

2
2ej-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**“Distribución superficial del fitoplancton en el Golfo de México
y su relación con algunos parámetros físico-químicos
durante el otoño de 1990”**

T E S I S

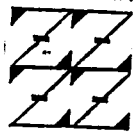
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A :

BONIFACIO MELESIO BALDERAS PALACIOS

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO NUMERO
DE NUESTRA REFLEXION

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

JULIO 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

"Distribución superficial del fitoplancton en el Golfo de México y su relación con algunos parámetros físico-químicos durante el otoño de 1990".

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
BONIFACIO MELESIO BALDERAS PALACIOS

Director: Biól.Sergio F. Méndez Velarde
Asesor Interno: Biól. J. Salvador Hernández Avilés

México, D. F.

Julio 1994

Los ideales que han iluminado mi camino y que una y otra vez me han infundido valor para enfrentarme a la Vida con buen ánimo, han sido la bondad, la belleza y la verdad.

En todo hombre existe una zona de soledad que ninguna intimidad humana puede calmar, es ahí donde Dios nos encuentra.

Saúl Pulmaro Calderas Palacios

DEDICATORIAS

Con todo mi amor a mis padres **Teresa Palacios López y Raúl Balderas Méndez**, de quienes me siento muy orgulloso y admiro por lograr formar una familia como la nuestra, que a cada instante, aún en los momentos más difíciles, no se ha dejado vencer por las adversidades, por lo que gracias a su tenacidad y esfuerzo conjunto ha logrado que todos salgamos adelante, con el deseo más ferviente que logremos nuestros triunfos más anhelados y podamos realizarnos en la vida a plenitud. Por todo esto y más, lo que siento y tengo que decirles, lo tengo en mi corazón y en mi alma, lo cual, me es muy difícil expresar con palabras. Gracias a **Dios** por permitirme tenerlos conmigo.

A la memoria de mi hermano **Saúl Bulmaro**, quien cerró su paréntesis de la vida, para pasar momentáneamente a la eternidad con Dios en la etapa más hermosa de la juventud llena de ilusiones y esperanzas; quiero decirle en donde quiera que se encuentre, que lo admiro por su manera de enfrentarse a la vida, lo extraño y quiero mucho y que lo llevo siempre en lo más profundo de mi ser.

A mis hermanos: **Minerva, Enriqueta, Martín, Raúl, Mauricio Pío y Araceli**; con todo mi amor y respeto, gracias por brindarme a cada instante su comprensión y apoyo incalculable. Gracias Dios por darme una familia tan maravillosa.

A mi cuñado **Dr. Antonio González Suárez** le agradezco infinitamente su apoyo incondicional a cada instante, Mil Gracias.

Con mucho cariño a mis sobrinos: **Tania, Jazmín, Martín, Alex, Saúl...**

A **Sandy San** por compartir todos estos momentos difíciles y agradables a los que nos enfrentamos juntos; nuestros sueños, ilusiones y esperanzas. Y sé que lo vamos a lograr, para lo cual, todo lo que tenemos que hacer es soñar y vivir a cada instante, cada minuto, el camino de la vida, dejar que vuele nuestra imaginación para lograr la armonía espiritual y triunfar en todos los aspectos. ¡Vivamos, Niña Tiny!

Con todo el respeto que me merecen **Don Raúl Jaime** y esposa **Doña Eva Sánchez y familia**, les agradezco de todo corazón e infinitamente su apoyo y ayuda que me han brindado, esto no se los podría pagar con nada en el mundo. Gracias Dios por concederme su confianza y amistad y que los conserve por SIEMPRE!

Un compañero verdadero ama en todo tiempo y es un hermano nacido para cuando hay angustia.
Saúl Balderas.

A mi amiga **Laura Jaime** a quien estimo mucho, le reitero que siempre tiene y tendrá alguien con quien contar y le agradezco de todo corazón saber que tengo realmente alguien en quien apoyarme.

A mi amigo de toda la vida **José Cosme Aguilar** (Edel) y **Familia** con todo respeto; eternamente gracias por permitirme compartir muchos momentos agradables y hacerme sentir en casa.

A **José García Yee** y **Familia** les agradezco sinceramente el haberme brindado su amistad.

Al Señor **Alberto Jaime** le ofrezco mi gratitud por sus atenciones.

Al M. en C: **Margarito Tapia García** y a mis amigas (**Gaby Glez., Gaby Ayala, Su, Came, Geno...**) del gran equipo del Laboratorio de Ecología Costera de la U.A.M.-I, por su apoyo y ser parte de mi formación profesional.

A la Bióloga **Maricela Arteaga Mejía** por saber ser profesor y amigo a la vez.

A mis amigos **María, Mónica Márquez, José Luis López, Raúl Hernández** y **Miguel Martínez**. Gracias por su inigualable amistad.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por ser el centro y eje de mi desarrollo profesional.

Gracias al **Instituto Mexicano del Petróleo** por permitirme llevar a cabo el presente trabajo dentro de sus instalaciones, y en especial al **Departamento de Estudios Ecológicos**; al **Biól. Jesús Ochoa Valdés** y a toda la gente que labora en él.

A **PEMEX** por la facilidades otorgadas para llevar acabo los cruceros oceanográficos .

INDICE

▣ Resumen.....	1
▣ Introducción.....	2
▣ Justificación.....	4
▣ Area de estudio.....	6
→Hidrografia.....	8
→Aspectos metereológicos.....	10
▣ Antecedentes.....	11
▣ Objetivos.....	15
▣ Método.....	16
→Actividades de campo.....	16
→Actividades de laboratorio.....	17
▣ Análisis de resultados.....	19
▣ Biológicos.....	19
→Densidad de diatomeas.....	19
→Densidad de dinoflagelados.....	22
→Riqueza de diatomeas.....	24
→Riqueza de dinoflagelados.....	25
→Distribución de la Diversidad	
→de acuerdo a los gráficos de Caja múltiple.....	27

→Índice de Diversidad	
→de acuerdo a Shannon-Wiener.....	39
→Densidad relativa	
→de diatomeas y dinoflagelados.....	49
→Densidad relativa total	
→de diatomeas y dinoflagelados.....	53
▣ Físico-químicos.....	54
→Temperatura.....	54 y 60
→Salinidad.....	54 y 61
→Oxígeno disuelto.....	55 y 62
→pH.....	56 y 63
→Fosfatos.....	56 y 63
→Nitratos.....	57 y 64
→Clorofila "a".....	58 y 65
▣ Análisis estadístico multivariado.....	66
▣ Análisis de Factor.....	67
▣ Conclusiones.....	73
▣ Literatura citada.....	77
▣ Anexo A.....	88
▣ Anexo B.....	89

RESUMEN

En el presente estudio se realizó el análisis de la comunidad fitoplanctónica a nivel superficial de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana y Banco de Campeche durante el periodo otoñal de 1990.

Se determinó la distribución espacial de los parámetros poblacionales: densidad, riqueza y diversidad, así como la relación de la clorofila "a" con los parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos).

Los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de la densidad absoluta, riqueza y del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, indicaron que las comunidades se caracterizaron por un predominio de diatomeas sobre los dinoflagelados. Se localizaron las regiones más productivas al norte de Veracruz (Laguna de Tamiahua), y principalmente en el Banco de Campeche (Sonda de Campeche), donde estuvieron asociadas a surgencias y aportes continentales.

Los valores del Índice de Diversidad de la comunidad de acuerdo a Shannon-Wiener tuvieron un intervalo de 1.0-2.0 bits/individuo; prácticamente para toda el área de estudio. Dicho análisis se apoyó con la técnica de análisis exploratorio de datos (gráficos de caja con muesca), con la que se pudo analizar la equitatividad, la cual era mayor para cajas con tendencia a la simetría, compactas y sin la presencia de casos extraordinarios, que implicaba a las especies dominantes.

Los géneros dominantes de diatomeas y dinoflagelados fueron *Chaetoceros* sp. y *Ceratium* sp., respectivamente para la región Centro/Norte mientras que para el Banco de Campeche dominaron las diatomeas del género *Nitzschia* sp. y los dinoflagelados del género *Ceratium* sp.

Los parámetros físico-químicos no tuvieron una variación significativa a nivel superficial, pero de acuerdo al análisis de factor, fueron determinantes en el desarrollo del fitoplancton; aunque no mostraron una relación clara con las concentraciones de clorofila "a". Sin embargo, se notó cierta tendencia de variación inversa con el pH. Las concentraciones de nitratos fueron mayores a la de los fosfatos, pero se infiere que son igualmente importantes para el florecimiento del fitoplancton en la época de estudio.

INTRODUCCION

El ambiente costero del Golfo de México así como las demás regiones litorales del país, han sido afectadas por las diversas actividades humanas; las que provocan las alteraciones más grandes son: cambios demográficos, desarrollo industrial (petróleo, transportación flotante, basurero oceánico) y pesquería comercial no controlada. Las vías por medio de las cuales los sectores económicos interactúan con procesos costeros son las descargas dentro del ambiente marino, modificación del hábitat y explotación de recursos naturales, incluyendo el uso del agua (French, 1980).

De igual manera las descargas urbanas e industriales que se encuentran en las riberas, llegan a tener un efecto significativo en los ecosistemas marinos, al ser los receptores finales de los efluentes. Todas estas actividades repercuten en los procesos biológicos, tal es el caso de las áreas industriales ubicadas en los litorales del sur del Golfo, cuyas repercusiones ecológicas requieren de una evaluación en la que se incluyan estudios de monitoreo ambiental sobre la ecología de sistemas y evaluación de sus recursos, lo cual define a la región como prioritaria en investigaciones ecológicas (Yáñez-Arancibia, 1986).

El estudio ecológico del fitoplancton en el Golfo de México es de vital importancia para entender la estructura y funcionamiento de la gran variedad de microambientes, por lo que resulta esencial el conocimiento de los diferentes elementos de los cuales está compuesto; así como la distribución de los organismos en el espacio y tiempo. El fitoplancton consiste de un grupo heterogéneo de algas, por lo que los cambios en la distribución y sucesión estacional de las especies presentes no son un suceso aislado, sino que forman parte del ecosistema marino, y como tal, cualquier cambio o diferencia cualitativa en la estructura de su población, pueden tener efectos en los componentes más altos de la cadena trófica, y éstos también pueden ser de importancia económica (Sournia, 1978).

El plancton se identifica como vegetal (fitoplancton) o como animal (zooplancton); aun cuando algunos planctones tienen características de ambos reinos, la diferencia vital es la presencia de pigmentos fotosintéticos de clorofila en el fitoplancton (Thurman, 1991), en tanto que el zooplancton es el que pastorea y se nutre del fitoplancton y está representado por numerosos protistas (foraminíferos, radiolarios y tintínidos), crustáceos como los abundantes copépodos y eufaúsidos; larvas de celenterados, ctenóforos, anélidos y nemertinos (helmintos) y algunos moluscos como los quetognatos y larvas de almejas, ostiones y pulpos.

El fitoplancton incluye algas autótrofas fotosintéticas. Son principalmente formas unicelulares, aunque algunas de ellas forman cadenas (algas verde-azules filamentosas y diatomeas coloniales) o bien son plantas multicelulares macroscópicas (2 especies de *Sargassum*). Por lo tanto el grupo es heterógeno y comprende miembros de las crísofitas (silicoflagelados, cocolitofóridos y diatomeas), pirrofitas (dinoflagelados), cianofitas (algas verde-azules); miembros de las clorofitas (algas verdes) y euglenofitas.

El fitoplancton marino está compuesto principalmente por diatomeas y dinoflagelados, en su mayor parte son holoplanctónicos, y más de la mitad de éste es nannoplanctónico. El nannofitoplancton tiene tasas de reproducción de dos a tres veces mayores que el fitoplancton de mayor tamaño. En el mar, los números reales por muestra pueden ser bastante altos. En ocasiones su biomasa puede exceder la masa del micro y macroplancton más obvios. Las algas nannoplanctónicas abundan en las aguas someras de la costa (20-80 m.), y en las aguas cálidas como las de los trópicos. Su biomasa excede a la de las diatomeas de latitudes templadas y superiores. El fitoplancton de menor tamaño es de gran importancia como productor primario, especialmente en los trópicos (Sournia, 1974).

Muchas de las especies de fitoplancton pueden pasar parte de su ciclo de vida en aguas profundas o sobre el piso marino como células en reposo. El plancton puede ser flagelado y tener cierta locomoción independiente que favorece la migración vertical (Staker y Bruno, 1980). Sin embargo, los movimientos horizontales dependen del flujo y variación en las grandes masas de agua, desplazándose con ella en función de los vientos, las corrientes horizontales y verticales, las turbulencias y los remolinos.

JUSTIFICACION

El Golfo de México representa alrededor de un tercio del mar jurisdiccional mexicano y el empleo racional de sus recursos en la Zona Económica Exclusiva constituye una de las tareas nacionales prioritarias. Este manejo requiere así de esfuerzos conjuntos con la participación de diversos especialistas. Sin embargo, en esta localidad, los estudios desde un punto de vista biológico y químico son escasos (la mayoría de los estudios oceanográficos y biológicos en el Golfo de México han sido restringidos geográficamente), lo que indica la importancia de desarrollar la investigación en esta área, la cual, permitirá entender mejor los procesos biológicos y químicos que suceden en el Golfo de México; acción que ayudará a obtener un mejor conocimiento que fundamente el aprovechamiento de nuestro mar patrimonial. En atención a lo anterior, se llevó a cabo este trabajo con la intención de contribuir de alguna manera al conocimiento de estos recursos.

Las investigaciones orientadas hacia el conocimiento de la ecología de la zona costera en los litorales de México, han alcanzado actualmente un nivel de prioridad debido a que constituyen una importante área de producción de energía, alimentos y recursos no renovables. Es por ello que resulta de vital importancia el conocimiento integral de estos mares.

El fitoplancton es muy importante en las cadenas tróficas ya que forman las "praderas" de los océanos. Dado que el 72% de la Tierra está cubierto por el océano, las algas fitoplanctónicas son el grupo más importante de productores primarios sobre el planeta (Thurman, *op. cit.*).

La producción primaria neta total en la Tierra es estimada en el orden de 1.4×10^{14} kg de peso seco por año, del cual por lo menos el 40% es producido por las especies de fitoplancton marino (Golley, 1972). El 2×10^{13} kg de carbono es fijado en forma orgánica al año por varios grupos de especies de fitoplancton marino (Strickland y Parsons, 1972). Debido a su papel dominante en las áreas más productivas de los océanos tal como en las zonas someras y en las costas continentales, se puede afirmar que las bacillariofitáceas contribuyen con cerca del 20 al 30% de la producción primaria mundial.

Dada su importancia ecológica, las diatomeas fueron incluidas en los primeros sistemas biológicos para la evaluación de la calidad y contaminación de las aguas. Hoy, el número de zonas usadas para clasificar los niveles de saptobiedad varía considerablemente. El

alcance de las comunidades, típicas por las zonas y la importancia de las especies de diatomeas como indicadoras en estas comunidades, es todavía bastante controversial. El número de contaminantes identificados y acumulados en aguas dulces y marinas (costeras), está incrementándose mucho más rápido que nuestro conocimiento de la influencia de las sustancias en el desarrollo y reproducción de los organismos indicadores y es estimada en una cantidad superior a las 100,000 (Werner, 1987).

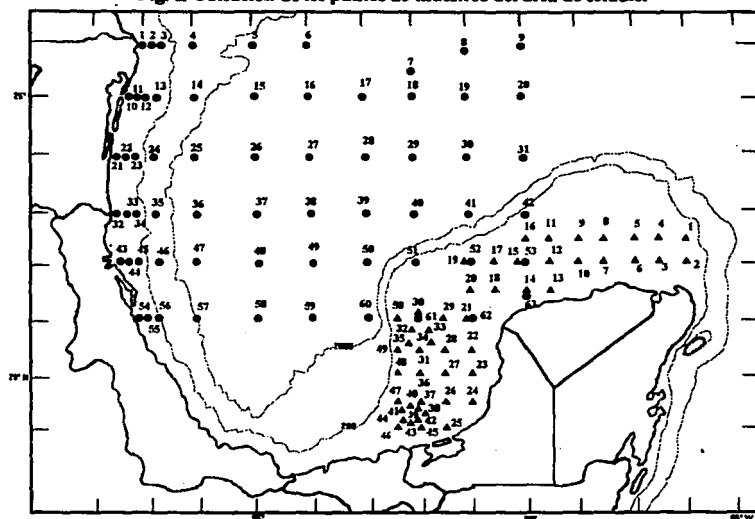
Los organismos fitoplanctónicos se utilizan para identificar "regiones naturales" del océano. Estas regiones pueden ser caracterizadas por especies típicas o grupos de especies cuya distribución horizontal de estos organismos marinos da origen a las zonas biogeográficas. Estas zonas son paralelas con los grados de latitud y están basados en la temperatura del agua. De las altas a las bajas latitudes, las zonas biogeográficas son: la polar, subpolar, templada, subtropical y la tropical (Weinhaupt, 1984).

El estudio del fitoplancton en la investigación se ha llevado a cabo con fines más prácticos, realizándose experimentos diversos como conocer las condiciones de desarrollo óptimo (Ryther *et. al.*, 1972; Goldman *et. al.*, 1975). Como resultado de esto ha sido posible emplear al fitoplancton en investigaciones aplicadas a la acuicultura. Otro tipo de experimentos con niveles bajos de perturbaciones son realizados en el laboratorio o *in situ* para obtener datos de efectos de contaminantes en el mar (Parsons, 1975). El estrés causado al fitoplancton por la contaminación, es un indicador de la estructura de la población y de la sucesión de especies. Por lo que se contempla a fitoplancton específico como testigo para determinar el grado de contaminación por sustancias tóxicas (Menzel, 1977).

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está comprendida dentro de la cuenca del Golfo de México y abarca dos regiones: la porción Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana y el Banco de Campeche. La primera se encuentra delimitada por los 25° 56' de latitud norte y los 97° 06' de longitud oeste en el extremo norte y los 21° de latitud norte, 90° de longitud oeste en su parte sur. La segunda quedó delimitada por el área marina comprendida entre los 19° y 22° de latitud norte y los 92° 32' y 87° de longitud oeste (Figura 1), la posición geográfica de los puntos de monitoreo se presentan en los Cuadros 1 y 2 (Anexo A).

Fig. 1. Ubicación de los puntos de muestreo del área de estudio.



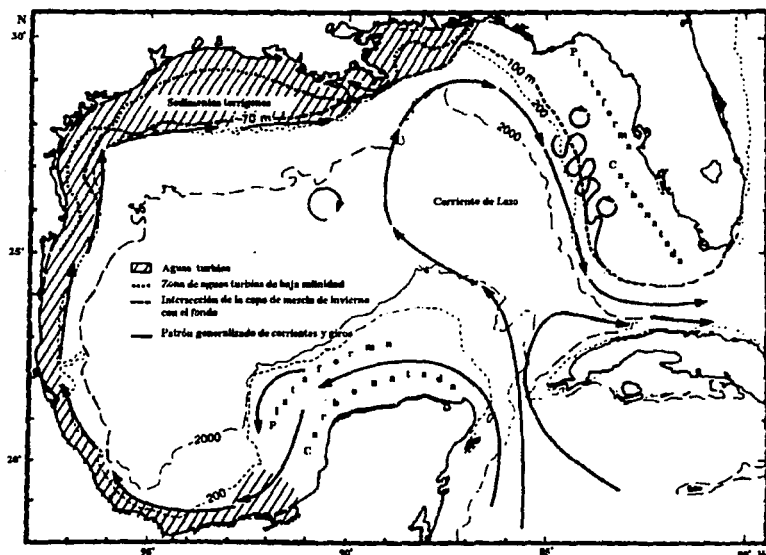
El Golfo de México es una cuenca aislada del Mar Caribe por un umbral con profundidad aproximada de 2,500 m. Se extiende en un área total de 1,768,000 Km., con regiones muy profundas mayores a 3,400 m.

En su porción norte, el Golfo de México pertenece a la Zona Económica de Estados Unidos de América, donde la plataforma continental está ampliamente desarrollada, sobre todo en la Península de Florida. Sin embargo, dentro del territorio mexicano es muy estrecha, con la notable excepción de la Península de Yucatán.

La descripción de los rasgos geomorfológicos del Golfo, se explica a partir de 7 provincias establecidas por Antoine (1972), con base en los cambios de dirección de la plataforma continental en seis de ellas, y en la séptima que caracteriza la porción central de la cuenca del Golfo.

El Golfo de México es un sistema semicerrado con corrientes oceánicas que entran a través del Canal de Yucatán y salen por el Estrecho de Florida (Fig. 1.1). Aproximadamente dos tercios del área de los Estados Unidos de Norteamérica y más de la mitad del área de México se encuentran bañadas por ríos que llegan al Golfo de México. La gran cantidad de aportes continentales con su composición no oceánica es mezclada con el agua del oeste del Golfo y hace que la química de partes de este sistema sea diferente a la del océano abierto (Cooper *et. al.*, 1990), como se muestra en la Figura 1.2.

Fig. 1.1. Mapa del Golfo de México que resume los patrones de circulación, tipo de fondo de la plataforma continental y regiones de agua turbia (Rezak, 1993).



Hidrografía

Las características de las masas de agua del Golfo fueron analizadas por Nowlin (1972), quien estableció la existencia de varias capas o masas de agua. La capa superficial es conocida como capa de mezcla. Normalmente ocupa los primeros 100 ó 150 metros; por lo que es muy afectada en sus características físicas y circulación por fenómenos climáticos atmosféricos (principalmente vientos), y por el flujo de aguas cálidas y salinas que constituyen a la Corriente de Lazo, la cual penetra al Golfo de México por el Canal de Yucatán. En esta capa, desde el punto de vista biológico, tienen lugar los procesos productivos relacionados con la zona fótica, a la cual se relaciona la dinámica del fitoplancton.

Los meses de invierno y verano son los más extremos en el patrón de circulación superficial. Durante el invierno se presentan las temperaturas más bajas del ciclo anual, en promedio 24°C (Leipper, 1959), resultado de los frentes polares y vientos fríos del norte. La temperatura decrece paulatinamente con la mayor latitud de manera semejante a la salinidad, por lo cual la influencia cálida de la Corriente de Lazo puede ser observada fácilmente mediante las isotermas superficiales.

En el norte del Golfo, sobre la plataforma continental de los Estados Unidos, las temperaturas descienden hasta los 19°C, representando un verdadero contraste con los 26°C de las aguas caribeñas.

Durante el verano, los índices de insolación y calentamiento de las aguas del Golfo de México alcanzan su máximo, por lo que la temperatura y salinidad de toda la cuenca se ven afectadas, sobre todo en las partes someras. Al final de esta época, la Corriente de Lazo presenta una amplia intromisión (Leipper, 1970; Elliot, 1982). Además existe una uniformidad en el patrón de temperaturas y de salinidad.

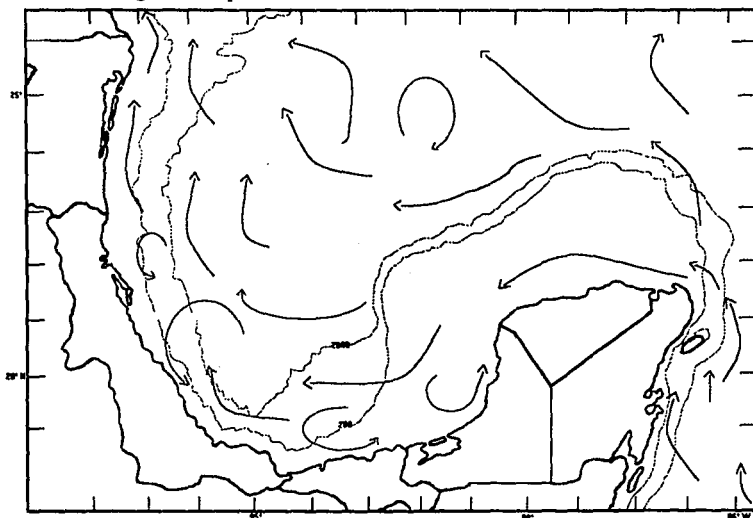
Aspectos meteorológicos

El patrón se establece con vientos dominantes del este durante los meses de febrero a septiembre; el resto del año, los vientos provienen del noreste. Los vientos se califican como veloces ráfagas durante el período de octubre a abril, principalmente en noviembre-diciembre cuando alcanzan hasta 12 nudos. Esta temporada se considera como de "nortes" en la cual los vientos alisios son frecuentemente interrumpidos por los provenientes del primer cuadrante.

La niebla es poco frecuente, afecta durante marzo. La precipitación es máxima durante el mes de septiembre. En general, el clima es caluroso y húmedo a excepción de la temporada de nortes, en la cual los vientos reducen la temperatura (Secretaría de Marina, 1974).

El ciclo anual de descargas de los ríos al Golfo de México se puede describir de la siguiente manera: la primera etapa se da de febrero a marzo, que es época de vientos fuertes (nortes), y escasa descarga de los ríos; la segunda, entre julio y agosto, en que se presentan vientos débiles, estratificación de masas de agua y mayor descarga de ríos; y la

Fig. 1.3. Comportamiento de la Corriente de Lazo durante el otoño.



tercera, en noviembre y diciembre, en que se rompe dicha estratificación, los vientos son fuertes y mediana descarga de ríos (Ints. Ciens. Mar. y Limnol., 1988).

ANTECEDENTES.

Los estudios del fitoplancton en el Golfo de México fueron limitados hasta el año de 1953. Davis (1954), revisó muchos de estos trabajos. La ocurrencia de "mareas rojas" estimularon investigaciones especializadas (Lasker y Smith, 1954; Gunter *et. al.*, 1948).

Davis (1950), publicó un resumen de sus investigaciones, las cuales estuvieron basadas principalmente en muestras de diversas localidades a lo largo de la costa de Florida. King (1950), hizo colecciones en la misma área pero sus datos fueron cualitativos y las identificaciones fueron hechas solamente hasta género. Freese (1952), (citado por El-Sayed, S. Z. *et. al.* 1972. Serial Atlas of the Marine Environmental. Folio 22. Chemistry, Primary Productivity, and Benthic Algae of the Gulf of Mexico. American Geophysical Society. 29 pp.), formó extensivas colecciones de diatomeas de Rockport, Texas. Conger (1954), (citado por El-Sayed *et. al.*, *op. cit.*), realizó estudios y colecciones de diatomeas de la Costa Oeste de Florida. Herbert (1955), hizo colecciones de fitoplancton durante los años de 1953 a 1955 en la Bahía Apalachee, en el noreste del Golfo de México y a lo largo de la Costa Oeste de Florida. Fueron identificados un total de 116 especies de diatomeas, 17 especies de dinoflagelados, un coccolitofórido, 2 silicoflagelados y una especie de alga verde-azul. Las diatomeas fueron las más numerosas en individuos y especies. *Rhizosolenia alata* fue la más abundante de las especies en el verano y *Chaetoceros decipiens* en el invierno. *Ceratium furca* fue el más común y abundante de los dinoflagelados; *Podolampas elegans* fue sorpresivamente abundante.

La era de un estudio continuo y sistemático en todas las ramas de la oceanografía del Golfo de México se inició con el Departamento de Oceanografía de Texas A&M University, establecido en 1949. Durante los siguientes 20 años el Departamento tuvo un desarrollo significativo (Capurro y Reid, 1972).

Desde la publicación del artículo de Steeman-Nielsen (1959), en la producción primaria orgánica usando trazas radioactivas de C¹⁴, se han realizado estudios a través de los océanos del mundo para análisis de la productividad biológica de sus diferentes mares. La atención ha sido dirigida hacia el análisis de la productividad primaria y biomasa en el Golfo de México. El trabajo de Riley (1937), en la parte norte del Golfo; Marshall (1956), en

Alligator Harbor y Tampa Bay Florida; Odum y Hoskin (1958), de la costa de Texas; y Thomas y Simmons (1960), del Delta del Mississippi produjo información valiosa de la biomasa del plancton y la productividad primaria del Golfo de México.

Investigaciones de científicos rusos en la parte sur del Golfo y a lo largo de la costa norte de Cuba, como los realizados por Kabanova (1966); Kondrat'yeva y Sosa (1966); Kromov (1967); Bogdanov *et. al.* (1968), contribuyeron al conocimiento de la productividad primaria, biomasa y composición de especies del fitoplancton de esas regiones. Steele (1964), presentó un tratamiento teórico de la productividad primaria en el Golfo de México en 1964. Hobson y Lorenzen (1972), estudiaron la presencia de clorofila máxima en asociación con piconclinas en el Golfo (Bogdanov *et. al.* 1968).

En mayo de 1964, el Departamento de Oceanografía, Texas A&M University, a través del Instituto Nacional de Salud, llevó a cabo un programa de dos años para estudiar la productividad primaria al noreste del Golfo de México (El-Sayed, 1967). Fue dada especial atención a las variaciones mensuales y estacionales de la biomasa del fitoplancton, productividad primaria, nutrimentos, sales, composición de especies y abundancia relativa del fitoplancton colectado en la parte noreste del Golfo. Estos estudios se expandieron, incluyendo todo el Golfo de México (El-Sayed *et. al.*, 1972).

Iverson y Hopkins (1979), resumieron los principales trabajos hechos en la costa, plataforma, y regiones del Golfo abierto subsecuentes a las investigaciones de Bjornberg (1971), sobre zooplancton en aguas del Golfo de México en los cuales se presentó información de la productividad y biomasa del fitoplancton que ha sido obtenida en diversas áreas costeras desde 1973.

Obregón (1980), realizó estudios del plancton y bentos en el Banco de Campeche; encontró dos biocenosis planctónicas primarias (oceánica y nerítica), y una biocenosis secundaria (transitoria); el biotipo de la biocenosis oceánica tiene pequeñas cantidades de plancton y una diversidad de especies más grande. En la biocenosis nerítica, el número de especies es regular y la abundancia de plancton es más alta que en la biocenosis oceánica; en la biocenosis transitoria se encuentran especies de aguas neríticas y oceánicas. El número de especies es alto. Hay una abundancia más grande de fitoplancton donde las aguas neríticas predominan. Encontró 13 especies de zooplancton, y que esta área es más productiva entre los 0-50 m. de profundidad.

Hopkins *et. al.* (1981), reportaron la distribución de 69 especies de plancton y 92 de micronecton sobre la plataforma continental del este de Florida, examinándola en relación a su distribución vertical en el este del Golfo de México. Encontraron que los organismos se agrupan en "distritos", con una correlación significativa con la topografía del fondo en términos de profundidad y distancia a la costa; siendo los posibles factores que afectan la distribución en distritos de los organismos, las corrientes, patrones de migración vertical y la depredación. Myers e Iverson (1981), llevaron a cabo experimentos mensuales durante los veranos de 1975 y 1976 en diversas áreas costeras y sistemas estuarinos del norte de Florida, por medio de bioensayos con C^{14} inorgánico y fósforo-32 para determinar los factores limitantes en la productividad del Fitoplancton. Los resultados de estos experimentos de enriquecimiento de nutrimentos, sugieren que el fósforo es frecuentemente más importante que el nitrógeno como limitante en la productividad del fitoplancton en aguas costeras del noreste del Golfo de México. Sin embargo, el nitrógeno se identificó como el nutrimento limitante primario para el fitoplancton en algunas aguas costeras.

Zernova (1982), estudió la distribución cuantitativa del fitoplancton en el Golfo de México relacionándola con algunos factores abióticos. Encontró diferencias entre las características cuantitativas del fitoplancton de aguas oligotróficas del mar abierto y aguas eutróficas costeras del sur del Golfo. Las relaciones entre la biomasa de fitoplancton y los factores abióticos tales como la concentración de fosfatos, temperatura del agua a cien metros (o cerca del fondo en áreas someras), y el gradiente máximo en la capa comprendida entre los 0-100 metros fueron también diferentes en diversas regiones del Golfo.

