

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS.

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS.

***“CAMBIOS ESTACIONALES DEL
FITOPLANCTON Y DE LA COMPOSICIÓN
BIOQUÍMICA DEL MATERIAL ORGÁNICO
PARTICULADO EN BAHÍA CONCEPCIÓN,
B. C. S.”***

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS PRESENTA:

GERARDO VERDUGO DÍAZ.

LA PAZ, B.C.S. MAYO DE 1997.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	.7
a.- Objetivos específicos	.7
ÁREA DE ESTUDIO	5
METODOLOGÍA	8
a.- Trabajo de campo	8
b.- Análisis de muestras	11
c.- Procesamiento de los datos y estadística preliminar..	.12
RESULTADOS	15
a.- Temperatura..	.15
b.- Composición específica del microfitoplancton	16
c.- Estructura de las asociaciones del microfitoplancton	.19
d.- Similitud entre los muestreos	21
e.- Similitud entre las estaciones de muestreo..	.23
f.- Abundancia fitoplanctónica total..	.27
g.- Abundancia fitoplantónica fraccionada	28
h.- Biomasa orgánica particulada	30
i.- Determinación del origen de la materia orgánica particulada.	.34
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	65

GLOSARIO

☞ **Advección.-** En oceanografía la advección se refiere al flujo horizontal o vertical del agua de mar a modo de corriente.

☞ **Antiestuarino.-** Cuerpo de agua marina, en el cual el aporte de agua dulce es nulo o insignificante y la evaporación es mayor que la precipitación pluvial.

☞ **Antropogénico.-** Cualquier efecto ocasionado o producido al ambiente, por la acción o intervención del hombre

☞ **Bahía.-** Entrada en la costa o una ensenada marina entre dos cabos o promontorios; no tan grande como un golfo, pero mayor que una caleta.

☞ **Capacidad portadora.-** Número máximo de organismos que pueden mantenerse en un área o hábitat determinados; por lo general se denota con una K; **asíntota** superior de la ecuación logística.

☞ **Dendrograma.-** Diagrama de ramas en forma de árbol que se utiliza para representar grados de relación o semejanza.

☞ **Detritus.-** Materia orgánica fragmentada en partículas, proveniente de la descomposición de plantas y animales.

☞ **Estratificación.-** Estructuración vertical de una comunidad o hábitat en capas horizontales sobrepuestas.

☞ **Eutrófico.-** Relativo a las aguas ricas en los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Que posee una alta productividad primaria.

☞ **Florecimiento fitoplanctónico.-** Concentración enorme de fitoplancton en un área, causada por una multiplicación explosiva o gradual de los organismos, pudiendo algunas veces ser de una sola especie.

☞ **Mann Whitney, prueba U de.-** Método no paramétrico en donde las cuentas de muestra se encuentran jerarquizadas en una secuencia simple; se utiliza para probar si dos muestras independientes son iguales o provienen de una misma población.

☞ **Marea roja.-** Concentraciones masivas de fitoplancton que imprimen una discoloración al mar, única etapa visible, pero se consideran cuatro etapas secuenciales de desarrollo y generalmente dominados por dinoflagelados.

☞ **Microfitoplancton.-** Fracción fitoplanctónica que con base al tamaño, agrupa células mayores a las 20μ.

☞ **Nanofitoplancton.-** Fracción fitoplanctónica que con base al tamaño, agrupa células entre la 5 y las 20μ.

☞ **Nieve marina.-** Agregados microparticulados formados por detritus y organismos vivos, los cuales por su riqueza en comunidades microscópicas poseen una alta concentración de nutrientes.

☞ **Oligotrófico.-** Que posee baja productividad primaria; perteneciente a las aguas con bajos niveles de nutrientes minerales.

☞ **Proliferación.-** Dentro de los organismos fitoplanctónicos se conoce por este termino a la capacidad que tienen estos, de multiplicarse, reproducirse o crecer en número.

☞ **Seston.-** Total de partículas de materia suspendidas en el agua, tanto de origen biológico como no biológico.

☞ **Simbiosis.-** Forma de vida en que dos organismos de diferente especie se unen o asocian estrechamente con beneficio para uno o los dos.

☞ **Sucesión.-** Proceso gradual del cambio y sustitución progresivo de una comunidad, que conduce hacia una comunidad estable; proceso de colonización y extinción continuas de poblaciones de especies en un sitio particular.

☞ **Ticoplancton.-** Organismos que ocasionalmente son llevados hacia el plancton por factores aleatorios como la generación de turbulencia.

☞ **Toxina.-** Veneno biogénico, generalmente proteínico, que puede ser altamente tóxico.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.- Localización de área de estudio y de las estaciones de muestreo	10
Fig. 2.- Variación de los valores promedio mensuales de la temperatura superficial; con sus máximos y mínimos	15
Fig. 3.- Valores promedio de Diversidad (H'), Numero de especies (S) y Dominancia (I). a) Nivel superficial; b) Nivel 10 metros	20
Fig. 4.- Dendrograma del índice de Sokal y Sneath entre los diferentes muestreos de 1991 a 1993. a) Nivel superficial; b) Nivel 10 metros	22
Fig. 5.- División de la bahía de acuerdo a la composición específica y la abundancia fitoplanctónica (Cel/I)	26
Fig. 6.- Variación temporal de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica total (Cel/I), con sus máximos y mínimos para el nivel superficial	27
Fig. 7.- Variación temporal de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica (Cel/I) por fracción de tamaño, con sus máximos y mínimos; a) micro; b) nanofitoplancton	29
Fig. 8.- Variación de los valores promedio mensuales de los carbohidratos: a) superficie, b) 10 metros; las proteínas c) superficie, d) 10 metros y la clorofila e) superficie, f) 10 metros; con sus máximos y mínimos	33
Fig. 9.- Serie de tiempo de las anomalías térmicas registradas en la zona aledaña a Bahía Concepción ($26^{\circ}45'$ N, $111^{\circ}45'$ W) B.C.S., de 1991 hasta 1993	39

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Número de muestras analizadas por crucero y nivel muestreado	8
Tabla II.- Valores porcentuales del Índice de Valor Biológico de Sanders para el nivel superficial	17

Tabla III.- Valores porcentuales del Índice de Valor Biológico de Sanders para el nivel de 10 metros	18
Tabla IV.- Valores críticos de la U de Mann-Whitney ($\alpha=0.01$), comparando la abundancia fitoplanctónica total y fraccionada para el nivel superficial y de 10 metros. Ut= U de tablas y Uc= U calculado	28
Tabla V.- Valores críticos de la U de Mann-Whitney ($\alpha=0.01$), comparando los carbohidratos, proteínas y clorofila <i>a</i> para el nivel superficial y de 10 metros. Ut= U de tablas y Uc= U calculado	32
Tabla VI.- Parámetros de la ecuación de la recta, coeficiente de determinación y % de materia orgánica particulada de origen fitoplanctónico obtenidos de las regresiones proteínas-clorofila y carbohidratos-clorofila	34
Tabla VII.- Parámetros de la recta obtenidos mediante las regresiones realizadas entre carbohidratos-proteínas	35
Tabla VIII.- Cocientes proteínas/clorofila y carbohidratos/clorofila para el nivel superficial y de 10 metros	36

ANEXOS

Anexo I.- Distribución horizontal de la temperatura superficial en la bahía por muestreo entre 1991-1993	65
Anexo II.- Lista de especies determinadas entre 1991-1993	71
Anexo III.- Dendrogramas de datos cuantitativos del microfitoplancton, por estación de muestreo, entre el nivel superficial y 10 metros	78
Anexo IV.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica total por estación y por muestreo entre 1991 y 1993	84
Anexo V.- Distribución superficial de la abundancia fitoplanctónica fraccionada por muestreo entre 1991-1993	86
Anexo VI.- Distribución de los carbohidratos, proteínas y clorofila por estación de muestreo para cada mes en superficie y 10 metros de profundidad	97

RESUMEN

CAMBIOS ESTACIONALES DEL FITOPLANCTON Y DE LA COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL MATERIAL ORGÁNICO PARTICULADO EN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S.

Se determinaron los cambios estacionales en la distribución espacial de la materia orgánica **particulada** (MOP) en Bahía Concepción, B.C.S. durante 1991 a 1993, y se calculó la contribución de la partículas de origen fitoplanctónico y no fitoplanctónico a la materia orgánica total. Dentro de la fracción fitoplanctónica se determinó su abundancia y variación espacio-temporal por fracciones de tamaño (**nano** y microfitoplancton), así como la estructura de la comunidad del microfitoplancton usando los índices de importancia ecológica como la diversidad, dominancia, similitud e Índice de Valor Biológico. Se determinaron 230 taxa, las diatomeas fueron el grupo mejor representado en cuanto a número de especies (131), de ellas los géneros mas importantes *Chaetoceros*, ***Rhizosolenia***, y ***Nitzschia***. El segundo grupo en importancia fueron los dinoflagelados (92 especies), representados principalmente por especies de los géneros ***Prorocentrum***, ***Ceratium*** y ***Protoperidinium***; mientras que dentro de los silicoflagelados (9 especies) como tercer grupo en importancia dominaron especies del genero ***Dictyocha***. Se observó una mayor afinidad de las diatomeas hacia los meses con temperaturas menores y una columna de agua homogénea, mientras que los dinoflagelados registraron su mayor presencia hacia la temporada cálida con una columna de agua estratificada. Se registraron alrededor de 10 especies de dinoflagelados las cuales han sido reportadas como tóxicas o potencialmente tóxicas. La abundancia fitoplanctónica total no mostró un comportamiento estacional definido, sin embargo, las variaciones interanuales fueron evidentes observándose un decremento de la misma hacia 1992 y 1993, años en los cuales las anomalías de temperatura fueron positivas; en cuanto a la abundancia fitoplanctónica fraccionada, el nanofitoplancton fue generalmente el dominante y se vio favorecido durante las anomalías positivas de temperatura. El microfitoplancton por el contrario, tendió a disminuir en su abundancia hacia 1992 y 1993. La concentración de carbohidratos no mostró una estacionalidad, sus cambios mas importantes se dieron en la variación interanual, observándose que durante 1991 y 1993 sus concentraciones no tuvieron gran variación entre los diferentes meses, mientras que en 1992 se registró un notable incremento durante el verano. Las proteínas asociaron sus valores máximos con la temporada fría, mientras que sus mínimos se registraron principalmente en los meses cálidos, esto durante 1991 y 1993, ya que durante 1992 el comportamiento fue inverso. Por lo que respecta a la concentración de clorofila, sus valores máximos se relacionan con la temporada fría, aunque durante 1993 este patrón no se mantiene. Tanto las concentraciones de los carbohidratos como de las proteínas registraron una correlación no significativa con relación a la clorofila, lo cual sugiere la participación de una fuente alterna de carbohidratos y proteínas de un origen no fitoplanctónico. Mediante el cociente carbohidratos/proteínas se determinó que la temporada fría fue la que presentó una mayor calidad nutritiva del material orgánico **particulado**.

ABSTRACT

SEASONAL CHANGES OF PHYTOPLANKTON AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF PARTICULATE ORGANIC MATTER, IN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S.

Seasonal **changes** in the spatial distribution of particulate matter (POM) were measured in Bahía Concepción, B.C.S. from 1991 to 1993. The contribution by phytoplankton and non-phytoplankton to POM was **also** calculated. Microphytoplankton community **structure** was determined by **means** of diversity, dominance, and biological value index. A total 235 taxa were found; diatoms were best represented (131 species); ***Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, and *Nitzschia*** were the dominating genera. The dinoflagellates were secondly important (92 species) with ***Protoperidinium*, *Ceratium* and *Prorocentrum*** dominating this group. A **preference** of diatoms for low temperatures and a homogeneous water column were observed. Dinoflagellates showed a **preference** for higher water temperatures and a well stratified water column. We found at least 10 toxic species of dinoflagellates. Total phytoplankton abundance did not show a well defined seasonal variation; yearly variation showed a **decrease** toward 1992-1993 (year with positive temperature anomalies). Nannophytoplankton generally dominated and preferred positive temperature anomalies. **On** the other hand, Microphytoplankton decreased towards 1992-1993. Carbohydrate concentration did not show a seasonal variation were observed. **Significant** yearly differences with a high value during warm **season** on 1992. Protein maximum values **occurred** during the cold **season**, while its minimum on 1991 and 1993 were during warm months. In 1992 the behaviour was the opposite. Chlorophyll concentration had maximum values related to cold **season**, although this was not true for 1993. Carbohydrates and proteins did not show a **significant** correlation to chlorophyll. This suggests an alternate source rather than phytoplankton. The carbohydrate/protein ratio indicated that the cold **season** had a better nutritional quality in terms at POM.

INTRODUCCIÓN.-

El estudio del balance alimenticio en el mar requiere de información acerca de la distribución y composición de la materia **orgánica** particulada, ya que sus proporciones varían según las condiciones ambientales (Varela et **al.**, **1988**). La materia orgánica particulada (MOP), incluye partículas mayores de **0.5 μ** como fitoplancton, zooplancton, detritus y bacterias (**Riley y Chester**, 1989) y es un componente importante en la cadena alimenticia marina, ya que de esta se alimentan organismos de diferentes niveles tróficos.

En general, se puede observar una diferencia clara en la producción de MOP entre los ambientes oceánico y costero. De estos últimos, los ecosistemas lagunares y estuarinos se consideran entre los más productivos de cualquier ecosistema natural (**Yañez-Arancibia**, 1986). Esta alta productividad se le atribuye en primer instancia al plancton, sin embargo, también se **reconoce la importancia de los detritus dentro de la cadena trófica marina, así como de los factores** que determinan su calidad como fuente de alimento (Suschenya, 1968; en Varela **et al.**, **1988**).

En las lagunas costeras, los procesos de degradación que sufre el material orgánico particulado, es de suma importancia ya que de esta manera se provee al sistema de una fuente de nutrientes que pueden ser aprovechados por las comunidades autotróficas, la cual además actúa como fuente energética para la producción heterotrófica (Mann, 1982).

La energía potencial de la materia orgánica particulada dentro de estos cuerpos costeros tiene varios destinos: 1) consumo por una biota local abundante; 2) pérdida de materia (y energía) por exportación hacia la zona costera adyacente, debido al intercambio marea; y 3) una pérdida por retención de formas nutritivas y materia orgánica en los sedimentos (Contreras-Espinosa, 1988). Dentro de este esquema, Bahía Concepción presenta algunas características que permiten suponer que cumple con las premisas **anteriores**. En sus aguas existen poblaciones de organismos bentónicos que soportan pesquerías ribereñas a pequeña y gran escala, entre las más importantes se encuentran la almeja **catarina (*Argopecten ventricosus*)**, la pata de mula (***Anadaren multícostaten***) y el callo de hacha (***Pinna rugosa***), entre otros (Ramírez-Rodríguez, 1988; Avilés-Quevedo, 1990; Villalejo-Fuerte, 1992).

En Bahía Concepción, las altas biomásas de los organismos antes mencionados deben estar sostenidas por una producción continua de otros componentes de la MOP, diferentes al fitoplancton, ya que por si mismo no podría sostener **'esta** producción a través del **año**. Por esta razón, es necesario investigar la existencia de otras fuentes complementarias de partículas de alimento durante las temporadas más pobres en producción primaria.

Asimismo, es importante tratar de entender las fluctuaciones temporales de la MOP, ya que las poblaciones de bivalvos están estrechamente relacionadas con el material orgánico, dado que filtran las partículas del medio circundante. Esta forma de alimentación la presentan durante toda su vida, una vez agotadas sus reservas vitelinas (Winter, 1978; en Avilés-Quevedo, 1990). Esta etapa de primera alimentación resulta la más crítica para la supervivencia de las larvas, ya que dependen de la calidad y cantidad de las partículas en la columna de agua.

El propósito de esta investigación es identificar e interpretar los cambios estacionales en las proporciones del fitoplancton y las partículas de otro origen, así como determinar los cambios en la estructura y dinámica del fitoplancton.

ANTECEDENTES.-

En México es relevante el estudio de las lagunas costeras debido a que el país cuenta con más de 123 lagunas que abarcan el 33% de sus litorales y cubren una superficie aproximada de 12,600 Km². Estos ecosistemas representan un gran potencial, y el hombre los ha utilizado desde tiempos ancestrales para la construcción de puertos, como áreas de recreación, y también, para la explotación de recursos renovables y no renovables (González-Farías y Hernández-Garza, 1989).

Dentro del Golfo de California se localizan numerosas lagunas costeras. En el lado occidental se distinguen por su tamaño Bahía de La Paz y Bahía Concepción, las cuales tienen una gran importancia económica debido a su gran riqueza biológica susceptible a explotación comercial. Es por eso que últimamente se ha dedicado un mayor esfuerzo en la investigación básica de estas zonas. Dentro de estas investigaciones, es de suma importancia realizar estudios sobre la cantidad y calidad del material orgánico **particulado**, dado que son zonas de pesca, protección y crianza para diversas especies de

importancia comercial. Entre estas se encuentran organismos filtradores que dependen directamente de una fuente constante y de calidad de alimento particulado.

