

74
169

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA

DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

FITOPLANCTON DE LA REGION NOR-ORIENTAL DEL BANCO DE
CAMPECHE, JULIO DE 1984

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

ARMANDO ROBINSON MENDOZA

México, D. F.

Febrero 1986



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.

CONTENIDO

	Página
I. Introducción -----	1
II. Objetivos -----	3
III. Antecedentes -----	4
IV. Area de Estudio -----	5
V. Metodología -----	9
A. Campo -----	9
B. Laboratorio -----	9
VI. Resultados -----	12
A. Fitoplancton -----	12
B. Parámetros fisicoquímicos -----	14
a. Temperatura -----	14
b. Salinidad -----	15
c. Oxígeno disuelto -----	15
d. Fosfatos -----	15
e. Nitratos -----	16
f. Nitritos -----	16
g. Silicatos -----	16
h. Amonio -----	17
VII. Discusión -----	43
VIII. Conclusiones -----	53
IX. Referencias -----	54

I. INTRODUCCION

El aprovechamiento adecuado de los recursos pesqueros de cualquier área requiere del conocimiento previo de la hidrología y biología, con lo que se deben evitar desequilibrios ecológicos y obtener capturas óptimas.

El termino "producción de los océanos", implica la presencia del fitoplancton y su relación con los parámetros fisicoquímicos que le rodean. Se ha establecido que algunos parámetros de producción en niveles tróficos más altos (zooplancton, bentos, necton) dependen estrictamente de la producción primaria, por lo tanto el fitoplancton constituye directa o indirectamente la base nutritiva de toda vida marina (Margalef, 1977).

Conjuntamente con el fitoplancton en aguas abiertas viven pequeñas formas no fotosintetizadoras en las que se encuentran bacterias, protozoarios y zooplancton, los cuales son arrastrados por las corrientes, todos se alimentan directamente de la vegetación microscópica; la mayor parte del necton sobre todo los peces y los mamíferos marinos acuden a zonas donde abundan estos organismos para alimentarse de ellos; estas zonas son establecidas por la dinámica y nivel nutritivo de las aguas oceánicas.

Muchos de los organismos fitoplanctónicos están limitados en su distribución y abundancia por los factores fisicoquímicos que los rodean; la turbulencia del agua, la temperatura, salinidad y concentración de nutrientes como N, P, Si, etc., influyen directamente en las poblaciones, en su morfología, periodicidad y dispersión (Margalef, 1977).

El Banco de Campeche es una de las zonas de mayor explotación de especies marinas comerciales en la República Mexicana. Más de la mitad de los peces demersales del volumen total de captura nacional, especialmente guachinango, pargo, mero, sierra, se obtienen de esta área. Por otro lado, aproximadamente una tercera parte de la captura del camarón, 39 % de los moluscos y 20 % de los túnidos, provienen del mismo lugar (SEPESCA, 1984). A pesar de ésto se han realizado muy pocos estudios en los que se intente saber si existe una relación directa entre los factores oceanográficos con la distribución y abundancia de las especies de importancia ecológica y comercial.

El estudio de las relaciones de los parámetros fisicoquímicos con los organismos fitoplanctónicos puede considerarse entonces, como primordial para conocer su dinámica, así como identificar zonas de alto contenido nutritivo.

II. OBJETIVOS

Este estudio forma parte de investigaciones que lleva a cabo la Dirección General de Oceanografía de la Secretaría de Marina, con el objeto de conocer las riquezas marinas de México y a portar datos para estudios interdisciplinarios.

Tomando en cuenta que el fitoplancton constituye directa o indirectamente la base nutritiva de toda vida marina y que se haya íntimamente relacionado con los factores fisicoquímicos que le rodean, los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Evaluar la abundancia y distribución del fitoplancton en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984.
2. Conocer las condiciones hidrofísicas e hidroquímicas de la región durante el periodo de estudio.
3. Analizar la relación que existe entre los parámetros fisicoquímicos con la abundancia y distribución del fitoplancton en la zona de trabajo.

III. ANTECEDENTES

Existen diversos trabajos realizados en el Banco de Campeche, que cubre la zona de estudio del presente trabajo, entre los cuales merecen citarse por su importancia los siguientes: Marshall (1956) realizó estudios de clorofila-a en el fitoplancton de aguas costeras en el este del Golfo de México; Cochrane (1965) estimó la dinámica de la corriente de Yucatán.

Balech (1967) describe la distribución de especies fitoplanctónicas raras en el Golfo de México y el mar Caribe; Bogdanov (1968) realizó estudios de distribución de fitoplancton en el Banco de Campeche; Zernova (1969) realizó estudios de distribución del fitoplancton del Banco de Campeche; Cruz (1971) analizó el plancton en el Banco de Campeche; Bessonov, et al. (1971) describió la dinámica de las aguas y de productividad biológica del Banco de Campeche; Capurro (1972) estudió la circulación oceánica en el Golfo de México; El-Sayed (1972) Producción primaria, fitoplancton y algas bentónicas del Golfo de México; Bulanienkov (1973) investigó los procesos atmosféricos en un afloramiento en el Banco de Campeche; González (1973) estimó la dependencia afloramiento-capturas en la región oriental del Banco de Campeche; Turner (1974) fitoplancton de la Florida; López (1974) fitoplancton de la plataforma suroccidental de Cuba; Gómez (1977 y 1979) evaluó el microplancton del Banco de Campeche en primavera y verano de los años 1975 y 1976, respectivamente.

IV. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio estuvo comprendida dentro del Banco de Campeche. Se encuentra al norte de la Península de Yucatán y cubre aproximadamente unas treinta mil millas cuadradas. Es un banco costero bastante grande y está definido por la curva de las 100 brazas de profundidad que se extiende al norte, unas 155 millas desde la costa norte de dicha Península. La zona de estudio que se seleccionó se encuentra localizada entre los $21^{\circ} 37'$ y $24^{\circ} 11'$ sobre la latitud norte y de los $87^{\circ} 24'$ a los $89^{\circ} 42'$ en la longitud oeste (fig. 1).

La topografía submarina es bastante irregular; de su fondo, se elevan hacia la superficie numerosos cayos, bajos y arrecifes.

La dinámica de las aguas del Banco de Campeche, está determinada por una rama de la corriente de Yucatán que penetra al Banco por el este y otra que proviene del Golfo de Campeche por el oeste (Bessonov, et al. 1971).

Debido a la topografía submarina estas corrientes cambian de dirección cerca del talud, provocando zonas de circulación ciclónicas y anticiclónicas en las aguas.

Existe un área extensa de circulación ciclónica en la región oriental del Banco, que se hace mayor cuando aumenta la velocidad de la corriente de Yucatán.

Se puede establecer, sobre las bases anteriores, que la dinámica de las aguas dentro de ésta área está comprendida por dos tipos de circulación. El primer tipo de circulación corresponde a un incremento en la velocidad de la corriente de Yucatán, mayor

de tres nudos, y el segundo a valores menores de 1.5 nudos (figs. 2 y 3) (Bessonov, et al., 1971).

La temperatura y salinidad del agua presentan comportamientos diferentes según se trate de áreas con corrientes rápidas (mayor de 3 nudos) o lentas (menores de 1.5 nudos). En el primer caso la temperatura del agua presenta cambios según el tipo de circulación que se presente, en el primer tipo de circulación (rápida) la temperatura cerca del fondo en la zona oriental del Banco, es muy baja, hasta menos de 20 °C, y los valores de salinidad en la superficie en una gran parte de éste son menores de 32.2 o/oo. Cuando se observa el segundo tipo de circulación (lenta) la temperatura cerca del fondo es mayor de 20 a 22 °C y el área de baja salinidad disminuye. La distribución vertical de estas dos características (t °C y S o/oo) determina la estabilidad de las capas de agua (Bessonov, et al., 1971).

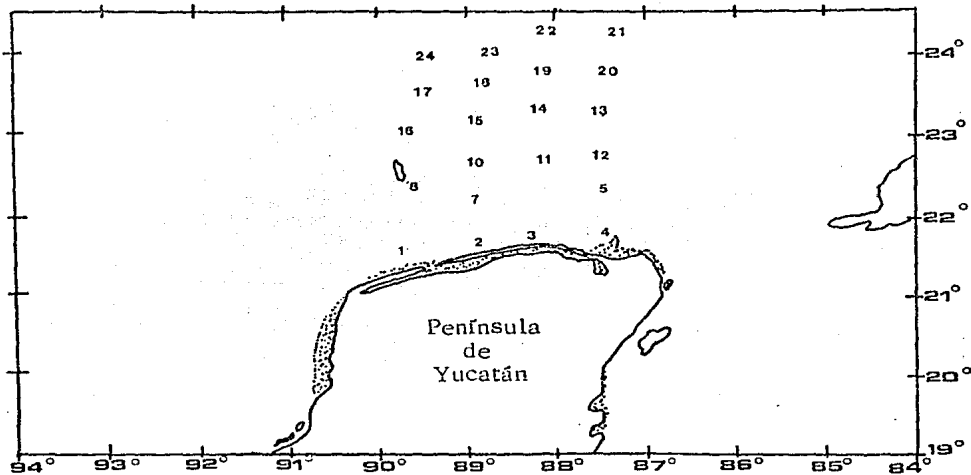


Figura 1. Área de estudio y distribución de las estaciones oceanográficas.

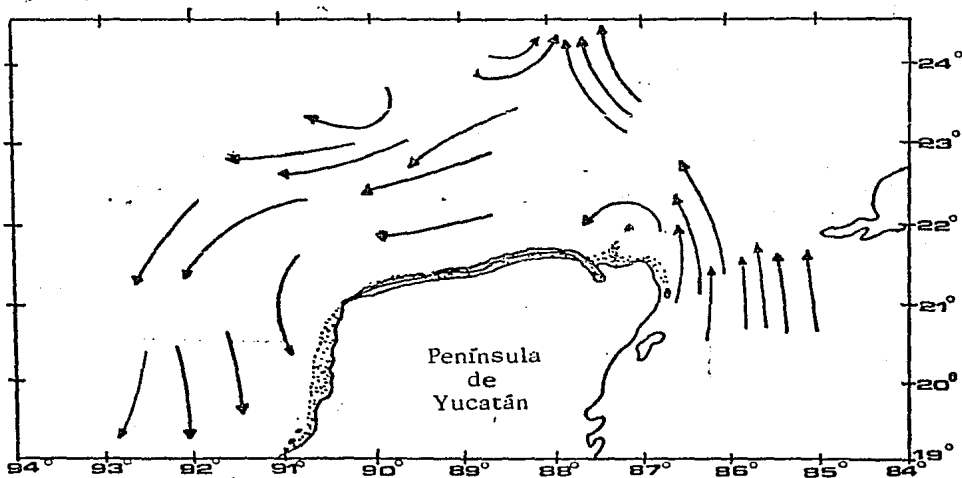


Figura 2. Esquema de corrientes en el área de estudio durante primavera-verano (Bessonov, 1971).

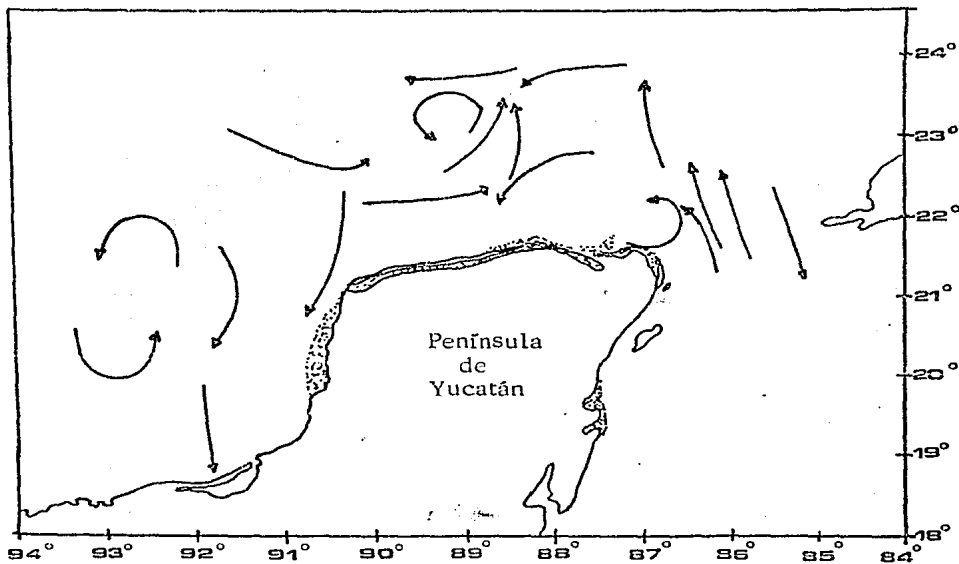


Figura 3. Esquema de corrientes en el área de estudio durante otoño-invierno (Bessonov, 1971).

V. METODOLOGIA

A. Campo

Los muestreos fueron realizados a bordo del B/O HO2 de la Secretaría de Marina, durante el periodo comprendido entre el día 4 al 27 de Julio de 1984.