Yentsch (1982), realizó estudios de la distribución del fitoplancton asociado con la circulación oceánica a gran escala mediante la observación por satélite. Las imágenes de satélite del oeste del Golfo de México y la costa de Florida confirman que las principales características de la distribución de clorofila de fitoplancton están asociados con los límites regionales de las principales corrientes oceánicas tales como la Corriente de Lazo y la Corriente de Florida. Las variaciones en la distribución superficial de clorofila pueden estar relacionadas a la baroclinicidad de la densidad de campo, asociada a su vez con el movimiento de las masas de agua. El mecanismo para argumentar el desarrollo del fitoplancton en estos sistemas es debido al flujo vertical de nutrimentos. La principal fuente de energía para la mezcla vertical es aportada por la fricción del fondo. Las observaciones de satélite confirman que los patrones de la distribución del fitoplancton obtenidas de

observaciones convencionales en cruceros oceanográficos han dado una representación precisa de los patrones globales de la producción primaria.

Day *et al.* (1982), determinaron la producción primaria del fitoplancton en la Laguna de Términos, un estuario tropical en el sur del Golfo de México, durante los años de 1978 a 1981.

Bird (1983), estudió las relaciones entre el pastoreo del zooplancton y las distribuciones verticales del fitoplancton en la plataforma continental de Texas. En este estudio se comparó la distribución vertical de *Penilia avirostris* y *Temora turbinata* con las distribuciones verticales de clorofila "a" en períodos cortos de tiempo en una estación en el noroeste del Golfo de México durante el verano e inicios del otoño de 1978.

Maples *et al.* (1983), realizó un estudio sobre la productividad del área costera del suroeste de Louisiana, donde actualmente se establecen importantes pesquerías demersales, analizando la variación estacional de clorofila "a", y mostró que esta área se encuentra entre las más productivas del Golfo de México, sin embargo, aún se desconocen los procesos o mecanismos físicos y biológicos que favorecen esta condición.

Zernova y Zhitina (1985), presentaron datos de la distribución del fitoplancton en la parte sur del Golfo de México, estrecho de Florida, Yucatán y localidades del Mar Caribe. Se reportó la distribución cuantitativa de especies típicas y su asociación con aguas costeras y oceánicas. Se intentó examinar la flora de algunas especies basándose en una correlación de pares individuales de especies, la flora del área fue clasificada como una simple mezcla de la comunidad de fitoplancton.

Mueller-Karger *et al.* (1991), estudiaron la concentración de fitoplancton estacional y los ciclos de temperatura superficial del Golfo de México por medio de satélites. Las series múltiples de imágenes a color de la zona costera (CZCS, por sus siglas en inglés), han proporcionado las primeras series de tiempo climatológico de la concentración de fitoplancton para la región. Las CZCS mostraron imágenes de la concentración de los pigmentos, observándose que la variación estacional de la plataforma marina es sincrónica en todas las partes del Golfo, con valores altos ($> 0.18 \text{ mg/m}^3$), de diciembre a febrero y valores bajos (similares a 0.06 mg/m^3) de mayo a julio. La variación en la temperatura superficial marina (SST, por sus siglas en inglés), es también sincrónica en todo el Golfo, con máximas de julio a septiembre y mínimas de febrero a marzo.

OBJETIVOS

a). Determinar la composición taxonómica (en el nivel genérico), densidad, riqueza, diversidad y distribución espacial del fitoplancton superficial del Golfo de México (región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México y Banco de Campeche), durante la época de otoño de 1990.

b). Establecer la relación existente entre la distribución y abundancia del fitoplancton superficial con los parámetros físico-químicos (temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y los nutrimentos: nitratos y fosfatos).

METODO

Actividades de Campo

Se llevaron a cabo dos cruceros oceanográficos a bordo del Buque Oceanográfico "Justo Sierra"; por parte del Instituto Mexicano del Petróleo (I.M.P.), en coordinación con Petróleos Mexicanos (PEMEX), durante el período estacional de otoño de 1990. El primero correspondió al proyecto: Evaluación del Impacto del Petróleo derramado en aguas Estadounidenses por el Buque Tanque "Mega Borg" y su efecto en la porción Centro/Norte Mexicana del Golfo de México 90/1; durante el período comprendido del 2 al 22 de octubre de 1990, monitoreándose 63 estaciones, distribuidas en forma reticular Cuadros 1 y 2 del Anexo). El segundo perteneció al proyecto: Estudio Oceanográfico de la Sonda de Campeche 90/1; el cual, se realizó del 9 al 21 de diciembre de 1990; con un total de 50 estaciones muestreadas en forma reticular, 19 ubicadas frente a las costas de Yucatán y las 31 restantes frente a las costas de Campeche (Fig. 1).

El muestreo de fitoplancton se realizó a través de arrastres superficiales durante 3 minutos, a una velocidad promedio de 2 nudos en forma circular. Se utilizó una red tipo cilindro-cónica, con luz de malla de 54 micras (μ), con 20 cm. en la boca de la red y 1.4 m. de longitud, a la cual se le acopló un flujómetro General Oceanics tipo torpedo (Tranter y Smith, 1968; Schwoerbel, 1979; APHA, 1985). Las muestras se conservaron en frascos de vidrio de boca ancha de 250 ml. de capacidad; preservándose con formol al 4% y neutralizando con borato de sodio (Método 1002-B, APHA, *op. cit.*), hasta su posterior análisis en el Laboratorio.

Las muestras de agua superficial para el análisis físico-químico de oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad, clorofila, nitratos y fosfatos; se obtuvieron con un equipo Rosette, equipado con botellas Niskin con capacidades de 1500 y 3000 ml.

Los métodos empleados para la determinación de los parámetros físico-químicos fueron: temperatura con un termómetro de mercurio con escala mínima de 0.18°C, pH con un potenciómetro digital marca Indumex Modelo MB22 con división mínima de 0.1 unidades de pH, salinidad con un salinómetro de inducción marca Beckman, oxígeno disuelto mediante la técnica de Winkler. Nutrientes: nitratos por el método de las columnas reductoras de cadmio y fosfatos por el método del ácido ascórbico. La determinación de clorofila "a" se llevó a cabo por el método de Strickland-Parsons (APHA, *op. cit.*).

Actividades de Laboratorio

El análisis del fitoplancton marino se realizó con ayuda de un microscopio invertido marca Leitz Wetzlar Germany, siguiendo el método de conteo por gota, (APHA, *op. cit.*; Allain, 1975), el cual es un método simple de obtener conteos de considerable precisión con muestras que contengan poblaciones densas de fitoplancton, para lo cual debido a la alta concentración de las muestras fue necesario fraccionarlas para optimizar su análisis cualitativo y cuantitativo, utilizándose un separador Folsom; la fracción de cada una de ellas dependió de su concentración; cada una de éstas se llevó a un volumen conocido (250ml); (Método 1002-F, APHA, *op. cit.*). Posteriormente se utilizó un frasco gotero calibrado (17 gotas = 1 ml.), para tomar las muestras y llevar a cabo su análisis en un portaobjetos excavado en vez de una cámara de conteo, lo cual fue una modificación por parte del Departamento de Estudios Ecológicos del I.M.P.

El análisis biológico del fitoplancton se basó en la "Determinación del Número Mínimo de Muestras" (Allain, *op. cit.*), cuya finalidad es determinar el número mínimo de muestras necesarias para llegar a resultados representativos, cualitativa y/o cuantitativamente del hábitat o de la biocenosis estudiada, teniendo la precaución de quedar siempre en la misma comunidad. Para lo cual se grafica la suma del número de especies diferentes contra el número de muestra. La superficie mínima (el número mínimo de muestras necesarias para conocer la totalidad de las especies presentes en el biotopo estudiado) está obtenida cuando la suma del número de especies queda prácticamente constante. Esta curva no tiene generalmente asíntota pero permite fijar el número mínimo de muestras después del cual, el número de especies nuevas es muy reducido. Un aumento rápido de la pendiente de la curva en su parte superior indica la salida de la biocenosis y la llegada de especies que pertenecen a una biocenosis vecina.

Las células fitoplanctónicas fueron determinadas a nivel générico utilizando las siguientes claves taxonómicas: Cupp (1945), Davis (1955), Tregouboff (1957), Vinyard (1979) y Método 1007.G (APHA, *op. cit.*).

Se calcularon los parámetros biológicos para cada una de las estaciones muestreadas: densidad (cél./m³), riqueza (No. de géneros), y diversidad; este último se hizo de acuerdo al Índice de Shannon-Wiener, el cual combina dos componentes de la diversidad: 1) el número de especies, y 2) la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies (Lloyd y Ghelardi, 1964).

Asimismo, se aplicó el análisis exploratorio de datos (AED) biológicos a las densidades obtenidas, resultando gráficos como el presentado en la Figura 2 (Anexo B), en donde se muestran los componentes característicos de la población.

El AED contiene una serie de procedimientos alternativos y complementarios de los métodos estadísticos tradicionales (análisis confirmatorio de datos o ACD). Además, posee entre otras, las siguientes características peculiares: **a)** utiliza un enfoque más dinámico, interactivo y de criterio abierto para la investigación científica, **b)** emplea medidas de tendencia central y dispersión de distribución libre y resistentes, **c)** enfatiza el desplegado visual de los datos originales, **d)** fomenta la transformación de las escalas de medición para facilitar el análisis, **e)** da atención especial a los casos extraordinarios de los datos y al análisis de residuos y **f)** está más interesado en generar hipótesis de los datos que en probar éstas (Salgado-Ugarte, 1992).

Posteriormente se aplicó un análisis multivariado (análisis de factor), el cual es útil cuando se tienen más de dos variables, suponiendo que existen grupos afines o si es posible establecer una relación entre ellas.

ANALISIS DE RESULTADOS.

El área de estudio comprendió dos regiones: 1) Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México y, 2) Banco de Campeche (Figura 1); por lo que, debido a la extensa zona monitoreada se decidió hacer su análisis por separado, facilitando la interpretación de los resultados. De esta manera se obtuvieron dos zonas de estudio; para la primera se tuvieron puntos de muestreo tanto neríticos como oceánicos, mientras que para la segunda se tuvieron solamente puntos de monitoreo dentro de la plataforma continental. Por lo que el análisis se refirió a las dos áreas por separado. El análisis del fitoplancton se dividió en diatomeas y dinoflagelados por ser los grupos más importantes de éste (Cuadros 3 a 6 del Anexo A).

Densidad de los géneros de diatomeas de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

En investigaciones de productividad es esencial el conocimiento de la composición de especies de Diatomeas y Dinoflagelados, por ser los principales productores primarios y primer eslabón de la cadena alimenticia en ecosistemas marinos (El-Sayed, 1972). Normalmente, las densidades de diatomeas son considerablemente más grandes que las de los dinoflagelados (Steidinger *et. al.*, 1973).

El área monitoreada para la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México, presentó una franja con las mayores densidades de diatomeas en la zona que corresponde a las Costas de Tamaulipas y al Norte de Veracruz (96.8°-97.7° de longitud oeste y 21°-26° de latitud norte) (Fig. 3).

En la región antes mencionada se encuentran importantes aportes fluviales y lagunas costeras (Río Conchos, Laguna Madre, Río Soto La Marina, Río Pánuco, Laguna de Tamiahua y Río Cazonas (Fig. 1.2)); los cuales proporcionan una gran cantidad de nutrimentos a la zona nerítica, ya que en los lugares donde los ríos vierten sus descargas al mar, una capa de agua dulce se mueve a través del agua salada más densa; el deslizamiento entre las dos capas trae consigo una mezcla vertical turbulenta. En los estuarios hay un movimiento continuo de agua más profunda a la superficie para compensar el movimiento exterior. El resultado neto es una considerable surgencia de nutrimentos (Fig. 1.4), lo que explica en parte la alta productividad encontrada en muchos estuarios, condiciones que favorecen el desarrollo y altas densidades de diatomeas (Mann, 1980);

estas observaciones concuerdan con Saunders y Glenn (1969) (citados por El-Sayed *et. al.*, 1972), quienes encontraron grandes cantidades de diatomeas en las zonas neríticas y escasa cantidad de plancton en las oceánicas del Golfo de México.

Los puntos de monitoreo que se encuentran dentro de la plataforma continental de los 100 m, presentaron para la época de estudio (otoño), densidades de diatomeas dentro del intervalo de 1,106,281-7,994,698 cél/m³ (Fig. 3). En la misma figura se puede apreciar una franja con densidades intermedias (132,769-942,162 cél/m³), entre la zona nerítica y la oceánica, considerada como una biocenosis secundaria o transitoria por Krilov (1974).

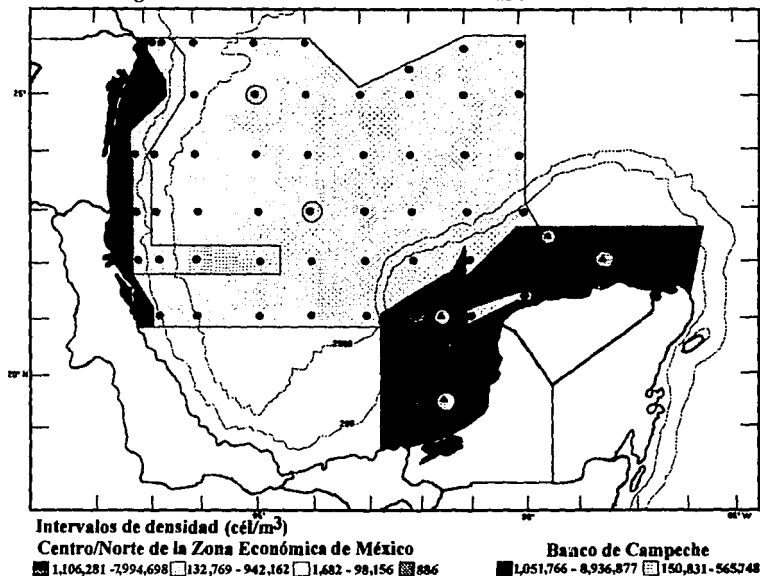
Para la región oceánica se distinguió un mosaico con un intervalo de 1,682-98,156 cél/m³. La estación 61 ubicada dentro del Banco de Campeche es la que presentó menor densidad (886 cél/m³) de toda esta Red de monitoreo (Fig. 3).

Densidad de los géneros de diatomeas del Banco de Campeche.

El área muestreada en esta región, comprende la Plataforma de Yucatán y la Sonda de Campeche; localizándose todas las estaciones monitoreadas dentro de la zona nerítica (Fig. 3). La mayoría de las estaciones en esta zona presentaron densidades de diatomeas dentro del intervalo de 1,051,766-8,936,877 cél/m³, que son similares a las presentadas en la zona nerítica del Norte de Veracruz y del Estado de Tamaulipas. Las estaciones con densidades diferentes y más bajas fueron: 7, 11, 20 y 29, las cuales presentaron un intervalo de 150,831-565,748 cél/m³.

Las altas productividades de la zona nerítica de la región Oeste del Golfo de México, se deben a la presencia de ríos y lagunas que aportan una gran cantidad de nutrimentos al ecosistema, a diferencia de la plataforma de Yucatán en donde el aporte de nutrimentos es a través de la Corriente de Lazo que proviene de aguas Sudamericanas que traen consigo una gran cantidad de nutrimentos los cuales afloran en esta zona de menor profundidad, lo que provoca las llamadas surgencias.

Fig. 3. Distribución de la densidad de diatomeas en el área de estudio.



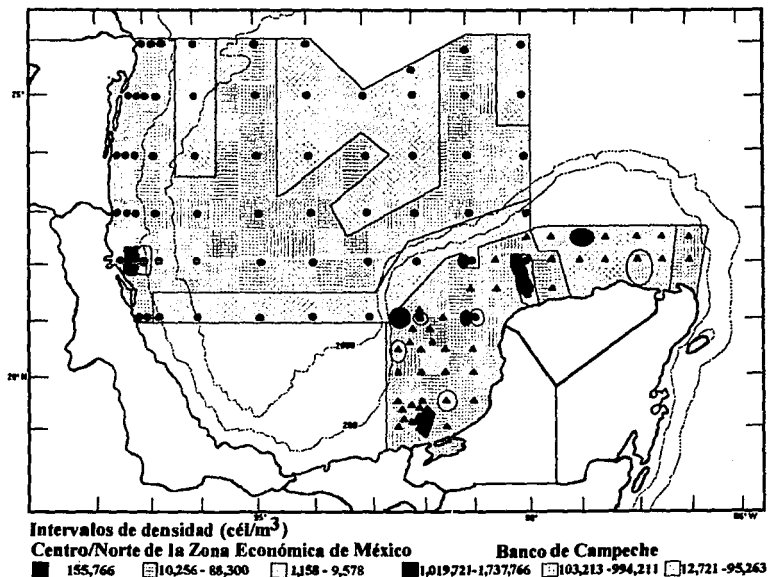
Para que se lleve a cabo este proceso se requiere energía, la cual es obtenida primariamente de cuatro mecanismos (Fig. 1.4 del Anexo B); enfriamiento convectivo, corrientes inducidas por el viento, aportes de ríos y corrientes de mareas. Los primeros tres están impulsados por la energía solar y la última influenciada por la fuerza de gravedad de la luna. A estos mecanismos se les puede considerar como aporte de energía física que asisten a los procesos biológicos (Mann, *op. cit.*). Los primeros dos mecanismos provocan la surgencia en la Plataforma de Yucatán, convirtiendo a esta región en altamente productiva (Obregón, 1980). Asimismo, la Sonda de Campeche recibe influencia de la Corriente de Lazo además de los aportes continentales a través de los ríos que desembocan en la Laguna de Términos (Figs. 1.1 y 1.3), convirtiendo a esta zona en una de las más productivas del Golfo de México (Yáñez-Arancibia, 1986).

Densidad de los géneros de dinoflagelados de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

Para esta región, la densidad de dinoflagelados fue similar a la que presentaron las diatomeas en la región oceánica. En esta Red de Muestreo las estaciones neríticas junto con algunas estaciones oceánicas presentaron un intervalo de 10,256-88,300 $\text{cél}/\text{m}^3$. El resto de las estaciones presentaron densidades que van de 1,158 a 9,578 $\text{cél}/\text{m}^3$ (Fig. 4).

Cabe destacar que de todas las estaciones de monitoreo de esta zona, sobresalió la 44, con una densidad de 155,766 $\text{cél}/\text{m}^3$, localizada al Norte de la Laguna de Tamiahua y frente a la desembocadura del Río Pánuco (Fig. 4), lo cual se puede explicar por los grandes aportes de nutrimentos a la zona.

Fig. 4. Distribución de la densidad de dinoflagelados en el área de estudio.



Densidad de los géneros de dinoflagelados del Banco de Campeche.

El muestreo llevado a cabo en el Banco de Campeche, mostró un mayor florecimiento de dinoflagelados en esta zona que en la región Centro/Norte del Golfo de México. En la plataforma de Yucatán y algunos puntos de la Sonda de Campeche se presentaron densidades (12,721-95,263 cél/m³), similares a las neríticas, reportadas en la región noroeste del Golfo de México (Fig. 4).

Las estaciones con las más altas densidades en esta red de Monitoreo presentaron un intervalo de 1,019,721-1,737,766 cél/m³ (Fig. 4). Sus elevadas densidades se podrían explicar porque algunos puntos de monitoreo (38, 42 y 45), se encontraron frente a la Laguna de Términos donde hay gran aporte de nutrimentos; otros (12 y 50), se encontraron cercanos a algunas islas (Cayo Arenas e Isla Triángulos), donde hay aportes terrígenos, enriqueciendo las aguas con nutrimentos esenciales; el resto de estaciones de este grupo se localizaron en una región con ecosistemas arrecifales (Fig. 4), que se caracterizan por el establecimiento de comunidades sumamente estables; siendo la estabilidad un atributo determinado por el ambiente mismo, que en aguas tropicales se establece por temperaturas altas (>20°C), mayor transparencia de las aguas y un recambio de aguas constante que favorece una alta concentración de oxígeno, la concentración de nutrimentos se incrementa hacia la Sonda de Campeche según lo reportado por Chávez e Hidalgo (1988), lo que concordó con los valores registrados (Figs. 28 y 29).

El grupo de estaciones con densidades intermedias se encontró en su mayoría en la Sonda de Campeche y sólo algunas en la Plataforma de Yucatán (Fig. 4), lo cual, podría explicar los coeficientes de variación bajos de las variables físico-químicas (Cuadro 8, Anexo A).

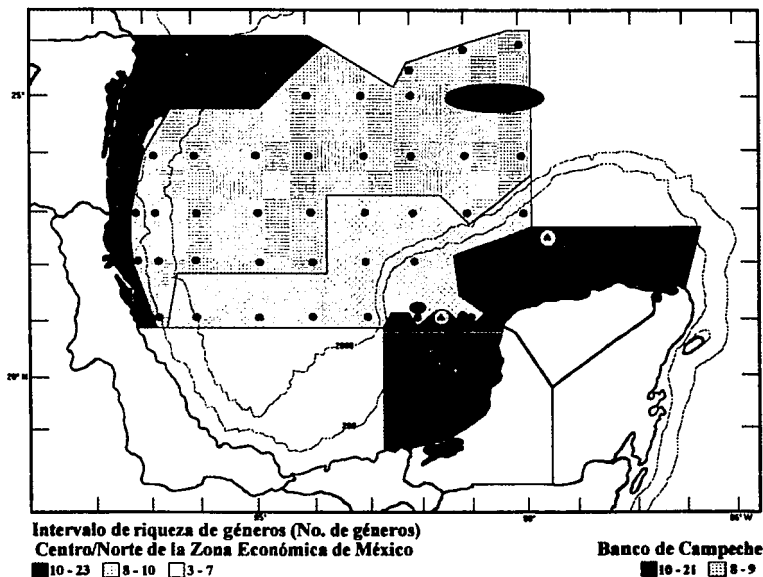
Las estaciones 1 y 2 frente a Cabo Catoche presentaron altas densidades, éstas se encontraron en una zona de surgencia (Obregón, *op. cit.*), lugar en donde aflora la Corriente de Lazo, bañando a toda la Plataforma de Yucatán. Esta se divide en tres brazos: uno corre hacia el Este del Estrecho de Florida, otro hacia el Noroeste, a la boca del Río Mississippi; mientras que la tercera parte de la corriente (la cual se separa de la Corriente de Lazo estando aún en el Canal de Yucatán) corre hacia el Banco de Campeche. Esto provoca, en la parte este del Banco, una circulación transversa en la corriente que junto con la topografía del fondo forman una surgencia persistente, lo cual resulta en una zona altamente productiva (Zernova, 1972).

Riqueza de los géneros de Diatomeas de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México y Banco de Campeche.

La riqueza fue más homogénea en el Banco de Campeche que en la Zona Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México (Fig. 5). La mayoría de las estaciones del Banco de Campeche presentaron una riqueza dentro del intervalo de 10 a 21 géneros, similar al que se presentó en la región nerítica del Norte de Veracruz y el Estado de Tamaulipas (10 a 23 géneros).

Como se ve claramente en la Figura 5, la riqueza fue homogénea en las zonas neríticas, mientras que en la oceánica se vió disminuída (al comparar las dos áreas monitoreadas).

Fig. 5. Distribución de la riqueza de géneros de diatomeas en el área de estudio.



En las zonas neríticas estudiadas, la riqueza se ve favorecida por la mayor abundancia de nutrimentos que en las oceánicas, ya que a mayor profundidad la productividad disminuye típicamente al ser menores los niveles de temperatura y luz; mientras que en las

zonas neríticas se observa un incremento de la productividad asociada a un aumento de las tasas de suministro de los nutrimentos esenciales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio.

De esta forma un aumento de la productividad conduce a una mayor gama de recursos disponibles, lo que se traduce en un aumento de la riqueza de especies. Aunque debe tenerse en cuenta que un ambiente más productivo puede contener cantidades o tasas de suministro de recursos superiores, sin que ello afecte a la variedad de los recursos. Esto podría conducir a un mayor número de individuos más que a un aumento del número de especies (Begon *et. al.*, 1988).

Riqueza de los géneros de Dinoflagelados de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México y Banco de Campeche.

La riqueza para los dinoflagelados fue mayor en la zona oceánica (Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana) que en la nerítica, presentando un intervalo de 10 a 13 géneros. Existió otro mosaico ubicado en esta misma región oceánica, con un intervalo de 8 a 9 géneros (Fig. 6).

El Banco de Campeche presentó sólo algunos puntos con una riqueza de 8 a 9 géneros, con la predominancia de una riqueza de 3 a 7 géneros (Fig. 6), en toda la plataforma del Banco.

Como puede verse en la citada figura, la zona nerítica noroeste y el Banco de Campeche, presentaron las menores riquezas de dinoflagelados (3 a 7 géneros).

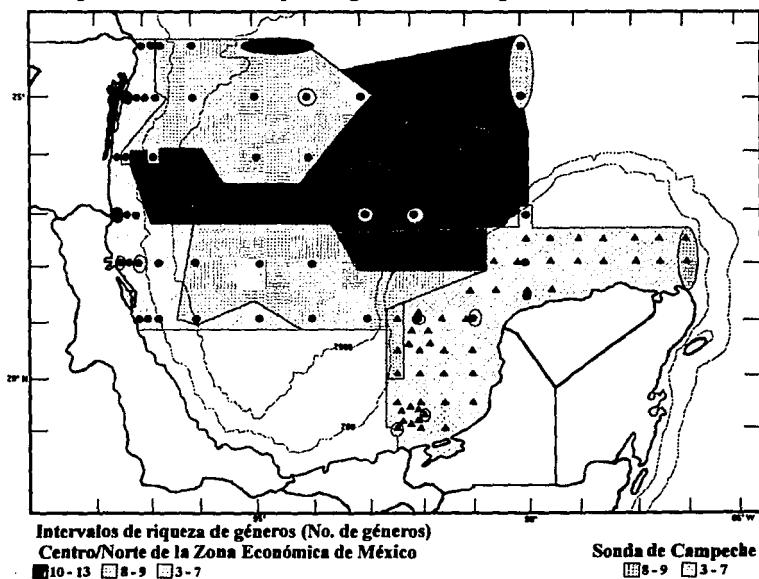
De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se observa una relación inversa de los dinoflagelados con la riqueza de diatomeas. Estas se presentaron como el grupo predominante en la época de estudio (otoño), y concuerda con las observaciones hechas por Hasle (1976), quien las reporta como el grupo dominante en aguas árticas, antárticas, en aguas templadas durante la estación fría y generalmente en las aguas neríticas de todas las zonas climáticas. El mismo autor reporta a las especies de dinoflagelados como más densas en regiones cálidas, asimismo se han registrado como más abundantes en el plancton del otoño a altas latitudes en el hemisferio norte.

Para la zona Centro/Norte del área de estudio destacaron las estaciones 3, 10, 22, 23, 32, 43 y 45 por presentar alta riqueza de dinoflagelados (Fig. 6); estas estaciones se

encontraron asociadas a aportes fluviales que como ya se mencionó antes, suministran una gran cantidad de material orgánico, además de provocar surgencias, trayendo nutrimentos de aguas más profundas a la superficie por medio de procesos físicos (Mann, *op. cit.*), lo que ocasiona una mayor productividad del área y por consiguiente un mayor desarrollo de organismos planctónicos.

En la Sonda de Campeche la presencia de la Laguna de Términos y el aporte fluvial de varios ríos, así como la Corriente de Lazo enriquecen de nutrimentos a la región; pero a pesar de ésto, la riqueza de dinoflagelados se mantuvo baja al igual que en la plataforma de Yucatán; indicando un claro predominio de diatomeas en la zona de estudio y la época en que se realizó el mismo.

Fig. 6. Distribución de la riqueza de géneros de dinoflagelados en el área de estudio.



Distribución de la diversidad en el área de estudio, de acuerdo a los gráficos de "caja múltiple" (análisis exploratorio de datos biológicos).

Para analizar la diversidad, el índice que más se ha utilizado es el de Shannon y Wiener para tipificar las condiciones estructurales de las comunidades y la posible variación o cambios que pudieran tener con la intervención de un factor perturbador en un sistema natural. Las comunidades presentan una dinámica ligada al tiempo ya que sufren modificaciones estructurales a través de éste, las cuales se manifiestan en los cambios de número de especies y el número de individuos de cada una de ellas (Santoyo y Signoret, 1988).

Por lo anterior, es importante analizar la riqueza de especies o géneros, y el patrón de variación en el tiempo que sería el producto de la interacción de múltiples factores. El conocimiento de estos factores es de importancia para determinar las fluctuaciones en el desarrollo de una comunidad. Tales factores con los que puede estar relacionada la riqueza en especies o géneros de una comunidad, son de varios tipos: en primer lugar se encuentran los denominados "geográficos" como son la latitud, la altitud, y en ambientes acuáticos, la profundidad. Un segundo grupo muestra una tendencia a estar correlacionada con la latitud, entre los cuales se cuentan la productividad del ambiente, y la variabilidad climática. Otro grupo de factores varía geográficamente, pero no de manera consistente, es decir, que varían de forma bastante independiente de la latitud. Por consiguiente tienden a enmascarar o contrarrestar las relaciones entre la riqueza de especies (o géneros), y otros factores. Esto es lo que sucede con la cantidad de perturbaciones físicas que experimenta un hábitat, con el aislamiento, y con el grado de heterogeneidad física y química que presenta (Begon *et. al.*, *op. cit.*).

Finalmente, existe un grupo de factores que son atributos biológicos de una comunidad (la cantidad de depredación de una comunidad, la cantidad de competencia, la heterogeneidad espacial o arquitectónica generada por los propios organismos y el *status* de sucesión de una comunidad; consideradas como factores secundarios por ser las consecuencias de unas influencias del exterior de la comunidad), pero son también influencias importantes sobre la estructura de una comunidad de que forman parte.

Se han propuesto distintas maneras de definir y medir la diversidad, pero se debe enfatizar que ésta, a pesar de estar definida (incertidumbre que existe respecto a la especie de un individuo seleccionado al azar de una población, (Pielou, 1977)) es un estadístico

simple en el cual el número de especies y la equitatividad son confundidas. Se dice que una comunidad tiene alta diversidad si tiene muchas especies y sus abundancias son totalmente equitativas. Contrariamente, la diversidad es baja cuando las especies son pocas y sus abundancias desiguales; podrá verse entonces que puesto que la diversidad depende de dos propiedades independientes, será inevitable hallar cierta ambigüedad; así, con una comunidad con pocas especies y alta equitatividad podrá tener la misma diversidad que otra comunidad con muchas especies y baja equitatividad. Es necesario enfatizar que el objeto de calcular los índices de diversidad, es solucionar problemas, no crearlos. Los índices son meramente números útiles en algunas circunstancias pero no en todas (Pielou, *op. cit.*).

El análisis de diversidad de Shannon y Wiener para las diatomeas y dinoflagelados del área de estudio, se presentan de los Cuadros 9 al 12 (Anexo A), en donde se observa que hay grandes fluctuaciones en los valores obtenidos, afectados por la equitatividad y la dominancia (la riqueza no influye sobre el índice, ni tiene relación alguna con la equitatividad, como ya lo ha demostrado Signoret y Santoyo (1977)).

Sin embargo, estos valores de diversidad, no muestran un comportamiento claro, debido a la naturaleza de los datos. En el análisis de este atributo de la comunidad, las altas densidades de algunos géneros afectan los valores de diversidad (disminuyéndolo), lo que dificulta su interpretación; situación ya discutida en algunos trabajos anteriores, como el de Chávez (1979).

