
Figura 9. Variación estacional de la abundancia relativa (%) del fitoplancton en la Isla La Tortuga, Venezuela. A, mayo 2007; B, julio de 2007; C, octubre de 2007. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.).....	28
Figura 10. Representaciones de Lohmann para las seis especies más abundantes y frecuentes en la Isla La Tortuga, Venezuela.	30

Figura 11. Diversidad de Shannon-Wiener (bits ind^{-1}) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)	31
Figura 12. Índice de equitabilidad por muestreo (A) y por estación (B), calculado para los datos de abundancia fitoplanctónica medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.).....	32
Figura 13. Proyección ortogonal de algunas variables físico-químicas y biológicas en el espacio definido por los primeros dos componentes del ACP para los cinco periodos de estudio en la Isla La Tortuga, Venezuela. (VeV, velocidad del viento; Sal, salinidad; Temp, temperatura; Clor, clorofila; Abun, abundancia fitoplanctónica; H', diversidad de Shannon-Wiener.).....	33

RESUMEN

Se evaluó la variación temporal y espacial de la biomasa y abundancia del fitoplancton en la Isla La Tortuga. Las muestras superficiales fueron recolectadas en los periodos 7 - 10/10 y 10 - 12/12/2006; 25 - 27/05, 18 - 19/07 y 20 - 23/10/2007 en doce estaciones alrededor de la isla. Se midió: velocidad del viento, salinidad y temperatura del agua. Las muestras de agua fueron extraídas con mangueras conectadas a una bomba de diafragma y almacenadas en botellas plásticas de 3 l para el análisis de biomasa y 250 ml para la abundancia y composición fitoplanctónica. Las muestras de biomasa fueron filtradas y refrigeradas y las de abundancia se fijaron con formol neutro. Para determinar las diferencias temporales y espaciales de las variables estudiadas se efectuó un análisis de variancia no paramétrico y para establecer las posibles relaciones entre éstas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). La velocidad del viento alcanzó sus máximos valores en octubre y diciembre de 2006 (18,70 y 15,00 m/s respectivamente). La salinidad no varió de manera significativa durante los muestreos y las estaciones. Sin embargo, el valor más alto (>39) se detectó en una estación poco profunda. En cuanto a la temperatura del agua se detectaron diferencias altamente significativas con respecto a los muestreos (KW=0,00; $p<0,001$). El máximo valor ($>32^{\circ}\text{C}$) coincidió con la estación donde se midió el valor más alto de salinidad. La biomasa fitoplanctónica varió de manera significativa (KW= 0,026; $p<0,05$). El valor más alto (2,99 mg chl *a* m^{-3}) se midió en una estación ubicada en el norte de la isla. La abundancia fitoplanctónica varió entre (2 y 46×10^3 céls l^{-1}). En octubre de 2006, se midió el valor más alto (Laguna de Carenero) debido a un florecimiento del dinoflagelado *Pyrodinium bahamense*. Diferencias muy significativas fueron detectadas en la abundancia con respecto a los muestreos (KW= 0,004; $p<0,01$). De las 54 especies fitoplanctónicas identificadas 37 eran residentes, de las cuales las más comunes y abundantes fueron: *Navicula* sp.1, *Nitzschia* sp., *Hemiaulus sinensis*, *Mesoporos perforatus* y *Prorocentrum lima*; algunas de éstas de origen bentónico. La diversidad de Shannon-Wiener (H') estuvo entre 1,4 y 4 bits ind^{-1} variando de manera significativa con respecto a los muestreos (KW= 0,03; $p<0,05$). La equitabilidad, mostró valores entre 0,48 y 0,95, con una variación significativa con respecto a los muestreos (KW=0,015; $p<0,05$). El ACP de las variables estudiadas mostró una correlación positiva entre la velocidad del viento, temperatura, abundancia fitoplanctónica, clorofila y diversidad de Shannon-Wiener con el componente 1 y entre ellas. Mientras que la salinidad se correlacionó positivamente con el componente 2 y negativamente con las variables antes mencionadas. En el estudio se observó que la comunidad fitoplanctónica fue muy variable tanto temporal como estacionalmente. Se cree que la turbulencia jugó un papel muy importante en la determinación de su estructura.

Palabras Claves: fitoplancton tropical, Mar Caribe, Isla la Tortuga, Venezuela

INTRODUCCION

El fitoplancton marino es una comunidad formada por numerosos grupos de microalgas que se encuentran a la deriva en el medio pelágico y que tienen capacidad de realizar fotosíntesis en presencia de oxígeno. Por lo tanto, son la base de la cadena alimenticia en este medio. En el plancton, es considerado como el componente vegetal y está constituido principalmente por dinoflagelados, diatomeas, cianobacterias y cocolitofóridos. Las comunidades fitoplanctónicas pueden variar considerablemente debido a la influencia de factores físicos y químicos los cuales pueden ser medidos, bien sea temporalmente o espacialmente (Bravo-Sierra, 2004).

La distribución de las algas planctónicas obedece a una serie de factores limitantes, como iluminación, salinidad, turbulencia, temperatura y concentración de nutrientes (Margalef, 1969). De acuerdo con el grado de penetración de la luz en el agua se observa una zonificación del fitoplancton. La mayor abundancia del fitoplancton se encuentra en las capas de agua mejor iluminadas. Por debajo de 100 m disminuye la abundancia aunque se han encontrado componentes del fitoplancton a 4 000 ó 5 000 m de profundidad. A nivel global, la mayor cantidad de fitoplancton se halla en los mares fríos y en la zona de influencia de las corrientes marinas frías. Lindorf *et al.* (1999) señalan que en los mares tropicales la flora planctónica no es tan rica como en los mares templados. Sin embargo, aquellas algas que requieren temperaturas de agua elevadas prosperan muy bien en el trópico.

La clasificación del fitoplancton en especies oceánicas y neríticas es una división ecológica básica. Sin embargo, en las zonas costeras, esta clasificación es más compleja debido a la aparición de organismos del bentos. Cuando se estudia columnas de agua muy someras, el plancton puede estar formado por especies holo y meroplanctónicas. Por tanto, se observa una mezcla de dos comunidades de

productores primarios que no son independientes sino que influyen mutuamente y aparecen combinadas en un sistema de orden superior (Margalef, 1983).

A pesar de que la mayoría de los organismos fitoplanctónicos tienen una densidad ligeramente mayor que la del agua debido en parte a la presencia de esqueleto silíceo, de carbonato de calcio o de celulosa (Margalef, 1983), éstos poseen estructuras que les permiten mantenerse cerca de la superficie donde la iluminación es un factor determinante para realizar la fotosíntesis. El fitoplancton en una columna de agua somera está sometido constantemente a movimientos que transportan a la célula de la capa iluminada a la capa oscura en períodos de tiempo cortos. Esto garantiza que el organismo reciba luz solar directa en algún momento del día lo que trae como consecuencia el incremento de la biomasa ya que la actividad fotosintética es alta y el alga tiene gastos energéticos reducidos (Reynolds, 1990). La interacción entre la profundidad de la capa de mezcla y la zona eufótica tiene una importancia primordial para las células del fitoplancton las cuales deben recibir energía luminosa para crecer (Marshall, 1991).

La luz debe considerarse en función del fotoperíodo y por su calidad (longitud de onda) e intensidad, como un factor de importancia fundamental para las algas, aparte de su importancia obvia como fuente de energía para la fotosíntesis. El hecho de que fluctúe considerablemente, tanto espacial (profundidad y latitud) como temporalmente (diaria y estacionalmente), sugiere que con frecuencia es un factor limitante para el crecimiento del fitoplancton. Las algas modifican su respuesta fotosintética de acuerdo con la intensidad de luz en el ambiente para aumentar al máximo su potencial de crecimiento. Así, una célula que se encuentre cerca del fondo de la zona eufótica crecerá lentamente debido a las condiciones limitadas de luz, pero hará que la mayor parte de esa energía luminosa sea asequible al producir un sistema más eficiente de captura de luz (aumento de la cantidad de clorofila). Si la

intensidad de luz es alta, existe suficiente luz y por ende el crecimiento celular se verá limitado más bien por la tasa de fijación del carbono, la que a su vez dependerá del metabolismo de las células las cuales se caracterizan por contener menos clorofila (Marshall, 1991).

Para que las microalgas puedan realizar el proceso de fotosíntesis necesitan, aparte de la energía solar y el dióxido de carbono disuelto presente en el agua del mar, otras sustancias como los nutrientes. Los nutrientes de mayor importancia son los nitratos y fosfatos. Su absorción por el fitoplancton reduce las concentraciones de estas sustancias en las capas superficiales y esto limita las zonas en las que las plantas pueden crecer. Una cierta cantidad de nutrientes que ha sido absorbida por el plancton puede ser regenerada y reciclada en la zona eufótica. Sin embargo, el fitoplancton es eliminado continuamente de las capas superficiales bien sea por su hundimiento o al ser consumido por el zooplancton (pastoreo) que se mueve hacia los niveles profundos durante el día. Muchos de los nutrientes absorbidos en las capas superficiales son regenerados en el fondo y en las capas oscuras donde el fitoplancton no crece. Por consiguiente, los nutrientes se acumulan en los niveles profundos debido a la transferencia continua del material desde la superficie. Es por ello que la velocidad de producción en la zona eufótica depende en gran parte de la velocidad con que los nutrientes son devueltos a la superficie del agua por mezclas de aguas frías que provienen de los niveles profundos o por la turbulencia (Tait, 1971). En años recientes, se ha acumulado evidencia sustancial de que la disponibilidad del micronutriente hierro juega un papel importante en la limitación de la biomasa y producción fitoplanctónica (Moore y Abbott, 2002).

La distribución y sucesión de poblaciones de fitoplancton es el resultado de la interacción entre un gran número de organismos vivientes y diversos factores ambientales. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, la turbulencia es el factor

más importante en la estructura y dinámica de poblaciones fitoplanctónicas. En particular, la turbulencia generada por las olas, mareas y corrientes, es el factor más importante que participa en el retorno de nutrientes desde el fondo hasta la capa iluminada. Este proceso tiene una gran importancia en ambientes oligotróficos donde la única fuente de nutrientes es el sedimento marino (Margalef, 1997).

En aguas oceánicas oligotróficas y estratificadas las células dominantes suelen ser pequeñas, ya que la única forma de nitrógeno disponible es el amonio y domina la producción por regeneración. Por otra parte, las células grandes dominan en las aguas costeras, frentes y zonas de afloramiento donde se producen entradas de nitrato y predomine la producción nueva y exportable (Malone, 1980).

Una fracción considerable de la energía incorporada en las olas y mareas es disipada en la zona costera (Miller, 1966), lo que origina una mezcla de la columna de agua por efecto de la turbulencia. Esta mezcla turbulenta es considerada, cada vez con más fuerza, como un factor regulador de la dinámica de poblaciones y comunidades de ecosistemas marinos. Los estudios realizados *in situ* sobre el efecto de la turbulencia en comunidades planctónicas representan un desafío metodológico considerable. Esto se debe a que es necesario controlar otras variables como la advección, la variabilidad local y la dificultad de caracterizar con precisión la turbulencia en la naturaleza. Debido a esto, las investigaciones recientes se inclinan por estudiar el efecto de la turbulencia en ambientes controlados (Petersen *et al.*, 1997). Las investigaciones previas, realizadas por Savidge (1981), Estrada *et al.* (1987) y Alcaraz *et al.* (1988), han revelado el efecto de la turbulencia en la dinámica fitoplanctónica. Estos autores demostraron la existencia de relaciones positivas entre la turbulencia y concentración de clorofila *a*, abundancia y diversidad celular.

Al respecto, se ha demostrado que el efecto de la turbulencia depende de la interacción entre la fisiología y conducta de los organismos, de la dinámica de los nutrientes y factores ambientales como la luz incidente sobre la superficie (Petersen *et al.*, 1997). Es importante señalar que la turbulencia incrementa el potencial de la productividad primaria por el mantenimiento de células en la capa fótica (Eppley *et al.*, 1978), aumenta la abundancia del fitoplancton debido a la resuspensión de sedimentos desde el fondo (Mann, 1992), reduce el pastoreo y aumenta el promedio de excreción de los copépodos (Alcaraz *et al.*, 1988). De la misma manera, la resuspensión de sedimentos incrementa la turbidez y la concentración de nutrientes en la superficie del agua y puede servir de transporte de células provenientes de la capa afótica e interrumpir el equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (Sverdrup, 1953).

Otro factor ambiental importante que influye en el crecimiento del fitoplancton es la temperatura. Las algas son capaces de adaptarse, dentro de ciertos límites, a las temperaturas subóptimas, pero los mecanismos no se conocen bien. Uno de los efectos indirectos más importantes de la temperatura sobre el fitoplancton es su estabilidad sobre la columna de agua y la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento, lo cual afecta la profundidad de la capa de mezcla y, en consecuencia, el tiempo que los organismos pueden permanecer en la capa eufótica (Marshall, 1991).

La salinidad representa una barrera en la distribución espacial de los organismos fitoplanctónicos. Algunos estudios demuestran que la salinidad puede estar asociada a la temperatura lo que controla la distribución espacial del fitoplancton. Boney (1975) señala que en el trópico la temperatura del agua tiende a fluctuar y por ende existen organismos que están restringidos a un intervalo de salinidad. Por tanto, los organismos son euritermicos y estenohalinos.

Las abundancias celulares típicas del fitoplancton total van desde menos de 10 células por mililitro (cél ml^{-1}) en aguas oligotróficas, hasta más de 10 000 cél ml^{-1} durante los florecimientos primaverales (Marshall, 1991). Estudios realizados por Odum (1971) indican que si el fitoplancton es muy abundante, el agua adquiere una coloración verdosa, aun cuando los organismos no son visibles a simple vista. Esto se debe a su gran facultad reproductora, que en muchos casos resulta en proliferaciones masivas (Massutti y Margalef, 1950).

La mayoría de los fenómenos biológicos exhiben alguna forma particular de periodicidad. Al respecto, Brunet y Lizon (2003) señalan que las distribuciones verticales y temporales del fitoplancton en la columna de agua pueden ser altamente variables físicamente (ondas internas, advección, movimientos anisotrópicos turbulentos), químicamente (entrada de nutrientes) y procesos biológicos, tales como el pastoreo (conocido como un factor importante que dirige el desarrollo, éxito y el índice de crecimiento de algunos grupos del fitoplancton en la columna de agua durante un ciclo diario) y la migración vertical. Las interacciones entre los procesos hidrodinámicos, lumínicos y biológicos controlan las adaptaciones del fitoplancton al ambiente circundante y, por lo tanto, pueden determinar su variabilidad (Moore y Abbott, 2002).