Se seleccionaron 22 estaciones de muestreo en el área de estudio (fig. 1). En cada estación se hicieron 3 muestreos a diferente profundidad, obteniendo muestras de agua con botellas tipo Niskin de 1.9 l de capacidad y así mismo registros de temperatura con termómetros de inversión. De dichas muestras se obtuvieron alícuotas de 125 ml en botellas de plástico para la estimación de células fitoplanctónicas, a las cuales se les agregó 5 gotas de 'lugol acetato' para la fijación de las células. Se separó el mismo volumen en botellas oscuras para el registro de salinidad. Ambas muestras se llevaron a la ciudad de México para ser analizadas.

Los valores de oxígeno disuelto fueron determinados por el método de Winckler (Strickland, 1968), inmediatamente después de haber sido obtenidas las muestras de las botellas Niskin.

En el laboratorio del buque se determinaron los siguientes nutrimentos: silicatos, nitratos, nitrito, amonio y fosfatos; según el método de Strickland (1968).

B. Laboratorio

Los valores de salinidad se registraron con salinómetro e-

léctrico de inducción. El análisis cuantitativo del fitoplancton se realizó siguiendo el método Uthermöhl (1938). Se dejaron en reposo durante 24 horas en cámaras de sedimentación de 25 ml para su identificación, para lo cual se utilizó un microscopio de tubo invertido. El análisis cualitativo se llevó a cabo hasta el nivel taxonómico genérico con la ayuda de guías de identificación, Cupp (1943), Ferguson (1971).

Los valores cuantitativos de cada muestra fitoplanctónica, se extrapolaron para obtener número de células por litro, en cada estación y a las tres profundidades.

Con el fin de obtener una representación visual del posible comportamiento distribucional del fitoplancton y de los factores fisicoquímicos, los resultados obtenidos se graficaron en isolíneas, en las cuales los valores utilizados son las medias de cada estación, así mismo se utilizaron cifras en células por $\times 10^3$ para facilitar el manejo estadístico.

El criterio que se utilizó para graficar las isolíneas fue empleando la siguiente fórmula:

$$\frac{(a - b) c}{(d - b)} = e$$

Donde: a = rango de intervalo
b = valor mínimo
c = distancia en mm del intervalo
d = valor máximo
e = valor en mm del rango

La distancia en mm es la misma a la que se encontraron los valores en el área de estudio en millas náuticas, por lo que las líneas indican la extrapolación de los resultados entre cada estación a escala de 1 mm por milla náutica.

En la determinación de algunos nutrimentos se registraron

valores perdidos, esto es, que en las tablas de resultados aparecen estaciones con valor cero; esto se debió tal vez a la contaminación de los reactivos utilizados o errores en el manejo de la técnica; dichos valores deben considerarse como perdidos y no como ausencia de este nutrimento durante el muestreo; por lo tanto, considerese este criterio en donde se presenten estos casos.

VI. RESULTADOS

De los muestreos realizados fueron analizadas un total de 66 alícuotas de 25 cc cada una para la identificación de las células fitoplanctónicas. Así mismo se hicieron 66 análisis de cada parámetro fisicoquímico: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos y amonio, para ser relacionados sus registros con los valores cualitativos y cuantitativos del fitoplancton identificado.

En la presente sección, los valores obtenidos, tanto los biológicos como los fisicoquímicos se citan en dos partes, donde serán después discutidos y analizados entre ellos en la sección correspondiente a la discusión. Por lo tanto, en esta sección se dan a conocer solamente los valores encontrados, así como tablas y figuras de los valores y de su posible comportamiento distribucional.

A. Fitoplancton

La abundancia y distribución del fitoplancton identificado puede observarse en la tabla 2, la cual indica los registros cualitativos y cuantitativos de estos organismos muestreados en el área de estudio.

La mayor densidad de organismos fitoplanctónicos identificados pertenecieron a la División Bacillariophyta, del Orden Centrales fueron 11 géneros; del Orden Pennales 16 géneros. De menor cantidad fue la densidad de células de la División Pyrrophyta, de la cual se identificaron 12 géneros. Se obtuvo una abundancia general de 826 460 células por litro en todo el muestreo.

El análisis cualitativo demostró que el género Nitzschia tuvo mayor predominancia, así como Navícula, ambos presentándose entre los 2 y 20 m de profundidad, disminuyendo conforme se aumentaba hasta los 50 m; estos géneros se encontraron en la mayoría de las estaciones.

El género Chaetoceros presentó una alta densidad cerca de la costa encontrándose frente a Punta Arenas (estación 4) manifestaciones de florecimiento; lo mismo sucedió con Leptocylindrus en la estación 15; Rhizosolenia, predominó también cerca de la costa y a profundidades entre los 10 y 20 m.

Los géneros arriba mencionados fueron los que prevalecieron en la región durante el estudio.

Los organismos dinoflagelados presentaron menores densidades; Gyrodinium fue el de mayor abundancia, estuvo presente en la totalidad de las estaciones, así como Oxytoxum; Amphidinium predominó en las estaciones lejanas a la costa, en el estrato de 20 a 50 m de profundidad.

El análisis cuantitativo demostró que la mayor abundancia de células se encontró en la estación 4, con 271 células $\times 10^3 / l$ la estación 19 fue la segunda en densidad, 145 células $\times 10^3 / l$, seguida de la 15, 118 células $\times 10^3 / l$ y la estación 11 con un valor de 117 células $\times 10^3 / l$. Estas cuatro estaciones suman el 70.5 % de los organismos encontrados en la zona de trabajo; la figura 4 muestra el comportamiento distribucional fitoplanctónico, el cual está demarcado por las estaciones antes mencionadas, observándose una alta concentración en el centro de la región, disminuyendo hacia la periferia.

Debido a la alta densidad de las diatomeas, éstas siguen de cerca el patrón de distribución general mencionado anteriormente, la figura 5 hace notoria la participación de estos organismos reafirmando este hecho.

La presencia de los dinoflagelados se observó en la mayoría de las estaciones pero con poca abundancia, la figura 6 representa su distribución, delimitada por las estaciones con mas alta frecuencia: 4, 11 y 17.

E. Parámetros fisicoquímicos

Como se indicó anteriormente los registros hidrofísicos e hidroquímicos se muestrearon con el fin de relacionarlos y darle apoyo al comportamiento distribucional de los géneros identificados en el presente estudio. El análisis de cada uno de los parámetros fisicoquímicos realizado, presentó variaciones en diferentes zonas y a diferentes profundidades, esto puede observarse en las tablas y figuras que ilustran a cada parámetro citado.

Ya que los organismos fitoplanctónicos dependen esencialmente de las condiciones físicas y químicas del agua para su desarrollo, reproducción, distribución, morfología, etc., es de sumo interés conocer dichas condiciones para relacionar las cualidades y cantidades del fitoplancton.

a. Temperatura

Las temperaturas mas bajas registradas se encontraron en las estaciones 1 a 20 m de profundidad, 20.355 °C; y en la estación 10 a 50 m, 20.926 °C; los valores más altos fueron localizados en la estación 13 a los tres niveles de profundidad, lo que se indi-

ca en la tabla 3.

En la figura 7, se observan las medias de las temperaturas de cada estación, las cuales hacen notar valores altos en la periferia oriental del área de estudio, encontrándose más bajos en el centro de ésta, así como en las estaciones costeras 1 y 4 que aparentemente aportan agua fría hacia la región oceánica.

b. Salinidad

Los valores más altos de este parámetro se encontraron en la estación 11 a 50 m de profundidad 36.987 o/oo y en la estación 19 a 10 m, 36.319 o/oo. Los más bajos estuvieron en la estación 1 en los tres niveles (tabla 4).

La figura 8 representa las isohalinas de los registros obtenidos, observándose altas concentraciones en las estaciones 11 y 19, desplazándose hacia la periferia valores menores como en las estaciones 1 y 4.

c. Oxígeno disuelto

En la estación 1 a 20 m de profundidad se encontró el valor más alto de oxígeno disuelto, 6.620 ml/l. En las estaciones 4 y 8 a los tres niveles se registraron cantidades muy altas; la menor concentración fue hallada en la estación 10 a 50 m, 4.070 ml/l (tabla 5).

En general la zona presentó alto contenido de oxígeno disuelto siendo un tanto menor en la zona oceánica y en el centro de ésta. La figura 10, muestra la aportación de las estaciones 4 y 8 de este elemento hacia la región central.

d. Fosfatos

La mayor concentración de este nutrimento fue localizada en la estación 4 en el estrato de los 10 y 20 m, 0.4458 $\mu\text{g-at/l}$. Los valores mas bajos fueron en las estaciones 1, 7 y 8 entre los 2 y 20 m, 0.0089 $\mu\text{g-at/l}$ (tabla 6).

En la figura 10 se observa claramente la influencia de las estaciones 4 y 8 en el área de estudio; existe una tendencia de concentración hacia el centro de la zona de trabajo, los valores mas pequeños se encuentran en la periferia de ésta, debido tal vez a la dinámica de las corrientes.

e. Nitratos

La estación 1 fue en la que se registraron las más altas concentraciones, a 10 y 20 m, 4.2089 y 3.9195 $\mu\text{g-at/l}$ respectivamente. Los valores más bajos fueron hallados en la estación 7 a 5 m, 0.0068 $\mu\text{g-at/l}$.

La figura 11 muestra la posible distribución de las concentraciones de nitratos en el área de estudio, la cual indica que en la periferia se encontraron los valores más bajos con excepción de la estación 1 que aportó a la región altas cantidades.

f. Nitritos

Este compuesto fue encontrado en mayor cantidad en la estación 2 a los 10 m de profundidad, 0.7288 $\mu\text{g-at/l}$. El valor más bajo fue hallado en la estación 7 a 5 m, 0.0338 $\mu\text{g-at/l}$ (tabla 8)

La distribución de nitritos en la zona de trabajo puede observarse en la figura 12, la cual indica la influencia de altas concentraciones.

g. Silicatos

La estación 2 a 20 m de profundidad presentó una concentración de silicatos extremadamente alta, 14.26 $\mu\text{g-at/l}$; el valor más bajo fue de 0.50 $\mu\text{g-at/l}$ en varias estaciones (tabla 9).

La distribución de este compuesto es menor en el centro de la zona de estudio y en el extremo norte de ésta. La figura 13, representa las concentraciones y su posible comportamiento, en ella se observan estaciones con grandes aportaciones de sílice.

h. Amonio

La mayor concentración de este compuesto se localizó en la estación 10 a 50 m de profundidad, 7.588 $\mu\text{g-at/l}$, en general a los tres niveles se obtuvieron valores altos.

La mínima cantidad de amonio se encontró en la estación 2, 0.014 $\mu\text{g-at/l}$ (tabla 10).

El comportamiento distribucional en el área de estudio puede observarse en la figura 14, la cual muestra alta concentración - hacia el centro de la región, siendo menores en la zona costera y en el extremo norte.

En la tabla 11 pueden observarse las estadísticas generales de los valores registrados dentro del presente trabajo, tanto los biológicos como los fisicoquímicos. Estas estadísticas dan a conocer la medida de dichos valores, así como la desviación estándar, máxima, mínima, rango y varianza, para facilitar el manejo de los datos.

TABLA 1. Situación geográfica de las estaciones, profundidad y hora de colecta.