Los trabajos desarrollados sobre materia orgánica y fitoplancton en el Golfo de California son escasos. Algunas de la investigaciones sólo proporcionan resultados aislados, tanto de la materia **orgánica**, como de las descargas de ríos, el acarreo de materia por vía eólica, etcétera (Tovilla-Hernández, 1991). Dentro del Golfo de California se tienen algunas investigaciones de este tipo; Lara-Lara y **Valdéz-Holguín** (1988) determinaron el contenido de clorofila *a* por fracciones de tamaño, así como la concentración de nutrientes, encontrando que en esta zona los nutrientes se encuentran disponibles en concentraciones suficientes para no ser un factor limitante al crecimiento de comunidades fitoplanctónicas, las cuales se encuentran dominadas generalmente por el nanofitoplancton.

Lechuga-Deveze et al. (1989), realizaron estudios sobre proteínas, carbohidratos y clorofila *a* de la materia orgánica particulada para tres ambientes oceánicos, incluyendo el Golfo de California. Encontraron que el material orgánico es de una alta calidad alimenticia, por lo cual puede ser incorporado a la cadena trófica por diversos organismos filtradores. En un estudio similar, Bustillos-Guzmán (1990) analizó el material orgánico particulado, expresando la biomasa proteica, de carbohidratos y de clorofila *a*, haciendo la diferenciación de las micro y nanopartículas en la región de las grandes islas y parte central del Golfo de California. Así encontró una gran cantidad de material orgánico particulado de origen no fitoplanctónico, el cual se encuentra distribuido de manera diferencial en la columna de agua y compete tanto en calidad como en cantidad con el material fitoplanctónico. Por su parte, López-Cortés *et al.* (1991) determinaron las proteínas, carbohidratos y clorofila *a* de tres fracciones (**nano**, micro y mesoplancton) de la materia orgánica particulada y encontraron que la **fracción** de menor tamaño es la que más contribuye en cuanto a proteínas y carbohidratos; reportaron también que las estructuras hidrográficas asociadas a las agregaciones de biomasa pueden representar áreas adecuadas para la alimentación de diversos organismos marinos. Cervantes-Duarte et al. (1993) estudiaron la distribución vertical de la clorofila *a*, y la relacionaron con la clorofila de la zona **eufótica**. Estos autores encontraron que el Golfo de California durante invierno se considera como una región mesotrófica con un leve máximo **subsuperficial** de clorofila. Dadas las dificultades para hacer comparaciones de este tipo, los autores —“ **recomiendan** generar mas datos de campo de todo el Golfo de California que cubran todas las estaciones del año.

En particular, en Bahía Concepción, se han realizado algunas investigaciones que abordan diferentes aspectos del material orgánico particulado, tanto de origen fitoplanctónico como no fitoplanctónico. Dentro de las primeras investigaciones realizadas tenemos que Cupp y Allen (1938) hicieron un análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton, en una estación de muestreo localizada en la parte norte de la bahía, encontrando abundancias inferiores a las 40,000 Cel/l, las cuales son consideradas como altas a ser comparadas con la zona sur del Golfo de California..

Gilmartin y Revelante (1978) hicieron determinaciones de oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, clorofila *a*, y abundancia fitoplanctónica en una estación dentro de la bahía. Estos autores reportan densidades hasta de 3,400,000 cél/l de nanofitoplancton, así como altas diversidades (3.45-3.76) en las cuales se presentaba una clara dominancia de las diatomeas sobre los demás grupos microfitoplanctónicos. Martínez-López y Gárate-Lizárraga (1994), estimaron la variación de la materia orgánica particulada (MOP) dentro de Bahía Concepción durante la época reproductiva de la almeja catarina, encontrando alta calidad alimenticia de la MOP presente. Posteriormente, encontraron que el invierno es la temporada más rica en cuanto a materia orgánica particulada (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, en revisión), concluyendo que durante invierno y primavera existe un aporte de partículas por las aguas del Golfo de California, mientras que durante el otoño la bahía es la que exporta material hacia las aguas adyacentes. Reyes-Salinas (1994) determinó la contribución de las diferentes fracciones de tamaño del material orgánico particulado, diferenciando el material de origen fitoplanctónico del seston en conjunto; de igual manera determinó algunos parámetros fisicoquímicos y su relación con la materia orgánica; encontrando una dominancia de la fracción nanoparticulada dentro del material orgánico particulado. Morquecho-Escamilla (1996) analizó el componente fitoplanctónico en Bahía Concepción durante 1993, de igual manera determinó la presencia de toxinas en la almeja catarina. De esta manera encontró que especies potencialmente tóxicas de dinoflagelados (*Dinophysis caudata*, *Ceratium furca*, *Prorocentrum micans* y *P. compressum*), pudieron ser favorecidas por las condiciones de oligotrofia que se registraron durante la primavera de 1993 y proliferar de manera importante. Coincidiendo con estas abundancias máximas se registraron también en la zona las concentraciones mayores de toxinas, las cuales en ocasiones fueron superiores a las 400 UR (límite máximo permisible para el consumo de moluscos).

La presencia de dinoflagelados en la zona es de gran importancia, dada su capacidad de proliferar y formar mareas rojas. Dentro de esta bahía se han reportado

estos eventos con cierta periodicidad; Keifer y Lasker, (1975) reportaron una marea roja ocasionada por ***Gymnodinium splendens* (= *G. sanguineum*)**, misma que registró densidades hasta de 100,000 **cél/l**. Gárate-Lizárraga (1991, 1995) registró los diferentes eventos de marea roja que se han presentado en Bahía Concepción, originados por ***N. scintillans*** durante **otoño-invierno**. Estos fenómenos parecen ser recurrentes en Bahía Concepción y pueden influir sobre las características del material orgánico **particulado** durante los meses fríos.

JUSTIFICACIÓN

La considerable productividad primaria de las lagunas costeras, significa en término de energía una sobretasa de productividad potencial. Este exceso de energía se aprovecha algunas veces y engendra una biomasa importante de organismos, principalmente filtradores. En suma, los sistemas lagunares permiten el establecimiento de poblaciones que si se les controla tienen grandes posibilidades de éxito, siempre y cuando se elijan las especies adecuadas a las condiciones **físico-químicas** particulares (Contreras-Espinosa, 1988). De esta forma, pueden mencionarse dos enfoques principales que justifican la investigación propuesta: el ecológico y el acuacultural. En el sentido ecológico, los estudios básicos resultan necesarios, ya que Bahía Concepción está prácticamente en su estado natural y comienza a ser alterada por desarrollos turísticos y **pequeños** campos de pescadores ribereños. Por esta razón, es apremiante llevar a cabo esta clase de estudios previos al inminente impacto antropogénico con el fin de proporcionar las bases para hacer comparaciones con condiciones a futuro (Millán-Núñez et *al.*, 1981).

Desde un punto de vista acuacultural, la explotación de los recursos marinos en Baja California Sur constituye una de las principales fuentes económicas, siendo los moluscos una de sus pesquerías más importantes por su diversidad y abundancia (Avilés-Quevedo, 1990). Una de las especies sujetas a explotación es la almeja catarina, la cual se distribuye formando acumulaciones de altas densidades a profundidades relativamente bajas. En 1985 la producción promedio anual fue de 3,274 toneladas de peso fresco entero, la cual se incrementó en 1986 hasta 5,747 toneladas (Polanco et *al.*, 1987). Bahía Concepción ha sido considerada como una de las de mayor aporte a las pesquerías en la península debido al alto rendimiento y calidad del “callo” o músculo, que en la actualidad **tiene** una gran demanda, tanto a nivel nacional como internacional (León-

Carballo et *al.*, **1991**). Los registros de captura de esta especie, posteriores a 1986, son evidencia de que su explotación ha ocasionado una disminución notable en sus poblaciones naturales dentro de la **bahía**. Esta misma tendencia en 'las capturas se ha observado en otras áreas como Bahía de La Paz, Laguna Ojo de Liebre, Guerrero Negro, Laguna San Ignacio y Bahía Santo Domingo (Avilés-Quevedo, 1990). Una estrategia para contrarrestar la **sobreexplotación** de los bancos naturales de organismos como éste, es el maricultivo. Por tal motivo, desde el comienzo de la década de los setentas, ha habido un interés creciente por el desarrollo de esta actividad en las lagunas costeras de la península.

Dada la importancia ecológica y pesquera de Bahía Concepción, es necesario conocer los intervalos espaciales y temporales de variables físicas y biológicas, así como los mecanismos responsables de su fertilidad. Investigaciones como ésta pueden brindar información aplicable en el desarrollo de un **maricultivo** y, pueden dar información importante para las poblaciones naturales de moluscos filtradores, dado que la materia orgánica **particulada** en la columna de agua es alimento potencial, tanto para las fases pelágicas como para los adultos de la almeja catarina, la cual se reproduce durante todo el año (Baquero *et al.*, **1992**; en Villalejo-Fuerte, 1992).

Otro aspecto importante del conocimiento de las comunidades fitoplanctónicas es la proporción de especies reportadas como tóxicas o potencialmente tóxicas, debido a que pueden tener un gran impacto en la economía y salud humana, al desarrollarse las mareas rojas. Las toxinas pueden acumularse en los moluscos, y estos pueden ser transvectores hacia aves o mamíferos, incluyendo al hombre (Dawes, 1986). Los reportes de mareas rojas, tanto dentro de la bahía como en las aguas del Golfo de California han sido generalmente de especies no tóxicas, (Allen, 1937; Cortés-Altamirano, 1984, 1987; Millán-Núñez, 1988; Gárate-Lizárraga, 1991, **1995**). Sin embargo, existe el riesgo de que se desarrollen eventos **tóxicos**, como el caso reportado por Mee *et al.* (1986), razón por la cual deben tomarse las precauciones necesarias en esta zona, ya que estos florecimientos implican un riesgo para las pesquerías y cultivos locales.

✱ Objetivo General.-

Identificar las fluctuaciones estacionales e interanuales del fitoplancton y de algunos indicadores bioquímicos del material orgánico **particulado** en, Bahía Concepción entre 1991 y 1993.

⌘ Objetivos específicos.

a.- Describir los cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica entre 1991 y 1993 mediante los siguientes descriptores: 1) Abundancia fitoplanctónica clasificada por tamaños (fracción **nano** y **microfitoplanctónica**), 2) Diversidad específica, 3) Dominancia, 4) Similitud y 5) **Índice** de Valor Biológico.

b.- Determinar la contribución de las partículas de origen fitoplanctónico y no fitoplanctónico a la materia orgánica **particulada** durante el periodo de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

Bahía Concepción se localiza en la Costa Occidental del Golfo de California entre los 26° 33' y 26° 53' N y 112° 42' y 112° 56' W (Fíg. 1). Mide aproximadamente 45 Km de largo por 10 Km en su parte más ancha, y posee una extensión de 27,500 ha (Ramírez Guillén, 1983). El sedimento predominante es arenoso y fangoso-arenoso (Cruz-Orozco et al., 1991). Es un cuerpo de agua somero, con un canal de 30 metros de profundidad en la porción noreste; su profundidad máxima es de 37 m, con una media de 22m. El terreno donde se enclava está formado de roca volcánica sumamente fracturada, con algunas fallas. Destaca en la margen oriental un desarrollo continuo de abanicos, playas arenosas, playas rocosas, campos de dunas y terrazas marinas. Sobre el margen occidental, en las localidades conocidas como playas Santispac y El Coyote se ubican manantiales hidrotermales con temperaturas que oscilan de 38 a 51°C (Cruz-Orozco, et al., 1991).

La vegetación circundante está constituida principalmente por manglar (Contreras-Espinosa y Gutierrez-Mendieta, 1989), en tanto que la vegetación submarina por pastos marinos y macroalgas, de las cuales se han reportado volúmenes considerables. Mateo-Cid et al. (1993) reportan especies de **Sargassum**, como dominantes a lo largo de toda la

bahía, tanto en densidad como en biomasa, durante casi todo el año. Con base en sus condiciones hidrográficas, la bahía se define, como un sistema antiestuarino (Félix-Pico y Sánchez, 1976). La temperatura media superficial anual es de **24.9°C**, con una media mínima de **17.5°C** (enero) y una media máxima de **32.1 °C** (septiembre). La salinidad presenta medias anuales de **35.3 ‰**, con una media anual mínima y máxima de **34.6 ‰** y **37.0 ‰**. Las concentraciones de oxígeno disuelto encontradas varían desde **5.95 ml/l** en el invierno, hasta **5.40 ml/l** para la primavera (Félix-Pico y Sánchez, 1976). Sin embargo, se han encontrado condiciones de hipoxia cerca del fondo de la zona mas profunda (Gilmartin y Revelante, 1978; Reyes-Salinas, 1994).

METODOLOGÍA

a) Trabajo de Campo.- Las muestras fueron colectadas de febrero de 1991 a agosto de 1993, durante las campañas denominadas BACO (Bahía Concepción, Año-Mes) (Fig. 1, Tabla I), cubriendo una red de 15 estaciones como máximo. Para cada estación de muestreo se consideraron dos niveles; el superficial y uno a 10 m de profundidad. En ambos casos se **tomó** la muestra mediante una botella Van-Dorn de 2.5 litros de capacidad.

TABLA I.- Número de muestras analizadas por crucero y nivel muestreado.

MUESTREO	SUPERFICIE	10 mts
BACO-9102	6	6
BACO-9 105	10	10
BACO-9 II 0	15	15
BACO-9203	15	15
BACO-9206	15	14
BACO-9209	11	7
BACO-92 12	12	12
BACO-9303	12	12
BACO-9306	15	13
BACO-9308	15	15

En cada estación se tomó una muestra de agua superficial, así como una a 10 m de profundidad, a las cuales se les determinó la temperatura mediante un termómetro de cubeta. En el caso de las muestras para **análisis** de fitoplancton, se tomaron 250 ml de agua y se fijaron con formol a una concentración **final** del 4 %, neutralizado con borato de sodio. Para la determinación de la clorofila a y de la biomasa orgánica **particulada** expresada como carbohidratos y proteínas, se filtraron de 300 a 500 ml de agua en filtros tipo Whatman **GF/F**, los cuales se congelaron a -20°C hasta su análisis en el laboratorio.

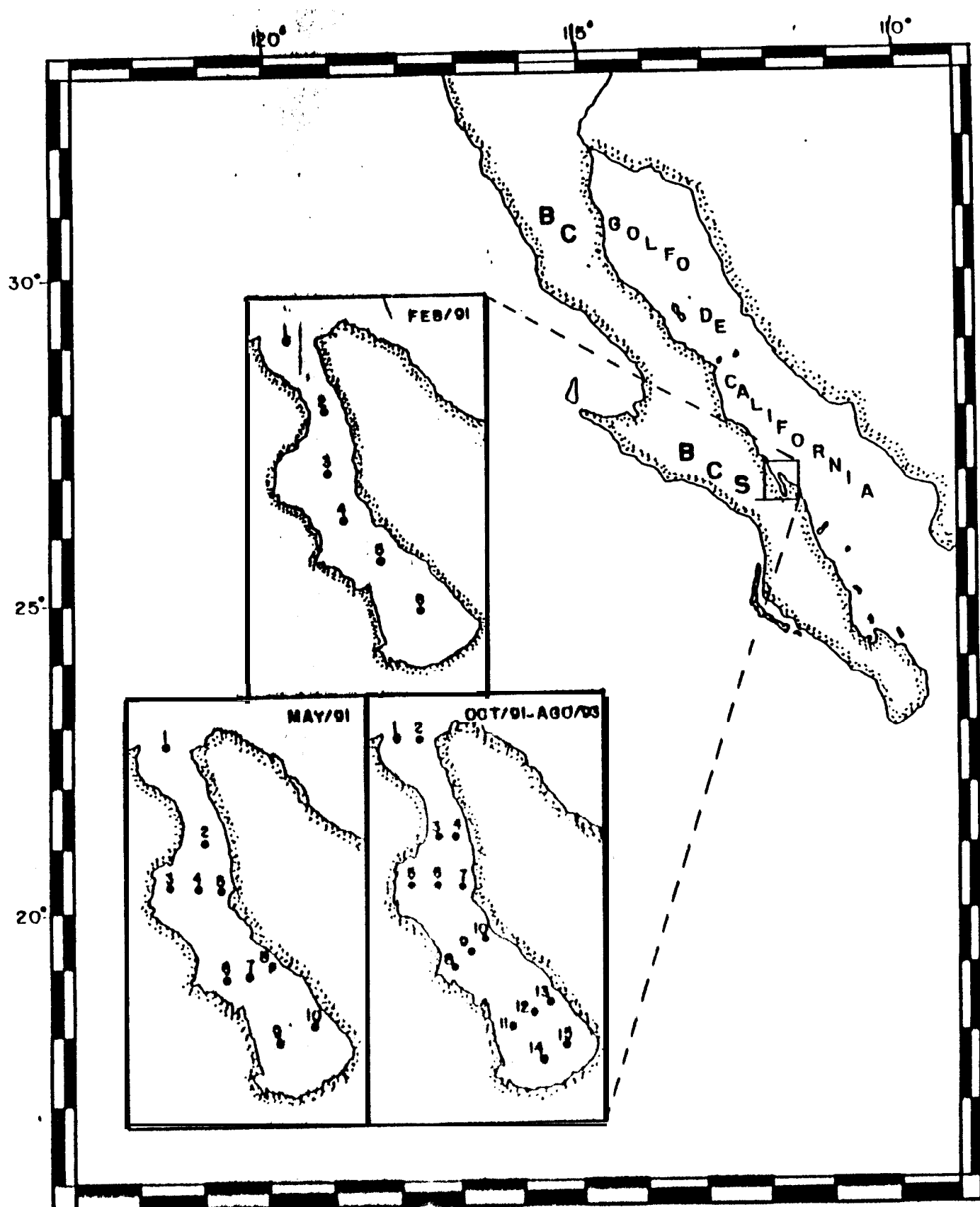


Fig. 1 Localización del área de estudio y de las estaciones de muestreo.

b) Análisis de las muestras.-

Abundancia fitoplanctónica.- Para el análisis cuantitativo y cualitativo del fitoplancton se siguió el método de Utermöhl (**Hasle**, 1978). Se utilizó un microscopio invertido con óptica planocromática. De manera simultánea se contaron todos los fitoplanctones a **40x**, haciendo la separación de las fracciones **nano** y **microfitoplanctónica**. De esta última, se determinó además de su abundancia su composición específica, utilizando diversas claves y trabajos taxonómicos. Hustedt (1930, 1959), Cupp (1943), Licéa Durán (1974) y Sundström (1986), para diatomeas; Schiller (1933), Taylor (1976), Pesantes (1978) y **Balech** (1988) para dinoflagelados; Murray y Schrader (1983) y Schrader et al. (1986), para silicoflagelados. Para la revisión y actualización en los casos de sinonimia entre especies, se consultaron los trabajos de **Hasle** y Syvertsen (1996) y de Steindiger y **Tangen** (1996).