Por otra parte, la sucesión de las especies fitoplanctónicas varía de acuerdo a la estratificación de la columna de agua. Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de las células fitoplanctónicas de algunas especies que compiten durante varias etapas de transición producen cambios continuos entre la mezcla vertical y la estratificación de los niveles superficiales (Margalef, 1965; Smayda, 1980). La sucesión de la comunidad fitoplanctónica está mayormente gobernada por las condiciones ambientales locales y por la respuesta de estas poblaciones frente a dichas variaciones. Por lo tanto, la dinámica de las poblaciones fitoplanctónicas es el resultado de la

compleja interacción de los factores hidrodinámicos, fisicoquímicos y biológicos (Goodman *et al.*, 1984).

La investigación fue de carácter proyectivo y su diseño fue de campo. Además de las observaciones realizadas directamente, los habitantes de la isla suministraron la información necesaria para la realización de este estudio.

CAPITULO I

Planteamiento del Problema

En la región costera venezolana existe un conjunto de islas que son de gran importancia turística y comercial debido a su riqueza pesquera. Sin embargo, son pocas las investigaciones que se han realizado sobre la composición de los diversos ecosistemas presentes en dichos lugares. En lo que respecta a ecosistemas marinos, y en particular al aspecto fitoplanctónico, resaltan los trabajos de Margalef (1957, 1961, 1965) sobre la composición y distribución del fitoplancton al noreste de la plataforma continental venezolana; Ferraz Reyes *et al.* (1979), en un seguimiento de las mareas rojas del Golfo de Cariaco (ocurridas entre 1970 y 1977), registraron un total de once (11) especies de dinoflagelados como responsables de las mismas. La Barbera de Oliveros (1984) presentó un trabajo muy detallado sobre los dinoflagelados del Orden Peridinales de la Plataforma nor-oriental de Venezuela, donde describe 47 especies, 7 variedades y una forma. Posteriormente Sánchez-Suárez (1985, 1990, 1992a,b, 1993) emprende un estudio taxonómico y ecológico detallado sobre la microflora de cocolitofóridos en la Plataforma nor-oriental de Venezuela, describiendo 3 especies nuevas y 34 registros nuevos para el país.

Como se puede notar la mayoría de los trabajos de fitoplancton se han realizado en el área de la plataforma nor-oriental, por lo que el conocimiento de la microflora de las regiones insulares venezolanas es más limitado. Entre las investigaciones realizadas en isla venezolanas destacan las realizadas por González (1989) quien estimó la biomasa fitoplanctónica en el Archipiélago de Los Roques, obteniendo un promedio en la concentración de clorofila *a* de $0,64 \text{ mgChl } a.m^{-3}$, Gómez-Gaspar y Chanut (1993) obtuvieron un promedio de $1,55 \text{ mgChl } a.m^{-3}$ para la Isla de Margarita y Ferraz-Reyes (1983) determinó la biomasa y abundancia fitoplanctónica

en la Cuenca Tuy-Cariaco en una estación en el norte de la Isla La Tortuga la cual exhibió un promedio de biomasa de 0,65 mg chl *a.* m⁻³. Las especies dominantes en ese estudio fueron los dinoflagelados *Prorocentrum maximum*, *Gymnodinium splendens*, *Ceratium* sp. También hay que mencionar el trabajo realizado por Gamboa-Márquez *et al.* (1994) en Cayo Dos Mosquises, Isla Los Roques, quien muestra una lista de dinoflagelados, específicamente de las familias Prorocentraceae y Ostreopsidaceae siendo los representantes más destacados *Mesoporus perforatus* y *Ostreopsis lenticulare*. Por lo expuesto anteriormente y debido a la falta de información que se tiene sobre la mayoría de las islas venezolanas y en especial la Isla La Tortuga, cuyo fitoplancton no ha sido objeto de ningún estudio detallado, se propuso ampliar los conocimientos sobre el fitoplancton de la Isla La Tortuga (Dependencia Federal) con el fin de determinar su biomasa, composición y su abundancia. Esta información es necesaria para la caracterización de las aguas y manejo sustentable de la isla.

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

- Evaluar la variación temporal del fitoplancton en la Isla La tortuga.

Objetivos específicos

- Medir la variación temporal de la transparencia del agua, temperatura y de la salinidad.

- Determinar la variación de la concentración de clorofila *a* (chl *a*) y de la abundancia fitoplanctónica.
- Relacionar los parámetros biológicos con los parámetros ambientales medidos en la isla.
-

Justificación

La descripción de los patrones de distribución espacial y temporal de la abundancia y diversidad de las comunidades fitoplanctónicas, así como el análisis de los procesos y mecanismos que pueden estructurarlos y afectarlos, constituye una meta importante en la ecología marina. Desde hace varios años el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Turismo, ha planteado la posibilidad de realizar un desarrollo hotelero de 1400 habitaciones, una pista de aterrizaje y vías de comunicación en la Isla La Tortuga (Dependencia Federal). Este proyecto hotelero pretende hacerse sin ninguna información sobre los diversos ecosistemas presentes en la isla y el posible impacto ambiental que esto pueda acarrear. Dado que el fitoplancton es el primer eslabón de la pirámide alimenticia marina, su estudio es primordial en el levantamiento de información de línea base de la isla. Lo expuesto anteriormente justifica la importancia que tiene el estudio del fitoplancton de la Isla La Tortuga (Dependencia Federal), ya que será la base para futuros estudios ecológicos en el área

Procedimientos metodológicos

El trabajo fue dividido en dos fases: una primera fase, de recolección de muestras, consistió en la toma de muestras para el análisis de biomasa y abundancia fitoplanctónica y medición de variables físicas como temperatura y salinidad en la

isla La Tortuga y se realizó en 5 ocasiones (octubre y diciembre de 2006 y mayo, julio y octubre de 2007). La segunda fase consistió en análisis de laboratorio, identificación de organismos y aplicación de métodos estadísticos que permitieron una explicación satisfactoria de los resultados obtenidos.

Traslado a la isla La Tortuga

Área de Estudio

La Isla La Tortuga está situada en el Mar Caribe, en el nororiente de Venezuela, específicamente al norte del Estado Anzoátegui y al suroeste de la Isla de Margarita (10° 52'32" N y 65° 18'25" O, Fig. 1). Tiene 12 km de norte a sur y 25 km de este a oeste. Ocupa un área de 150 km². Es parte de un archipiélago que comprende los islotes de Los Tortuguillos, Cayo Herradura y Los Palanquines, los cuales están separados de la isla principal por un canal de unos 2,5 km de anchura y 4 a 5 m de profundidad. No posee fuentes naturales de agua dulce, es por esto que el traslado del vital líquido tiene que hacerse vía marítima o aérea. En general, La isla es una planicie que no supera en promedio los 20 m sobre el nivel del mar, con un máximo de 44-46 m. La vegetación es principalmente xerofítica; en el centro y al sur se pueden encontrar grandes extensiones de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) bordeando la orilla. La costa sur es areno-rocosa y presenta taludes que descienden hasta 60 m de profundidad en el límite del coral, para continuar abruptamente a profundidades de 1 000 y 2 000 m, en la Cuenca de Cariaco propiamente dicha. La costa norte está expuesta continuamente al oleaje proveniente del Mar Caribe. Allí, el fondo es arenoso con grandes extensiones de praderas de *Thalassia* y la plataforma se extiende mar adentro por varios kilómetros. En la zona norte, existen algunas ensenadas que pueden ser utilizadas como fondeadero para embarcaciones de poco calado. También presenta partes pobladas por manglares. Los pescadores habitan de

manera temporal en Cayo Herradura y Punta Delgada, en la zona norte, y en la Laguna de Carenero en la zona sur de la isla entre septiembre y abril (Williams, 1980). Esto se debe a que estos sitios ofrecen protección contra los vientos; son buenos lugares para anclar sus embarcaciones y el terreno es apto para la construcción de sus viviendas. En Punta Delgada se observa el mayor movimiento turístico de la isla, ya que existen cabañas que sirven de hospedaje para los visitantes.

Recolección de las muestras

La Isla La Tortuga fue visitada en octubre y diciembre de 2006 y mayo, julio y octubre de 2007. El muestreo realizado en mayo fue a bordo del B/O Guaiqueri II del Instituto Oceanográfico de Venezuela y los restantes en la embarcación “Las Marías VI” de la Fundación La Tortuga. Las muestras de agua superficial se colectaron en 12 estaciones alrededor de la isla (Cuadro 1) mediante el uso de una bomba de diafragma (SHURflo 2088). Del total de las estaciones, dos fueron muestreadas sólo una vez (Laguna de Carenero y Los Mogotes) en el primer y último muestreo respectivamente. En las demás estaciones se tomaron muestras en la mayoría de los viajes realizados. Para el análisis de pigmentos fotosintéticos se procedió inmediatamente a concentrar la muestra (2 - 2,5 l) en filtros de fibra de vidrio (Whatman GF/C, 47 mm Ø, 1,2 µm Ø de poro), una bomba de vacío (Gast) y un equipo de filtración Millipore; mientras que las muestras de abundancia fitoplanctónica (250 ml) fueron fijadas con formol neutralizado y guardadas para su análisis en el laboratorio. Las estaciones se fijaron con un GPS portátil (Garmin 12).

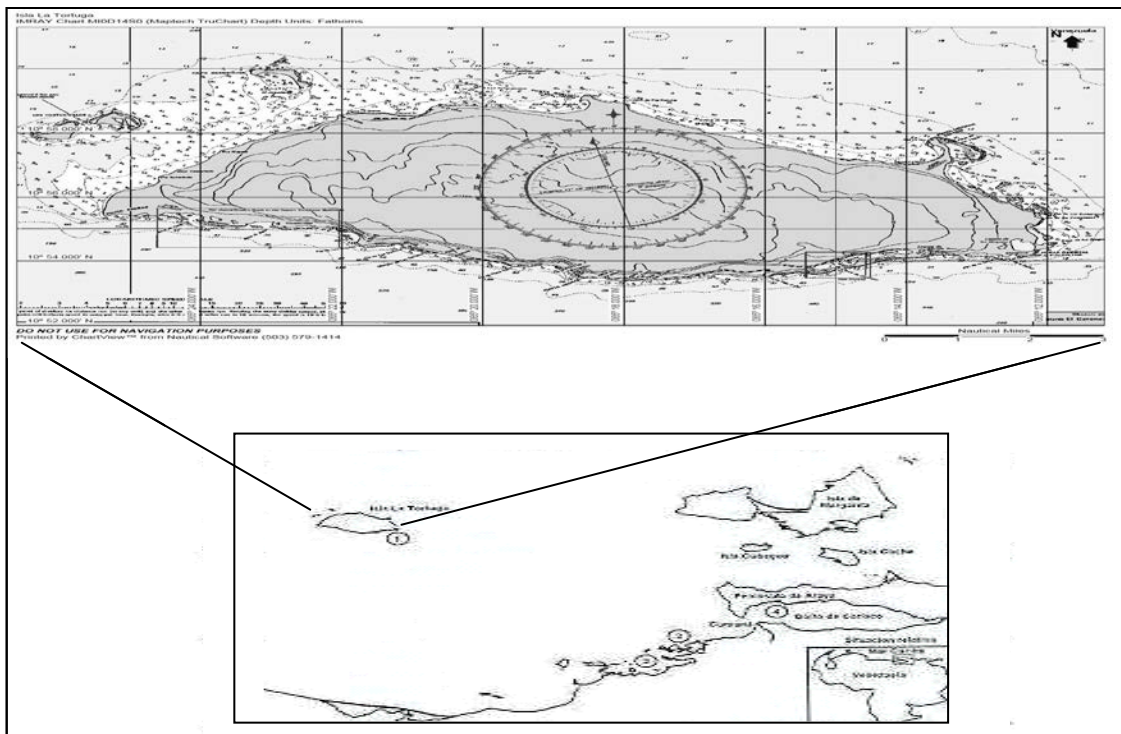


Figura 1. Ubicación geográfica de la Isla La Tortuga, Venezuela.

Fuentes de información

La fuente para obtener la información fue fundamentalmente primaria ya que fue recabada directamente, a través de la observación sistemática y empírica. Algunas fuentes secundarias sirvieron de apoyo, y estuvieron representadas por la información suministrada por la Estación Climatológica Punta de Piedras, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Isla de Margarita, estado Nva. Esparta y el material bibliográfico de donde se obtuvo información relevante sobre el objeto de estudio.

Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos

Parámetros físico-Químicos

Los datos de celeridad del viento fueron suministrados por la Estación Climatológica Punta de Piedras, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Isla de Margarita, estado Nva. Esparta. Para esta variable se tomó en cuenta el promedio del día de muestreo y los dos días precedentes. La medición de la salinidad y temperatura, se realizó *in situ* con un refractómetro manual (Atago S/Mill-E, Japón) y termómetro ambiental ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$).

Parámetros biológicos

Las determinación de clorofila *a* (chl *a*) se realizó según el método descrito por Strickland y Parsons (1972). Los filtros con la muestra concentrada se recubrieron con papel de aluminio para protegerlos de la luz y se almacenaron en el congelador para reducir la descomposición bacteriana por un período menor a un mes. La

extracción de los pigmentos se realizó colocando los filtros en tubos de ensayo con 8 ml de acetona al 90%. Los tubos fueron recubiertos con papel de aluminio para protegerlos de la luz y se almacenaron en el refrigerador por un período no mayor a 24 horas. Al cabo de este período, los filtros fueron macerados y centrifugados a 5000 r.p.m. durante 10 minutos. La absorbancia del sobrenadante se midió en un espectrofotómetro Shimadzu UV-120 a 665 nm y 750 nm con celdas de cuarzo de 1 cm. Posteriormente se acidificaron las muestras con 2 gotas de HCl 1 mol l⁻¹, antes de proceder a nuevas lecturas a las mismas longitudes de onda con la finalidad de medir la concentración de clorofila *a* y feopigmentos las cuales se calcularon por medio de las siguientes ecuaciones:

Clorofila *a*:

$$\text{S.P.Chl. } a \text{ (mg m}^{-3}\text{)} = 26,7[(E_{665}-E_{750}) - (E_{665_a}-E_{750_a})]v_{\text{vac}}V_{\text{H}_2\text{O}}^{-1}$$

Feopigmentos:

$$\text{S.P. feopig. (mg m}^{-3}\text{)} = 26,7[(1,7E_{665_a})-E_{665}] v_{\text{vac}}V_{\text{H}_2\text{O}}^{-1}$$

Donde:

E= lectura de la muestra sin acidificar a las longitudes de onda citadas.