ESTACION	SITUACION GEOGRAFICA		PROFUNDIDAD			HORA DE COLECTA
	LAT. N	LONG. W	N1	N2	N3	
1	21° 37'	89° 47'	2	10	20	21:40
2	21° 42'	88° 53'	2	5	10	02:20
3	21° 50'	88° 20'	2	5	15	07:08
4	21° 50'	87° 24'	2	10	20	01:35
5	22° 20'	87° 27'	2	10	15	07:48
6	No se realizo por mal tiempo					
7	22° 10'	88° 55'	2	5	10	22:30
8	22° 22'	89° 42'	2	10	20	08:50
9	No se realizo por mal tiempo					
10	22° 40'	88° 54'	10	30	50	16:50
11	22° 47'	88° 15'	10	30	50	11:00
12	22° 47'	87° 24'	10	30	50	12:00
13	23° 17'	87° 25'	2	10	20	16:17
14	23° 15'	88° 15'	10	30	50	08:50
15	23° 08'	88° 55'	10	30	50	02:42
16	23° 03'	89° 37'	10	30	50	21:00
17	23° 32'	89° 33'	10	30	50	16:30
18	23° 35'	88° 55'	2	10	20	12:45
19	23° 43'	88° 13'	10	30	50	06:41
20	23° 45'	87° 24'	2	5	10	21:30
21	24° 10'	87° 25'	2	5	10	02:12
22	24° 11'	88° 12'	10	30	50	00:45
23	24° 03'	86° 43'	10	30	50	19:30
24	23° 58'	89° 28'	10	30	50	12:45

1984.6.2
Abundancia y Distribución del Fitoplancton
en la Región Nor-Oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
(Células/litro)

ESTACION	1		2		3			4			5			7		8		10								
Prof. (m)	5	10	20	2	5	10	2	5	15	2	10	20	2	10	15	2	5	10	2	10	20	10	30	50		
BACILLARIOPHYTA																										
=CENTRALES=																										
GENERO																										
Nactariastrum											21000	10880	21520			40	280	600	200				80		120	
Chaetoceros			120	480	900	720																				
Coccolithus					80																					
Coccolithoidiscus	80						80	80	40	80	80	80	40									160	40			
Eucyrtella																										
Gulnaridia																										
Hemialius					160																			40	40	
Leptocylindrus				160	80	120																		400	60	
Melosira																										
Rhizosolenia	40			80	800	440	40	40																160	980	3320
Thalassiosira																										
=PENIALES=																										
GENERO																										
Asterion					160																					
Asterionella																										
Cacyptosira						40																				
Clinacocephalia																										
Cocconeis						280	560	200																		
Diploneis											40	40														
Fragilaria											120	120														
Grassleophora				40																						
Litocystra																										
Nauclia	160	160	200	3960	4200	1520	480	640	640	1720	2600	1520	1160	920	480	400	440	520	280	360	160	120	400	1160		
Nitzschia	360	680	720	1200	1240	4080	160	560	880	720	1560	9720	1720	5040	2360	3440	8580	14960	520	460	460	680	2760	5120		
Pagodarana																										
Pleurosigma																										
Skeletonema																										
Thalassionema																										
Thalassiotrix				40	440	120																				
PHYCOPHYTA																										
GENERO																										
Aphidinium	120		280		40						760	1920														
Ceratium																										
Dianthysius	120	160	80																							
Exuviaella	80		280	80	40	40																				
Gyrodinium	320	40	440	120	320							480	40													
Gyrodinium	40		40		160	80																				
Dryotax	200	40	920	120	160		120	40	120																	
Parahistioneis																										
Parahistioneis	80	80	40				80	40	40	80	1360	1720	240	240	160	40	40	40	40	120	80	80	120			
Parahistioneis																										
Podolaps																										
Proocentrum						360	240																			
Pyrocystis		40																								
TOTAL	1680	1320	3240	6520	21940	7760	1040	1560	2240	39280	45060	118840	14600	7400	3440	6920	14760	19320	1600	4000	1040	1600	13440	8960		
PERCENTAJE	.20328	.15972	.39203	.78891	2.6547	.93894	.12584	.18876	.27104	4.7523	5.4566	14.377	1.7666	.90506	.41623	.83731	1.7859	2.3377	.19360	.42359	.12584	.16940	1.6262	1.0811		

(Continúa Tabla 2)

ESTACION Prof. (m)	11			12			13			14			15			16			17			18				
	10	30	50	2	5	10	2	10	20	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	2	10	30		
BACILLARIOPHYTA																										
=CENTRALES=																										
GENERO																										
Factoriastrum	40																									
Chaetoceros		160	1800							160	400		680	480												
Dorethron			200							120																
Coscinodiscus	80	200	80				40	40	40										40			280				
Cyclotella																										
Guinardia																										
Hemiaulus			360							40	80		120													
Leptocylindrus	200	320	560							160	240		2160	2920												
Melosira																										
Rhizosolenia	40	240	920			40	40			40	800	80	1880					40					40	40		
Thalassiosira			1520																							
=PERVALES=																										
GENERO																										
Aerorea			80																							
Asterionella	40					160				80	40	80			80	200										40
Caopylosira																										
Clinocampenia																										
Cocconeis																										
Diploneis			40																							80
Fragilaria	200		40																							40
Graessleophora																										40
Licaphora			120																							
Navicula	760	1120	1440	480	600	640	280	160	80	1040	1000	720	520	320	320	40	80	80				240	200	80	80	640
Nitzschia	16160	22840	56640	6280	360	6160	240	1080	80	22040	1560	4480	80	1560	56680	1080	720	1400	160	240	800	120	40	40	1720	
Pilayella																										
Pleurosigma																										
Spilotonema	40	240	1400							120	160															40
Thalassionema			40																							
Thalassiothrix	40	240	520							200				40	80	120			40	160						
PIRROPHYTA																										
GENERO																										
Aspidinium	360	720	160			80	200		120	80	240		240	320	120			120	40	80	240	360	280	40	120	
Ceratium	40	160		120						80	40		40								40					
Elnophysis			80							40																
Erythralla										240	280	680	520	240	480	400	120	80	200	120	1120		40	40	160	260
Gyrodinium	1060	1480	80	200	160	320				400	160	80								40	120	1720	40			
Gyrodium	210	240	60							600	80	480	320	680	320	80	260	120	120	320	200					
Gyrodium				440	320	680	120			80																
Parabiotonella																										
Peridinium	160	240	40	80	80	80	160		40	120	80	80								40			40	40	40	
Pocillopsis		80									80	80														
Pyrodinium															40			40				200				
Pyrocystis															40											
TOTAL	19640	28760	69600	7600	1680	8360	960	1840	520	26080	3800	8160	1800	27840	83400	1440	1320	2040	1680	3160	2920	640	640	2720		
PERCENTAJE	2.3764	3.4799	8.3005	.91958	.20328	1.0115	.11614	.22264	.06292	3.1556	.45779	.98734	.21780	3.3686	10.696	.17424	.15972	.24686	.22748	.38235	.35331	.07744	.07744	.32911		

(Continda Tabla 2)

ESTACION Prof. (a)	19			20			21			22			23			24			TOTAL	PORCENT
	10	30	50	2	5	10	2	5	10	10	30	50	10	30	50	10	30	50		
BACILLARIOFIYTA																				
=CENTRALES=																				
GENERO																				
Bacteriastrium		80																	240	.029
Chaetoceros	1400	360	320	40						80	80								52900	7.611
Ceratium	80	80	40																600	.073
Coccolodiscus						40													1640	.198
Cyclotella																			80	.01
Eunardia																			740	.087
Heteraulus	440	4760	560																7400	.875
Leptocylindrus												40							57240	6.726
Melosira																			12840	1.554
Rhizocolenia	280	240	680		40														44560	5.352
Thalassiosira			280																1920	.232
=PENIALES=																				
GENERO																				
Amphora			40																480	.058
Asterionella	1080	760	1200							200									4280	.519
Erythrosira																			180	.019
Diacyclopsia			40																40	.005
Dicconella																			120	.015
Diploneis	80											40							1360	.165
Fraxillaria																			520	.063
Grassatophora																			800	.097
Licetophora																			780	.094
Nitzschia	800	320	320	400	600	920	320	520	520	40	680	280	160	200	80		140	120	42040	5.067
Nitzschia	35520	77920		80	360	40	680	600	120	160	1480	840	280	80	360				421520	58.263
Plagiograssa																			120	.015
Pleurosigma																			40	.005
Skeletonema	1800	6440	2080																29280	3.541
Thalassionema	560	1120	200																6080	.725
Thalassiotrix	160	480																	4600	.561
PHYCOPHYTA																				
GENERO																				
Asterionium	80	80	200	80	120	360	240			40	320	160	40	40	40	80	80	120	9260	1.133
Ceratium	40	80	40	80	80	80		40	40	80									1480	.179
Dinophysis						80													480	.058
Ectocarpus																			1560	.187
Erythrogonium	400	80	360	280	480	480	40	280	160	200	200	440	40	400	240		200	200	19840	2.401
Eyrodinium	80	240	480	40	40	80	80	80	40	60	120	160	40	80				40	5400	.653
Gyrodinium	400	240	200	480	280	520	120	200	200	400	320	640	80	160	280	400	360	400	16480	1.994
Parasitomonis												80							80	.01
Peridinium	320	280	80	40	120			40					40	40	40	120			7200	.871
Podolappas	40				40				40			40			40				640	.077
Prorocentrum	200	40								40					40		320	200	1860	.227
Pyrocystis																			400	.048
TOTAL	43760	93600	7120	1480	2080	2720	1680	1560	1120	1040	3520	2890	680	1000	1160	640	1120	1120	826460	
PORCENTAJE	5.2949	11.325	.86151	.17900	.25168	.32911	.20328	.18976	.13552	.12584	.42591	.33977	.08228	.12100	.14056	.07744	.13552	.13552		100

TABLA 3. Registro de temperaturas
 en cada estación y a diferente nivel de profundi-
 dad en la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
 (°C)

ESTACION	TEMPERATURA N1	TEMPERATURA N2	TEMPERATURA N3	\bar{x}
1	25.006	24.772	20.355	23.37
2	25.632	25.781	25.295	25.63
3	25.376	25.391	24.205	24.99
4	24.694	24.364	23.764	24.27
5	28.950	28.913	28.906	28.92
7	27.136	27.127	27.185	27.14
8	26.915	26.895	26.855	26.88
10	26.408	23.404	20.926	23.57
11	27.673	27.481	26.609	27.25
12	29.218	29.167	29.025	29.13
13	29.562	29.072	29.117	29.25
14	27.393	26.741	26.161	26.76
15	27.526	24.861	23.543	25.31
16	27.902	26.189	24.348	26.14
17	28.409	26.261	22.903	25.85
18	29.408	28.539	26.707	28.21
19	26.777	26.364	23.997	25.71
20	28.954	28.952	28.588	28.83
21	28.453	28.431	28.158	28.34
22	29.336	27.078	26.476	27.63
23	26.669	26.622	24.434	26.58
24	28.497	26.068	24.785	26.45

TABLA 4. Registro de salinidad a tres
 diferentes profundidades, en la región
 nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
 (o/oo)

ESTACION	SALINIDAD N1	SALINIDAD N2	SALINIDAD N3	\bar{x}
1	35.879	35.883	35.905	35.9
2	36.247	36.368	36.390	36.3
3	36.194	36.432	36.254	36.3
4	36.078	36.198	36.078	36.1
5	36.124	36.482	36.375	36.3
7	36.776	36.147	36.083	36.3
8	36.079	36.142	36.219	36.1
10	36.525	36.589	36.211	36.4
11	36.264	36.488	36.987	36.6
12	36.426	36.151	36.808	36.5
13	36.512	36.566	36.413	36.5
14	36.465	36.389	36.585	36.5
15	36.057	36.344	36.360	36.2
16	36.310	36.401	36.746	36.5
17	36.127	36.493	36.297	36.3
18	36.499	36.425	36.507	36.5
19	36.819	36.481	36.358	36.6
20	36.302	36.462	36.538	36.4
21	36.164	36.499	36.157	36.3
22	36.109	36.377	36.104	36.2
23	36.146	35.977	36.273	36.1
24	36.167	36.624	36.320	36.4

TABLA 5. Oxígeno disuelto a tres diferentes niveles de profundidad, en la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984. (ml/l)

ESTACION	OXIGENO N1	OXIGENO N2	OXIGENO N3	\bar{X}
1	5.960	6.097	6.620	6.229
2	5.694	5.791	5.504	5.663
3	5.864	5.960	5.843	5.889
4	6.459	6.471	6.266	6.399
5	5.779	5.960	6.119	5.953
7	6.459	6.301	6.266	6.342
8	6.459	6.471	6.266	6.399
10	5.641	5.119	4.070	4.943
11	6.012	5.580	5.994	5.862
12	5.609	5.960	6.097	5.889
13	6.374	5.843	6.039	6.085
14	6.012	6.111	6.082	6.068
15	6.186	6.363	5.614	6.054
16	5.932	5.954	5.791	5.892
17	5.254	5.260	5.614	5.376
18	5.524	5.932	6.024	5.827
19	6.016	6.109	5.109	5.745
20	6.045	6.100	6.185	6.110
21	6.119	6.130	6.266	6.172
22	5.932	5.945	5.791	5.889
23	5.791	5.954	6.124	5.956
24	5.932	5.939	5.614	5.828

TABLA 6. Concentración de fosfatos
a tres diferentes niveles de profundidad en
la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1964.
($\mu\text{g-at/l}$)

ESTACION	FOSFATOS N1	FOSFATOS N2	FOSFATOS N3	\bar{x}
1	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089
2	0.0573	0.1057	0.1057	0.0895
3	0.0089	0.0089	0.0573	0.0250
4	0.3513	0.4458	0.4458	0.4143
5	0.0677	0.0677	0.0677	0.0677
7	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089
8	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089
10	0.1150	0.2095	0.4458	0.2567
11	0.3513	0.3513	0.3986	0.3670
12	0.0677	0.0677	0.1150	0.0834
13	0.0677	0.1150	0.1150	0.0992
14	0.0677	0.1150	0.0677	0.0834
15	0.2095	0.2095	0.5403	0.3197
16	0.0677	0.0677	0.0677	0.0677
17	0.0677	0.0677	0.0677	0.0677
18	0.1622	0.1150	0.0677	0.1149
19	0.0677	0.1622	0.1150	0.1149
20	0.0677	0.0677	0.0677	0.0677
21	0.0677	0.0677	0.0677	0.0677
22	0.3040	0.1622	0.1150	0.1937
23	0.1622	0.0677	0.0677	0.0992
24	0.1622	0.2095	0.1150	0.1622