Determinación de clorofila a .- Se basó en la técnica de Jeffrey y Humphery (1975), que mide la **absorbancia** monocromática de los diferentes pigmentos fotosintéticos diluidos en un solvente orgánico (acetona al 90%). La extracción se hizo durante 24 horas, evitando la **exposición** de los pigmentos a la luz, así como a altas temperaturas. La densidad óptica de los extractos pigmentarios se midió en un espectrofotómetro Spectronic 2000 Bausch and Lomb a: 750 y 665 nm. La densidad óptica se transformó a concentración (**mg/m³**), utilizando las ecuaciones propuestas por los mismos autores.

Determinación de proteínas.- Se hicieron por el método de Lowry et al. (1951), el cual consiste en una extracción alcalina en presencia de cobre, que permite la formación de enlaces cromogénicos con la proteína. Con la presencia del reactivo de folín se obtuvo un color azul proporcional a la concentración de proteína; como paso siguiente, se leyó la densidad óptica a 750 nm. Las lecturas de la densidad óptica fueron convertidas a equivalentes de albúmina bovina mediante una curva estándar de concentraciones conocidas (0 a 200 µg). La concentración **obtenida** se relacionó al volumen de agua de mar filtrada y se expresó en **mg/m³**.

Determinación de carbohidratos.- Fueron medidos por el método descrito por Dubois et al. (1956), que se basa en la formación de furfurales en presencia de un ácido fuerte. **En éste** caso se utilizó ácido sulfúrico concentrado, que al combinarse con el, fenol, **se** obtiene un color naranja proporcional a la concentración de carbohidrato. La densidad

óptica se midió en el espectrofotómetro a 490 y 600 nm. Al igual que en las proteínas, se utilizó una curva estándar de concentraciones conocidas de glucosa (0 a 100 µg) para convertir las densidades ópticas a sus equivalentes de glucosa, relacionados al volumen de la muestra y expresados en **mg/m³**.

c) Procesamiento de los datos y estadística preliminar.- Con la finalidad de tener información sobre las condiciones térmicas medioambientales de la zona a través de los diferentes **años**, se utilizó una serie de datos de temperatura entre 1989 y 1993, los cuales fueron generados por la NOAA en un punto cercano a la bahía (**26°45' N, 115° 45' W**) para calcular a partir de estos las **anomalías** estándar, utilizando la siguiente ecuación:

$$Z_{ij}=(X_{ij}-Y_j)/S_{ij}$$

Donde:

Z_{ij} = Anomalía del j-ésimo mes en el i-ésimo año.

X_{ij} = Valor de la variable en el j-ésimo mes en el i-ésimo año.

Y_j = Valor promedio en el j-ésimo mes.

S_j = Desviación estándar en el j-ésimo mes.

Todos los datos generados en los muestreos, fueron sometidos a una prueba de homogeneidad de varianzas mediante una prueba de Bartlett. En todos los casos se observó una heterogeneidad de las mismas, por lo cual se asume una distribución no normal. Basándonos en los resultados de esa prueba y con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los valores de la abundancia fitoplanctónica, proteínas, carbohidratos y clorofilas entre superficie y 10 metros de profundidad, se aplicó la prueba de contraste de hipótesis para dos muestras de Mann-Whitney.

Determinación del material orgánico particulado fotosintético y no fotosintético.- El cálculo del porcentaje del material orgánico particulado de origen fitoplanctónico (MOPF) y no fitoplanctónico (MOPNF) se realizó de acuerdo con lo propuesto por Lancelot van Beveren (1980). Este se basa en el análisis de regresión de la concentración de la biomasa fitoplanctónica (clorofila a) contra biomasa total (carbohidratos o proteínas). Una vez obtenida la regresión, se calculó la contribución de la materia orgánica particulada de origen fitoplanctónico (MOPF) y no fitoplanctónico

(MOPNF), considerando los valores de pendiente y las medidas de las variables **bioquímicas** (carbohidratos, proteínas y clorofila a) mediante la siguiente expresión:

$$\text{MOPF} = b * \text{Clor}/p * 100$$

$$\text{MOPNF} = 100 - \text{CF}$$

donde: **b**= valor de la pendiente; **p**= valor medio del parámetro bioquímico (proteína o carbohidrato), **clor**= valor medio de la concentración de clorofila a.

Estructura de las asociaciones del microfitoplancton.- Se determinó la estructura de las asociaciones del microfitoplancton, mediante el cálculo de parámetros de importancia ecológica como la diversidad, la dominancia y el **índice** de valor biológico de Sanders:

Diversidad.- Se estimó por medio del Índice de Shannon-Wiener (H') (Pielou, 1969). Esta función combina las dos componentes principales de la diversidad: el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos entre las diferentes especies (Lloyd y Ghelardi, 1964).

Dominancia.- Se estimó mediante el Índice de Simpson (D). Este **índice** pondera la abundancia de las especies dominantes en una muestra y expresa la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie, y explica la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una comunidad sean de la misma especie (Simpson, 1949; Brower y Zar, 1979).

Índice de Valor Biológico.- Para determinar las especies numéricamente dominantes en orden jerárquico se utilizó el Índice de Sanders; debido a que combina frecuencia de ocurrencia y abundancia de las especies (Dobs, 1981). Cuando una especie es la dominante a través de todas las estaciones muestreadas **en un determinado** mes, su IVB expresado en porcentaje será de **100%**.

Para calcular el **índice** de diversidad (H') y dominancia (D), se utilizó el programa **ODI** (Haro-Garay y Esquivel-Herrera, 1988); mientras que el cálculo del **Índice** de Valor Biológico se realizó mediante el programa ANACOM.

Análisis de agrupamientos.- Para conocer el grado de la asociación entre estaciones tanto en el plano horizontal como vertical de la bahía, con base en la composición específica y abundancia celular, se aplicó el **índice** de Morisita, (Wolda 1981; en Ludwig y Reynolds, 1988). A los datos obtenidos se les aplicó el método de clasificación de pares promediados (Sokal y Sneath, 1963). De esta manera, se generaron los dendrogramas correspondientes a los diferentes muestreos. Se realizó el corte de similitud al 75% dado que este nivel se consideró como el más apropiado para explicar las diferentes asociaciones existentes.

Con el propósito de conocer el grado de asociación en lo referente a la composición específica entre los diferentes meses considerados, se aplicó también el **índice** de Sokal y Sneath (1963). Este **índice** concede mayor significación a las coincidencia y ausencias conjuntas de los datos. Los valores de similitud de este **índice** oscilan entre 0 y 1, (**máxima** y mínima similitud). Igual que en el caso anterior se generaron los diagramas correspondientes a los diferentes grupos, haciendo el corte en esta ocasión al 81%.

RESULTADOS:

Temperatura.- Los valores promedio de temperatura a través del **periodo** de muestreo presentaron un intervalo de variación de 14°C entre el valor mayor y menor. El valor mínimo promedio en el nivel superficial se presentó durante febrero de 1991 con **18.1°C**, mientras que para el nivel muestreado a 10 m de profundidad fue de **18.8°C** en diciembre de 1992. Los valores más altos, se presentaron durante junio de 1992, tanto para el nivel superficial como para el de 10 m, siendo de 32.14 y 31.0°C, respectivamente.

La tendencia general de la temperatura en **Bahía** Concepción fue la de incrementar hacia los meses de verano y disminuir hacia invierno. De igual manera se puede observar que 1992 presentó valores superiores a los otros dos **años**. Comparando junio de 1992 con junio de 1993 existe una diferencia de aproximadamente **6°C**, mientras que en los meses de finales de primavera e inicio de verano de 1991 y 1993 se observa esta misma diferencia al compararlos con 1992 (Fig. 2). Entre el nivel superficial y el de 10 m no se registró una diferencia notable en sus valores promedio y el patrón generalizado a través del tiempo fue similar, aunque se presentaron valores ligeramente inferiores en el nivel profundo.

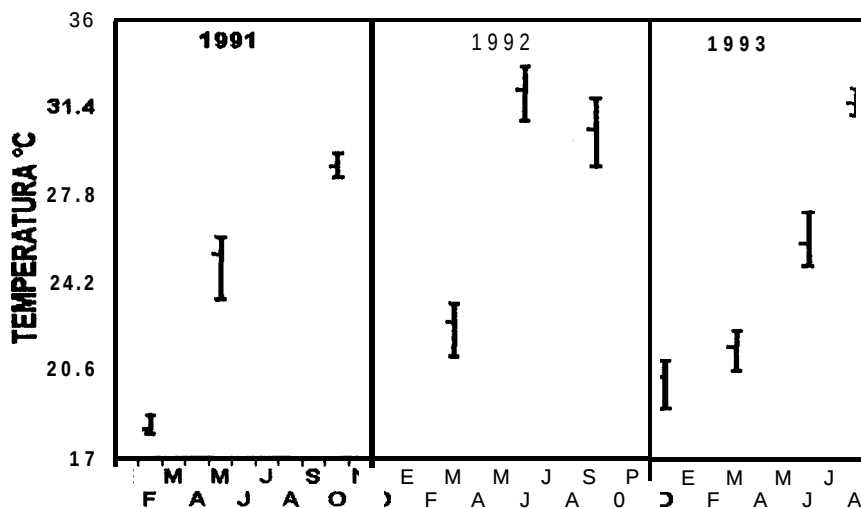


Fig. 2.- Variación de los valores promedio mensuales de la temperatura superficial, con sus máximos y mínimos.

En cuanto a la distribución espacial de la temperatura, se observó que en la mayoría de los meses muestreados las menores temperaturas se presentaron en la boca de la bahía lo que evidencia la entrada de agua de menor temperatura, proveniente del

Golfo de California. Marzo y junio presentaron isoclinas paralelas a la costa de la bahía, mostrando un gradiente de aumento hacia la costa occidental. En contraste, septiembre y diciembre presentaron isoclinas con tendencia transversal, presentando un incremento gradual de norte a sur. Los meses de mayo y octubre de 1991, así como agosto de 1993 presentaron una combinación de ambos comportamientos (Anexo I, Fig. 1, 2, 3, 4, 5).

Composición específica del microfitoplancton

Se determinaron 235 taxa (Anexo II); en la mayoría se llegó a nivel específico y en algunos casos a variedad. De éstos, 131 fueron diatomeas (54.7%), 92 dinoflagelados (40.0%), 9 silicoflagelados (3.9%), 2 cianofitas (0.8%) y 1 euglenofita (0.4%). Los géneros representados por un mayor número de especies dentro de las diatomeas fueron **Chaetoceros** con 28, **Rhizosolenia** con 13 y **Nitzschia** con 7. Los dinoflagelados, estuvieron representados principalmente por los géneros **Protoperidinium** con 26 especies, **Ceratium** con 14 y **Prorocentrum** con 7; mientras que el grupo de los silicoflagelados estuvo mayormente representado por el género **Dictyocha** con 6 especies.

El mayor número de especies se registró durante el mes de septiembre de 1992, siendo de 30 especies para el nivel superficial y de 34 para el nivel profundo, mientras que el número menor de especies se observó durante junio de 1992 en el nivel superficial (9 especies) y durante junio de 1993 (6 especies) para el nivel de fondo (Fig. 3a y 3b).

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del Índice de Valor biológico fueron transformados a su equivalente porcentual; de esta manera un valor mensual de 100% significa que esa especie **dominó** en el total de las estaciones de ese mes. Para tener las especies representativas para todo el período de estudio, se consideraron aquellas que significaron el 60% o más, por lo menos en uno de los meses considerados; luego fueron tabuladas y tomados sus valores para los meses en que no fueron tan importantes. De esta forma, tenemos que para el nivel superficial **Chaetoceros compressus**, **Proboscia alata** y **Guinardia flaccida** fueron las especies mas importantes. Se puede observar de igual manera que de los dinoflagelados, la especie mas importante a través del tiempo lo fue **Prorocentrum micans**. De igual manera, se detectó que este grupo se vio favorecido durante los meses cálidos, siendo durante junio de 1992 y junio y agosto de 1993 cuando

cobraron mayor importancia. La única especie que registró un 100% en su valor fue ***Dactyliosolen fragilissimus*** durante junio de 1992 (Tabla II).

Tabla II.- Valores porcentuales del Índice de Valor Biológico de Sanders para el nivel superficial.

SUPERFICIE	>	1991	<>	1992	<>	1993	<				
DIATOMEAS	FEB	MAY	OCT	MAR	JUN	SET	DIC	MAR	JUN	AGO	SUM
<i>Chaetoceros compressus</i>	16.4	36.4	73.4	25.0	5.95	14.1	55.6	55.8	69.0	77.6	429.2
<i>Proboscía alata</i>	31.2	63.1	63.0	66.8	59.1	14.4	31.0	20.8	26.9	19.1	395.4
<i>Guinardia flaccida</i>	15.2	80.0	84.8	73.0	18.8	12.2	88.1	0	6.0	0	378.1
<i>Haslea wawrikan</i>	0	81.5	57.5	52.8	0	75.1	0	73.1	27.9	0	367.9
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	0	31.7	44.7	13.0	0	77.8	0	57.4	96.1	0	320.7
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	60.2	62.6	11.7	34.2	14.5	0	76.9	52.6	312.7
<i>Cerataulina pelagica</i>	0	56.4	85.5	6	0	38.2	38.5	30.4	50.0	0	305
<i>Leptocylindrus danicus</i>	16.4	16.2	36.3	12.8	0	86.3	6.9	7.1	55.5	6.3	243.8
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0	52.2	41.4	33.2	77.4	0	0	0	0	39.3	243.5
<i>Guinardia striata</i>	0	88.0	83.9	36.0	0	0	15.0	7.6	4.8	0	235.3
<i>Chaetoceros sp</i>	0	47.1	59.4	6.2	0	0	38.3	7.8	68.5	0	227.3
<i>Hemiaulus hauckii</i>	0	0	0	5.2	45.0	64.4	0	0	85.5	0	200.1
<i>Eucampia zodiacus</i>	50.0	0	99.7	11.7	0	0	14.3	0	11.7	0	187.4
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0	7.3	0	16.5	100	21.2	14.9	0	10.7	0	170.6
<i>Nitzschia pacifica</i>	0	0	84.7	0	0	78.7	0	0	6.1	0	169.5
<i>Pleurosigma sp</i>	13.1	5.7	82.4	0	11.2	0	49.4	6.6	0	0	168.4
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0	0	0	66.4	29.0	0	32.3	13.4	22.4	0	163.5
<i>Rhizosolenia cleveii</i>	0	5.7	5.4	0	47.3	0	0	0	15.5	71.6	145.5
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	30.8	73.0	5.8	5.6	0	7.9	7.9	0	0	131
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	0	26.2	13.0	0	0	69.6	0	0	12.2	0	121
<i>Navicula cancellata</i>	29.3	5.5	4.4	0	0	0	68.6	6.8	5.3	0	119.9
<i>Guinardia delicatula</i>	0	23.5	87.8	0	0	0	0	0	0	0	111.3
<i>Chaetoceros leave</i>	0	0	32.9	0	0	69.1	0	0	5.0	0	107
<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	0	11.4	90.9	0	0	0	0	102.3
<i>Navicula c.f. fusiformis</i>	0	0	0	0	0	95.6	0	0	0	0	95.6
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	0	0	4.6	0	0	60.7	0	13.0	0	0	78.3
<i>Chaetoceros danicus</i>	0	0	0	5.4	0	0	0	65.0	0	6.7	77.1
DINOFLAGELADOS											
<i>Prorocentrum micans</i>	13.3	45.1	67.3	34.2	5.8	0	5.8	50.6	20.7	15.6	258.4
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	10.4	84.5	5.9	84.3	0	21.0	25.4	21.4	252.9
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	0	49.7	89.8	0	0	5.5	6.0	151
<i>Gyrodinium herbaceum</i>	0	0	28.1	22.6	0	0	20.6	0	0	76.6	147.9
<i>Prorocentrum compressum</i>	0	67.3	0	6.1	0	0	0	28.8	0	31.1	133.3
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	15.2	0	0	0	5.5	19.6	0	0	15.1	72.5	127.9
<i>Pyrophacus steinii</i>	0	49.1	0	0	0	0	0	0	0	77.3	126.4
CIANOFITA											
<i>Oscillatoria sp</i>	0	57.5	18.7	39.2	0	30.5	0	37.0	76.0	0	258.9
EUGLENOFITA											
<i>Eutreptia sp</i>	63.3	7.3	0	0	0	6.1	0	0	0	0	76.7
SILICOFLAGELADO											
<i>Dictyocha messanensis</i>	0	66.2	0	0	0	0	0	0	0	5.2	71.4

Con respecto a los resultados obtenidos para el nivel profundo, se observó que hubo una disminución en el número de especies con valores iguales o superiores al 60% para este **Índice**; en este caso las principales especies fueron **G. flaccida**, **P. alata** y **Haslea wawriake**. Al igual que en superficie, **D. fragilissimus** tuvo un valor de 100%. Aunque con menor evidencia que en superficie, se puede observar cierto incremento en los valores de los dinoflagelados hacia los meses de verano, principalmente durante agosto de 1993 (Tabla III).