E_a= lectura de la muestra acidificada a las longitudes de onda citadas.

v_{vac} (ml)= volumen de acetona al 90%.

V_{H₂O} (l)= volumen de agua de mar filtrado.

La abundancia microalgal se determinó por el método de sedimentación de Utermöhl (1958). Las muestras de agua superficial fueron recolectadas en envases de plástico (250 ml) y fijadas con formol (4%) neutralizado con hexametilentetramina. Para su procesamiento en el laboratorio, la muestra fue agitada suavemente y se tomó una alícuota de 60 ml, la cual se vertió en una cámara de sedimentación. La cámara se dejó reposar por un período igual o mayor a 24 horas. Posteriormente, la cámara con la muestra sedimentada fue colocada en un microscopio invertido (Wild Heerbrugg

M40) para los contajes respectivos. La abundancia microalgal se determinó mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Sc = superficie de la cámara = 383,13 mm².

N = número de organismos contados.

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

vc = volumen de la cámara = 60 ml.

Ancho de la banda en 10X = 0,4 mm.

Ancho de la banda en 40X = 0,1 mm.

CUADRO NUMERO 1. Ubicación geográfica de las estaciones muestreadas en la Isla La Tortuga, Venezuela.

N°	Estación	Latitud	Longitud
1	Punta Delgada	65°13'52"	10°53'19"
2	Punta Rancho	65°19'61"	10°59'19"
3	Palanquines	65°20'63"	10°59'20"
4	Cayo Herradura	65°22'76"	10°59'55"
5	Tortuguillo este	65°20'45"	10°58'26"
6	Tortuguillo oeste	65°25'44"	10°58'26"
7	Punta Tamarindo	65°25'34"	10°58'32"
8	Punta Arenas	65°25'34"	10°58'32"
9	Playa Sucia	65°19'25"	10°53'77"
10	Laguna de Carenero	65°19'25"	10°54'24"
11	Carenero	65°18'20"	10°54'20"
12	Los Mogotes	65°12'09"	10°55'02"

La abundancia fitoplanctónica fue calculada en forma relativa como el porcentaje de aparición de los grupos taxonómicos y según Lohmann (1908 en Schwoerbel 1975) para cada especie de acuerdo a la siguiente fórmula:

Abundancia Relativa: $(n_i/4,19)^{0,33}$.

Donde:

n_i = abundancia de la especie (i)

Para la identificación de los organismos y su clasificación en bentónicas (B) o planctónicas (P) se utilizaron los trabajos de: Cupp (1943), Cleve (1951), Hendey (1964), Reyes-Vásquez (1971), La Barbera de Oliveros (1977, 1984), Sournia *et al.* (1979), Sánchez-Suárez (1990, 1992 a-b, 1993), Thomas (1996) y Bérard-Therriault *et al.* (1999).

Se establecieron dos categorías generales con las frecuencias totales muestrales para caracterizar los taxones:

1. Especies Residentes (Res.) >10%
2. Especies Raras (Rar.) < 10%

Los inventarios de especies fueron procesados con el fin de obtener el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el de equitabilidad.

1. $H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$, (convertible a bits individuo⁻¹) al multiplicarse por 1,442697) (Shannon y Wiener, 1949). Aquí $p_i = n_i/N$, donde n_i = abundancia de la especie i, y N = abundancia total de la muestra. Puede considerarse como índice de las especies “abundantes”.

2. Equitabilidad: $\epsilon = H'/H_{\max}$ donde $H_{\max} = \log_2 S$ (Lloyd y Ghellardi, 1964).

H_{\max} = Diversidad de especies bajo condiciones de máxima equitabilidad.

S = N° de especies.

1.5.3 Análisis estadísticos

Para determinar las diferencias temporales y espaciales de las variables estudiadas se efectuó un análisis de variancia no paramétrico de Kruskal-Wallace (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).

CAPÍTULO II

RESULTADOS

Se observaron parches de *Thalassia* en la mayoría de las estaciones muestreadas. En octubre y diciembre de 2006 el viento predominante era del este y el cielo estuvo despejado. El agua era de color azul turquesa y estuvo ligeramente turbia en las estaciones ubicadas en el norte de la isla. En mayo 2007, el viento predominante era del este y estuvo nublado. En julio de 2007, el viento predominante era del este. En octubre 2007 el viento era del noreste y el cielo estuvo despejado en los días de muestreos. Los estadísticos básicos de los parámetros medidos en la Isla La Tortuga, Venezuela se presentan en la Tabla 2.

CUADRO NUMERO 2. Estadísticos básicos de las variables medidas en la Isla La Tortuga, Venezuela.

Variable	N	Mínimo	Máximo	S
Velocidad del viento (m/s)	47	3,19	18,33	5,4892
Salinidad	47	35	39	0,7244
Temperatura (°C)	47	27	32	1,0459
Biomasa fitoplanctónica (mg Chl <i>a</i> .m ⁻³)	42	No detectable	2,99	0,5684
Feopigmentos (mg.m ⁻³)	42	No detectable	0,67	0,1297
Abundancia total (x 10 ³ céls.l ⁻¹)	47	2	46	7,8748
Riqueza (N° de especie)	47	8	22	2,9529
H'	47	1,40	4,03	0,5723

N: número de muestras; S: desviación estándar; H' Diversidad de Shannon-Wiener.

En lo que respecta a la velocidad el máximo valor fue medido en octubre de 2006 y el mínimo en octubre de 2007. Los valores intermedios fueron medidos en mayo con un promedio de 9,95 m/s. Se encontraron diferencias altamente significativas en la velocidad del viento con respecto a los muestreos (KW= 0,00; p< 0,001; Fig. 2), llegándose a formar tres grupos uno de mayor velocidad del viento (octubre y diciembre de 2006), otro de velocidad intermedia (mayo de 2007) y finalmente un grupo de valores mas bajos (julio y octubre de 2007).

El intervalo de salinidad estuvo entre 35-39; el valor más bajo fue medido en las estaciones Punta Delgada, Tortuguillo este y oeste, Cayo Herradura (Octubre 2006), Cayo Herradura (mayo 2007), Playa Sucia (julio 2007) y Los Mogotes (octubre 2007), mientras que el valor más alto fue medido en la estación Laguna de Carenero (octubre 2006). Sin embargo, dado que la precisión del instrumento empleado no fue lo suficientemente alta (± 1), es casi seguro que variaciones inferiores a este valor no hayan sido detectadas. Se determinó que no existían diferencias significativas en la salinidad con respecto a los muestreos y las estaciones (KW= 0,09 y 0,85; $p>0,05$, respectivamente; Figs. 3A y B).

La temperatura del agua mostró una mayor variación que la salinidad. Los valores oscilaron entre 27 y 32°C. El mínimo valor fue medido en la estación Playa Sucia (julio 2007), mientras que el mayor valor fue medido en la estación Laguna de Carenero (octubre 2006), lo cual coincide con la estación donde se midió el mayor valor de salinidad. Se detectó la existencia de diferencias altamente significativas de la temperatura con respecto a los muestreos (KW=0,00; $p<0,001$; Fig. 4A). Se formaron tres grupos, uno de temperatura alta (octubre de 2007), otro de temperatura intermedia (octubre de 2006) y un tercero de temperaturas más bajas (diciembre de 2006 y mayo y julio de 2007), con respecto a las estaciones no se detectaron tales diferencias (KW=0,65; $p>0,05$; Fig. 4B).

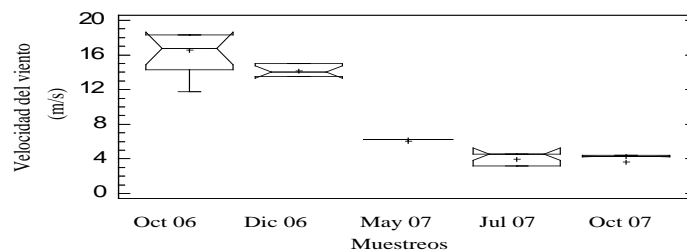


Figura 2. Velocidad del viento (m/s) por muestreo, medido en la Isla La Tortuga, Venezuela.

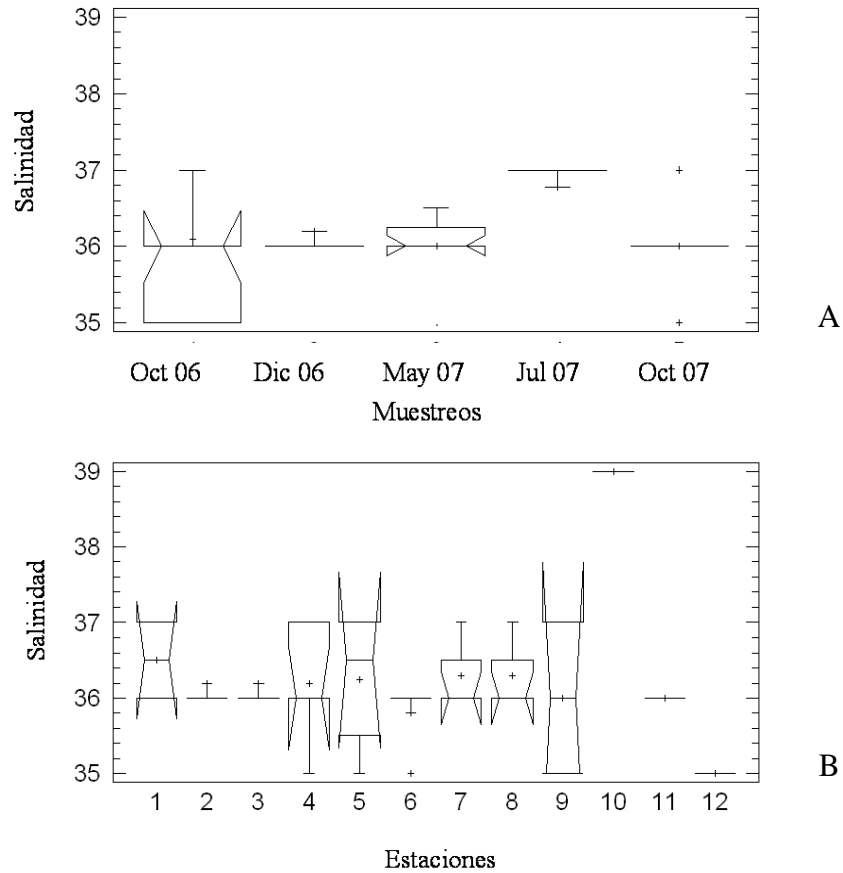


Figura 3. Salinidad por muestreo (A) y por estación (B), medido en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

La biomasa fitoplanctónica fue baja en la mayoría de las estaciones pero al igual que la temperatura también fue muy variable. El intervalo estuvo entre no detectable y $2,99 \text{ mg chl } a \text{ m}^{-3}$. El menor valor fue medido en las estaciones Punta Arenas y Carenero (diciembre 2006), Palanquines y Tortuguillo este (mayo 2007) y Playa Sucia (julio 2007), mientras que el mayor valor fue medido en la estación Punta Rancho (diciembre 2006). El promedio de biomasa fitoplanctónica fue de 0,59

mg chl a m⁻³. Se encontró que no existían diferencias significativas en la concentración de clorofila a con respecto a los muestreos (KW= 0,60; $p>0,05$; Fig. 5A), pero si existían diferencias significativas con respecto a las estaciones (KW= 0,026; $p<0,05$; Fig. 5B). La separación de las estaciones no fue muy clara. Sin embargo, se pudo observar la formación de dos grupos, el primero de mayor concentración de clorofila (Punta Delgada, Palanquines, Tortuguillo este, Punta Arenas, Playa Sucia, Laguna de Carenero y Carenero) y otro de menor concentración (Punta Rancho, Cayo Herradura, Tortuguillo oeste, Punta Tamarindo y Los Mogotes).

La concentración de feopigmentos (productos de la degradación de la clorofila) fue el parámetro que tuvo la menor variación entre todos los medidos, con valores entre no detectable y 0,67 mg m⁻³ (Cayo Herradura, diciembre 2006). La concentración promedio de feopigmentos fue de 0,05 mg m⁻³. Se detectó que existían diferencias significativas en la concentración de feopigmentos con respecto a los muestreos (KW= 0,03; $p<0,05$; Fig. 6A). Se pudo separar a un grupo de concentración ligeramente alta (octubre y diciembre de 2006 y mayo de 2007) y otro de concentraciones muy bajas (julio y octubre de 2007). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas con respecto a las estaciones (KW= 0,91; $p>0,05$; Fig. 6B).

La abundancia fitoplanctónica varió entre (2 y 46 x 10³ céls l⁻¹). En el último muestreo (octubre 2007) se midió el valor más bajo (Palanquines) y en el primero (octubre 2006), se midió el más alto (Laguna de Carenero) siendo esta la estación donde se midió la mayor salinidad y temperatura y en la cual se pudo observar la gran dominancia del dinoflagelado *Pyrodinium bahamense*. Se encontró que existían diferencias muy significativas en la abundancia con respecto a los muestreos (KW= 0,004; $p<0,01$; Fig. 7A), formándose un grupo de mayor número de organismos

(octubre, diciembre de 2006 y mayo, julio de 2007) y otro de menor abundancia (octubre de 2007). Con respecto a las estaciones no se detectaron diferencias significativas (KW=0,81; $p>0,05$; Fig. 7B).