TABLA 7. Concentración de nitratos
a tres diferentes niveles de profundidad en
la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
($\mu\text{g-at/l}$)

ESTACION	NITRATOS N1	NITRATOS N2	NITRATOS N3	\bar{X}
1	1.3005	4.2087	3.9195	3.140
2	0.0000	0.1006	0.0000	0.100
3	0.1922	0.1793	0.2859	0.219
4	0.2480	0.2710	0.4547	0.324
5	0.0000	0.1872	0.0065	0.064
7	0.0000	0.0068	0.0000	0.007
8	0.4285	0.0000	0.0797	0.170
10	0.8941	0.5028	5.4059	2.260
11	0.0000	0.0000	0.0167	0.017
12	0.0000	0.2198	0.3546	0.191
13	0.4350	0.2711	0.1979	0.301
14	0.0412	0.0106	0.0000	0.172
15	0.0000	0.0642	0.6312	0.231
16	0.1065	0.0125	0.0000	0.039
17	0.5694	0.8328	2.3675	1.256
18	0.4105	0.2793	0.1903	0.293
19	0.1231	0.0835	3.1764	1.130
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
21	0.1216	0.2799	0.1296	0.177
22	0.2806	0.0657	2.7556	1.033
23	0.0586	0.1103	0.1167	0.095
24	0.0444	0.0355	0.0932	0.058

TABLA B. Concentración de nitritos
a tres diferentes niveles de profundidad, en
la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
($\mu\text{g-at/l}$)

ESTACION	NITRITOS N1	NITRITOS N2	NITRITOS N3	\bar{X}
1	0.0608	0.0608	0.2681	0.1299
2	0.2681	0.5214	0.7288	0.5061
3	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608
4	0.0838	0.0608	0.0608	0.0684
5	0.2650	0.0857	0.0345	0.1284
7	0.1529	0.0338	0.1529	0.1132
8	0.0608	0.2450	0.0608	0.1222
10	0.1990	0.3602	0.3602	0.3064
11	0.2220	0.1759	0.0000	0.1326
12	0.5212	0.2394	0.2394	0.3333
13	0.1882	0.0601	0.1625	0.1369
14	0.1068	0.1299	0.1068	0.1145
15	0.1529	0.1759	0.3832	0.2373
16	0.1990	0.1529	0.3602	0.2373
17	0.1299	0.1259	0.2220	0.1606
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.1299	0.1068	0.3602	0.1989
20	0.0601	0.1625	0.2394	0.1540
21	0.0345	0.0345	0.0345	0.0345
22	0.1299	0.0000	0.0608	0.0635
23	0.1068	0.0377	0.0838	0.0761
24	0.1299	0.1299	0.2911	0.1836

TABLA 9. Concentración de silicatos
a tres diferentes niveles de profundidad, en
la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
($\mu\text{g-at/l}$)

ESTACION	SILICATOS N1	SILICATOS N2	SILICATOS N3	\bar{X}
1	5.04	4.07	0.50	3.20
2	1.18	0.50	41.26	14.31
3	0.50	5.52	0.50	2.17
4	0.50	6.01	1.18	2.56
5	0.50	0.50	0.50	0.50
7	0.50	0.50	0.50	0.50
8	6.01	5.04	5.04	5.36
10	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.50	0.50	0.50
12	14.70	4.56	7.46	8.90
13	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.50	0.50	0.50	0.50
15	0.50	0.50	2.63	1.21
16	0.00	0.00	0.00	0.00
17	6.42	2.14	0.50	3.68
18	9.87	7.46	9.87	9.06
19	2.14	0.50	14.70	5.78
20	9.87	6.01	5.04	6.97
21	8.42	2.63	0.50	3.85
22	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.50	0.50	0.50	0.50
24	0.50	0.50	0.50	0.50

TABLA 10. Concentración de amonio a tres diferentes niveles de profundidad en la región nor-oriental del Banco de Campeche, Julio 1984.
($\mu\text{g-at/l}$)

ESTACION	AMONIO N1	AMONIO N2	AMONIO N3	\bar{x}
1	0.039	0.240	0.039	0.106
2	0.014	0.014	0.014	0.014
3	0.340	0.265	0.265	0.290
4	0.415	0.415	0.415	0.415
5	0.064	0.165	0.014	0.081
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.615	1.240	0.765	0.873
10	0.290	0.841	7.588	2.900
11	1.516	0.790	1.016	1.107
12	0.190	0.190	0.240	0.206
13	0.665	0.390	0.715	0.590
14	0.490	0.290	0.440	0.406
15	0.089	0.415	0.190	0.231
16	1.066	0.490	0.515	0.690
17	1.066	0.340	0.390	0.598
18	1.240	0.215	0.465	0.640
19	0.365	0.315	0.290	0.323
20	0.515	0.515	0.014	0.348
21	0.115	0.089	0.290	0.164
22	0.415	0.991	0.039	0.481
23	0.215	0.115	0.039	0.123
24	0.290	0.590	0.790	0.556

TABLA 11. Estadísticas generales.

	NIVEL	MEDIA	VARIANZA	DESV. STD.	RANGO	MAXIMA	MINIMA
Temperatura	1	27.642	2.190	1.480	4.888	29.582	24.674
Temperatura	2	26.749	2.663	1.632	5.363	29.167	23.404
Temperatura	3	25.562	4.200	2.490	8.762	29.117	20.355
Salinidad	1	36.288	0.055	0.235	0.940	36.819	35.878
Salinidad	2	36.354	0.041	0.202	0.741	36.624	35.883
Salinidad	3	36.368	0.063	0.252	1.082	36.987	35.905
Oxígeno	1	5.987	0.098	0.314	1.205	6.459	5.254
Oxígeno	2	5.970	0.109	0.331	1.352	6.471	5.119
Oxígeno	3	5.878	0.274	0.523	2.589	6.629	4.070
Fosfatos	1	0.115	0.011	0.105	0.352	0.351	0.009
Fosfatos	2	0.123	0.012	0.110	0.437	0.446	0.009
Fosfatos	3	0.140	0.025	0.158	0.531	0.540	0.009
Nitratos	1	0.350	0.124	0.353	1.259	1.301	0.041
Nitratos	2	0.406	0.988	0.942	4.202	4.209	0.007
Nitratos	3	1.188	2.808	1.676	5.399	5.406	0.006
Nitritos	1	0.155	0.012	0.487	0.107	0.521	0.035
Nitritos	2	0.146	0.015	0.489	0.121	0.521	0.034
Nitritos	3	0.214	0.030	0.674	0.172	0.720	0.035

(Continúa Tabla 11)

	NIVEL	MEDIA	VARIANZA	DESV. STD.	RANGO	MAXIMA	MINIMA
Silicatos	1	3.897	20.534	4.531	14.200	14.700	0.500
Silicatos	2	2.663	6.305	2.511	6.950	7.460	0.500
Silicatos	3	4.190	83.187	9.121	41.260	41.260	0.000
Amonio	1	0.477	0.176	0.420	1.502	1.516	0.014
Amonio	2	0.425	0.099	0.314	1.226	1.240	0.014
Amonio	3	0.661	2.479	1.575	7.588	7.588	0.000
Centrales	1	1650.00	-----	6208.65	29280	29280	0.000
Centrales	2	3615.45	-----	8061.19	28960	28960	0.000
Centrales	3	3401.81	-----	8349.70	30560	30560	0.000
Pennales	1	5720.00	-----	9921.14	40000	40000	0.000
Pennales	2	8038.18	-----	18769.75	86920	87040	120.000
Pennales	3	12238.18	-----	24518.58	90800	90920	120.000
Pyrrophyta	1	916.364	-----	733.514	2840	3040	200.000
Pyrrophyta	2	1194.545	-----	1155.314	4720	4840	120.000
Pyrrophyta	3	843.636	-----	545.933	2080	2160	80.000

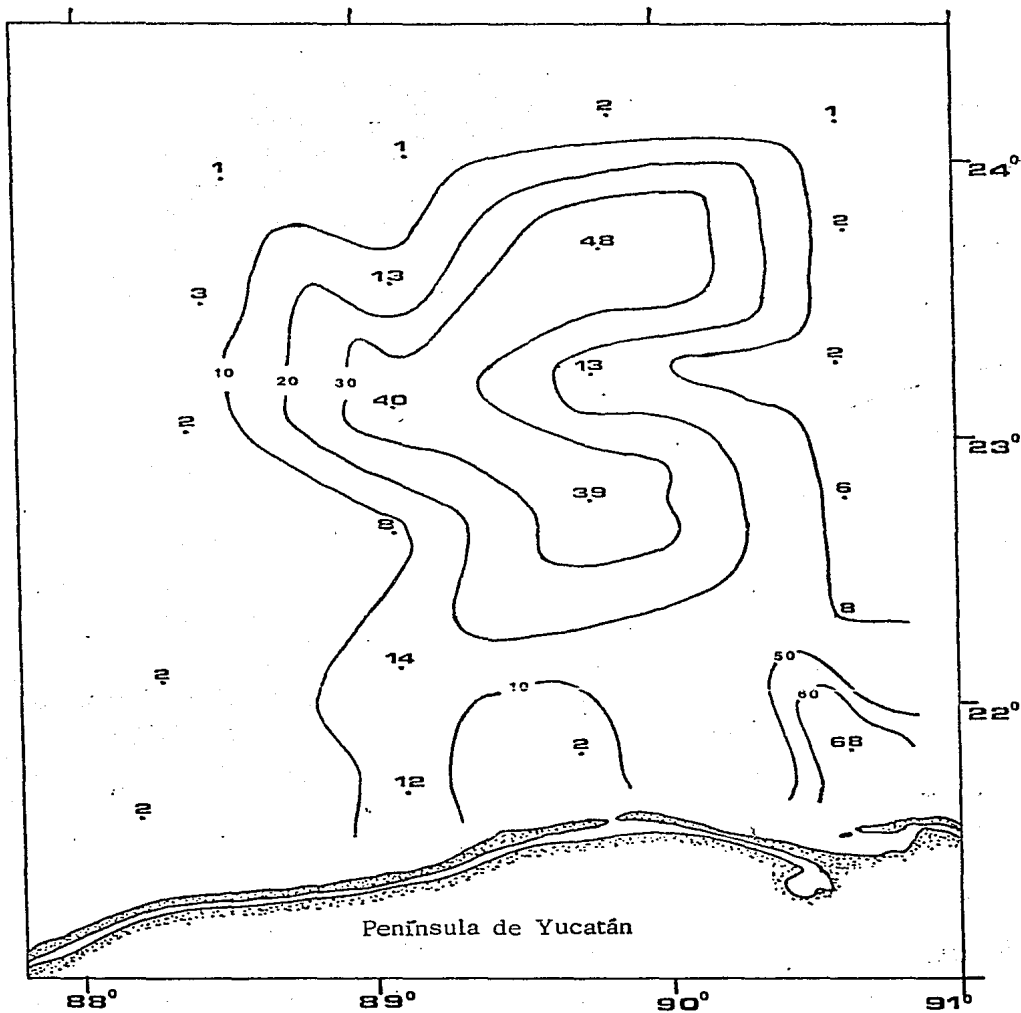


Figura 4. Distribución del fitoplancton en el área nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984 ($\text{células} \times 10^3$).

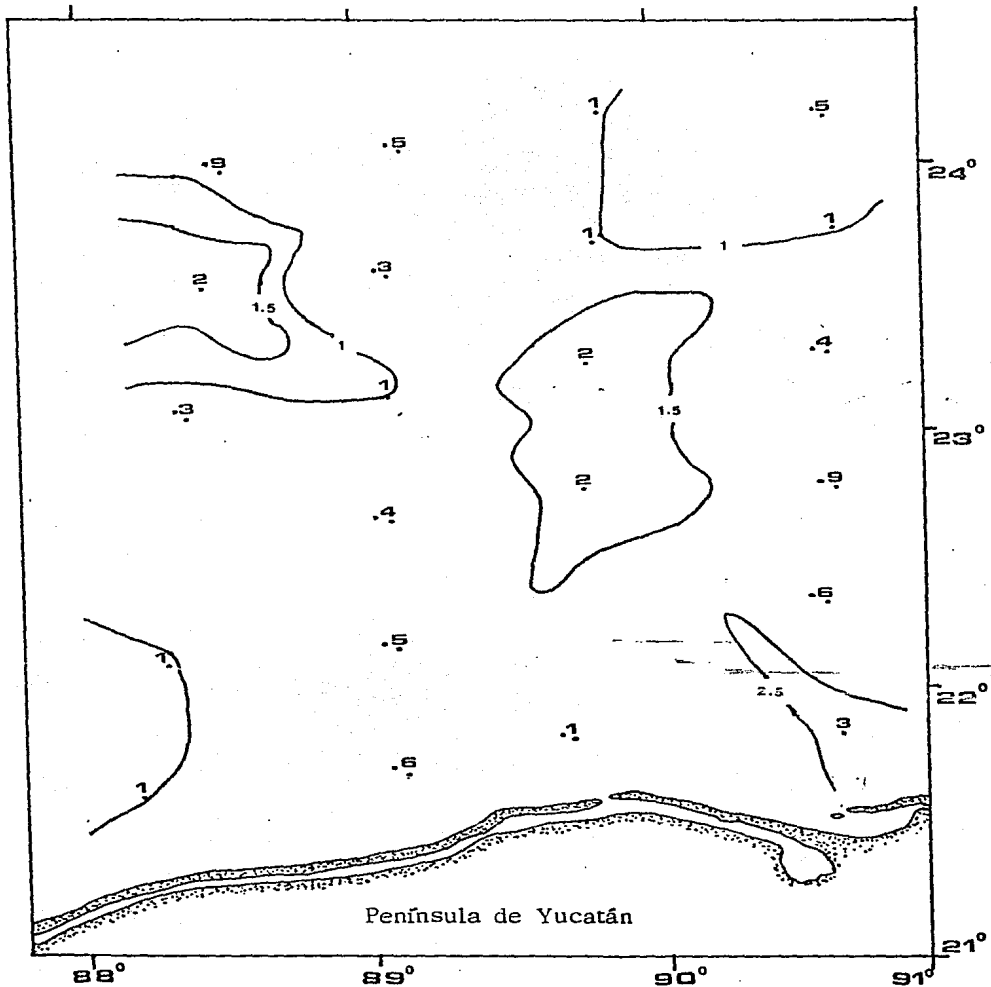


Figura 6. Distribución de dinoflagelados en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984 (células X 10³).

