RESUMEN de la tesis de Eduardo Millán Núñez, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO en CIENCIAS en OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA MARINA, Ensenada, Baja California, México, JUNIO de 1986.

"DISTRIBUCION Y COMPOSICION DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE 1982 - 1984"

Resumen aprobado por:

M. C. GILBERTO GAXIOLA CASTRO
Director de Tesis.

Con el fin de estudiar la variación de la composición del fitoplancton de la columna de agua, se tomaron muestras de fitoplancton en 25 estaciones entre la parte central y sur del Golfo de California; durante Junio 1982, Marzo 1983, Octubre 1983, y Marzo 1984. Se muestreó a cinco profundidades, dependiendo de la penetración de la irradiancia (100, 50, 25, 10 y 1%). Para el análisis del fitoplancton se integraron las muestras provenientes de las cinco profundidades; asímismo se analizaron verticalmente cuatro estaciones, en base a la mayor abundancia del fitoplancton y en el mayor número de géneros de diatomeas, utilizando para el conteo de las células la técnica del microscopio invertido. La abundancia del fitoplancton total como la diversidad de géneros para las diatomeas fué menor en la parte sur del Golfo de California que la parte central. Dominando las células

menores de 10 micras, a excepción cuando se detectaron mezclas de agua con bajas temperaturas que fué cuando dominaron las -- mayores de 20 micras. Los máximos valores en la distribución - vertical del fitoplancton total como por grupos taxonómicos se detectaron subsuperficialmente, coincidiendo con la mayor uniformidad de temperatura de la columna de agua. Se identificaron 35 géneros de diatomeas entre la parte central y sur del - Golfo de California, dominando Nitzschia sp., Chaetoceros sp. y Rhizosolenia sp., los cuales mostraron tener una mayor amplitud espacio-temporal durante el muestreo. Los efectos sobre - el fitoplancton con relación al fenómeno de "El NIño" en el -- área central del Golfo de California parecieron ser menos in-- tensos que en otros ecosistemas.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR

DE ENSENADA, B. CFA.

DIVISION DE OCEANOLOGIA

"DISTRIBUCION Y COMPOSICION DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE 1982 - 1984"

T E S I S

QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS, PRESENTA:

EDUARDO MILLAN NUÑEZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, JUNIO, 1986.

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:

M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Director del Comité

Dr. Saúl Alvarez Borrego, Miembro del Comité

Dr. José Rubén Lara Lara, Miembro del Comité

M.C. Timothy R. Baumgartner, Miembro del Comité

M.C. Diana Tentori Santacruz, Miembro del Comité

M.C. Gregory Hammann, Jefe del Departamento de Ecología Marina

Dr. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología

M.C. Cuauhtémoc Nava Button, Director Académico Interino

Tesis presentada en Junio 27, 1986

Dedicatoria:

A mi amigo Felipillo(+)

Al recuerdo siempre perdurable de mi hermano Alfonso Millán Núñez.

A mis Padres:

Alfonso y Reyna.

-Por lo que soy-

A mi esposa:

María de Jesús y a mis dos pequeñitas Alexandra y Nitzschia, representantes de la fuerza requerida para alcanzar los objetivos deseados en esta vida.

Agradecimientos:

A la Dirección General de Oceanografía de la SECRETARIA DE MARINA, especialmente al Vicealmirante Gilberto López Lira, por darme la oportunidad de terminar el postgrado en Oceanografía.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) por proporcionarme una beca de colegiatura durante el transcurso de la maestría.

A la amistad siempre perdurable de los compañeros de estudio y trabajo, especialmente a José de Jesús Paniagua Michel.

A la valiosísima participación de los buques Oceanográficos "MARIANO MATAMOROS" y "EL PUMA", a los compañeros que colaboraron en la toma de datos y análisis de laboratorio; Dr. Saúl Alvarez Borrego, Dr. José Rubén Lara Lara, M. C. Gilberto Gaxiola C., M. C. David Uriel Hernández B., Oc. Arturo Arano, Oc. Eduardo Valdéz Holguín, P. O. José Luis Lara Osorio, Téc. Lab. Sila Nájera de Muñóz y Elsie Millán Núñez. Asímismo, a los dibujantes J. Ma. Domínguez y Gabriel López por la elaboración de Tablas y Figuras.

A mi Director de Tesis: M. C. Gilberto Gaxiola Castro por sus consejos desinteresados y siempre positivos durante el postgrado, asímismo, a los Sinodales, Dr. Saúl Alvarez B., Dr. José Rubén Lara Lara, M. C. Timothy Baumgartner y M. C. Diana Tentori; ya que con sus críticas siempre constructivas lograron darle a este escrito un punto final.

C O N T E N I D O

	PAGINA
INTRODUCCION	1
Antecedentes	3
Objetivos	5
Area de Estudio	6
MATERIALES Y METODOS	8
RESULTADOS	16
Abundancia del fitoplancton por grupos taxonómicos y por tamaños de muestras integradas.	16
Distribución vertical de temperatura, clorofila "a", abundancia del fitoplancton total y por grupos taxonómicos.	22
Descripción de las diatomeas a nivel de género.	31
Análisis de la comunidad de diatomeas.	39
DISCUSION	45
CONCLUSION	58
LITERATURA CITADA.	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Localización del área de estudio, estaciones muestreadas y división por zonas: Junio de 1982 (▲), Marzo de 1983 (□), Octubre de 1983 (●) y Marzo de 1984 (+).	9
2	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona I: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.	17
3	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona II: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.	18
4	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona III: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.	20
5	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona IV: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.	21

Lista de figuras, cont.

FIGURA		PAGINA
6	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona V: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.	23
7	Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona VI y VII: (a) por grupos taxonómicos (b, d) por tamaños.	24
8	Distribución vertical para la zona I en Junio 1982: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton.	25
9	Distribución vertical para la zona IV en Marzo 1983: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).	27

Lista de figuras, cont.

FIGURA		PAGINA
10	Distribución vertical para la zona II de Marzo 1984: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).	29
11	Distribución vertical para la zona V de Marzo (1984): (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).	30
12	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona I: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	33
13	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona II: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	35

Lista de figuras, cont.

FIGURA		PAGINA
14	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona III: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	36
15	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona IV: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	37
16	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona V; Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	38
17	Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en las zonas VI y VII: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.	41

Lista de figuras, cont.

FIGURA		PAGINA
18	Variación de la temperatura (10 m) por zonas, a través del tiempo. Los números marcan las zonas de muestreo.	48
19	Distribución vertical de los nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos) para la zona I de Junio 1982.	51

TABLA		
I	Localización geográfica de los lances hidrográficos.	10
II	Diatomeas identificadas a nivel de género, para las zonas y meses muestreados. El signo (X) representa presencia y el (-) ausencia.	32
III	Indice de diversidad (Shannon-Weaver) de las diatomeas a nivel de género para las diferentes zonas del Golfo de California.	42
IV	Indice de predominio (Simpson) de las diatomeas a nivel de género para las diferentes zonas del Golfo de California.	42

Lista de tablas, cont.

TABLA		PAGINA
V	Indice de similitud (Sorenson) espacial, entre las diferentes zonas estudiadas.	43
VI	Medición de la amplitud espacio-temporal (B) de los diferentes géneros.	44

"DISTRIBUCION Y COMPOSICION DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE 1982-1984".

INTRODUCCION.

La alta potencialidad de los recursos pesqueros se basa principalmente en los primeros eslabones de la cadena alimenticia (Tait, 1970), por lo que es muy importante conocer la estructura fitoplanctónica de áreas tan productivas como el Golfo de California. También es importante el conocer la diversidad y los diferentes tamaños que constituyen el fitoplancton, ya que éstos juegan un papel primordial en la trama alimenticia (Odum, 1972; Mullin, 1963).

Baumgartner y Christensen (1985) pusieron en evidencia de que el Golfo de California ha sido afectado por los fenómenos "El Niño"; también lo señalaron Alvarez Borrego y Schwartzlose (1979) por medio de las temperaturas y salinidades que ahí se encontraron. Asímismo, Marinone y Robles (1985) demostraron para la Cuenca de Guaymas que las masas de agua superficiales de la corriente subtropical y tropical se mezclaron en la entrada del Golfo y luego fueron transportadas hacia el interior del Golfo durante los eventos denominados "El Niño". En verano de 1982 se inició un evento de "El Niño" en la zona del Pacífico Ecuatorial (Harrison y Cane, 1984). A finales de 1982 y durante 1983 se registraron anomalías positivas del nivel de mar al sureste de la costa de México y a través del Golfo de California, indicando una extensión del fenómeno "El Niño" en el noreste de las

aguas del Océano Pacífico (Robles Pacheco y Christensen, 1984; McGowan, 1984). Las causas de estos eventos de gran escala son las anomalías en las condiciones de la atmósfera (Philander, 1983), resultando un calentamiento anómalo del agua del océano, con el consiguiente aumento de la temperatura del aire y la perturbación en las condiciones climatológicas en la zona litoral del Pacífico Oriental.

Parece ser que diferentes áreas responden a efectos de escala oceánica en forma distinta. La zona del Perú se ha visto fuertemente influenciada por los eventos de "El Niño" con reducciones drásticas en la productividad (Cowles et al., 1977), biomasa de las diatomeas e incremento de microdinoflagelados (Barber y Chávez, 1983) y una marcada decadencia en las pesquerías, asociada a dicho fenómeno. Por otra parte, Lara-Lara et al. (1984) encontraron que los valores de productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante 1983 fueron incrementados en relación a los valores previamente reportados en épocas normales. Estos resultados apoyan la conclusión de Baumgartner et al. (1985) para la parte central del Golfo de California, de que se presenta un incremento en la abundancia de las diatomeas mayores de veinte micras preservados en los sedimentos en condiciones de "El Niño"

En este trabajo se estudia la variación a mesoescala del fitoplancton de la zona eufótica para el período 1982-1984 en el Golfo de California. Se parte de la hipótesis de que en condiciones de "El Niño" habrá un incremento cuantitativo del grupo

de las diatomeas mayores de veinte micras para la parte central del Golfo y un marcado aumento de las células menores de veinte micras para la parte sur del Golfo de California. Se han estudiado también los cambios temporales de la diversidad y abundancia de los géneros de diatomeas encontrados en el Golfo de California en este periódo. Para lo anterior, se ha utilizado una metodología del trabajo que se basa en la identificación de las diatomeas hasta nivel de género, sólamente para permitir los análisis de una gran cantidad de muestras que se generaron.

Debido a que el interés primordial es comparar los cambios del fitoplancton en la columna de agua, se integraron las muestras de la zona eufótica de acuerdo a la recomendación de Edler (1979) para: uniformizar los resultados para la columna de agua y reducir el número de muestras por analizar. Con lo anterior se pretende que las muestras integradas en la columna de agua proporcionen la información necesaria para hacer comparaciones entre zonas de muestreo y con el tiempo. Sin embargo, también se investigaron las variaciones del fitoplancton con relación a la profundidad en muestras que fueron elegidas en base a la mayor cantidad de géneros de diatomeas encontrados y por su abundancia fitoplanctónica.

Antecedentes.

Los estudios de las diatomeas planctónicas en la parte central del Golfo de California son pocos y esporádicos, iniciándose desde 1937 con una lista sistemática de los principales organismos fitoplanctónicos a nivel de especies (Cupp y Allen, 1938).

Los más recientes son reportados para la región central y norte muy cercanas a las Islas Angel de la Guarda y Tiburón.

La investigación más completa hasta la fecha es la de Round (1967) donde se llevó a cabo un estudio del fitoplancton. Este autor dividió el Golfo de California en cuatro zonas, reportando para otoño de 1959 poca abundancia de dinoflagelados, con un incremento de éstos en la primavera de 1959 y 1960, principalmente para la parte norte del Golfo de California.

Hernández Becerril (1983) estudió la estructura vertical del fitoplancton en la parte central y norte del Golfo de California durante el verano de 1982. Este autor reportó abundancias hasta 252,000 células $.l^{-1}$ de diatomeas para la parte central norte. En esta ocasión la parte central del Golfo sólamente se representó por una estación.

Gilmartin y Revelante (1978) encontraron para la zona de Guaymas en verano de 1972, que la composición del fitoplancton total estuvo representado por el nanoplancton en un 68%, mientras que el 32% estuvo representado por el microplancton.

Valero Gamboa (1980) analizó en forma cualitativa y cuantitativa muestras superficiales de fitoplancton en la parte sur, central y norte del Golfo de California durante la primavera de 1978. Este autor concluyó que las estaciones de mayor abundancia estuvieron en la parte central del Golfo, con un promedio de 385,000 células $.l^{-1}$ correspondientes al grupo de las diatomeas.

Gaxiola Castro et al. (1985) encontraron para la parte central norte del Golfo de California en invierno de 1981 un rango

en la concentración de clorofila "a" de 1.0-3.4 $mg.m^{-3}$, concluyendo estos autores que la concentración del pigmento fotosintético no mostró una relación con la estructura termohalina de la columna de agua. Asímismo, la abundancia del fitoplancton tuvo el mismo comportamiento que la clorofila "a" con relación a la estructura termohalina, además se encontró que el nanoplancton (20μ) fueron los organismos más abundantes con un rango de 187,000 a 644,000 células $.l^{-1}$; pero sin llegar a reportar el tamaño individual de éstos.

Lara-Lara et al. (1984) concluyeron que la mayor contribución a la biomasa y productividad del fitoplancton, tanto en marzo como en octubre de 1983, para la parte sur del Golfo de California, fué debido al nanoplancton en un 90%. En marzo para el área central del Golfo la contribución por el microplancton fué de 70%.

Recientemente, Baumgartner et al. (1985) compararon las abundancias y variación de la composición de especies de las diatomeas en los sedimentos láminados en la zona de Guaymas, con relación a los fenómenos denominados "El Niño" que ocurrieron entre los años 1954-1974. Estos autores concluyeron que el incremento de la productividad de las diatomeas está asociado con las condiciones de "El Niño".

Objetivos.

Conocer la variación latitudinal y temporal en la zona eufótica del fitoplancton por grupos taxonómicos (diatomeas, dinofla

gelados y nanoflagelados) a través de los períodos de muestreo.

Determinar la estructura de tamaños en el fitoplancton total para el período de muestreo.

Conocer la distribución vertical del fitoplancton total y por grandes grupos taxonómicos (microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton) de las zonas con una mayor abundancia fitoplanctónica.

Determinar la diversidad espacio-temporal de las diatomeas a nivel de género para el período de muestreo.

Determinar la amplitud espacio-temporal del nicho ecológico de los diferentes géneros de diatomeas en base a las estaciones muestreadas.

Area de Estudio.

El Golfo de California se localiza entre los 23° y 32° de lat. N y los 107° y 115° long. W en el Pacífico Oriental, con una longitud apróximada de 1100 kms.

Hidrográficamente Roden y Emilson (1980) dividieron el Golfo de California en cuatro partes: 1) superior, entre la boca del Río Colorado e Isla Tiburón que es somera y con fuertes corrientes de marea; 2) el Canal de Ballenas y Cuenca Salsipuedes, entre Baja California y la Isla Angel de la Guarda y San Lorenzo con fuerte mezcla de marea; 3) la parte inferior, entre Isla Tiburón y una línea entre Cabo San Lucas y Mazatlán con salinidades superficiales altas; y 4) la entrada del Golfo como una área triangular entre Cabo San Lucas, Mazatlán y Cabo Corriente, cono

cida por una estructura termohalina complicada.

Roden (1958) expresó que la masa de agua cerca de la boca - del Golfo es la misma que la del Pacífico Ecuatorial, modificada por la evaporación en la superficie y por la mezcla del agua de la Corriente de California. Este autor calculó que el flujo hacia adentro y afuera era de 1.19 y 1.17 Sverdrup, respectivamente y que la diferencia era debida a la evaporación.

Roden (1964) concluyó que los vientos en el Golfo son extremadamente variables. Cerca de la costa, prevalece el sistema de cambios diurnos que son usualmente mayores que los cambios anuales; los cuales son particularmente fuertes en el Canal de Ballenas. Fuera de la costa, los vientos del noroeste prevalecen de noviembre a mayo y el resto del año en dirección sur a norte.

Durante invierno se presentan bajas temperaturas en el agua a lo largo de la costa este, debido a las surgencias producidas por vientos del norte (Alvarez Borrego, 1983). Actualmente por medio de fotografías de satélite del infrarojo se ha demostrado que existe en general un flujo hacia el sur en primavera y hacia el norte en verano (Badán-Dangón et al., 1985). Sin embargo, se ha encontrado que en primavera el flujo puede estar en muchas direcciones, produciendo giros al norte del Golfo de California -- (Granados Gallegos y Schwartzlose, 1977).

MATERIALES Y METODOS.

Se muestreó un total de 25 estaciones entre la parte central y sur del Golfo de California, los cuales se agruparon en siete zonas (Fig. 1). La agrupación de las estaciones se basó principalmente en la latitud geográfica y en la posición que presentaron con relación a la costa, ésto se hizo con la finalidad de poder comparar más fácilmente entre las diferentes latitudes del Golfo de California.

Se realizaron cuatro muestreos (Tabla I): el primer muestreo se realizó en junio de 1982 (4 estaciones), el segundo muestreo se llevó a cabo en marzo de 1983 (7 estaciones), el tercer muestreo fué en octubre de 1983 (7 estaciones), y el cuarto muestreo se llevó a cabo en marzo de 1984 (7 estaciones). Las colectas se hicieron a cinco profundidades correspondientes a 100, 50, 25, 10 y 1% de la irradiancia medida por abajo de la superficie del mar (I_o), a excepción de las muestras de junio 1982 que se tomaron a siete profundidades (0, 10, 20, 30, 50, 75 y 100 m). La irradiancia se midió con un fotómetro con celdas de cubierta y submarina marca Kahlsico No. 268 WA 310. El coeficiente de atenuación de la irradiancia y las profundidades de los distintos porcentajes de I_o se calcularon con la ecuación $Iz=I_o \exp(-kz)$, donde I_o e Iz son los valores de irradiancia inmediatamente por debajo de la superficie y a la profundidad z respectivamente, expresados en Watts por metro cuadrado ($W.m^{-2}$), k es el coeficiente promedio de atenuación de la luz (m^{-1}) y z es la profundidad (m).