Tabla III.- Valores porcentuales del **Índice** de Valor Biológico de Sanders para el nivel de 10 metros.

PROFUNDIDAD	>	1991	< >	1992	< >	1993	<				
DIATOMEAS	FEB	MAY	OCT	MAR	JUN	SET	DIC	MAR	JUN	AGO	SUM
<i>Guinardia flaccida</i>	59.6	85.6	91.8	68.4	52.2	38.1	71.2	0	0	0	466.9
<i>Proboscia alata</i>	73.2	67.4	63.5	76.0	47.7	12.7	29	14.1	6.0	23.0	412.6
<i>Haslea wawrikae</i>	0	79.2	55.5	64.4	30.1	50.5	13.8	73.8	0	0	367.3
<i>Chaetoceros compressus</i>	47.4	0	47.7	19.3	0	15.6	63.2	80.4	22.2	52.3	348.1
<i>Cerataulina pelagica</i>	55.0	72.5	81.0	22.4	0	30.0	55.1	21.9	6.8	0	344.7
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	14.5	61.8	64.1	30.7	14.3	0	7.4	28.7	36.9	258.4
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	0	82.1	41.6	0	61.6	28.9	22.2	14.9	6.6	257.9
<i>Eucampia zodiacus</i>	61.7	47.8	99.5	23.9	0	0	14.8	0	0	5.8	253.5
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	98.5	26.8	56.2	6.1	0	23.4	15.0	16.1	0	0	242.1
<i>Guinardia striata</i>	0	98.0	76.6	37.1	0	0	16.1	0	0	0	227.8
<i>Chaetoceros sp</i>	14.7	51.3	23.9	12.1	0	0	60.6	0	51.2	7.1	220.9
<i>Hemiaulus hauckii</i>	0	0	0	4.5	97.4	34.3	0	0	84.4	0	220.6
<i>Hemiaulus sinensis</i>	27.4	15.2	10.5	16.6	81.2	8.1	0	0	0	32.0	191
<i>Thalassionema nitzschioide</i>	0	64.7	182.2	5.4	6.3	23.0	7.0	0	0	0	188.6
<i>Pleurosigma sp</i>	0	0	82.2	0	5.5	5.0	56.0	19.8	13.9	0	182.4
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	0	87.2	9.7	29.5	0	33.6	0	0	0	6.9	166.9
<i>Nitzschia pacifica</i>	0	0	98.6	0	0	60.6	6.5	0	0	0	165.7
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	40.8	0	0	0	6.3	27.3	14.8	60.0	13.5	0	162.7
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0	0	0	6.0	100	29.5	14.3	0	0	0	149.8
<i>Thalassiosira sp</i>	0	0	73.2	0	0	24.4	36.3	0	0	0	133.9
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	63.6	0	20.9	6.4	0	11.0	8.1	22.9	0	0	132.9
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0	0	0	92.8	0	6.5	23.7	0	6.2	0	129.2
<i>Navicula cancellata</i>	26.0	0	14.1	0	0	0	73.5	0	0	0	113.6
<i>Pleurosigma formosum</i>	68.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
<i>Lithodesmium undulatum</i>	60.0	0	0	0	0	0	0	7.9	0	0	67.9
<i>Navicula c.f. fusiformis</i>	0	0	0	0	0	61.0	0	0	0	0	61
DINOFLAGELADOS											
<i>Prorocentrum micans</i>	14.3	29.6	68.7	37.7	31.1	0	0	41.3	0	11.2	233.9
<i>Gyrodinium herbaceum</i>	0	0	26.8	10.3	0	0	0	0	34.2	73.9	145.2
<i>Pyrophacus steinii</i>	0	22.9	0	0	0	0	0	0	6.8	71.6	101.3
<i>Gymnodinium sanauineum</i>	0	0	0	0	0	12.2	6.2	0	0	60.0	78.4
<i>Dinoflagelado N.I.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68.2	68.2
SILICOFLAGELADOS											
<i>Dictyocha messanensis</i>	0	89.2	0	0	0	0	0	29.4	0	0	118.6
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	79.21	0	0	0	14.5	0	13.7	0	107.4

Estructura de las asociaciones del microfitoplancton

La diversidad presentó sus valores promedio con una mayor homogeneidad durante 1991. Tanto en superficie como en profundidad, estos fueron similares, exceptuando febrero, cuando el nivel superficial registró un valor inferior (2.08) ocasionado por el menor número de especies que se determinaron (8). En el nivel profundo se registraron en promedio 17 especies, ocasionando un notorio incremento en la diversidad (3.04). En 1992 se registró el mayor intervalo en la variación de los valores de diversidad, el valor mínimo se registró en junio (0.28) al presentarse un bajo número de especies y una alta dominancia (0.94) ocasionada por el florecimiento de *D. fragilissimus*. Por el contrario, el valor máximo de la diversidad se tuvo en septiembre (3.9) al coincidir el mayor número de especies (30) con una baja dominancia de las mismas (0.11). Durante 1993 el nivel superficial presentó valores similares en el número de especies registradas durante cada mes (**13**), sin embargo su distribución homogénea o heterogénea ocasionó que la diversidad presentara variaciones entre sus valores mensuales, los cuales oscilaron entre 2.4 y 3.2). En el nivel profundo, junio de 1992 presentó una disminución significativa en la diversidad (0.22) al registrarse un bajo número de especies (10) con una marcada dominancia (0.95). Fig. **3a**, **3b**.

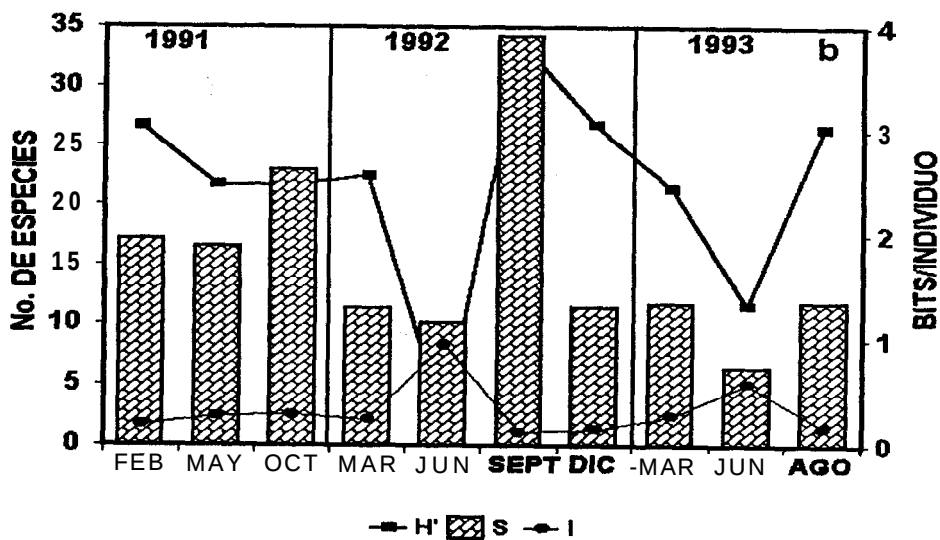
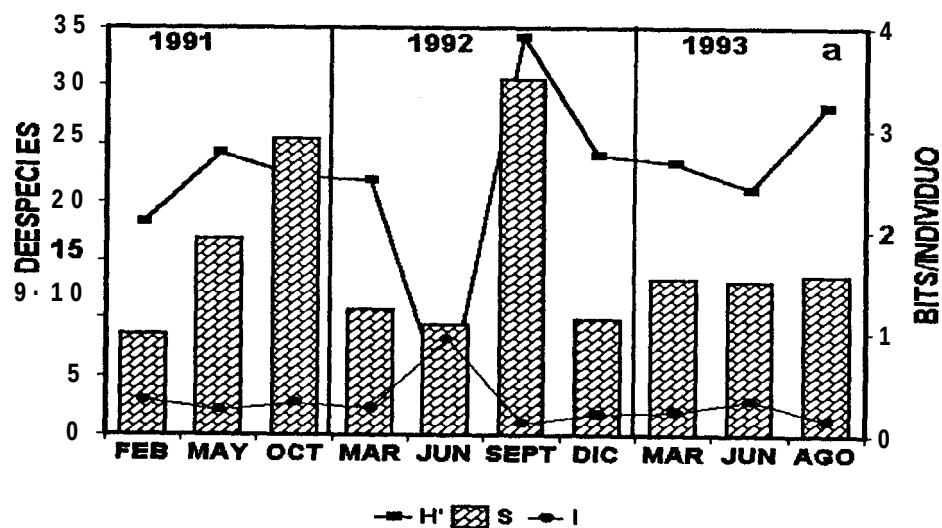


Fig. 3.- Valores promedio de la Diversidad (H'), Número de especies (S) y Dominancia (I); a) Nivel superficial, b) 10 metros.

Similitud entre los muestreos.- En general se obtuvieron valores altos de similitud en ambos niveles, por lo tanto al realizar la clasificación de grupos por el método de pares promediados se decidió hacer el corte de los dos dendrogramas al **81%** ya que después del análisis de los mismos, se consideró que era el mejor nivel para explicar las asociaciones presentes.

Dado que los meses de febrero de 1991, junio y septiembre de 1992, presentaron una composición específica diferente en mayor medida a los demás meses considerado, estos se separan del resto de los meses y no forman ninguna asociación a este nivel.

El primer grupo que se forma asocia los meses de mayo y octubre de 1991 con marzo y diciembre de 1992 así como con junio de 1993. Con la excepción del último mes, éstos se caracterizan generalmente por presentar una columna de agua homogénea por acción de los vientos, lo cual favorece la remoción de nutrientes y el desarrollo de comunidades de diatomeas grandes como son especies del género ***Bacteriastrum***, ***Chaetoceros*** y ***Rhizosolenia***, las cuales son características de ambientes ricos en nutrientes.

El segundo grupo estuvo formado por marzo y agosto de 1993, el cual se debió a que comparten en mayor cantidad especies de dinoflagelados características de ambientes oligotróficos y relacionados a medios estratificados (***P. micans***, ***S. trochoidea*** y ***P. compressum***). No obstante de que marzo de 1993 presenta cierta cantidad de especies de diatomeas afines a ambientes **eutróficos** (Fig. 4a).

El nivel de 10 metros de profundidad se comportó de manera similar al anterior; se aislaron los meses de febrero de 1991, así como septiembre de 1992, formándose una sola asociación entre todos los demás meses. En este nivel se están agrupando los **meses** que en el nivel anterior formaban dos grupos, de esta manera se presentan tanto especies de ambientes oligotróficos como de ambientes ricos en nutrientes (Fig. 4b). En ambos niveles, septiembre de 1992 presentó la menor similitud con todos los demás meses considerad&, debido a la particular composición específica registrada en este periodo.

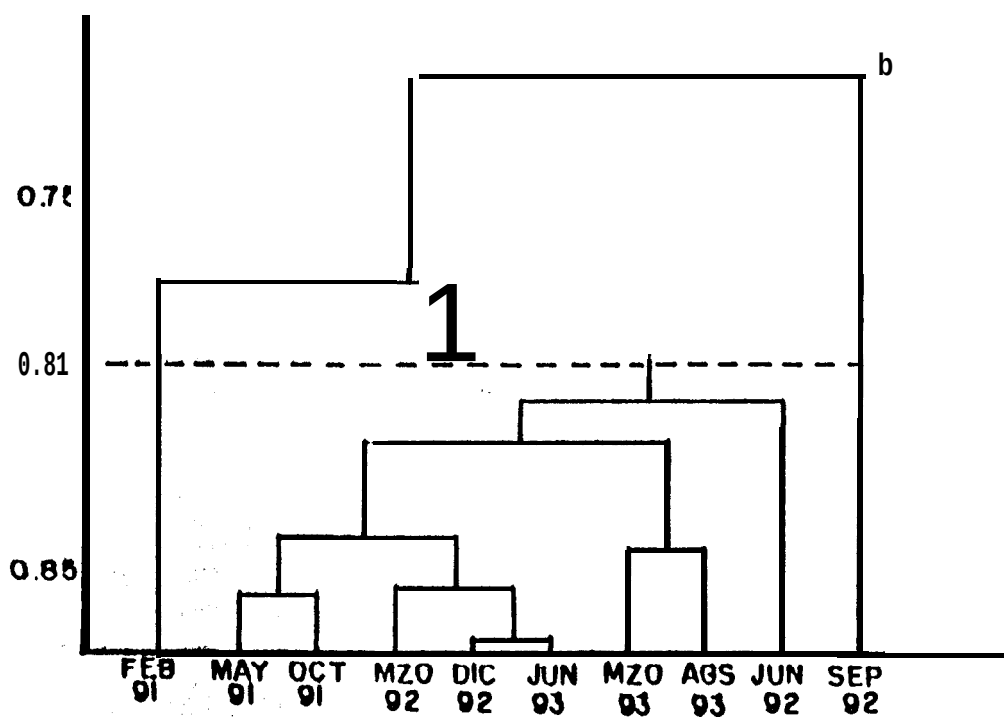
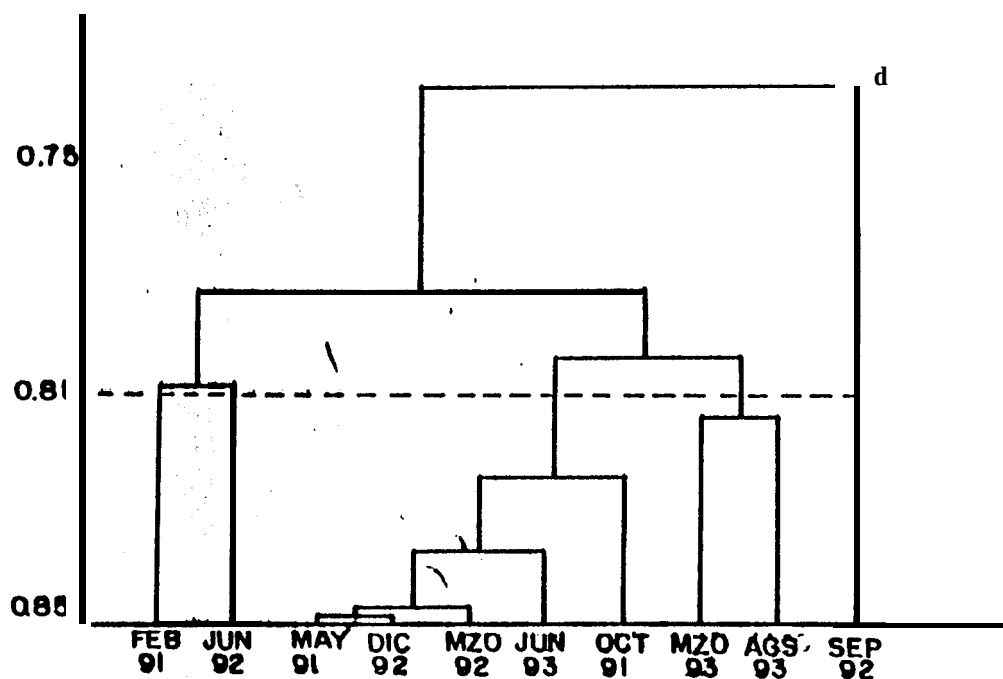


Fig. 4.- Dendrograma del Índice de Sokal y Sneath entre los diferentes muestreos de 1991 a 1'993. a) Nivel **superficial**; b) Nivel 10 metros.