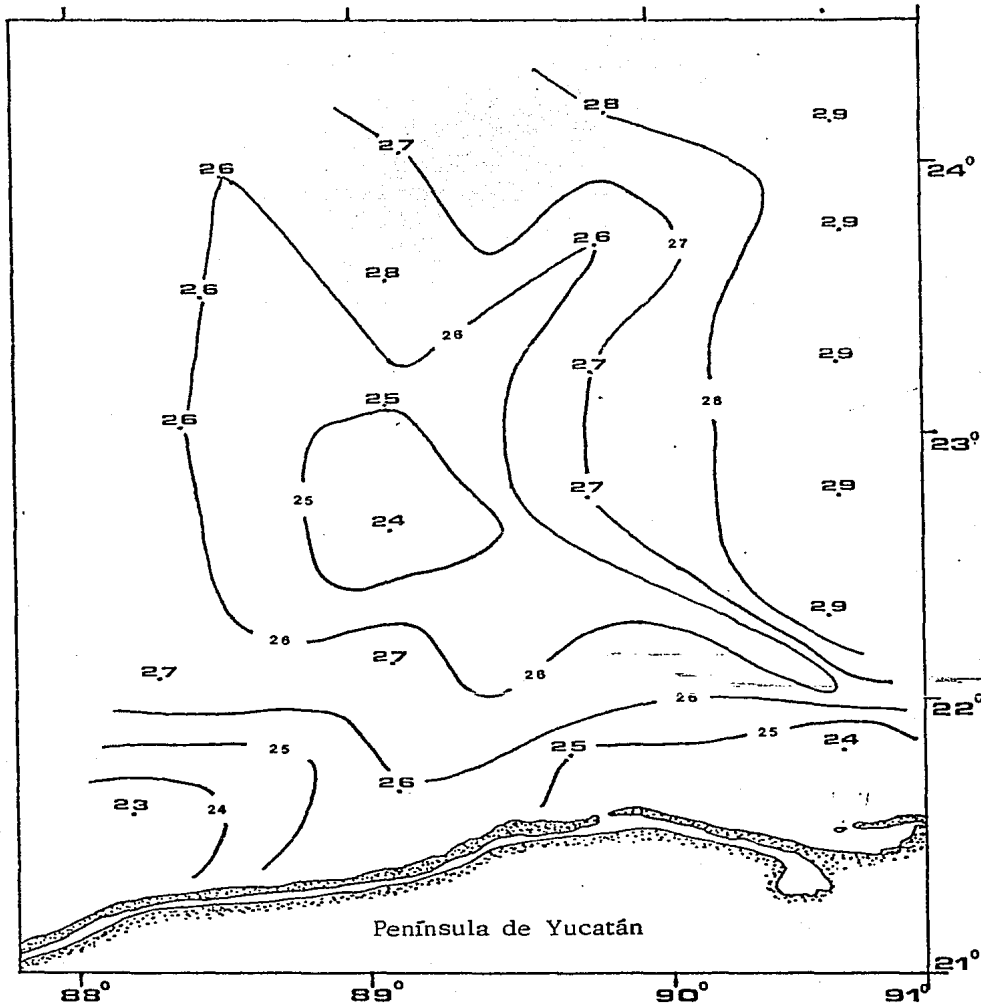


Figura 7. Isotérmicas que delimitan las diferentes temperaturas de la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984. (°C)

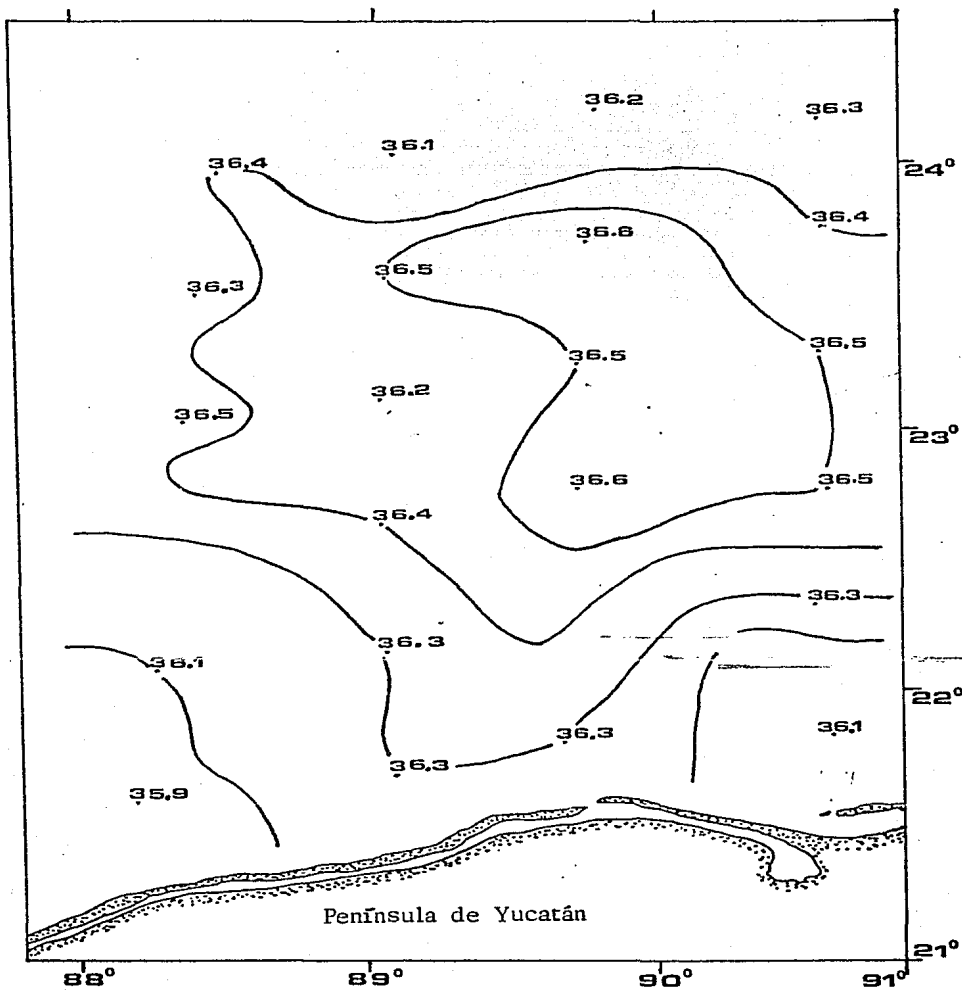


Figura 8. Isohalinas que demarcan la salinidad de la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984 (0/00).

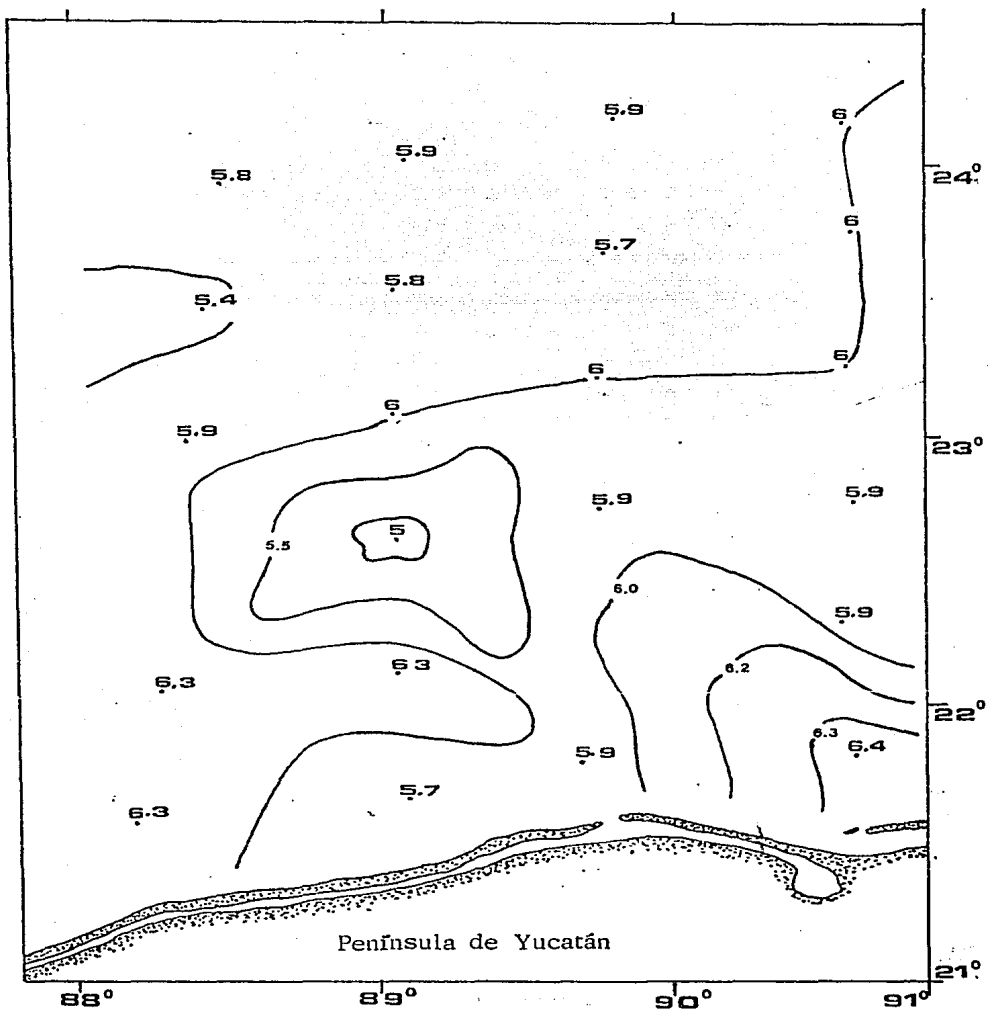


Figura 9. Concentraciones de oxígeno disuelto en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984

(ml/l)

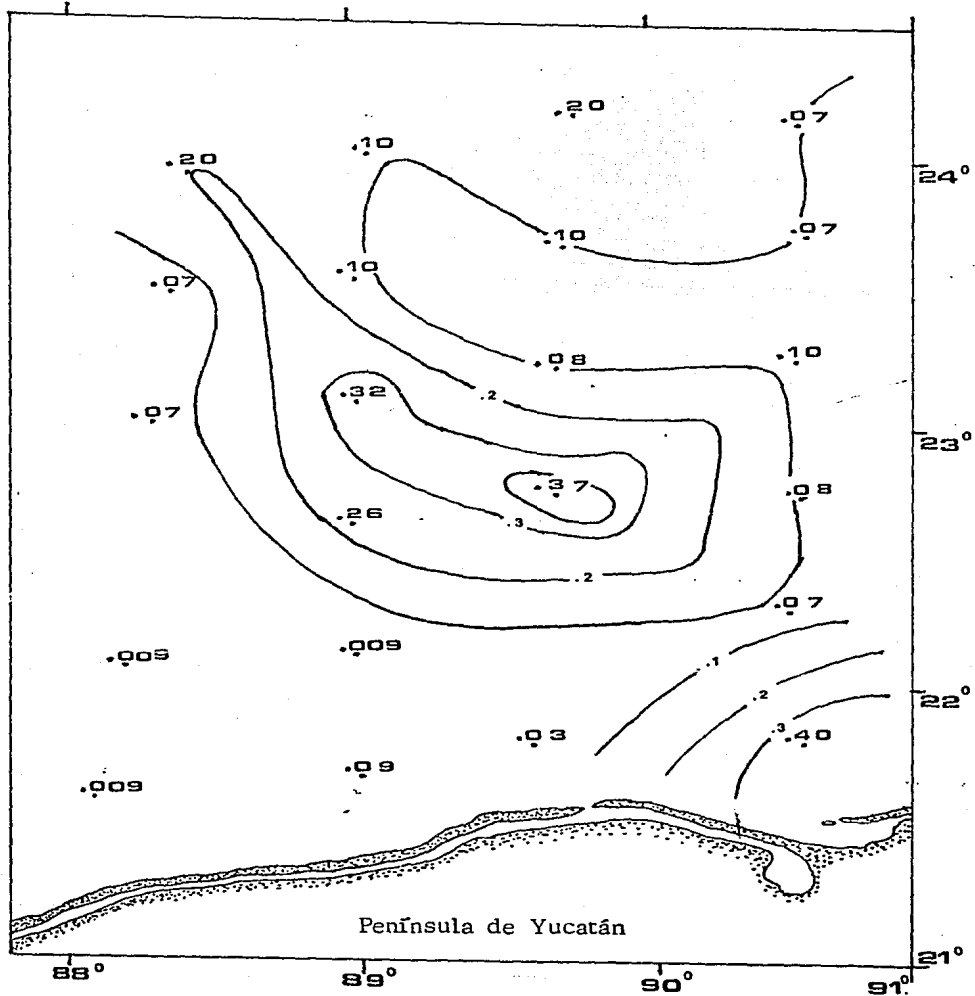


Figura 10. Distribución de las concentraciones de fosfatos en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio 1984 (µg-at/l)