Las muestras de fitoplancton se tomaron con botellas Niskin

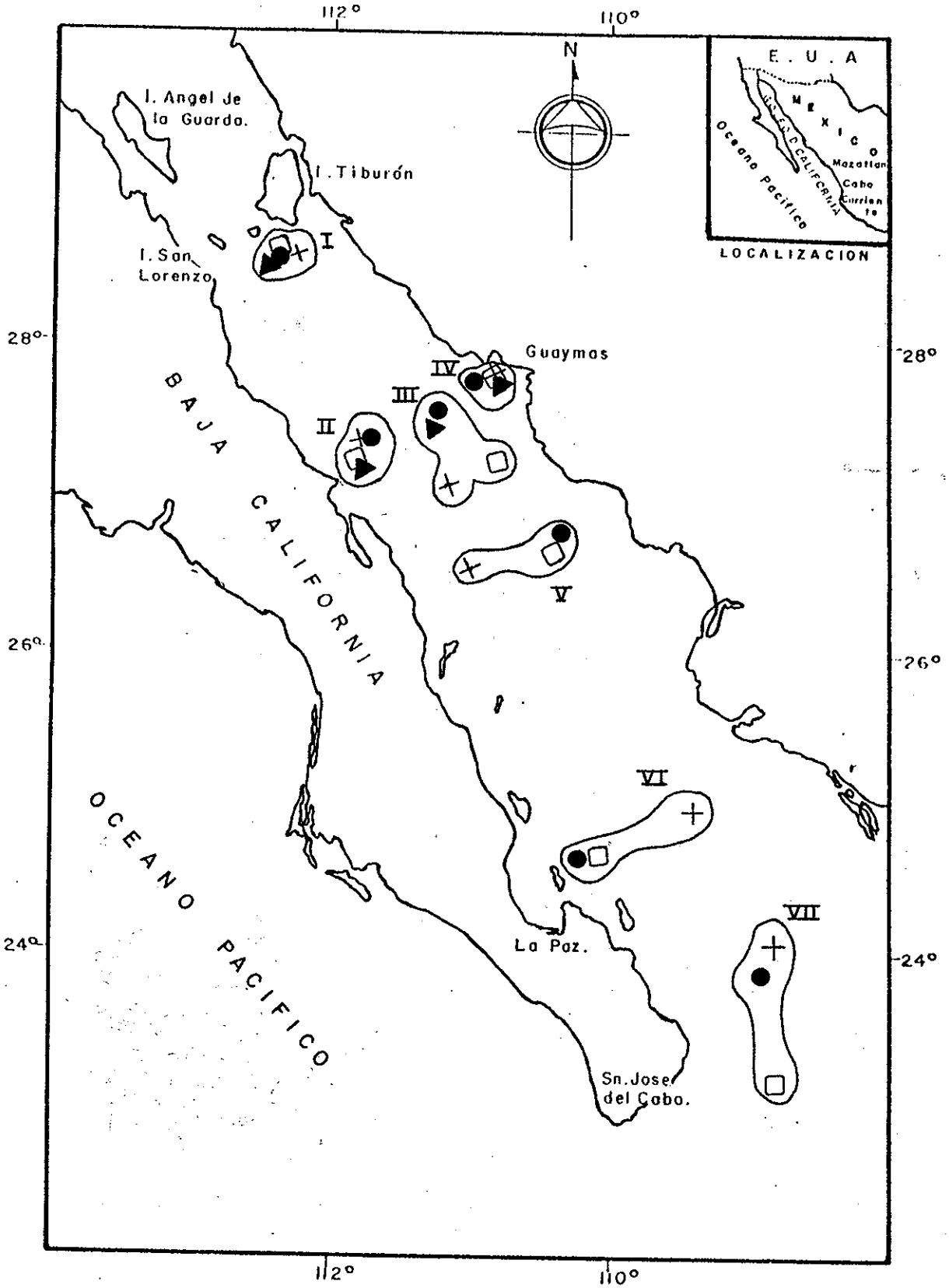

Fig. 1.-Localización del área de estudio, estaciones muestreadas y división por zonas: Junio de 1982 (▲), Marzo de 1983 (□), Octubre de 1983 (●) y Marzo de 1984 (+).

Tabla I.- Localización Geográfica de los lances hidrográficos.

FECHA	HORA	ZONA	PROFUND. (m)	LOCALIZACION GEOGRAFICA Lat. Norte	Long. Oeste
27-VI-82	14:54	I	0,10,20,30,50,75,100	28°30.5'	112°31.0'
27 VI-82	20:10	II	0,10,20,30,50,75,100	27°07.5'	111°55.6'
28-VI-82	06:15	III	0,10,20,30,50,75,100	27°28.6'	111°29.0'
28-VI-82	10:36	IV	0,10,20,30,50,75,100	27°50.5'	111°00.0'
22-III-83	11:41	I	0,6,12,19,48	28°40.2'	112°18.4'
18-III-83	10:47	II	0,6,13,21,42	27°12.3'	111°57.9'
17-III-83	11:08	III	0,7,14,23,47	27°16.2'	110°53.7'
19-III-83	10:46	IV	0,4,9,14,28	27°50.3'	110°56.9'
16-III-83	11:26	V	0,10,21,34,68	26°37.2'	110°20.8'
13-III-83	11:26	VI	0,7,15,25,49	24°43.4'	110°08.8'
10-III-83	11:20	VII	0,14,28,46,92	23°10.1'	109°23.1'
10-X-83	22:50	I	0,10,20,30,50	28°35.0'	112°29.0'
13-X-83	03:24	II	0,10,20,30,100	27°20.3'	111°44.7'
12-X-83	21:18	III	0,10,20,50,100	27°36.5'	111°16.6'
12-X-83	14:26	IV	0,10,20,30,50,100	27°48.5'	110°59.2'
14-X-83	05:28	V	0,20,30,50,100	26°46.0'	110°18.0'
15-X-83	06:25	VI	0,10,20,30,50,100	24°37.6'	110°15.2'
18-X-83	16:24	VII	0,10,20,30,50,100	23°46.4'	109°28.0'
23-III-84	09:44	I	0,8,15,26,51	28°29.4'	112°19.4'
26-III-84	08:29	II	0,10,20,33,66	27°19.0'	111°51.5'
28-III-84	10:09	III	0,3,6,10,19	27°02.9'	111°15.3'
27-III-84	10:46	IV	0,9,17,29,58	27°47.9'	110°51.7'
30-III-84	08:30	V	0,7,14,23,46	26°32.9'	111°07.5'
03-IV -84	10:55	VI	0,12,23,38,77	24°59.5'	109°40.3'
05-IV-84	09:01	VII	17,115	24°03.1'	109°20.0'

con capacidad de 1.7 y 7.0 litros, obteniéndose 133 muestras para el presente trabajo, cada una con 250 ml de agua, fijadas con 5 ml de formol al 4% de acuerdo a la recomendación de Edler (1979). En la mayoría de los casos las muestras de fitoplancton se tomaron de las mismas profundidades de las que provenían las usadas para determinaciones de productividad primaria, excepto en las de junio 1982.

Para los análisis de fitoplancton se integraron las cinco y las siete muestras de cada estación (según el caso), tomando 40 ml por muestra de cada profundidad, hasta tener un volúmen total de 200 y 280 ml respectivamente (Edler, 1979; Reid, recomendación personal). La finalidad de esta integración fué de reducir el número de muestras por analizar, ya que se pretende que el promedio en la columna de agua proporcione la información necesaria para hacer comparaciones con otras zonas de muestreo. Esta metodología sufre inconvenientes, como el desconocer a qué profundidad se encuentran las mayores densidades de los organismos y su interpretación con las diferentes variables del medio ambiente.

Del volómen total se vertieron 50 ml. a una cámara de sedimentación junto con 3 gotas de Rosa de Bengala saturado para colorear la materia orgánica de los organismos, dejándolos posteriormente 24 horas en reposo tal y como lo sugirió Steemann Nielsen (1933) para organismos preservados con formol.

Para su análisis se utilizó un microscopio invertido marca Carl Zeiss con objetivos de 16 y 40 amplificaciones, midiendo e

identificando los organismos a nivel de grandes grupos taxonómicos (diatomeas, dinoflagelados y nanoflagelados). Esta clasificación se llevó a cabo para las muestras integradas de la columna de agua. El término nanoflagelados se utilizó para todos -- aquellos organismos fitoplanctónicos menores de 20 micras, que - no pudieron ser identificadas a nivel de género; tal y como sugirió Reid (1983). Las células que formaron cadenas se contaron - y se midieron en forma individual.

Para encontrar un rango apropiado en la medición de los organismos, previamente se analizaron en forma total dos muestras integradas de la columna de agua. En estas muestras dominaron las células menores de 10µ, entre 10µ y 20µ y los mayores de - - 20µ. Muy semejante a los rangos publicados por Dussart (1965) y Reid (1983).

El fitoplancton de las muestras integradas se identificó a nivel de género; especialmente el grupo de las diatomeas, debido a su mejor preservación por la estructura resistente de estos organismos.

Se escogieron cuatro estaciones (zona I de junio 1982, zona IV de marzo 1983, zona II de marzo 1984 y la zona V de marzo - - 1984), para analizar la variación del fitoplancton con la profundidad. Estas fueron elegidas en base a la mayor cantidad de géneros de las diatomeas y en las abundancias de los organismos fitoplanctónicos que se encontraron en las muestras integradas. - De las mismas estaciones se analizó la distribución vertical - - del fitoplancton total, clorofila "a", temperatura y nutrientes

(en este trabajo se reporta la distribución vertical de nutrientes para junio de 1982, los restantes períodos serán publicados por Valdéz Holguín, en preparación). Dentro del fitoplancton total se analizó el grupo de las microdiatomeas, microdinoflagelados y el nanoplancton; el término nanoplancton se utilizó para todos aquellos organismos menores de 20μ. Esto se hizo con la finalidad de conocer el comportamiento vertical del fitoplancton total con relación a los grupos taxonómicos y sus tamaños dominantes.

Para determinar la densidad de células del fitoplancton nos apoyamos en el método Utermöhl (1958), implementado por Lund et al. (1958), y Hasle (1959 y 1978), hasta cubrir un total de 100 campos.

Para el análisis del contenido de clorofila "a" de las muestras de junio 1982, se filtró para cada muestra entre 500 y 1000 ml de agua, congelando los filtros hasta su procesamiento en el laboratorio. El análisis de los pigmentos fotosintéticos para el muestreo de junio de 1982 fué realizado por el método SCOR-UNESCO (1966) con algunas modificaciones; de acuerdo con Lorenzen (1967) después de acidificar se hicieron segundas lecturas a 665, 645 y 630 nanómetros. Se utilizó una solución de 1:1 en volúmen de acetona al 90% y sulfóxido de dimetilo, para mejorar la extracción de los pigmentos (Shoaf y Lium, 1976). Para estimar las concentraciones de las clorofilas a, b y c y sus feofitinas se utilizaron las ecuaciones espectrofotométricas desarrolladas por Millán Núñez y Alvarez Borrego (1978).

En los análisis restantes de clorofila "a", se utilizó la técnica fluorométrica descrita por Holm-Hansen et al. (1965). Los análisis de fosfato (PO_4), silicato (SiO_2), nitrato (NO_3) y nitrito (NO_2) se realizaron por medio de un autoanalizador Scientific Instruments utilizando un método modificado por Sadney Alvarez (en preparación). La salinidad se analizó a bordo utilizando un salinómetro de inducción marca Kahlsico 118 WA 200. La temperatura se midió con un termómetro reversible con una precisión de $\pm$ 0.01°C.

La comparación entre zonas se investigó por medio del índice de similitud (S) entre dos muestras (Sorenson, 1948):

$$S = \frac{2C}{A+B}$$

donde A es el número de los géneros en la muestra A; B es el número de los géneros en la muestra B, y C es el número de géneros comúnes a ambas muestras.

La diversidad (H') de las diatomeas identificadas a nivel de género fué calculada con la ecuación de Shannon-Weaver (1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^{S} \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N}$$

donde ni es el número de individuos de cada género; N es el número de individuos en la muestra; y S es el número total de géneros en la muestra.

La dominancia (λ) de organismos entre las distintas zonas del Golfo de California para los géneros del grupo de las diato-

meas, se estimó por medio del índice de predominio de Simpson - (1949):

$$\lambda = \sum_{i=1}^{s} \left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

donde ni es el valor de importancia de cada género (número de individuos), N es el total de los valores de importancia y S es el número total de géneros en la muestra.

Además, se calculó la amplitud espacial del nicho ecológico de las diatomeas en base a los géneros encontrados, para tratar de inferir si realmente las siete zonas anteriormente citadas -- son diferentes. La amplitud espacial del nicho ecológico (B_i) - de las diatomeas en base a los géneros encontrados, se investigó por medio de la ecuación de Levins (1968):

$$B_i = \exp\left[- \sum_{n=1}^{j} \frac{Pij}{Ri} \ln \frac{Pij}{Ri} \right]$$

donde: Pij = proporción de la abundancia de los géneros (i) en la muestra total para cada estación (j).

Ri = sumatoria de la proporción de cada género en -- las estaciones analizadas ($Ri = \sum_{n=1}^{j} Pij$; donde j = número de estaciones o lugares muestreados.

RESULTADOS.

Abundancia del fitoplancton por grupos taxonómicos y por tamaños de muestras integradas.

El grupo de las diatomeas para la zona I, presentaron la mayor abundancia en junio 1982 (76,400 células $.l^{-1}$) decreciendo gradualmente hasta alcanzar su menor valor (28,600 células $.l^{-1}$) en marzo 1984 (Fig. 2a). Los nanoflagelados y el fitoplancton total mostraron una secuencia inversa a la que presentó el grupo de las diatomeas, a excepción de octubre de 1983 en la que estos dos grupos decrecieron ligeramente (Fig. 2a).

Los organismos menores de 10 micras para la zona I, mostraron el valor mínimo en octubre de 1983 y el máximo en marzo 1984, con abundancias muy semejantes en junio 1982 y marzo 1983 (Fig. 2b). Los organismos entre 10 y 20 micras de tamaño presentaron abundancias muy semejantes en todos los muestreos (38,000 células $.l^{-1}$), a excepción de junio 1982, donde se observó el valor mínimo; pero con una mayor abundancia en organismos mayores de 20 micras, tales como: Rhizosolenia sp. y Thalassionema sp. (Fig. 2b).

Las muestras integradas para la zona II mostraron valores relativamente bajos en comparación con la zona I, con diferencias en sus abundancias tanto para los grupos taxonómicos como para el fitoplancton total hasta en un cincuenta por ciento (Fig. 3a).

Los tamaños de los organismos fitoplanctónicos para la zona

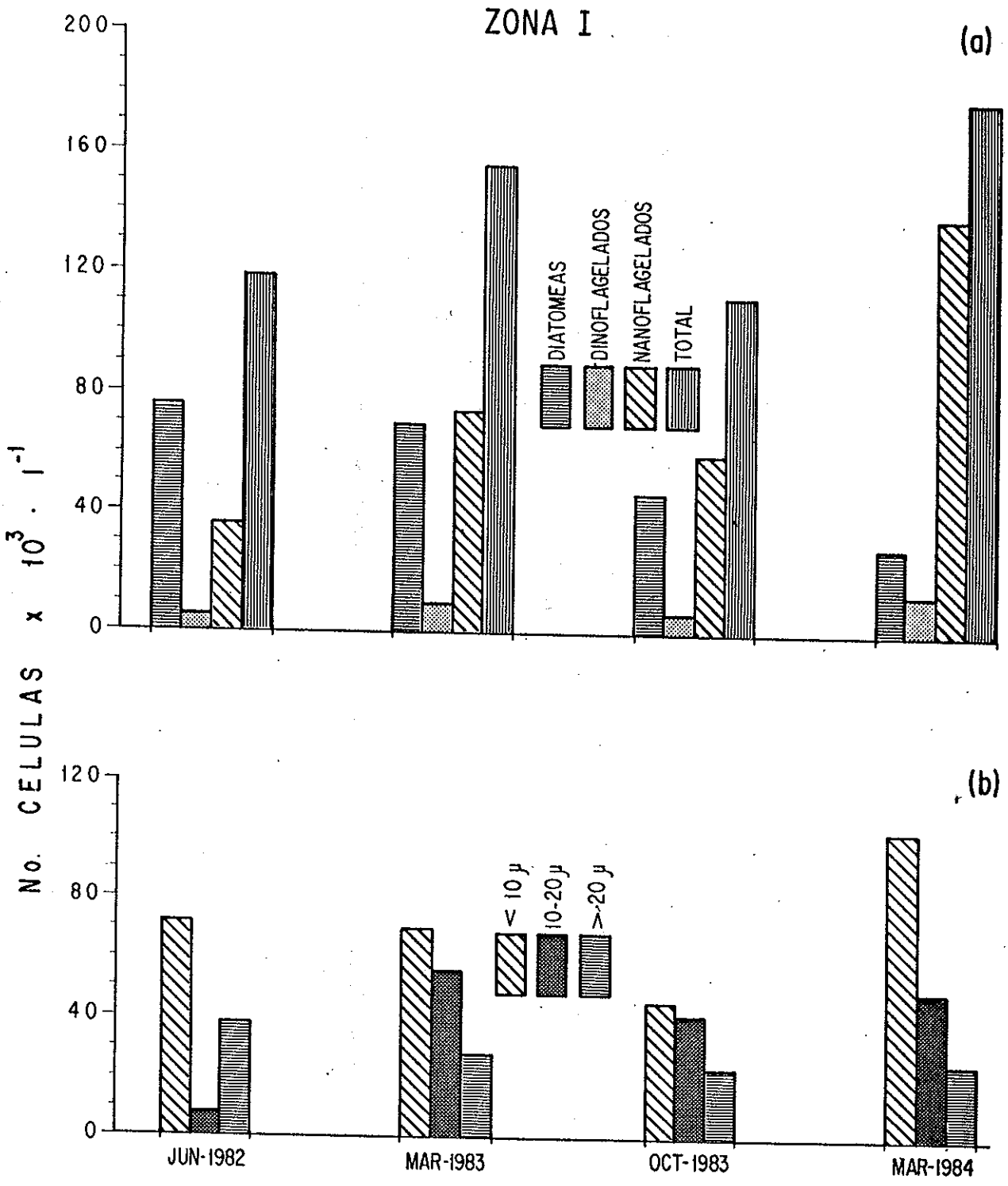

Fig. 2.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona I: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.