Similitud entre las estaciones de muestreo.-

Los resultados obtenidos del análisis de agrupamiento se presentan en primer instancia mediante una simulación gráfica de lo que es el área de estudio, localizando de manera aproximada a la realidad cada una de las estaciones muestreadas y señalando con una "S" las correspondientes al nivel superficial, mientras que con una "P" aquellas que pertenecen al nivel profundo o de 10 metros.

Febrero de 1991 fue solamente muestreado en la parte central de la bahía, sin embargo, se observó la formación de tres grupos de estaciones, el primero caracterizó la parte norte, uniendo las estaciones 1 y 2 del nivel profundo con la 1 de superficie. Estas tres estaciones compartieron especies dominantes del genero **Chaetoceros**, entre las cuales podemos mencionar como de mayor importancia a **Ch. curvisetus**, **Ch. lorenzianus** y **Ch. Compressus**, las cuales significaron mas del 50% de la abundancia total del microfitoplancton. El segundo grupo quedó integrado con las estaciones 4 y 6 de profundidad, así como con la 3 de superficie, en este caso las especies responsables del agrupamiento fueron **Eucampia zodiacus** y **Ch. curvisetus**. Por último, el grupo III que se formó con una estación de superficie y otra del nivel profundo, presentó como especies dominantes a **Alexandrium catenella** en primera instancia y a **Navicula cancellata** en segundo término (Anexo III, Fig. 1a, 1b).

En mayo de 1991 se formó un solo grupo, en el cual se unieron la mayor parte de las estaciones de los dos niveles considerados, exceptuando la zona de la boca que presentó una **composición** específica y abundancia fitoplanctónica mas heterogénea. Con esta salvedad la mayor parte de la bahía estuvo dominada por **Guinardia striata** y **D. mediterraneus**, significando estos mas del 60% de la abundancia microfitoplanctónica (Anexo III, Fig. 1c, 1d).

Para octubre de 1991 se formaron también tres grupos. El I y II se localizaron en la parte de la boca de la bahía, siendo la especie dominante del primero **Nitzschia pacifica**; mientras que en el segundo fue **Pseudo-nitzschia delicatissima**. En ambos grupos se presentó como especie subdominante **E. zodiacus**. El grupo III se integró por casi todo el resto de las estaciones en sus dos niveles, siendo en este caso **E. zodiacus**, **N. pacifica** y **Leptocylindrus danicus** las especies responsables de la agrupación (Anexo III, Fig. 2a, 2b).

Diciembre de 1992 presentó un comportamiento similar a septiembre, en el cual se formó un grupo de estaciones en la parte central del área, solo que las cinco estaciones agrupadas corresponden únicamente al nivel superficial, y presentan especies dominantes y comunes entre si como *Chaetoceros compressus* y *G. flaccida* (Anexo III, Figs. 4a y 4b).

Durante marzo de 1993 la zona muestreada se separó notablemente en dos áreas, una en la parte norte en la cual domino *Licmophora abbreviata*, y otra conformada por las estaciones de la parte sur de la bahía que la cual presentó una mayor heterogeneidad en la distribución de las especies, sobresaliendo por su abundancia especies como *Ps. delicatissima* y *H. wawriake*. La parte central del área se caracterizó por la formación de pequeños grupos de estaciones (Anexo III, Figs. 4c y 4d).

En el mes de junio de 1993 se observó un grupo de estaciones en la boca de la bahía, el cual se continua hacia el interior de la misma, en dicha agrupación se comparten especies como *H. hauckii* y *Oscillatoria* sp; la parte central de la bahía conformó un solo grupo de estaciones de ambos niveles afines en las cuales las especies más importantes fueron *H. hauckii* y *Ps. delicatissima* (Anexo III, Figs. 5a y 5b).

Agosto de 1993 se caracterizó por la formación de un mayor número de grupos, aunque de solo dos estaciones cada uno, sin embargo, se mantiene la alta similitud entre las estaciones de la boca de la bahía, compartiendo en esta ocasión a *C. closterium* y *Chaetoceros compressus* como especies de mayor importancia, de igual manera se observó el grupo de la parte central en el cual dominaron especies como *Gyrodinium herbaceum*, *Achnanthes senarius*, *Pyrophacus scheinii* y *Nitzschia* sp, entre otras; por último se observó el grupo de la parte sur en el cual se compartieron especies como *Rhizosolenia cleveii* var. *comunis*, *H. sinensis*, y *G. sanguineum*. Este mes además de caracterizarse por la presencia de un mayor número de especies con abundancias significativas, se distinguió también por una mayor presencia del grupo de los dinoflagelados (Anexo III, Figs. 5c y 5d).

La agrupación de estaciones de manera horizontal muestra patrones que definen subáreas, las cuales se identifican con sus características fisicoquímicas y de circulación, mismas que les dan una identidad propia. Mediante la interpretación de los resultados obtenidos en la presente investigación se pueden identificar 5 subáreas a lo largo de la zona las cuales mantienen cierta constancia a través del tiempo (Fig. 6). La subárea I, se

relaciona con la boca de la bahía y se caracteriza por bajas temperaturas, abundancias celulares generalmente menores, así como por comunidades fitoplanctónicas dominadas principalmente por diatomeas grandes y formadoras de cadenas las **cuales** posiblemente provienen del intercambio que se tiene con el Golfo de California.

Las subáreas II y III se localizan en la parte occidental y oriental de la bahía, son zonas someras con una gran energía por la circulación, sin embargo estas zonas se diferencian entre si, debido quizás a que en la zona occidental se puede dar una **acumulación de partículas**, entre ellas **fitoplancton** debido a que la topografía misma de la bahía causa una zona de giros en esta subárea.

La subárea IV o central está influenciada tanto por la I como por las zonas II y III debido al patrón de circulación de la **bahía**, de tal forma que es la subárea que mantiene en menor grado su identidad propia. Por último la subárea V se localiza en la parte sur de la **bahía**, es la zona con menores profundidades y mayor turbulencia por la circulación; por lo tanto se tiene una remoción de sedimentos que pueden aportar nuevas especies fitoplanctónicas del microfitorbentos a la columna de agua (Fig. 5).

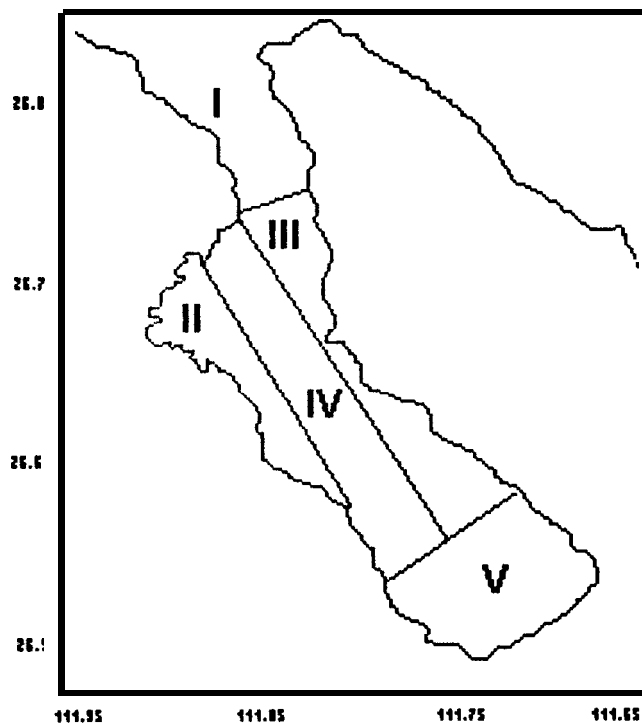


Fig. 5.- División de la bahía de acuerdo a la composición específica y abundancia fitoplanctónica (cel/l).

Abundancia fitoplanctónica total

El valor promedio máximo se presentó durante octubre de 1991 (339,253 cél/l), coincidiendo también con la máxima dispersión de los datos; mientras que el promedio y dispersión mínimos fueron registrados en marzo de 1993 (94,116 cél/l) ambos en el nivel superficial. En general, no se observó una diferencia marcada entre las abundancias **fitoplanctónicas** registradas en superficie y a 10 metros de profundidad (Anexo IV). Sin embargo, para corroborar esta observación, se aplicó un análisis para comparación de dos muestras entre los valores de la abundancia fitoplanctónica total de ambos niveles, resultando que con un $\alpha=0.01$ no existe diferencia significativa entre los niveles considerados (Tabla IV), razón por la cual se presentan en este trabajo solo los valores del nivel superficial (Fig. 6).

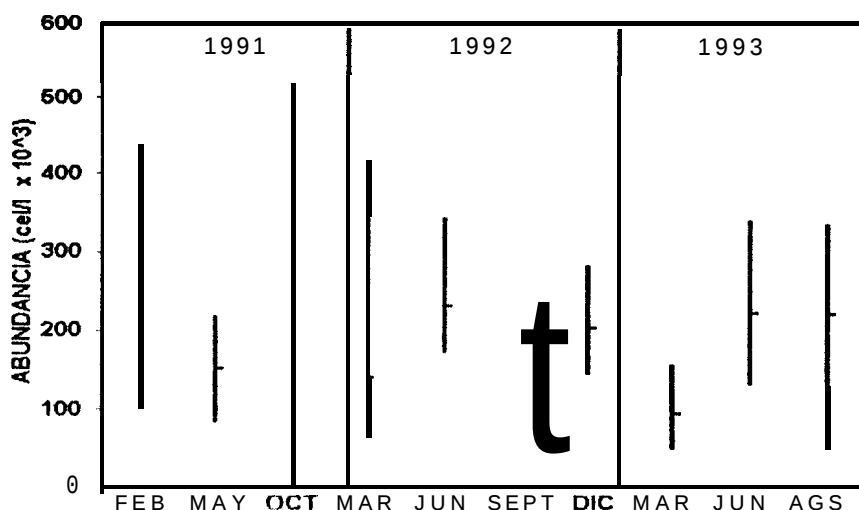


Fig. 6.- Variación temporal de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica total (cél/l), con sus máximos y mínimos para el nivel superficial.

En lo que respecta a la distribución espacial de la abundancia fitoplanctónica total dentro de la bahía no se observaron zonas caracterizadas por ser las más ricas o las más pobres en cuanto a la abundancia fitoplanctónica. (Anexo IV).

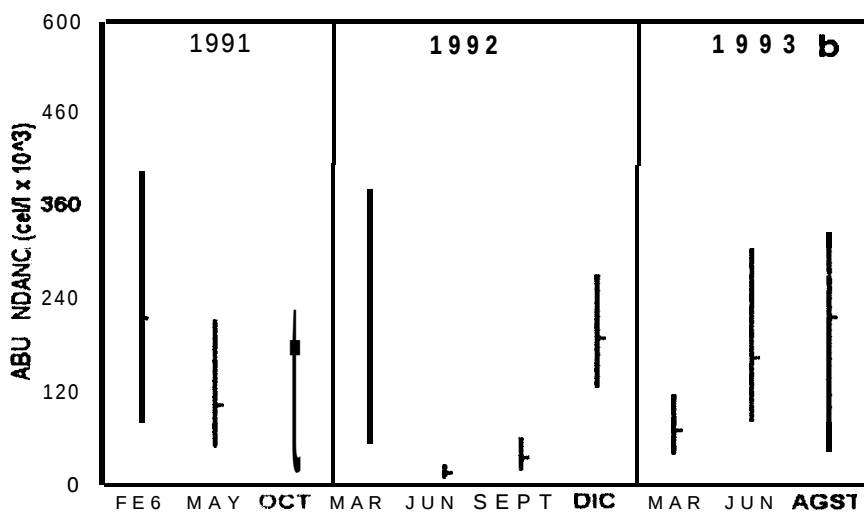
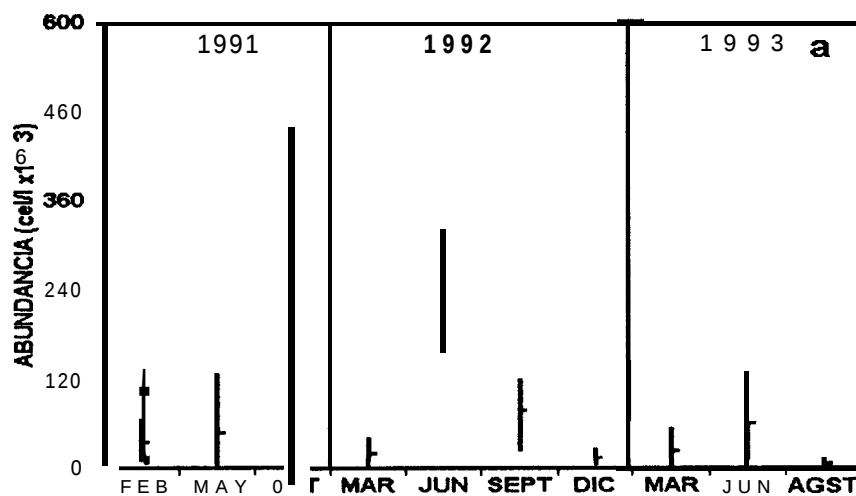
Abundancia fitoplanctónica fraccionada

De igual manera que a la abundancia fitoplanctónica total se aplicó un análisis de comparación para dos muestras, a las dos fracciones fitoplanctónicas consideradas, obteniendo con un $\alpha=0.01$ (Tabla IV) que solo durante el mes de junio de 1993 la fracción microfitoplanctónica presentó diferencia significativa entre los niveles considerados (Fig. 7a, 7b).

Tabla IV.- Valores críticos de la U de Mann-Whitney ($\alpha=0.01$), comparando la abundancia fitoplanctónica total y fraccionada, para el nivel superficial y profundo. Ut= U de tablas y Uc= U calculado.

	> MICRO <>		NANO <>		< TOTAL <	
MUESTREO	Uc	Ut	Uc	Ut	Uc	Ut
FEB/91	11	33	18	33	17	33
MAY/91	27	81	68	81	43	81
OCT/91	118	149	167	149	121	149
MAR/92	103.5	169	106.5	169	106	169
JUN/92	42	159	156	159	49	159
SET/92	30	65	36	65	32	65
DIC/92	68	113	76.5	113	79	113
MAR/93	77.5	113	60	113	62	113
JUN/93	170	148	108	148	134	148
AGO/93	9	149	116	149	111	149

Diferencia significativa



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

Fig. 7.- Variación temporal de los valores promedio de la **abundancia** fitoplanctónica por fracción de **tamaño**, con sus máximos y mínimos; a) microfitoplancton, b) nanofitoplancton.

La fracción nanofitoplanctónica fue la dominante a través de todos los meses muestreados y en ambos niveles con excepción de octubre de 1991, junio y septiembre de 1992. En estos dominó la fracción de mayor tamaño debido en el primer mes a las altas abundancias registradas de diatomeas como ***E. zodiacus*, *Ps. delicatissima*, *N. pacifica* y *G. delicatula***, mientras que en junio de 1992 se debió a la proliferación en toda la bahía de ***D. fragilissimus***; en septiembre las causantes fueron ***N. pacifica* y *Navicula cf fusiformes*** en el nivel superficial, mientras que ***N. fusiformes*** y el dinoflagelado ***Gymnodinium* sp.1** proliferaron en el nivel profundo.

De manera contraria a lo observado en la abundancia fitoplanctónica total, las fracciones consideradas dentro del fitoplancton, mostraron una clara tendencia en su distribución horizontal dentro de la zona estudiada. De esta forma, la boca de la bahía generalmente presentó los valores menores de abundancia en relación al resto del área; esto para ambas fracciones, lo cual se relaciona con la incursión de agua del Golfo de California caracterizada de igual manera por temperaturas menores (Anexo V).

De igual forma, las mayores concentraciones de ambas fracciones fitoplanctónicas se registraron en la zona sur de la bahía así como en los márgenes oriental y occidental, los cuales se caracterizan por ser zonas someras (Anexo V).

Biomasa orgánica **particulada.-**

Carbohidratos.-

Mediante la prueba de contrastación de hipótesis de Mann Whitney se determinó que no existe diferencia significativa ($\alpha=0.01$) entre la concentración de los carbohidratos del nivel superficial y a 10 m de profundidad (Tabla V); de igual manera los valores promedio mensuales fueron semejantes en ambos niveles, En general se observó una tendencia a disminuir a través del tiempo; los valores mayores se registraron durante 1991 y los más **bajos** hacia 1993; con la particularidad de que en junio de 1992 se dio el pico máximo en la concentración de estos metabolitos (300.6 y 284.3 mg/m³ en superficie y profundidad). Al observar los valores **mínimos** y **máximos** para cada nivel, tenemos que en profundidad existió una mayor variabilidad de ellos con respecto a la media, **particularmente** en mayo de 1991 y junio de 1992. (Figs. 8a y 8b). La concentración de los carbohidratos a lo largo de la bahía no siguió un patrón definido, sin embargo,

existieron altas concentraciones localizadas de manera puntual en diferentes zonas de la bahía. Excepto durante agosto de 1993 cuando no se observó gran diferencia entre los valores, ya que, además de ser de los más bajos, se presentaron de **manera** homogénea en ambos niveles (Anexo VI, Fig 1).