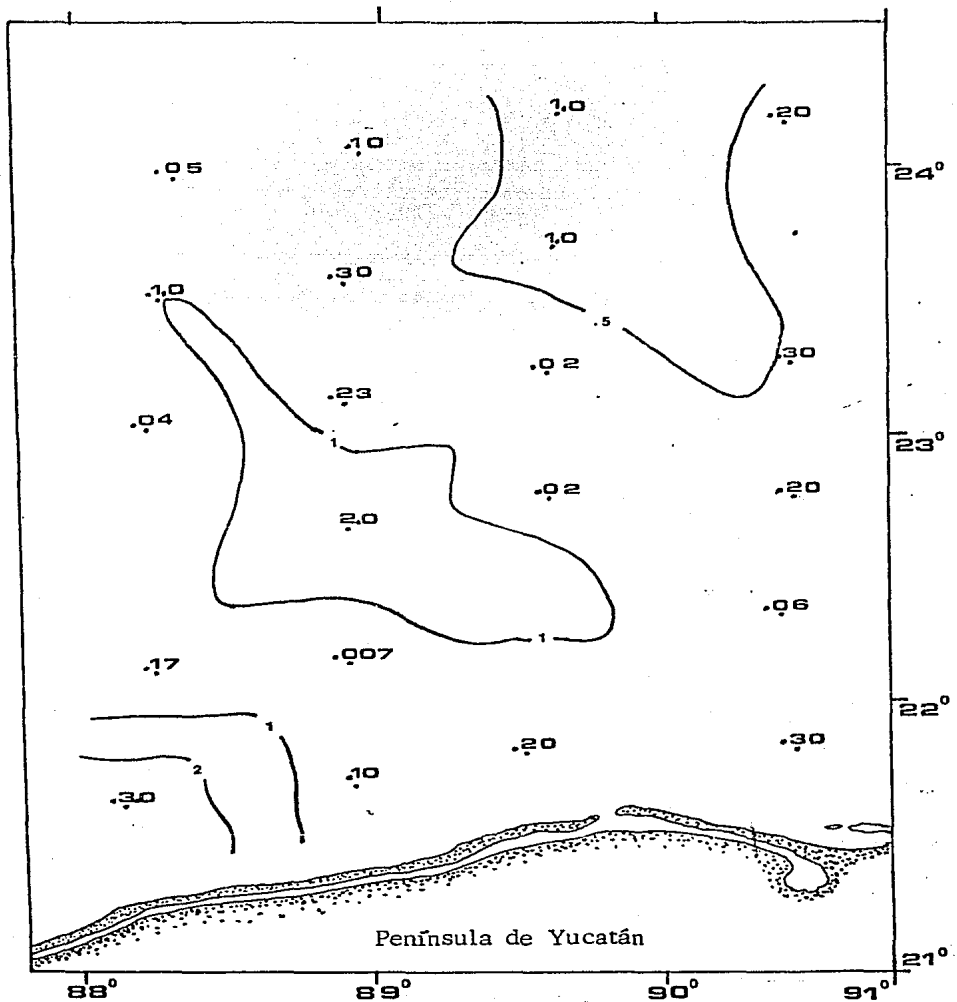


Figura 11. Concentración de nitratos y su distribución en la región nor-oriental del Banco de Campeche , julio 1984
($\mu\text{g-at/l}$)

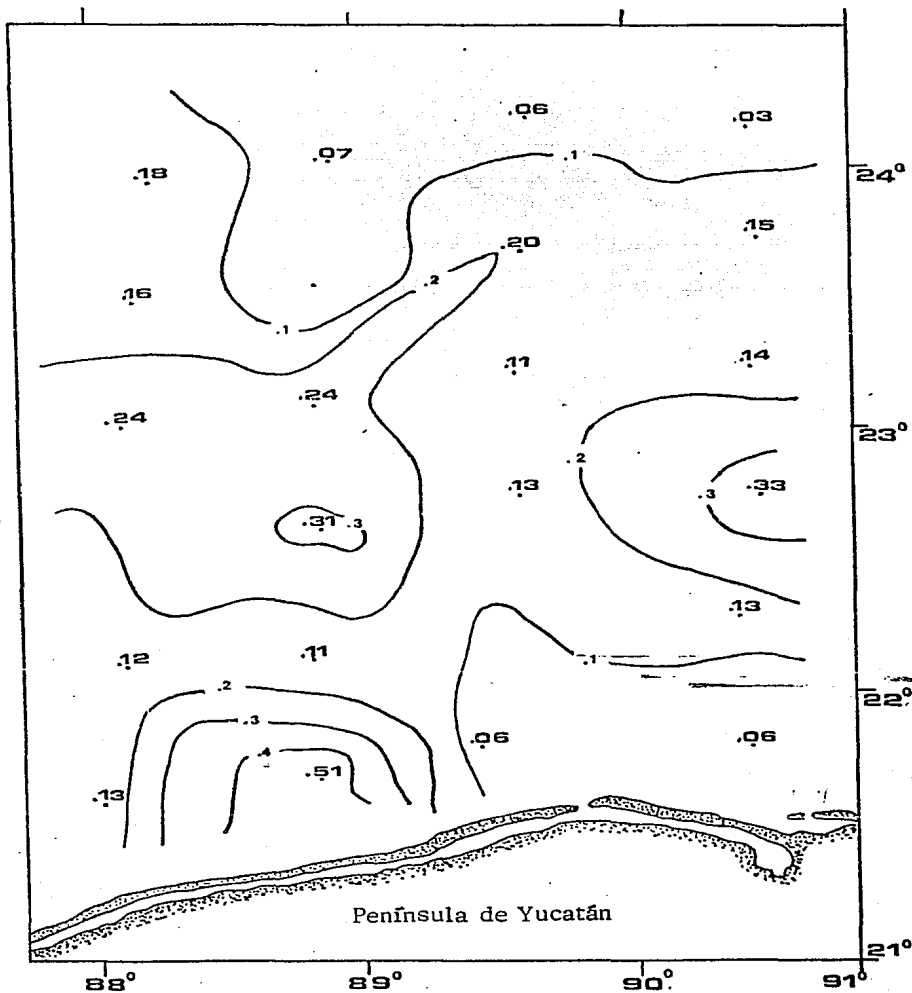


Figura 12. Concentraciones de nitritos en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984 (µg-at/l)

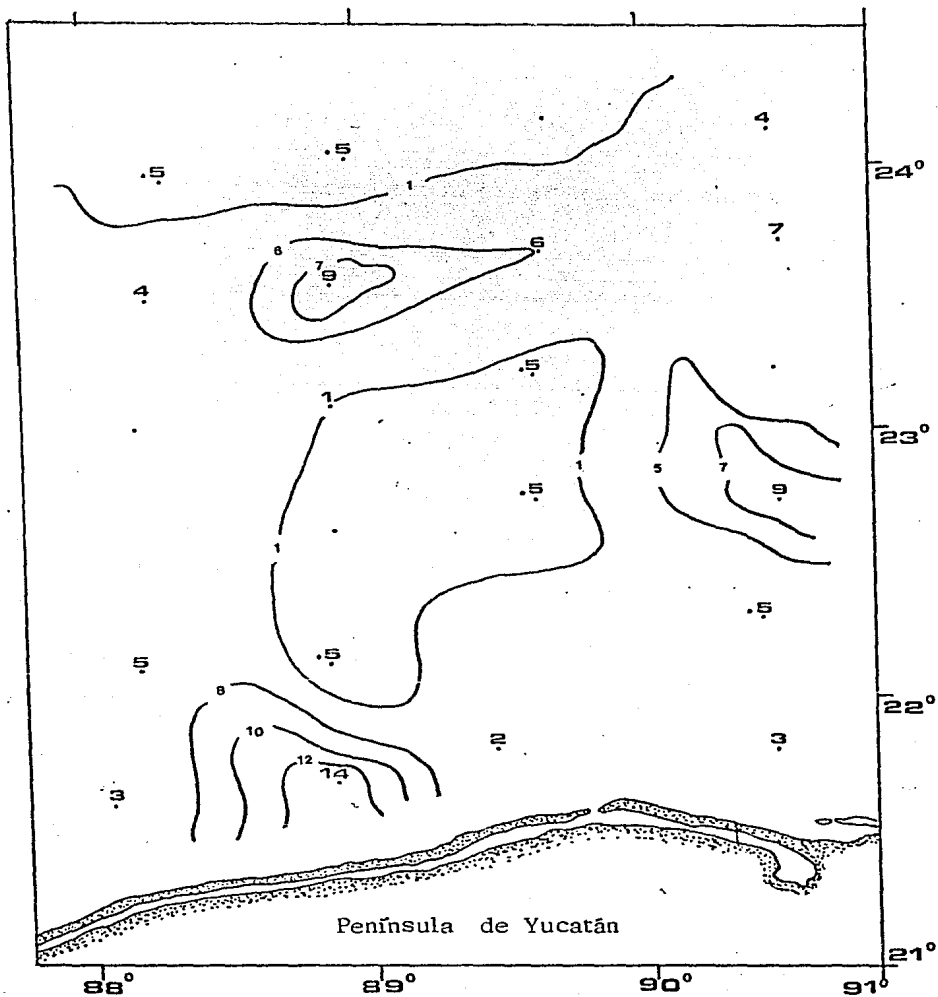


Figura 13. Distribución de los silicatos en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio de 1984. ($\mu\text{g-at/l}$).

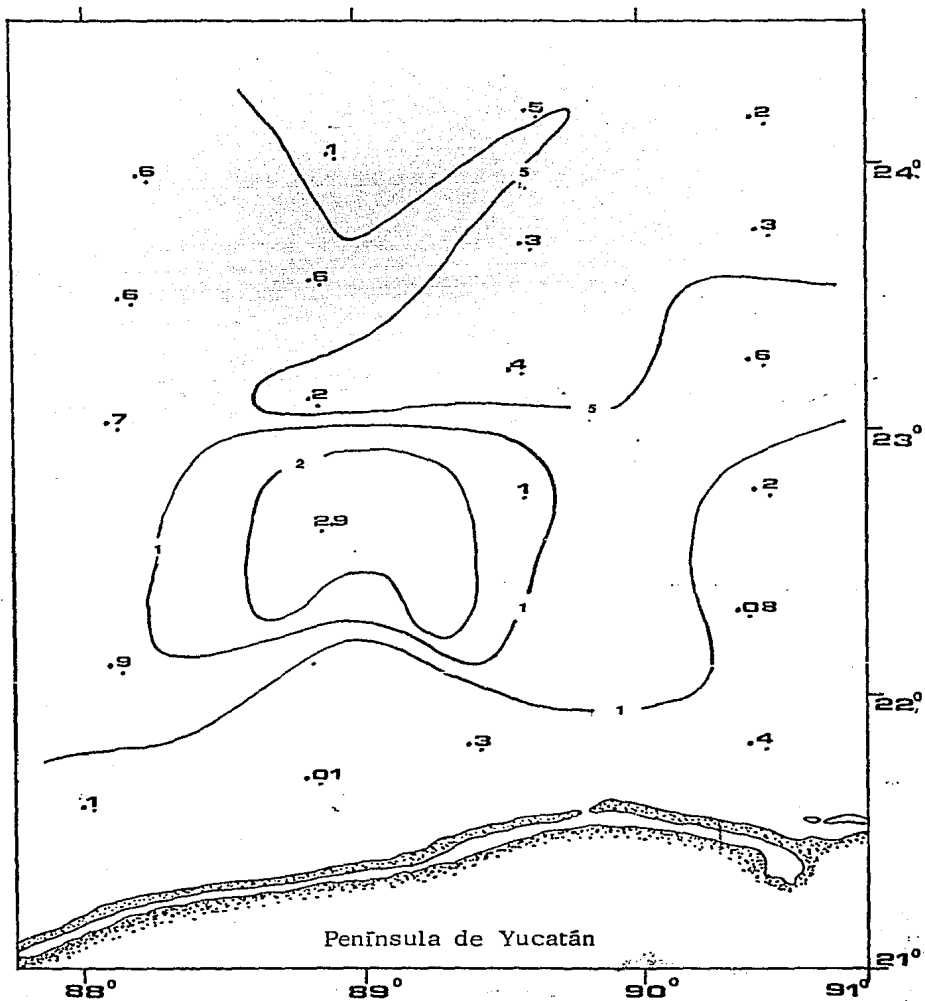


Figura 14. Concentraciones de amonio y su distribución en la región nor-oriental del Banco de Campeche en julio 1984 ($\mu\text{g at/l}$).