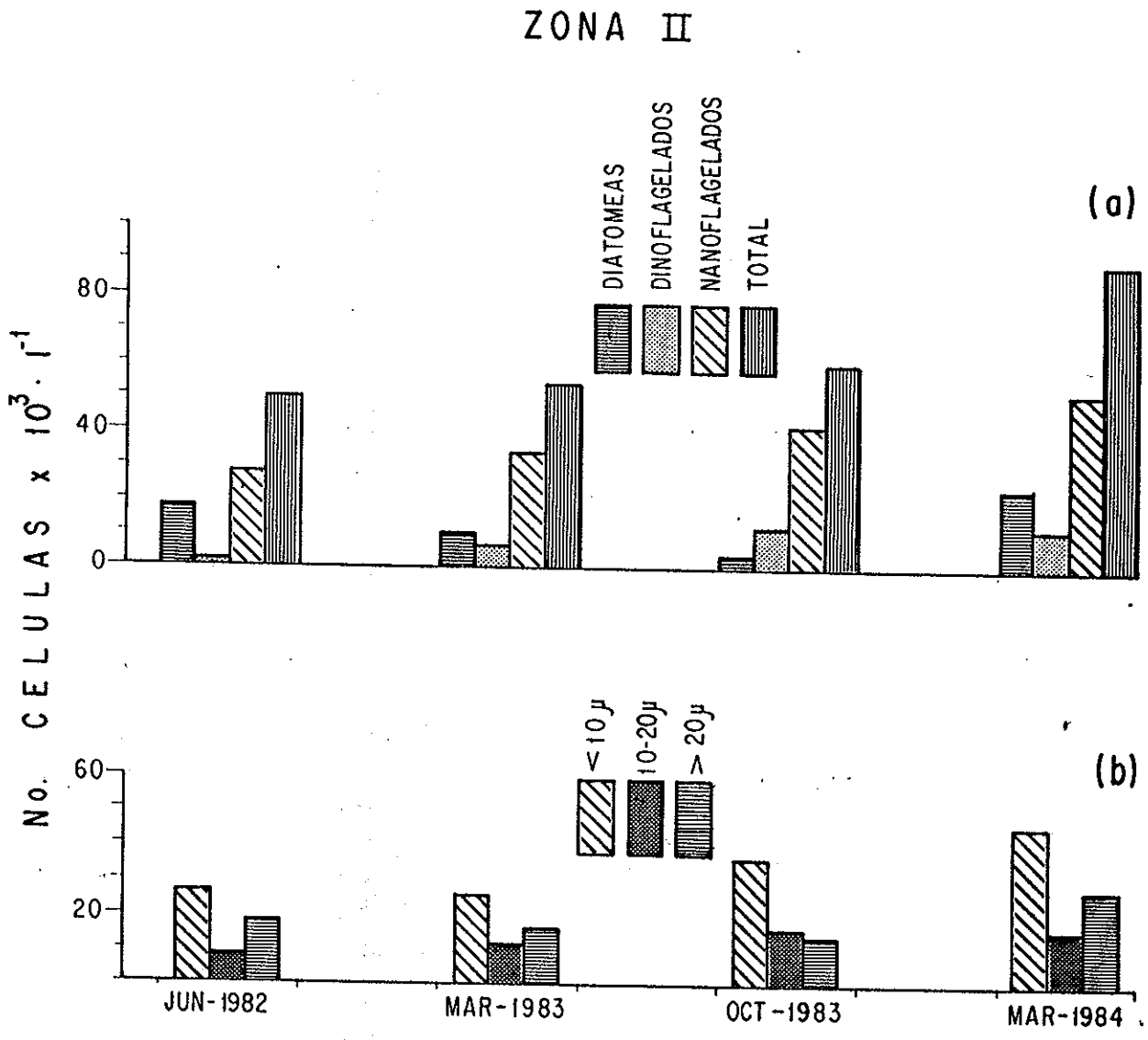

Fig. 3.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona II: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.

II fueron muy semejantes a las zonas VI y VII (Fig. 3b), dominando los organismos menores de 10 micras.

La abundancia de las diatomeas para la zona III en muestras integradas fué baja, incrementando ligeramente el número de células desde junio 1982 hasta marzo de 1984, donde alcanzó un máximo de 17,500 células $.l^{-1}$ (Fig. 4a). Mientras que el grupo de los nanoflagelados presentó una abundancia mínima de 20,200 células $.l^{-1}$ en octubre de 1983 y un máximo de 129,300 células $.l^{-1}$ en junio de 1982 (Fig. 4a).

Los organismos de la zona III mostraron una distribución muy semejante entre los diferentes tamaños del fitoplancton, con relación a las zonas VI y VII; a excepción de junio 1982 para la zona III donde se observó un incremento de 132,900 células $.l^{-1}$ de los organismos menores de 10 micras (Fig. 4b).

En la zona IV para muestras integradas las diatomeas mostraron ser las más abundantes en los dos muestreos de marzo, alcanzando el máximo de 281,900 células $.l^{-1}$ en marzo de 1984; contribuyendo con el 80% del fitoplancton total (Fig. 5a). El grupo de los nanoflagelados fueron menos abundantes que las diatomeas, a excepción de junio 1982 donde alcanzó un máximo de 181,900 células $.l^{-1}$.

Las células menores de 10 micras para la zona IV, fueron las más abundantes en junio de 1982 y en marzo de 1983, a diferencia de que en marzo de 1983 lo constituyeron las diatomeas. Mientras que en marzo de 1984 se encontró que los tamaños entre 10 y 20 micras y los mayores de 20 micras fueron muy abundantes,

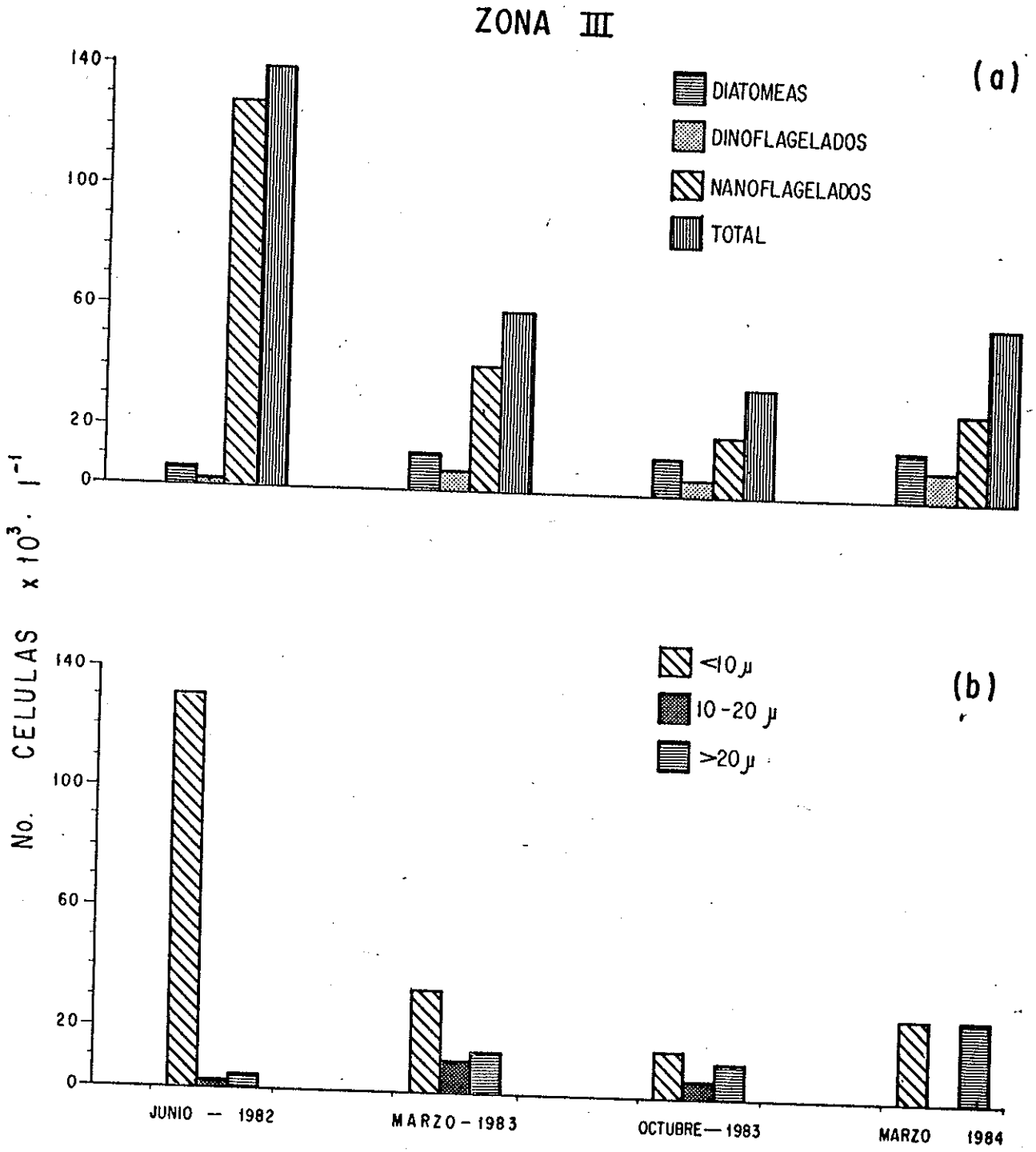

Fig. 4.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona III; (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.

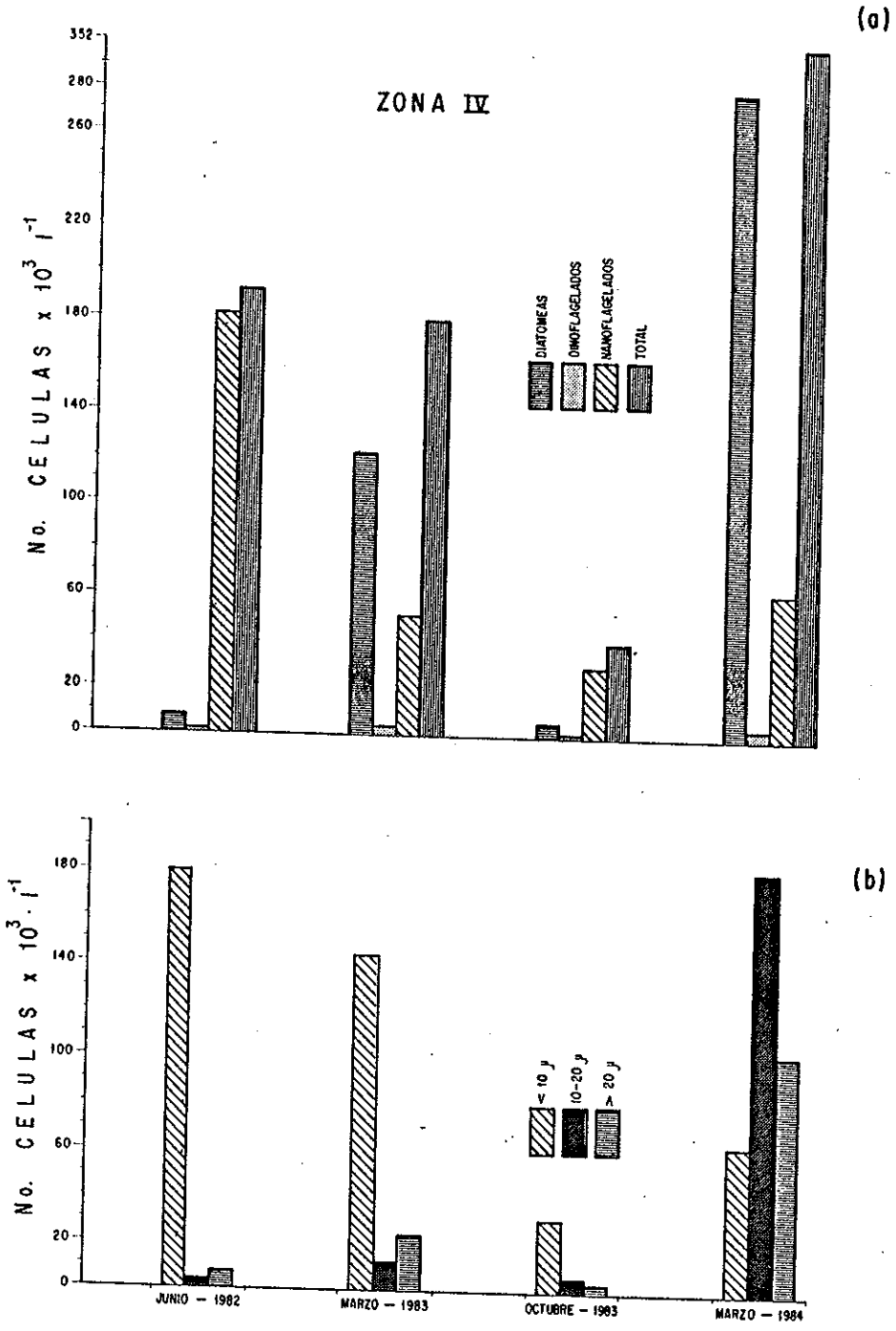

Fig. 5.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona IV: (a) por grupos taxonómicos y (b) por tamaños.

comparables a los menores de 10 micras que se encontraron en junio de 1982 para la misma zona (Fig. 5b).

Los grupos taxonómicos del fitoplancton en muestras integradas para la zona V mostraron un incremento a través del tiempo desde marzo 1983 hasta marzo 1984, donde se localizó su máxima abundancia (Fig. 6a). Las diatomeas alcanzaron un máximo de 151,300 células $.l^{-1}$ en marzo de 1984, dominando los organismos menores de 10 micras y mayores de 20 micras (Fig. 6b).

En la zona VI la abundancia del fitoplancton total como por grupos taxonómicos de las muestras integradas, fueron muy bajas no excediendo las 60,000 células $.l^{-1}$ (Fig. 7a). Las células menores y mayores de 10 micras no sobrepasaron las 46,000 células $.l^{-1}$, observándose ausencia total en el tamaño entre 10 y 20 micras para marzo de 1984 (Fig. 7b).

El grupo de las diatomeas de muestras integradas para la zona VII mostraron abundancias muy bajas, muy similares a la zona VI con valores máximos de 275 células $.l^{-1}$ en marzo de 1984 (Fig. 7c). Las células entre 10 y 20 micras fueron muy escasas, con ausencia total en marzo de 1983 (Fig. 7d).

<u>Distribución Vertical de Temperatura, Clorofila "a", Abundancia del Fitoplancton Total y por Grupos Taxonómicos</u>.

La distribución vertical de la temperatura para la zona I de junio 1982 presentó una termoclina bien definida entre 0 y 20 metros de profundidad (Fig. 8a); con un decrecimiento en sus valores a medida que aumentaba la profundidad. El fitoplancton --

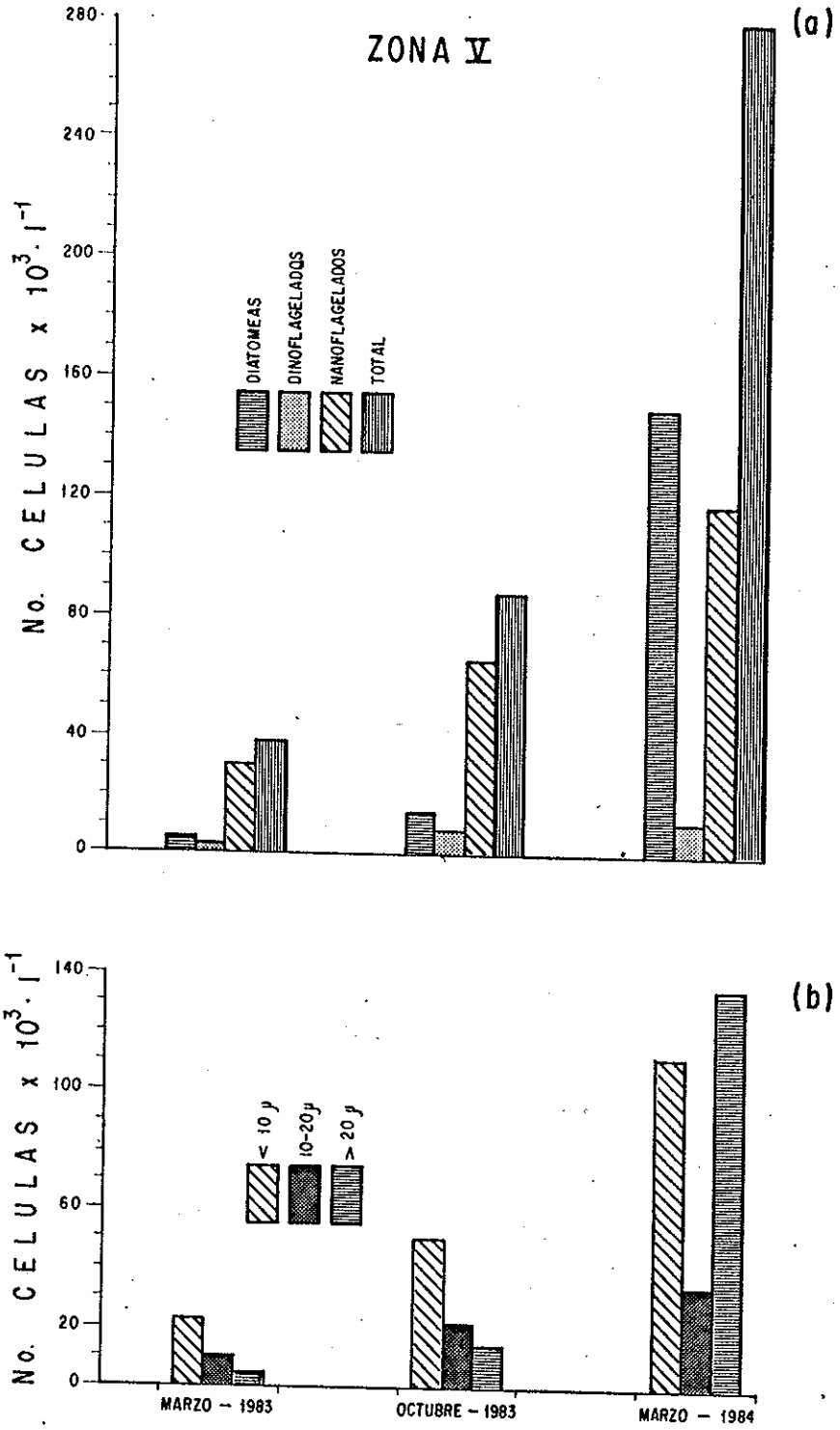

Fig. 6.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona V: (a) por grupos taxónomicos y (b) por tamaños.