Proteínas

Las concentraciones de proteínas tampoco mostraron diferencias significativas entre los niveles, con la excepción de junio de 1993 (Tabla V, anexo VI, Fig. 2). De manera general se tuvo un patrón de comportamiento en el cual el ciclo presentó a su inicio los valores máximos ($> 300 \text{ mg/m}^3$). Se observaron claras diferencias entre los años considerados, ya que durante 1991 y 1993 la curva tendió a presentar los valores máximos durante los meses fríos, disminuyendo sus concentraciones hacia los meses cálidos; mientras que durante 1992 se presentó un comportamiento inverso en el registro de las concentraciones de esta variable, volviendo a incrementarse hacia finales de 1992 y principios de 1993. La distribución de este metabolito a **través** de la zona de estudio, aunque registró estaciones con concentraciones máximas, estas no fueron consistentes durante el periodo. Se pudo observar que de manera similar a lo observado en las concentraciones de carbohidratos, el nivel profundo presentó una mayor variabilidad en el registro de los valores mensuales. (Figs. 8c y 8d).

Clorofila a.-

En lo que respecta a los valores promedio registrados de clorofila a no se observó un patrón definido a través del tiempo, aunque durante 1992 se registraron valores ligeramente inferiores, (Fig. 8e y 8f), sin embargo, en diciembre de este mismo año se dio para ambos niveles la concentración mas alta de clorofila que fue de 1.87 y 3.4 mg/m^3 para el nivel superficial y de 10 metros respectivamente. La curva fue similar para los dos niveles y no existió diferencia significativa con $\alpha=0.01$ (Tabla V). La distribución espacial de la clorofila en la bahía presentó también una gran heterogeneidad, sin existir áreas consistentes con valores máximos o mínimos, sin embargo, a pesar de existir cierta diferencia en la localización de los valores máximos entre los niveles considerados, se puede observar que existe una tendencia a presentarse en la boca o en las zonas de menor profundidad del área muestreada (Anexo VI, Fig 3).

Los valores mayores de las clorofilas se localizaron principalmente en zonas someras de la bahía. Aunque en general las concentraciones fueron menores a 3 mg/m^3 , se distinguen los meses de diciembre de 1992 y junio de 1993 en los cuales se registraron concentraciones en su mayoría superiores a los 4 mg/m^3 , alcanzando en un caso excepcional los 14.08 mg/m^3 en el nivel profundo de diciembre de 1992 en la boca de la bahía.

Tabla V.- Valores críticos de la U de Mann-Whitney ($\alpha=0.01$), comparando los carbohidratos, proteínas y clorofila *a* para el nivel superficial y profundo. Ut= U de tablas y U_c= U calculado.

> CH0 <> PROT <> CL *a* <

MUESTREO	U _c	Ut	U _c	Ut	U _c	Ut
FEB/91	15	28	19	33	22.5	28
MAY/91	59	74	53	81	32.5	159
OCT/91	123.5	169	101.5	169	132	159
MAR/92	118	159	103	139	58	104
JUN/92	116	149	92	149	88	149
SET/92	49	61	49	81	48	94
DIC/92	53	88	50	113	60.5	113
MAR/93	99	149	66.5	149	134.5	149
JUN/93	128	148	161	149	93.5	159
AGO/93	95	148	94	159	123	159

Diferencia significativa

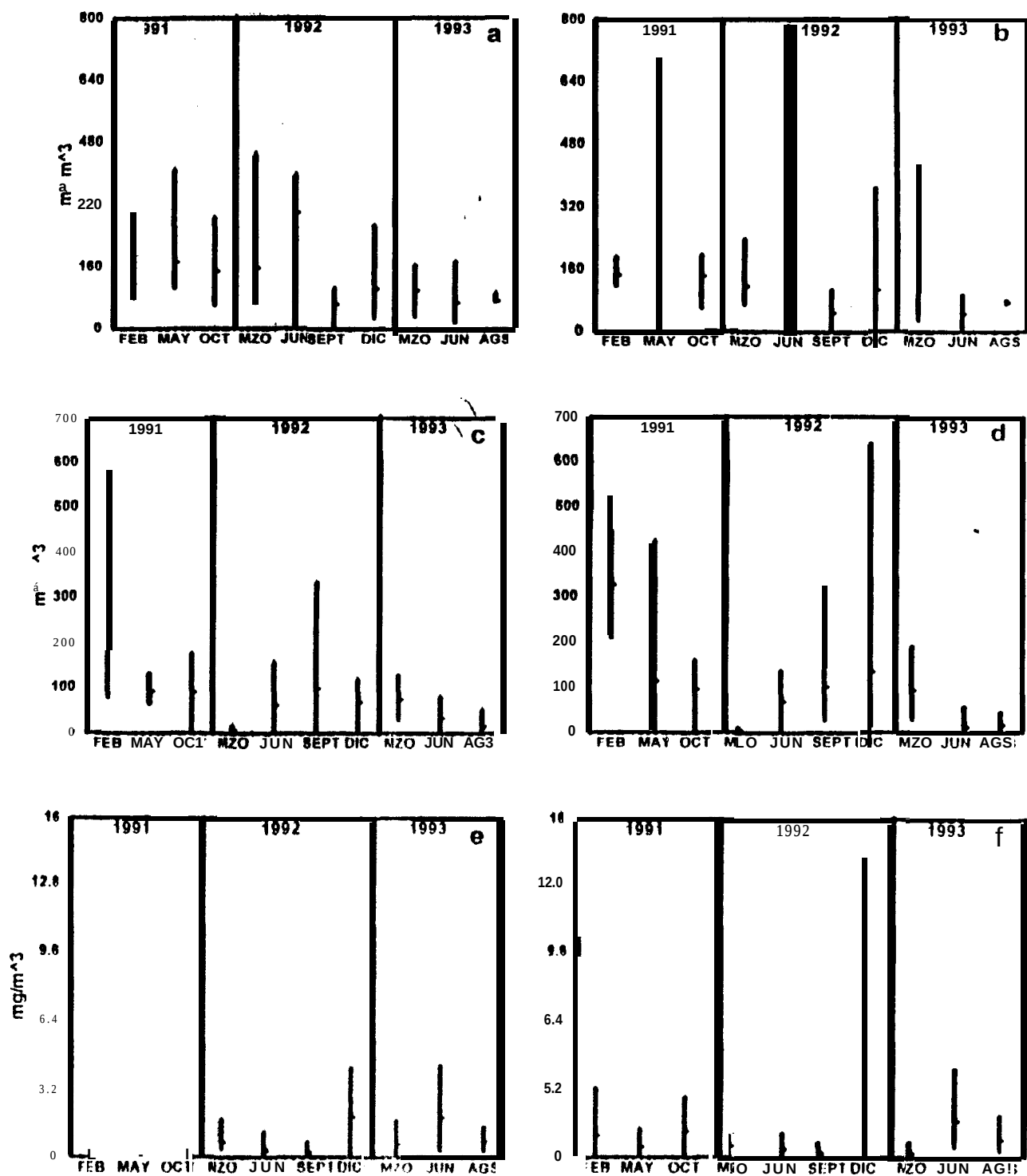


Fig. 8.- Variación de los valores promedio mensuales de los carbohidratos a) superficie, b) 10 metros; las proteínas c) superficie, d) 10 metros; y la clorofila e) superficie, f) 10 metros.

Determinación del origen de la Materia Orgánica Particulada.-

Para efectos de la determinación del origen del material orgánico particulado, solo fueron tomados en cuenta los meses en los cuales las correlaciones entre las variables consideradas (proteínas/clorofila o carbohidratos/clorofila) fueron significativas, de esta manera, se encontró que en superficie solamente se pudieron hacer los cálculos respectivos con los carbohidratos durante marzo y diciembre de 1992, obteniendo que el material de origen fitoplanctónico fue el dominante con un 83.14 y 72.52% respectivamente.

En lo que respecta al nivel profundo, septiembre y diciembre de 1992 mostraron una correlación aceptable tanto en las regresiones de proteínas como de carbohidratos, mediante los primeros metabolitos mencionados se obtuvo que la dominancia fue de material de origen fitoplanctónico, siendo de 83.68% en el primer mes y de 91.30 en el segundo. Los cálculos realizados mediante los carbohidratos evidencian la dominancia del material de origen no fitoplanctónico durante septiembre (54.83), mientras que durante diciembre la dominante fue la fracción fitoplanctónica con un 64.25% (Tabla VI).

Tabla VI.- Parámetros de la ecuación de la recta, r^2 y % de M.O.P. de origen fitoplanctónico obtenidos entre proteína-clorofila y carbohidratos-clorofila.

SUP	bPROT	aPROT	r^2 PROT	%MOPF	bCH	aCH	r^2 CH	%MOPF
EEB/91	83.29	87.92	0.51	NS	24.43	107.40	0.20	NS
MAY/91	1.85	92.36	0.001	NS	-99.72	197.89	0.11	NS
OCT/91	20.79	59.83	0.22	NS	6.88	138.20	0.01	NS
MAR/92	7.042	2.080	0.174	NS	247.32	-24.049	0.832	83.14
JUN/92	7.371	59.054	0.003	NS	-19.16	306.99	0.005	NS
SET/92	200.13	52.228	0.240	NS	58.619	50.224	0.210	NS
DIC/92	18.44	33.634	0.335	NS	-42.365	175.85	0.673	72.52
MAR/93	11.319	68.075	0.065	NS	-28.197	122.30	0.200	NS
JUN/93	4.240	26.967	0.034	NS	21.346	29.011	0.264	NS
AGO/93	7.484	10.884	0.023	NS	0.196	73.266	0.0001	NS
EONDO								
EEB/91	6.26	319.26	0.0004	NS	14.22	131.31	0.32	NS
MAY/91	42.96	91.86	0.03	NS	-53.69	251.18	0.02	NS
OCT/91	6.92	86.46	0.02	NS	-6.90	151.10	0.03	NS
MAR/92	-4.421	8.734	0.089	NS	31.292	107.35	0.034	NS
JUN/92	38.120	52.240	0.076	NS	293.63	160.44	0.261	NS
SET/92	475.59	20.395	0.977	83.68	82.731	23.093	0.586	45.17
DIC/92	45.416	11.616	0.929	91.30	21.087	37.712	0.689	64.25
MAR/93	-9.952	95.950	0.006	NS	-96.091	138.63	0.094	NS
JUN/93	8.389	-1.462	0.267	NS	5.331	36.930	0.044	NS
AGO/93	6.985	11.613	0.040	NS	0.131	73.350	0.0003	NS

NS= Correlación no significativa entre las dos variables consideradas.

Se realizó una regresión lineal entre los carbohidratos y las proteínas para cada mes. La proporción de estos componentes de la materia orgánica particulada puede utilizarse para inferir sobre las posibles condiciones del medio en que se desarrollaron las comunidades fitoplanctónicas, es decir cuando las proteínas o compuestos nitrogenados se incrementan en mayor proporción que los carbohidratos es un indicador de condiciones propicias para el crecimiento de la comunidad fitoplanctónica. Por otro lado, al incrementarse la proporción de carbohidratos, se puede inferir sobre una posible remoción y reciclamiento del material orgánico del fondo (Tabla VII).

Tabla VII.- Parámetros de la recta obtenidos mediante las regresiones realizadas entre carbohidratos/proteínas.

SUPERFICIE	a	b	r ²	SIGNIFICANCIA
FEB/91	-36.69	1.96	0.91	S
MAY/91	80.00	0.07	0.14	NS
OCT/91	31.50	0.40	0.32	NS
MAR/92	1.804	0.031	0.397	NS
JUN/92	-13.534	0.249	0.229	NS
SET/92	44.971	0.599	0.035	NS
DIC/92	89.724	-0.272	0.208	NS
MAR/93	66.351	0.079	0.016	NS
JUN/93	21.976	0.164	0.085	NS
AGO/93	-126.79	1.933	0.358	NS
FONDO				
FEB/91	328.33	-0.02	0.00005	NS
MAY/91	-12.77	0.56	0.78	S
OCT/91	66.86	0.19	0.02	NS
MAR/92	7.142	-0.013	0.024	NS
JUN/92	33.421	0.122	0.262	NS
SET/92	71.672	0.669	0.061	NS
DIC/92	-17.465	1.438	0.601	S
MAR/93	110.564	-0.161	0.172	NS
JUN/93	7.906	0.110	0.026	NS
AGO/93	5.603	0.135	0.0007	NS

NS= Correlación no significativa entre las dos variables consideradas.

Dado que en la mayoría de los meses no se detectó una correlación alta entre las dos variables, no es recomendable realizar inferencias sobre la comunidad fitoplanctónica o del medio en que estas se desarrollan utilizando los resultados obtenidos mediante estos análisis de regresión. Al obtener coeficientes de determinación tan bajos (< 0.40 generalmente) estamos observando que la relación proteínas-carbohidratos no es lineal y que por lo tanto la fuente productora de uno y otro de estos metabolitos es diferente entre si. Para tener un parámetro comparable con otros estudios y que a la vez nos pueda dar indicios sobre las condiciones de las comunidades fitoplanctónicas, sin estar influenciado por un mal ajuste a una ecuación lineal, se determinaron los cocientes proteína/clorofila, carbohidrato/clorofila y carbohidrato/proteína, tomando los valores promedio mensuales de cada parámetro (Tabla VIII).

Tabla VIII.- Cocientes proteínas/clorofila, carbohidratos/clorofila y carbohidratos/proteínas para el nivel superficial y de 10 metros de profundidad.

SUPERFICIE	CLa	PROT	CHOS	PROT/CLa	CHOS/CLa	CHO/PROT
FEB/91	1.63	341.5	193.75	209.50	118.86	0.567
MAY/91	0.147	92.79	171.74	631.29	1168.33	1.850
OCT/91	1.38	91.27	148.61	65.87	107.25	1.628
MAR/92	0.673	6.824	142.558	10.131	211.625	20.90
JUN/92	0.332	61.507	300.613	184.787	903.129	4.88
SET/92	0.235	99.350	63.706	421.952	276.985	0.64
DIC/92	1.87	68.132	101.929	36.434	58.412	1.49
MAR/93	0.646	75.988	105.366	116.55	175.402	1.38
JUN/93	1.860	34.858	68.730	18.734	36.937	1.97
AGO/93	0.740	16.428	73.412	22.179	99.110	4.47
FONDO						
FEB/91	1.04	325.83	146.5	313.29	140.86	0.44
MAY/91	0.49	113.21	224.49	227.80	451.7	1.98
OCT/91	1.24	95.05	142.53	76.61	114.87	1.49
MAR/92	0.496	6.541	124.310	13.189	229.432	19.00
JUN/92	0.422	68.333	284.398	161.872	673.702	4.16
SET/92	0.22	125.026	42.121	568.302	183.135	0.33
DIC/92	3.195	133.487	105.498	41.780	32.818	0.79
MAR/93	0.216	93.796	117.833	433.382	544.444	1.25
JUN/93	1.687	12.693	45.408	7.523	28.558	3.57
AGO/93	0.888	17.821	73.456	20.056	91.033	4.12

El cociente proteínas/clorofila registró su máximo en mayo de 1991 para el nivel superficial (631.29), mientras que en septiembre de 1992 para el nivel profundo (568.30). Por lo que respecta a los valores menores de esta razón, se registraron durante marzo de 1992 en el nivel superficial (10.131) y durante junio de 1993 para el nivel profundo (7.52).

En lo que respecta al máximo valor del cociente carbohidratos/clorofila para el nivel superficial, coincidió en el mes en el cual se registró el valor máximo del primer cociente mencionado, siendo en este caso de 1168.33; junio de 1993 registró el valor mínimo (36.937). En el caso de este cociente, el nivel profundo presentó su máximo durante junio de 1992 (673.702) el valor mas bajo se registró en junio de 1993 (28.55).

En relación al cociente carbohidratos/proteínas, este mostró cierta tendencia a incrementar sus valores hacia los meses cálidos, con la salvedad de marzo de 1992 que fue el mes que presentó el valor mas alto para este cociente (20.9 y 19.0 para superficie y 10 metros, respectivamente). De manera general, este cociente fue mayor durante 1992 y 1993 al compararlo con 1991.