De acuerdo a lo anterior se decidió utilizar además del índice de Shannon-Wiener; un método alternativo (diagramas de caja múltiple con muesca), que contempla los elementos de la diversidad (riqueza, equitatividad, abundancia y dominancia), lo cual, facilitó el análisis y comprensión de los resultados de diversidad (Figs. 7, 8, 9 y 10).

La Figuras 7 a 10 contemplan los parámetros ecológicos (Equitatividad, Dominancia y Riqueza) establecidos por Shannon y Wiener, en donde se presentan los casos extraordinarios, los cuales, son remarcados afuera de la "caja con bigote", ya que éstas están basadas en una medida de tendencia central (mediana) que es resistente a dichos casos (Salgado-Ugarte, *op. cit.*).

Al comparar las Figuras (7-10), con los Cuadros (9-12), se observa que las altas densidades abaten de forma significativa el índice de Diversidad de Shannon y Wiener, mientras que las bajas densidades lo incrementan en unas décimas no significativas; así,

cuando una comunidad presenta una combinación de estos dos casos (altas y bajas densidades), estos tienen poca influencia sobre el índice, sin embargo, sí lo afectan.

La ventaja de las Figuras (7-10), sobre los Cuadros (9-12), es que en las primeras se aprecia de una forma visual y global el comportamiento de la Riqueza y la Equitatividad, indicando este último, el grado de equiprobabilidad en la distribución del número de organismos en las diferentes especies que integran un colectivo determinado; a su vez el valor más cercano o igual a uno señalaría un grado avanzado de organización de la comunidad, (Santoyo y Signoret, 1988). Esto se observa en las figuras por la longitud de las "cajas con bigote", es decir, una caja compacta indica mayor equitatividad que una de mayor dispersión, sin que estos sean afectados por los casos extraordinarios (altas o bajas densidades), cuando están presentes, los cuales, se indican fuera del bigote.

Diversidad de los géneros de Diatomeas de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

El análisis de la Figura 7 permite establecer para la zona Centro/Norte, que la equitatividad aumenta hacia regiones oceánicas. Por lo que se lograron agrupar tres regiones de diversidad, con respecto a la equitatividad (Fig. 11).

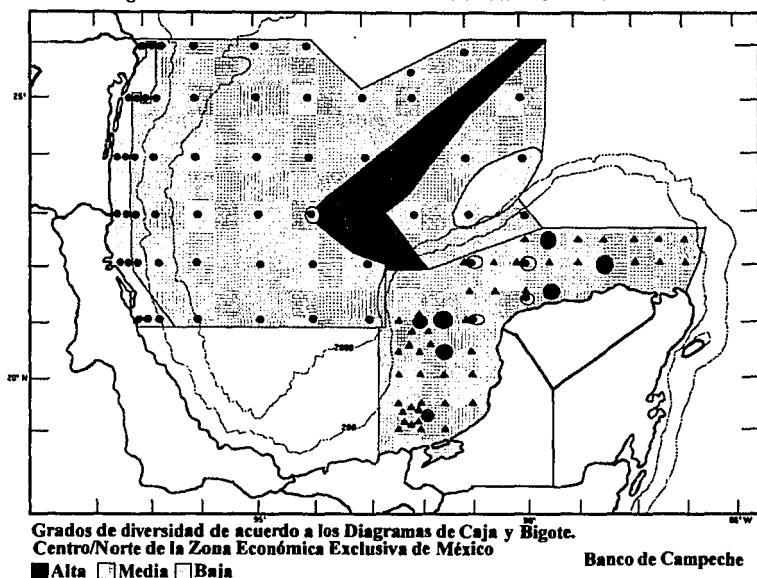
De acuerdo a lo anterior, este parámetro se localizó en el área oceánica (Fig. 11), representada por las estaciones 9, 19, 29, 39, 51 y 61; lo cual, permite inferir que existe una mayor estabilidad de esas comunidades y una menor complejidad, de acuerdo a lo expuesto por May (1972) (citado por Begon *et. al., op.cit.*) y Pimm (1980).

Por otro lado, la región de menor diversidad y equitatividad estuvo representada por las estaciones 2, 10, 12, 21, 23, 31, 32, 33, 38, 41, 43, 44, 54, 55, 56, 62 y 63; éstas se encuentran en la Plataforma Continental de los 100 m; a excepción de la estación 31, 38 y 41 que se localizan en la región oceánica en donde se alcanzan profundidades mayores a los 2000 m (Fig. 11). Todas estas estaciones presentaron comunidades que se pueden considerar complejas por las altas densidades y riquezas, lo que trae consigo una mayor inestabilidad. Esto se puede explicar por el constante aporte de nutrientes de ríos y lagunas a la zona nerítica; además de la presencia de vientos dominantes del Norte, que provocan una mezcla vertical turbulenta del agua, que trae consigo materia orgánica y nutrientes que se encontraban sedimentados, a la superficie (en la época de muestreo (otoño), inicia la temporada de nortes).

La tercera área definida por el gráfico de la Figura 7, está compuesta por las estaciones que presentaron una Diversidad intermedia (Fig. 11).

Las tres regiones definidas (Fig 11), se pueden clasificar de acuerdo a Krilov (1974); en tres comunidades: dos biocenosis planctónicas primarias (oceánica y nerítica) y una biocenosis secundaria (transitoria o intermedia).

Fig.11. Distribución de la diversidad de diatomeas en el área de estudio.



En la Figura 7 se observa que en la zona oceánica la Equitatividad aumenta junto con una disminución de la Riqueza; mientras que en la nerítica la dispersión de las cajas es mayor, además de un aumento de la Riqueza. Por lo tanto la diversidad aumentará con la equitatividad ya que es posible que una comunidad rica en especies, pero poco equitativa tenga un índice más bajo que otra comunidad con una riqueza menor pero altamente equitativa (Cuadros 9-12).

En la zona Centro/Norte se observó la dominancia de algunos géneros (*Chaetoceros* sp., *Rhizosolenia* sp., *Bacteriastrum* sp. y *Nitzschia* sp.). Esto podría ser un indicio claro de que la riqueza de especies aumenta con la productividad que se dió hacia la zona nerítica

de la zona estudiada y que ha sido demostrada por Brown y Davidson (1977), quienes encontraron que un aumento de la productividad conduce a una mayor gama de recursos disponibles siendo probable que se produzca un incremento en la riqueza de especies. Sin embargo, un ambiente más productivo puede contener cantidades o tasas de suministro de recursos superiores sin que ello afecte a la variedad de recursos. Esto podría conducir a un mayor número de individuos por especie más que a un aumento en el número de especies (Begon *et. al.*, *op. cit.*). Esta situación podría explicar la dominancia de algunos géneros de diatomeas y dinoflagelados registrados en este estudio.

Diversidad de los géneros de Diatomeas del Banco de Campeche.

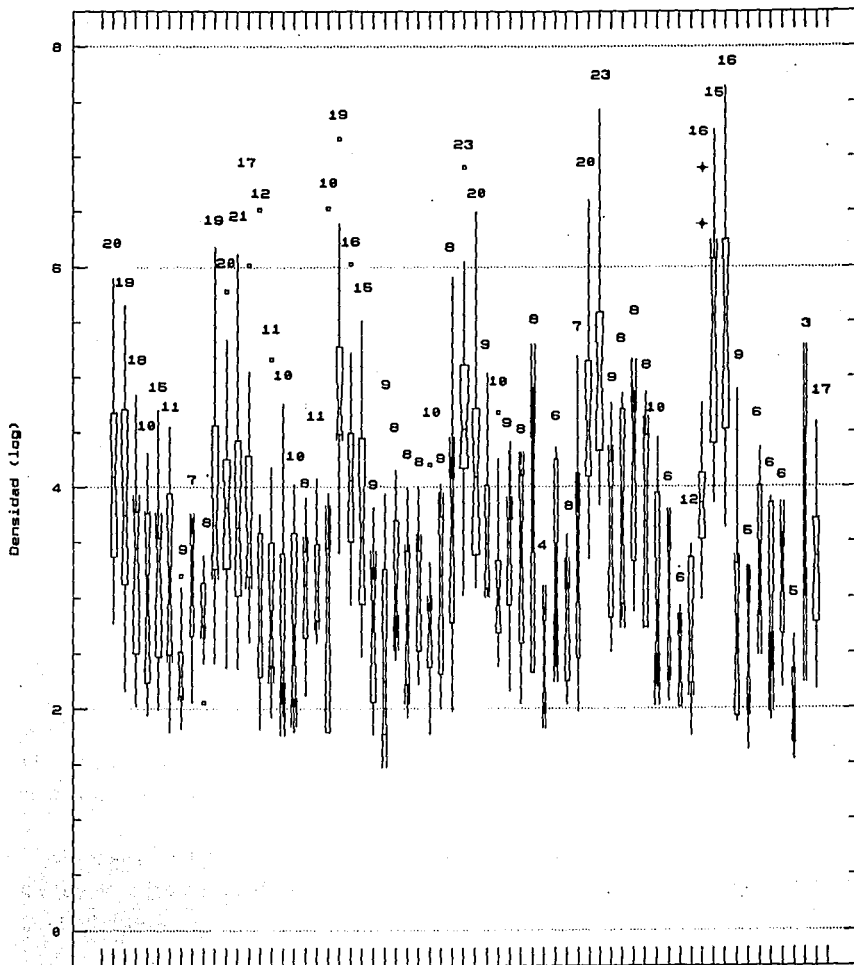
El Banco de Campeche presentó una mayor homogeneidad en la riqueza, equitatividad y por lo tanto en la diversidad (Figs. 8 y 11). Las estaciones 7, 11, 13, 28, 29 y 38, resultaron ser las de mayor diversidad. En contraparte, los puntos de monitoreo 1, 2 y 42, fueron las de menor diversidad.

El resto del área monitoreada, presentó una diversidad homogénea y fue predominante en casi toda la zona. Cabe aclarar que el Banco de Campeche se localiza en la plataforma continental y que no existen puntos de muestreo oceánicos (Fig. 11).

Los puntos de mayor diversidad coinciden con la zona que se extiende desde el Estrecho de Yucatán hasta el Norte de Cayo Triángulo Oeste y que se caracteriza por el predominio de fondos coralinos y arenosos; el fango solamente aparece en las zonas más profundas (García y Gómez, 1974; in: Obregón, M. H. 1980. Plankton and Benthos of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*; 5(2): 11-16), resaltando la barrera coralina que se extiende desde Alacranes hasta Cayo Arenas (20 a 30 m. de altura), los cuales son ecosistemas estables (Chávez e Hidalgo, *op. cit.*), lo que facilita que la comunidad fitoplanctónica llegue a un grado avanzado de organización (menor complejidad, mayor estabilidad y baja densidad). Ver la Figura 11.

En la Sonda de Campeche, frente a la Laguna de Términos, existen fondos fangosos, el sistema se encuentra en un constante movimiento debido a los aportes continentales y corrientes que crean flujos de masas de agua que, como ya se dijo anteriormente, provocan que haya un recambio de materiales del fondo a la superficie, convirtiendo a la zona en altamente productiva; por lo que se puede esperar que presenten poblaciones más complejas (mayor riqueza y densidad), pero más inestables (Pimm, 1980).

Fig. 7. Densidad (log) de diatomeas para
c/u de las estaciones de muestreo.



1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53 55 57 59 61 63
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62

Estacion

Las estaciones 1, 2 y 42 se presentaron como las menos diversas indicado por su baja equitatividad (amplia dispersión de valores). Los puntos de monitoreo 1 y 2 se localizan frente a Cabo Catoche; donde se ha reportado la surgencia de la Corriente de Lazo (González, 1971; in: Obregón (1980), *op. cit.*), y el número 42 se sitúa frente a la Laguna de Términos donde hay frecuentes cambios hidrológicos por la mezcla de los aportes continentales con los neríticos, además de la influencia de un giro anticiclónico (Monreal y Salas de León, 1990). Lo anterior podría ser la causa de la baja diversidad registrada, de acuerdo a lo analizado en la Figura 8.

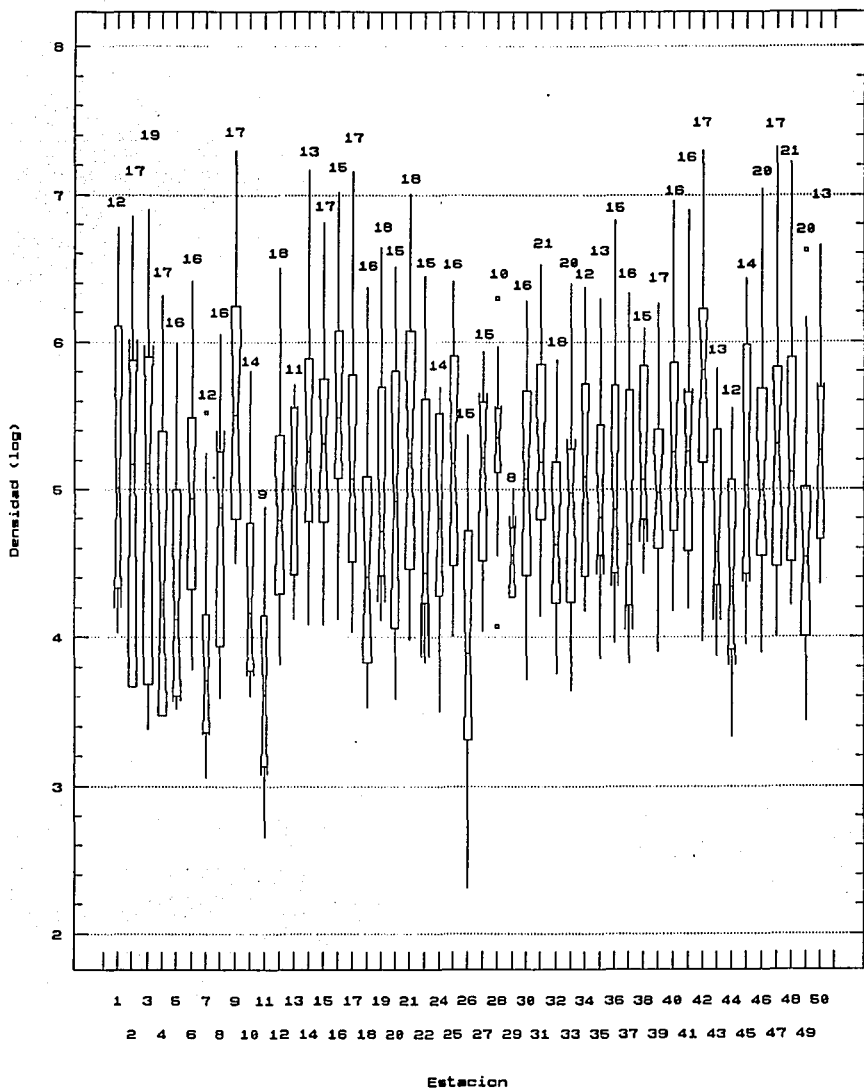
La alta homogeneidad en la riqueza, equitatividad y diversidad, que se observó en el Banco de Campeche, se debe a que toda esta región se localiza en la plataforma continental (Fig. 11), permaneciendo bajo la fuerte acción de las aguas cálidas de la Corriente de Lazo, siendo limitadas las fluctuaciones de la temperatura y bastante uniformidad de las condiciones de hábitat de los géneros del plancton. Además esta zona se enriquece constantemente de elementos biogénicos, lo que crea condiciones favorables para el intenso desarrollo del plancton en el transcurso de todo el año, lo que hace que el Banco sea rico en plancton, por lo que llega a alcanzar durante el verano una biomasa de $1\text{g}/\text{m}^3$ (Obregón, *op. cit.*).

Diversidad de los géneros de Dinoflagelados de la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

La distribución de la diversidad de los dinoflagelados para esta región se observa en la Figura 12, de acuerdo a lo analizado en los diagramas de cajas múltiples (Fig. 9). La distribución de la máxima diversidad (equitatividad), se presentó en mosaicos oceánicos y neríticos, a diferencia de las diatomeas que sólo se localizaron en el área oceánica (Fig. 11). La estación 9 se caracterizó por ser una de las de mayor diversidad y equitatividad para diatomeas y dinoflagelados.

El análisis del gráfico de cajas múltiples (Fig. 9); muestra que hay una alta equitatividad en cuanto a las comunidades de dinoflagelados, mayor a la de diatomeas para esta zona Centro/Norte.

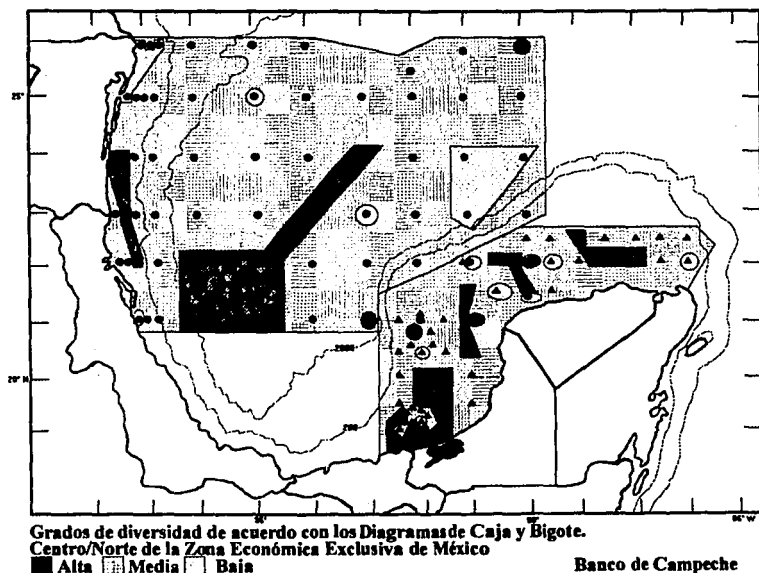
Fig. 8. Densidad (log) de Diatomeas para
 c/u de las estaciones de muestreo.



Las diatomeas presentaron mayores fluctuaciones dentro de sus poblaciones (dominancia, riqueza, equitatividad y densidad) a diferencia de los dinoflagelados, cuyas comunidades se mantuvieron con una mayor homogeneidad pudiendo coexistir favorablemente. La razón de esta situación se podría deber a un mejor reparto (entre sus géneros), de los nutrientes presentes, ya que un espectro más amplio de recursos suministra los medios para la existencia de una gama más amplia de especies, independientemente de si dichas especies se hallan en interacción.

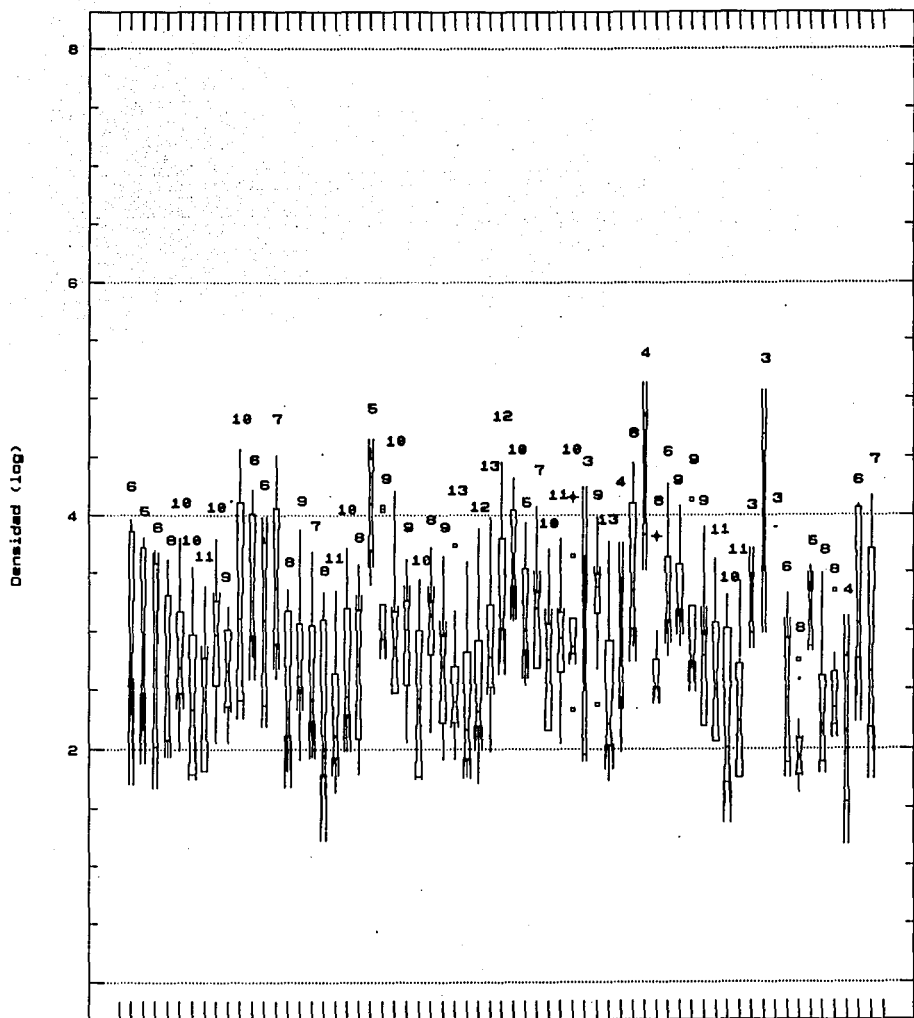
Dentro de la población de diatomeas existen algunos géneros (*Chaetoceros* sp.,

Fig.12. Distribución de la diversidad de dinoflagelados en el área de estudio.



Nitzschia sp., *Rhizosolenia* sp., *Thalassiothrix* sp., *Bacteriastrium* sp. y *Hemiaulus* sp.), que se vieron mayormente favorecidos por las gamas de recursos disponibles, donde la competencia juega un papel primordial dentro de la comunidad; lo que tiene como consecuencia florecimientos de estos géneros e impidiendo el desarrollo de otras poblaciones de diatomeas los cuales mantienen bajas sus densidades (Begon *et. al.*, *op. cit.*).

Fig. 9. Densidad (log) de Dinoflagelados
 para c/u de las estaciones de muestreo.



1 1 3 5 7 9 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53 55 57 59 61 63
 2 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 38 40 42 44 46 48 50 52 54 58 60 62

Estacion

Diversidad de los géneros de Dinoflagelados del Banco de Campeche.

Como ya se ha mencionado, las características del Banco de Campeche hacen que exista una mayor uniformidad en algunos de los parámetros ecológicos estudiados (densidad, riqueza y diversidad).

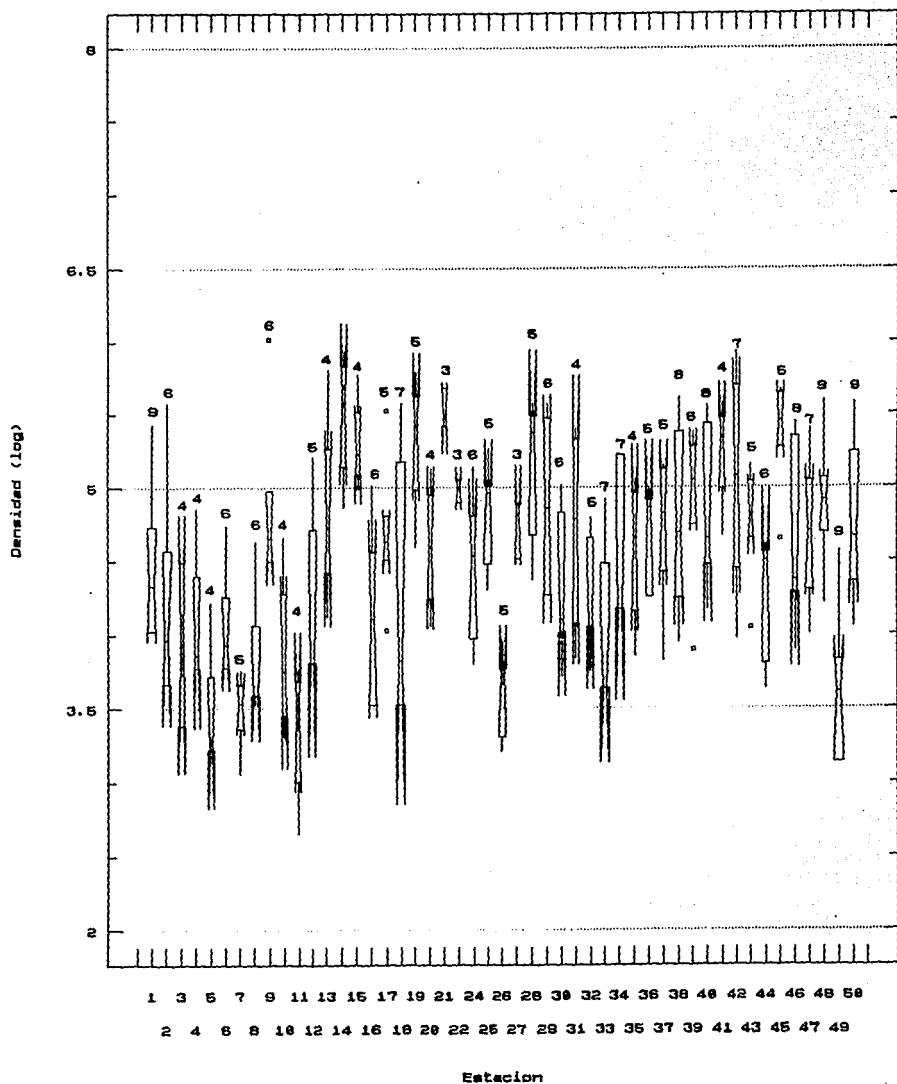
La diversidad de las poblaciones de dinoflagelados en la Plataforma de Yucatán, presentó mayores variaciones; situación que no sucedió para la Sonda de Campeche, donde se observó una mayor homogeneidad (Figs. 10 y 12).

La distribución de los grados de diversidad registrados de acuerdo al gráfico de densidad contra estación (Fig. 10), se ilustra en la Figura 12; donde resaltan algunos puntos de monitoreo (9, 15, 17, 21, 32, 36 y 39), por encontrarse cerca de zonas arrecifales y ser de alta diversidad (equitatividad).

En el Banco de Campeche, los dinoflagelados (a diferencia de las diatomeas), presentaron mayores fluctuaciones en sus diversidades. Se puede observar que existe mayor número de géneros dominantes en las poblaciones de diatomeas que en las de dinoflagelados; cuyas poblaciones de este último mantienen una mayor equitatividad entre sus individuos. Pero cuando se llegan a presentar florecimientos en sus poblaciones (mareas rojas), resultan ser drásticas, y a veces peligrosas para el hombre (Thurman, 1991).

Es necesario enfatizar que el aumento de la diversidad con la productividad no es una regla universal, como lo han demostrado algunos experimentos en los que las áreas no tratadas con fertilizantes, permanecieron esencialmente inalteradas y las que sí lo fueron, mostraron una disminución progresiva de la diversidad y la equitatividad. Esta disminución de la diversidad se le ha denominado la Paradoja del Enriquecimiento que ha sido encontrada generalmente en estudios de comunidades vegetales. Puede ser observada cuando la eutrofización cultural de los lagos, los ríos, los estuarios y las regiones marinas costeras conduce a una disminución de la diversidad del fitoplancton, así como a un aumento de la productividad primaria (Begon *et. al.*, *op.cit.*); lo cual concuerda con los análisis de diversidad realizados en este estudio.

Fig.10. Densidad (log) de Dinoflagelados
para c/u de las estaciones de muestreo.



Análisis del Índice de Diversidad de acuerdo a Shannon-Wiener.

Las unidades básicas de una comunidad están representadas por las especies cuyas interrelaciones le otorgan una cierta estructura, la que se ve afectada por diversos factores que alteran las relaciones cualitativas y cuantitativas del conjunto. Una comunidad fitoplanctónica es por lo tanto, susceptible de cambios en su microambiente, surgiendo numerosas fluctuaciones cuyo resultado es la respuesta integral a las alteraciones del medio, así como a diversos factores intrínsecos propios de las mismas especies u organismos; por lo que hay que tener en cuenta que el análisis de fitoplancton en este estudio está restringido a una época de estudio, ya que se presenta un problema al considerar la inestabilidad temporal y la irregularidad espacial de las poblaciones, así como las migraciones verticales fitoplanctónicas en períodos cortos.

Cabe mencionar aquí que los índices de diversidad fueron subestimados, en virtud de que los organismos solo fueron determinados a nivel genérico, siendo considerados como representativos de una especie para el efecto de los cálculos; esto da un margen de error ya que los individuos agrupados de esta manera, lógicamente pertenecen a más de una especie. Pero manteniendo el mismo nivel taxonómico de estudio, es válido llevar de esta manera el análisis (Hasle, 1977).

Margalef (1974), establece que el significado de la diversidad está en relación directa al criterio adoptado por la partición de los grupos de organismos en subgrupos; por ejemplo, si la unidad es la célula planctónica (no la colonia), y las especies son los subgrupos, la diversidad será potencialmente significativa en relación a la demografía o dinámica de poblaciones de las células.

Pielou (1977), hizo una evaluación de los diferentes colectivos que pueden estar sujetos a un análisis estructural por medio de los elementos poblacionales y definir por sus características la fórmula adecuada para la obtención del índice de diversidad. De acuerdo a este autor se utilizó la ecuación dada por Shannon y Wiener (1963), en la que se efectúa una estimación de la diversidad por medio de una muestra de la comunidad en la que se desconoce el valor real del número de individuos pertenecientes a cada una de las especies, postulándose que la comunidad es grande al grado de considerarse infinita y que contiene S especies en proporciones p_1, p_2, \dots, p_S de manera que la diversidad o información por individuo está dada por la siguiente función:

$$H = \frac{(N \log n N - n_i \log n n_i)}{N}$$

En donde H = diversidad

N = densidad global de la estación

n_i = densidad de la especie i

En donde la diversidad máxima se define como:

$$H_{\text{máx.}} = \log n S$$

S = riqueza (número de especies)

La equitatividad o uniformidad como:

$$E = H/H_{\text{máx.}}$$

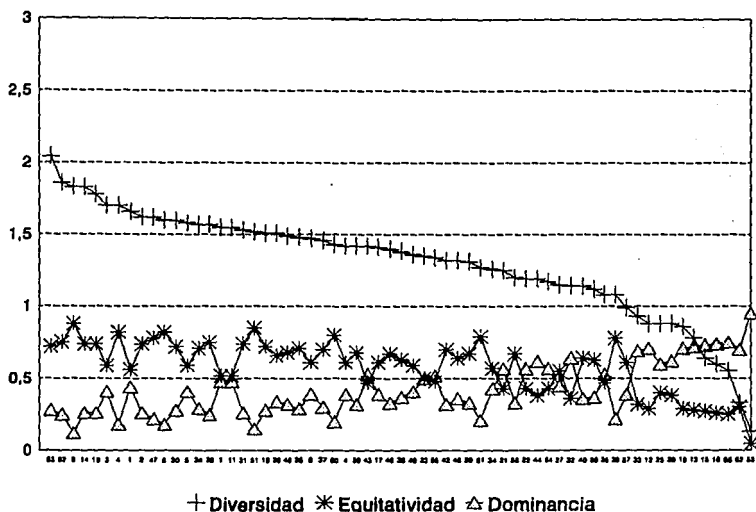
De acuerdo con este índice, al aumentar el número de especies o la uniformidad se incrementará la diversidad (Signoret y Santoyo, 1977); pero como ya se mencionó, la riqueza no afectó el índice de diversidad en este estudio. Sin embargo, se observó que la equitatividad se comportó de una manera paralela a la diversidad (Figuras 7.1 a 10.1).