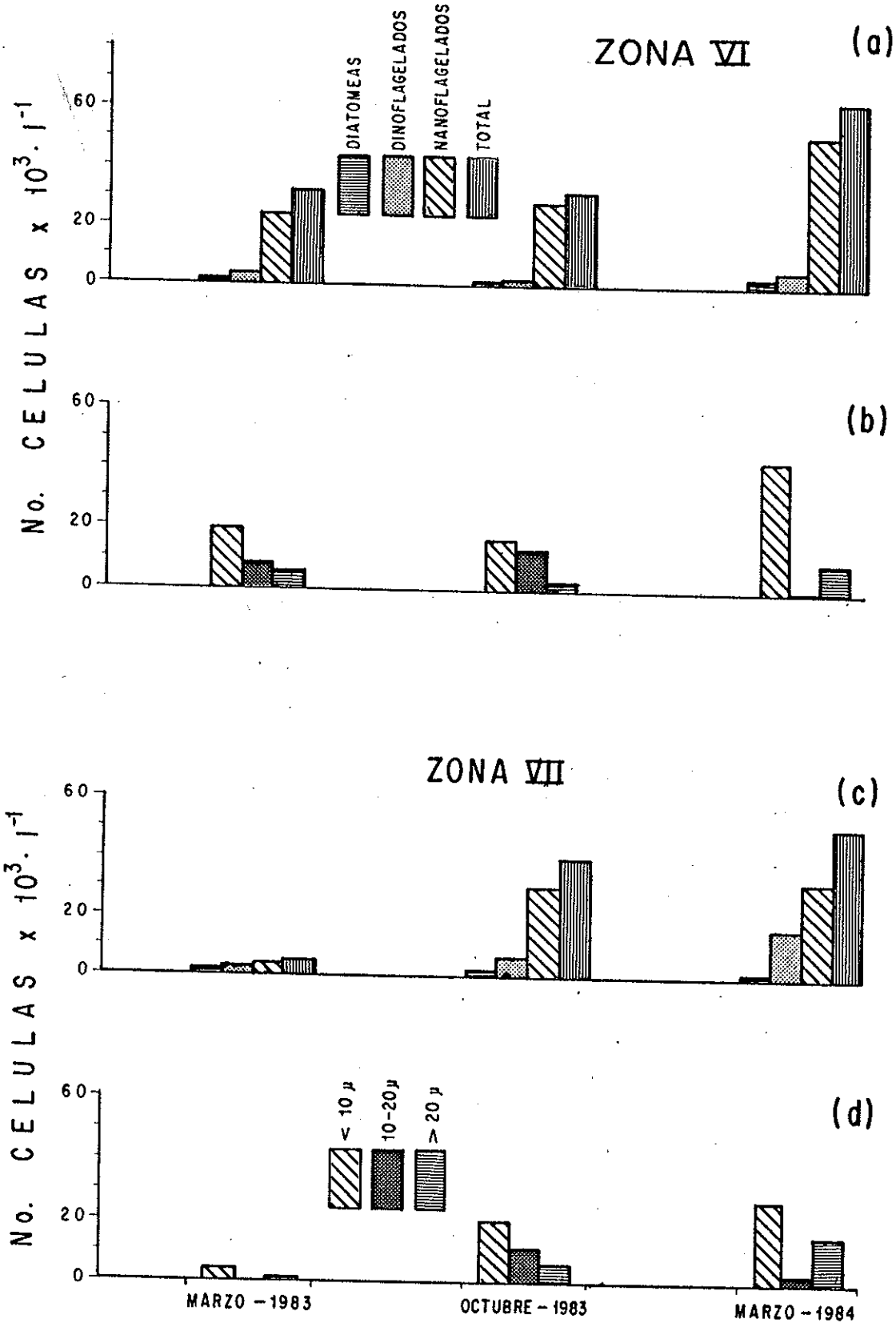

Fig. 7.- Abundancia del fitoplancton de muestras integradas para la zona VI y VII: (a, c) por grupos taxonómicos (b, d) por tamaños.

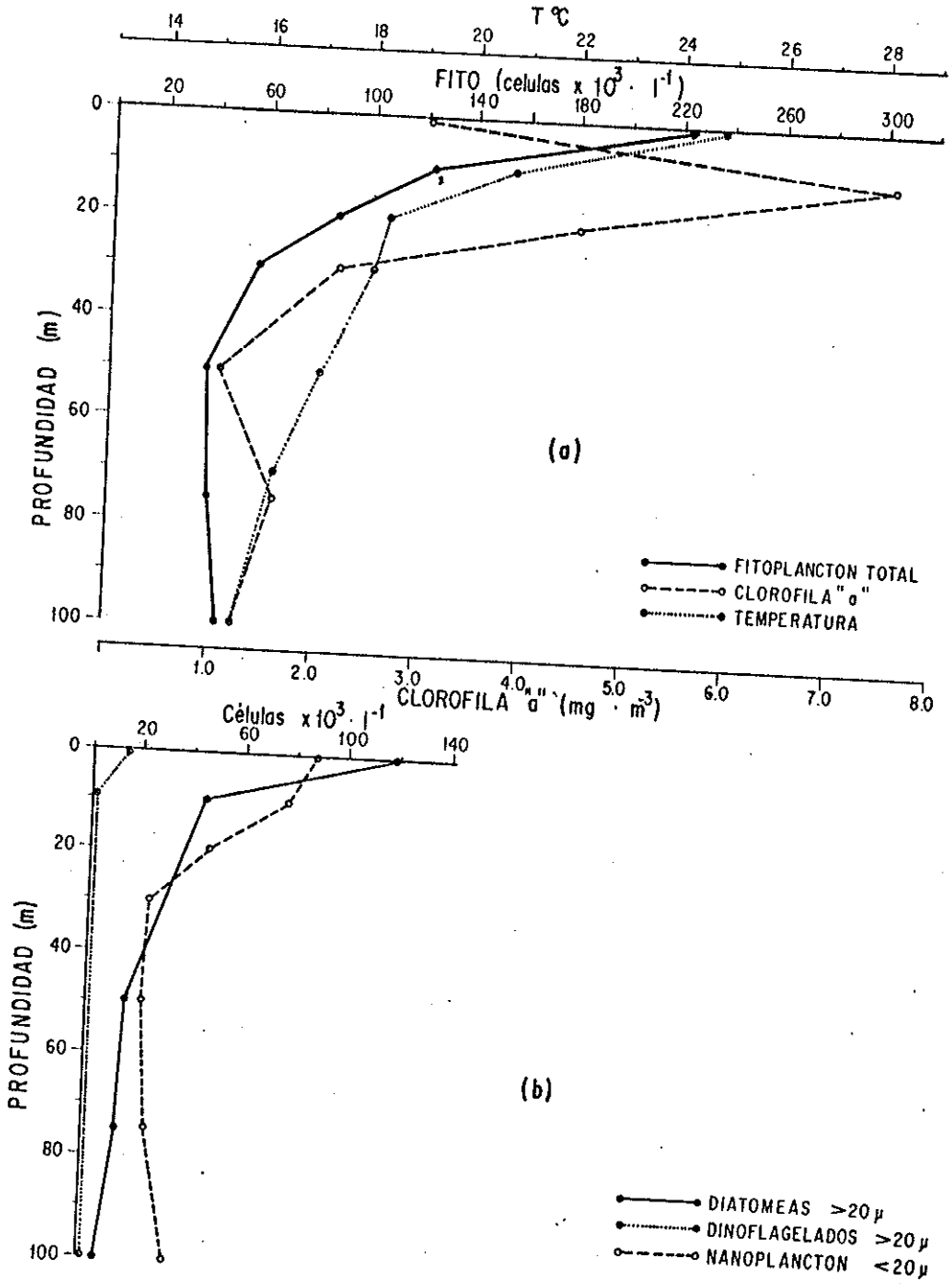

Fig. 8.- Distribución vertical para la zona I en junio 1982: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton.

total mostró un patrón de distribución semejante a la temperatura, alcanzando su máxima abundancia de 222,600 células $.l^{-1}$ en la superficie (Fig. 8a). La clorofila "a" mostró hasta los 10 metros de profundidad una relación inversa con respecto a la temperatura y el fitoplancton (Fig. 8a), con una máxima concentración de 7.5 $mg.m^{-3}$ a 10 metros de profundidad; a partir de esa profundidad la clorofila siguió una distribución similar al fitoplancton total.

Las microdiatomeas para la zona I de junio 1982 presentaron un máximo superficial de 118,900 células $.l^{-1}$ equivalente al 50% del fitoplancton total superficial (Fig. 8b), decreciendo su abundancia a medida que aumentaba la profundidad. Mientras que el nanoplancton mostró un decaimiento en la abundancia de células con relación al incremento de la profundidad hasta los 20 metros, con valores ligeramente menores a las microdiatomeas. Los dinoflagelados mostraron ausencia casi total (Fig. 8b).

En la zona IV durante marzo 1983 la temperatura se mantuvo uniforme a 20°C hasta los 28 metros de profundidad (Fig. 9a). La abundancia máxima del fitoplancton total se localizó en los primeros tres metros de profundidad con un valor de 237,100 células $.l^{-1}$ (Fig. 9a). Alcanzando la concentración de clorofila "a" el máximo de 7.7 $mg.m^{-3}$ a los 14 metros de profundidad, valores muy semejantes a la zona I, de junio 1982 (Fig. 9a).

El nanoplancton (20μ) de la zona IV marzo 1983 fué 90% más abundante que las diatomeas y los dinoflagelados (Fig. 9b), alcanzando su abundancia máxima entre los primeros cuatro metros

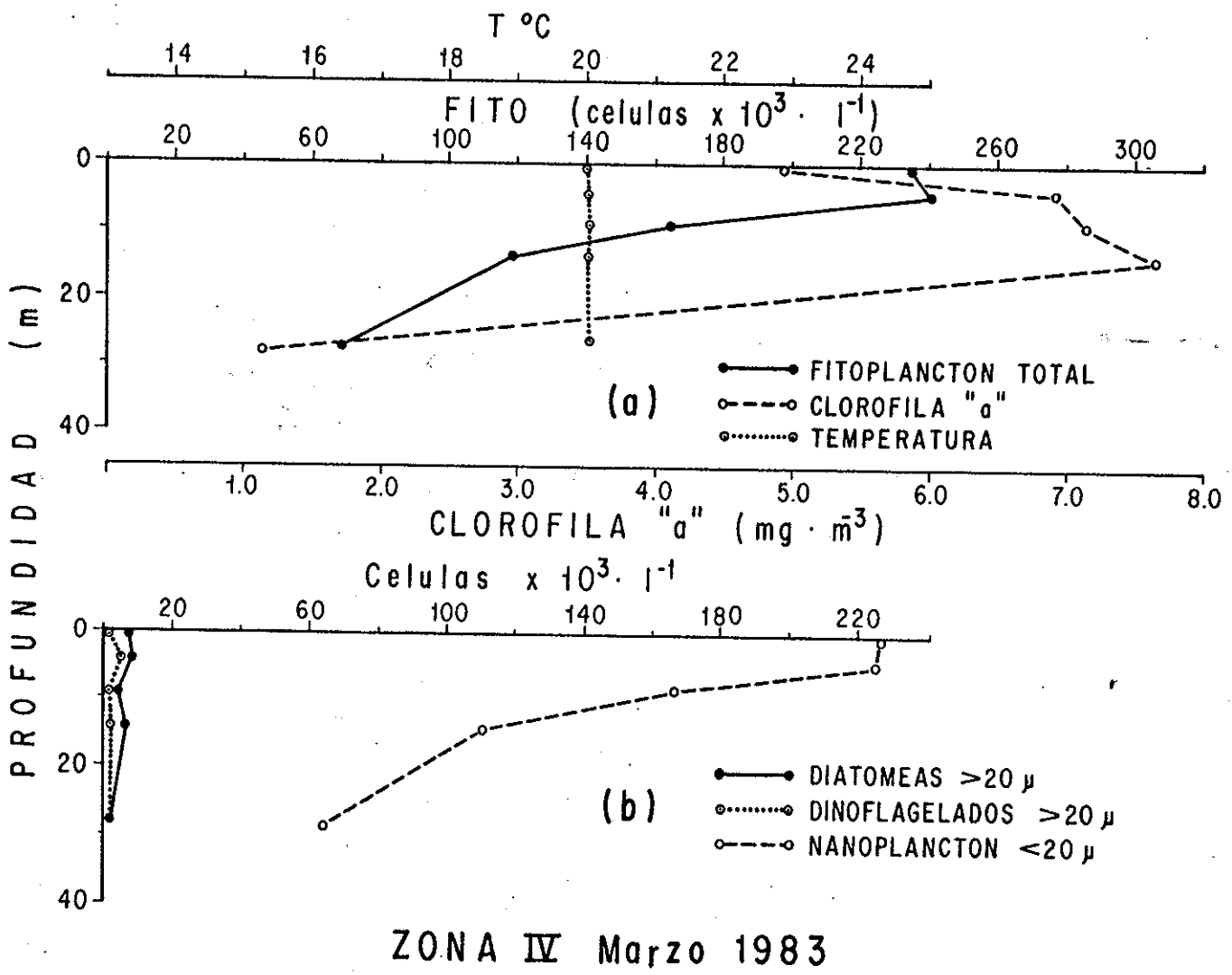

Fig. 9.- Distribución vertical para la zona IV en marzo 1983: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).

de profundidad; con valores hasta de 227,900 células $.l^{-1}$. Tanto las microdiatomeas como los microdinoflagelados presentaron una distribución vertical muy semejante, con valores menores de 10,000 células $.l^{-1}$ (Fig. 9b).

En la zona II durante marzo 1984 la temperatura decreció con la profundidad entre los 19.1 a 20.1 °C para los primeros 20 metros de profundidad, disminuyendo gradualmente hasta 15.5°C a los 66 metros (Fig. 10a). El fitoplancton total disminuyó al incrementar la profundidad, con excepción al 25% de irradiancia en la cual incrementó su abundancia equivalente a los primeros metros (Fig. 10b). La concentración de clorofila "a" se mantuvo constante hasta los 33 metros de profundidad con un valor de 0.5 $mg.m^{-3}$, disminuyendo a una concentración mínima de 0.2 $mg.m^{-3}$ al 1% de irradiancia (Fig. 10a). El nanoplancton representó apróximadamente el 80% del fitoplancton total (Fig. 10b). Las microdiatomeas y los microdinoflagelados tuvieron abundancias muy similares a la zona IV de marzo 1983 (Fig. 10b).

En la zona V, de marzo 1984 la temperatura se mantuvo uniforme hasta los 14 metros de profundidad con 19.6°C; profundidad a la cual se observó el inicio de la termoclina (Fig. 11a). El fitoplancton total presentó su valor máximo de 289,800 células $.l^{-1}$ a los 14 metros de profundidad (Fig.11a). La concentración de clorofila "a" fué menor a 1.0 $mg.m^{-3}$ (Fig. 11a), con valores muy similares a la zona II de 1984.