DISCUSIÓN

Temperatura. Durante el periodo de estudio es posible distinguir el patrón anual de temperatura del agua a pesar de las diferencias interanuales. En este patrón se presentan los valores mas bajos de diciembre a marzo, mientras que los valores mas altos fueron registrados de mayo a octubre. Este comportamiento coincide con el reporte de Félix-Pico y Sánchez, (1976) quien encontró en Bahía Concepción las temperaturas mínimas durante diciembre y las máximas en septiembre. De igual forma, existe coincidencia con las observaciones realizadas por diversos investigadores como Molina-Cruz, (1986) y Thunell *et al.* (1994), quienes mencionan la importancia que tienen los vientos en la circulación del Golfo de California, ya que afectan claramente el ciclo anual de temperatura; puesto que los vientos dominantes del norte, presentes de finales de otoño hasta primavera, causan un importante transporte de agua hacia la parte sur del golfo. Los vientos contrarios durante verano y otoño, provocan una circulación de sur a norte, incursionando aguas cálidas del Pacífico Tropical hasta la parte central del golfo.

Esta dinámica que se presenta en la parte central del Golfo de California, influye de manera directa sobre las condiciones medioambientales que se registran en la bahía, ya que estas áreas son generalmente zonas someras con una importante comunicación con el océano adyacente. De esta forma, la entrada de agua de menor temperatura, proveniente de la parte central del Golfo de California hacia Bahía Concepción, queda de manifiesto en la distribución de las isotermas. Este hecho es común en cuerpos de agua similares y ha sido reportado con anterioridad (Gilmartin y Revelante, 1978; Villalejo-Fuerte, 1992; Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994). Las temperaturas más altas se registraron en las áreas de menor influencia e intercambio con el golfo (Obeso-Nieblas *et al.*, 1996), de igual forma estas zonas presentan las profundidades menores y por lo tanto el calentamiento por irradiación solar tiene un mayor efecto.

Por otra parte, la distribución vertical de la temperatura no muestra cambios drásticos entre los primeros diez metros de profundidad, lo cual puede estar relacionado con la circulación misma de la bahía, que permite mantener cierta homogeneidad en esta primera capa de agua. De acuerdo con Reyes-Salinas (1994) y Morquecho-Escamilla (1996) existe estratificación por debajo de los 10 metros de profundidad durante los meses de verano y principios de otoño, mientras que durante invierno-primavera se presenta una columna de agua homogénea.

Utilizando las anomalías estándar de la temperatura superficial del mar como un indicador de cambios oceanográficos que se alejan de las condiciones promedio para la región central del golfo, es posible observar que el año de 1991 presentó un predominio de anomalías negativas (año frío), a diferencia de 1992 que se comportó como año cálido, con anomalías positivas. En tanto que 1993 puede considerarse como un periodo de transición entre condiciones cálidas y las normales para esta zona (Fig. 9).

Esto coincide o está de acuerdo con lo reportado por Castillo y Osorio (1993) en latitudes bajas, en las cuales se detectó un evento El Niño durante 1992. En el Golfo de California se encontraron evidencias oceanográficas y biológicas durante 1992 de la presencia de este fenómeno. Estas evidencias señalan la advección de agua tropical superficial, relativamente caliente hacia el interior del golfo, principalmente durante el verano (Fernández-Barajas *et al.*, 1994; Sancetta, 1995).

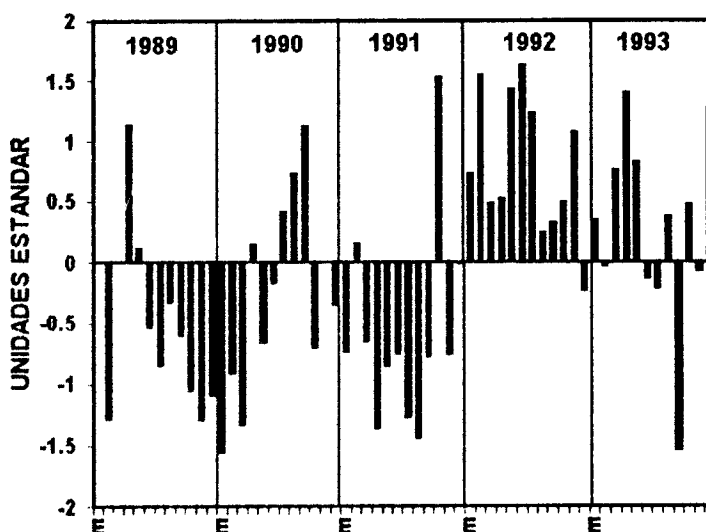


Fig. 9.- Serie de tiempo de las anomalías térmicas registradas en la zona aledaña a Bahía Concepción, B.C.S. (26°45' N, 111°45' W) desde 1991 hasta 1993.

Abundancia fitoplanctónica.- Los estudios sobre abundancia fitoplanctónica, son escasos en esta bahía y los que existen generalmente son aislados y con un reducido numero de estaciones de muestreo, lo cual viene a dificultar su uso para contrastar y discutir estos resultados. En cuanto a la zona contigua del Golfo de California, se tienen diversos reportes de la abundancia fitoplanctónica total, siendo generalmente inferiores a los reportados en la presente investigación, (Atilano-Silva, 1987; Gárate-Lizárraga *et al.*,

1990) lo cual puede estar relacionado con el registro de menores concentraciones en la boca de la bahía lo que a su vez deja ver que las condiciones interiores de este cuerpo de agua favorecen el desarrollo e incremento en la abundancia de las comunidades fitoplanctónicas.

De diciembre a febrero que representan la primera parte de la temporada de homogeneidad en la columna de agua se registraron valores relativamente altos de la abundancia fitoplanctónica total, los cuales pueden ser producto de la resuspensión de nutrientes del fondo de la bahía ya que durante este periodo la zona está influenciada por los vientos dominantes del norte (Thunell *et al.*, 1994) y la columna de agua se encuentra homogénea (Reyes-Salinas, 1994). Durante los meses de verano se presentaron los picos máximos de abundancia, así como el florecimiento monoespecífico de mayor importancia; estos pueden ser ocasionados por el aporte de agua eutrófica, propia de las surgencias de verano que se producen en la zona aledaña a esta bahía como resultado de los vientos dominantes del sur (Roden y Groves, 1959; Badan-Dangón *et al.*, 1985; Cortés-Lara, 1985; Molina-Cruz, 1986; Alvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Esta agua enriquecida puede penetrar a la bahía por el intercambio existente debido a las corrientes de marea y favorecer el florecimiento de las especies microfitoplanctónicas presentes en la zona.

De manera similar, las diferentes condiciones del medio que provocan los cambios en la abundancia fitoplanctónica, influyeron sobre las diferentes especies que se registraron. De esta forma, la composición específica del fitoplancton estuvo conformada principalmente por diatomeas y dinoflagelados, mientras que los demás grupos fitoplanctónicos estuvieron escasamente representados, tanto en abundancia como en número de especies. Esto concuerda con lo reportado por otros autores que señalan que en las lagunas del Golfo de California, así como en la parte media y sur del mismo se presenta una dominancia marcada de las diatomeas (Allen, 1938; Gilbert y Allen 1943; Round 1967; Martínez-López y Gárate-Lizárraga 1994).

Dentro de la composición específica del microfitoplancton, los géneros determinados como dominantes o de mayor importancia en el área de estudio, tanto para diatomeas como para dinoflagelados, coinciden con lo reportado con anterioridad tanto para esta zona como para las aguas adyacentes del Golfo de California (Cupp y Allen 1938; Keifer y Lasker, 1975; Gárate-Lizárraga *et al.*, 1990; Gárate-Lizárraga, 1991; Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994; Sancetta, 1995; Morquecho-Escamilla, 1996).

En ambientes de latitudes medias la sucesión de especies como respuesta a los cambios medioambientales es más evidente en periodos estacionales (Raymont, 1980). En este estudio, los cambios temporales en la abundancia y composición específica del microfitoplancton ponen de manifiesto que los florecimientos o proliferaciones son una respuesta a las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del medio. Sin embargo, en estas latitudes existen especies estables que pueden permanecer dominando la comunidad durante periodos prolongados (García-Pamanes, 1987), como fue el caso de *Ch. compresus* y *P. alata* las cuales se mantienen con representación importante a lo largo del periodo de estudio.

Las especies responsables de la dinámica de la comunidad son semejantes a través del año, pero es notorio el predominio de especies de diatomeas grandes propias de ambientes eutróficos como *G. flaccida* y *E. zodiacus* durante los meses mas fríos del año; mientras que durante los cálidos las especies que los caracterizaron fueron tanto diatomeas como *D. Fragilissimus*, *Ps. delicatissima* y *H. hauckii*; así como los dinoflagelados *S. trochoidea*, *P. gracile* y *G. herbaceum*. Estas especies se asocian a aguas cálidas y condiciones de oligotrofia. El que existan especies semejantes a través de todo el año, permite observar cambios en la estructura de la comunidad en una escala menor de tiempo. De esta forma, las características propias de la bahía pueden provocar condiciones de riqueza en los nutrientes durante un periodo considerado como oligotrófico, al transportar sales nutritivas provenientes de la remineralización que se da hacia el interior de la misma o de las aguas de surgencia adyacentes del Golfo de California; la evidencia biológica ante estas condiciones puede ser instantánea al ser las diatomeas especies que en general responden proliferando rápidamente bajo condiciones favorables en el medio, ya que se trata de un grupo oportunista, adaptado a aprovechar un incremento en los nutrientes (Thunell *et al.*, 1996).

La distribución horizontal de la abundancia fitoplanctónica total dentro de la bahía no mostró un patrón definido a través del tiempo, sin embargo, al analizar la distribución de la abundancia por fracción de tamaño, podemos observar que las mayores concentraciones de ambas, están relacionadas generalmente con las zonas menos profundas, en las cuales la posibilidad de que exista un aporte de nutrientes proveniente del material orgánico remineralizado en el fondo de la misma, se ve incrementada ya que debido a la batimetría propia de la bahía así como a su poca profundidad, estos pueden ser puestos en suspensión por acción de las corrientes y mareas. De igual manera se registraron altas concentraciones en la parte media de la bahía en su lado occidental en

donde el factor principal puede ser que debido a las corrientes y forma de esta zona se presenta un área de acumulación de partículas incluyendo al fitoplancton (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994).

Esta característica de la abundancia fitoplanctónica fraccionada de presentar mayores concentraciones en ciertas zonas, no se refleja en la distribución de la abundancia total, dado que aunque existe la coincidencia en el espacio, esta no se da en el mismo tiempo para las dos fracciones. Las especies microfitoplanctónicas mostraron cierta afinidad a desarrollarse en ciertos puntos de la bahía, como son la parte de la boca, la cual está influenciada por agua del golfo, la parte sur con profundidades menores y temperaturas mas elevadas, la costa oriental y occidental y la parte central o de mayor profundidad. La afinidad de las especies microfitoplanctónicas a ciertas áreas de la bahía se da como respuesta a los cambios en el medio, ya que cuando existe un aporte de nutrientes, las primeras en responder ante esta nueva condición son generalmente las diatomeas que forman parches de altas concentraciones (Thunell *et al.*, 1996). Utilizando este comportamiento y apoyándonos en los resultados de las variables físicas, fue posible caracterizar la bahía en cinco zonas con características particulares.

Aparte de la zonificación horizontal, se observaron también diferencias en la abundancia de los dos niveles muestreados. Aunque estas fueron mínimas y se consideran como no significativas, lo cual da evidencia de la homogeneidad existente entre los primeros 10 metros de la columna de agua como lo menciona Reyes-Salinas (1994). Solo durante octubre de 1991 y junio de 1993 se registraron diferencias significativas entre el nivel superficial y el de 10 metros. En el primer caso para la fracción nanofitoplanctónica y en el segundo para el microfitoplancton. Dado que en ambos casos se trató de la fracción menos abundante, no influyó sobre la abundancia total que se comportó de manera homogénea en ambos niveles. La diferencia en cuanto a la abundancia microfitoplanctónica, está relacionada directamente con la distribución en parches que presenta el fitoplancton, ya que la variación en la abundancia de las diferentes especies que los conforman puede variar tanto horizontal como verticalmente; es este caso las diferencias significativas fueron ocasionadas por las mayores abundancias de *Ps. delicatissima* y *H. hauckii* en el nivel superficial.

Al existir homogeneidad en los primeros metros, se tiene una composición específica específica similar, lo cual ocasionó que la asociación de especies a través

de la bahía se diera en mayor parte entre los dos niveles a lo largo de casi todo el año. Ya que en casos particulares como diciembre de 1992 se agruparon estaciones de un solo nivel, lo cual pone en evidencia la distribución en parches del fitoplancton. De hecho al reducir el nivel de similitud, la agrupación se va haciendo mas grande, incluyendo estaciones que pueden formar parte de la periferia del parche.

En cuanto a la variación interanual de la abundancia fitoplanctónica total, es posible observar una ligera disminución durante 1992 y 1993 con respecto a los valores registrados durante 1991. Dentro de esta abundancia, el mayor constituyente fue la fracción de menor tamaño exceptuando octubre de 1991, así como junio y septiembre de 1992, en los cuales dominó el microfitoplancton. La dominancia del nanofitoplancton es común en el golfo central y ya ha sido reportada con anterioridad en la parte norte de esta bahía (Gilmartin y Revelante, 1978). El comportamiento de las dos fracciones de tamaño fue distinto a través de los años considerados. Mientras que la fracción microfitoplanctónica tendió a disminuir durante 1992, para mostrar un ligero incremento en los meses de 1993, el nanofitoplancton tendió a incrementar sus valores a partir de junio de 1992. Esto puede estar relacionado con el efecto de El Niño, que presentó su mayor influencia durante este periodo, lo cual está documentado tanto para el Golfo de California (Millán-Núñez, 1986) como para la Corriente de California y la costa de Perú (Barber y Chavez, 1983; Putt y Prezelin, 1985; Torres-Moye, 1985; Alvarez-Borrego, 1985 en Millán-Núñez y Gaxiola-Castro, 1989; Martínez-López, 1993). Esta consideración cobra fuerza al ver que el incremento registrado durante 1993 en la abundancia del microfitoplancton está relacionada con la aparición en cantidades importantes de los dinoflagelados que son característicos de aguas mas cálidas (Lee, 1989).

Aunado a la dominancia de la fracción nanofitoplanctónica y al incremento del grupo de los dinoflagelados durante la temporada cálida, se puede considerar como una evidencia mas de la posible tropicalización del sistema el registro de *Oscillatoria* sp, que se asocia con aguas cálidas y oligotróficas (Lee, 1989). De igual manera, durante los muestreos de junio de 1992 y 1993, se registró como dominante o codominantes a *H. sinensis* y *H. hauckii*, observándose que generalmente se encontraba en simbiosis con la cianofita *Richelia intercellularis*, la cual es capaz de fijar nitrógeno atmosférico y así proporcionar a la diatomea una fuente alternativa de este elemento, que de otra manera estaría inaccesible para ella. De acuerdo con Villareal (1994) la simbiosis en este género se ha presentado en proporciones superiores al 90% siendo incluso mayor a la observada en *Rh. cleveii*. Estas asociaciones sugieren condiciones de pobreza de

nutrientes en el medio, ya que han sido observadas comúnmente en aguas oligotróficas (Guillard y Kilham, 1977; Taylor, 1982).

Cuando se **encontró** en esta investigación la simbiosis anteriormente mencionada (junio de 1992 y 1993) se registraron de igual manera las menores concentraciones de proteínas, lo cual puede indicar una menor concentración de nitrógeno en la columna de agua. Por otro lado, esto se dio durante la temporada en la que se reporta la presencia de masas de agua de origen tropical, las cuales son normalmente oligotróficas. Al respecto, Atilano-Silva, (1987) registró a H. **Sinensis** como una de las especies mas abundantes para su estudio, asociándola con la incursión de agua tropical superficial hacia el golfo central.

Las evidencias registradas en esta investigación, sobre una posible tropicalización del sistema como producto de la influencia de El Niño, durante 1992 y principios de. 1993, coinciden con las observaciones de Thunell et al. (1996) quienes registraron un notorio incremento del grupo de los cocolitoforidos y en particular una importante proliferación de **Emiliana huxleyi**, durante el verano de 1992, esto de igual manera, sugiere que durante este periodo, la parte central del Golfo de California presentó bajas concentraciones de nutrientes y un ambiente altamente estable.

Al comparar los diferentes meses en base a su composición específica aplicando un índice de presencia-ausencia (Sokal y Sneath, 1963), se encontró que la mayor parte de estos forman una sola asociación o grupo. Esto evidencia la estabilidad en la bahía, que permite que en meses con diferentes condiciones se mantengan comunidades semejantes; de igual forma el efecto de calentamiento que se presentó durante 1992 como respuesta al evento de El Niño, permitió que los meses fríos de este año presentaran una composición de especies característica de agua tropical, semejante a la que se presenta durante los meses cálidos de un año en el cual no se tiene la influencia de este fenómeno. De esta forma pudo presentarse la asociación entre meses como marzo y diciembre de 1992 con mayo de 1991, los cuales bajo condiciones normales presentarían una composición específica por demás diferente.