VII. DISCUSION

En la sección de resultados pudo observarse que el comportamiento fitoplanctónico del área de estudio estuvo determinado por las diatomeas: los dinoflagelados estuvieron presentes en la mayoría de las estaciones pero con poca abundancia. Las grandes concentraciones de plancton vegetal se localizaron en el centro de la región, lo cual puede observarse en la figura 4.

Las diatomeas fueron dominantes en la abundancia general, la figura 5 demuestra claramente que siguieron de cerca el mismo patrón general de abundancia y distribución. Lo que no sucedió con los dinoflagelados los cuales fueron poco frecuentes y escasos (fig. 4).

De acuerdo con las observaciones de Bessonov (1971), Cruz (1971) y Gómez Aguirre (1977), los organismos identificados en el presente trabajo, fueron frecuentes en sus resultados.

Los resultados cuantitativos indicaron que la mayor abundancia del fitoplancton se acumuló en la región central; la zona frente a Cabo Catoche (estación 4), registro grandes cantidades de células y una alta diversidad de organismos, con cierta tendencia distributiva hacia el centro de la zona de estudio; por lo que parece ser que la corriente del Estrecho de Yucatán jugó un papel importante en los resultados.

Diversos autores han señalado que el aporte de elementos biogénicos al Banco de Campeche, está relacionada con la velocidad de la corriente en el estrecho de Yucatán (Bogdanov, 1966). Esta causa explica la alta concentración de fitoplancton frente

a Cabo Catoche y en la zona norte, y confirma además la escasa presencia de células en el este de la región (Bessonov 1966, Capurro 1972).

De los trabajos de los autores antes mencionados, se han obtenido datos relacionados con el presente estudio. La distribución cualitativa y cuantitativa del fitoplancton en la región nor-oriental del Banco de Campeche esta determinado por la dinámica de las corrientes y el consecuente aporte de nutrimentos.

Considerando las observaciones de Bessonov, *et al.* (1971) y Cruz (1971), una de las ramas de la corriente de Yucatán penetra al Banco por el este y otra corriente por el Golfo de Campeche. Debido al relieve del fondo dichas corrientes cambian de dirección, principalmente cerca del talud, provocando zonas de circulación ciclónica y anticiclónica, la cual se pudo apreciar en las figuras 2 y 3.

Al penetrar la rama de la corriente de Yucatán aporta agua fría hacia el Banco; la figura 7 demuestra en base a isotermas que existen cierta circulación de baja temperatura también frente a la zona de Progreso. Los valores medios de temperatura en la zona de trabajo fluctuaron entre los 23 y 29.5 °C, resultados muy parecidos a los obtenidos por los autores arriba mencionados.

La temperatura optima para Nitzschia, según estudios realizados en cultivos de esta diatomea por Muller (1972), es de 25-26 °C la que corresponde a la temperatura media de la zona de trabajo, por lo que este parámetro aparentemente favoreció a la gran abundancia y distribución de esta diatomea.

Otros estudios realizados en cultivos de diatomeas relacio-

nados con su crecimiento y la temperatura óptima para su desarrollo, indicaron que Chaetoceros y Leptocylindrus, tuvieron su mayor rendimiento en un rango de 20-25°C (Thomas 1966; Eppley 1972; Smayda 1969).

Reportes relacionados con la salinidad, indican que existen diferentes rangos óptimos y de adaptación para los organismos fitoplanctónicos. La figura 8 nos muestra que las altas concentraciones de salinidad se registran en las estaciones con mayor densidad de células.

La salinidad puede ocasionar variaciones en los procesos fotosintéticos y afectar la distribución de los organismos fitoplanctónicos (Curl, 1961).

Braarud (1961) demostró que algunas especies de dinoflagelados, Ceratium, Peridinium y Prorocentrum se reproducen mas activamente en bajas salinidades, siendo el rango óptimo entre los 8 y 12 o/oo. Para Exuviaella, salinidades entre los 8 y 35 o/oo.

Probablemente este factor sea decisivo en la menor abundancia de dinoflagelados en el área de estudio.

En relación a la productividad de esta región se pueden establecer conclusiones en base a los registros obtenidos de oxígeno disuelto, ya que este es el resultado del proceso de la fotosíntesis, principal fuente productora de materia orgánica.

Se observó que en las zonas de alta densidad de fitoplancton se obtuvieron los valores mas altos de oxígeno; la figura 9, muestra claramente que en la parte oriental, cerca de la costa, se encontraron los valores mayores de sobresaturación, lo que indica un área de mayor productividad. En la porción occidental ser-

obtuvieron valores relativamente altos cercanos a la costa, pero con poca cantidad de fitoplancton, lo que hace pensar que sea debido a la corriente que penetra a la región proveniente del Golfo de Campeche.

Otra de las características utilizadas como índice para determinar posibles regiones productivas en zonas tropicales es el contenido de fosfato (Bessonov, et al. 1971).

Es bien conocido que los parámetros fisicoquímicos antes mencionados son limitantes en la distribución y abundancia del fitoplancton. Además estos factores influyen directamente en la producción primaria y en la estratificación o mezcla de elementos nutritivos (Cragg, 1966; Cushing, 1969).

Las turbulencias, corrientes de convección, hundimientos o surgencias provocan el rompimiento de termoclinas la cual es permanentemente establecida en regiones tropicales y subtropicales, por lo que estas zonas son generalmente pobres en concentraciones de los principales nutrimentos, fosfatos y nitratos, debido a la ausencia de tales movimientos (Steeman Nielsen, 1954; Johnson, 1975; Alarcón, 1975).

Como se observó en el esquema de corrientes, la región nor-oriental del Banco de Campeche presenta en el periodo de estudio una influencia de la corriente de Yucatán la cual aporta nutrimentos y cambios en la estratificación de aguas, sobre todo en la región oriental cercana a la costa (Bessonov, et al. 1971).

Los registros obtenidos de la distribución de fosfatos en la zona de trabajo revelaron que en la zona oriental y central se obtuvieron las más altas concentraciones de este nutrimento. Es-

tudios realizados por Eppley, et al. (1969) y Paasche (1973) indicaron que este compuesto es limitante en el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas y en la sucesión de estas.

Bajo condiciones de cultivo, Redfield (1963), observó deficiencias en la morfología y fisiología del fitoplancton, con variaciones en su reproducción.

En la figura 10, se observa la concentración y distribución de fosfatos en la zona de trabajo, los cuales aparecieron en mayores cantidades en zonas de alta densidad fitoplanctónica, por lo que estos organismos tuvieron condiciones óptimas para su reproducción y desarrollo; las observaciones del presente estudio se relacionan con las de los autores antes mencionados.

El otro nutrimento esencial, el nitrato, se observa concentrado principalmente en áreas cercanas a grandes densidades de células de fitoplancton (fig. 11). Aparentemente este compuesto se encontró en menores cantidades en áreas de gran densidad de células fitoplanctónicas, debido al consumo de éste por los organismos.

Mada (1971), en sus observaciones concluye que el fitoplancton y las bacterias son los responsables de la reducción y consumo de nitratos cerca de la superficie.

La cantidad total de compuestos inorgánicos de nitrógeno varía entre límites amplios, en aguas marinas suele ser entre 0.5 a 10 $\mu\text{g-at N l}^{-1}$ (Harvey 1966; Eppley 1970; Harrison 1976).

En zonas de alta productividad y áreas de surgencias las concentraciones de nitratos decrecen con el incremento de la biomasa de fitoplancton, seguido por una declinación de la biomasa

de estos organismos al agotarse este compuesto (Dugdale y Goering 1967).

Aunque el nitrito se considera mas o menos tóxico, puede ser asimilado por el fitoplancton en presencia de luz y a bajas concentraciones, como suele encontrarse este compuesto (Kiefer et al. 1976).

Generalmente, es natural encontrar la mayor fracción de nitratos que de nitritos, ya que el primero es la forma mas oxidada.

Con respecto a la distribución de los nitritos en el área de estudio puede observarse (fig. 12) que estuvieron concentrados donde abundaron las altas cantidades de nitratos. Estudios realizados por Eppley et al. (1971), indican que en aguas marinas o bien estratificadas, se suele encontrar un máximo secundario de nitritos no tan lejos de la superficie, justamente donde la luz decae rápidamente y donde existe una reserva relativamente importante de nitrato, este máximo no corresponde a un mínimo de oxígeno y verosimilmente se debe a la reducción de nitrato por el fitoplancton en trance de sedimentación.

Los resultados obtenidos de silicatos en relación con las zonas de gran abundancia de fitoplancton, indicaron que las concentraciones de estos compuestos se encontraron donde fue menor la densidad de células fitoplanctónicas, esto se debe posible - mente a la asimilación de los silicatos por las diatomeas principalmente; ya que en las áreas de mas bajos valores de este nutriente abundaron éstas; en la figura 13 se observa la menor concentración de silicatos está localizada en el centro de la región

Las diatomeas son los organismos que más influyen en el ciclo del Silicio, ya que tienen sus membranas impregnadas por una capa de sílice hidratada, la cual es formada durante la división celular para la formación de nuevas valvas y se proveen de silicatos que se encuentran en el medio (Werner 1977).

El desarrollo masivo de diatomeas rebaja rápidamente la concentración de silicio en el agua de mar. El tiempo necesario para que las células completen las partes formadas de sílice varía entre 10 y 20 minutos, dependiendo de la especie (Reimann 1966).

Experimentos realizados por Darley (1974), con los géneros Nitzschia y Navicula indicaron que bajo condiciones óptimas estos organismos tenían una gran rapidez de asimilación de silicatos, completando su ciclo celular entre 10-20 horas, lo que parece ser que este nutrimento influyó en la gran densidad de estos géneros en el área de estudio.

En diatomeas planctónicas típicas, el sílice constituye del 10 al 30% del peso seco. La deficiencia de sílice está acompañada por cambios morfológicos en la pared celular, las valvas son más delgadas de lo normal y provoca cambios en sus espinas y demás prolongaciones citoplasmáticas (Lund, 1965; Bailey-Watts, 1976).

Las condiciones de distribución de sílice en la zona de trabajo favorecieron indudablemente en la densidad de las diatomeas, lo cual contribuyó en la gran proliferación de estos organismos en toda la región, además de no observarse cambios morfológicos por una aparente deficiencia de este compuesto.

Segun Eppley, et al. (1973), Thomas y Dodson (1975), los silicatos y fosfatos son determinantes en la distribución y suce-

sión de diatomeas marinas planctónicas. Esta aseveración reafirma las observaciones obtenidas en el presente trabajo, las condiciones fueron óptimas para el desarrollo de las diatomeas, de ahí que hayan tenido gran proliferación, lo que hace pensar también en una sucesión estacional durante la época en que se realizó este estudio.

Los valores obtenidos de amonio indicaron que las altas concentraciones de este compuesto se encontraron en zonas cercanas a bajas densidades de células fitoplanctónicas.

Las observaciones de Braarud (1961) y Strickland (1969) revelan que el contenido amoniacal disuelto en aguas marinas, proviene de desechos metabólicos animales, principalmente del zooplancton y peces; estos organismos acuden a zonas donde abunda el fitoplancton para alimentarse. Es de esperar, considerando lo antes mencionado, que en las áreas de altas concentraciones de amonio hubo presencia de fauna filtradora de plancton vegetal, la cual consumió dichas células.

En la figura 14 pueden observarse las concentraciones y distribución del amonio en el área de estudio; dicha figura reveló que los altos valores de amonio se encontraron donde hubo poca abundancia de fitoplancton, posiblemente debido al consumo de éste por la fauna antes mencionada.

Al mismo tiempo, donde abundó el plancton vegetal se localizaron cantidades de amonio relativamente bajas. Considerando las observaciones de Dugdale y Goering (1967), las cuales demostraron que la asimilación del amonio por el fitoplancton, es relativamente más rápida que otra fuente proveedora de nitrógeno.

Prochazkova, et al. (1970) concluyeron que el fitoplancton tiene cierta preferencia por el amonio sobre el nitrato, para equilibrar sus necesidades de nitrógeno; estas aseveraciones hacen pensar que, efectivamente, los resultados obtenidos en el presente trabajo, estén relacionadas las concentraciones de amonio y la presencia de fitoplancton.