El nanoplancton de la zona V de marzo 1984, presentó la misma tendencia vertical que el fitoplancton total, alcanzando su

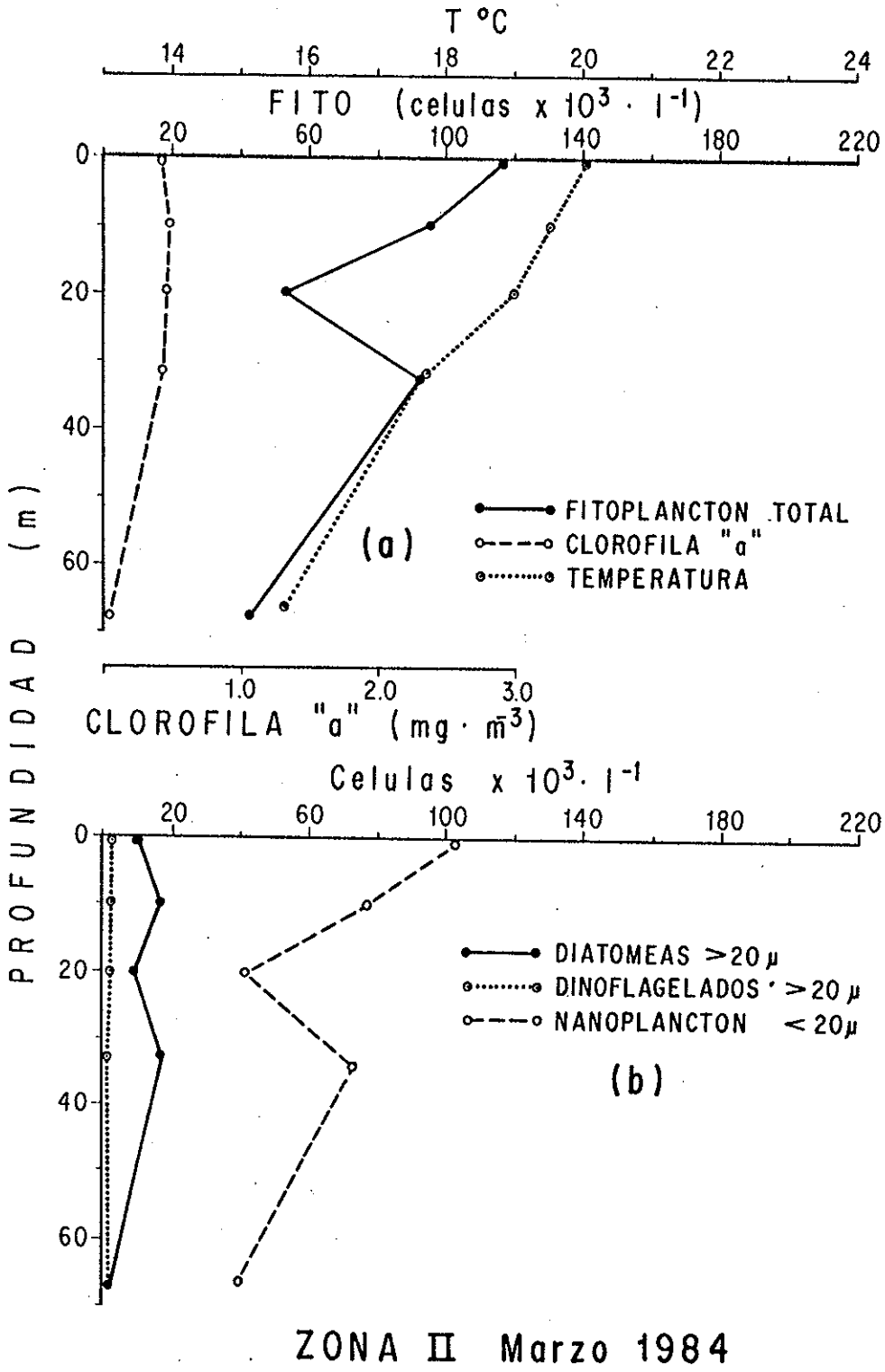

Fig. 10.- Distribución vertical para la zona II de marzo 1984: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).

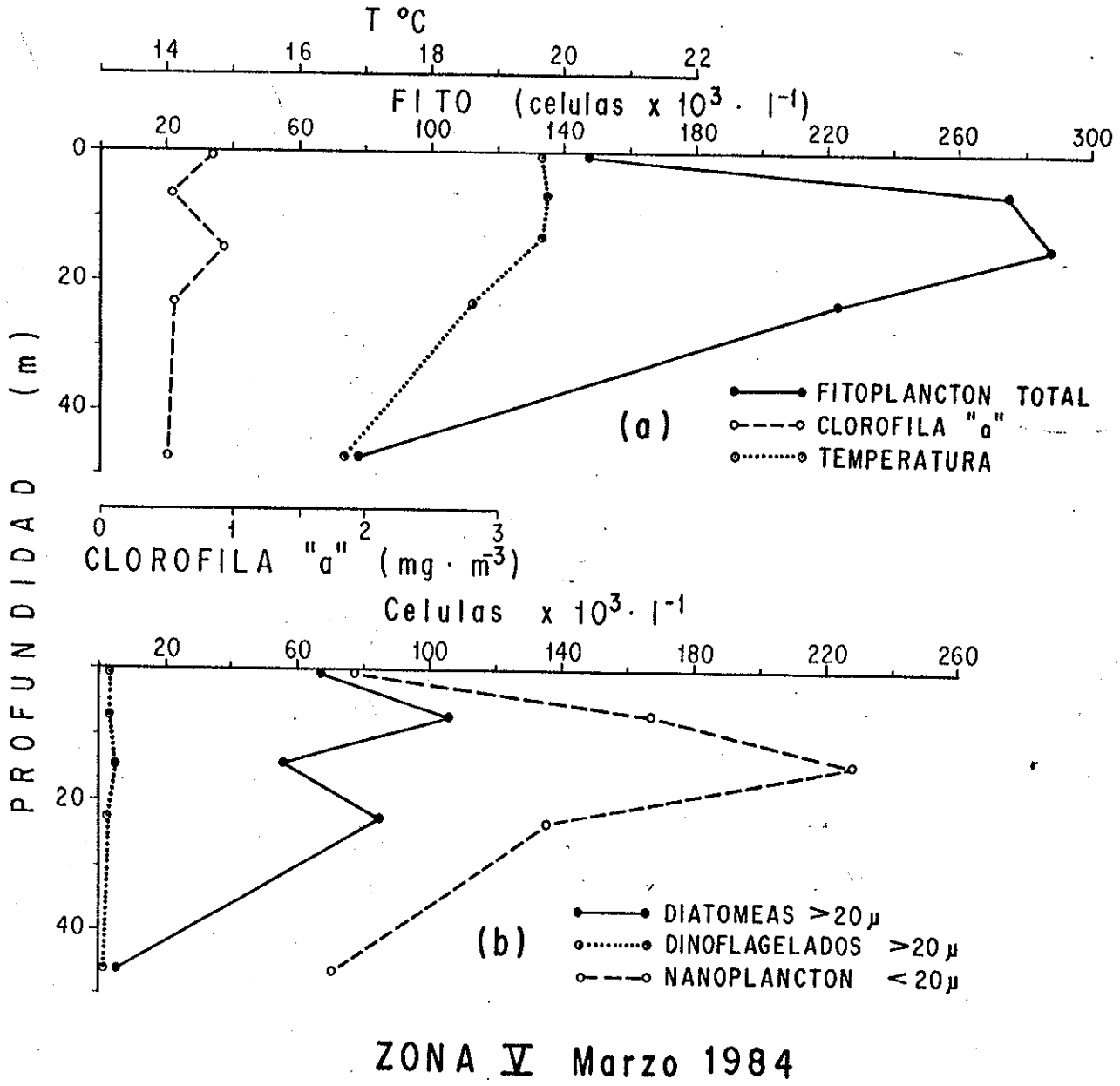

Fig. 11.- Distribución vertical para la zona V de marzo 1984: (a) temperatura, fitoplancton total y clorofila "a" y (b) microdiatomeas, microdinoflagelados y nanoplancton. Los datos de clorofila "a" fueron tomados de Valdéz Holguín (en preparación).

valor máximo de 228,400 células $.l^{-1}$ al 25% de irradiancia (Fig. 11b). Las microdiatomeas presentaron dos picos máximos en su abundancia al 50% y al 10% de irradiancia (Fig. 11b). Los microdinoflagelados presentaron la misma distribución y abundancia que las zonas: I de junio 1982, IV de marzo 1983 y II de marzo 1984.

Descripción de las diatomeas a nivel de género.

Para comparar los géneros de las diferentes zonas de muestreo, se elaboró una tabla de presencia (X) y ausencia (-) donde están representadas las diatomeas a nivel de género para las zonas y meses muestreados (Tabla I). Las siguientes figuras están referidas a esta tabla, representando el eje de las ordenadas la abundancia de células $X10^{3}.l^{-1}$ y el eje de las abscisas el número de los géneros correspondientes a la Tabla I.

La cantidad de géneros a través del tiempo para la zona I fueron muy similares entre sí (Fig. 12a, c y d); a excepción de marzo de 1983 donde aumentó a 15 el número de géneros encontrados (Fig. 12b). Dominando principalmente los géneros de *Nitzschia sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Rhizosolenia sp.*, *Thalassionema sp.*, *Thalassiosira sp.*, *Thalassiothrix sp.*, *Coscinodiscus sp.* y *Pseudoeunotia sp.*, todos estos organismos con abundancias mayores a 2,000 células $.l^{-1}$.

La zona II mostró una menor abundancia de células en los géneros de diatomeas que la zona I (Fig. 13a, b, c y d), mientras que los organismos de octubre 1983 para la misma zona II

Tabla II. Diatomeas identificadas al nivel de género para las zonas y meses muestreados. El signo (X) representa presencia y el (-) ausencia.

Nº	GENERO	JUNIO 1982 ZONAS				MARZO 1983 ZONAS							OCTUBRE 1983 ZONAS							MARZO 1984 ZONAS						
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Nitzschia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-
2	Chaetoceros	X	X	X	X		X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-
3	Rhizosolenia	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-
4	Thalassionema	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
5	Thalassiosira	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
6	Skeletonema	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-		-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
7	Thalassiothrix	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-
8	Asterionella	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
9	Stephanophysis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
10	Coscinodiscus	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
11	Lithodesmium	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Melosira	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Bacteriastrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-
15	Planktoniella	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Climacodium	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
18	Actinoptychus	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
19	Hemidiscus	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Asteromphallus	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
21	Navicula	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
23	Gramathophora	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Pseudoenotia	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
26	Amphiprora	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Amphora	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
28	Coconeis	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
29	Eucampia	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
30	Biduiphia	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Surirella	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Streptoteca	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Dytilum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
34	Hemiaulus	-	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Guinardia	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
36	Lauderia	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Leptocylindrus	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
38	Ethmodiscus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
39	Tropidoneis	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

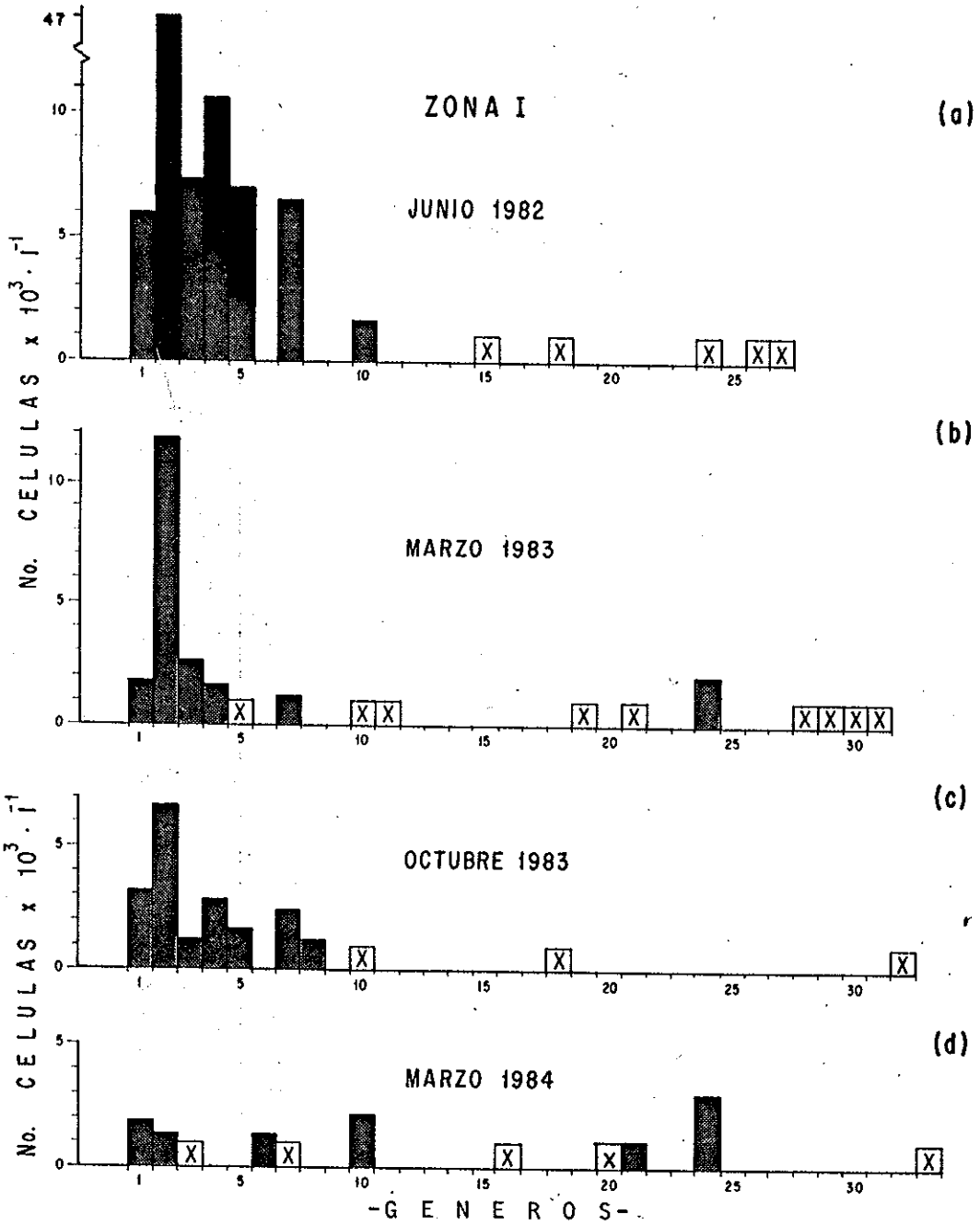

Fig. 12- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona I: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

fueron menores de 1,000 células $.l^{-1}$ con un total de seis géneros (Fig. 13c).

El número de células y la abundancia de los géneros de la zona III fueron muy similares a la zona II (Fig. 14b, c y d), a excepción de junio 1982 donde la abundancia fué menor de 1,000 células $.l^{-1}$ (Fig. 14a). Dominando en marzo y octubre de 1983 el género Chaetoceros sp. (cadenas con células 10μ) y en marzo de 1984 la abundancia del género Rhizosolenia sp. fué superior a 10,000 células $.l^{-1}$ (Fig. 14d).

La zona IV fué semejante a la zona I en el número de géneros que se encontraron (Fig. 15a, b y d), a excepción de octubre de 1983 donde disminuyó a seis géneros, todos menores de 1,000 células $.l^{-1}$ (Fig. 15c). Tanto en marzo de 1983 como en marzo 1984 para la misma zona IV se observó una dominancia del género Chaetoceros sp. con un total de 67,200 y 194,500 células $.l^{-1}$, respectivamente (Fig. 15b y d).

El número de géneros y la abundancia de células de la zona V fueron similares a la zona III (Fig. 16a y b), a excepción de marzo 1984 (Fig. 16c) donde la abundancia del género Nitzschia sp. fué de 80,900 células $.l^{-1}$

En las zonas VI y VII el número de géneros y la abundancia de las diatomeas fueron menores que las demás zonas (Fig. 17a, b, c, d y e). Observándose en la zona VII para marzo de 1984, ausencia total del grupo de las diatomeas (Fig. 17f).

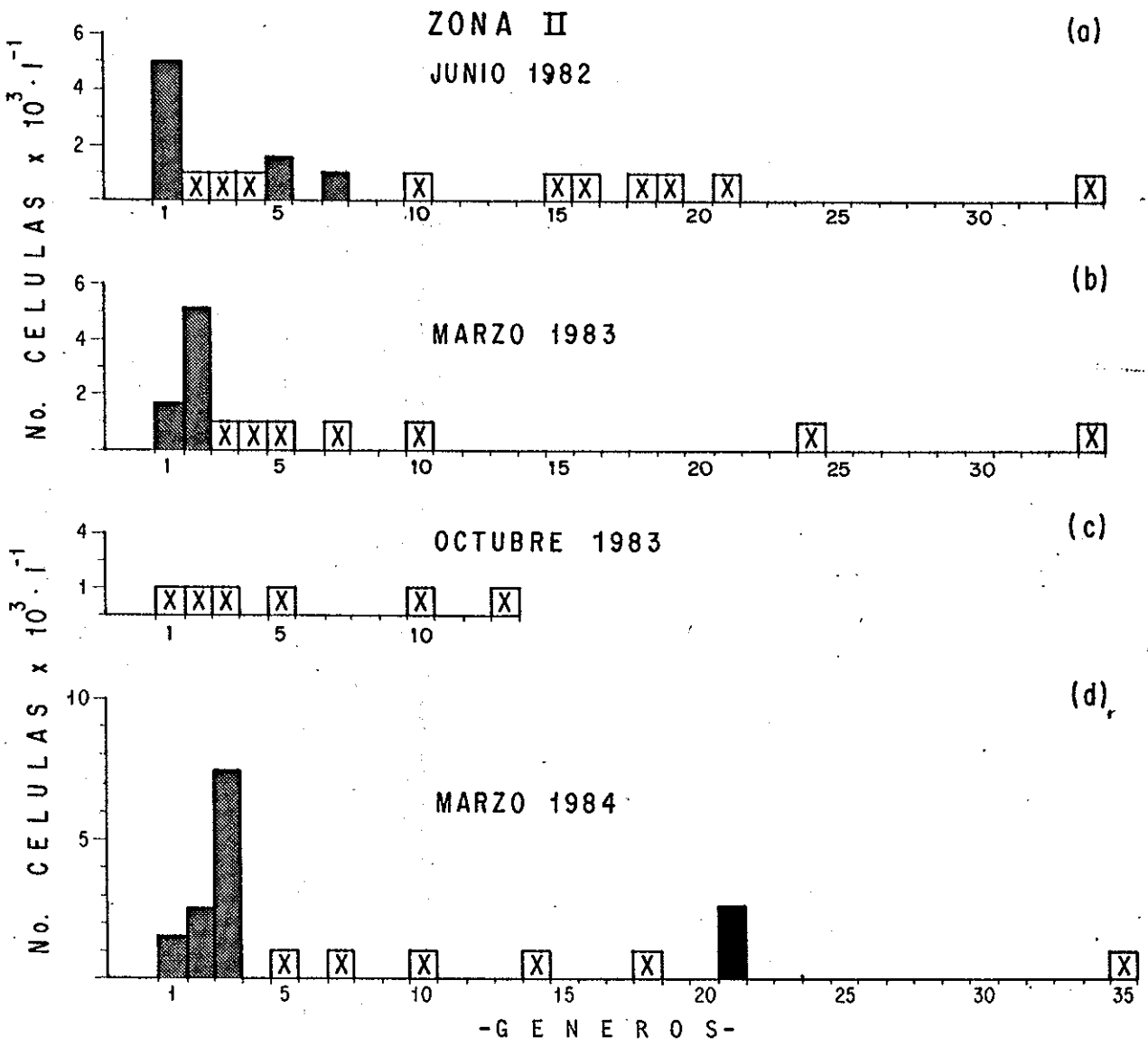

Fig. 13.- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona II. Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