Otro aspecto que se tomó en cuenta fue la dominancia, que se define como la cobertura de todos los individuos de una especie, de tal forma que nos proporciona información de la influencia de dicha especie sobre la comunidad (Krebs, 1985). En este estudio los géneros dominantes son identificados por su abundancia. Se determinó la dominancia de acuerdo a la siguiente fórmula: $D = 1 - E$. Este parámetro reflejó una relación inversa entre la diversidad y las condiciones, de fuerte dominancia por parte de algunas especies; concordando con lo reportado por Chávez (1979).

Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

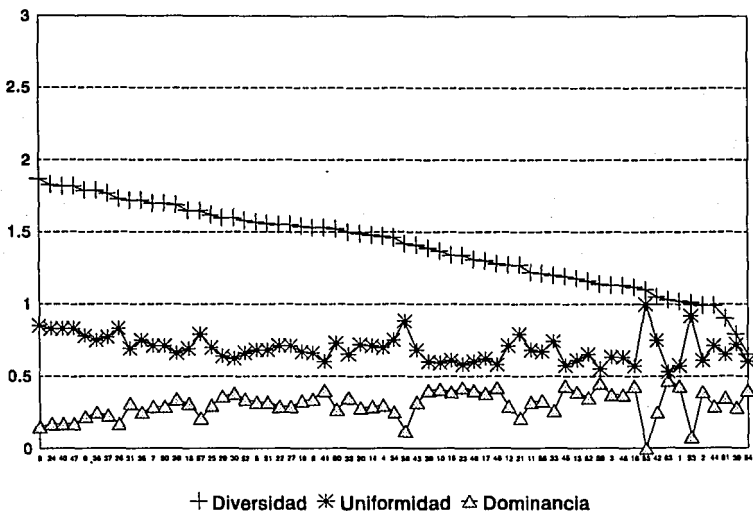
La Figura 7.1 representa la ordenación de la diversidad de diatomeas para esta región, con respecto a cada una de las estaciones de muestreo. El mayor índice de diversidad fue de 2.04 bits/individuo, y el menor de 0.13 bits/ind.; en ella se puede observar que la equitatividad sigue un comportamiento paralelo a la diversidad. Por otra parte cuando la dominancia y la equitatividad presentan valores intermedios (alrededor de 0.5), la diversidad se hace constante en un transecto, hasta que uno de los dos parámetros anteriores se vuelve dominante. Se observa además que en el momento en que la dominancia es mucho mayor a la equitatividad, la diversidad y la equitatividad se abaten.

Fig. 7.1. Parámetros ecológicos de la comunidad de Diatomeas.
Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.



En la Figura 8.1 se presentan los índices de diversidad para los dinoflagelados, con un intervalo de 0.65 a 1.87 bits/ind. En este caso, la equitatividad y la dominancia no se sobreponen, lo que significa que prácticamente sus poblaciones son muy homogéneas y en mayor proporción a las diatomeas. Los valores de diversidad son similares entre la mayoría de los puntos analizados para estos organismos.

Fig. 8.1. Parámetros ecológicos para la comunidad de Dinoflagelados.
Región Centro/Norte de la Zona Económica exclusiva de México.



Banco de Campeche.

La Figura 9.1 presenta un comportamiento similar entre la diversidad y la equitatividad (paralelos), mientras que la dominancia tiene un comportamiento inverso. Los índices de diversidad de diatomeas presentaron un intervalo de 1.04 a 2.25 bits/ind., con algunos puntos (24, 25, 27, 30, 31 y 38), mayores a 2.0 bits/ind., en mayor proporción a la zona Centro/Norte, donde sólo una estación (63), es mayor a ese valor, además de que este punto también se localiza en el Banco de Campeche. La dominancia sólo fue ligeramente mayor a la equitatividad en los puntos donde la diversidad decae bruscamente, en la estación 49 (0.37 bits/ind.).

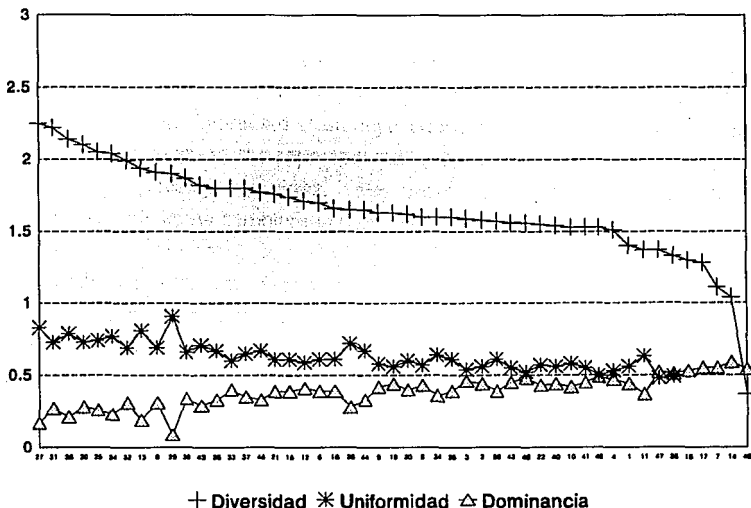
La Figura 10.1 tuvo un intervalo de diversidad para los dinoflagelados de 0.59 a 1.79 bits/ind.; observándose que la equitatividad también tiene un comportamiento paralelo a la diversidad, pero además se presenta con mínimas fluctuaciones, lo que podría ser un indicio de una mayor distribución del número de individuos por especie, que para este

estudio está representado por el nivel genérico. En el punto donde cae la diversidad (parte final de la gráfica), sólo hay un ligero predominio de la dominancia sobre la equitatividad (Estaciones 9 y 13). Situación que no ocurre para la zona Centro/Norte donde se notó más la presencia de géneros dominantes.

La comunidad de dinoflagelados presentó una equitatividad más homogénea y constante que la de las diatomeas, así como una menor dominancia entre sus individuos, para la época de estudio.

Al comparar la Figura 7.1 con la 9.1; se observa que los parámetros ecológicos manejados para la zona Centro/Norte son más fluctuantes que para el Banco de Campeche, lo cual se debe a que ésta última área se localiza dentro de la plataforma continental, mientras que la primera se localiza en zonas oceánicas además de la nerítica.

Fig. 9.1 Parámetros ecológicos para la comunidad de Diatomeas.
Sonda de Campeche.



Con respecto a las Figura 8.1 y 10.1, las comunidades de dinoflagelados mantuvieron prácticamente constantes sus valores de diversidad y equitatividad, en ambas regiones. La

equitatividad en este caso, fue más homogénea para la zona Centro/Norte que para el Banco de Campeche y por lo tanto, también la dominancia.

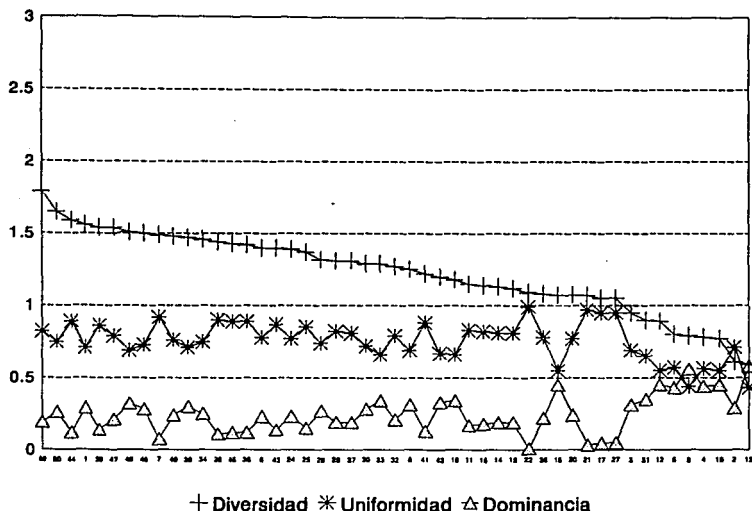
La Figura 11.1 muestra la distribución espacial de los índices de diversidad de Shannon-Wiener para las diatomeas en el área de estudio, que comparadas con la Figura 11, concuerdan en parte con la diversidad intermedia que se señala en ambas figuras. Se localizaron los valores de mayor diversidad en la Sonda de Campeche.

Por otra parte en la Figura 12.1 con respecto a la 12, se observa algo similar, además de coincidir en algunos puntos de baja diversidad en el Banco de Campeche (2, 12 y 31). El hecho de que en toda el área de estudio este índice de diversidad sea prácticamente uniforme podría deberse a que permaneció constante la probabilidad de ocurrencia de los diferentes géneros como lo menciona Margalef (in: Sourmia, A. 1978. Phytoplankton Manual. UNESCO, París. 337p.).

Margalef (*op. cit.*), remarca que la diversidad es considerada baja, si sólo una o pocas especies son dominantes, seguidas de una rápida disminución del número de otras especies. De acuerdo a esto, la diversidad reportada en este estudio se puede considerar como baja, ya que sólo dominaron algunos géneros de diatomeas y dinoflagelados. Según este mismo autor, la diversidad disminuye cuando los individuos de especies raras son sustituidos por individuos de especies que fueron más comunes; o cuando una o más especies se multiplican con rapidez. Tales eventos pueden suceder cuando el ecosistema está sujeto a condiciones cambiantes o estres.

Además de que las áreas de surgencia, así como las áreas contaminadas, generalmente presentan una diversidad relativamente baja, al menos en sus centros. Esto es explicado parcialmente por el hecho de que un número limitado de especies pueden prosperar en las condiciones prevalecientes de tales lugares. Lo anterior podría explicar las bajas diversidades reportadas en la zona nerítica del área de estudio, ya que algunos puntos en el Banco de Campeche y norte de Veracruz se encuentran sujetos a constantes surgencias, así como aportes continentales. El resto de la explicación debe ser tomada con respecto al intenso flujo de energía, expresada en un alto porcentaje de multiplicación, mortalidad y dispersión.

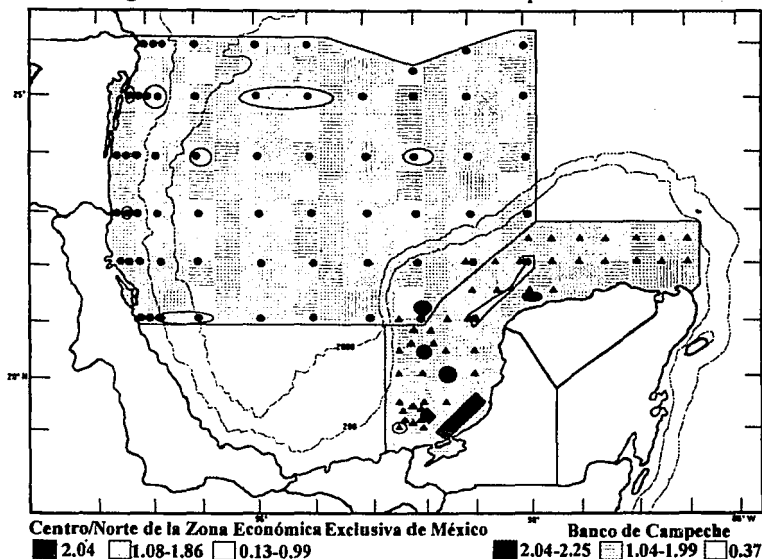
Fig. 10.1. Parámetros ecológicos para la comunidad de Dinoflagelados.
Banco de Campeche.



Cuando las condiciones permanecen constantes por un tiempo, la multiplicidad de nichos y la acumulación de especies debida a un pasado evolutivo o sucesional se reflejan en una alta diversidad (Margalef, *op. cit.*).

La distribución de las medidas de diversidad usando el índice propuesto tiene forma de campana y un límite superior independientemente de qué tan gran grande sea el total del número de especies. La interacción entre las especies en una comunidad tiende a restringir el rango de variación de la diversidad, situación que podría ser la causa de lo observado en el área de estudio, en donde la mayoría de los índices se encuentran entre 1.01 y 1.99 bits/ind. Solamente en los casos que se muestran en las vitrinas de los museos o en las preparaciones con diatomeas seleccionadas podría haber valores muy altos de diversidad. En comunidades naturales los valores numéricos del índice de diversidad de Shannon-Wiener, rara vez exceden los 5 bits/ind. (Margalef, *op. cit.*); por lo que los valores registrados en el presente estudio se encuentran dentro de los límites normales.

Fig. 11.1 Índices de Diversidad de Shannon-Wiener para las Diatomeas.



Usualmente la diversidad es registrada en subgrupos del ecosistema completo, extraídos más o menos arbitrariamente, tales subgrupos son definidos por afinidad taxonómica (fitoplancton, diatomeas, bacterias, copépodos, etc.), y/o por métodos de muestreo (Plancton neto, método de Utermol). Este hecho favorece lo realizado en este trabajo al realizar los análisis por separado de diatomeas y dinoflagelados. Si se hace la referencia o extrapolación de la diversidad a toda la comunidad ésta debe basarse en la suposición, raramente probada, de que la diversidad calculada para una muestra o grupo de organismos seleccionados refleja la diversidad total. Pero en fitoplancton marino, dar un ejemplo de tales suposiciones es un riesgo; ya que la diversidad de las poblaciones de diatomeas está pobremente correlacionado con la diversidad del fitoplancton total. Esto es porque el máximo desarrollo y la diversificación de las diatomeas depende de los eventos (mezcla de niveles apropiados de turbulencia), característicos de períodos, cuando la diversidad de otros grupos es baja. (Margalef, 1961).

Cualquier intento de extraer algún significado de tales datos debe ser sujeto a una valoración o apreciación crítica, basado en las consideraciones presentadas arriba. La

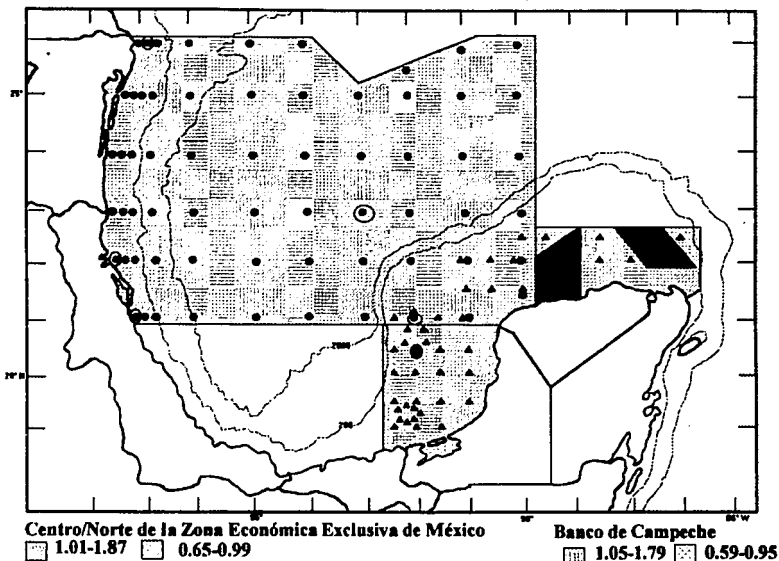
mayoría de los trabajos de fitoplancton usan el índice de Shannon-Wiener, por ser "elegante" y práctico. La diversidad del fitoplancton está generalmente entre 1 y 2 a 5 bits/ind., en aguas costeras, siendo especialmente bajo en áreas estuarinas, contaminadas o áreas de surgencia; este hecho de alguna manera apoya los resultados del análisis de la diversidad usando los gráficos de caja con muesca (Figuras 7 a 10), en donde las zonas más bajas de este parámetro ecológico se localizan en la región nerítica, donde hay surgencia en algunos puntos, así como una constante mezcla de estas aguas (flujo vertical), como lo establecen Muller-Karger *et. al.* (1991).

Al observar la localización de las estaciones de menor diversidad de diatomeas según Shannon-Wiener, para la zona Centro/Norte; éstas sí se encuentran asociadas a zonas donde posiblemente hay surgencias: por ejemplo, la estación 29 presenta isolíneas de concentración de nitratos que fueron de las más altas (58.85 ppb), de igual manera existe ahí una disminución concéntrica de temperaturas, lo que sucede cuando hay afloramientos de agua profunda y más fría. Los puntos de monitoreo 62 y 53 tienen cambios constantes de salinidad que van de 34.5 ‰ a 36.5 ‰; con cambios constantes de oxígeno (5.74 a 6.04 ppm), y pH (8.11 a 8.20) en esta zona. La estación 25 también está asociada a surgencias ya que se observa un afloramiento de nitratos que llega a alcanzar concentraciones de 99.61 ppb.

Para el caso de los dinoflagelados para la misma región analizada anteriormente, se presentó una distribución similar a la de las diatomeas. Por otra parte para el Banco de Campeche se observó una situación semejante a lo señalado para esta área, notándose que para las diatomeas sólo existió un punto con una diversidad menor a 1 ($H' = 0.37$ bits/ind.), en tanto que para los dinoflagelados fue mayor el número de estaciones con diversidad menor a 1 (cuadro 12 del Anexo A y Fig. 12.1).

Es interesante notar que el índice de diversidad para los dinoflagelados en toda el área de estudio, no llegó a 2 bits/ind., mientras que para las diatomeas en la zona Centro/Norte sólo la estación 63 sobrepasó ese valor (2.04), la cual se encuentra en el Banco de Campeche, lugar donde se registraron únicamente valores de diversidad mayores a 2 bits/ind.

Fig. 12.1 Índices de Diversidad de Shannon-Wiener para Dinoflagelados.



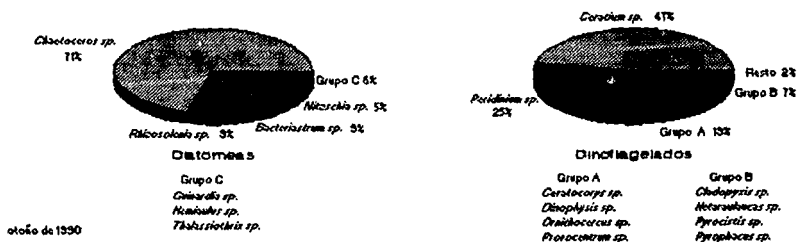
Los valores de 3 y 4 a 5 bits/ind., son más frecuentemente medidos en plancton oceánico, estos valores de (3 bits/ind.), se registraron sólo en la diversidad máxima para las diatomeas de la zona Centro/Norte de la zona costera. Por otra parte las fuertes proliferaciones de coccolitofóridos pueden ser la causa de valores bajos de diversidad locales. Aunque la diversidad es usualmente baja en los centros de las áreas de surgencia, la mezcla horizontal nos dirige a la observación frecuente de diversidades ligeramente altas alrededor de los centros de flujo vertical fuerte. En la mayoría de las áreas oceánicas de baja productividad se puede reconocer un gran número de especies con densidades de población un poco bajas y más uniformes resultando en diversidades cercanas a 5 bits/ind. Pero incluso en áreas oligotróficas como el mar de los Sargassos resulta una predominancia local o temporal de una o pocas especies que reportan bajas densidades (Margalef, 1974).

Densidad relativa de los géneros de diatomeas y dinoflagelados registrados en el área de estudio.

Diatomeas.

Los diatomeas registradas a nivel superficial para la porción Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México estuvieron representados en un 94% por los siguientes géneros (Fig. 13): *Chaetoceros* sp., 71%; *Rhizosolenia* sp., 9%; *Bacteriastrium* sp., 8%; *Nitzschia* sp., 5% y el grupo C que representa el 6%, formado por *Guinardia* sp., *Hemiaulus* sp. y *Thalassiothrix* sp.. De éstas, los géneros *Nitzschia* sp. y *Thalassiothrix* sp. son pennales y las demás centrales. Esto concuerda con lo reportado por Hasle (1976), quien reporta que las diatomeas céntricas están mejor representadas en el plancton marino que las diatomeas pennadas. Pero de hecho, los géneros pennados, *Thalassiothrix* y *Nitzschia* están muy bien representadas en aguas cálidas y oceánicas.

Fig. 13. Densidad relativa de diatomeas y dinoflagelados. Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.



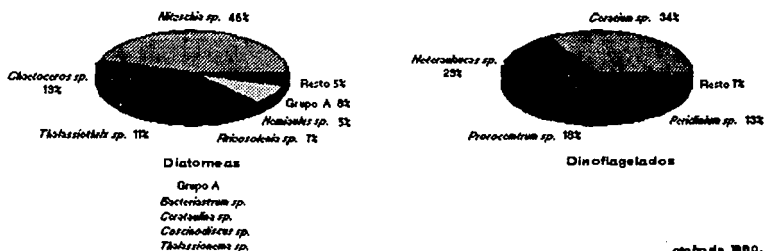
El resto representa solo el 1% del total registrado; por lo que los géneros anteriormente mencionados definen a las comunidades de diatomeas de esta región, principalmente el género *Chaetoceros* sp.. Este género, junto con *Hemiaulus* sp., *Guinardia* sp. y *Rhizosolenia* sp. ya habían sido reportados por El-Sayed (1972), por su alta frecuencia de ocurrencia en el Golfo de México. Saunders y Glenn (1967), reportaron a *Rhizosolenia* sp. como la más frecuente para todo el Golfo. Balech (1967; citado por El-Sayed, 1972), reportó florecimientos de *Guinardia* sp., género que ocasionalmente domina al fitoplancton junto con una profusión del alga verde-azul *Trichodesmium tiebautii*, la cual también se registró en el área de estudio presentando densidades totales para la Zona Centro/Norte de 4,719,490 céls./m³ y para el Banco de Campeche valores de 10,846,627 céls./m³ siendo mayores en

ésta última (Cuadros 4 y 6). *Chaetoceros* sp. y *Rhizosolenia* sp. se caracterizan por sus contornos distintivos, fácil retención en redes y por dar patrones de distribución característicos (El-Sayed, 1972).

Para el Banco de Campeche, el grupo de diatomeas dominantes representa el 95% del total registrado (Fig. 14), constituido por *Nitzschia* sp., 46%; *Chaetoceros* sp., 19%; *Thalassiothrix* sp., 11%; *Rhizosolenia* sp., 7%; *Hemiaulus* sp., 5% y el grupo "A", formado por *Bacteriastrum* sp., *Cerataulina* sp., *Coscinodiscus* sp. y *Thalassionema* sp., representa el 8%. Los géneros *Nitzschia* sp., *Thalassiothrix* sp. y *Thalassionema* sp. son pennales y las demás centrales. El resto de diatomeas sólo está representado con una densidad relativa del 5%.

La región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana y el Banco de Campeche presentaron como dominantes para esta época de muestreo (otoño), a los géneros *Chaetoceros* sp. y a *Nitzschia* sp., respectivamente.

Fig. 14. Densidad relativa de diatomeas y dinoflagelados. Banco de Campeche.



Dinoflagelados.

Por otra parte, los Dinoflagelados registrados en la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana; estuvieron representados en un 47 % por los géneros *Ceratium* sp. y *Peridinium* sp. con el 25%. El resto representa el 28% del total de Dinoflagelados observados (Fig. 13), definiendo los géneros anteriormente mencionados a la comunidad muestreada para esa época de colecta.

La densidad relativa de dinoflagelados para el Banco de Campeche presenta a *Ceratium* sp., 34%; *Heteraulauca* sp., 29%; *Prorocentrum* sp., 18% y a *Peridinium* sp., 13%

como a los géneros dominantes (94%); representando el resto sólo el 6% del total registrado. A diferencia de la zona Centro/Norte; en el Banco de Campeche, dos géneros más de dinoflagelados fueron también dominantes (*Heteraulaucas* sp. y *Prorocentrum* sp.), (Figura 14).

Para las dos áreas muestreadas apareció *Ceratium* sp. como principal género dominante, la cual ha sido reportada cosmopolita por Hasle (1976).

Se puede observar, que no todas las especies de la comunidad revisten igual importancia en cuanto a la determinación de las características de ella. De los géneros reportados en el área de estudio, unas cuantas ejercen control importante en la comunidad; por virtud de su tamaño, el número de sus individuos o sus actividades. Los géneros dominantes son los que tienen un elevado índice de éxito ecológico, y que determinan en gran parte las condiciones bajo las cuales crecen los géneros con ellas vinculadas (Krebs, 1985).

En la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva Mexicana; se registraron 35 géneros de diatomeas y 14 de dinoflagelados. Para el Banco de Campeche, 40 géneros de diatomeas y 16 de dinoflagelados.

En el Banco de Campeche se observó un mayor número de géneros tanto de diatomeas (*Caloneis* sp., *Cimatopleura* sp., *Diploneis* sp., *Mastogloia* sp. y *Suirella* sp.), como de dinoflagelados (*Noctiluca* sp. y *Amphisolenia* sp.), los cuales no fueron registrados en esta época de estudio, en la región Centro/Norte. Mientras que los géneros de diatomeas *Dytilum* sp. y *Navicula* sp., sí se registraron en esta área, sin que aparecieran en la zona Sur del Golfo de México.

Para el Banco de Campeche la diatomea *Nitzschia* sp. resultó ser el género dominante, lo cual, concuerda con algunos trabajos anteriores (El-Sayed, 1972; Santoyo y Signoret, 1975), quienes reportan a *Nitzschia* como un género costero que tolera amplias variaciones de temperatura y de salinidad confiriéndole el carácter de euriterma y eurihalina debido a que ocurre en gran proporción en zonas de gradiente elevado, además de éste, también reportan a géneros de diferente distribución espacial como a *Thalassionema* sp. que es común de aguas estuarinas y costeras.

Thalassiothrix sp., es considerada como oceánica y sin embargo, se ha registrado en gran proporción en zonas costeras. Parece ser que las poblaciones de este género son llevadas a la costa por acción de la marea.

Chaetoceros atlanticum ha sido reconocida como una especie característica de aguas antárticas; Fukase (1967), supone que esta especie es transportada en el agua antártica intermedia que aflora en las costas de Yucatán, y traída por las corrientes que influyen en esta región (Bessonov *et. al.*, 1971). Los géneros anteriormente mencionados, fueron los dominantes en el presente estudio, para la zona sur del Golfo de México (Figs. 13 y 14).

Para el área monitoreada correspondiente a la región Centro/Norte; el género *Chaetoceros* sp. resultó ser dominante, el cual, junto con *Rhizosolenia* sp., *Hemiaulus* sp. y *Guinardia* sp. han sido reportados por varios autores (El Sayed, *op. cit.*; Zernova, 1972; Santoyo y Signoret, 1975), por su alta frecuencia de ocurrencia en el Golfo de México.

Otros géneros observados en este estudio, son: *Thalassionema* sp. y *Cerataulina* sp.; los cuales, tienden a ser ubicuos, aunque se les ha registrado más como estuarinos. Balech (1972; citado por El-Sayed, *op. cit.*), registró florecimientos de *Cerataulina* sp. en el Golfo, los que relacionó como una respuesta a altas concentraciones de nutrientes. Un género que se registró en la zona pelágica (sin ser prolífica) y que se encontró a lo largo de toda la línea costera del Golfo es *Asterionella* sp.; así como *Skeletonema* sp., que presentó una tendencia de distribución general.

Los géneros que son característicos por sus contornos distintivos, fácil retención en redes; y por dar patrones de distribución comparativos son *Chaetoceros* sp. y *Rhizosolenia* sp.. El género que presenta limitaciones de distribución dependientes de influencias ambientales complejas es *Biddulphia* sp., lo cual explica su mayor frecuencia de aparición en el Banco de Campeche que en la zona Centro/Norte del Golfo; a este género se le ha caracterizado como indicador de dirección y velocidad de corrientes (El Sayed, *op. cit.*).

Dentro del grupo de los dinoflagelados, en el área estudiada destacan los géneros *Ceratium* sp. y *Peridinium* sp., para la zona Centro/Norte. *Ceratium* sp., *Heterolaucus* sp., *Prorocentrum* sp. y *Peridinium* sp. para el Banco de Campeche. Lo cual, concuerda con lo reportado por Balech (1967; citado por El-Sayed, *op. cit.*), quien sugiere que los géneros como *Ceratium* sp., están distribuidos tanto en zonas neríticas como oceánicas. Otros géneros son primariamente oceánicos pero se encuentran en áreas neríticas ya que

dependen de la distribución estacional y de las corrientes como son los casos de *Ceratocorys* sp., *Pyrocistis* sp. y *Pronoctiluca* sp.. Otros de los géneros reportados que tienen amplia frecuencia de ocurrencia son *Pyrophacus* sp., *Ornithocercus* sp., *Cladopyxis* sp., *Dinophysis* sp., *Oxytoxum* sp. y *Podolampas* sp.. Se considera a los géneros *Ornithocercus* sp., *Ceratocorys* sp., *Dinophysis* sp. y a *Ceratium* sp. como indicadores de surgencias (Llangovan, 1987).

La frecuencia de aparición de dinoflagelados fue menor para el Banco de Campeche, que para la zona Centro/Norte del Golfo de México. Aunque la densidad de organismos fue ligeramente mayor en aquella región para algunos géneros (*Ceratium* sp., *Peridinium* sp. y *Prorocentrum* sp.).

Densidad Relativa Total.

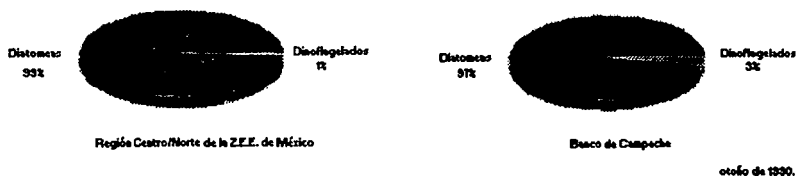
Para la época de estudio correspondiente a los meses de octubre y diciembre (otoño), se encontró una marcada dominancia de las diatomeas sobre los dinoflagelados.

La zona Centro/Norte del Golfo de México presentó un 99% de la densidad relativa total de diatomeas, contra el 1% de los dinoflagelados (Fig. 15).

Asimismo, en el Banco de Campeche se observó una densidad relativa total de diatomeas del 97%, contra el 3% de los dinoflagelados (Fig. 16).

El Cuadro 15 (Anexo A), presenta la clasificación taxonómica de los géneros de diatomeas y dinoflagelados registrados para la época y lugar de estudio.

Figs. 15 y 16. Densidad relativa total de diatomeas y dinoflagelados.



ANÁLISIS DE RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS.

Los parámetros físico-químicos evaluados en la región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México y el Banco de Campeche se presentan en las Figuras 17 a la 30; en donde se puede apreciar su comportamiento superficial a través de isolíneas de concentración. Los valores nominales de cada parámetro registrados en el área de estudio se presentan en los Cuadros 7 y 8.

Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

Temperatura

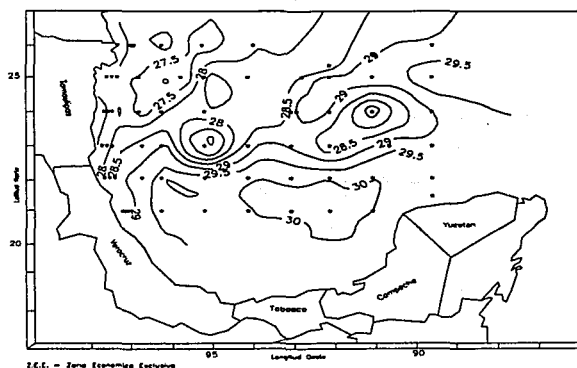
superficial (Fig. 17).

En esta figura se observan las isolíneas de temperatura más bajas en la porción norte (26° latitud norte y 96° de longitud oeste), con una temperatura mínima de 26°C ; ésta fue aumentando conforme descendió la latitud y

se acercó a una región tropical, como lo es el Banco de Campeche. Las temperaturas más elevadas (30°C), se encontraron entre los 20° y 22° de latitud norte y los 91° y 93° de longitud oeste. Se registró una temperatura media de 28.63°C . Esto coincidió con los valores registrados por Churgin y Halminski (1974), quienes reportaron una temperatura máxima de 29.41°C , una mínima de 25.09°C y un promedio de 27.35°C .