Con relación a la abundancia relativa de los diferentes grupos taxonómicos, se determinó que el grupo dominante fue el de los nanoflagelados (> 80% de los organismos contados), pero para efectos de poder observar los demás grupos, éstos no fueron incluidos en las respectivas figuras. En el muestreo realizado en octubre de 2006 el grupo dominante fue el de los dinoflagelados (36% Fig. 8 A)

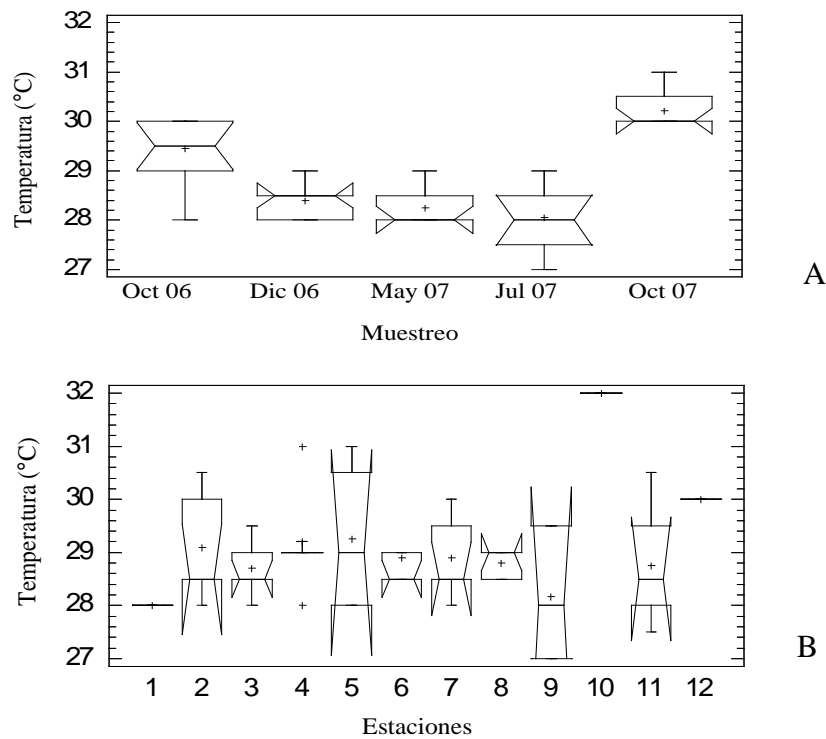


Figura 4. Temperatura del agua (°C) por muestreo (A) y por estación (B) medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

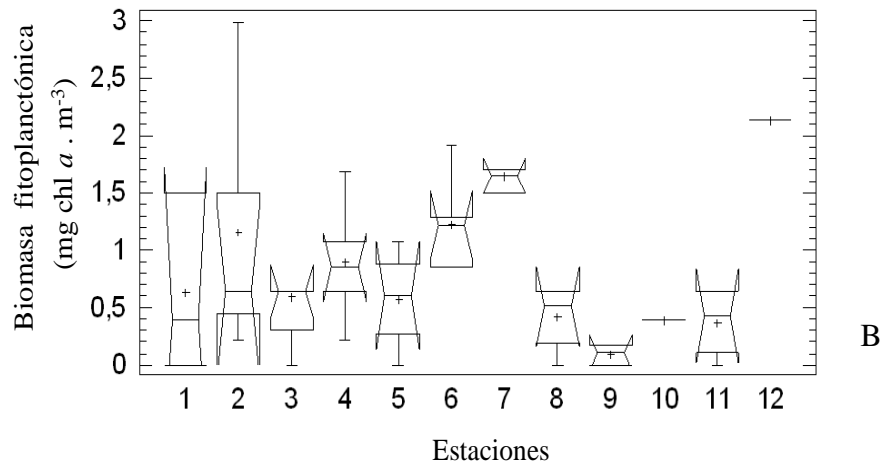
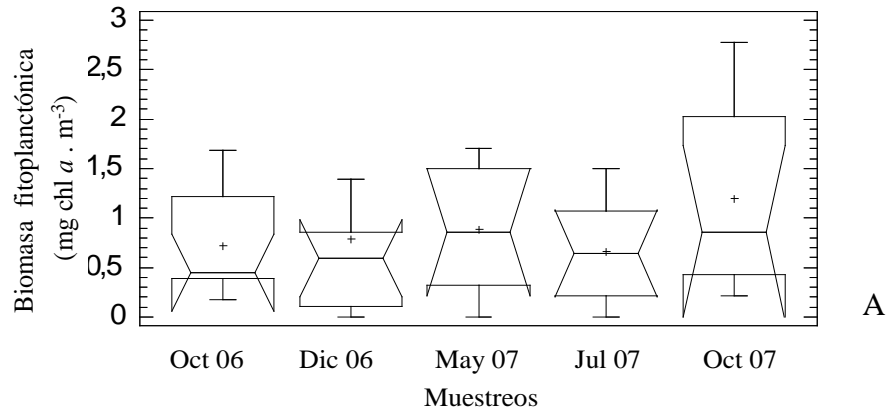


Figura 5. Biomasa fitoplanctónica ($\text{mg Chl } a \cdot \text{m}^{-3}$) por muestreo (A) y por estación (B) medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

Para diciembre de 2006 las diatomeas y los cocolitofóridos (34% Fig. 8B). En mayo de 2007 dominaron los dinoflagelados (38% Fig. 8A) y en julio y octubre de 2007 las diatomeas fueron más abundantes de nuevo (46 y 42%, respectivamente, Fig. 8B y C)

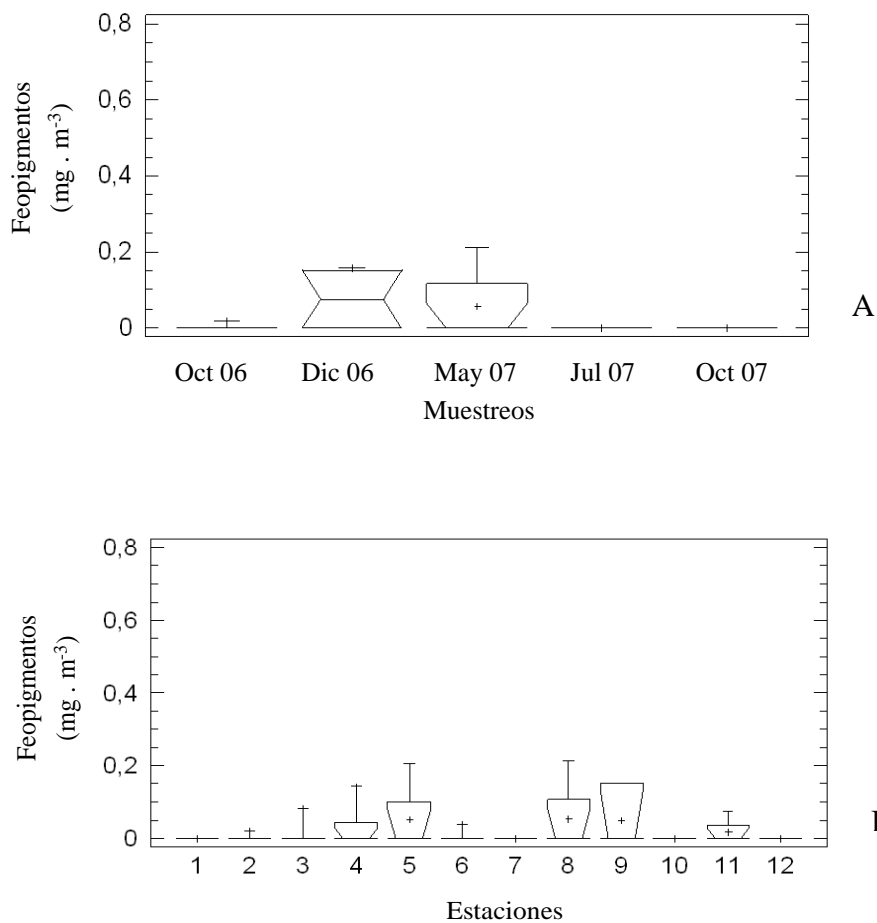


Figura 6. Concentración de feopigmentos (mg · m⁻³) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

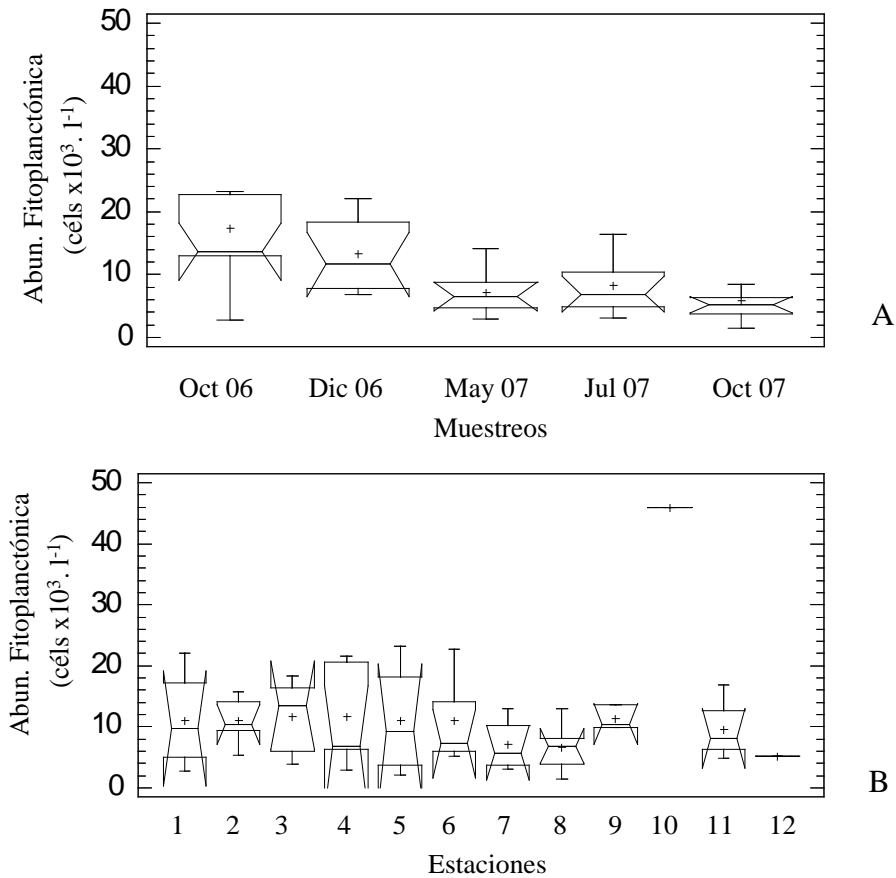


Figura 7. Abundancia fitoplanctónica (cél/s $\times 10^3 \cdot l^{-1}$) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

Se identificaron 54 especies fitoplanctónicas, de las cuales 37 fueron residentes (Res., Tabla 3) y 17 raras (Rar., anexo). Además se identificaron 5 especies de dinoflagelados heterótrofos (anexo) para un total de 59 especies. De las especies fitoplanctónicas, 26 fueron diatomeas (48 % del total), 22 especies de dinoflagelados (40%), 2 especies de cocolitofóridos (4%), 2 especies de cianobacterias (4%) y 2 organismos designados como “otros” (4%). Las diatomeas (17 Res. y 9 Rar.) *Navicula* sp.1 y *Nitzschia* sp. y *Hemiaulus sinensis* fueron las más frecuentes con una

frecuencia de aparición de 87, 60 y 51% respectivamente. Entre los dinoflagelados (15 Res. y 7 Rar.), las especies más frecuentes fueron *Mesoporos perforatus*, Dinoflagelado desnudo 1 y *Prorocentrum lima* con (96, 87 y 68% respectivamente). En cuanto a las especies de cocolitofóridos y cianobacterias todas fueron residentes, siendo *Emiliana-Gephyrocapsa* y *Trichodesmium thiebautii* las más frecuentes (64 y 17% respectivamente), mientras que el grupo de los “otros” estuvo representado por un flagelado verde (Res) y *Rhodomonas marina* (Rar) con un 13 y 8%, respectivamente.

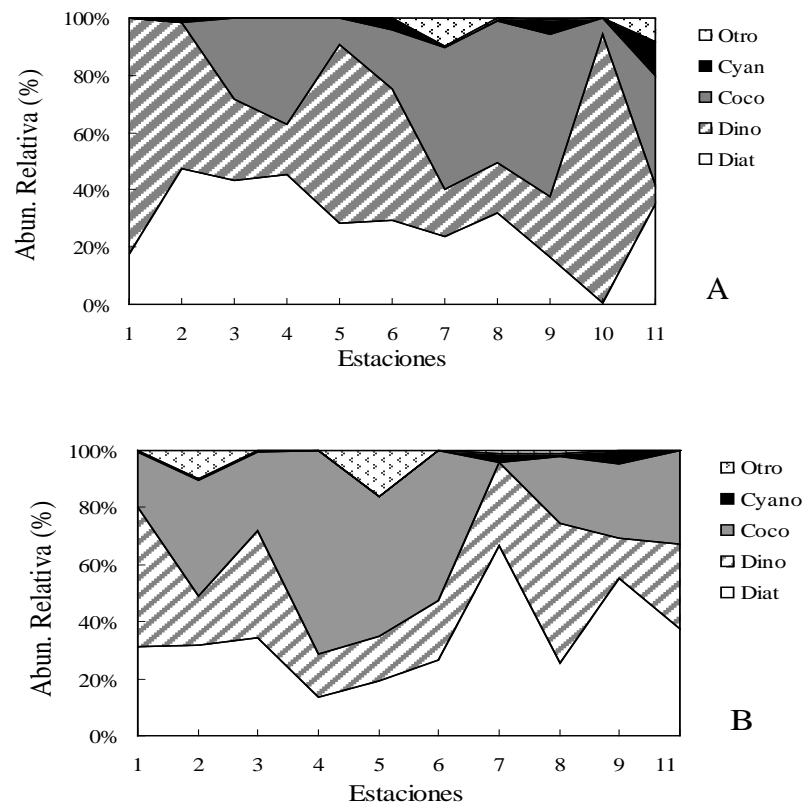


Figura 8. Variación estacional de la abundancia relativa (%) del fitoplancton en la Isla La Tortuga, Venezuela. A, octubre 2006; B, diciembre 2006. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero.)