Como se observó en los resultados cuantitativos de células fitoplanctónicas, las diatomeas tuvieron gran abundancia, presentando florecimientos en varias zonas; Eppley, et al. (1969), Conway y Harrison (1977), demostraron que las diatomeas asimilan con gran rapidez el amonio del medio y que es utilizado preferentemente primero que el nitrato; como se indicó anteriormente, las condiciones fisicoquímicas favorecieron a las diatomeas, fue por esto que tuvieron gran abundancia y mejor distribución en la zona de estudio.

Como puede observarse, la concentración y disponibilidad de los elementos nutritivos, constituyen también una limitante en la producción primaria. Las células fitoplanctónicas requieren de nutrimentos en proporciones adecuadas, proporciones que no siempre coinciden con las que tienen a su alrededor para ser asimiladas. Dichas células pueden adaptarse a ciertas condiciones, no solo a la luz intensa o débil, sino a concentraciones mas o menos elevadas de nutrimentos. Estas concentraciones determinan la distribución, abundancia y periodicidad de estos organismos, aunque existen especies que pueden adaptarse a condiciones desfavorables o tener un rango de tolerancia muy amplio (Eppley, 1973).

La distribución espacial en miles de kilómetros por diferen-

tes poblaciones fitoplanctónicas son características dependiendo de ciertas condiciones topográficas de la tierra, posiciones de los continentes, latitud, la cual determina los regímenes de luz y temperatura. Estas condiciones son generalmente llamadas biogeográficas, las cuales caracterizan a ciertas especies del plancton vegetal como endémicas (Valentine, 1973).

Así mismo, la abundancia y distribución del plancton vegetal esta caracterizada por los valores de salinidad, concentraciones de fosfatos y nitratos (Grant y Kerr, 1970; Morris, 1980).

Un análisis continuo a lo largo de las estaciones del año, así como muestreos de variación diaria, permitiría conocer más ampliamente lo presentado en este trabajo. Los resultados que se obtengan podran aclarar el comportamiento cualitativo y cuantitativo de la región estudiada y la relación con los parámetros físico-químicos, así como la variación y sucesión de las poblaciones fitoplanctónicas.

CONCLUSIONES

1. Las mayores densidades de células fitoplanctónicas durante el periodo de estudio, estuvieron determinadas por las diatomeas, siendo las más abundantes los géneros: Nitzschia, Chaetoceros, Leptocylindrus y Rhizosolenia.
2. Las mayores concentraciones de organismos fitoplanctónicos se encontraron en la zona centro-oriental y frente a Cabo Catoche, presentándose gran diversidad y abundancia de plancton vegetal.
3. Los parámetros fisicoquímicos que imperaron en la región, tuvieron sus más altas concentraciones y valores en la zona de influencia de la corriente de Yucatán.
4. Dichos parámetros tuvieron íntima relación con las zonas de alta densidad fitoplanctónica.

REFERENCIAS

- ALARCON, H.E. 1975. Oceanographic conditions in coastal waters of the Coquimbo zone. Centro de Investigaciones Submarinas, Coquimbo, Chile. 149-161.
- BAILEY-WATTS, A. E. 1976. Planktonic diatoms and some diatom-silica relations in a shallow eutrophic Scottish loch. Freshwat. Biol. 4, 89-90.
- BALECH, E. 1971. Dinoflagelados y Tintínidos del Golfo de México y Caribe: sus relaciones con el atlántico ecuatorial. In: Colequio sobre Investigaciones y Recursos del Mar Caribe y Regiones Adyacentes. UNESCO.
- BESSONOV, N. M. 1966. Primeros resultados de las investigaciones hidroquímicas en el Banco de Campeche. Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba.
- BESSONOV, N. M., O. GONZALEZ y A. ELIZAROV. 1971. Resultados de las investigaciones cubano-soviéticas en el Banco de Campeche. In: Colequio sobre Investigaciones del Mar Caribe y Regiones Adyacentes. UNESCO.
- BOGDANOV, D. U., V. A. SOKOLOV y N. S. KRONOV. 1968. Region of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Oceanology, Acad. Sci. USSR. 8 (3) 371-380.
- BRAARUD, T. 1941. Cultivation of marine organisms as a means of understanding environmental influences on populations. In: Oceanograph. Public. No. 67. Washington, D.C.
- BULANIKENKOV, S. V. 1973. Las regiones de alta productividad biológica y pesquera en el Golfo de México y Mar Caribe. Oceanology Academy of Science, U.S.S.R.
- CAPURRO, A. L. 1972. La circulación oceánica del Golfo de México. In: IV Congreso Nacional de Oceanografía, México.
- COCHRANE, J. D. 1965. The Yucatan Current. pp. 6-27. In: Rep. Dept. Oceanogr. Meteorol., Texas.
- CONWAY, H. L. y P. J. HARRISON. 1977. Marine Diatoms grown in chemostats under silicate or ammonium limitation. J. Mar. Res. 35, 609-620.
- CRASS, J. D. 1966. Advances in Ecological Research. Academic Press. London and New York. 197-205.
- CUSHING, D. H. 1969. Upwelling and fish production. FAO Fish. Technol. pp. 70-84.

- CRUZ, A. 1971. Estudios de Plancton en el Banco de Campeche. In: Coloquio Sobre Investigaciones y Recursos del Mar Caribe y Regiones Adyacentes. UNESCO. 375-383.
- CUPP, E. E. 1943. Marine Plankton of the West Coast of North-America. Univ. of Calif. Press. USA.
- CURL, H. y G. C. McLEOD. 1961. The physiological ecology of a marine diatom, Skeletonema costatum. J. Mar. Res. 19, 70-88.
- DARLEY, W. M. 1974. Silicification and calcification. In: Stewart W. D. F. (ed.), Algal Physiology and Biochemistry, pp. 655-75. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- DUGDALE, R. C. y J. J. GOERING. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. Limnol. Oceanogr. 12, 196-206.
- DUGDALE, R. C. 1970. Nutrient limitation and the path of nitrogen in Peru Current production. Scientific Results of the Southeast Pacific Expedition.
- EL-SAYED, S. Z. 1972. Primary production and standing crop of phytoplankton. In: Chemistry, primary productivity and benthic algae of the Gulf of Mexico. Serial Atlas, Folio 22. Amer. Geographical Society, New York.
- EPPLEY, R. W., J. L. COATSWORTH y L. SOLDORZANO. 1969. Studies of nitrate reductase in marine phytoplankton. Limnol. Oceanogr. 14, 194-205.
- EPPLEY, R. W., J. N. ROGER, J. J. MCCARTHY y A. SOURNIA. 1971. Light/dark periodicity in nitrogen assimilation of the marine phytoplankton Skeletonema costatum and Coccolithus huxleyi in N-limited chemostat culture. J. Phycol. 7, 150-4.
- EPPLEY, R. W. 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. Fish. Bull. (U. S.) 70, 1063-85.
- EPPLEY, R. W. y W. H. THOMAS. 1969. Comparison of half-saturation constants for growth and nitrate uptake of marine phytoplankton. J. Phycol. 5, 375-79.
- EPPLEY, R. W., E. H. REMBER, E. L. VENDICK y M. M. MULLIN. 1973. A study of plankton dynamics and nutrients cycling in the central gyre of the north Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr. 18, 534-51.
- EPPLEY, R. W., T. T. PACKARD y J. J. McISSAC. 1970. Nitrate reductase in Peru current phytoplankton. Mar. Biol. 6 (3), 195-9.
- FERGUSON, W. E. J. 1971. Dinoflagellates of the Caribbean Sea and Adjacent Areas. University of Miami Press. Florida. U.S.A.

- GOMEZ-AGUIRRE, 1977. Microplankton del Banco de Campeche en el periodo Mayo-Julio de 1975. In Resúmenes: IV Simp. Lat. Amer. Oceanografía Biológica. Univ. de Guayaquil, Ecuador, 14-18 Nov. 1977. p. 31-32.
- 1979. Microplankton del Banco de Campeche en Agosto de 1976. In Resúmenes: VI Simp. Lat. Amer. Oceanografía Biológica. Univ. de Costa Rica. San José, C. R. 16-24 Nov. 1979 p. 76-77.
- GONZALEZ, C. O. 1973. Dependencia afloramiento, capturas y producidos a corto plazo en la región oriental del Banco de Campeche. 4a. Reunión de Balance de Trabajo. INPESCA. La Habana.
- GRANT, B. R. y J. D. KERR. 1970. Phytoplankton number and species at Port Hacking Station and the relationship to the physical environment. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 21, 34-45.
- HARRISON, W. G. 1976. Nitrate metabolism of the red tide dinoflagellate *Gonyaulax polyedra* Stein. J. exp. mar. Biol. Ecol. 21, 199-209.
- HARVEY, H. W. 1966. The Chemistry and fertility of Sea Waters. Cambridge University Press, London.
- JOHNSON, D. R. 1975. Coastal Upwellings. In: International Symposium Coastal Upwellings. Nov. 18-19. Universidad del Norte. CIS. Fundación Chile. 99-212.
- KIEFER, D. A., R. J. OLSON y O. HOLM Hansen. 1976. Another look at the nitrate and chlorophyll maxima in the central north Pacific. Deep Sea Res. 23, 1199-208.
- LOPEZ, B. L. 1974. Distribución del fitoplancton en la plataforma suroccidental de Cuba. Scric Oceanológica No. 24.
- LUND, J. W. G. 1965. The ecology of the freshwater phytoplankton. Biol. Rev. 40, 231-93.
- MARGALEF, R. y F. VIVES. 1972. La vida suspendida en las aguas. Ecología Marina. Fundación La Salle, Ciencias Naturales. Caracas. p. 493-562.
- MARSHALL, N. 1956. Chlorophyll-a in the phytoplankton in coastal waters of the eastern Gulf of Mexico. J. Mar. Res., 15: 14-32.
- MORRIS, I. 1980. Physiological Ecology of Phytoplankton. Oxford Blackwell Pub. pp. 652.
- MULLER, H. 1972. Growth and phosphate requirements of *Nitzschia actinostroides* (Lemm) v. Goor in batch in chemostat culture under phosphate limitation. Arch. Hydrobiol. Suppl. 38, 4,

399-484.

- FAASCHE, E. 1973. Silicon and ecology of marine plankton diatoms. II. Silicate uptake kinetics in five diatom species. Mar. Biol. 19, 262-9.
- PROCHAZKOVA, L.B., BLAZKA y M. KARLOVA. 1970. Chemical changes involving nitrogen metabolism in water and particulate matter during primary production experiments. Limnol. Oceanogr. 15, 797-807.
- PAYMONT, J. E. G. 1966. The production of marine plankton. Dept. Oceanogr. University of Southampton, England. Academic Press. 205-117.
- REDFIELD, A. C. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. In: The Sea, Vol. 2 (M. N. Hill, ed.) Ch. 2, 26-77. New York: Interscience Publishers.
- REIMANN, B. E. F. 1966. Studies on the biochemistry and fine structure of silica shell formation in diatoms. Hilse. J. Phycol. 2, 74-84.
- SEPESCA, 1984. Programa Nacional de Pesca y Productos del Mar. México. pp. 284.
- SMAYDA, T. J. 1969. Experimental observations on the influence of temperature, light and salinity on cell division of the marine diatom Detonula confervacea (Cleve) Gran. J. Phycol. 5, 150-7.
- STEEMAN NIELSEN, E. 1963. Productivity definition and measurement In: The Sea, Vol. 2 (M. N. Hill ed.) Ch. 7, 129-164. New York. Interscience Publishers.
- STRICKLAND, J. D. H. y T. R. PARSONS. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada.
- STRICKLAND, J. D. H., O. HOLM HANSEN y R. W. EPPLEY. 1969. Studies of the growth and composition of phytoplankton at low nutrient levels. Limnol. Oceanogr. 14, 23-34.
- THOMAS, W. H. 1966. Effects of temperature and illuminance on cell division rates of three species of tropical oceanic phytoplankton. J. Phycol. 2, 17-22.
- THOMAS, W. H. y A. N. DODSON. 1975. On silicic acid limitation of diatoms in near - surface waters of the eastern tropical Pacific Ocean. Deep Sea Res. 22, 671-7.
- TURNER, J. T. 1974. Phytoplankton of the Tampa Bay System, Florida. Bull. of Mar. Sci. Vol. 24, No. 1.
- UTHERMOL, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phyto -

plankton methodic. Nitt. Inv. Verein. Limnol 9:1-38.

VALENTINE, J. W. 1973. Evolutionary Paleocology of Marine Biosphere. Prentice - Hall, New Jersey. 472 pp.

WADA, E y A. HATTORI. 1971. Nitrite metabolism in the euphotic layer of the central North Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr. 16. 766-72.

WERNER, D. 1977. The Biology of Diatoms. Blackwell Scientific Pub. 13, 111-142.

ZERNICHOV, V. V. 1963. The horizontal distribution of phytoplankton in the Banco de Campeche. Engl. trans. (1969). Oceanology 9, 75-165.