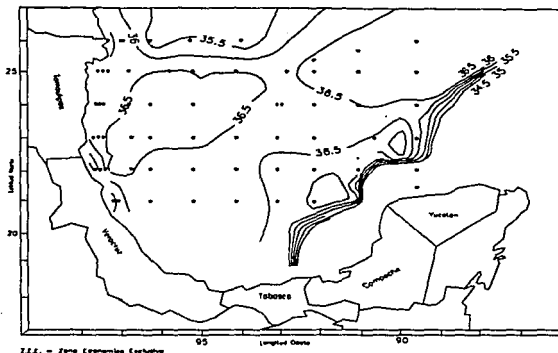
Salinidad superficial (Fig. 18). Este parámetro fue prácticamente homogéneo en toda la zona monitoreada, disminuyendo en unas décimas en la plataforma continental. Hacia el norte, a los 26° de latitud norte se observó una disminución paulatina en la salinidad, debido a la presencia de ríos y lagunas en la zona. El valor de salinidad promedio fue de 36.600 ‰. El valor más alto se localizó en las estaciones de muestreo 61 y 62 (37.077 ‰ y 37.065 ‰, respectivamente), a partir de las cuales se presentaron variaciones constantes de la salinidad hasta hacerse estable (34.800 ‰); dichas variaciones se localizaron

Fig. 17. Temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



cercanas a los límites de la plataforma continental del Banco de Campeche. Las estaciones con las más bajas salinidades resultaron ser la 43 y 54 (34.500 ‰ y 34.760 ‰, respectivamente); las cuales se localizan en una zona de importantes aportes continentales (Fig. 1).

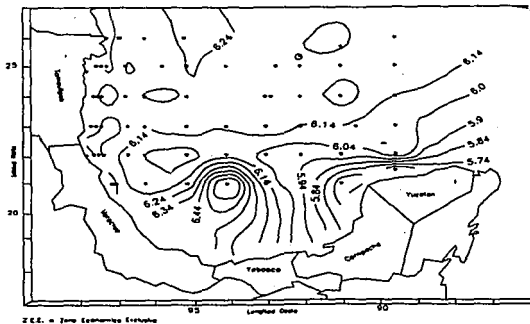
Fig.18. Salinidad superficial (‰/oo). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



Churgin y Halminski (1974), registraron para esta zona y época de estudio valores máximos de 36.770 ‰, mínimos de 35.850 ‰ y un promedio de 36.350 ‰; valores que se encuentran entre los reportados para este estudio.

Oxígeno disuelto superficial (Fig. 19). En esta figura se puede apreciar que de los 23° a los 26° de latitud norte el O₂ disuelto se mantuvo homogéneo con un intervalo de 6.14-6.24 ppm. A partir de los 22° de latitud norte hacia una menor latitud, se distinguieron dos grupos de isólineas: En el grupo de isólineas ubicada en la red central inferior se ubicaron cambios continuos entre las estaciones 49, 58 y 59; que va de un intervalo de 6.14 a 6.44 ppm de norte a sur. A partir de la estación 60 se dió un cambio en las concentraciones del O₂ disuelto superficial, disminuyendo (6.14 a 5.74 ppm), hacia la estación 62 en la Sonda de Campeche. Algo similar sucedió entre las estaciones 53 y 63, en donde se pasa de 6.04 a 5.74 ppm de norte a sur. Por lo anterior se puede considerar que la zona central y norte del área

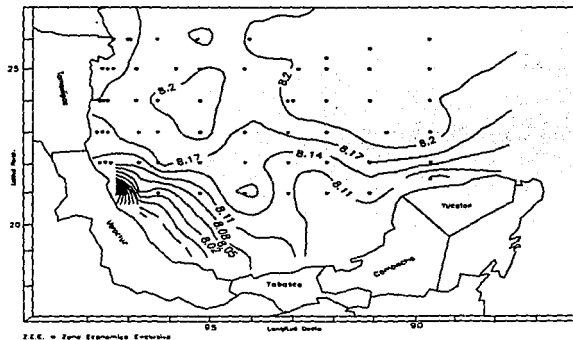
Fig. 19. Oxígeno superficial (ppm). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



monitoreada fue más estable a nivel superficial que el área sur de la red de monitoreo, por sus mayores variaciones en sus condiciones superficiales. Las estaciones con las concentraciones de oxígeno disuelto más elevadas fueron la 43 (6.49 ppm), y 54 (6.43 ppm), situados en una zona con importantes aportes continentales; la de menor concentración fue la 63 (5.44 ppm) en la plataforma de Yucatán. Se reportó un valor promedio de 6.13 ppm.

pH superficial (Fig. 20). En esta figura, se observó cierta homogeneidad a nivel superficial, que va en general de 8.02 a 8.20, variando tan sólo en unas décimas. De los 23° a los 26° de latitud norte, cubriendo el área monitoreada, el pH se mantuvo constante (8.20) disminuyendo ligeramente en la plataforma continental, frente a la Laguna Madre del Estado de Tamaulipas.

Fig. 20. pH superficial, Centro/Norte de la Z.L.E. de México.



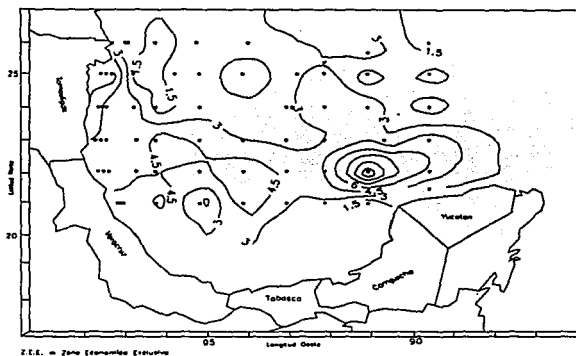
Las estaciones de muestreo ubicadas entre los 21° y 22° de latitud norte y los 97° y 95° de longitud oeste presentaron la mayor variación de pH; que va de la zona oceánica (8.02), a la nerítica (8.17); cuya disminución gradual se debe al contacto de los efluentes de ríos y lagunas presentes en esa área.

En la plataforma de Yucatán se observó una pequeña disminución en los valores de este parámetro, de la estación 42 (8.20) que se encuentra en los límites de la plataforma continental a la 63 (8.11) localizada en la región nerítica de Yucatán. El valor más alto de pH fue de 8.23, registrado en la zona oceánica; mientras que el menor pH se registró en la estación 54 (7.66). El pH promedio fue de 8.16.

Fosfatos superficiales (Fig. 21). En la figura citada, la concentración de fosfatos presentó una tendencia a aumentar en la zona nerítica. En la región este del área monitoreada, se mantuvieron valores de 3.00 ppb, y de 4.50 a la altura de los 96° de

longitud oeste. La zona central de la red de monitoreo (oceánica), mantuvo constantes sus valores superficiales de fosfatos (3.00 ppb); lo que concuerda con lo reportado por Zernova (1972), quien reportó valores menores a 5.00 ppb en esta área.

Fig. 21. Fosfatos superficiales (ppb). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



La región comprendida entre los 22° y 21° de latitud norte y los 97° y 92° de longitud oeste mantuvo una concentración de 4.50 ppb. En el Banco de Campeche se localizaron isoclasas concéntricas ubicadas en la estación de monitoreo 52, la cual, presentó los valores más altos de fosfatos

(12.44 ppb), lugar donde podría sugerirse un posible afloramiento de este nutriente, provocado por la fricción del fondo por la Corriente de Lazo. Existieron algunas estaciones (3, 4, 9, 13, 16, 19, 25 y 31), en las que no se pudo detectar la concentración de este nutriente. Se observó una concentración promedio de 3.78 ppb.

Según Zernova (1972), el principal factor determinante en el grado de desarrollo de las algas en el Golfo de México; es la presencia de fosfatos en la capa fotosintética; durante su estudio, la concentración de fosfatos varió de indetectable a 82.38 ppb, con un valor promedio de 6.82 ppb, excepto por algunos valores altos (>309.70 ppb.), en el Golfo noreste y este. En la región oeste central y suroeste, los valores de fosfatos que registró fueron menores a 15.49 ppb; lo que de alguna manera coincide con lo registrado en el presente estudio.

Nitratos superficiales (Fig. 22). La concentración de nitratos en el área estudiada presentó un comportamiento muy significativo, ya que se observaron tres regiones con isoclasas concéntricas; en las cuales, se podrían sugerir afloramientos de este nutriente. La primera se localizó entre los 23° y 25° de latitud norte y 97° y 95° de longitud oeste, frente a la Laguna Madre (Estado de Tamaulipas), observándose isoclasas concéntricas que

fueron de 7.59 ppb a 99.61 ppb, cuyo valor máximo correspondió a la estación de monitoreo número 24, además de ser la concentración más elevada registrada en esta red de monitoreo.

El segundo grupo de isolíneas concéntricas en importancia por sus altos valores registrados, se localizó entre los 22° y 25° de latitud norte y 90° y 94° de longitud oeste, con un intervalo de 7.59 a 58.85 ppb, este último valor correspondió a la estación 29, que es la segunda en concentración más alta.

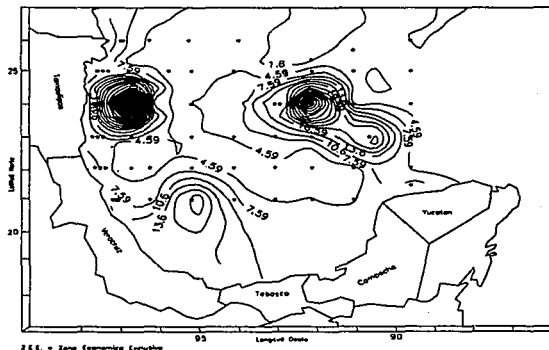
La tercera región se encontró entre los 20° y 22° de latitud norte y 94° y 96° de longitud oeste, con valores concéntricos de 7.59 a 25.28 ppb, este último valor pertenece a la estación 58. Fuera de estas áreas localizadas; las concentraciones de nitratos se mantuvieron constantes (4.49 ppb), principalmente en la zona

centro (oceánica). El valor mínimo registrado se dió en la estación número 7 (1.59 ppb). Se registró una concentración promedio de 8.78 ppb.

El-Sayed (1972), reportó para esta misma región valores que se encontraron en un rango de 0.7 a 30.8 ppb, con una media de 3.22 ppb. Además determinó que el reciclado de nutrientes en la capa superficial del Golfo de México, se debe a surgencias, tormentas (que inducen la mezcla del agua), y descargas de ríos, los cuales tienen profundos efectos en la producción orgánica del Golfo.

Clorofila "a" superficial (Fig. 23). La clorofila "a" superficial presentó una distribución diferenciada. En la región Centro/Norte que se encuentra localizada en la zona oceánica, se observaron concentraciones que van de 0.23 a 0.43 mg/m³, de norte a sur; área con los valores más bajos registrados. Se observó un incremento en la concentración de clorofila "a", tanto en la zona sureste como en la región oeste, hacia la plataforma continental (0.43 a

Fig. 22. Nitratos superficiales (ppb). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.

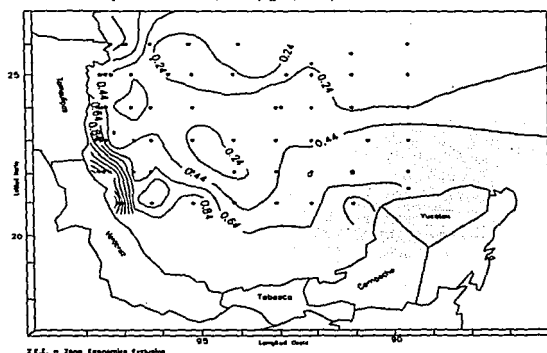


0.63 mg/m³), principalmente entre los 21° y 23° de latitud norte y 97° de longitud oeste. La zona con las más elevadas concentraciones de clorofila "a", se situaron frente a la Laguna de Tamiahua (Estaciones 43, 44, 54 y 55), además de los puntos de monitoreo 2, 32 y 58. Dicha zona podría considerarse como la de mayor productividad.

El punto de monitoreo con mayor concentración, correspondió al número 54 (2.67 mg/m³), lo anterior concuerda con lo reportado por El-Sayed (1972), quien encontró altas concentraciones de clorofila "a" (2.35 mg/m³), al norte de Veracruz; ésta región se localiza frente a importantes aportes fluviales, lo que podría explicar de alguna forma los elevados valores registrados.

La menor concentración perteneció a la estación 8 (0.068 mg/m³). El valor promedio observado fue de 0.51 mg/m³, el cual se encuentra por arriba del observado por El-Sayed (1972), para esta misma área, que fue de 0.20 mg/m³.

Fig. 23. Clorofila "a" superficial (mg/m³). Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



la luz y disponibilidad de nutrientes).

Mientras que la baja surgencia, el pastoreo, y la flotación aunque son procesos importantes, juegan un papel más pequeño en el control de la abundancia del fitoplancton, estimulado por nuevos aportes de nitrógeno (nitratos). Asimismo registró concentraciones de 0.18 mg/m³ de diciembre a febrero y valores bajos (similares a 0.06 mg/m³), de mayo a julio. Para la zona oceánica reportaron que la concentración de clorofila "a", comienza a ser homogénea en octubre, coincidiendo con lo registrado en el presente estudio (Fig. 23).

Lo anterior concuerda con las observaciones hechas por Mueller-Karger *et al.* (1991), quienes determinaron que el factor simple más importante que controla las variaciones en la concentración de la clorofila "a" en las aguas del Golfo de México, es la profundidad de la capa de mezcla (limitación de

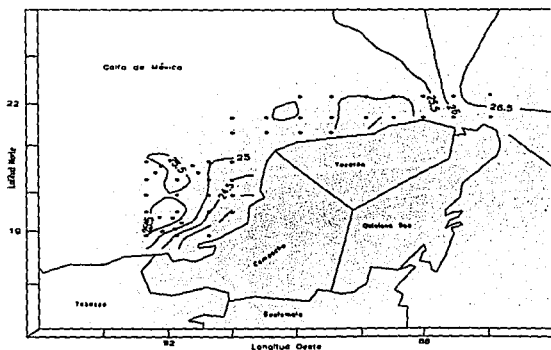
Mueller-Karger *et. al.* (1991), reportaron el mismo comportamiento en las diferencias de concentración de clorofila "a" entre la zona nerítica y la oceánica, de la misma manera como se observó en este estudio.

En general, las concentraciones de clorofila "a" sobre la zona nerítica fueron más altas ($>0.5 \text{ mg/m}^3$) relativas a los valores oceánicos (0.2 mg/m^3 ó menos), con extremos presentados en áreas restringidas a lo largo de la costa ($>5.0 \text{ mg/m}^3$), registraron además que concentraciones de biomasa algal son persistentes sobre el Banco de Campeche. De acuerdo a lo anterior se puede considerar que las concentraciones de clorofila "a" registradas en el presente estudio son relativamente altas.

Banco de Campeche.

Temperatura superficial (Fig. 24). La temperatura superficial en esta región, presentó una disminución gradual de la plataforma de Yucatán a la Sonda de Campeche, se dieron variaciones constantes de la estación 1 a la 6 (27.0°C a 25.5°C) región que corresponde a la entrada de la Corriente de Lazo al Golfo de México (frente a Cabo Catoche), con masas de agua predominantemente superficiales durante esta época de otoño; después de la cual la temperatura se mantiene constante hasta llegar a la Sonda de Campeche, en donde se presentaron disminuciones de la temperatura hacia la línea de costa. Las estaciones con las temperaturas extremas fueron la 25 y 1 (23.5°C y 27.0°C , respectivamente), y la media fue de 25.0°C .

Fig. 24. Temperatura superficial ($^\circ\text{C}$) del Banco de Campeche.



Lo anterior concuerda con los datos registrados por García (1980), quien mostró que existe una gran diferencia entre la parte norte y la suroeste del Banco de Campeche, cuya división se estableció después del meridiano 90° oeste. La diferencia entre las dos áreas la estableció debido a que en la región norte, las temperaturas mostraron una disminución

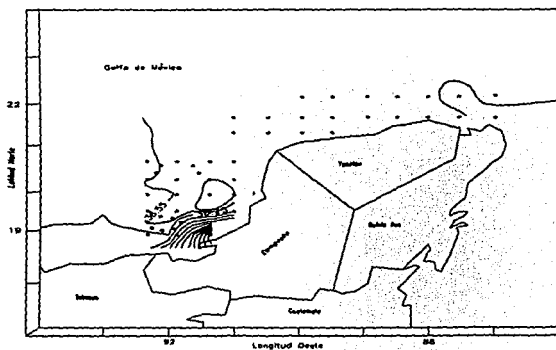
notable en los meses de verano, mientras que en la suroeste la temperatura en verano es más alta que en invierno. Esta división se basó fundamentalmente en la temperatura de fondo, ya que las temperaturas de las aguas superficiales no mostraron diferencias sustanciales.

Dentro de la zona norte, donde se presentaron todas las estaciones del año con valores más fríos que la suroeste, es posible destacar una subzona que correspondería a la parte oriental próxima al estrecho de Yucatán que muestra el efecto de la penetración de aguas frías profundas a la plataforma, alcanzando en algunos casos, la capa de 20 metros de los periodos de verano, otoño e invierno. Situación que también se puede apreciar en la Figura 24.

Salinidad superficial (Fig. 25). La salinidad superficial en el Banco de Campeche fue prácticamente homogénea. De la Sonda de Campeche a Cabo Catoche aumentó de 36.25 ‰ a 36.65 ‰, con variaciones paulatinas de décimas como se puede apreciar en esta figura. Las mayores variaciones se dieron en la Sonda de Campeche.

En la Plataforma de Yucatán la salinidad no varió (36.65 ‰), lo cual, se puede explicar por los aportes continentales de ríos y la laguna presente en la Sonda de Campeche (Laguna de Términos), que tienden a disminuir la salinidad; a diferencia de la plataforma de Yucatán en donde los aportes fluviales son escasos. La mayor concentración de sales se localizó en la estación 26 (37.00 ‰) y la menor en la 25 (32.95 ‰). El valor medio registrado fue de 36.53 ‰.

Fig. 25. Salinidad superficial (‰) del Banco de Campeche.

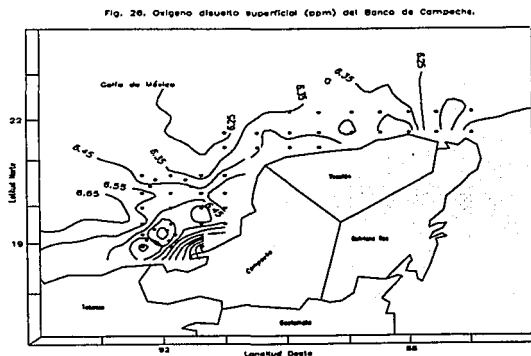


De acuerdo a García (1980), los registros de salinidad durante este estudio se encuentran dentro de los máximos para la zona norte (estrecho de Yucatán), y mínimos para la zona de Campeche por la influencia del desagüe continental. En general, las aguas de la Corriente

de Yucatán que llegan procedentes del Mar Caribe se caracterizan por presentar la salinidad más baja que las aguas de la parte occidental. No obstante, a la región occidental llegan las aguas diluídas en la capa superficial procedente del sudeste del Golfo de Campeche durante la mayor parte del año.

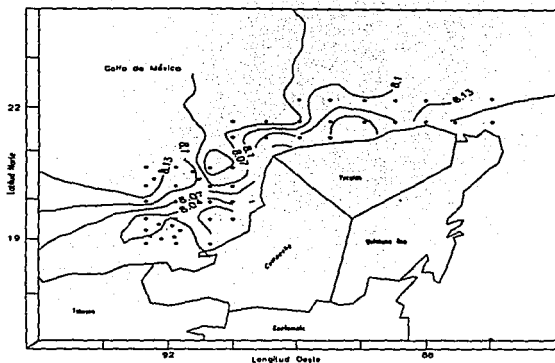
Según observaciones de García (*op. cit.*), en la parte litoral de esta región, cerca de la Laguna de Términos, existe constantemente una zona de alta salinidad que sobrepasa en algunos periodos los 37.50 ‰. Hecho que coincide con el punto de monitoreo 26, donde se registró el valor nominal más alto de salinidad en el presente estudio. Esta laguna es la fuente de estas aguas, allí tiene lugar la salinización intensiva de las aguas como resultado de una fuerte evaporación superficial.

Oxígeno disuelto superficial (Fig. 26). En esta figura se observa que los cambios en la concentración de oxígeno disuelto fueron mínimos a lo largo de toda la plataforma del Banco de Campeche. El aumento en décimas de este parámetro se dió de la plataforma de Yucatán (6.21 ppm) hacia la Sonda de Campeche, registrando el valor más alto, frente a la Laguna de Términos en la estación número 25 (7.23 ppm). La menor concentración registrada se dió en el punto de muestreo 40, situado en la Sonda de Campeche. La concentración media fue de 6.39 ppm.



Lo anterior coincide con lo reportado por García (1980), quien reporta el contenido máximo de oxígeno disuelto en la parte occidental de la plataforma (frente a la Laguna de Términos), y el mínimo en la parte oriental (Plataforma de Yucatán). Churgin y Halminski (1974), registraron para esta zona máximos de 4.86 ppm, mínimos de 4.46 ppm y un promedio de 4.58 ppm.

Fig. 27. pH superficial del Banco de Campeche.

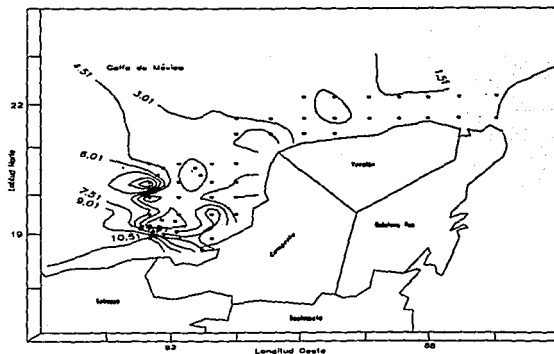


(8.07). El valor más alto reportado se localizó en la estación 2 (8.18) y el menor en los puntos 24, 26, y 29 (7.98). El valor promedio del pH fue de 8.08.

Fosfatos superficiales (Fig. 28). La concentración de este nutriente aumentó de la Plataforma de Yucatán a la Sonda de Campeche, con valores que fueron, en general, de 1.500 ppb a 10.500 ppb.

Los puntos de muestreo con los valores más altos registrados fueron: 26 (9.332 ppb), 45 (9.332 ppb), 46 (12.461) y la estación 49 (14.025 ppb), que fue la de mayor concentración registrada para este nutriente; las tres primeras se localizan frente a la Laguna de Términos. Las concentraciones mínimas

Fig. 28. Fosfatos superficiales (ppb) del Banco de Campeche.



registradas fueron de 1.511 ppb; y el valor promedio fue de 3.546 ppb.

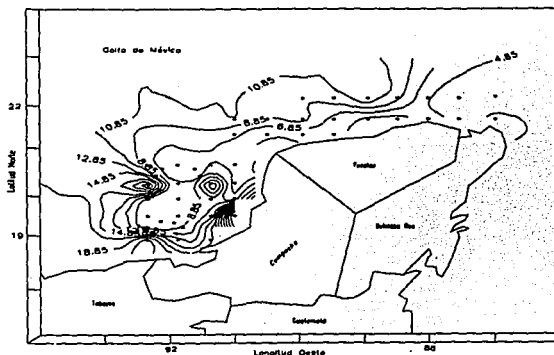
Zemova (1972), reportó que el agua del Banco de Campeche, recibe fosfatos adicionales por la emergencia de agua profunda en la zona nerítica y por la mezcla vertical, la cual ayuda a transferir a la superficie materia biogénica, regenerada en la capa del fondo.

Además sitúa surgencias ciclónicas en la parte oeste del Banco de Campeche y zonas de subsidencia en áreas abiertas profundas del Golfo de México y en la parte este del Canal de Yucatán. El mismo autor reporta sobre el Banco de Campeche altos contenidos de fosfatos (superiores a 0.150-0.250 ppb), en la parte suroeste aparentemente relacionadas con surgencias de agua profunda, lo que explica en parte lo registrado en el presente estudio.

Nitratos

superficiales (Fig. 29). A diferencia de los fosfatos, la concentración de nitratos fue mayor para toda el área del Banco de Campeche, con una tendencia similar; dado por un incremento paulatino de la Plataforma de Yucatán hacia la Sonda de Campeche, que fueron de 4.85 ppb a 16.85 ppb.

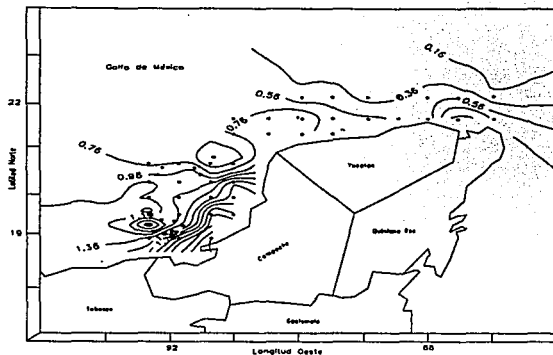
Fig. 29. Nitratos superficiales (ppb) del Banco de Campeche.



Como se puede observar en la presente figura; las mayores concentraciones de este nutrimento se localizaron en los puntos de muestreo frente a la Laguna de Términos, lo cual, es razonable por los constantes aportes continentales en dicha área. Los valores mínimo y máximo correspondieron a las estaciones 1 (2.85 ppb) y 24 (39.03 ppb). La concentración promedio registrada fue de 8.87 ppb.

Clorofila "a" superficial (Fig. 30). Este parámetro reflejó claramente las condiciones de la distribución de nutrientes en el Banco de Campeche. En la plataforma de Yucatán se encontraron las menores concentraciones de clorofila "a",

Fig. 30. Clorofila-a superficial (mg/m³) del Banco de Campeche.



reportándose a la estación número 1, como la más baja en este pigmento (0.159 mg/m³), además de que fue la de menor concentración de nitratos.

A medida que se avanzó hacia la sonda de Campeche, las concentraciones de clorofila "a" aumentaron; como se puede observar en la citada figura. El punto de muestreo número 15 se caracterizó por presentar un valor relativamente alto (1.029 mg/m³) a diferencia del grupo de estaciones que se encontraron a su alrededor. De manera general, se observó un aumento en la concentración de este pigmento en la Sonda de Campeche. La estación 25, fue la de mayor concentración registrada (3.004 mg/m³), en todo el Banco de Campeche; teniendo una ubicación cercana al punto 24 con mayor concentración de nitratos observados.

La región localizada justo enfrente de la Laguna de Términos (Cayo Arcas e Islas Triángulos), presentaron las más altas concentraciones de clorofila, en comparación con el resto de puntos monitoreados en esta área; por lo que se puede proponer a esta zona como la más productiva del área muestreada, estando de acuerdo con Day *et. al.* (1985), quienes la describen como una de las más productivas del Golfo de México. La concentración promedio registrada fue de 1.004 mg/m³.

ANALISIS ESTADISTICO MULTIVARIADO.

Los métodos estadísticos multivariados pueden utilizarse para estudiar la cubierta vegetal de los continentes y de los mares. La vegetación, entendiendo por ella, el conjunto de especies interactuantes que existen en una zona como resultado de la acción de los factores ambientales, constituye un universo multivariado que para su interpretación requiere la aplicación de técnicas y procedimientos holísticos (Laura, 1986).

Los métodos estadísticos multivariados pueden agruparse en dos conjuntos: los que permiten extraer información acerca de la interdependencia entre las variables que caracterizan a cada uno de los individuos, y los que permiten extraer información acerca de la dependencia entre una (o varias) variable (s) con otra (u otras). Entre los métodos de análisis multivariado para detectar la interdependencia entre variables y también entre individuos se incluye el análisis de factor, el análisis por conglomerados o "clusters", el análisis de correlación canónica, el análisis por componentes principales y el análisis de ordenamiento multidimensional, entre otros. Los métodos para detectar dependencia comprenden el análisis de regresión multivariado, el análisis de contingencia múltiple y el análisis discriminante (Laura, *op. cit.*).

En este trabajo se utilizó el método: análisis de factor, por estar ampliamente difundido entre las técnicas multivariadas y permitir extraer la máxima información posible del conjunto de datos estudiados, además de garantizar la validez de su aplicabilidad (García de León, 1988).

El análisis de factor tiene finalidades similares al análisis de componentes principales, ya que utiliza la técnica de variable dirigida, la cual, es apropiada cuando las variables provienen de una misma base o condición. La idea es obtener nuevas variables llamadas factores, las cuales, darán un mejor entendimiento de los datos. Mientras que el método de componentes principales produce una transformación ortogonal de las variables que no dependen de un modelo fundamental. El análisis de factor está basado en un modelo estadístico propio, estando más comprometido en explicar la estructura de la covarianza de las variables que en explicar las varianzas (Chatfield y Collins, 1980).

Para el análisis físico-químico se tomaron en cuenta las variables: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitratos y clorofila "a"; a las cuales se les aplicó un

análisis de correlación que dejó ver una relación preliminar entre las variables. Estos resultados sirvieron como entrada para llevar a cabo el análisis de factor.

El coeficiente de correlación (r), que resultó significativo (con una $p=0.05$), para las variables estudiadas de la zona Centro/Norte, fue únicamente la correlación negativa encontrada entre el pH y la clorofila "a" con una $r = -0.62$. Las Figuras 20 y 23, muestran visualmente esa relación, coincidiendo los valores más bajos de pH con los altos de clorofila. Lo anterior se localiza al norte de Veracruz, presentándose esta área como la más productiva de la zona de estudio.

La densidad de diatomeas y dinoflagelados con relación a la clorofila tienen una $r=0.46$ y $r=0.42$ respectivamente; lo que nos indica su relación directa en los aportes de este pigmento.

El Banco Campeche presentó una correlación más clara entre las variables biológicas y las físico-químicas, por la mayor homogeneidad presente en el área; aunque los valores de r no fueron significativos. Para esta área la correlación entre el pH y la clorofila fue de $r=-0.45$, con una $p=0.05$. Este mismo comportamiento entre las dos variables mencionadas, es similar al discutido para la región Centro/Norte.

De acuerdo a lo establecido por Thurman (1991); la clorofila se presenta asociada con los fosfatos ($r=0.38$) y los nitratos ($r=0.43$) de manera positiva. Lo anterior se puede corroborar en las Figuras 24 a la 30.

Análisis de Factor.

El propósito esencial del análisis de factor es describir, en lo posible, las relaciones de covarianza entre muchas variables en términos de unas pocas variables sobresalientes, llamadas factores. Básicamente, el modelo de factor está motivado por el siguiente argumento: Supone variables que pueden ser agrupadas por sus correlaciones. Esto es, todas las variables dentro de un grupo particular están altamente correlacionadas entre ellas mismas, pero tienen relativamente pequeñas correlaciones con variables en un grupo diferente. Es concebible que cada grupo de variables representa una construcción sobresaliente simple, o factor, que es responsable de las correlaciones observadas. El análisis de factor puede ser considerado como una extensión del análisis de componentes principales. Ambos pueden ser vistos como intentos de aproximar la sumatoria de la matriz

de covarianza. Sin embargo, la aproximación basada sobre el modelo de análisis de factor es más elaborada (Johnson y Dean, 1992).

Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

Al reducir la complejidad de las variables, se forman grupos relacionados que marcan la inclusión o exclusión dentro de cada grupo por el valor de carga. Este valor oscila entre 0.333 (Willemsen, 1973) y al menos 6/10 del mayor de las cargas del componente en cuestión (Arredondo *et. al.*, 1982).

El análisis de factor para las variables físico-químicas y de nutrimentos de esta zona, produjo tres factores (Cuadro 13), donde se puede observar a las variables que presentan mayor carga, las cuales se encuentran en negritas, y son las que definen a cada factor.

Cabe destacar que la variable fosfatos mantiene en los 3 factores un factor de carga constante (0.333), que de acuerdo a lo expuesto por Willemsen (1973) se considera dentro de los tres factores. Esto podría ser indicio de que los fosfatos son el nutrimento limitante y más importante en la productividad del fitoplancton. Aunque al ser tratados los datos de clorofila "a" y los nutrimentos con la técnica de regresión lineal simple; los coeficientes de correlación que fueron determinados entre la productividad del fitoplancton y los fosfatos fueron: $r=+0.109$, con una $r^2=1.18\%$; y para los nitratos se obtuvo una $r=-2.94 \times 10^{-3}$ con $r^2=0\%$.

Por lo que se puede ver, los coeficientes de correlación son muy bajos, pudiendo considerarse como insignificantes aunque por lo registrado en el análisis de factor podría sugerirse que los fosfatos son tan importantes como los nitratos. Aunque Myers e Iverson (1981) sugieren que las concentraciones de fosfato reactivo soluble son más importantes que las concentraciones de los nitratos disueltos en la explicación de la productividad fitoplanctónica en algunas áreas costeras del Golfo de México.

En la Figura 31 se observa la agrupación de las variables, que se obtiene al graficar el Factor 1 (F1) contra el Factor 2 (F2), F1 contra F3 y F2 contra F3, respectivamente. En los tres gráficos se observa una asociación entre la clorofila, los fosfatos y los nitratos manteniéndose los fosfatos en la misma posición en los gráficos por la carga constante que presenta en los factores obtenidos. Otra asociación constante observada en los gráficos es la de la salinidad con el oxígeno disuelto. El pH y la temperatura no mantienen un patrón

definido de asociación; mientras que si se observa una relación muy estrecha del pH con la clorofila en el tercer gráfico de la Figura 31; y en el primer y segundo gráfico de la misma figura, la temperatura parece relacionarse con los nitratos y fosfatos, como aparece en el factor 3.

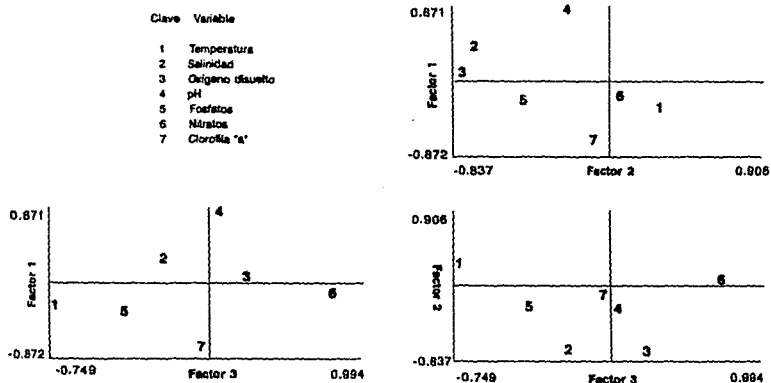
En el Cuadro 13, se puede observar la proporción de varianza muestral total de cada factor (24%, 22% y 17%), que sumados dan el 63% de la variación total del sistema, lo cual indica que todas las variables analizadas son importantes en la descripción del mismo, y que de alguna manera se encuentran relacionadas entre sí.

Cuadro 13. Factores de Carga para c/u de las variables físico-químicas de la región Centro/Norte de la Z.E.E. de México.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Temperatura	-0.119	0.221	-0.749
Salinidad	0.188	-0.777	-0.055
O ₂ disuelto	-0.021	-0.837	0.196
pH	0.870	0.161	0.111
Fosfatos	-0.333	-0.396	-0.333
Nitratos	-0.104	0.046	0.687
Clorofila "a"	-0.872	-0.052	0.068
Proporción de varianza muestral total	24%	22%	17%
Varianza total del sistema	63%		

De acuerdo a las variables que definen a cada factor, se le podría asignar un nombre a cada uno de ellos: el primer factor de productividad, el segundo factor físico-químico y el tercero factor de nutrimentos por encontrarse en estos factores las variables que definen el sistema.

Fig. 31. Eigenvectores de las variables físico-químicas. Región Centro/Norte de la Z.E.E. de México.



Banco de Campeche.

Para el Banco de Campeche se identificaron los factores físico-químico (factor 1) y de productividad (factor 2). El primero definido por la temperatura, la salinidad, y el oxígeno disuelto además de la clorofila. Por otro lado el factor dos se definió por el pH, nitratos, clorofila, fosfatos y la temperatura. La proporción de varianza muestral total para el F1 es del 29.8% y para F2 del 29.2% que sumados dan el 59.0% de la variación total del sistema, lo que significa que todas las variables registradas son importantes para explicar el comportamiento del sistema (Cuadro 14).

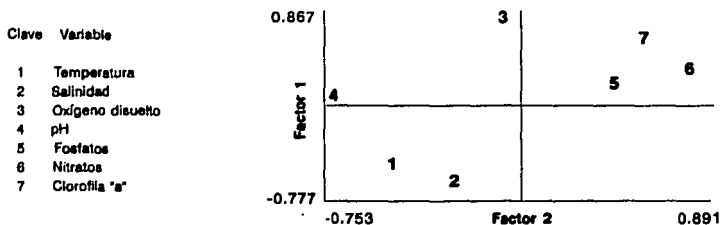
Cuadro 14. Factores de Carga para c/u de las variables físico-químicas del Banco de Campeche.

Variable	Factor 1	Factor 2
Temperatura	-0.627	-0.446
Salinidad	-0.776	-0.184
O ₂ disuelto	0.867	-0.025
pH	0.041	-0.752
Fosfatos	0.131	0.510
Nitratos	0.169	0.744
Clorofila "a"	0.544	0.657
Proporción de varianza muestral total.	29.8%	29.2%
Varianza total del sistema	59%	

La Figura 32 corresponde a los parámetros evaluados en el Banco de Campeche, donde se puede notar la estrecha relación que existe entre la clorofila "a", los fosfatos y los nitratos, en la que parece haber una mayor asociación de la clorofila "a" con los nitratos. Aunque los coeficientes de correlación determinados entre la productividad del fitoplancton y la concentración de nitratos fue $r=+0.432$ con $r^2=18.7\%$, sin grandes diferencias de los obtenidos para los fosfatos que presentaron una $r=+0.379$, con $r^2=14.4\%$. Lo que indica que la productividad del fitoplancton está prácticamente correlacionada de igual manera con los dos nutrientes en esta zona, con una ligera diferencia de los nitratos. El oxígeno disuelto y el pH se presentan como los parámetros menos relacionados. La temperatura y la salinidad se presentan asociados de una manera positiva.

Cabe mencionar que algunos autores que se han dedicado a la investigación en esta área (Myers e Iverson, 1981; Weinhaupt, 1984), coinciden en que el fósforo es frecuentemente más importante que el nitrógeno en la limitación de la productividad del fitoplancton en aguas costeras del Golfo de México; basándose en experimentos de enriquecimiento de estos nutrientes, en donde encontraron que el bioensayo de enriquecimiento de fosfatos indicó que el fósforo fue más importante que el nitrógeno en la limitación de la productividad del fitoplancton durante los meses de verano.

Fig. 32. Eigenvectores de las variables físico-químicas. Banco de Campeche.



Por otra parte; Thurman (1991), sugiere que el fósforo no es un nutriente limitante en el desarrollo del fitoplancton en algunas áreas, por lo que en este caso señala al nitrógeno como factor limitante. Además argumenta que la tasa a la cual los compuestos orgánicos pueden ser descompuestos a ortofosfatos inorgánicos, que son los compuestos de fósforo principalmente usados por las plantas, es mucho más rápida que la descomposición del nitrógeno. Esta tasa más rápida es debida al rompimiento autolítico del material orgánico fosfatado por las enzimas; y este paso requiere la presencia de bacterias.

Como resultado de la mayor tasa de descomposición del fósforo orgánico, este paso puede completarse sobre la capa de compensación de oxígeno. Por lo tanto, esto lo hace disponible para las plantas dentro de la zona fotosintética. Aunque la concentración de fósforo en los océanos es solamente de 1/7 de la concentración del nitrógeno, el hecho de que el reciclaje pueda tomar lugar dentro de la zona fotosintética usualmente permite que cantidades adecuadas de fósforo inorgánico sean disponibles para la productividad de las plantas. La carencia de fósforo es raramente un factor limitante de la productividad de las plantas.

De lo anterior se puede deducir que uno u otro nutriente será o no limitante, dependiendo de las condiciones físicas y químicas de la región, además de la latitud y época de estudio. Por lo que respecta al presente estudio, los fosfatos y nitratos se presentan muy correlacionados al desarrollo del fitoplancton (Figuras 31 y 32); con una constancia de los fosfatos en la zona Centro/Norte del área de estudio, aunque en el factor 3, del cuadro 13 se observa un mayor factor de carga de los nitratos que la de los fosfatos, pudiendo sugerir su mayor importancia. Mientras que en el Banco de Campeche la asociación de los fosfatos y nitratos con el fitoplancton es similar; posiblemente por las condiciones más homogéneas de esta región.

CONCLUSIONES

- Las densidades absolutas de diatomeas fueron mayores para el Banco de Campeche (545,463,180 cél./m³), con respecto a la zona Centro/Norte (198,983,010 cél./m³) del área de estudio, coincidiendo sólo en algunos puntos de la región nerítica. Por otra parte las diatomeas resultaron ser el grupo dominante en toda el área de estudio.
- La densidad absoluta de dinoflagelados para la región Centro/Norte (4,724,493 cél./m³), fue más baja que la registrada para el Banco de Campeche (10,846,626 cél./m³).
- El Banco de Campeche es un área altamente productiva y homogénea en sus características físico-químicas, mientras que la región Centro/Norte al presentar una plataforma continental pequeña presenta variaciones en sus características biológicas y físicoquímicas, influenciadas por el área oceánica; lo que se traduce en un área muy heterogénea, con características similares al Banco de Campeche sólo en la parte norte de Veracruz donde se localizan grandes aportes continentales.
- La riqueza de géneros de diatomeas fue más homogénea en el Banco de Campeche (10-21 géneros) que para la región Centro/Norte, donde hubo mayores fluctuaciones por la influencia oceánica. La riqueza de toda el área de estudio fue similar en la región nerítica (10-23 géneros), con una disminución paulatina hacia mar abierto (menores a 7 géneros). Por otro lado la riqueza de géneros de dinoflagelados fue mayor en la zona oceánica (10-13 géneros), que en la nerítica de la región Centro/Norte y Banco de Campeche (3-7 géneros). De lo anterior se observa una relación inversa de la riqueza de dinoflagelados con la de diatomeas; la mayor riqueza de géneros de diatomeas se localizó en el área nerítica, mientras que la de los dinoflagelados se situó en la parte oceánica.
- El análisis exploratorio de la diversidad usando los gráficos de caja múltiple, fue complementario a la determinación del índice de Shannon-Wiener, ya que proporcionaron una idea general del comportamiento de este parámetro ecológico, sin verse influenciado por los organismos dominantes, además de poder observar la distribución y el comportamiento de la densidad, riqueza y la equitatividad en toda el área de estudio.

- De acuerdo a los gráficos de caja múltiple se concluye que la diversidad de diatomeas en la región Centro/Norte aumenta hacia las regiones oceánicas, mientras que el Banco de Campeche presentó una diversidad homogénea; la distribución de la máxima diversidad de dinoflagelados se presentó en mosaicos oceánicos y neríticos a diferencia de las diatomeas que sólo se localizaron en el área oceánica; las zonas neríticas se caracterizaron por presentar mayor riqueza y una menor equitatividad, mientras que en la oceánica se registró menor riqueza y mayor equitatividad para las diatomeas. En cambio, para los dinoflagelados se encontró un comportamiento inverso, aunque se presentó una mayor equitatividad entre sus poblaciones. Las diatomeas presentaron mayores fluctuaciones que los dinoflagelados, en sus poblaciones (densidad, dominancia, riqueza y equitatividad).
- El índice de diversidad de acuerdo a Shannon-Wiener para los géneros de diatomeas tuvo un intervalo entre 1.04 y 1.99 bits/ind., en general para toda el área de estudio. Los puntos de monitoreo que sobrepasaron los 2.0 bits/ind. se situaron en el Banco de Campeche, mientras que los valores menores a 1 se localizaron de una manera dispersa, generalmente afectados por la fuerte dominancia de algunos géneros.
- La riqueza fue independiente de la diversidad mientras que la equitatividad varió paralelamente a la diversidad, apareciendo estas dos variables como dependientes (la diversidad varió de acuerdo a la equitatividad). Sin embargo, la dominancia ejerció una fuerte influencia sobre la diversidad (disminuyéndola).
- Los índices de diversidad para los géneros de dinoflagelados se encontraron dentro del intervalo de 1.01 a 1.87 bits/ind.. En este grupo de organismos no se alcanzaron valores mayores a 2.0 bits/ind., pero sí menores a 1.0, al igual que para las diatomeas. Las poblaciones de dinoflagelados presentaron una mayor equitatividad y menor dominancia entre sus organismos que las de las diatomeas.
- La distribución de la diversidad, de acuerdo a Shannon-Wiener se presentó de manera homogénea para toda el área de estudio, coincidiendo en parte con la diversidad intermedia obtenida de los gráficos de caja múltiple.
- Los géneros de diatomeas dominantes para la región Centro/Norte fueron *Chaetoceros* sp., *Rhizosolenia* sp., *Bacteriastrium* sp., *Nitzschia* sp., *Thalassiothrix* sp., y *Hemiaulus* sp. Los de dinoflagelados fueron *Ceratium* sp. y *Peridinium* sp.

- Los géneros dominantes de diatomeas para la región del Banco de Campeche fueron *Nitzschia* sp., *Chaetoceros* sp. y *Thalassiothrix* sp. y los de dinoflagelados fueron *Ceratium* sp., *Heteraulauca* sp., *Prorocentrum* sp. y *Peridinium* sp.
- *Chaetoceros* sp. (diatomea central) fue el género dominante en la región Centro/Norte y *Nitzschia* sp. (diatomea pennal) para el Banco de Campeche. Mientras que *Ceratium* sp. lo fue en ambas regiones.
- En la región Centro/Norte se registraron 35 géneros de diatomeas y 14 de dinoflagelados mientras que en el Banco de Campeche 40 de diatomeas y 16 de dinoflagelados. Sumando un total de 49 géneros para la primera zona y 56 géneros para la segunda.
- Los parámetros físico-químicos se observaron prácticamente homogéneos en toda la región Centro/Norte y Banco de Campeche.
- Se presentaron isoconcentraciones de NO_3^- y PO_4^{3-} en algunos puntos de la región Centro/Norte indicando posibles surgencias.
- La zona nerítica del norte de Veracruz (influenciada por la Laguna de Tamiahua y ríos adyacentes) presentó las más altas concentraciones de clorofila "a" (2.67 mg/m^3); mientras que para el Banco de Campeche, las concentraciones más elevadas (3.00 mg/m^3) se localizaron en la Sonda de Campeche, apareciendo éstas regiones como las más productivas del área estudiada.
- Para el Banco de Campeche, se definieron dos factores que presentaron casi la misma proporción de variación del sistema, los cuales son suficientes para explicar casi el 60% de la variación total en esta zona, esto implica que el factor 1 (de densidad y solubilidad), y el factor 2 (de productividad) están explicando de manera estrecha el comportamiento de la zona. Se considera al Banco de Campeche como una zona en la que se presentó una mayor homogeneidad de las variables.
- Para la zona Centro/Norte se define un mayor número de factores (3) lo que implica que la variabilidad en el sistema es mayor, debido al efecto de la zona nerítica y oceánica, además de encontrarse para el caso de los nutrientes sitios de posibles afloramientos, definiéndose gradientes de variabilidad en un área de mayores dimensiones comparada

con el Banco de Campeche. Lo que de alguna manera enmascara una asociación más estrecha entre las variables.

- Las concentraciones de nitratos fueron mayores que las de fosfatos en general para toda el área de estudio, registrándose algunos valores altos en la región Centro/Norte de manera puntual (posibles surgencias); mientras que para el Banco de Campeche, la concentración de estos dos nutrimentos aumentaron hacia la Sonda de Campeche, donde también se localizaron isóneas concéntricas de estos nutrimentos, como una prueba de su afloramiento.
- Los nutrimentos (nitratos y fosfatos) se encontraron igualmente correlacionados con la distribución y florecimiento del fitoplancton, relación más visible en el Banco de Campeche ya que en la zona Centro/Norte la influencia oceánica enmascaró esta relación.
- El pH presentó una correlación inversa con la concentración de clorofila "a", localizándose áreas de alta productividad, coincidiendo con los valores nominales más bajos de pH. La relación de los demás parámetros físico-químicos con la productividad no es muy clara por las pocas variaciones que presentaron en su comportamiento superficial.
- Dos regiones se presentaron como altamente productivas: la Sonda de Campeche y el norte de Veracruz (Laguna de Tamiahua).
- La mezcla vertical, la Corriente de Lazo y la influencia de ríos y lagunas influyen de manera decisiva en la productividad de la Zona Económica Exclusiva de México en el Golfo de México.

LITERATURA CITADA

- Allain, J. P. F.** 1975. Unos Coeficientes y Tests de Mucha Utilización en Ecología. Misión Técnica Francesa. Escuela Naval de Colombia; Departamento de Ciencias del Mar. Colombia. p. 26.
- Antoine, J.** 1972. Structure of the Gulf of Mexico. In: Contribution on the Geological and Geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico. Rezak & Henry (Eds.). Houston, Texas. 3: 1-34.
- APHA, AWWA, WPCF.** 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th ed. Donnelly & Sons. USA. 677 pp.
- Arredondo, F. J. L. et. al.** 1982. Aplicación de Técnicas de Análisis Multivariado en el Estudio de Embalses Temporales. Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. UNAM. Comunicaciones técnicas. Serie Naranja. No. 300. 60 pp.
- Begon, M.; Harper, J. L. y Colín, R.** 1988. Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades. Ed. Omega. Barcelona, España. 886 pp.
- Bessonov, N.; González, O. y Elizarob, A.** 1971. Resultado de las Investigaciones Cubano-Soviéticas en el Banco de Campeche. In: UNESCO (Ed.). Coloquio sobre Investigaciones y Recursos del Mar Caribe y Regiones Adyacentes. p.317-323.
- Bird, J. L.** 1983. Relationships between Particle-grazing Zooplankton and Vertical Phytoplankton Distributions on the Texas Continental Shelf. Estuar. Coast. Shelf. Sci.; 16(2): 131-144.
- Bjornberg, O. M.** 1971. La Relativa Importancia del Zooplancton en Aguas Neríticas y Oceánicas en el Golfo de México. Limnol, Oceanogr. 16: 633-639.
- Blaxk, M.** 1965. Coccoliths. Endeavour. 24: 131-137.
- Blumer, M.** 1975. Organische Verbindungen in der Natur. Die Drenzen Unseres Wissens Angew. Chemie. 87: 527-34.

- Bogdanov, D. V.; Sokolov, V. y Kromov, N. S.** 1968. Regions of High Biological Productivity in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Limnology*. 8: 371-381.
- Bold, H. C. y J. M. Wyane.** 1973. Introduction to the Algae. Prentice-Hall. U.S.A. 1248 pp.
- Capurro, L. R. A. y Reid, J. L.** 1972. Contributions on the Physical Oceanography of the Gulf of Mexico. Vol. 2. Gulf Publishing Co. Houston, Texas. 288 pp.
- Chávez, E. A.** 1979. Análisis de la Comunidad de una Laguna Costera en la Costa Sur Occidental de México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*. 6(2): 15-44.
- Chávez, E.A. e Hidalgo, E.** 1988. Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. México*. 15(1):167-176.
- Chatfield, C. y A. J. Collins.** 1980. Introduction to Multivariate Analysis. Chapman & Hall Ltd. Great Britain. 246 pp.
- Churgin, J. y J. Halminski.** 1974. Key to the Oceanographic Record Documentation No. 2. Temperature, Salinity, Oxigen and Phosphate in Water of United States. NOAA, U.S.A. 97 pp.
- Cochrane, J. D.** 1972. Separation of Anticiclone and Subsequent Developments in Loop Current (1969). In: Contributions on Physical Oceanography of the Gulf of Mexico. L. R. A. Capurro and J. L. Reid (eds.). Gulf Publ. Co. Houston, Texas, p. 91-106.
- Contreras, E. F.** 1984. Manual de Técnicas Hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Cooper, C.; Forristal, G. Z. y Joyce T. M.** 1990. Velocity and Hydrographic Structure of Two Gulf of Mexico Warm-core Rings. *J. of. Geophysical Research*. 95(c2): 1663-1679.
- Cupp, E. E.** 1945. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. University of California Press. U.S.A., 237 pp.

- Davis, C. C.** 1950. Observations of Plankton Taken in Marine Waters of Florida in 1947 and 1948. *Quart. J. Fla. Acad. Sci.* 12: 67-103.
- 1954. Phytoplankton of the Gulf of Mexico. *Fish Bull. U. S.* 89: 163-169.
- 1955. *The Marine and Fresh-Water Plankton.* Michigan State University Press. U.S.A., 231 pp.
- Day, J. W.; Day R. H.; Barreiro, M. T.; Ley-Lou F. y Madden, C. J.** 1982. Primary Production in the Laguna de Terminos, A Tropical Estuary in the Southern Gulf of Mexico. *Coastal Lagoons. Oceanol. Acta.* 5(4): 269-276.
- Day, J. W.; Deegan L. A.; Gosselink J. G. Jr.; Yáñez-Arancibia A.; Sóberon Chávez G. y Sánchez Gil.** 1985. Relationships among Primary Productivity, Fisheries Yield, and Physical Characteristics in Gulf of Mexico Estuaries. *Estuaries.* 8(2B): 3A.
- Elliot, B. A.** 1982. Anticyclonic Rings in the Gulf of Mexico. *J. Phys. Oceanogr.* 12(11): 1292-1309.
- El-Sayed, S. Z.** 1967. On the Biological Productivity of the Gulf of Mexico with Special Reference to the Region of Panama City, Florida. *Ref. fit-izf Texas A & M Res. Found.* p. 51.
- El-Sayed, S. Z., et. al.** 1972. Serial Atlas of the Marine Environment. Folio 22. Chemistry, Primary Productivity, and Benthic Algae of the Gulf of Mexico. *American Geophysical Society.* 29 pp. 5 láminas.
- French, C. O.** 1980. Gulf of Mexico: A Socioeconomic View of Competing Resources. *Proceedings of A Symposium on Enviromental Research Needs in the Gulf of Mexico. (GOMEX), Key Biscayne, Florida, 30th september-5th october 1979.* 11A: 1-40.
- Fukase, S.** 1967. Distribution of Diatoms in Relations to Hydrographical Conditions on the Gulf of Mexico in the Late Summer of 1965. *Texas A&M. Univ. College Station Rept.* (inédito).
- García, C.** 1980. Caracterización General del banco de Campeche. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5(2): 1-11.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- García de León, A. L.** 1988. Generalidades del Análisis de Cúmulos y del Análisis de Componentes Principales. Instituto de Geografía. UNAM. 29 pp.
- Goldman, J. C.; Ryther, J. H. y Williams, L. D.** 1975. Mass Production of Marine Algae in Outdoor Cultures. *Nature*. 254(5501): 5-594.
- Golley, J. H.** 1972. A Study of Production in the Gulf of Mexico. *J. Mar. Res.* 22: 212-222.
- Gunter, G. R.; W. Williams; C. C. Davis y F. G. W. Smith.** 1948. Catastrophic Mass Mortality of Marine Animals and Coincident Phytoplankton Bloom on the Coast of Florida. November 1946 to August 1947. *Ecol. Monogr.* 18: 309-324.
- Hasle, G. R.** 1976. The Biogeography of Some Marine Planktonic Diatoms. *Deep-sea Res. oceanogr, abstr.* 23(4): 319-338, 6pl.
- 1977. The Use of Electron Microscopy in Morphological and Taxonomical Studies. In: D. Werner (ed.). *The Biology of Diatoms*. p. 18-23. Oxford: Bidwell Scientific Publ. (Botanical Monographs 13.). 498 pp.
- Herbert, C. Jr.** 1955. The Phytoplankton Bay and the Northeastern Gulf of Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*. 6: 277-320.
- Hobson, L. A. y Lorenzen, C. J.** 1972. Relationships of Chlorophyll Maxima to Density Structure in the Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res.* 19: 297-306.
- Hopkins, T. L.; Milliken, D. M.; Bell, L. M.; McMichael, E. J.; Heffernan, J. J. y Cano R. V.** 1981. The Landward Distribution of Oceanic Plankton and Micronekton Over the West Florida Continental Shelf as Related to Their Vertical Distribution. *J. Plankton Res.* 3(4): 645-658.
- Inst. Cien. Mar y Limnol.** 1988. Estudio Multidisciplinario en la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Golfo de México: Características Geológicas, Físicas, Químicas y Biológicas. Primer informe al CONACYT. OGMEX-1. UNAM. México. 148 pp.

- Iverson, R. L. y Hopkins, T. L.** 1979. A Summary of Knowledge of Plankton Production in the Gulf of Mexico: Phytoplankton and Zooplankton Research. Proceedings of a Symposium on Environmental Research Need in the Gulf of Mexico (GOMEX), Key Biscayne, Florida, September 30th-October 5th 1979. IIA: 147-210.
- Johnson, R. A. y Dean, W. W.** 1992. Applied Multivariate Statistical Analysis. 3rd. edition. Prentice Hall. New Jersey. 642 pp.
- Kabanova, Y. G.** 1966. Primary Production in the Southern Part of the Gulf of Mexico and along the Northwestern Coast of Cuba, In: Abstracts of Papers of the Second International Oceanographic Congress, Moscow. May-30th June 9th 1966. Acad. Sci. U.S.S.R. MOSCOW.
- KAHLSICO.** 1984. Instruction Manual of Potable Induction Salinometer. Cat. No. 118WB200. Ed. Kahl Scientific Instrument Corporation. San Diego, Cal. U.S.A.
- King, J. E.** 1950. A Preliminary Report on the Plankton of the West Coast of Florida. Quart. J. Fla. Acad. Sci.. 12: 109-137.
- Krebs, CH. J.** 1985. Ecología. Estudios de la Distribución y la Abundancia. 2^a. ed. Harla. México. 753 pp.
- Krilov, A. R.** 1974. The Distribution of Phytoplankton, and Its Relationship to Hydrography in the Bank of Campeche. J. Mar. Res. 24: 67-81.
- Kondrat'yeva, T. M., y Sosa, E.** 1966. Studies on the Central American Seas. Naukova Dumka, Kiev, pp. 68-80 (English Tr. by U.S. Dept. of Commerce, 45173: 1-17).
- Kromov, N. S.** 1967. On the Plankton Investigation in the Gulf of Mexico and The Caribbean Sea. Sov. Kubinsk. Rib. Issled. Inst. Morsk. Rib. Okeanogr. (Vniro); Centr. Rib. Issled. Nat. Inst. Rib. Resp. Kuba (TSR1), 2: 39-57.
- Lasker, R. y F. G. W. Smith.** 1954. Red Tide. Fish Bull. U. S.. 89: 173-176.
- Laura, E. P.** 1986. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. OEA. Washington D. C. 93 pp.

- Leipper, D. F.** 1959. Physical Oceanography of the Gulf of Mexico. p. 119-137. In: Galtsoff, P. S. (Ed.). Gulf of Mexico: Its Origin, Waters and Marine Life: Fish. Bull. 89, U.S. Fish. Wild. Serv. 55 pp.
- 1970. A Sequence of Current Patterns in the Gulf of Mexico. J. Geophys. Res. 75: 637-657.
- Llangovan, G. I.** 1987. Distribution and Ecology on Dinophyceae from Velar Estuarine and Nearby Bay of Bengale. J. Mar. Biol. Assoc. India. 29(1-2): 280-285.
- Lloyd, M., y R. J. Ghelardi.** 1964. A table for Calculating the "Equitability" of Species Diversity. J. Anim. Ecol. 33: 217-225.
- Mann, K.** 1980. The Total Aquatic System. In: Fundamentals of Aquatic Ecosystems. R. Barnes & K. Mann (Eds.). Blackwell Sci. Pub. Great Britain. p.185-200.
- Maples, R.; Donahoe, R. y Fister, G. J.** 1983. Seasonal Variability of Chlorophyll "a" in the Nearshore Marine Waters of Southwestern Louisiana. Proc. La. Acad. Sci. 46: 53-55.
- Margalef, R.** 1961. Correlations entre certains caracteres synthetiques des populations de Phytoplankton. Hidrobiología. 18(1-2): 155-64.
- 1974. Ecología. Barcelona. Ed. Omega. 951 pp.
- Marshall, N.** 1956. Chlorophyll "a" in the Phytoplankton in Coastal Waters of the Eastern Gulf of Mexico. J. Mar. Res. 15: 14-32.
- Menzel, D. W.** 1977. Summary of Experimental Results: Controlled Ecosystem Pollution Experiment. Bull. mar. Sci. 27(1): 5-142.
- Mollnare, R. L., J. F. Festa and D. W. Behringer.** 1978. The Circulation in the Gulf of Mexico Derived from Estimated Dynamic Height Fields Journal of Physical Oceanography. 8(6): 938-996.

- Monreal, G. M. A.** 1986. Modelización del Modo Barotrópico del Primer Modo Baroclínico en el Golfo de México. Tesis doctoral. Fac. de Ciencias. Universidad de Liege.
- y **Salas de León, D. A.** 1990. Simulación de la Circulación de la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional*. 29(2): 101-111.
- Mueller-Karger, F. E.; Walsh, J. J.; Evans, R. H. y Meyers, M. B.** 1991. On the Seasonal Phytoplankton Concentration and Sea Surface Temperature Cycles of the Gulf of Mexico as Determined by Satellites. *J. Geophys. Res. (C. Oceans)*. 96(C7): 12645-665.
- Myers, V. B. y Iverson, R. I.** 1981. Phosphorus and Nitrogen Limited Phytoplankton Productivity in Northeastern Gulf of Mexico Coastal Estuaries. *Estuaries and Nutrients*. p. 569-584.
- Nowlin, W. D.** 1972. Winter Circulation and Property Distributions. In: *Contributions on the Physical Oceanography of the Gulf of Mexico*, L. R. Capurro and J. Reid (eds.). Gulf Publ. Co. Houston, Texas. p. 3-51.
- Obregón, M. H.** 1980. Plankton and Benthos of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 5(2): 11-16.
- Odum, H. T., y Hoskin, C. M.** 1958. Comparative Studies on the Metabolism of Marine Waters. Publ. No.5. *Limnol. Oceanogr.* p. 16-46.
- Parr, A. E.** 1935. Report on Hydrographic Observations in the Gulf of Mexico and Adjacent Straits Made during the Yale Oceanography Expedition on the Mabel Taylor in 1932. *Bulletin of Bringham Oceanography*. Collect, 5(1).
- Parsons, T. R.** 1975. *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press. U. K. 137 pp.
- Pica, G. Y. y Pineda L. R.** 1981. Oceanografía de los Mares de México. *Oceanografía Física del Golfo de México*. Editor Guadalupe de la Lanza Espino. En prensa. México, D. F. 569 pp.
- Pielou, E. C.** 1977. *Mathematical Ecology*. New York. John Wiley. 384 pp.