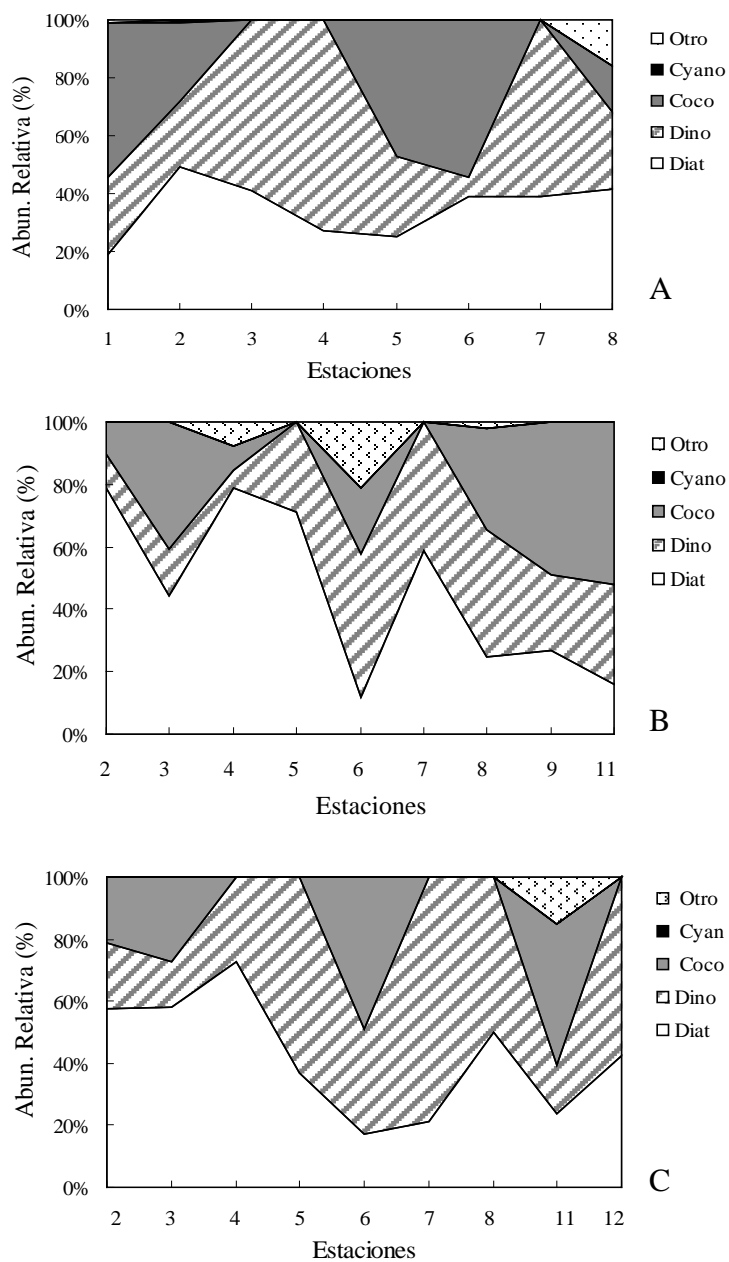


Figura 9. Variación estacional de la abundancia relativa (%) del fitoplancton en la Isla La Tortuga, Venezuela. A, mayo 2007; B, julio de 2007; C, octubre de 2007. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

CUADRO NUMERO 3. Lista de especies residentes (> 10%) identificadas en la Isla La Tortuga, Venezuela. (B, bentónicos; P, planctónicos).

Esp. Residentes	FA (%)	Origen	Esp. Residentes cont.	FA (%)	Origen
Cianobacterias			Otros		
<i>Oscillatoria</i> sp.	19	B	Flagelado verde	13	-
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	17	B			
Cocolitoforidos					
<i>Emiliana-Gephyrocapsa</i>	64	P			
<i>Helicosphaera</i> sp.	23	P			
Diatomeas					
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	23	P			
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	13	P			
<i>Coscinodiscus</i> sp.2	32	P			
<i>Cylindrotheca closterium</i>	43	P			
<i>Guinardia delicatula</i>	36	P			
<i>Guinardia striata</i>	34	P			
<i>Hemiaulus hauckii</i>	13	P			
<i>Hemiaulus sinensis</i>	51	P			
<i>Navicula</i> cf. <i>amphisbaena</i>	28	B			
<i>Navicula</i> sp. 1	87	B			
<i>Navicula</i> sp. 2	42	B			
<i>Nitzschia longissima</i>	17	P			
<i>Nitzschia</i> sp.	60	P			
<i>Plagiotropis</i> sp.	11	P			
<i>Pleurosigma</i> sp.	26	B			
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	23	B			
<i>Rhizosolenia</i> sp.	40	P			
Dinoflagelados					
<i>Ceratium</i> cf. <i>setaceum</i>	28	P			
<i>Ceratium furca</i>	32	P			
<i>Ceratium teres</i>	15	P			
<i>Dinophysis caudata</i>	19	P			
<i>Dinophysis</i> sp.	40	P			
<i>Gonyaulax</i> sp.	11	P			
<i>Mesoporos perforatus</i>	96	P			
<i>Prorocentrum compressum</i>	32	P			
<i>Prorocentrum concavum</i>	19	B			
<i>Prorocentrum gracile</i>	47	P			
<i>Prorocentrum lima</i>	68	B			
<i>Prorocentrum micans</i>	49	P			
<i>Pyrodinium bahamense</i>	47	P			
<i>Pyrophacus horologium</i>	15	P			
Dinoflagelado desnudo 1	87	-			

Los organismos que no fueron identificados hasta el nivel de género o especie no se les colocó su origen.

Los nanoflagelados, *Mesoporos perforatus* y *Navicula* sp. 1 fueron los organismos más abundantes y constantes en las muestras analizadas. Los nanoflagelados, mostraron una abundancia absoluta (AA) de $6504 \times 10^3 \text{ cél. l}^{-1}$, estuvieron presentes en las 47 muestras observadas para una frecuencia de aparición (FA) de 100%. *M. perforatus* mostró una AA de $40 \times 10^3 \text{ cél. l}^{-1}$ y una FA 96%, mientras que *Navicula* sp. 1 mostró una AA de $113 \times 10^3 \text{ cél. l}^{-1}$ y su FA fue de 87%. Otras especies abundantes y constantes fueron *Prorocentrum lima*, *Emiliana-Gephyrocapsa* y *Nitzschia* sp. Estos organismos sumaron una AA de 9, 130 y $10 \times 10^3 \text{ cél. l}^{-1}$ y presentaron una FA de 68, 64 y 60% respectivamente (Fig. 10, Tabla 3).

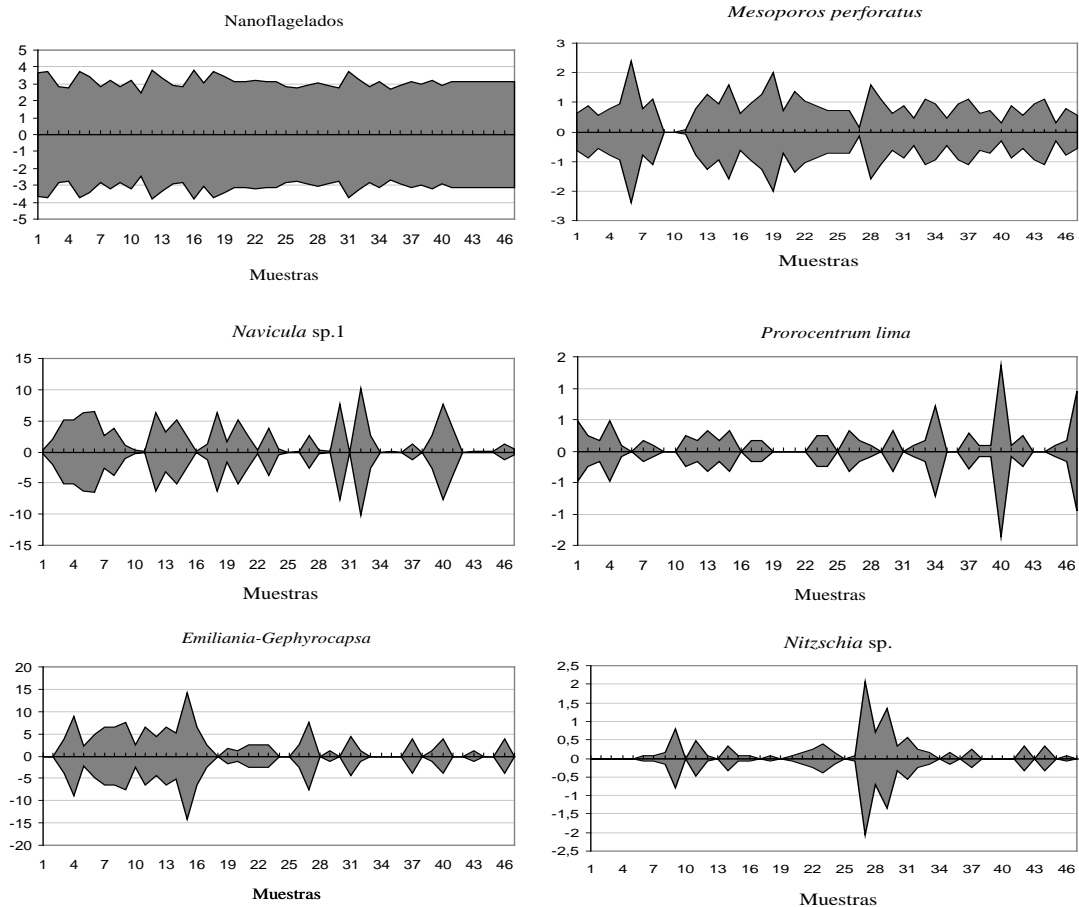


Figura 10. Representaciones de Lohmann para las seis especies más abundantes y frecuentes en la Isla La Tortuga, Venezuela.

La diversidad de Shannon-Wiener (H'), estuvo entre 1,4 y 4,03 (bits ind^{-1}). El menor valor fue calculado en octubre de 2006 en la Laguna de Carenero y el mayor valor en mayo de 2007 en Palanquines. El promedio fue de 2,70 bits ind^{-1} . Se encontró que existían diferencias significativas en la diversidad con respecto a los muestreos (KW= 0,03; $p < 0,05$; Fig. 11 A). Se formaron tres grupos uno de diversidad alta (mayo de 2007), otro de valores intermedios (julio y octubre de 2007) y otro de valores más bajos (octubre y diciembre de 2006), pero no hubo diferencias significativas con respecto a las estaciones (KW= 0,58; $p > 0,05$; Fig.11 B).

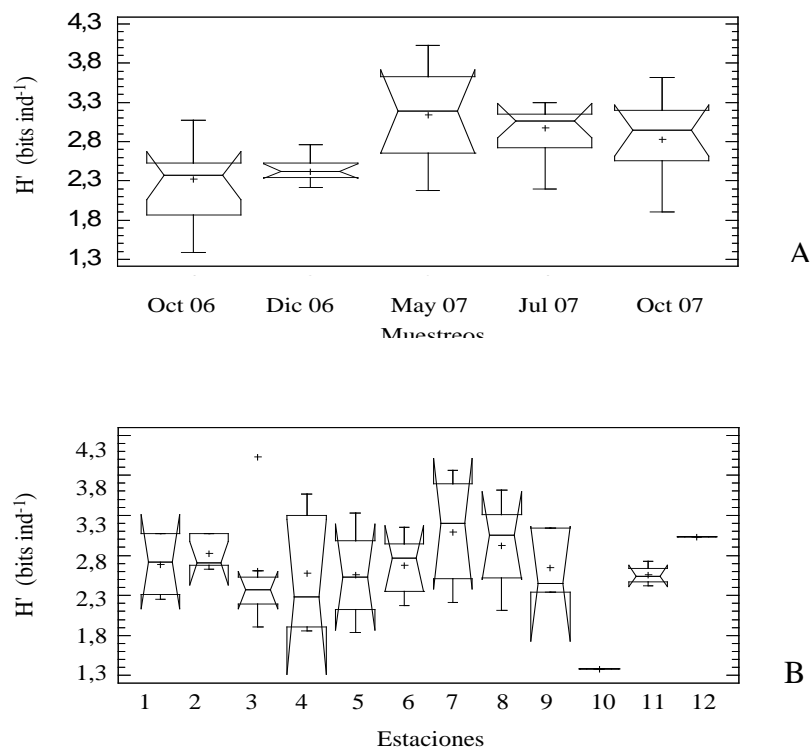


Figura 11. Diversidad de Shannon-Wiener (bits ind^{-1}) por muestreo (A) y por estación (B), medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

La equitabilidad (ϵ), mostró valores entre 0,48 y 0,95. El menor valor correspondió para Cayo Herradura en diciembre de 2006 y el mayor valor para Punta Arenas en julio de 2007 y Playa Sucia en octubre de 2007. El promedio de equitabilidad fue de 0,69. Se encontraron diferencias significativas en la equitabilidad con respecto a los muestreos (KW=0,015; $p < 0,05$; Fig. 12 A). Se pudo distinguir la formación de tres grupos uno de valores altos (mayo, julio y octubre de 2007), otro de valores bajos (octubre de 2006) y otro de valores intermedios (diciembre de 2006), con respecto a las estaciones no hubo diferencias significativas (KW= 0,76; $p > 0,05$; Fig.12 B).

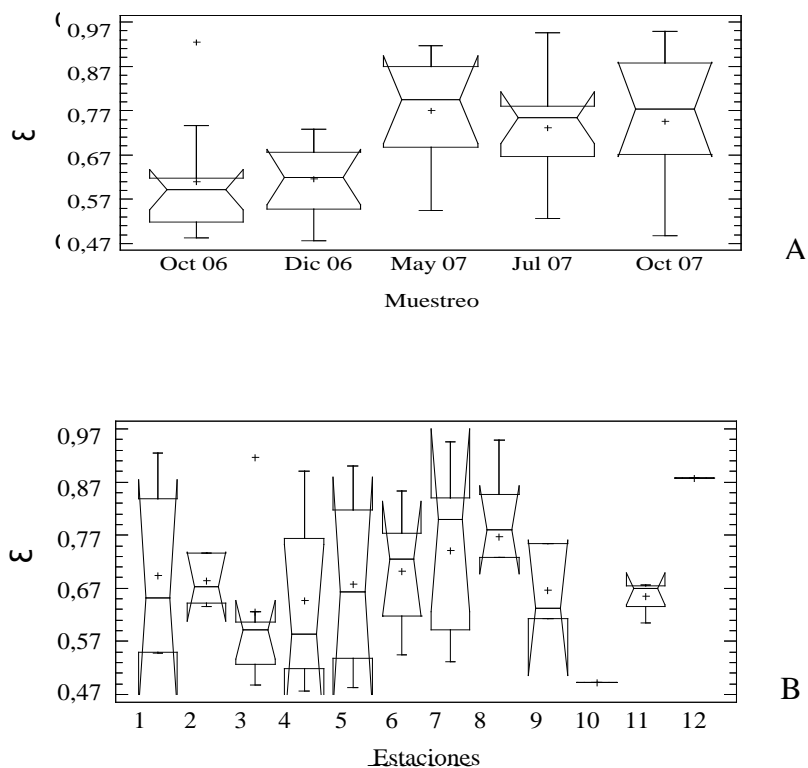


Figura 12. Índice de equitabilidad por muestreo (A) y por estación (B), calculado para los datos de abundancia fitoplanctónica medida en la Isla La Tortuga, Venezuela. (1, Pta Delgada; 2, Pta Rancho; 3, Palanquines; 4, Cayo Herradura; 5, Tortuguillo este; 6, Tortuguillo oeste; 7, Pta Tamarindo; 8, Pta Arenas; 9, Playa Sucia; 10, Laguna de Carenero; 11, Carenero; 12, Los Mogotes.)