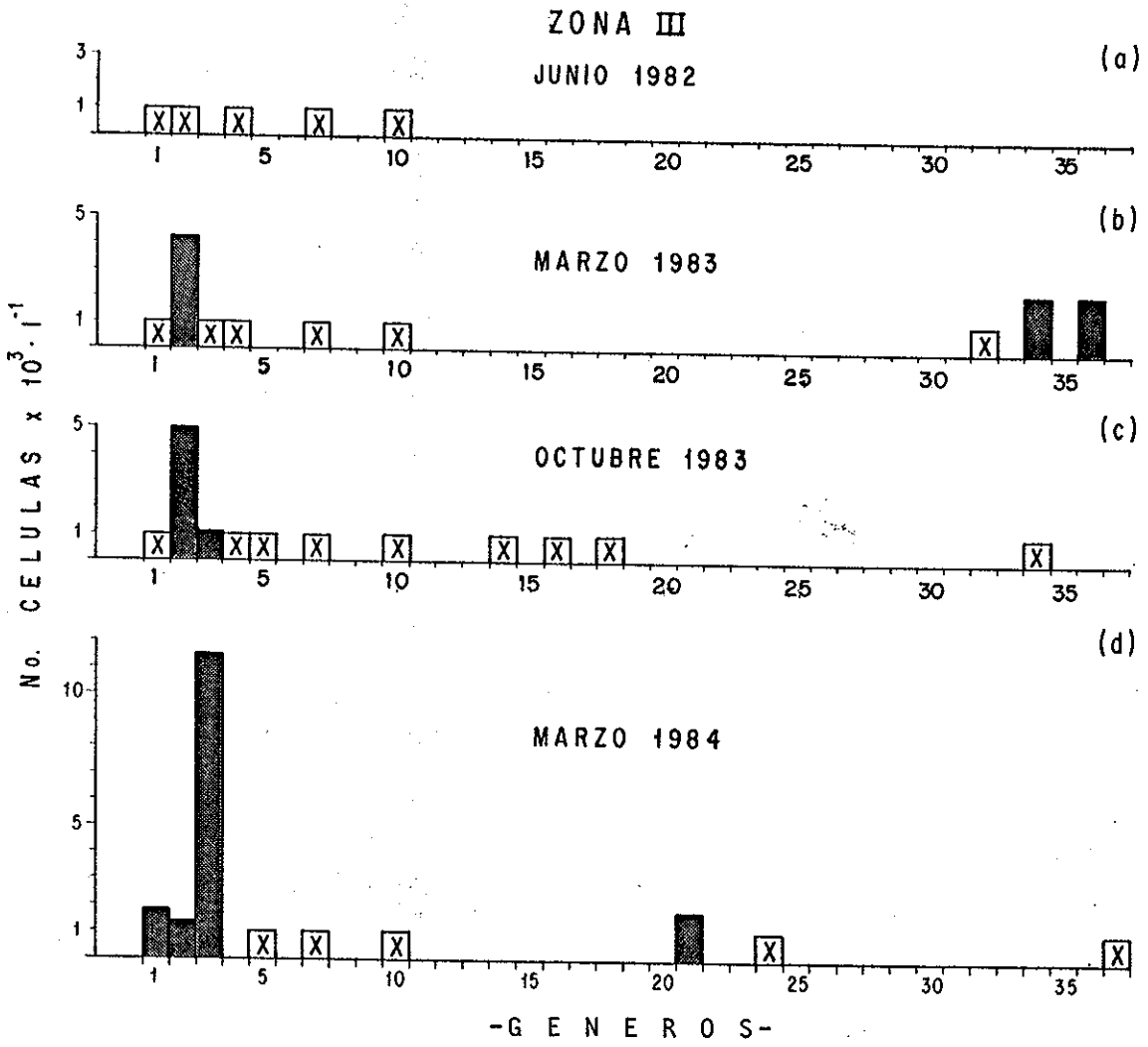

Fig. 14.- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona III: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

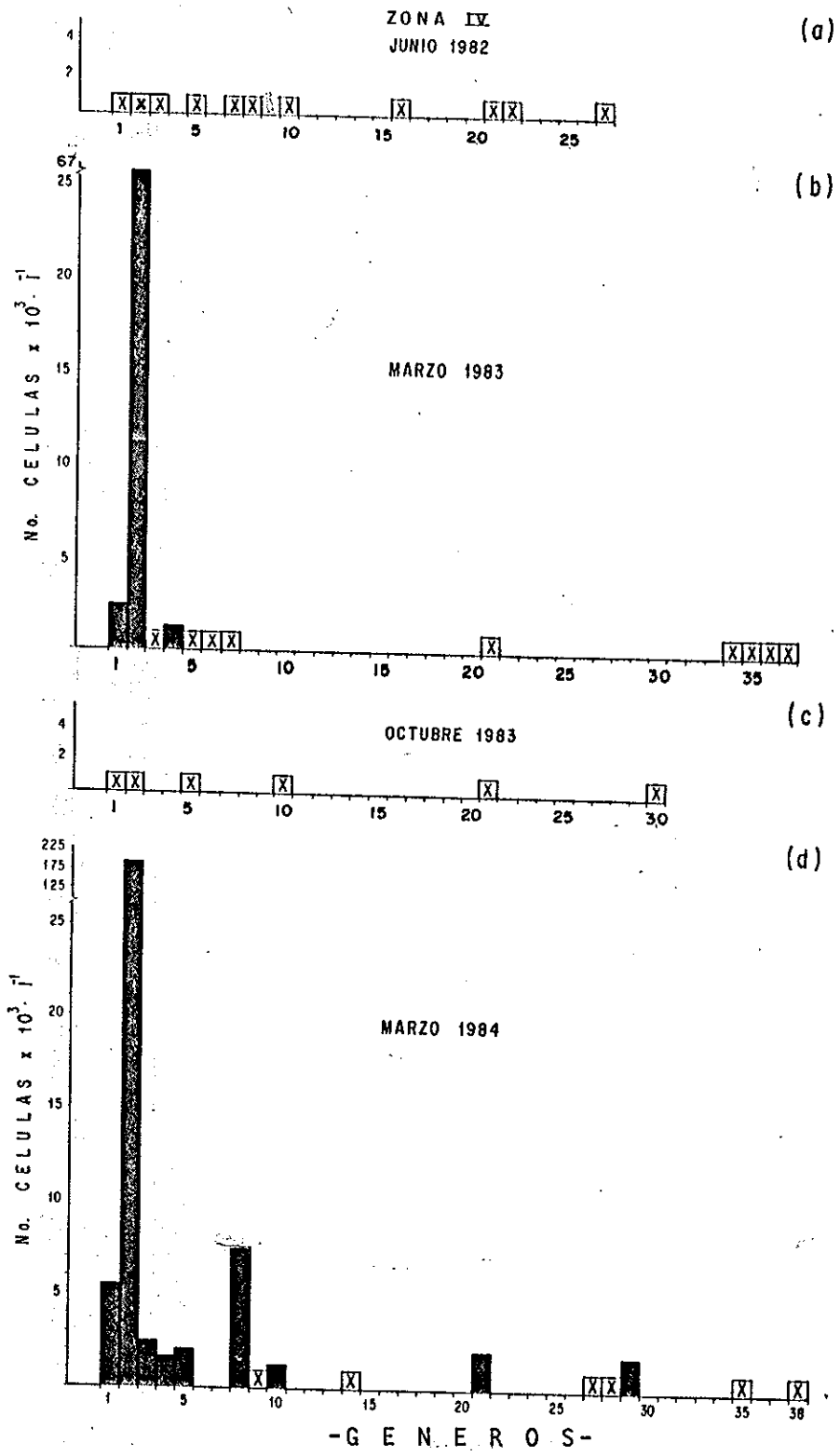

Fig. 15.- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona IV: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

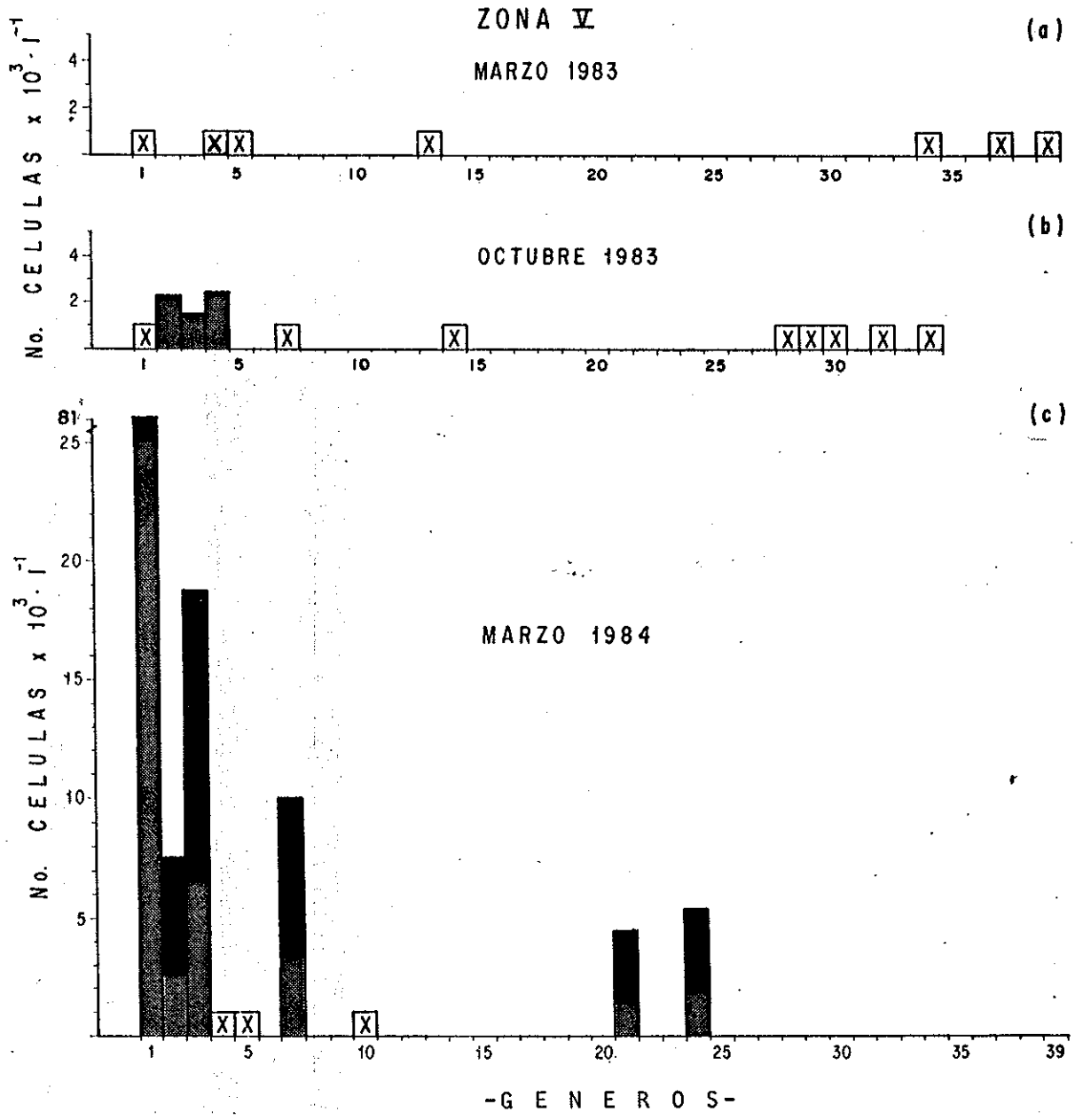

Fig. 16.- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en la zona V: Las -- equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

Análisis de la Comunidad de Diatomeas.

La diversidad (Shannon-Weaver) de las diatomeas a nivel de género para las zonas I, II, III, IV y V, mostraron valores altos (Tabla III), comparados con las zonas VI y VII. A excepción de junio 1982 en las que no se tomaron muestras para las dos últimas zonas. La zona III y V de marzo 1983 mostraron tener una mayor diversidad que marzo de 1984 (Tabla III). Por lo consiguiente marzo de 1984 presentó para las mismas dos zonas una mayor dominancia que marzo de 1983 (Tabla IV).

Los valores de cero diversidad y máxima dominancia que se encontraron en las zonas VI y VII para marzo 1983, fué debido a que en esta fecha sólamente se encontró un solo género representante del grupo de las diatomeas. Mientras que en marzo 1984 para la zona VII no se encontró ningún género de diatomeas.

Las zonas I, II, III y IV presentaron entre sí altos valores de similitud en los meses muestreados para las diatomeas identificadas a nivel de género (Tabla V), a excepción de marzo 1984, donde la zona I fué disimilar a la zona IV. Las zonas VI y VII (Tabla Vb, c y d) presentaron una marcada disimilaridad entre las cinco zonas restantes.

De los géneros de diatomeas de la Tabla VI, sólamente tres géneros fueron los que mostraron tener una mayor amplitud espacial del nicho ecológico: Nitzschia sp., Chaetoceros sp. y Thalassiosira sp. El género Hemiaulus sp. se encontró distribuído temporalmente con mayor frecuencia para marzo de 1983.

Mientras que Navícula sp. se localizó con una mayor frecuencia - en marzo de 1984. Todos estos géneros se encontraron distribuídos espacialmente en las zonas localizadas en la parte central - del Golfo.

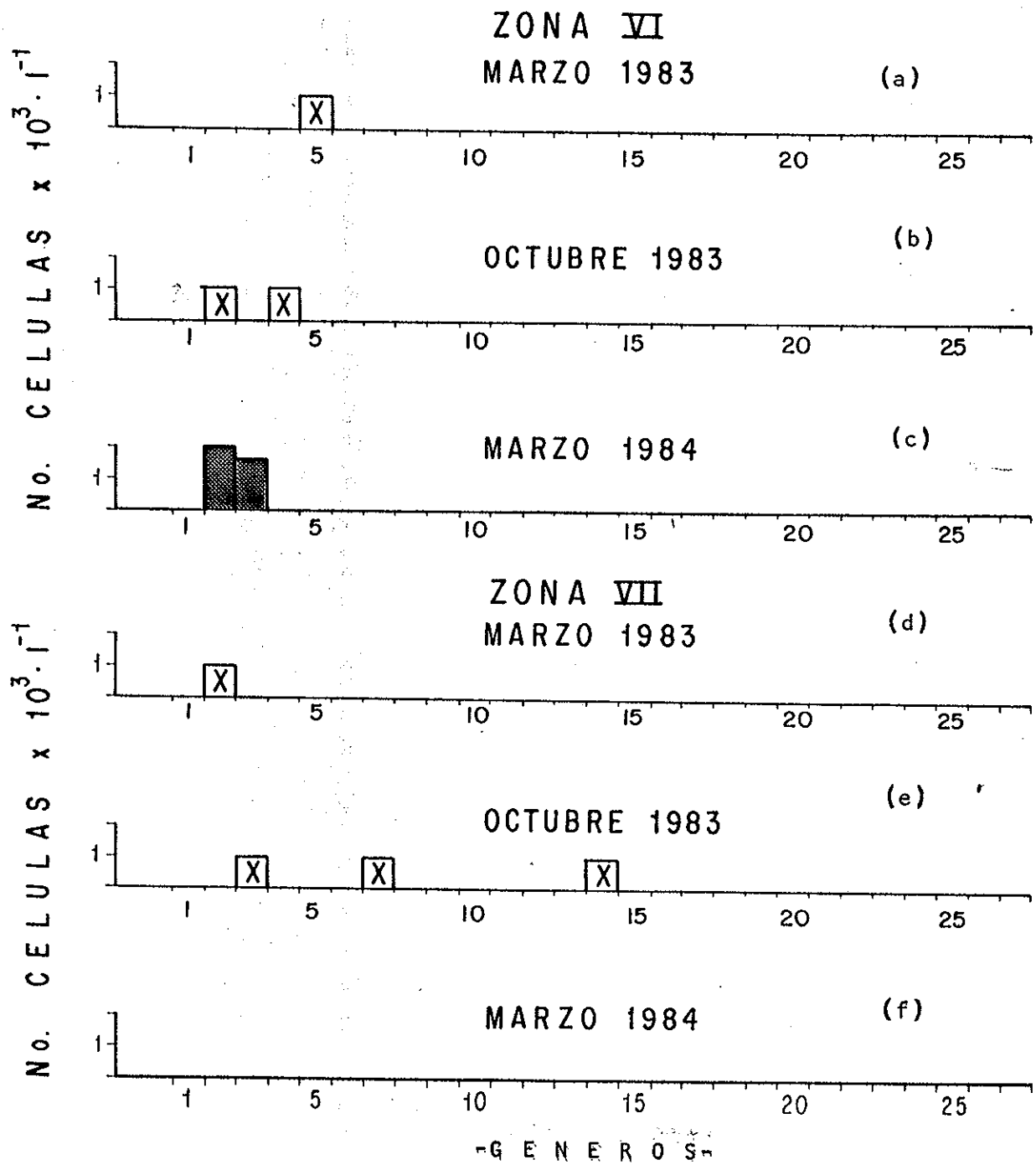

Fig. 17.- Abundancia total de los géneros encontrados a través del tiempo, para las diatomeas en las zonas VI y VII: Las equis marcan los géneros menores de mil células por litro.

Tabla III.- Indice de diversidad (Shannon-Weaver) de las diatomeas a nivel de género para las diferentes zonas del Golfo de California.

ZONAS	JUN.1982	MAR.1983	OCT.1983	MAR.1984
I	2.21	2.40	2.70	2.85
II	2.49	2.12	2.26	2.26
III	1.85	2.33	2.36	1.75
IV	3.03	0.62	2.17	0.81
V		2.51	2.51	1.76
VI		* 0.00	0.91	0.99
VII		* 0.00	1.58	** 0.00

* Presencia de un sólo género. ** Ausencia de géneros.

Tabla IV.- Indice de predominio (Simpson) de las diatomeas a nivel de género para las diferentes zonas del Golfo de California.