- Pimm, S. L.** 1980. Bounds on Food Webs Connectance. *Nature*, pp. 284-591.
- Riley, G. A.** 1937. The Significance of the Mississippi River Drainage for Biological Conditions. *J. Mar. Res.* 1: 60-74.
- Ryther, J. H.; Dunstan, W. M.; Tenore, K. R. y Hugenin, J E.** 1972. Controlled Eutrophication Increasing Food Production from the Sea by Recycling Human Wastes. *Bio Science*. 22(3): 52-144.
- Salgado-Ugarte, I. H.** 1992. El Análisis Exploratorio de Datos Biológicos. Fundamentos y Aplicaciones. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. México. 243 pp.
- Santoyo, H. y Signoret, M.** 1973. Hidrología. Fitoplancton en un Transecto en la Plataforma Continental de la Bahía de Campeche, México (Agosto de 1972). *Rev. lat-amer. Microbiol.* 15: 207-215.
- 1975. Variación Nictemeral del Fitoplancton en la Bahía de Campeche, México. *Rev. lat-amer. Microbiol.* 17: 161-167.
- 1988. Algunas Características Ecológicas del Fitoplancton de la Región Marina adyacente a Punta Limón, Veracruz. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.* 32(1-4): 177-212.
- Signoret, M y Santoyo, H.** 1977. Diversidad y Afinidad del Fitoplancton en un Ciclo Nictemeral. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM.* 4(1): 233-242.
- Saunders, R. P. y D. A. Glenn.** 1967. Seasonal Distribution of Diatoms in Florida Inshore Waters from Tampa Bay to Caxambas Pas. 1963-64, In: *Red Tide Studies, Pinellas to Collier Counties. 1963-1966. A Symposium. Prof. Paper Ser. NA.9. Florida Board Conserv. , Mar. La. St. Petesburg.* pp. 48-78.
- 1969. Memoirs of the Hourglass Cruises. *Fla. Depart. Nat. Resources,* 1(3): 1-119.

- Shannon, C. E. y W. Wiener.** 1963. The Mathematical Theory of Communications. Univ. Illinois Press. Urbana. 117 pp.
- Schwoerbel, J.** 1979. Methods of Hydrobiology. Pergamon Press. Canada. 63 pp.
- Secretaría de Marina.** 1974. Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe. Sección I. Corrientes y Mareas. OSM: No. 1000, México, D. F. 27 pp.
- Schmidt, R. J. y A. R. Loeblich.** 1979. Distribution and Paralytic Shellfish Poison among Pyrrhophyta. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 59: 479-487.
- Schwab, C. R.; Saueri, T. C.; Brooks J. P.; Bernard B. B. y Sackett W. B.** 1981. Laboratory Tolerance Studies on Phytoplankton Species, *Skeletonema costatum*. Western Gulf of Mexico Dumping Site Assessment Report. NOAA/OMPA; BOULDER, CO (USA); pp. 329-338. NOAA Spec. Rep.
- Sieburth, J. Mc N., V. Smetacek y J. Lenz.** 1978. Pelagic Ecosystem Structure: Heterotrophic Compartments of the Plankton and their Relationships to Plankton Size Fractions. Limnol. Oceanogr. 23: 1256-1263.
- Smayda, T. J.** 1970. The Suspension and Sinking of Phytoplankton in the Sea. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 8: 353-4414.
- Sournia, A.** 1974. Circadian Periodicities in Natural Populations of Marine Phytoplankton. Adv. Mar. Biol. 12: 325-389.
- 1978. Phytoplankton Manual. UNESCO, Paris, 337 pp.
- Staker, R. D. y Bruno, S. F.** 1980. Diurnal Vertical Migration in Marine Phytoplankton. Bot. Mar. 23: 167-172.
- Steele, J. H.** 1964. A Study of Production in the Gulf of Mexico. J. Mar. Res. 22: 211-222.
- Steeman-Nielsen, E.** 1959. Primary Production in Tropical Marine Areas. J. Mar. Biol. Assoc. India. 1: 7-12.

- Steidinger, K. A.; Davis, J. T. y Williams J.** 1973. Phytoplankton Ecology: A Conceptual Review based on Eastern Gulf of Mexico Research. *CRC Crit. Rec. Microbiol.* 3: 49-68.
- Strickland, J. D. y T. R. Parsons.** 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis.* Fisheries Research Board of Canada. 2nd ed. Canada. 87 pp.
- Thomas, W. H., y Simmons, E. G.** 1960. Phytoplankton Production in the Mississippi Delta in Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico. 1951-1958. *Am. Assoc. Petrol. Geol., Tuka,* p. 103-116.
- Thurman, H. V.** 1991. *Introductory Oceanography.* 6th edition. Mc Millan Publishing Company. New York. U.S.A. p. 350-378.
- Tranter, D. J. y Smith, P. E.** 1968. Filtration Performance. In: Anon. (ed.). *Zooplankton Sampling.* p. 27-56. (Monogr. oceanogr. Methodol.,2.).
- Tregouboff, G.** 1957. *Manual de Plantologie Mediterranee.* Vol. I. Centre National de la Recherche Scientifique. France. 271 pp.
- Vargo, G. A.** 1984. Growth Rates of Natural Populations of Marine Diatoms as Determined in Cage Cultures. *Marine Phytoplankton and Productivity.* 8: 113-127.
- Vinyard, W. C.** 1979. *Diatoms of North America.* John Wiley & Sons Inc. New York. 187 pp.
- Weinhaupt G. J.** 1984. *Exploración de los Océanos. Introducción a la Oceanografía.* CECSA. México. 640 pp.
- Werner, D.** 1987. *The Biology of the Diatoms.* Oxford:Bidwell Scientific. 498 pp.
- Willemssen, E. W.** 1973. *Understanding Statistical Reasoning.* W. N. Freeman and Company. San Francisco. 222 pp.
- Yáñez-Arancibia, A.** 1986. *Ecologías de la Zona Costera: Análisis de 7 Tópicos.* A. G. T. Editor. S.A. México. 357 pp.

Yentsch, C. S. 1982. Satellite Observation of Phytoplankton Distribution Associated with Large Scale Oceanic Circulation. *Nafo Sci. Counc. Stud.* 4: 53-59.

Zemova, V. V. 1972. The Horizontal Distribution of Phytoplankton in the Gulf of Mexico. Institute of Oceanography. USSR. Academy of Sciences. p. 565-575.

..... 1982. Quantitative Distribution of Phytoplankton in the Gulf of Mexico as Related to Abiotic Factors. (Oceanic Phytoplankton and Primary Production); *Okeanicheskij Fitoplankton I. Pervichnaya Produktsiya*; Tr. Inst. Okeanol. An. S.S.S.R. 114: 60-72.

..... **y Zhitina, L. S.** 1985. Phytoplankton Community from the American Mediterranean Sea. *Fitoplanktona.* p.27-36.

ANEXO A

Cuadro 1. Posición geográfica de los puntos de monitoreo. Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

Estación	Latitud N	Longitud W	Estación	Latitud N	Longitud W
1	25°58.0'	97°06.0'	33	23°00.5'	97°34.8'
2	25°56.0'	96°59.0'	34	23°00.1'	97°25.0'
3	25°56.1'	96°45.1'	35	22°59.9'	96°45.2'
4	25°58.1'	96°00.0'	36	23°00.0'	96°00.3'
5	25°50.0'	95°00.1'	37	23°00.0'	95°00.1'
6	25°50.0'	94°00.0'	38	23°00.2'	94°00.1'
7	25°52.3'	92°00.1'	39	23°00.0'	93°00.0'
8	25°52.1'	91°00.0'	40	23°00.0'	92°00.0'
9	25°43.8'	89°59.6'	41	23°00.2'	90°59.8'
10	25°00.2'	97°28.2'	42	23°00.2'	89°59.9'
11	25°00.5'	97°21.0'	43	22°00.1'	97°40.2'
12	25°00.4'	97°10.9'	44	22°00.0'	97°34.1'
13	25°00.2'	96°44.9'	45	22°00.0'	96°24.4'
14	25°00.1'	95°59.9'	46	22°00.0'	96°45.1'
15	25°00.2'	95°00.0'	47	22°00.0'	95°00.1'
16	25°00.2'	94°00.0'	48	22°00.0'	95°00.2'
17	25°00.1'	92°59.9'	49	22°00.1'	94°00.0'
18	25°00.2'	91°59.8'	50	22°00.1'	93°00.1'
19	25°00.2'	91°00.1'	51	22°00.0'	92°00.0'
20	25°00.0'	90°00.0'	52	22°00.0'	91°00.1'
21	24°00.0'	97°42.0'	53	21°59.8'	90°00.1'
22	24°00.0'	97°35.2'	54	20°59.8'	97°15.2'
23	24°00.2'	97°25.1'	55	20°59.9'	97°05.1'
24	24°00.5'	96°44.8'	56	20°59.8'	96°45.1'
25	24°00.3'	96°00.1'	57	20°59.9'	96°00.0'
26	23°59.7'	95°00.3'	58	21°00.2'	95°00.2'
27	24°00.0'	93°00.0'	59	21°00.1'	94°00.2'
28	24°00.1'	93°00.2'	60	21°00.1'	93°00.2'
29	23°59.9'	92°00.9'	61	21°00.0'	92°00.0'
30	24°00.3'	91°00.2'	62	21°00.0'	91°00.4'
31	23°59.9'	90°00.2'	63	21°20.1'	90°00.1'
32	23°00.0'	97°41.7'			

Cuadro 2. Posición geográfica de los puntos de monitoreo.
Banco de Campeche.

Estación	Latitud N	Longitud W	Estación	Latitud N	Longitud W
1	22°29.5'	87°00.1'	26	19°30.0'	91°30.2'
2	22°00.0'	87°00.0'	27	19°59.9'	91°30.1'
3	21°59.3'	87°30.0'	28	20°30.4'	91°29.6'
4	22°29.4'	87°30.9'	29	21°00.0'	91°30.0'
5	22°29.7'	87°59.4'	30	21°00.0'	91°59.7'
6	21°59.9'	88°00.0'	31	20°30.1'	92°00.0'
7	22°00.0'	88°30.0'	32	20°17.7'	91°57.9'
8	22°29.6'	88°30.0'	33	20°11.9'	91°53.4'
9	22°30.0'	89°00.1'	34	20°07.7'	92°00.3'
10	22°00.0'	89°00.0'	35	20°12.2'	92°04.7'
11	22°30.2'	89°30.0'	36	20°00.1'	91°59.9'
12	22°00.1'	89°29.8'	37	19°30.1'	91°54.0'
13	21°30.0'	89°29.7'	38	19°29.4'	91°59.7'
14	21°29.8'	90°00.1'	39	19°26.7'	92°14.3'
15	22°00.0'	90°00.0'	40	19°21.0'	92°20.0'
16	22°29.6'	89°58.3'	41	19°14.9'	92°25.6'
17	21°59.8'	90°30.2'	42	19°15.7'	91°57.5'
18	21°29.8'	90°30.1'	43	19°10.4'	92°09.0'
19	21°58.5'	90°59.8'	44	19°04.7'	92°20.0'
20	21°29.6'	90°58.1'	45	18°59.9'	91°59.9'
21	20°59.9'	91°00.0'	46	19°00.7'	92°29.6'
22	20°29.8'	91°00.1'	47	19°29.9'	92°29.9'
23	19°59.7'	90°59.9'	48	19°59.6'	92°29.2'
24	19°29.9'	91°00.1'	49	20°31.8'	92°30.1'
25	19°00.0'	91°30.0'	50	20°59.6'	92°29.1'

Cuadro 3. Registro de Diatomeas en la Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México durante el año de 1991

(Células/metro cúbico)

Géneros/Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Centrales																							
1 <i>Actinocyclus</i> sp.	2158	0	0	0	0	0	0	0	0	290	0	232	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	
2 <i>Bacteriatrum</i> sp.	45524	12509	1274	0	1871	311	0	1610	575	83885	17701	24863	14181	327	3146	431	187	392	877	821	3393247	131801	
3 <i>Biddulphia</i> sp.	5102	12509	1592	0	0	0	0	0	0	290	0	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4 <i>Carautulus</i> sp.	4317	5592	318	0	0	0	0	0	0	3636	1221	1182	1183	0	0	124	0	0	0	0	191737	11887	
5 <i>Cleocrocus</i> sp.	804905	52833	52218	5777	21562	8714	1577	3909	1390	1522177	800909	1329149	1043436	5920	149937	59033	8527	7842	11784	8754	14746118	1059901	
6 <i>Corethron</i> sp.	0	0	0	0	99	0	0	0	0	1818	1528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2523	0	
7 <i>Coocloplacus</i> sp.	102039	213539	0	172	208	82	88	115	0	21238	14854	8133	3154	854	83	172	0	131	584	248	30274	7841	
8 <i>Dactylosoles</i> sp.	5102	9124	318	0	0	0	0	0	0	1030	2747	697	0	0	0	0	0	0	195	82	12814	0	
9 <i>Ditylum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10 <i>Eucampia</i> sp.	0	0	212	0	0	0	0	0	0	0	1221	0	304	0	0	0	0	0	0	0	90457	11038	
11 <i>Gulvanella</i> sp.	29080	86881	2759	0	3449	0	0	0	0	84147	29908	28581	28950	0	1904	0	187	0	0	0	88300	43301	
12 <i>Hemiallus</i> sp.	11970	1325	2972	9054	7992	5104	1248	0	1035	36878	10687	20216	20892	1178	3146	2501	2385	3181	5356	2794	524755	21226	
13 <i>Lauderia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3357	1827	1577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 <i>Leptocylindrus</i> sp.	48446	2786	106	172	0	0	0	0	0	8570	1831	8082	2750	196	0	259	0	0	390	0	32787	5843	
15 <i>Lithodesmium</i> sp.	1795	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16 <i>Micocis</i> sp.	22762	10449	3502	0	990	124	131	0	0	4415	8408	929	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	7841
17 <i>Rhizosolenia</i> sp.	47882	31506	11250	20437	50457	35104	283	5289	2299	0	133061	92715	113135	3781	14901	4225	10561	2135	3019	2359	2472603	165563	
18 <i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19 <i>Staphanopyxis</i> sp.	0	586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20 <i>Streptotheca</i> sp.	588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2788	1577	85	243	0	0	0	0	0	20183	849	
21 <i>Thalassiosira</i> sp.	0	0	2123	0	2464	0	0	0	0	4875	13428	3050	2365	0	0	0	0	0	0	0	55503	849	
22 <i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Permales																							
23 <i>Amplicora</i> sp.	0	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24 <i>Aerolocella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25 <i>Centronella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26 <i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	172	2168	3983	197	1033	575	0	0	0	0	0	457	0	172	373	392	974	435	0	
27 <i>Grammatophore</i> sp.	0	736	837	68	0	0	0	0	0	519	1831	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	848	
28 <i>Nevicula</i> sp.	2355	2796	5519	0	197	871	0	480	880	2337	4578	2324	7884	198	331	0	0	479	877	82	103437	0	
29 <i>Nitzschia</i> sp.	237037	449796	89821	2158	3154	10830	328	2874	2414	7531	43641	80711	3548	915	579	1121	3850	1917	2045	2704	52980	0	
30 <i>Pilayogramma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31 <i>Pleurosigma</i> sp.	3728	3385	5943	517	1183	436	88	0	115	3698	17701	4847	3154	188	0	0	0	0	0	0	12814	24022	
32 <i>Siratelletia</i> sp.	0	736	0	0	89	0	0	0	0	519	1828	897	788	0	0	0	82	0	1383	0	90457	1888	
33 <i>Synedra</i> sp.	2355	0	212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34 <i>Thalassionema</i> sp.	1570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82880	
35 <i>Thalassiosira</i> sp.	35516	28109	7535	2414	2285	1307	131	0	0	123305	217902	41826	19318	3656	1904	172	82	0	0	0	1508670	39066	
Derivado por estación	1413878	842182	188110	40980	28155	68847	4008	15292	8083	1881080	1128437	1844009	1289314	17440	173281	87174	28328	18480	27484	18191	23402051	1533385	

Continúa Cuadro 3.

Géneros/Selecciones	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Centrales																						
1 <i>Aerobrychus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 <i>Bacterianum</i> sp.	16921	690	59	1794	570	0	177	569	1148	618728	161218	12371	1210	857	3294	20754	0	0	1103	181	155217	3623280
3 <i>Biddulphia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	58	0	0	8295	2443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 <i>Caractulina</i> sp.	5917	0	0	0	331	0	0	0	0	126222	2443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110130
5 <i>Chaetoceros</i> sp.	32943	6439	6633	14340	9785	10017	15606	10658	13583	7993893	3131529	108636	47890	25592	17732	80447	816	22825	630	2195	3064281	27150762
6 <i>Coarcton</i> sp.	296	0	0	0	0	0	0	0	0	17687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8652
7 <i>Coccolodactylus</i> sp.	3548	230	50	826	0	166	50	207	98	33632	2443	0	484	143	0	214	0	238	185	0	0	10348
8 <i>Dactyloacten</i> sp.	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20317
9 <i>Ditylum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 <i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	103	0	64111	0	0	484	0	0	0	0	0	0	0	0	20986
11 <i>Gaillardia</i> sp.	37547	115	0	0	0	0	0	0	0	130324	107478	1031	242	0	0	0	0	0	0	0	0	110670
12 <i>Hemialus</i> sp.	27791	1495	3480	3311	570	2649	789	8123	7549	296382	64731	3093	1936	8141	4907	10912	0	1199	1048	477	176130	1117490
13 <i>Lauderia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6772
14 <i>Leptocylindrus</i> sp.	2070	0	59	0	0	0	0	0	0	15785	24427	0	0	3142	0	0	0	0	0	110	0	14763
15 <i>Lithodesmium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2217
16 <i>Melosira</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8306	31755	0	484	0	0	0	0	0	0	0	0	3696
17 <i>Rhizosolenia</i> sp.	131583	1380	59	7565	2649	4584	2070	5361	10064	1124569	341977	40894	18148	5264	9145	28456	136	17594	3995	3723	404304	1918014
18 <i>Skeletonema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9549	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10348
19 <i>Strophocystis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	382	11591	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 <i>Streptotheca</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10510	2443	0	0	0	0	214	0	0	0	0	0	0
21 <i>Thalassiosira</i> sp.	0	0	0	0	331	0	0	0	0	32581	8549	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19217
22 <i>Triceratium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pennales																						
23 <i>Amphiroa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 <i>Asterionella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	177	0	0	48348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60906
25 <i>Cartronella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 <i>Fragilaria</i> sp.	0	1910	0	826	188	1242	237	1804	955	0	0	4124	1210	857	1336	2354	91	713	692	286	0	0
27 <i>Grammatophora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1051	2443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6772
28 <i>Navicula</i> sp.	687	115	177	1242	83	1076	296	103	0	14714	1221	0	143	0	0	0	0	0	0	95	30304	372487
29 <i>Nitzschia</i> sp.	8278	660	237	278	745	2070	691	4191	3921	71408	52518	10309	2178	2656	1784	16475	837	5231	1379	5618	1101174	1361270
30 <i>Plagiosgramma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31 <i>Pleurosigma</i> sp.	296	0	0	0	0	0	0	0	0	18918	12213	1031	0	0	112	0	0	0	0	0	0	20317
32 <i>Siretella</i> sp.	2395	0	0	0	0	0	0	0	0	36785	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14763
33 <i>Synedra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34 <i>Thalassiosira</i> sp.	1478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35478
35 <i>Thalassiothrix</i> sp.	4730	0	0	0	0	0	0	0	0	191864	28091	2408	0	0	112	0	0	0	0	0	0	267595
Devuelto por estóck																						
	578330	12782	12631	30215	14901	22434	20341	30040	36493	11062906	3991356	184195	74044	43964	36384	159625	1862	47790	9100	12896	6956783	38034286

..Continúa Cuadro 3.

Géneros/Especies	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	DENSIDAD		FRECUENCIA			
																				ABS.	REL.	ABS.	REL.		
Centrales																									
1 Actinophycus sp.	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	2689	0.001	0	10	
2 Bacteriastrium sp.	21468	12484	8028	5673	3655	0	0	0	2878	2432021	5527928	4332	86	0	710	474	0	0	0	16575283	8.274	51	81		
3 Biddulphia sp.	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	27881	0.014	10	16		
4 Ceratullina sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85456	244459	0	0	0	0	0	0	0	4086	1052500	0.525	19	30		
5 Chetoceros sp.	58456	72408	36923	28008	22938	5367	472	2785	7851833	17714940	43844894	78124	1929	10237	8043	2844	213	0	7415	134252867	67.013	62	96		
6 Corethron sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44325	0.022	8	13		
7 Coocnidiclus sp.	861	624	0	0	155	0	0	0	0	059	24928	15772	0	0	731	79	0	0	0	4843	532047	0.286	45	71	
8 Dactylopien sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	820120	0	0	0	0	0	0	0	0	872365	0.436	12	19		
9 Ditylum sp.	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0.000	1	2		
10 Eucampia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250303	0.125	10	16		
11 Guillardia sp.	0	624	0	543	0	0	0	0	0	1175081	268116	0	0	0	0	0	0	0	0	2625221	1.310	24	36		
12 Hemiallus sp.	4294	4389	18053	0	1305	0	105	0	4794	578848	1750841	464	0	1482	473	474	71	63083	1059	484938	2.436	57	80		
13 Lauderia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13333	0.007	4	8		
14 Lepidocylindrus sp.	0	0	0	543	0	234	0	0	3335	308782	1040922	0	0	0	0	0	0	0	0	1814072	0.806	26	41		
15 Lithodendrum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7122	23657	77	0	731	0	0	0	0	0	71878	0.036	8	13		
16 Melosira sp.	0	0	0	8518	0	0	0	174	959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147840	0.074	19	30		
17 Rhizosolenia sp.	28073	81810	84050	32038	28207	1054	839	3016	13424	1981980	8302578	2475	380	5118	7175	2054	108	1743	757	17910171	8.840	62	96		
18 Skeletonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202219	0.101	4	8		
19 Staphanopyxis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12532	0.008	3	5		
20 Sphaerotheca sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	454	38920	0.020	11	17		
21 Thalassiosira sp.	0	0	0	0	0	0	0	174	8629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	805	195444	0.078	15	24	
22 Triceratium sp.	0	0	0	0	0	0	105	290	2878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3271	0.002	3	5		
Pennales																									
23 Amphilepsa sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4508	0.002	3	6		
24 Asterionella sp.	1882	0	0	0	0	0	0	0	0	89702	84529	0	0	0	0	0	0	0	0	489078	0.247	7	11		
25 Centronella sp.	0	0	0	0	0	0	157	174	3635	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2421	8588	0.003	4	8		
26 Fragilariopsis sp.	330	1248	35416	543	310	0	0	232	12495	0	15772	77	43	0	473	158	0	0	0	98277	0.048	40	63		
27 Grammatophora sp.	0	0	754	0	185	0	0	522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	805	17043	0.008	14	22	
28 Navicula sp.	0	0	0	0	310	0	0	0	0	0	0	308	0	0	0	0	0	0	0	3481	582437	0.281	34	54	
29 Nitratella sp.	16844	50561	74800	72784	8679	2928	472	2321	55488	459342	5228287	774	429	22867	2129	3476	481	5810	2270	8642230	4.813	62	96		
30 Pseudoisotriaena sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	13424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18008	31453	0.018	2	3	
31 Pleurosigma sp.	0	0	0	0	0	0	0	408	8712	10882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3635	158825	0.078	25	40	
32 Striatella sp.	0	0	754	0	0	0	0	464	7871	17804	47315	0	0	0	0	0	0	0	0	25122	251843	0.128	20	32	
33 Synedra sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1788827	0	0	0	0	0	0	0	0	181	1781214	0.888	5	8	
34 Thalassonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71216	481032	0	0	0	0	0	0	0	0	303	748844	0.372	8	13	
35 Thalassiothrix sp.	861	0	0	0	820	0	0	0	0	383201	0	2011	0	0	0	0	0	0	0	3000844	1.847	25	40		
Densidad por estación	132788	194130	238908	143528	86334	9537	2150	10820	7884896	25387082	86544828	888643	2872	40846	19082	9480	887	80838	75986	Densidad Total =	196 863,010				

Cuadro 4. Registro de Dinoflagelados en la Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México, durante el otoño de 1990.

(Células/metro cúbico)

Géneros/Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
35. <i>Ceratium</i> sp.	26060	6475	4958	4139	8307	3610	2431	6209	1810	27786	16480	8506	32718	2287	7533	4829	2178	2222	6182	3787	30274	11038
37. <i>Ceratocorys</i> sp.	0	0	106	690	1261	747	591	2070	1035	290	0	0	2365	281	578	259	82	436	1556	2049	0	0
38. <i>Citadopyxis</i> sp.	0	0	0	88	296	0	283	1285	115	260	0	0	131	0	0	0	0	362	584	1055	0	1898
39. <i>Dinophysis</i> sp.	7280	589	108	259	493	82	86	115	0	36619	2747	0	1971	85	414	172	124	44	97	0	12814	1688
40. <i>Dissodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41. <i>Heterolauca</i> sp.	186	0	0	172	99	249	283	345	805	1558	610	232	0	0	331	86	82	131	105	82	2523	0
42. <i>Ornithocercus</i> sp.	0	147	1061	1811	1478	934	591	1810	480	1039	918	1627	3842	1178	1159	804	747	218	390	124	0	849
43. <i>Oxytonum</i> sp.	0	0	0	0	82	86	230	0	0	0	232	0	0	0	0	0	82	131	0	0	0	849
44. <i>Peridinium</i> sp.	9222	5295	3821	2328	6209	1494	1511	1640	1390	12985	10378	5909	11432	1865	1858	1121	2118	1525	2922	1118	37843	11887
45. <i>Podolampas</i> sp.	392	294	0	0	493	82	86	0	115	280	0	0	0	0	168	0	0	87	87	0	0	0
46. <i>Pronoctiluca</i> sp.	0	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	82	0	0	0	0	0	849
47. <i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48. <i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	0	86	0	0	86	860	230	280	0	0	788	131	83	0	0	44	195	124	5046	849
49. <i>Pyrosococcus</i> sp.	392	0	212	0	298	82	86	480	230	4875	1221	929	394	131	331	0	0	87	195	248	0	849
Densidad por estación	45524	12604	10295	9572	17148	7490	5979	14632	5979	85703	32350	15336	53611	8078	12282	7243	5415	5315	11395	8568	86300	30585
CIANOFITAS (colonias)	1570	294	2916	345	17842	45125	9789	1035	11727	24832	19532	31835	28017	14081	13493	31043	31898	3050	974	993	168506	24622

..Continúa Cuadro 4.

Cóspores/Esclerotas	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
36 <i>Carallum</i> sp.	15085	4139	2778	3243	4470	5454	3062	7067	8647	15786	20783	8501	11857	5141	6245	14335	1773	9746	5801	2884	28087	87725
37 <i>Carotocorya</i> sp.	587	1035	290	1242	570	1242	828	2648	1815	1051	0	1031	2178	857	1115	642	0	3091	1103	95	736	8772
38 <i>Cladophytis</i> sp.	288	1380	473	1518	83	248	118	828	1528	0	0	0	1894	714	112	214	0	0	278	0	0	0
39 <i>Dinophytis</i> sp.	0	880	118	0	189	248	59	207	86	1051	3984	0	484	143	448	1284	0	0	95	0	0	0
40 <i>Dileodinium</i> sp.	0	345	0	414	0	83	0	82	0	1051	0	0	0	143	0	214	0	0	0	0	0	0
41 <i>Heteroleucos</i> sp.	581	115	58	0	497	248	177	195	362	1051	1221	0	728	426	0	856	0	1427	278	0	736	0
42 <i>Ornithocarcus</i> sp.	1478	1840	1005	1056	911	487	587	724	956	1051	2443	2749	1839	1142	1227	856	0	2378	186	0	2217	0
43 <i>Oryzium</i> sp.	298	0	177	998	0	83	0	207	191	0	0	0	0	0	0	0	0	238	186	0	1478	0
44 <i>Peridinium</i> sp.	8322	2298	1123	1932	1735	1490	414	1035	3534	28377	10882	3436	3146	1142	2230	4483	91	5706	1103	1623	19857	74497
45 <i>Podolempas</i> sp.	288	0	58	0	0	0	96	103	478	0	0	0	484	0	0	0	0	478	110	0	0	0
46 <i>Prorocentrum</i> sp.	288	0	58	0	0	83	118	0	478	1051	0	0	0	0	1450	0	0	0	110	0	0	0
47 <i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	331	414	118	195	287	8306	0	887	0	143	888	842	0	2378	827	784	8130	8772
48 <i>Pyrocystis</i> sp.	0	0	0	0	0	331	532	589	784	0	0	887	1462	571	888	842	1182	2180	56	0	0	0
49 <i>Pyrocystis</i> sp.	1478	348	0	139	186	198	58	195	0	2102	0	344	484	428	112	0	0	0	110	0	2217	0
Datados por estación	28804	12187	8148	13107	8940	10589	7332	14894	20154	58856	39063	17828	24439	10553	14275	24177	3048	27980	10258	8345	83685	180787
CIANOFITAS (colonias)	35773	8084	1183	14073	10348	20895	5736	25821	4107	74821	75723	24156	19800	18683	18613	87284	10885	77886	15828	8808	31043	121805

...Continúa Cuadro 4.

Géneros/Estaciones	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	DENSIDAD		FRECUENCIA	
																					Abs.	Rel.	Abs.
36) <i>Caratum</i> sp.	9606	18726	19087	13679	7804	4218	1040	2686	0	49651	7886	2068	867	3606	3154	2212	636	12301	14690	636479	0.319	62	68
37) <i>Caratocorys</i> sp.	330	1248	5275	543	0	351	52	280	0	0	0	309	0	0	156	158	0	0	0	82908	0.028	46	73
38) <i>Cleodopsylla</i> sp.	330	824	0	543	155	0	0	0	0	0	0	77	86	0	79	318	0	0	151	17867	0.008	34	84
39) <i>Ditropysylla</i> sp.	330	0	0	0	155	234	105	86	0	0	0	0	43	0	0	0	36	1182	454	78802	0.038	42	67
40) <i>Ditrodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2301	0.001	7	11
41) <i>Heteroleucusa</i> sp.	0	0	1507	543	620	361	315	232	0	0	0	0	0	1482	79	0	0	861	0	22568	0.011	42	87
42) <i>Ornithocarcus</i> sp.	0	0	2281	1626	778	1171	82	118	0	0	0	861	43	731	315	832	36	0	181	56781	0.028	83	84
43) <i>Oxytsum</i> sp.	0	0	0	0	0	117	0	174	959	0	0	0	0	0	0	0	0	861	0	7284	0.004	20	32
44) <i>Paridinium</i> sp.	330	4369	3788	543	1065	3279	1208	522	2976	3561	0	77	171	0	156	158	0	1162	5146	83880	0.170	60	86
45) <i>Podolampus</i> sp.	0	0	1507	543	0	117	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8388	0.003	22	36
46) <i>Pronocilluca</i> sp.	330	0	0	1086	0	0	52	58	0	0	0	0	0	0	0	158	0	0	0	6600	0.003	17	27
47) <i>Protocentrum</i> sp.	0	2487	1507	0	930	486	2043	987	0	10682	7886	232	86	2194	552	318	586	11830	2270	73888	0.037	32	81
48) <i>Pyrocystis</i> sp.	961	1248	1507	1626	310	586	52	86	0	0	0	86	731	79	158	0	0	0	0	29821	0.013	37	59
49) <i>Pyrophacus</i> sp.	330	0	754	0	186	117	0	58	1618	0	7886	0	86	0	0	0	0	151	30537	0.018	40	83	
Densidad por estación	9678	26714	30141	20335	12069	11008	5033	5223	6753	64084	23967	3636	1197	8774	4573	4108	1277	27307	23003	Densidad total = 1.356.327			
CIANOFITAS (Colonias)	198613	730327	580056	483182	60024	31368	5605	8705	34518	46280	749146	8431	6087	380216	33117	83282	1703	8677	8324	Densidad total = 4.724.483			

Cuadro 8. Registro de Dinoflagelados en el Banco de Campeche, durante el otoño de 1990.