El Análisis de Componentes Principales (ACP) de las variables estudiadas mostró una variancia acumulada para el primer y segundo componente igual a 60,86% y para el tercero igual a 70,28% (Tabla 4). Se pudo observar una correlación positiva entre la velocidad del viento (VeV), temperatura (Temp), la abundancia fitoplanctónica (Abun), concentración de chl *a* (Clor) y diversidad de Shannon-Wiener (H') con el componente 1 y entre ellas. Mientras que la salinidad (Sal) se correlacionó positivamente con el componente 2 y negativamente con las variables antes mencionadas (Fig. 13).

Tabla 4. Porcentajes de variancia total explicada por los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales (ACP) aplicado a los datos obtenidos en la Isla La Tortuga, Venezuela.

Componente	Porcentaje de variancia	Porcentaje acumulado
C-I%	43,526	43,526
C-II%	17,335	60,861
C-III%	16,419	77,280
Total	77,280	

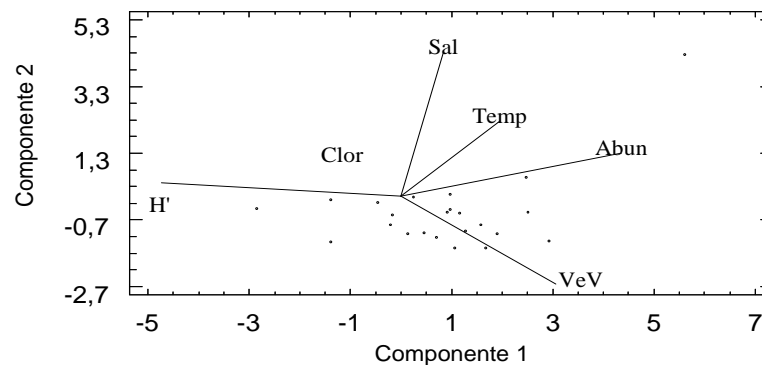


Figura 13. Proyección ortogonal de algunas variables físico-químicas y biológicas en el espacio definido por los primeros dos componentes del ACP para los cinco periodos de estudio en la Isla La Tortuga, Venezuela. (VeV, velocidad del viento; Sal, salinidad; Temp, temperatura; Clor, clorofila; Abun, abundancia fitoplanctónica; H', diversidad de Shannon-Wiener.)

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

La dirección del viento predominante fue del este-noreste y la mayor velocidad del viento en los dos primeros muestreos (octubre y diciembre de 2006) correspondió con la llegada de los vientos alisios que soplan con mayor intensidad en diciembre-enero-febrero, para luego disminuir considerablemente durante los meses de verano. Esto también fue observado por: Sánchez-Suárez (1994) en Cayo Dos Mosquises, archipiélago de Los Roques, quien analizó la ecología y dinámica del fitoplancton; Okuda *et al.* (1968) en el golfo de Cariaco; y Pirela-Ochoa *et al.* (2007) en la bahía de Charagato, Isla de Cubagua. Fuenzalida (1990) señala que la intensidad del viento interviene en la escala diaria para los estudios de fitoplancton, ya que sus variaciones resultan en pulsos irregulares de nutrientes a la zona eufótica, especialmente en zonas someras. Bajo estas condiciones, el microfitoplancton responde con proliferaciones erráticas de diferentes especies, más que de una manera ordenada a lo largo de un proceso sucesional (Hutchings *et al.*, 1995). La mayoría de las estaciones muestreadas en la Isla La Tortuga eran zonas someras donde la profundidad no superaba los 20 metros y la turbulencia generada por el viento fue lo suficientemente fuerte como para transportar desde el sedimento marino los nutrientes necesarios para el desarrollo del fitoplancton.

Los valores de salinidad están dentro del intervalo registrados para cuerpos de agua abiertos u oceánicos, o que no están influenciados por descargas de agua servidas, desembocadura de ríos y escorrentías. Este es el caso de la Isla La Tortuga, donde no hay fuente natural de agua dulce y las precipitaciones durante el año son excepcionales. El mayor valor correspondió a la estación Laguna de Carenero, debido a la poca profundidad de la estación y a que es un cuerpo de agua semicerrado y con

poca turbulencia. Estas condiciones resultan en una alta tasa de evaporación y en una mayor salinidad. Valerio-González (2007) y Rodríguez *et al.* (2008) encontraron valores similares en la Isla La Tortuga y los atribuyeron respectivamente a la carencia de fuentes de agua dulce y a las reducidas precipitaciones durante el año. Este fenómeno también fue observado en la Cuenca de Cariaco (Ortega-Febres y Herrera, 1975; Rueda, 2000) y en Cayo Dos Mosquises en el archipiélago de Los Roques (González, 1989).

La temperatura fue mayor en octubre (2006 y 2007). Debido a que en este mes la velocidad del viento se reduce y el agua se estanca (Valerio-González, 2007). La mayor temperatura fue registrada en la estación Laguna de Carenero debido a las características señaladas anteriormente para este cuerpo de agua. 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 (Okuda *et al.*, 1968). Pirela-Ochoa *et al.* (2007) registró periodos similares de alta temperatura en la bahía de Charagato, Isla de Cubagua. Esta condición climatológica también fue observada por Casanova *et al.* (2007) en un estudio de zooplancton en el archipiélago Los Roques. Por el contrario, Rueda (2000), registró una variación de 7°C (21,75°C y 28,84°C) en la temperatura superficial del agua para el periodo de agosto de 1996 y marzo de 1997 en la depresión oriental de la Cuenca de Cariaco y evidenció dos importantes sucesos estacionales: un periodo de elevación de aguas más frías hasta la superficie (surgencias) y el calentamiento gradual de la columna de agua, lo cual genera estratificación. A pesar de esta variación los valores estuvieron por debajo de los encontrados en el presente estudio. Las diferencias temporales señaladas en los resultados pueden estar sujetas a la influencia del Orinoco (con una descarga máxima de julio a octubre) reflejándose con una disminución de la salinidad y un aumento de la temperatura superficial en toda la zona costera de Venezuela (Okuda *et al.*, 1974; Muller-Karger, *et al.* 1989 citado por Sánchez-Suárez 1994). Se puede pensar

entonces que la homogeneidad espacial en cuanto a la temperatura en toda la isla se debe a la poca profundidad de la mayoría de las estaciones y a los procesos de mezcla inducidos por el viento, pero la variación temporal se corresponde con el régimen climático de la zona del Mar Caribe, y a la posible influencia del Orinoco.

Numerosos mecanismos pueden causar variabilidad de la biomasa fitoplanctónica, incluyendo la resuspensión inducida por el viento, el crecimiento diario y las migraciones verticales (Brunet y Lizon, 2003). La biomasa fitoplanctónica fue baja en todo el periodo de muestreo, y sus valores están dentro del intervalo de Marshall (1991) para aguas oligotróficas de origen oceánico. En cuanto a las estaciones el mayor valor fue encontrado en la estación Punta Ranchos. Ésta está localizada en el norte de la isla, zona somera de alto oleaje en la cual el efecto de los vientos origina turbulencia en la columna de agua lo que favorece el enriquecimiento con nutrientes provenientes del sedimento marino. Es posible que el fitoplancton predominante en la isla no produzca una alta concentración de clorofila debido a la alta irradiación solar lo que resulta en fotoinhibición del fitoplancton, o pudiera ser que los organismos no se encuentren en mayor abundancia cerca de la superficie debido a la gran turbulencia que existe en la isla. El pastoreo también puede afectar negativamente la biomasa fitoplanctónica en la superficie ya que el zooplancton puede consumir una gran cantidad de microalgas y originar descensos en la concentración de clorofila. Huovinen *et al.* (1999) señalan que las altas intensidades de luz pueden inhibir el crecimiento del fitoplancton en la superficie. La fotoinhibición inducida por la intensa radiación solar causaría que las células se acumulen entre los 5 y 10 m donde consiguen la cantidad de luz y nutrientes adecuados para su crecimiento.

Los valores calculados son similares a los encontrados por Ferraz-Reyes (1983) para la Isla La Tortuga en un estudio fitoplanctónico en la Cuenca Tuy-Cariaco. Esta

autora atribuyó los resultados a la poca concentración de nutrientes en la isla. González (1989) encontró resultados parecidos en un estudio de producción primaria en las aguas de Cayo Dos Mosquises, relacionándolo también a la poca cantidad de nutrientes de esta isla. Asimismo Palacios (2002) obtuvo resultados similares en las Islas Galápagos y los asoció con bajas concentraciones de hierro y nitratos, el cual describe como factores fundamentales en la producción de clorofila. Por otra parte, Pirela-Ochoa (2007) y Gómez-Gaspar y Chanut (1993) al sur de la Isla de Margarita midieron concentraciones de Chl *a* superiores a los encontrados en este trabajo. Tales resultados se deben principalmente a que esta isla está sometida en ciertas épocas del año al fenómeno de surgencias de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes. Esta condición favorece la proliferación del fitoplancton y por ende el aumento de la cantidad de clorofila.

Los bajos valores en la concentración de feopigmentos están relacionados con la poca concentración de clorofila. Esta baja concentración de feopigmentos puede ser un indicativo del buen estado fisiológico de las algas ya que éstos son producto de la destrucción de los pigmentos fitoplanctónicos por alta luminosidad, pastoreo o senescencia (Margalef, 1980).

La abundancia fitoplanctónica también fue baja en todo el periodo de muestreo ($<20 \times 10^3$ céls l^{-1}) y similar a los valores encontrados por Ferraz-Reyes (1983) para la Isla La Tortuga. Además, los resultados están dentro del intervalo para aguas oligotróficas de origen oceánico (Marshall, 1991). Sin embargo, en algunas estaciones como la laguna de Carenero, los valores relativamente altos de abundancia encontrados pueden estar relacionados con las condiciones de la estación: está rodeada por mangles y sirve de sitio de asentamiento para pescadores. Los nutrientes provenientes de los desechos de los pescadores y de la degradación de materia orgánica liberada por los mangles enriquecen la columna de agua y sirven de sustento para la comunidad fitoplanctónica. Hay que destacar que esta relativa gran

abundancia se debe al florecimiento del dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* que ocurrió en esta estación.

Las condiciones del florecimiento monoespecífico de *P. bahamense* podrían ser explicadas, por una parte, considerando la supresión competitiva de los demás componentes ante su habilidad de explotar eficientemente el ambiente. De acuerdo con Hafner *et al.* (1980), en microsistemas, un factor importante es la adaptabilidad de las especies, de manera que diferentes conjuntos específicos de la comunidad residente, alcanzarán sus máximas tasas de crecimiento en momentos también específicos. Así, los patrones de distribución espacial y temporal no serían el reflejo del conjunto de la comunidad fitoplanctónica, sino de ciertas poblaciones que responden a fluctuaciones en determinados factores ambientales (Moore, 2001). Leal *et al.* (2001) obtuvieron concentraciones de 4,8 a 23,2 x 10³ céls l⁻¹ para la zona nororiental de Cuba confirmando el carácter oligotrófico de esas aguas, mientras que Rincones (2008) encontró 1 189 x 10³ céls l⁻¹ en la superficie de la Bahía de Mochima, asociando estos resultados a una alta concentración de nutrientes en la zona, estos resultados reflejan la gran importancia que tiene un buen suministro de nutriente para que las comunidades fitoplanctónicas dominen con éxito.

Pérez *et al.* (1990) plantean que, en general, el oligotrofismo de las aguas del Mar Caribe hace que el comportamiento de las comunidades fitoplanctónicas dependa de las vías de entrada de nutrientes al medio marino, como son: aporte terrígeno y de plataforma, mezcla vertical de la columna de agua y reciclaje dentro de la capa fótica producto de la actividad de los propios organismos planctónicos. Los bajos valores de abundancia del fitoplancton registrados en este estudio, pueden deberse entre otros factores a la poca concentración de nutrientes y al efecto combinado de las corrientes, mareas y vientos de la zona, que impiden el establecimiento de comunidades fitoplanctónicas maduras, puesto que disminuye el tiempo de residencia de las agua y

en particular de los organismos (Marshall, 1991; Gómez-Carvajal *et al.*, 2002). Es posible que los organismos herbívoros (especialmente zooplancton y peces planctofagos) también condicionen los valores de biomasa y abundancia fitoplanctónica.

Los nanoflagelados fueron los organismos más abundantes durante todo el periodo de estudio. Su dominancia se debe a su reducido tamaño y a las diferentes formas de nutrición que poseen estos organismos (auxótrofa, mixótrofa y heterótrofa), lo cual los hace proliferar fácilmente en cualquier tipo de ambientes (Subero-Pino, 1994, Margalef, 1995, Gómez-Carvajal, 1998 y Rivas, 2005). No obstante, el hecho de que el resto de la comunidad fitoplanctónica estuviese dominada de forma intercalada por los dinoflagelados, diatomeas y cocolitofóridos sugiere que el poco tiempo de residencia del agua afecta negativamente el establecimiento de un grupo en particular.

En cuanto a las especies, *Mesoporos perforatus* y *Navicula* sp., *Prorocentrum lima*, *Emiliana-Gephyrocapsa* y *Nitzschia* sp., su dominancia esta relacionada con su pequeño tamaño y a su carácter de oportunistas, y a que sus necesidades nutritivas no son tan exigentes. En aguas donde las concentraciones de nutrientes son bajas, las células más pequeñas del fitoplancton se vuelven más eficientes en su asimilación. Estas células poseen una mayor superficie-área-volumen que favorece su supervivencia, lo cual es consistente con la idea de que el coeficiente específico de absorción del fitoplancton está en función del tamaño de las células (Malone, 1980).