ZONAS	JUN.1982	MAR.1983	OCT.1983	MAR.1984
I	0.32	0.30	0.18	0.15
II	0.28	0.33	0.23	0.25
III	0.34	0.24	0.30	0.44
IV	0.14	0.83	0.25	0.77
V		0.33	0.21	0.43
VI		* 1.00	0.55	0.50
VII		* 1.00	0.33	** 0.00

Tabla V.- Indice de similitud (Sorenson) espacial para las diatomeas a nivel de género, entre las diferentes zonas estudiadas.

(a)

ZONA	I	II	III	IV
I		0.72	0.58	0.60
II			0.55	0.66
III				0.50
IV				

JUNIO 1982

(b)

ZONA	I	II	III	IV	V	VI	VII
I		.66	.50	.44	.27	.06	.06
II			.77	.66	.50	.20	.20
III				.66	.37	.00	.20
IV					.42	.15	.15
V						.25	.00
VI							.00
VII							

MARZO 1983

(c)

ZONA	I	II	III	IV	V	VI	VII
I		.62	.66	.50	.57	.33	.30
II			.58	.66	.35	.25	.22
III				.47	.63	.30	.42
IV					.35	.25	.00
V						.23	.42
VI							.00
VII							

OCTUBRE 1983

(d)

ZONA	I	II	III	IV	V	VI	VII
I		.57	.70	.38	.70	.30	.00
II			.73	.64	.73	.33	.00
III				.50	.88	.36	.00
IV					.58	.23	.00
V						.36	.00
VI							.00
VII							

MARZO 1984

Tabla VI.- Medición de la amplitud espacio-temporal (Bi) de las diatomeas a nivel de género.

GENERO	JUNIO 1982				Amplit. Nicho (B)	MARZO 1983							Amplit. Nicho (B)	OCTUBRE 1983							Amplit. Nicho (B)	MARZO 1984							Amplit. Nicho (B)
	I	II	III	IV		I	II	III	IV	V	VI	VII		I	II	III	IV	V	VI	VII		I	II	III	IV	V	VI	VII	
Nitzschia	.06	.49	.10	.13	2.91	.07	.15	.04	.03	.03			4.12	.16	.35	.06	.05	.07			3.78	.14	.09	.10	.02	.63			3.03
Chaetoceros	.53	.006	.07	.19	2.39	.52	.53	.39	.91				3.78	.33	.26	.52	.37	.28	.66		5.61	.12	.16	.07	.88	.05	.55		3.78
Rhizosolenia	.08	.02		.03	2.62	.11	.04	.05	.002				2.81	.07	.17	.11		.18		.33	4.39	.03	.46	.64	.01	.14	.44		3.93
Thalassiosoma	.11	.02	.53		1.84	.06	.09	.05	.01	.49			2.76	.14		.08		.31	.33		3.50				.007	.004			1.92
Thalassiosira	.07	.13		.06	2.83	.02	.02		.005	.03			3.35	.07	.61	.04	.07				2.23		.01	.005	.008	.004			3.32
Skeletonema									.001													.11							
Thalassiothrix	.07	.10	.07	.13	3.86	.05	.007	.009	.008				2.64	.11		.04		.02		.33	2.64	.01	.04	.003		.07			2.88
Asterionella				.19										.05											.033				
Stephanophycis																									.003				
Coscinodiscus	.01	.03	.21	.13	2.89	.01	.007	.006					2.62	.003	.61	.04	.29				2.22	.18	.02	.033	.005	.001			2.25
Lithodesmium						.003																							
Melosira										.05				.08															
Bacteriastrum																.007		.009		.333	1.23		.004		.0009				1.60
Planktoniella	.007	.05			1.41																								
Climacodium		.04		.03	1.96											.01						.02							
Actinoptychus	.003	.006			1.88									.01	.04						1.74		.006						
Hemidiscus		.009				.01																							
Asteromphalus						.003																							
Navicula		.03		.02	1.94				.001								.05					.006							
Gramatophora				.02																		.08	.16	.10	.008	.03			3.75
Pseudosolenia	.005					.08	.04						1.86									.26		.01		.04			1.75
Amphiphora	.007																												
Amphora	.002			.02	1.32																				.003				
Cocconeis						.003												.009							.0009				
Encampia						.009												.01							.007				
Bidulphia						.003											.14	.02			1.51								
Surirella						.003																							
Streptotheca								.01						.01				.01			1.99								
Dytilum																						.006							
Hemiaulus		.009					.09	.20	.005	.05			2.72			.01		.03			1.65								
Guinardia									.001													.006			.0009				1.46
Leodoria								:20	.008				1.16																
Leptocylindrus									.0009	.27														.01					
Ethmodiscus																									.0009				
Tropidoneis										.03																			

DISCUSION.

Las mayores abundancias del fitoplancton total, se localizaron principalmente en las zonas I y IV. Quizás debido a que son áreas que se encuentran muy influenciadas por procesos de mezcla, tales como surgencias que son aportadoras de una alta concentración de nutrientes; muy importante para el desarrollo del fitoplancton. Estos procesos de mezcla para las zonas I y IV de marzo de 1983 y marzo de 1984 se observaron por las condiciones homogéneas de la temperatura y la salinidad del agua, las cuales estuvieron muy definidas hasta los 20 metros de profundidad (Robles Pacheco, comunicación personal). La zona I tuvo variación en la estabilidad de la columna de agua, dependiendo de la época estacional en la que se tomaron los muestreos; como es el caso de junio 1982 en la que se detectaron temperaturas menores de 20°C por abajo de los 18 metros de profundidad. Esto posiblemente se debió a que la capa superficial estaba influenciada por la radiación solar propia de la época.

Las dos zonas anteriores incluyendo la zona V de marzo 1984 se encuentran dentro del área de los frentes de agua fría descritas por Badán-Dangón et al. (1985), en la que se considera que estos frentes son el resultado de un evento de surgencias o mezcla de mareas, implicando ésto los beneficios anteriormente citados para el fitoplancton.

La zona V ya se conocía desde 1921 por su gran abundancia en diatomeas, reportando Cupp y Allen (1938) para el mes de abril valores superficiales mayores en un 50% que los reportados

en este trabajo para el mes de marzo de 1984 para la superficie.

El grupo de las diatomeas de las zonas I y II fueron muy - abundantes en junio 1982, ésto posiblemente se debió a que en - esa época se registraron temperaturas bajas subsuperficiales entre 16 y 18°C (Robles Pacheco; comunicación personal) con un incremento de nutrientes. Tal y como lo expresaron Alvarez Borrego (1983) y Badán-Dangón et al. (1985) de que es la época cuando normalmente comienzan los procesos de mezcla para la costa - oeste del Golfo de California. A pesar de que la zona I no se localiza en la costa oeste, ésta se vió influenciada por las islas San Lorenzo y Tiburón que son zonas altamente dinámicas, demostrándolo así la gran abundancia de Chaetoceros sp. menores - de 10 micras y los géneros de Nitzschia sp., Rhizosolenia sp., Thalassionema sp., Thalassiosira sp. y Thalassiothrix sp. que - son organismos mayores de 20μ, característicos de áreas de surgencia costera (Margalef, 1977). Caso contrario a lo que presentó la zona IV para la misma época estacional, donde disminuyeron drásticamente las diatomeas a altas temperaturas subsuperficiales entre 25 y 28°C (Robles Pacheco, comunicación personal); esta disminución de diatomeas posiblemente se debió a la estratificación de la columna de agua como una respuesta a los efectos de temperatura en los niveles de superficie, ya que los valores de macronutrientes que se midieron se mostraron altos - - (Alvarez Borrego, comunicación personal).

La cantidad de diatomeas superficiales encontradas por Cupp y Allen (1938) para la zona I en el mes de júnio, fueron de una

magnitud igual a los encontrados para la superficie en junio de 1982 en este trabajo. Mientras que los valores de superficie -- de las diatomeas para la zona II reportados por Cupp y Allen --- (1938) en marzo fueron mayores en un 65% que los reportados en - este trabajo para el mes de marzo de 1984 para la superficie.

Las diferencias en el número de células tanto en grupos taxonómicos como en fitoplancton total, para la parte sur del Golfo de California con relación a la parte central, es que la parte central está influenciada por procesos advectivos locales, tales como mezcla de agua o eventos de surgencias que ocurren cerca ó en las zonas muestreadas; a diferencia de la parte sur del Golfo que está más influenciada por el océano abierto, donde estos eventos no son frecuentes (Alvarez Borrego, 1983; Badán-Dangón et al., 1985).

Los valores más bajos del fitoplancton total para todos los muestreos realizados en este estudio, ocurrieron en octubre de - 1983; ésto posiblemente se debió a las mayores temperaturas subsuperficiales registradas para la parte central y sur del Golfo de California (Fig. 18), y a las concentraciones de macronutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos) que fueron meno-- res en un 50% (Lara-Lara, comunicación personal) que los regis-- trados para zonas donde hubo procesos de mezcla para la columna de agua. Esta figura 18 mostró claramente que no hubo una fuerte diferencia en la temperatura subsuperficial (10 m) entre los marzos (1983 y 1984) a pesar de que de acuerdo con Robles y - -- Christensen (1984) había gran influencia del fenómeno "El Niño"

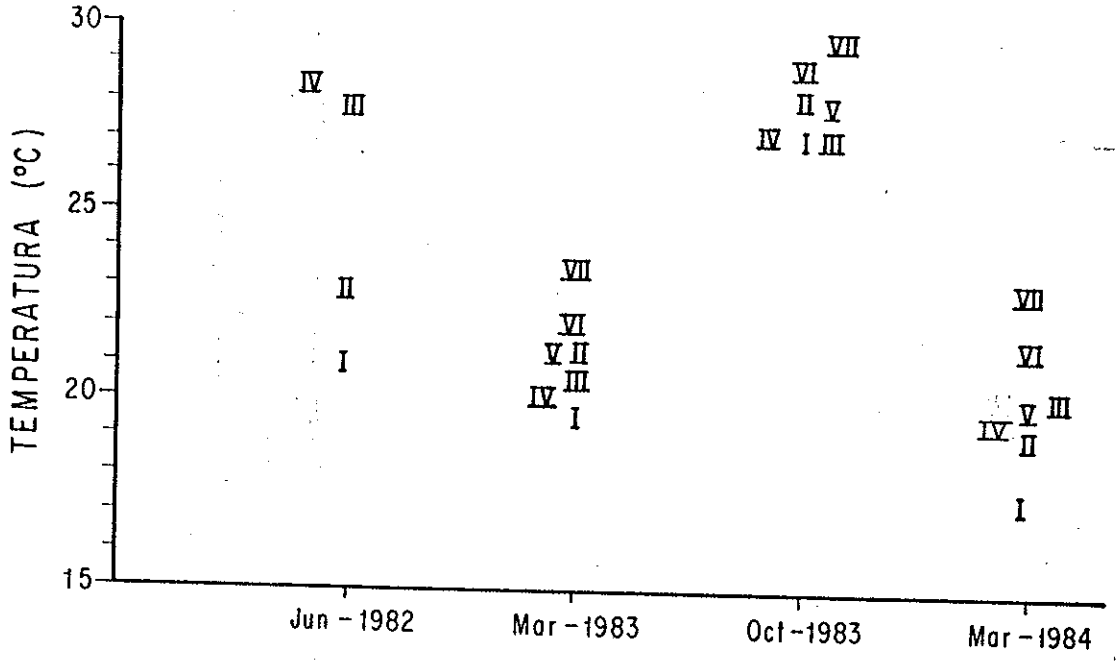

Fig. 18.- Variación de la temperatura (10 m) por zonas, a través del - tiempo. Los números marcan las zonas de muestreo. Datos -- proporcionados por Robles Pacheco.

en marzo de 1983. Los valores de temperatura superficial de octubre 1983 fueron semejantes a los promedios de temperatura para el mes de agosto de 1972 reportados por Gilmartin y Revelante (1978) para las mismas zonas de muestreo. Es muy posible que exista para esta estación del año (otoño) la relación de que a mayor estratificación de la columna de agua, menor proceso de mezcla, no dando oportunidad a que los nutrientes lleguen a la superficie como una consecuencia del calentamiento de las capas superiores.

Altas concentraciones de células mayores de 20µ se observaron en las muestras integradas durante marzo de 1984 en la costa este del Golfo de California; corroborando esta información con lo que concluyó Alvarez Borrego (1983) con relación a los eventos de surgencia para el Golfo de California. Sucediendo lo mismo para la zona V de marzo 1984, a pesar de que el lugar se encuentra localizado en la parte sur central del Golfo de California; esta zona V está muy favorecida por advección de agua originada por procesos de mezcla (surgencias) tal y como lo demostró la uniformidad de la temperatura de 19.7°C hasta los 15 metros de profundidad para marzo de 1984, ya que algunos de estos procesos de mezcla se originan al norte de Guaymas (Badán-Dangón et al. 1985) y al ser desplazados hacia el sur por procesos advectivos costeros, son finalmente transportadas estas aguas hacia la zona V debido a los forzamientos topográficos que estos autores describieron.

En la zona III de junio 1982 se observó una gran abundancia

de nanoflagelados menores de 10μ, con ausencia casi total de -- diatomeas; ésto posiblemente se debió a la situación geográfica de la zona III que se encuentra localizada en una área más oceánica. Ya que la concentración de nutrientes en aguas oceánicas son menores que en zonas costeras, que es donde las diatomeas - de mayor tamaño predominan. Coincidiendo con lo que Malone - - (1971) observó en océano abierto para la zona del Perú, de que la abundancia de los nanoflagelados menores de 10μ fueron muy - dominantes.

El máximo de clorofila "a" para la zona I en junio de 1982 no coincidió con el máximo del fitoplancton total que ocurrió - en la superficie, indicando que la producción de pigmentos fotosintéticos fué mayor por unidad de organismos; debiéndose posiblemente al acondicionamiento de las células a bajas irradian-- cias. Presentando además una termoclina bien definida, con un promedio de 21°C en los primeros metros de profundidad y valo-- res subsuperficiales menores de 18°C; deduciendo con ésto la posibilidad de que hayan ocurrido procesos de mezcla afectados -- principalmente por mareas y el efecto de las islas (Alvarez Borrego, 1983). Reafirmando estos procesos de mezcla los valores altos subsuperficiales encontrados en la concentración de nu--- trientes (Fig. 19), coincidiendo con los valores bajos subsuperficiales de temperatura para este mismo muestreo.

Los valores altos de clorofila "a" y fitoplancton total para la zona IV de marzo 1983, se debieron probablemente a los -- procesos de mezcla de la columna de agua con una temperatura --

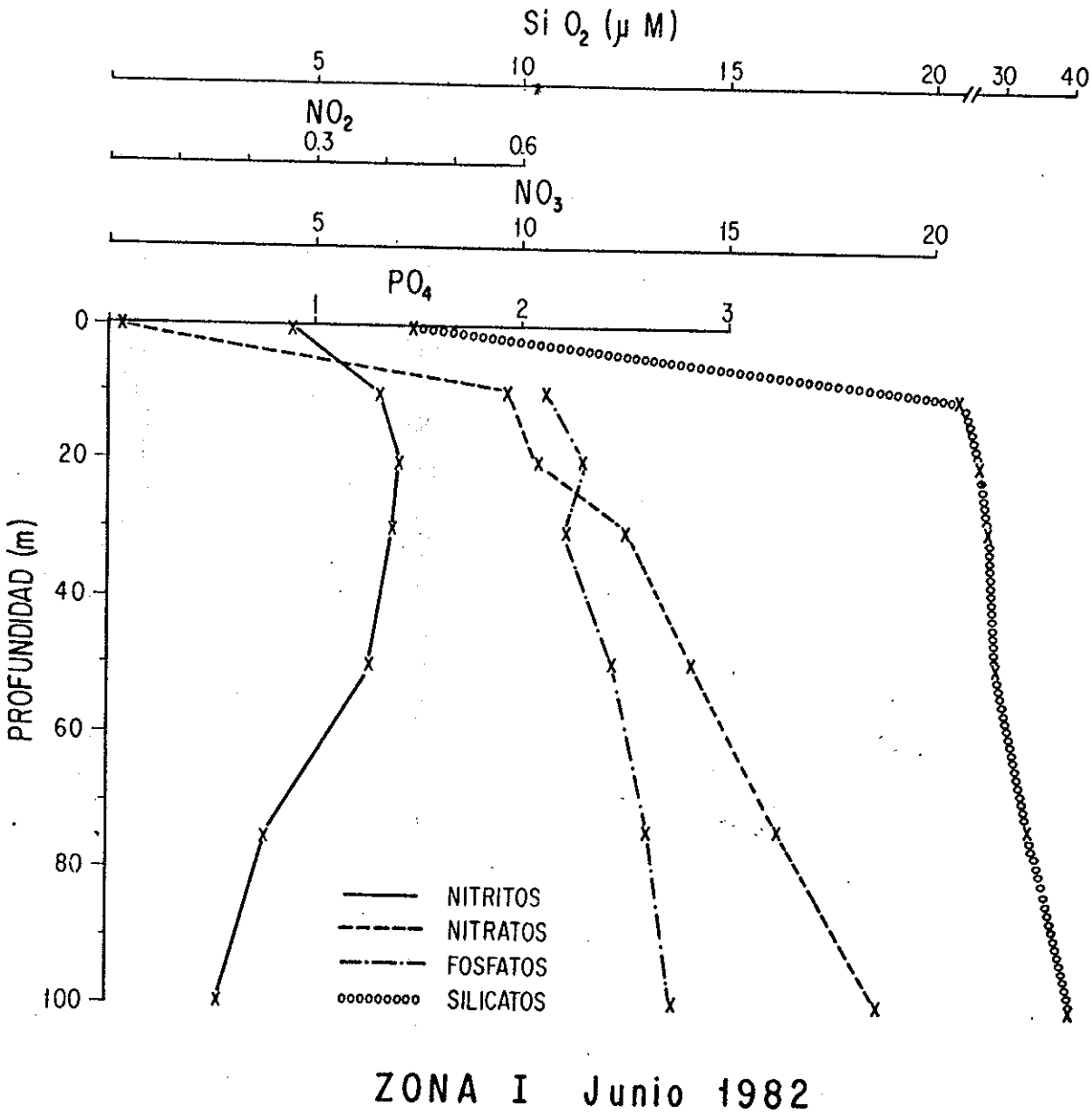

Fig. 19.- Distribución vertical de los nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos) para la zona I de junio 1982.

muy uniforme (20°C) hasta los 28 metros de profundidad. En esta época los procesos de mezcla de la columna de agua son muy fuertes, tal y como lo describieron Badán-Dangón et al. (1985), provocando el rompimiento de la termoclina y una liberación de nutrientes hacia los niveles superiores (Valdéz Holguín, en preparación) encontrando así los organismos fitoplanctónicos las condiciones óptimas para un mejor crecimiento. La tendencia en la distribución de los valores de clorofila "a" y fitoplancton total fueron muy similares en la zona I de junio 1982 y la zona IV de marzo 1983, existiendo una desproporción para las mismas zonas entre la concentración de clorofila "a" con relación al fitoplancton total; posiblemente estas diferencias se deban al picoplancton lo cual no pudo ser detectado por el método usado. Algo similar concluyó Pearl (1978) al comparar varios métodos de conteos y observar que los organismos menores de 5μ son subestimados por la técnica Utermöhl con relación a los 0.45μ de abertura para los filtros de membrana, utilizados para análisis de clorofila.