(Células/metro cúbico)

Cócono/Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25		
38 Amphioxus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40 Ceratium sp.	267987	278918	21280	71485	18028	24842	8748	42811	101829	48926	9809	188288	627980	888807	881110	102184	288280	277882	618291	124184	481728	112200	62882	184127	0	
41 Ceratium sp.	10716	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42 Chaetoceros sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43 Cymatopleura sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44 Cymatopleura sp.	0	0	0	0	0	0	0	2302	2888	21872	0	0	0	0	0	72812	0	0	0	8800	8	0	0	0	0	0
45 Cymatopleura sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46 Diatoma sp.	10716	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8288
47 Diatoma sp.	10716	0	0	0	0	1885	8071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48 Diatoma sp.	0	28728	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49 Diatoma sp.	82271	8227	2415	0	0	8071	0	0	21872	2884	2272	0	0	0	88288	8885	28284	2402	28242	0	0	0	0	0	0	0
50 Diatoma sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51 Diatoma sp.	82271	8825	8415	8888	1885	12142	24025	11874	62720	7288	424	8800	52123	248822	142822	18823	84227	148821	828227	78888	240128	78122	18188	10288	0	
52 Diatoma sp.	10716	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53 Diatoma sp.	0	0	0	0	0	1814	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54 Diatoma sp.	107142	27228	21288	8827	1880	0	8802	0	0	1887	4288	24041	52123	220188	128888	24822	42128	78802	888814	87882	888878	88888	82728	88284	0	
55 Diatoma sp.	214288	8227	0	8888	0	0	1120	0	88888	0	0	0	12888	0	0	0	0	0	0	11888	0	0	0	8884	0	
56 Diatoma sp.	0	8825	0	0	0	8071	0	0	2888	0	0	8000	0	0	0	0	10728	8820	0	0	0	0	127881	80888	0	
Sumatoria por estación	848888	474781	62814	82288	21882	102814	17848	70288	1288278	88825	18721	824184	722428	1722788	1028284	17882	488284	482822	1188288	22888	128884	188227	882888	882888	488822	
SUMATORIA (columna)	848888	148888	148884	88878	47824	24888	16888	16820	227822	0	0	8808	0	0	48878	10728	12023	88288	0	0	87881	80728	81878	0	0	

Cuadro 7. Parámetros físico-químicos a nivel superficial.
Región Centro/Norte de la Zona Económica Exclusiva de México.

Estación	T (°C)	Salinidad (‰)	O2 dis. (ppm)	pH	PO4 (ppb)	NO3 (ppb)	Clor-"a" (mg/m3)
1	27.0	36.620	6.272	8.22	2.707	12.779	0.938
2	27.5	36.690	6.160	8.22	4.330	5.425	1.046
3	26.0	36.486	6.304	8.18	0.000	13.507	0.946
4	28.5	34.957	6.144	8.21	0.000	3.330	0.193
5	27.0	35.660	6.272	8.15	2.707	3.100	0.160
6	28.0	35.022	6.248	8.21	2.707	3.053	0.411
7	28.0	36.593	6.196	8.22	2.707	1.596	0.218
8	29.0	36.632	6.126	8.21	4.330	3.178	0.066
9	29.0	36.525	6.184	8.21	0.000	5.135	0.043
10	27.5	36.351	6.344	8.21	7.575	5.856	0.361
11	28.0	36.402	6.208	8.21	9.197	12.640	0.422
12	28.0	36.402	6.096	8.22	5.952	8.306	0.427
13	27.5	36.355	6.066	8.19	0.000	7.124	0.256
14	26.5	36.740	6.206	8.18	2.707	1.943	0.257
15	29.0	36.378	6.256	8.21	2.707	2.361	0.137
16	28.0	36.664	6.164	8.19	0.000	3.914	0.217
17	26.5	36.430	6.152	8.22	2.707	1.907	0.208
18	29.5	36.620	6.144	8.21	4.330	4.048	0.297
19	29.5	36.620	6.192	8.21	0.000	1.865	0.136
20	30.0	36.676	6.248	8.21	4.330	3.927	0.144
21	27.0	36.620	6.272	8.21	5.952	9.384	0.782
22	27.5	36.497	6.088	8.13	4.330	6.318	0.622
23	26.5	35.801	5.992	8.19	2.707	6.726	0.261
24	27.0	36.696	6.216	8.19	4.330	99.619	0.107
25	28.0	36.727	6.256	8.21	0.000	6.667	0.303
26	26.5	36.660	6.240	8.21	2.707	6.015	0.335
27	28.0	36.364	6.184	8.22	2.707	18.140	0.260
28	29.5	36.364	6.144	8.23	2.707	5.337	0.377
29	29.0	36.378	6.176	8.21	4.330	56.651	0.329
30	27.0	36.501	6.304	8.23	4.330	2.498	0.191
31	29.0	36.450	6.128	8.22	0.000	2.775	0.216
32	27.5	36.240	6.104	8.13	4.330	5.066	1.216
33	27.5	36.026	6.144	8.15	5.952	6.052	0.470
34	28.5	36.700	6.360	8.16	4.330	6.760	0.036
35	28.5	36.730	6.216	8.21	2.707	1.913	0.479
36	29.5	36.743	6.144	8.17	5.952	5.614	0.532
37	26.0	36.646	6.232	8.22	4.330	3.640	0.119
38	29.0	36.458	6.152	8.15	2.707	4.336	0.304
39	29.0	36.252	6.240	8.18	2.707	8.031	0.415
40	28.0	36.070	6.144	8.19	2.707	6.983	0.368
41	29.5	36.473	6.120	8.23	2.707	30.665	0.602
42	29.0	36.414	6.032	8.22	5.952	4.236	0.645
43	28.0	34.501	6.466	8.18	2.707	10.633	2.031
44	28.0	36.149	5.980	8.15	2.707	5.337	1.166
45	29.0	36.648	6.176	8.13	4.330	4.729	1.660
46	29.0	36.577	6.120	8.12	4.330	3.142	0.423
47	30.0	36.046	6.016	8.19	4.330	3.366	0.736
48	30.0	36.275	5.964	8.16	4.330	5.663	0.334
49	30.0	36.105	6.032	8.15	5.952	2.220	0.154
50	30.0	36.662	5.976	8.12	4.330	3.606	0.411
51	30.0	36.870	5.952	8.12	4.330	2.039	0.673
52	30.0	36.926	6.016	8.17	12.442	2.543	0.396
53	30.0	36.896	6.240	8.16	5.952	6.041	0.622
54	29.0	34.780	6.432	7.66	7.575	11.803	2.671
55	29.0	35.007	6.264	8.05	4.330	9.217	1.215
56	27.5	36.706	5.936	7.95	0.000	6.066	0.605
57	30.0	36.351	6.112	8.01	7.575	4.470	0.450
58	29.5	36.311	6.104	8.09	0.000	25.296	1.130
59	30.0	36.014	6.952	8.22	5.952	7.626	0.344
60	30.0	36.632	6.066	8.11	2.707	4.027	0.516
61	30.0	37.077	6.000	8.09	2.707	4.961	0.521
62	30.0	37.065	5.560	8.13	0.000	4.336	0.956
63	29.5	36.896	5.440	8.05	2.707	13.142	0.615

Cuadro 8. Parámetros físico-químicos a nivel superficial del Banco de Campeche.

Estación	T (°C)	Salinidad (‰)	O2 dis. (ppm)	pH	P04 (ppb)	NO3 (ppb)	Clor-a* (mg/m3)
1	27.0	36.810	6.160	8.15	3.076	2.850	0.159
2	26.0	36.230	6.340	8.18	3.076	5.670	0.740
3	26.0	36.680	6.050	8.17	1.511	3.310	1.220
4	26.5	36.340	6.110	8.12	1.511	3.620	0.530
5	25.0	36.660	6.390	8.13	1.511	4.190	0.498
6	25.0	36.710	6.530	8.14	3.076	7.010	0.394
7	25.0	36.680	6.480	8.12	3.076	3.400	0.589
8	25.0	36.700	6.440	8.11	1.511	9.850	0.323
9	25.0	36.730	6.370	8.09	1.511	13.640	0.253
10	25.0	36.670	6.300	8.18	1.511	3.950	0.609
11	25.0	36.650	6.370	8.12	3.076	9.680	0.512
12	25.0	36.760	6.410	8.17	4.640	5.150	0.647
13	25.0	36.810	6.580	8.16	1.511	6.160	0.514
14	25.0	36.730	6.460	8.15	1.511	5.160	0.857
15	25.5	36.770	6.440	8.05	1.511	10.820	1.029
16	25.5	36.650	6.340	8.10	3.076	8.330	0.379
17	25.5	36.690	6.480	8.03	1.511	8.730	0.880
18	25.5	36.490	6.440	8.18	6.204	3.970	0.913
19	25.0	36.660	6.180	8.05	3.076	10.910	0.673
20	25.0	36.640	6.300	8.08	4.640	6.790	0.636
21	25.0	36.680	6.530	8.03	3.076	6.960	0.344
22	24.0	36.890	6.600	8.05	1.511	7.360	1.833
24	24.0	36.030	6.410	7.98	1.511	39.030	2.148
25	23.5	32.950	7.230	8.03	4.640	16.040	3.004
26	24.5	37.000	6.320	7.98	9.332	9.430	2.508
27	25.0	36.990	6.270	8.02	1.511	9.620	1.459
28	25.0	36.910	6.550	8.09	4.640	18.850	1.097
29	25.0	36.660	6.200	7.98	4.640	6.360	0.283
30	25.5	37.090	6.350	8.15	3.076	7.920	0.676
31	26.0	36.820	6.550	8.11	1.511	5.710	0.992
32	25.5	36.680	6.490	8.12	6.204	3.070	0.931
33	25.5	36.560	6.420	8.12	1.511	4.710	1.123
34	25.0	36.340	6.460	8.10	1.511	4.740	0.672
35	25.0	36.150	6.320	8.12	4.640	9.850	0.938
36	25.5	36.430	6.480	8.07	4.640	5.660	1.194
37	26.0	36.870	6.440	8.02	1.511	10.280	0.931
38	25.5	35.810	6.300	8.07	1.511	8.850	1.076
39	26.0	36.660	6.480	8.06	1.511	6.690	1.194
40	25.5	36.580	5.810	8.04	1.511	4.460	0.584
41	25.5	36.810	6.420	8.02	1.511	7.140	0.364
42	25.0	36.090	6.320	8.00	3.076	6.230	1.806
43	25.5	36.860	6.200	8.08	4.640	17.850	1.250
44	25.5	36.420	6.230	8.04	6.204	9.760	1.260
45	24.0	35.790	6.510	8.06	9.332	10.880	2.372
46	25.5	36.140	6.210	8.06	12.461	21.740	1.399
47	25.5	36.360	6.690	8.01	7.768	6.780	1.515
48	25.0	36.490	6.480	8.12	1.511	8.180	1.134
49	25.0	36.600	6.650	8.16	14.025	24.570	1.226
50	25.5	36.210	6.440	8.16	3.076	7.360	0.628

Cuadro 8.1. Resumen estadístico de las variables físico-químicas en el área de estudio.

Centro/Norte de la Z.E.E. del Golfo de México.

Variable	No. estaciones	Promedio	Varianza	Desviación est.	Error estándar	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	63	28.63	1.12	1.06	0.13	26	30
Salinidad (o/oo)	63	35.79	21.24	4.61	0.58	34.5	37.07
Oxígeno disuelto (ppm)	63	6.15	0.036	0.19	0.024	5.44	6.95
pH	63	8.16	0.007	0.085	0.01	7.66	8.23
Fosfatos (ppb)	63	3.59	5.97	2.44	0.3	0	12.44
Nitratos (ppb)	63	8.78	205.68	14.34	1.8	1.59	99.62
Clorofila "a" (mg/m3)	63	0.54	0.24	0.48	0.61	0.038	2.67

Banco de Campeche

Variable	No. estaciones	Promedio	Varianza	Desviación est.	Error estándar	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	50	25.23	0.37	0.61	0.08	23.5	27
Salinidad (o/oo)	50	36.5	0.35	0.59	0.08	32.95	37.09
Oxígeno disuelto (ppm)	50	6.39	0.046	0.21	0.03	5.61	7.23
pH	50	8.08	0.003	0.06	0.008	7.98	8.18
Fosfatos (ppb)	50	3.58	8.3	2.88	0.41	1.51	14.02
Nitratos (ppb)	50	8.96	41.33	6.429	0.92	2.85	39.03
Clorofila "a" (mg/m3)	50	0.98	0.37	0.61	0.08	0.159	3.004

Cuadro 9. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener para los géneros de *Distomeas* registrados en la región Centro/Norte del Golfo de México.

Estación	Diversidad	Div. Máx.	Uniformidad	Dominancia	Riqueza	Densidad
63	2.04	2.83	0.72	0.26	17	75667
52	1.86	2.48	0.75	0.25	12	10818
9	1.83	2.08	0.88	0.12	8	9083
14	1.83	2.48	0.74	0.26	12	17449
19	1.78	2.40	0.74	0.26	11	27464
3	1.70	2.80	0.59	0.41	18	168109
41	1.70	2.08	0.82	0.16	8	9100
2	1.66	2.84	0.56	0.44	19	942162
7	1.62	2.20	0.74	0.26	9	4007
47	1.62	2.08	0.78	0.22	8	236610
8	1.60	1.95	0.82	0.18	7	15292
30	1.60	2.18	0.72	0.28	9	30839
5	1.58	2.71	0.59	0.41	15	68156
24	1.57	2.20	0.71	0.29	9	12764
26	1.57	2.06	0.75	0.25	8	22435
1	1.55	3.00	0.52	0.48	20	1413662
11	1.55	3.00	0.52	0.48	20	1125439
31	1.53	2.08	0.74	0.26	8	38493
51	1.52	1.79	0.85	0.15	6	2150
18	1.51	2.08	0.72	0.28	8	18489
20	1.51	2.30	0.66	0.34	10	18191
45	1.49	2.20	0.68	0.32	9	132769
26	1.48	2.08	0.71	0.29	8	30216
6	1.47	2.40	0.61	0.36	11	66846
37	1.46	2.08	0.70	0.30	8	38364
60	1.43	1.80	0.80	0.20	6	9480
4	1.42	2.30	0.61	0.36	10	40957
30	1.42	2.08	0.68	0.32	8	156926
43	1.42	3.00	0.47	0.53	20	6556782
17	1.41	2.30	0.61	0.36	10	26327
46	1.40	2.08	0.67	0.33	8	194128
36	1.38	2.20	0.63	0.37	9	43985
49	1.38	2.30	0.59	0.41	10	66334
23	1.35	2.71	0.50	0.50	15	575330
55	1.34	2.77	0.48	0.52	16	6954462
42	1.32	1.95	0.70	0.32	7	12865
48	1.32	2.08	0.64	0.36	8	145528
59	1.31	1.95	0.67	0.33	7	19082
61	1.27	1.81	0.79	0.21	5	886
34	1.26	2.20	0.57	0.43	9	184195
21	1.25	2.84	0.43	0.57	19	2340205
58	1.20	1.80	0.67	0.33	6	40946
22	1.19	2.77	0.43	0.57	18	1533365
44	1.19	3.14	0.38	0.62	23	3803429
54	1.17	2.71	0.43	0.57	15	2536709
27	1.15	2.08	0.55	0.45	9	14900
32	1.14	3.14	0.36	0.64	23	1108281
40	1.14	1.80	0.64	0.36	6	47790
50	1.12	1.80	0.63	0.37	6	9637
35	1.08	2.30	0.47	0.53	10	74046
39	1.06	1.39	0.78	0.22	4	1682
57	0.98	1.81	0.61	0.39	5	2872
33	0.93	3.00	0.32	0.66	20	3691357
12	0.88	3.04	0.29	0.71	21	1844006
25	0.88	2.20	0.40	0.60	9	12831
29	0.86	2.30	0.38	0.62	10	20341
10	0.86	2.84	0.29	0.71	19	1891958
13	0.78	2.83	0.28	0.72	17	1266315
15	0.64	2.40	0.27	0.73	11	173262
18	0.60	2.30	0.28	0.74	10	67172
56	0.55	2.20	0.25	0.75	9	88643
62	0.33	1.10	0.30	0.70	3	80636
53	0.13	2.77	0.045	0.95	18	7984668

Cuadro 10. Índices de diversidad de Shannon-Wiener para los géneros de Dinoflagelados registrados en la región Centro/Norte del Golfo de México.

Estación	Diversidad	Div. Máxima	Uniformidad	Dominancia	Riqueza	Densidad
9	1.87	2.20	0.85	0.15	9	5960
24	1.83	2.20	0.83	0.17	9	12188
40	1.82	2.20	0.83	0.17	9	27582
47	1.82	2.20	0.83	0.17	9	30143
8	1.79	2.30	0.78	0.22	10	14834
36	1.79	2.40	0.75	0.25	11	10852
37	1.77	2.30	0.77	0.23	10	14275
26	1.73	2.08	0.83	0.17	8	13109
31	1.72	2.48	0.69	0.31	12	20155
35	1.72	2.30	0.75	0.25	10	24441
7	1.70	2.40	0.71	0.29	11	5960
50	1.70	2.40	0.71	0.29	11	11007
28	1.69	2.57	0.66	0.34	13	10567
18	1.65	2.40	0.69	0.31	11	5317
57	1.65	2.08	0.79	0.21	8	1158
25	1.62	2.30	0.70	0.30	10	8148
29	1.60	2.48	0.64	0.36	12	7331
30	1.60	2.56	0.62	0.38	13	12683
52	1.58	2.40	0.66	0.34	11	8222
5	1.57	2.30	0.68	0.32	10	17.49
51	1.56	2.30	0.68	0.32	10	5033
22	1.55	2.20	0.71	0.29	9	30566
27	1.55	2.20	0.71	0.29	9	8941
19	1.54	2.30	0.67	0.33	10	11385
6	1.53	2.30	0.66	0.34	10	7489
41	1.53	2.56	0.60	0.40	13	10256
60	1.52	2.08	0.73	0.27	8	4108
32	1.50	2.30	0.65	0.35	10	58856
20	1.49	2.08	0.72	0.28	8	8567
14	1.48	2.08	0.71	0.29	8	8077
4	1.47	2.08	0.70	0.30	8	9571
34	1.46	1.95	0.75	0.25	7	17525
58	1.42	1.61	0.88	0.12	5	8774
43	1.41	2.08	0.68	0.32	8	83564
38	1.39	2.30	0.60	0.40	10	24178
10	1.37	2.30	0.59	0.41	10	80795
15	1.34	2.20	0.61	0.39	9	12252
23	1.34	2.30	0.66	0.42	10	26905
48	1.31	2.20	0.60	0.40	9	20634
17	1.30	2.08	0.62	0.38	8	5413
49	1.28	2.20	0.58	0.42	9	12089
12	1.27	1.60	0.71	0.29	8	15335
21	1.27	1.81	0.79	0.21	5	82300
11	1.22	1.80	0.68	0.32	6	32350
56	1.21	1.80	0.67	0.33	6	3634
33	1.20	1.81	0.74	0.26	5	39083
45	1.19	2.08	0.57	0.43	8	9577829
13	1.18	1.95	0.61	0.39	7	53910
62	1.16	1.80	0.65	0.35	8	27307
59	1.14	2.08	0.55	0.45	8	4574
3	1.13	1.80	0.63	0.37	6	10294
46	1.13	1.80	0.63	0.37	6	28712
16	1.12	1.95	0.57	0.43	7	7243
55	1.10	1.10	1.00	0.00	3	23658
42	1.05	1.39	0.75	0.25	4	5346
63	1.03	1.95	0.53	0.47	7	23002
1	1.02	1.80	0.57	0.43	6	45522
53	1.01	1.10	0.92	0.079	3	5753
2	0.99	1.81	0.61	0.39	5	12803
44	0.99	1.39	0.71	0.29	4	155768
61	0.90	1.39	0.65	0.35	4	1277
39	0.79	1.10	0.72	0.28	3	3048
54	0.65	1.10	0.60	0.40	3	64084

Cuadro 11. Índices de Diversidad de Shannon-Wiener para los géneros de Diatomeas registrados en el Banco de Campeche.

Estación	Diversidad	Div. Máx.	Equitatividad	Dominancia	Riqueza	Densidad
27	2.25	2.70	0.83	0.17	15	3469241
31	2.22	3.04	0.73	0.27	21	1318311
38	2.14	2.71	0.79	0.21	15	4531878
30	2.10	2.90	0.73	0.28	18	5248573
25	2.05	2.80	0.74	0.26	16	8520070
24	2.04	2.64	0.77	0.23	14	2251504
32	1.99	2.90	0.69	0.31	18	2420560
13	1.94	2.40	0.81	0.19	11	1979961
8	1.91	2.78	0.69	0.31	16	2852792
29	1.90	2.08	0.91	0.087	8	342841
39	1.87	2.83	0.66	0.34	17	6113990
43	1.82	2.56	0.71	0.29	13	1744567
26	1.80	2.71	0.67	0.33	15	561390
33	1.80	3.00	0.60	0.40	20	5076351
37	1.80	2.77	0.65	0.35	16	5354901
45	1.77	2.64	0.67	0.33	14	6837830
21	1.76	2.90	0.61	0.39	18	2353772
15	1.74	2.83	0.61	0.39	17	1972375
12	1.71	2.90	0.59	0.41	18	8072831
6	1.70	2.80	0.61	0.39	16	5348930
16	1.66	2.70	0.61	0.39	15	2361547
28	1.65	2.30	0.72	0.28	10	4284577
44	1.65	2.48	0.67	0.33	12	1059024
9	1.63	2.83	0.58	0.42	17	4746188
19	1.63	2.90	0.56	0.44	18	1051766
20	1.62	2.70	0.60	0.40	15	6810701
5	1.60	2.80	0.57	0.43	16	1799608
34	1.60	2.48	0.64	0.36	12	5589165
35	1.60	2.56	0.61	0.39	13	3706117
3	1.59	2.94	0.54	0.46	19	1399361
2	1.58	2.83	0.56	0.44	17	2075365
50	1.57	2.56	0.61	0.39	13	8936877
42	1.56	2.83	0.55	0.45	17	4948922
46	1.56	3.00	0.52	0.48	20	2632999
22	1.55	2.70	0.57	0.43	15	5591168
40	1.54	2.77	0.56	0.44	16	1805295
10	1.53	2.64	0.58	0.42	14	1819433
41	1.53	2.77	0.55	0.45	16	1498484
48	1.53	2.04	0.50	0.49	21	3280694
4	1.51	2.83	0.53	0.47	17	4230142
1	1.40	2.48	0.56	0.44	12	1231071
11	1.37	2.20	0.63	0.37	9	150831
47	1.37	2.83	0.48	0.52	17	3942596
36	1.33	2.71	0.49	0.51	15	1061979
18	1.30	2.77	0.47	0.53	16	3625000
17	1.28	2.83	0.45	0.55	17	2224848
7	1.11	2.48	0.45	0.55	12	565748
14	1.04	2.57	0.41	0.59	13	2008760
49	0.37	3.00	0.46	0.54	20	7279339

Cuadro 12. Indices de Diversidad de Shannon-Wiener
para los géneros de Dinoflagelados
registrados en el Banco de Campeche.

Estación	Diversidad	Div. Máx.	Uniformidad	Dominancia	Riqueza	Densidad
48	1.79	2.20	8.82	0.19	9	947611
50	1.65	2.20	0.75	0.26	9	1019721
44	1.59	1.80	0.89	0.12	6	152208
1	1.58	2.20	0.71	0.29	9	546427
39	1.54	1.80	0.86	0.14	6	723502
47	1.54	1.95	0.79	0.21	7	565680
49	1.51	2.20	0.69	0.32	9	95263
46	1.50	2.08	0.73	0.28	8	818342
7	1.49	1.81	0.92	0.075	5	17249
40	1.48	1.95	0.78	0.24	7	874016
38	1.47	2.08	0.71	0.30	8	1108193
34	1.46	1.95	0.75	0.25	7	449529
26	1.44	1.61	0.90	0.11	5	24258
45	1.43	1.61	0.89	0.12	5	1430135
36	1.42	1.81	0.89	0.12	5	292204
6	1.40	1.80	0.78	0.23	6	103213
43	1.40	1.61	0.87	0.14	5	373028
24	1.39	1.80	0.77	0.23	6	297428
25	1.37	1.61	0.85	0.15	5	429584
29	1.32	1.80	0.74	0.27	6	880264
28	1.31	1.61	0.82	0.19	5	994211
37	1.31	1.61	0.81	0.19	5	376253
30	1.29	1.80	0.72	0.28	6	213695
33	1.29	1.95	0.66	0.34	7	143424
32	1.27	1.61	0.79	0.21	5	136370
8	1.25	1.80	0.69	0.31	6	70055
41	1.22	1.39	0.88	0.13	4	863001
42	1.20	1.79	0.67	0.33	6	1707826
16	1.18	1.79	0.66	0.34	6	172984
11	1.15	1.39	0.83	0.17	4	12721
15	1.14	1.39	0.82	0.18	4	1025395
14	1.13	1.39	0.81	0.19	5	1737766
19	1.12	1.39	0.81	0.19	4	1180285
22	1.09	1.10	0.99	0.009	3	289258
35	1.08	1.39	0.78	0.22	4	223520
18	1.07	1.95	0.55	0.45	7	625600
20	1.07	1.39	0.77	0.24	4	229961
21	1.07	1.10	0.97	0.034	3	1040555
17	1.05	1.10	0.95	0.05	3	174553
27	1.05	1.10	0.95	0.05	3	174553
3	0.95	1.39	0.69	0.31	4	67614
31	0.90	1.39	0.65	0.35	4	458663
12	0.89	1.61	0.55	0.45	5	234184
5	0.80	1.39	0.57	0.43	4	21582
9	0.79	1.80	0.44	0.56	6	1306875
4	0.78	1.39	0.56	0.44	4	92348
10	0.77	1.39	0.55	0.45	3	59915
2	0.61	2.20	0.71	0.29	9	546427
13	0.59	1.39	0.43	0.58	4	757434

Cuadro 15. Clasificación Taxonómica de Diatomeas y Dinoflagelados registrados en el área de estudio, según Werner (1987).

DIATOMEAS.

División: Chrysophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Bacillariales (Centrales)

Suborden: Coscinodiscineae

1. Familia: Coscinodiscaceae .

Género:

Melosira Agardh

Coscinodiscus Ehrenberg

Thalassiosira Cleve

Skeletonema Greville

Stephanopyxis Ehrenberg

2. Familia: Actinodiscaceae

Género:

Actinoptychus Ehrenberg

Suborden: Biddulphineae

3. Familia: Biddulphiaceae

Género:

Biddulphia Gray

Hemiaulus Ehrenberg

Eucampia Ehrenberg

Triceratium Ehrenberg

Lithodesmium Ehrenberg

Ditylum Bailey

Streptothecca Shrubsole

Cerataulina Peragallo

4. Familia: Chaetoceraceae

Género:

Chaetoceros Ehrenberg

Suborden: Rhizosoleniineae

5. Familia: Bacteriastraceae

Género:

Bacteriastrum Shadbolt

6. Familia: Leptocylindraceae

Género:

Leptocylindrus Cleve

Guinardia H. Peragallo

Dactyliosolen Castracane

Lauderia Cleve

7. Familia: Corethronaceae
Género:
Corethron Castracane

8. Familia: Rhizosoleniaceae
Género:
Rhizosolenia Brightwell

Orden: Pennales
Suborden: Fragilariineae

9. Familia: Fragilariaceae
Género:
Fragilaria Lyngbye
Asterionella Hassall
Striatella Agardh
Synedra Ehrenberg
Thalassiothrix Cleve & Grunow
Thalassionema (Grunow) Hustedt
Plagiogramma Greville
Grammatophora Ehrenberg

Suborden: Naviculineae
10. Familia: Naviculaceae

Género:
Navicula Bory
Mastogloia Thwaites
Pleurosigma Wm. Smith
Amphiprora Ehrenberg
Diploneis (Cleve) Ehrenberg
Caloneis Cleve

11. Familia: Bacillariaceae
Género:
Nitzschia Hassall

Suborden: Surirellineae

12. Familia: Surirellaceae
Género:
Surirella Turking
Cimatopleura W. Smith

DINOFLAGELADOS.

División: Pyrrophyta

Clase: Dinophyceae

Orden: Procentrales

1. Familia: Prorocentraceae

Género:

Prorocentrum Ehrenberg

Clase: Desmophyceae

Orden: Dinophysiales

2. Familia: Amphisoleniaceae

Género:

Amphisolenia Stein

3. Familia: Dinophysiaceae

Género:

Dinophysis Ehrenberg

Ornithocercus Stein

Orden: Peridinales

4. Familia: Ceratiaceae

Género:

Ceratium Schrank

5. Familia: Ceratocoryaceae

Género:

Ceratocorys Stein

6. Familia: Cladopyxidaceae

Género:

Cladopyxis Stein

7. Familia: Heteraulacaceae

Género:

Heteraulaucos Drugg et Loeblich

8. Familia: Oxytoxaceae

Género:

Oxytoxum Stein

9. Familia: Peridiniaceae

Género:

Peridinium Ehrenberg

10. Familia: Podolampadaceae

Género:

Podolampas Stein

11. Familia: Pyrocystaceae
Género:
Dissodinium Pascher
Pyrocystis (Schutt) J. Murray

12. Familia: Pyrophacaceae
Género:
Pyrophacus Stein

Orden: Noctilucales

13. Familia: Noctilucaceae
Género:
Noctiluca (Lamarck) Suriray
Pronoctiluca Fabre-Domergue

ANEXO B

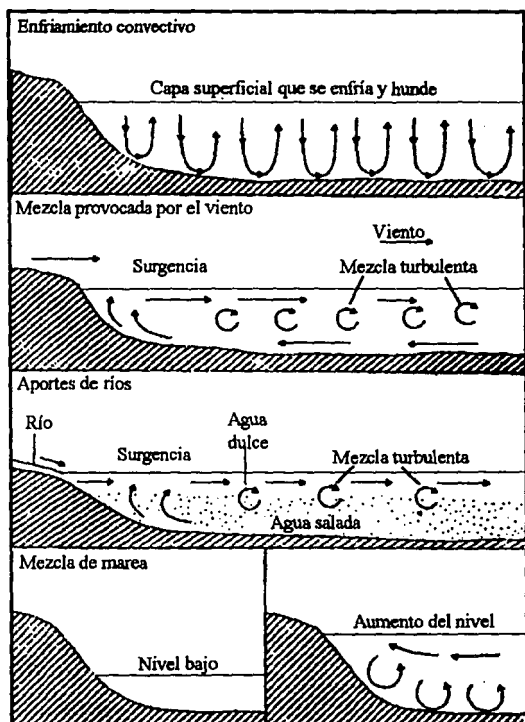


Fig. 1.4 Algunos mecanismos de mezcla vertical.

Fig. 2. Representacion esquematica de las Cajas Múltiples con Muecas.