Sánchez-Suárez (1994) encontró una gran abundancia de los dinoflagelados *M. perforatus*, *Prorocentrum* sp., y *Ceratium* sp., en Cayo Dos Mosquises, representando entre los tres más del 50% del grupo. Éstos también fueron abundantes en el presente estudio, lo que hace pensar que pueden estar distribuidos a lo largo de toda la zona

insular venezolana. En el caso de *P. lima*, aparte de su tamaño, la dominancia de este organismo se puede atribuir a la capacidad para colonizar diversos tipos de sustratos. Esta especie puede estar asociada a microalgas, corales, detritos, otros sustratos y ocasionalmente puede encontrarse como especie meroplanctónica (Bravo *et al.*, 2001). Se encuentra tanto en el plancton como en el bentos, y en aguas templadas, subtropicales y tropicales. Ha sido encontrada en aguas europeas y en los cayos de Florida su mayor abundancia ocurre entre los meses de noviembre – mayo (Bomber *et al.*, 1989). Heil *et al.* (1998) registró esta especie en Australia y la asoció con la ciguatera. En Venezuela, ha sido reportada para la bahía de Mochima (Halim, 1967), Parque Nacional Morrocoy (Chacón, 1993 citado por Gamboa Marquez, 1994), Archipiélago de los Roques (Gamboa-Marquez, 1994), Archipiélago de los Frailes (Cavada Blanco, 2005) y en la isla de Margarita (Solórzano-Maneiro, 2006).

Valerio-González (2007), encontró especies de dinoflagelados bentónicos (*Prorocentrum lima*, *P. mexicanum*, *P. concavum*) en praderas de *Thalassia* en la Isla La Tortuga. Además de los dinoflagelados antes mencionados encontró a las diatomeas *Navicula* spp, *Nitzschia longissima* y *Pseudonitzschia* sp., como las especies acompañantes más abundantes y frecuentes, todas estas especies fueron encontradas formando parte del plancton en esta investigación. Esto se debe a la acción de los vientos y a la poca profundidad lo que origina la mezcla de la columna de agua y de esta manera organismos bentónicos puedan aparecer en el plancton. De acuerdo a lo establecido por Broker y Stal (2001), Lucas *et al.* (2001), Levington (2001), Dizon y Yap (2003) en sistemas bentónicos, las diatomeas son el componente dominante. Estos organismos pueden ser habitantes permanentes o temporales de las comunidades bentónicas y su presencia podría indicar la existencia de un patrón estacional dentro de la estructura del microfítobentos (Mitbarkar y Anil, 2002).

Sánchez-Suárez (1994), señaló que la presencia de dinoflagelados bentónicos, como parte del fitoplancton, se debía a la acción del viento del este que sopla en esa área de estudio y que favorece la aparición de las especies micrófitobentónicas. Por otra parte, Lucas *et al.* (2001) detectaron la presencia de formas planctónicas dentro de comunidades micrófito bentónicas en los sedimentos de arrecifes en el estuario de Westerschelde (Holanda) y en el golfo de Trieste (Italia), respectivamente. Estos hallazgos indican un intercambio de organismos con la columna de agua, especialmente de especies coloniales, las cuales tienden a hundirse cuando no hay turbulencia; así, se producen ciclos de resuspensión y sedimentación en la columna de agua.

La diversidad de Shannon-Wiener y la equitabilidad, fueron muy variable en el periodo de estudio. Sin embargo, los valores más altos coincidieron con la disminución de la abundancia celular en los últimos tres muestreos. Esto se debe probablemente a una distribución más equitativa en cuanto al número de organismos por especie lo que favorece el aumento de los valores de estos índices ecológicos. La diversidad del fitoplancton oscila generalmente entre 1,0 y 2,5 bits ind⁻¹ en aguas costeras, siendo especialmente baja en estuarios, aguas contaminadas o con procesos de surgencias. En aguas oceánicas son frecuentes valores entre 3,5 y 4,5 bits ind⁻¹ (Margalef, 1972). El espectro de diversidad del área muestreada está más bien entre los límites de del plancton nerítico y oceánico (osciló entre 1,4 y 4 bits ind⁻¹), con alrededor de un 60% de las observaciones mayor a 2,5 y menor que 3,5 bits. Estudios previos efectuados en áreas adyacentes, específicamente en la plataforma nor-oriental de Venezuela indican que la diversidad del fitoplancton tiene una moda de 2,0 con valores que oscilan entre 0,0 y 4,8 bits (Margalef, 1972). El valor modal de H' en la isla La Tortuga fue de 3,01 bits, lo que podría sugerir una mayor influencia oceánica. Mora y Sánchez (1993 y 1996 respectivamente, citados por Peña y Pinilla, 2002), encontraron diversidades entre 2,5 y 4 bits en el Pacífico colombiano, muy similares a

los de este estudio, a pesar de que estos autores determinaron la diversidad beta la cual corresponde a varios habitats, (Margalef, 1980) debido a que sus datos provienen de arrastres superficiales circulares que toman varios parches de la comunidad fitoplanctónica en las zonas trabajadas. En el presente trabajo, se determinó la diversidad alfa, es decir, la de estaciones puntuales (Margalef, 1980). El análisis de varias comunidades fitoplanctónicas de diferentes áreas oceánicas del Mar Caribe, el Mediterráneo y el Atlántico nor-oeste de África ha proporcionado una extensa serie de valores de diversidad de Shannon, los cuáles fluctúan entre 2,4 y 2,6 bits (Margalef, 1980). De acuerdo a lo descrito anteriormente, las diversidades del fitoplancton de la isla La Tortuga son mucho mayores que la moda de las diversidades más frecuentes en el océano abierto. Al respecto, es importante señalar que el valor promedio de diversidad fue de 2,7 bits ind⁻¹, lo que indica que la comunidad estaba en una fase de crecimiento activo (Uribe, 1982). En cuanto a la equidad los valores oscilaron entre 0,48 y 0,95 (la comunidad presenta entre el 48 y el 95% de la diversidad máxima posible) con un promedio de 0,69, valores similares fueron encontrados por Peña y Pinilla (2002) en el Pacífico colombiano. Estos índices revelan una comunidad fitoplanctónica muy diversa y de alta equidad, es decir con baja dominancia de especies.

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que la comunidad fitoplanctónica en términos de biomasa y abundancia fue muy variable en lo que respecta a las estaciones y a los meses de muestreos. Por otra parte, además de la salinidad y la temperatura, el factor turbulencia juega un papel muy importante en la determinación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica de la isla. Asimismo, es importante señalar que la comunidad estuvo dominada en términos de abundancia por los nanoflagelados y en términos de riqueza específica, por las diatomeas y dinoflagelados. Este hecho sugiere que las diatomeas por ser organismos oportunistas aprovechen los pulsos de nutrientes originados por la turbulencia y en el caso de los

dinoflagelados la mayoría de las especies encontradas eran de pequeño tamaño y de poco requerimiento nutritivo, además el poco tiempo de residencia de las aguas puede ser un obstáculo para el establecimiento de un determinado grupo fitoplanctónico.

CONCLUSIONES

Es posible que los valores de biomasa fitoplanctónica y abundancia total hayan estado influenciados más por la velocidad del viento que por la salinidad y la temperatura. La turbulencia originada por el viento genera pulsos de nutrientes que pueden ser aprovechables por las microalgas.

El hecho de que algunas especies de origen bentónico formaran parte del fitoplancton en este estudio permite sugerir que está en presencia de un ambiente influenciado por ciclos de resuspensión lo cual resalta aún más la importancia que tiene la turbulencia en el establecimiento de la comunidad fitoplanctónica.

RECOMENDACIONES

Debido a condiciones ambientales desfavorables (fuertes vientos), no se pudo muestrear en los meses de febrero y abril como se tenía previsto. Es necesario que esta condición se tome en cuenta para próximos estudios en la zona. También se recomienda tomar muestras a varias profundidades y realizar análisis de nutrientes ya que estos factores pueden arrojar mucha más información que la obtenida en el presente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, M.; Saiz, E.; Marrasé, C. y Vaqué, D. 1988. Effects of turbulence on the development of phytoplankton biomass and copepod populations in marine microcosms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 49: 117-125.
- Bérard-Therriault, L.; Poulin, M. y Bossé, L. 1999. *Guide d'identification du phytoplankton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. CNRC. Ottawa, Canadá.
- Bomber, J., Rubio, M. y Norris, D. 1989. Epiphytism of dinoflagellates associated with the disease ciguatera: substrate specificity and nutrition. *Phycologia*, 28 (3): 360 - 368.
- Boney, A. 1975. *Phytoplankton*. Edward Arnold Publishers. London, U.K.
- Boyer, J., Fourqurean, J. y Jones, R. 1997. Spatial characterization of a water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analysis: Zones of similar influence (ZSI). *Estuaries*, 20: 743-758.
- Bravo, I.; Fernández, M.; Ramilo, I. y Martínez, A. 2001. Toxic composition of the toxic dinoflagellate *P. lima* isolated from different locations along the Galician coast. *Toxicom.*, 39: 1537 - 1545.
- Bravo-Sierra, E. 2004. Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, 52: 5-16.
- Broker, J. y Stal, L. 2001. Short-term dynamics in microphytobenthos distribution and associated extracellular carbohydrates in surface sediments of an intertidal mudflat. *Mar. Ecol.*, 218: 33- 44.
- 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.
- Casanova, E. Zoppi, E. y Montiel, E. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplancton en el Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 46 (1): 51-65.

- Cavada Blanco, F. 2005. Composición, abundancia y estructura comunitaria del microfítobento asociado a la comunidad de corales de la bahía de Puerto Real, isla Puerto Real, Archipiélago de Los Frailes, durante el período mayo-junio 2004. Trabajo de Pregrado. Departamento de Acuicultura, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Cleve, A. 1951. *Die diatomeen von Schweden Und Finnland*. Alqunvist & Wikselle Boktrycheri A.S. Stockholm, Sweden.
- Cupp, E. 1943. Marine plankton diatoms of North America. *Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. Tech. Ser.*, 5 (1): 1-283.
- Dizón, R. y Yap, H. 2003. Metabolic changes and compositional shifts in nutrient-enriched tropical reef sediment communities. *Scient. Mar.*, 67 (2): 117-127.
- Eppley, R.; Koeller, P. y Wallace, G. 1978. Stirring influences the phytoplankton species composition within enclosed columns of coastal sea water. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 32: 219-239.
- Estrada, M.; Alcaraz, M. y Marrasé, C. 1987. Effects of turbulence on the composition of phytoplankton assemblages in marine microcosms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 38: 267-281.
- Ferraz-Reyes, E.; Reyes-Vásquez, G. y Bruzual, I. B. 1979. Dinoflagellates blooms in the Gula of Cariaco, Venezuela. En Taylor, L. y Seliger, H. H. (eds) *Toxic Dinoflagellates Blooms*, Elsevier North Holland, New York, USA.
- Ferraz-Reyes, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 22: 111-124.
- Fuenzalida, R. 1990. Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la zona de Iquique (Lat. 20° S). *Invest. Cient. Tecn. Ser. Cienc. Mar.*, 1: 37-47.
- Gamboa-Márquez, J.; Sanchez-Suarez, I. y La Barbera de Oliveros, A. 1994. Dinoflagelados (Pyrrhophyta) del Archipiélago de Los Roques, Venezuela: familias Prorocentraceae y Ostreopsidaceae. *Acta Cient. Venez.*, 45: 140-152.
- Goodman, D.; Eppley, R. y Reid, F. 1984. Summer phytoplankton assemblages and their enviromental correlatos in the Southern California Bight. *J. Mar Res.*, 42: 1019-1030.

- Gómez-Gaspar, A. y Chanut, J. P. 1993. Hidrografía, producción y abundancia fitoplanctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 32 (1 y 2): 27 – 44.
- Gómez-Carvajal, E. 1998. Ecología de las microalgas de la playa San Luis, Cumaná, estado Sucre. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Gómez-Carvajal, E., Díaz-Ramos, J. y Sánchez-Suárez, I. 2002. Fitoplancton de Playa San Luís (Cumaná): composición y origen. *Ciencia*, 1 (8): 41-52.
- González, E. 1989. Producción primaria del fitoplancton y caracterización físicoquímica de las aguas del cayo Dos Mosquises, Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 28 (1 y 2): 35 – 45.
- Hafner, G.; Harris, G. y Jarai, M. 1980. Physical variability and phytoplankton communities. III: vertical structure in phytoplankton populations. *Archi. fur Hydrobiol.*, 89 (3): 363-381.
- Halim, Y. 1967. Dinoflagellates of the south-east Caribbean Sea (east Venezuela). *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 52 (5): 701-755.
- Heil, A.; Bird, P. y Denninson, W. 1998. Macroalgal habitat preference of ciguatera dinoflagellates at Heron island, a coral cay in the southeaster great barrier ref., Australia. En: *Harmful Algae*. B. Reguera; J. Blanco; M. Fernández y T. Wyatt (eds.) Xunta de Galicia and International Governmental Commission of UNESCO. Galicia, Spain, 52-53.
- Hendey, J. 1964. An introduction account of smaller algae of British coastal water. Part. V. Bacillariophyceae (diatoms) *Fish. Inv. London Ser.*, 4: 1-315.
- Huovinen, P.; Brett, M. y Goldman, C. 1999. Temporal and vertical dynamics of phytoplankton net growth in Castle Lake, California. *J. Plank. Res.*, 21: 373-385.
- Hutchings, P.; Probyn, T. y Bailey, G. 1995. The chemical and biological consequences of coastal upwelling. In: Summerhayes C.P, K.C Emers, M.V Angel, RL Smith y B Zeitzchel (eds). Upwelling in the ocean modern. *Proc. Anc. Record*, 1: 65-81.
- Johnson, R. y Wichern, D. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice-Hall Int. Tercera ed. N.J., U.S.A.