Las máximas concentraciones de clorofila "a" para este trabajo (zona I junio 1982 y zona IV marzo 1983) fueron muy similares a los reportados para agosto de 1972 por Gilmartin y Revelante (1978) para la parte este del Golfo de California, relacionando estos autores la gran concentración de clorofila "a" con la excesiva acumulación de nutrientes, aportados por los campos agrícolas.

Las diferencias que se encontraron en muestras discretas -

entre el fitoplancton total y las microdiatomeas de las zonas - II y V de marzo 1984, posiblemente se debieron a los eventos de surgencias que ocurren en invierno principalmente en la parte - este del Golfo de California (Alvarez Borrego, 1983; Badán-Dangón et al. 1985). Las zonas III y V de marzo 1984 se localizan ambas en áreas oceánicas del Golfo y sin embargo, mostraron características muy diferentes. Siendo la zona V más abundante - en fitoplancton, ésto posiblemente se debió a los procesos de - advección ocasionados por forzamientos topográficos ocurridos - en esta área, tal y como lo describieron Badán-Dangón et al. -- (1985). Asímismo estos datos son apoyados por la uniformidad - de la temperatura en la columna de agua menores de 20°C y la -- concentración alta de nutrientes (Valdéz Holguín, en prepara--- ción).

Lara-Lara et al. (1984) concluyeron que la productividad - orgánica primaria para la parte central y sur del Golfo de California fué mayor en marzo que en octubre de 1983, coincidiendo con los del fitoplancton total para este trabajo. Posiblemente la baja abundancia de fitoplancton en octubre de 1983, se debió a la alta temperatura estacional lo cual provocó una mayor es-- tratificación de la columna de agua, además de que los vientos dominantes en esta época son de sur a norte para el Golfo de California (Alvarez Borrego, 1983; Badán-Dangón et al., 1985); -- evitando así los procesos de mezcla que ocurren en invierno y - primavera.

En este trabajo las zonas costeras de la parte central del

Golfo de California, incluyendo la zona V fueron las más abun--- dantes en fitoplancton total durante marzo de 1984. Contrario - a lo que concluyó Valdéz Holguín (en preparación) de que la productividad en marzo de 1983 fué mayor que en marzo de 1984; ésto posiblemente se debió a la metodología que se utilizó para el -- conteo de células (Utermöhl, 1958) ya que los organismos denominados picoplancton no se observaron fácilmente.

En marzo de 1983 durante el evento denominado "El Niño" -- (Robles y Christensen, 1984), la abundancia del fitoplancton total disminuyó con relación a la de marzo de 1984 que fué cuando este fenómeno ya había desaparecido (Erfen, 1984), sufriendo el Golfo de California tendencias muy similares a lo que ha ocurrido en la zona del Perú (Cowles et al., 1977 y Barber y Chávez, - 1983); pero contrario a los resultados observados por Baumgart-- ner et al. (1985) en los sedimentos laminados para la zona de -- Guaymas. Los efectos en el Golfo de California con relación a - "El Niño" parecieron ser menos intensos que en otros ecosistemas, ya que los procesos advectivos locales que ocurren en marzo en - la parte central del Golfo, pudieron haber obscurecido la influencia del fenómeno. Coincidiendo con lo que Baumgartner y Christensen (1985) dijeron de que el Golfo responde más a temperatu-- ras locales que a otros factores externos.

La abundancia de los géneros de diatomeas mayores de 6,000 células $.l^{-1}$ se localizaron principalmente en la parte central del Golfo de California, entre los que se encontraron principalmente Nitzschia sp., Chaetoceros sp., Rhizosolenia sp., Thlassio

thrix sp. y Asterionella sp. Sobresaliendo los géneros Nitzschia sp., Chaetoceros sp. y Rhizosolenia sp. como organismos casi constantes durante todos los muestreos y para todas las zonas localizadas en la parte central del Golfo; posiblemente la variación en la composición del fitoplancton anual de los organismos se llevó a cabo a nivel de especie. A excepción de algunos géneros raros, como Hemiaulus sp. que se mantuvo espacialmente durante marzo de 1983 y Navicula sp. en marzo de 1984.

En las zonas III, IV y V de marzo 1984 se presentó una clara dominancia de los géneros Rhizosolenia sp., Chaetoceros sp. y Nitzschia sp., respectivamente; coincidiendo estos resultados con los reportados en agosto de 1972 por Gilmartin y Revelante (1978) para estas mismas zonas. La zona IV de marzo 1983 y marzo 1984 presentaron una dominancia del género Chaetoceros sp. con valores hasta de 175,000 células $.l^{-1}$, siendo ésto lo que causó la disminución en la diversidad. Dominando en marzo de 1983 Chaetoceros sp. menores de 10µ, mientras que en marzo de 1984 dominaron los Chaetoceros sp. mayores de 20µ; ya que en marzo de 1984 se incrementó la abundancia de los mismos géneros encontrados para marzo de 1983, tales como Nitzschia sp., Rhizosolenia sp. y Asterionella sp. que son células mayores de 20µ. Posiblemente la mayor abundancia del fitoplancton de la zona IV de marzo 1984 se debió a las bajas temperaturas y altas concentraciones de nutrientes (Valdéz Holguín, en preparación) de la columna de agua, con relación a marzo de 1983 que se vió influenciado por el fenómeno "El Niño" al aumentar uniformemente la tem

peratura del agua hasta los 28 metros de profundidad.

La diversidad espacio-temporal promedio de las diatomeas a nivel de género, disminuyeron ligeramente en algunas épocas del año, debido principalmente a la dominancia de un género con relación a otros; a excepción de las zonas VI y VII que disminuyeron tanto en diversidad de géneros como en cantidad de células .l⁻ . Esta disminución en diversidad y abundancia de las diatomeas en las zonas VI y VII, posiblemente se debió a que se encuentran localizadas muy cerca de la boca del Golfo de California; áreas -- muy alejadas de donde ocurren procesos de mezcla de agua o eventos de surgencias (Alvarez Borrego y Schwartzlose, 1979). Ya -- que son éstos los mecanismos que enriquecen el fitoplancton.

Los análisis de similitud espacio-temporal de los diferentes géneros de diatomeas demostraron que hacia el sur de las islas Angel de la Guarda y Tiburon el Golfo de California puede dividirse en dos grandes zonas: la parte Central y la parte Sur. Divisiones muy similares a lo que propuso Round (1967) para el mismo Golfo de California. En lugar de las siete que originalmente se habían planteado en este estudio.

La zona I de junio 1982 mostró una diversidad de 2.21 bits; ésto posiblemente se debió a que el lugar se encuentra cercano a las Islas y al Canal de Ballenas donde ocurren fuertes procesos advectivos (Alvarez Borrego, 1983) tal y como lo demostraron -- las temperaturas subsuperficiales menores de 18°C y las altas - concentraciones de macronutrientes. Ocurriendo cuantitativamente lo inverso en la zona IV de junio 1982, donde la abundancia

de todos los géneros de diatomeas fueron menores de 1,000 célu-- las $.l^{-1}$, encontrándose en esta época estacional una diversidad de 3.03 bits muy superior a la zona I de junio 1982. Esto posiblemente se debió a que la zona IV de junio 1982 no presentó dominancia en los géneros de diatomeas, ya que el índice de Sha--- nnon-Weaver se ve afectado por la dominancia de un grupo de organismos. Observándose lo ocurrido como un reflejo de que los procesos de mezcla favorecen al enriquecimiento de la abundancia y a una menor diversidad; tal y como lo demostraron las zonas IV-- de marzo 1983 y zona V de marzo 1984.

CONCLUSION.

A) La abundancia del fitoplancton total como por grupos taxonómicos, fué mayor en la parte central que al sur del Golfo de California; ésto posiblemente se debió a que la parte central está influenciada por procesos de mezcla de marea y eventos de surgencia. Ocasionando bajas temperaturas con incrementos de nutrientes en la columna de agua, lo cual es muy favorable para el crecimiento del fitoplancton.

B) En general las células menores de 10 micras fueron las más dominantes en el Golfo de California, a excepción de algunas zonas donde se detectó uniformidad de temperatura en la columna de agua, que fué cuando dominaron las mayores de 20μ.

C) La diversidad de los géneros de diatomeas, fué mayor en la parte central del Golfo de California que la parte sur.

D) Los géneros Nitzschia sp., Chaetoceros sp. y Rhizosolenia sp. fueron los organismos que mostraron tener una mayor amplitud espacio-temporal durante los muestreos en el Golfo de California. Dominando la abundancia de estos organismos principalmente el área central del Golfo.

E) Los efectos de "El Niño" en el Golfo de California parecen ser menos intensos que en otros ecosistemas, ya que los procesos advectivos locales que ocurrieron en marzo de 1983 en la parte central del Golfo, obscurecieron la influencia del fenómeno.

LITERATURA CITADA.

Alvarez Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua -- del Golfo de California. Ciencias Marinas. 6: 43-64

Alvarez Borrego, S. 1983. The Gulf of California, P. 379-398 En: Estuaries and Enclosed Seas (B. K. Ketchum, ed.). Elsevier, Amsterdam. 500 pp.

Badan-Dangon, A. F., C. J. Koblinsky, y T. Baumgartner. 1985. - Spring and Summer in the Gulf of California: Observations of Surface Thermal Patterns. Oceanol. Acta. 8 1 : 13-22.

Barber, T. T. y F. Chávez. 1983. Biological consequences of "El Niño" Science 222: 1203-1210.

Baumgartner, T. y N. Christensen, Jr. 1985. Coupling of the Gulf of California to large scale interannual climatic variability. Journal of Marine Research, 43: 825-848.

Baumgartner, T., V. Ferreira, H. Schrader y A. Sourtar. 1985. - A 20-Year varve record of siliceous phytoplankton variability in the central Gulf of California. Marine Geology, 64: 113-129.

Cane A., M. 1983. Oceanographic Events During El Niño. Sci. - 222 : 1189-1194.

Cowles, T. J., T. T. Barber y O. Guillen. 1977. Biological - -- Consequences of the 1975 El Niño. Science 195: 285-287.

Cupp, E. E. y Allen, W. E. 1938. Plankton diatoms of the Gulf of California, P. 61-74 En: Allan Hancock Pacific. Exped. of 1937 (Scripps, ed.), South of California, San Diego.

Dussart, B. H. 1965. Les différentes catégories de plancton. Hydrobiologia. 26: 72-74.

Edler, L. 1979. Recommendations for marine biological studies in the Baltic sea. Phytoplankton and Chlorophyll. National Swedish Environmental Protection Board. 37 pp.

Estudio Regional del Fenómeno El Niño. 1984. Taller sobre El - Fenómeno de "El Niño" 1982-1983. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Boletín No. 07 pp. 23.

Gaxiola Castro, G., S. Alvarez Borrego y A. Chagoya. 1985. Photosynthetic parameters and productivity of Gulf of California winter phytoplankton. Collected Reprint. X CIBCASIO meeting. Scripps Institution of Oceanography, 22-23 August, 1985. (en prensa).

Gilmartin, M., y N. Revelante. 1978. The phytoplankton characteristics of the barrier island lagoons of the Gulf of California. Estuar. Coastal Mar. Sci., 7 1: 29-47.

Granados Gallegos, J. L. y R. A. Chwartzlose. 1977. Corrientes superficiales en el Golfo de California. En: Memorias V Congreso Nacional de Oceanografía. Guaymas, Son. México, 22-25 de Octubre 1974. 271-285.

Hasle, G. R. 1959. A quantitative study of phytoplankton from - the equatorial Pacific. Deep Sea Research 6: 38-59.

Hasle, G. R. 1978. Using the inverted microscope, p 191-196, En: Phytoplankton Manual (A. Sournia, ed.). UNESCO París. 335 pp.

Harrison, D. E. y M. A. Cane, 1984. Changes in the Pacific during the 1982-1983 Event. Oceanus. 27: 21-28.

Hernández Becerril, D. 1983. Estructura del fitoplancton en la parte central y norte del Golfo de California (Junio 1982). Tesis de Maestría en Ciencias. CICESE. 111 pp.

Holm-Hansen. D., C. J. Lorenzen, R. V. Holmes, y J. D. J. Strickland. 1965. Fluorometric determination of chlorofphyll. - Journal fue conseil International pour L'Exploration de la Mer. 30: 3-15.

Lara-Lara, J. R. J. E. Valdéz-Holguín y L. C. Jiménez-Pérez. - 1984. Plankton studies in the Gulf of California during the 1982-1983 "El Niño" Event. Tropical Ocean-Atmosph. - Newsletter. 28: 16-17.

Levins, R. 1968. Evolution in Changing Environments. Princeton University Press. New Jersey.

Lorenzen, C. J. 1967. Determination of Chlorophyll and phaeopigments: Spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr. 12: 343-346.

Lund, J. W. G., C. Kilpling., E. DV Le Cren. 1958. The inverted Microscope method of estimating algae numbers, and statistical basis of estimation by counting. Hidrobiología, 11: 143-170.

Margalef, R. 1977. Ecología. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 951 pp.

Malone, T. C. 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. Limnol. Oceanogr. 16: 633-639.

Marinone, S. G. y J. M. Robles. 1985. Hydrographic variability Across the Guaymas Basin in the Gulf of California. Resúmenes de la Unión Geofísica Mexicana del 10 al 16 de Noviembre, Oaxaca, Oaz. 3: 29 p.

McGowan, J. A. 1984. The California El Niño, 1983. Oceanus. 27: 48-51.

Millán Núñez, R., y S. Alvarez Borrego. 1978. Ecuaciones Espectrofotométricas Tricromáticas para la Determinación de Clorofila a, b y c y sus feofitinas. Ciencias Marinas 5: 47-55.

Mullin, M. M. 1963. Some factors affecting the feeding of marine copepods of the genus calanus. Limnol. Oceanogr. 8; 239-250.

Odum, E. P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana. México, D. F. 639 pp.

Paerl, H. W. 1978. Effectiveness of various counting methods - in detecting viable phytoplankton. N. Z. J. Mar. Freshwater Res. 12: 67-72.

Philander, S. G. H. 1983. El Niño Southern Oscillations Phenomena. Nature, 302: 295-310.

Reid, F. M. H. 1983. Biomass estimation of components of the - marine nanoplankton and picoplankton by the Utermohl - - - Settling Technique. Journal of Plankton Research, 5: 235-252.

Richard, F. A. 1952. The estimation and characterization of -- plankton populations by pigments analysis. I. The absorp-- tion spectra of some pigments ocurring in diatoms, dinoflagellates, and brown algae. Journal Marine Research., 11: 147-155.

Robles Pacheco, J. J. y N. Christensen. 1984. Effects of the - 1982-1983 "El Niño" On the Gulf of California. AGU/ASLO -- Ocean Sciences Meeting. New Orleans. Lo., January 23-27. 1984.

Roden, G. I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pacific Science, 12: 21-45.

Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gul of California, p. 20-58 En: Tj. H. Van Andel y g. G. Shor Jr. (Edi--- tors), Marine Geology of the Gulf of California: A Sympo-- sium. Am Assoc. Pet. Geol., Mem.

Roden, G. I., y Emilson. 1980. Physical Oceanographic of the - Gulf of California. No publicado. 57 pp.

Round, F. E. 1967. Phytoplankton of the Gulf of California. - Part. I. Compositions and distributions to the sediment. Marine Biolog. Ecol. 1: 76-97.

Sadney Alvarez, B. (en preparación). Modificaciones al manual - del autoanalizador Scientific Instruments para análisis de nutrientes. Opción tesis de Licenciatura. Escuela Sup. de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja Calif. Méx.

SCOR-UNESCO. 1966. Determinations of photosynthetic pigments. Monograph. Oceanograph. Methodol. 19 pp.

Shannon, C. E., Weaver, W. 1949. The Mathematical theory of -- communication. Urbana, III.: Univ. Illinois Press. 117 pp.

Shoaf, W. T. y B. W. Lium. 1976. Improved extraction of chlorophyll "a" and "b" from algae using dimethyl sulfoxide. - Limnol. Oceanogr. 21: 926-928.

Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163:688.

Sorenson, T. 1948. A Method of stablishing groups of equal - - amplitude in plant society based on similarity of species content. K. Danske Vidensk. Selsk. 5: 1-34.

Steemann Nielsen, E. 1933. Uber quantitative Untersuchung von - Marine Plankton mit Utermohls umgekehrten Mikroskop. J. -- Cons. CIEM, 8: 201-210.

Tait, R. V. 1970. Elementos de Ecología Marina. Acribia, España. 320 pp.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phyto--plankton methodik. Int. Verein theur. Angew. Limnol. 9: -1-38.

Valdéz Holguín, J. E. (en preparación). Distribución de la biomasa y productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983. Tesis Maestría en Ciencias. CICESE.

Valero Gamboa, M. 1980. Abundancia y distribución de fitoplancton superficial en la primavera de 1978, en el Golfo de California. Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina. 18 pp.