- La Barbera de Oliveros, A. 1977. Contribución al conocimiento de las diatomeas del orden ACHNANTHALES de Cumaná, Edo. Sucre, Venezuela. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- La Barbera de Oliveros, A. 1984. Estudio taxonómico de los dinoflagelados del orden Peridinales de la plataforma nor-oriental de Venezuela. Trabajo de Postgrado. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Leal, S.; Delgado, G. y Nodas, F. 2001. Distribucion y abundancia del fitoplancton en un area de la zona nororiental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 23(1):45-51
- Levington, J. 2001. *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. Prentice-Hall Oxford.
- Lindorf, H.; Parisca, L. y Rodríguez, P. 1999. *Botánica*. Segunda ed. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Lloyd, M. y Ghellardi, R.J. 1964. "A table for calculating of the equitability component of species diversity". *J. Anim. Ecol.*, 33: 217-225.
- Lucas, C.; Banham, C. y Holligan, P. 2001. Benthic-pelagic exchange of microalgae at a tidal flat. 2. Taxonomic analysis. *Mar. Ecol.*, 212: 39-52.
- Malone, T. 1980. Algal size. In: I. Morris (ed), *The physiological ecology of phytoplankton*. Univ. California Press. Berkeley, U.S.A. 433-463.
- Mann, K. 1992. Physical influences on biological processes: how important are they? *South. Afr. J. Mar. Sci.*, 12: 107-121.
- Margalef, R. 1957. Fitoplancton de las costas de Puerto Rico. *Inv. Pesq.*, 6: 39-52.
- Margalef, R. 1961. Hidrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico. *Inv. Pesq.*, 18: 33-96.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton del Mar Caribe (N.E. de Venezuela). *Memor. Soc. de Cien. Nat. La Salle*, 25 (70/72): 141-205.
- Margalef, R. 1969. Diversidad de fitoplancton de red en dos áreas del Atlántico. *Inv. Pesq.*, 33 (1): 275-286.

- 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. 1980. *La biosfera. Entre la termodinámica y el juego*, 236 p. Omega, Barcelona, España.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. 8^{va} reimpresión. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Margalef, R. 1997. Turbulence and marine life. *Sci. Mar.*, 61: 109-123.
- Marshall, D. 1991. *Biología de las algas, enfoque fisiológico*. Limusa, México.
- Massutti, M. y Margalef, R. 1950. *Introducción al estudio del plancton marino*. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica. Barcelona, España.
- Miller, G. 1966. The flux of tidal energy out of the deep oceans. *J. Geophys. Res.*, 71: 2485-2489.
- Mitbarkar, S. y Anil, J. 2002. Diatoms of the microphytobenthic community: population structure in a tropical intertidal sand flat. *Mar. Biol.*, 140: 41-57.
- Moore, P. 2001. A never-ending story. *Nature*, 409: 565.
- Moore, J. y Abbott, M. 2002. Phytoplankton chlorophyll distributions and primary production in the Southern Ocean. *J. Geophys. Res.*, 12: 709-722.
- Odum, P. 1971. *Ecología*. Segunda ed. Interamericana, S. A. México.
- Okuda, T.; Benítez, J., García, A. y Fernández, E. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo, desde 1964 a 1966., *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 7 (2): 7-37.
- Okuda, T.; Benitez, J., Sellier, J., Fukuoka, J. y Gamboa, B. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el mar Caribe Suroriental, especialmente el margen continental de Venezuela, *Cuad. Azul.*, 15: 1-179.
- Ortega-Febres, G. y Herrera, L. 1975. Interpretación dinámica de algunas de las características oceanográficas de la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 14 (1): 3-29.

- Palacios, D. 2002. Factors influencing the island-mass effect of the Galápagos Archipelago. *Geophys. Res. Letters.*, 29. 49-52.
- Pérez, R.; C. Gil y Loza, S. (1990). *Variaciones estacionales del fitoplancton en las aguas oceánicas al Sur de Cuba*. Instituto de Oceanología, Informe interno, Archivo científico. La Habana, Cuba.
- Peña, V. y Pinilla, G. 2002. Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico colombiano. *Rev. Biol. Mar. y Oceanogr.*, 37 (1): 67- 81.
- Petersen, J.; Chen, C. y Kemp, W. 1997. Spatial scaling aquatic primary productivity: experiments under nutrient and light-limited conditions. *Ecologia*, 78: 2326-2338.
- Pirela-Ochoa, E.; Troccoli, L. y Hernández-Ávila, I. 2007. Hidrografía y microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela, durante abril/2003-marzo/2004. XII Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR, Florianópolis, Brasil.
- Reyes-Vásquez, G. 1971. Contribución al conocimiento de las diatomeas de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de ascenso para optar a cargo de Profesor Asistente. U.C.V. Caracas, Venezuela.
- Reynolds, C. 1990. Temporal scales of variability in pelagic environments and the response of phytoplankton. *Freshw. Biol.*, 23: 25-53.
- Rincones, K. 2008. Variabilidad diaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela durante el período lluvioso (03/08 - 10/08/2006). Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Rivas, T. 2005. Variación diaria del fitoplancton en la Playa San Luis. Cumaná, Venezuela. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- 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, Venezuela.

- Rodríguez, M.; Ramos-Díaz, J., Charzeddine-Charzeddine, L., Ruíz-Allais, J. y Subero, S. 2008. Biomasa y abundancia del fitoplancton de la Isla La Tortuga, Venezuela. III Congreso Brasileiro de Oceanografía-CBO, Fortaleza, Brasil.
- Rueda, D. 2000. Variabilidad temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la Cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998). Trabajo de Postgrado. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Sánchez-Suárez, I. 1985. Estudio Sistemático y Aspectos Ecológicos de los Cocolitofóridos (Haptophyta) de la Plataforma Nor-Oriental de Venezuela. Trabajo de Postgrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Sánchez-Suárez, I. 1990. Three new coccolithophorids (HAPTOPHYTA) from the south-eastern Caribbean Sea. *Cyclolithella ferrazal* sp. nov., *Syracosphaera florida* sp. nov. and *Syracosphaera tumularis* sp. nov. *Acta Cient. Venez.*, 41: 152-158.
- Sánchez-Suárez, I. 1992 a. Coccolithophorids (HAPTOPHYTA) from the south-eastern Caribbean Sea: I. Orden Coccolithales and Eiffelithales. *Acta Cient. Venez.*, 43: 34-44.
- Sánchez-Suárez, I. 1992 b. Coccolithophorids (HAPTOPHYTA) from the south-eastern Caribbean Sea: II. Orden Syracosphaerales. *Acta Cient. Venez.*, 43: 34-44.
- Sánchez-Suárez, I. 1993. Coccolithophorids (HAPTOPHYTA) from the south-eastern Caribbean Sea: III. Orden Zygosphaerales. *Acta Cient. Venez.*, 44: 192-197.
- 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, Venezuela.
- Savidge, G. 1981. Studies of the effects of small-scale turbulence on phytoplankton. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 61: 477-488.
- Schwoerbel, J. 1975. *Métodos de Hidrobiología*. Ediciones Hermann Blume, Madrid.

- Shannon, C. y Wiener, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press Urbana. Illinois, U.S.A.
- Simpson, E. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 16: 163-688.
- Smayda, T. 1980. Phytoplankton species succession. En: *The Physiological Ecology of Phytoplankton*. Blackwell Scientific Publishers. Oxford, U.K. 493-570.
- Sokal, R. y Rohlf, F. 1980. *Biometry*. W. H. Freeman and Company. San Francisco, U.S.A.
- Solórzano Maneiro, R. 2006. Variabilidad quincenal de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a *Thalassia testudinum* (König, 1805), en una estación costera de Boca del Río, (diciembre 2003 - mayo 2004). Trabajo de Pregrado. Departamento de Acuicultura, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela.
- Sournia, A.; Grall, J. y Jacques, G. 1979. Diatomées et dinoflagellés planctoniques d'une coupe méridienne dans le sud de l'Océan Indian (Campagne "Antiprod I" du Marion Dufresne, Mars 1977). *Bot. Mar.*, 22: 183-198.
- Strickland, J. y Parson, T. 1972. A practical handbook of Sea water 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 Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Sverdrup, H. 1953. On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. *Rapp. P.V. Reuní. CIESM. Mediterr. Monaco*, 18: 287-295
- Tait, R. 1971. *Elementos de la ecología marina*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Thomas, C. 1996. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Edición Academic Press. New York, U.S.A.
- Uribe, E. 1982. Influencia del fitoplancton y producción primaria de las aguas antárticas en relación con la distribución y comportamiento del krill. *Instituto Antártico Chileno, Ser Cient.*, 28: 163 – 180.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodig.
Mitt. Verein. Theor. Argiew. Limnol. 9: 1-38.

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, Venezuela.

Williams, W. 1980. Las maravillosas islas venezolanas. Tipografía Croma. Caracas, Venezuela.

ANEXO

Lista de especies raras (< 10%) y dinoflagelados heterótrofos identificados durante el estudio realizado en la Isla La Tortuga, Venezuela. (B, bentónicos; P, planctónicos).

Especies Raras	Origen	Los organismos que no fueron identificados hasta el nivel de género o especie no se les colocó su origen
Diatomeas		
<i>Bacteriastrum elongatum</i>	P	
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	P	
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	P	
<i>Cymatosira belgica</i>	P	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	P	
<i>Fragillariopsis</i> sp.	P	
<i>Navicula directa</i>	B	
<i>Navicula</i> sp. 3	B	
diatomea pennada grande	-	
Dinoflagelados		
<i>Ceratium trichoceros</i>	P	
<i>Dinophysis ovum</i>	P	
<i>Dinophysis acuminata</i>	P	
<i>Gymnodinium catenatum</i>	P	
<i>Podolampas</i> sp.	P	
<i>Prorocentrum mexicanum</i>	B	
Dinoflagelado desnudo 2	-	
Otros		
<i>Rhodomonas marina</i>	P	
Dinoflagelados Heterótrofos		
<i>Noctiluca scintillians</i>	P	
<i>Protoperidinium leonis</i>	P	
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	P	
<i>Protoperidinium grande</i>	P	
<i>Protoperidinium</i> sp.	P	

Hoja de Metadatos

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

Título	BIOMASA Y ABUNDANCIA FITOPLANCTONICA EN LA ISLA LA TORTUGA (DEPENDENCIA FEDERAL) (Modalidad: Investigación)
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Rodríguez C., Michael E.	CVLAC	16.486.531
	e-mail	michrod16@yahoo.es
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

fitoplancton tropical, Mar Caribe, Isla la Tortuga, Venezuela

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias Básicas	Biología

Resumen (abstract):

Se evaluó la variación temporal y espacial de la biomasa y abundancia del fitoplancton en la Isla La Tortuga. Las muestras superficiales fueron recolectadas en los periodos 7 - 10/10 y 10 - 12/12/2006; 25 - 27/05, 18 - 19/07 y 20 - 23/10/2007 en doce estaciones alrededor de la isla. Se midió: velocidad del viento, salinidad y temperatura del agua. Las muestras de agua fueron extraídas con mangueras conectadas a una bomba de diafragma y almacenadas en botellas plásticas de 3 l para el análisis de biomasa y 250 ml para la abundancia y composición fitoplanctónica. Las muestras de biomasa fueron filtradas y refrigeradas y las de abundancia se fijaron con formol neutro. Para determinar las diferencias temporales y espaciales de las variables estudiadas se efectuó un análisis de variancia no paramétrico y para establecer las posibles relaciones entre éstas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). La velocidad del viento alcanzó sus máximos valores en octubre y diciembre de 2006 (18,70 y 15,00 m/s respectivamente). La salinidad no varió de manera significativa durante los muestreos y las estaciones. Sin embargo, el valor más alto (>39) se detectó en una estación poco profunda. En cuanto a la temperatura del agua se detectaron diferencias altamente significativas con respecto a los muestreos (KW=0,00; p<0,001). El máximo valor (>32°C) coincidió con la estación donde se midió el valor más alto de salinidad. La biomasa fitoplanctónica varió de manera significativa (KW= 0,026; p<0,05). El valor más alto (2,99 mg chl *a* m⁻³) se midió en una estación ubicada en el norte de la isla. La abundancia fitoplanctónica varió entre (2 y 46 x 10³ céls l⁻¹). En octubre de 2006, se midió el valor más alto (Laguna de Carenero) debido a un florecimiento del dinoflagelado *Pyrodinium bahamense*. Diferencias muy significativas fueron detectadas en la abundancia con respecto a los muestreos (KW= 0,004; p<0,01). De las 54 especies fitoplanctónicas identificadas 37 eran residentes, de las cuales las más comunes y abundantes fueron: *Navicula* sp.1, *Nitzschia* sp., *Hemiaulus sinensis*, *Mesoporos perforatus* y *Prorocentrum lima*; algunas de éstas de origen bentónico. La diversidad de Shannon-Wiener (H') estuvo entre 1,4 y 4 bits ind⁻¹ variando de manera significativa con respecto a los muestreos (KW= 0,03; p<0,05). La equitabilidad, mostró valores entre 0,48 y 0,95, con una variación significativa con respecto a los muestreos (KW=0,015; p<0,05). El ACP de las variables estudiadas mostró una correlación positiva entre la velocidad del viento, temperatura, abundancia fitoplanctónica, clorofila y diversidad de Shannon-Wiener con el componente 1 y entre ellas. Mientras que la salinidad se correlacionó positivamente con el componente 2 y negativamente con las variables antes mencionadas. En el estudio se observó que la comunidad fitoplanctónica fue muy variable tanto temporal como estacionalmente. Se cree que la turbulencia jugó un papel muy importante en la determinación de su estructura.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Díaz R., José R.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.039.123
	e-mail	jrdiazramos@yahoo.com
	e-mail	
Troccoli G., Luis E.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5.011.895
	e-mail	
	e-mail	
Estrella L., Gisela J.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	6.547.381
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2009	01	08

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis. MICHAEL RODRIGUEZ	Aplicación/Word

Alcance:

Espacial : _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciado en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciatura

Área de Estudio:

Biología

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

Universidad De Oriente

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

Derechos:

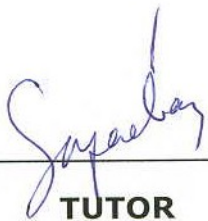
Los autores garantizamos en forma permanente a la Universidad De Oriente el derecho de archivar y difundir, por cualquier medio, el contenido de esta tesis. Esta difusión será con fines estrictamente científicos y educativos, pudiendo cobrar la Universidad De Oriente una suma destinada a recuperar parcialmente los costos involucrados. Los autores nos reservamos los derechos de propiedad intelectual así como todos los derechos que pudieran derivarse de patentes industriales y comerciales



AUTOR 1

AUTOR 2

AUTOR 3



TUTOR



JURADO 1

AUTOR 4



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

61