Para el nivel superficial, febrero de 1991, junio y septiembre de 1992 no se asociaron con el resto de los meses considerados; en el primer caso se debió a que en febrero se presentó una composición específica diversa en la cual dominaron especies del género **Chaetoceros**; el cual según Sancetta, (1995) es característico en el Golfo de

California durante el inicio de la primavera. Junio se caracterizó por la proliferación generalizada de ***D. fragilissimus***, lo cual ocasionó que durante este mes se hallan registrado los valores mayores de dominancia y los menores de diversidad. El caso opuesto fue el que se presentó durante septiembre donde se registraron los valores mayores de diversidad, así como de número de especies, provocando por consiguiente la **disminución** en los valores de dominancia

En el nivel profundo solo se separaron los meses de febrero de 1991 y septiembre de 1992. El caso particular del septiembre de 1992 para ambos niveles en donde este mes se separa por completo, está ocasionado por la gran diversidad de especies que se registraron. Durante este mes se determinaron aproximadamente 30 especies las cuales no se presentaron en ninguno de los otros meses, entre ellas existe una gran proporción de dinoflagelados (39 y 50 % para el nivel superficial y de 10 metros, respectivamente); de igual manera se registran especies características de ambientes bentónicos o ticoplanctónicos como ***Navicula cf fusiformis***, la cual fue la mas abundante, todo esto además de dar una evidencia de condiciones propicias para el desarrollo de comunidades de ambientes cálidos nos pueden dar indicios que durante este mes pudo existir alguna perturbación ambiental del tipo de ciclones o huracanes que vinieron a homogeneizar la columna de agua y dar la posibilidad de proliferar a especies que comúnmente se encuentran en el ambiente bentónico.

Otra manera de analizar los cambios ocurridos en la sucesión de especies a través de los años considerados fue mediante el IVB que nos da información mas completa al considerar tanto la abundancia de las especies como su persistencia a lo largo de la zona muestreada. De esta manera se pudo corroborar que las especies con mayores puntuaciones fueron del grupo de las diatomeas y que entre los dos niveles muestreados existió una gran semejanza. De igual manera, se pudo corroborar la mayor importancia de las especies de este grupo en la temporada fría (columna de agua homogénea) y el incremento de los dinoflagelados hacia el periodo cálido o estratificado, principalmente durante 1992 y 1993. Esto se dio como una respuesta a la incursión de agua de mayor temperatura y pobre en nutrientes, producto de la influencia de la incursión de agua proveniente del sur.

Algo de suma importancia al observar el incremento de los dinoflagelados en su abundancia y número de especies, es el registro de ***Prorocentrum micans***, ***Scrippsiella trochoidea***, ***P. gracile***, ***G. herbaceum***, ***P. steinii***, ***G. sanguineum***, ***G. sanguineum***, ***P.***

micans, *G. catenatum* y *A. catenella* que han sido reportadas con anterioridad en la zona, además de que algunas pueden ser tóxicas o potencialmente tóxicas (Gárate-Lizárraga, 1995). Es evidente por estos resultados que en Bahía Concepción existen especies fitoplanctónicas capaces de producir toxinas, las cuales son incorporadas y acumuladas por los organismos filtradores, los cuales pueden poner en peligro la salud humana en el caso de que sean consumidos bajo estas condiciones. Esto cobra importancia si consideramos que además de explotarse las poblaciones naturales de moluscos en esta zona, se tienen cultivos de especies como la almeja catarina. Se debe poner especial interés en el peligro potencial existente debido a la producción de toxinas en esta área y debe ser tratado y considerado con particular atención ya que se han reportado concentraciones de toxinas que exceden en mas de cuatro órdenes de magnitud la norma de 400 UR (límite máximo permisible para el consumo de moluscos) durante marzo y junio de 1993 (Morquecho-Escamilla, 1996). Aunque no se determinaron las especies responsables de esta producción tóxica, se relacionan con los **dinoflagelados** *D. caudata*, *C. furca*, *P. compressus* y *P. micans*, los cuales al parecer, proliferaron debido a la condición de oligotrofia existente en el medio.

Indicadores bioquímicos de la materia orgánica particulada

Los valores promedio de proteínas, carbohidratos y clorofila son generalmente superiores a los registrados en el Golfo de California (Lechuga-Deveze et al., 1989 y Bustillos-Guzmán, 1989) y la costa occidental de Baja California Sur (López-Cortés et al., 1990; Lechuga-Deveze et al., 1989 y Hernández-Alfonso, 1993). Sin embargo son similares a las determinaciones realizadas por Ayala-Rocha, (1987) en la Bahía de La Paz, lo cual confirma la importancia de estos cuerpos de agua como productores de material orgánico particulado.

En el medio ambiente natural, la variabilidad de las proteínas y carbohidratos además de estar asociada al efecto de las variables ambientales sobre los organismos fitoplanctónicos, se ve influenciada por la presencia de partículas no fotosintéticas como bacterias, detritus y zooplancton, cuya biomasa y proporción registra importantes cambios espacio temporales, haciendo más difícil la interpretación de las alteraciones bioquímicas (Lechuga-Deveze, et al., 1989). Así, las concentraciones de carbohidratos no describen un patrón anual definido y sus valores máximos o mínimos no se asocian de manera directa a las condiciones prevalecientes en el medio. Las concentraciones de proteínas

tienden a describir una variación estacional, definiéndose de la siguiente manera: las máximas concentraciones se relacionan con los meses con temperaturas menores y una columna de agua homogénea, esto sugiere cierta asociación de estos metabolitos con el material detrítico, dado que en general no se detectó correlación significativa con las clorofilas.

Al ser el material detrítico una fuente de proteínas, este debió presentarse en asociación con bacterias o protozoarios que son grandes aportadores de estos compuestos, al igual que el microzooplancton (Ríos y Fraga, 1987). Por otra parte, las menores concentraciones de estos metabolitos se registraron durante la temporada cálida cuando se presenta una estratificación de la columna de agua por debajo de los 10 metros, limitando esto el registro de proteínas asociados a material resuspendido, de igual forma las poblaciones fitoplanctónicas que son de menor importancia, presentan en general un contenido proteico pobre, lo cual puede ser ocasionado por una posible deficiencia de nitratos en el medio (Sverre, 1974), ya que la mayor parte de esta temporada se tiene influencia de agua oligotrófica en la zona.

La concentración de clorofila, presenta sus picos máximos durante el periodo frío (homogeneidad en la columna de agua), lo cual concuerda con lo reportado por Thunell et al. (1994) para la parte central del Golfo de California, quienes encontraron las máximas concentraciones de noviembre a marzo al promediar datos desde 1979 a 1986. De igual forma existe coincidencia con los resultados obtenidos por Reyes-Salinas (1994) que reporta para la parte central de esta bahía, las menores concentraciones de clorofila durante el verano ($0.38\text{-}0.77\text{ mg/m}^3$); mientras que los máximos ($0.83\text{-}1.63\text{ mg/m}^3$) se registraron durante meses típicamente fríos.

En 1993 esta tendencia se ve invertida, incrementando sus valores hacia el verano. Existen también reportes puntuales para la parte norte de la bahía registrados durante la temporada cálida, siendo estos relativamente bajos al oscilar en un intervalo de $0.2\text{-}0.6\text{ mg/m}^3$ (Gilmartin y Revelante, 1978).

Para esta misma zona de estudio, se tienen los datos de 1993 reportados por Reyes-Salinas, (1994) en el caso de las proteínas y carbohidratos los valores encontrados en esta investigación, son notoriamente menores que los mismos meses y año que se reportan en el estudio antes mencionado (marzo y junio); una razón que seguramente influyó para encontrar estas diferencias es que el trabajo de Reyes-Salinas, (1994)

proviene del estudio realizado en la parte central de la bahía, la cual presenta las mayores profundidades, mientras que las concentraciones aquí reportadas son igualmente promedios pero producto de toda la zona de estudio en la cual se presentan diferencias marcadas entre zonas profundas y someras. A pesar de la diferencia en las concentraciones reportadas se encontró coincidencia al registrar las mayores concentraciones de carbohidratos y proteínas durante marzo de este año

En cuanto a los cambios interanuales de estos indicadores bioquímicos, los carbohidratos son los que dan una evidencia de las condiciones de calentamiento del sistema durante 1992, dado que la concentración mayor de estos metabolitos se presentó durante junio de este año y se puede asociar con la presencia de material detrítico envejecido proveniente de la defoliación de manglar y desprendimiento de algunas macroalgas, ya que estos procesos se ven acelerados y acrecentados bajo condiciones de temperaturas altas. Por otro lado, es poco probable que se trate de un incremento en la concentración de carbohidratos como producto de la resuspensión del material detrítico proveniente del fondo de la bahía, ya que este mes se caracteriza por presentar una columna de agua estratificada. De igual manera, es poco factible que se trate de una comunidad fitoplanctónica en decadencia, al ser durante este mes cuando se presentó la máxima proliferación monoespecífica de una diatomea, lo cual puede estar relacionado con la hipótesis de una posible entrada de nutrientes producto de aguas de surgencias locales provenientes de la zona aledaña del Golfo de California, lo cual habría favorecido la proliferación de ***D. fragilissimus***.

Durante septiembre de 1992 se observó la mayor riqueza específica del fitoplancton, siendo una clara evidencia de condiciones medioambientales favorables, que pudieron ser producto de una resuspensión de nutrientes del fondo, ya que a pesar de que se trata de un mes en el cual los vientos dominantes del norte no se han instalado, existe la posibilidad de que algún fenómeno meteorológico del tipo de los huracanes pueda poner en resuspensión las sales nutritivas que se han acumulado en el fondo de la **bahía**. Esto coincide con un notorio incremento de las proteínas, sugiriendo una mayor estabilidad del mediá. Al existir una suficiencia nutritiva y considerando que las especies fitoplanctónicas y en particular las diatomeas son limitadas al crecimiento por diferentes nutrientes, puede darse el desarrollo generalizado de un mayor número de especies sin que exista una relación de competencia inhibitoria entre ellas (Darley, 1991).

Mediante las regresiones proteínas-clorofila solo se pudo determinar el origen de la materia orgánica en el nivel profundo durante septiembre y diciembre de 1992, siendo el constituyente mayoritario el material de origen fitoplanctónico. Para los demás meses no se hicieron las determinaciones respectivas dado que la correlación entre las variables era muy baja. De esta manera se puede inferir que el constituyente de origen no fitoplanctónico cobra mayor importancia, puesto que el complemento de r^2 era mayor que la r^2 misma. En otras palabras, esto significa que es mayor la **varianza** no explicada que la que se pueda explicar mediante la relación lineal considerada. Por tal razón, se concluye que las proteínas registradas en su mayoría provienen o están asociadas **a** una fuente no fitoplanctónica.

Aunque los carbohidratos mostraron una mayor asociación que las proteínas con la fracción fitoplanctónica, es evidente que la principal fuente de estos metabolitos está relacionada con el material orgánico de origen no fitoplanctónico; de esta forma, los únicos meses en los cuales el fitoplancton fue el que dominó dentro del material orgánico **particulado** (marzo y diciembre) se caracterizan por condiciones ambientales normales por ser parte de la temporada de homogeneidad y eutrofia del agua, lo cual se manifestaría en una mayor contribución **protéica** por parte de la comunidad fitoplanctónica. Sin embargo, debido al posible efecto de El Niño al aumentar la limitación de nutrientes, las tendencias generales del fitoplancton son: una disminución del contenido de clorofila y proteínas por célula, un incremento en el contenido de carbohidratos, así como una disminución en la tasa de respiración y un incremento en la capacidad para absorber el nutriente limitante (Darley, 1991).

En cuanto **a** las concentraciones promedio de clorofila **a** registradas durante 1991 a 1993, éstas presentaron cierta similitud con la curva de abundancia fitoplanctónica total. Sin embargo, no se registró una coincidencia consistente con los meses que registraron los valores máximos de estas variables, esto sugiere que puede existir un aporte de clorofila correspondiente **a** grupos fitoplanctónicos de un tamaño tan pequeño que no se refleja en un incremento de la abundancia fitoplanctónica, al no ser considerados mediante el **método** utilizado para la cuantificación de la abundancia, ya que en esta investigación solo se están incluyendo las fracciones superiores a las 5μ . Esto coincide con las observaciones de Lechuga-Deveze (1994) quien reporta la presencia de proclorofitas en **Bahía** Concepción como importantes productores primarios, las cuales presentan tamaños celulares -que oscilan entre las 0.6 y 16μ . El haber utilizado filtros GF/F, los cuales son reportados como los mas adecuados para filtrar volúmenes

pequeños de agua y retener partículas del picoplancton e incluso para muestreos de aguas **oligotróficas** (Taguchi *et al.*, 1988), nos da la posibilidad de retener células de estos grupos y que su aporte a las concentraciones de clorofila puedan ocasionar estas variantes. Otro factor importante que afecta la relación directa entre la concentración de clorofila **a** y la abundancia celular, es la capacidad que tiene el fitoplancton para variar el contenido de clorofila por célula, como una respuesta a cambios en la intensidad **luminosa** en que se desarrolla la comunidad (Lancelot-Van Beveren, 1980), esto ocasiona la independencia observada entre la abundancia fitoplanctónica total y la concentración de clorofila, incluso si consideramos las fracciones de menor tamaño.

El que no exista un ajuste significativo entre la clorofila y las proteínas o carbohidratos es algo común, mas aún si consideramos que en esta investigación no se realizó ninguna separación de las fracciones de tamaño que constituyen la materia orgánica particulada, en la cual podemos encontrar una gama de componentes que van desde fitoplancton, zooplancton, bacterioplancton, detritus, aporte terrígenos, hasta los aportes **antropogénicos** (Lenz, 1977). De igual forma las variaciones que pueda presentar la concentración de clorofila como respuesta a cambios en la intensidad luminosa, no afectan la composición bioquímica celular expresada por otros metabolitos (Lancelot- Van Beveren, 1980).

En el caso de Bahía Concepción, el aporte terrígeno de **material** orgánico acarreado durante los tiempos de lluvia pasa a un segundo término ya que **en** esta zona la precipitación pluvial es muy baja; entre 1991 y 1993 se registraron valores totales anuales entre los 165 y 293 mm, siendo invierno y verano las temporadas de lluvia de mayor importancia según la Comisión Nacional del Agua. De esta manera, la posible asociación de los dos metabolitos con una fuente externa o terrígena carece de evidencias, cobrando mayor importancia la contribución del micro y macrozooplancton como posibles aportadores de carbohidratos y proteínas al sistema. Asimismo los agregados de micro partículas que se forman en la columna de agua por la presencia o asociación de microorganismos como bacterias, protozoarios y hongos en la materia orgánica particulada, vienen a enriquecer el contenido proteico del material particulado, incrementando de esta manera el valor nutricional de la partícula (Blum *et al.*, 1988). El que la comunidad fitoplanctónica no sea el principal constituyente del material orgánico particulado no afecta ni limita la capacidad portadora de este sistema, ya que las lagunas costeras poseen una alta productividad debido a la variedad de materiales primarios que en ellas se presentan, y al aporte de energía en forma de materia orgánica de áreas

adyacentes (González-Farías y Hernández-Garza, 1989). Entre ellas se tiene a los manglares que son uno de los principales aportadores de materia orgánica, tanto para las lagunas como para las aguas costeras adyacentes (Odum y Heald 1975, Pool et al., 1975, Lugo y Snedaker 1979, Carter et al., 1982, Brown y Lugo 1982, Odum et al., 1982; en Flores-Verdugo, 1987). De igual forma, los detritus orgánicos tienen gran importancia como recurso alimenticio en sistemas acuáticos someros, en los cuales, la mayor contribución detrítica está dada por plantas viejas que sufren defoliación, pastos, algas y desechos fecales animales (Eckman, 1947; en Tenore et al., 1982).

Dado que los datos obtenidos en el presente trabajo no muestran una relación directamente proporcional entre las variables (carbohidratos y proteínas) correlacionadas, se consideró esto como una limitante importante del método para determinar el origen de la materia orgánica **particulada**. Al respecto, Banse (1974, 1977) señaló las dificultades que se tienen al realizar los cálculos mediante las pendientes obtenidas de una regresión, debido a la variación independiente de la variable utilizada con respecto al fitoplancton. Existe también la posición contraria, en la cual aún con el incumplimiento de los supuestos mencionados han reportado en diversas investigaciones el origen del material **particulado** realizando los cálculos mediante esta metodología (McAllister et al., 1960; Banse, 1977; Ayala-Rocha, 1987; Lechuga-Deveze et al., 1989; Bustillos-Guzmán, 1990; Hernández-Alfonso, 1993; Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994).

Una situación similar se presentó al realizar las regresiones lineales entre las concentraciones de carbohidratos y proteínas, por lo tanto, se decidió no utilizar los valores de las pendientes obtenidas para inferir sobre las condiciones del medio en que se desarrollaron las comunidades fitoplanctónicas y calcular para este fin el cociente carbohidratos/proteínas a partir de los valores promedio registrados en cada mes. Ello permite inferir con mayor certeza sobre las condiciones medioambientales prevalecientes durante el periodo de estudio. Así, los valores mayores de este cociente se registraron en junio de 1992 (4.88) y agosto de 1993 (4.47) en el nivel superficial, mientras que en el nivel profundo fueron de 4.16 y 4.12, durante los mismos meses que en el nivel superficial. Este reporte coincide con la temporada cálida o de baja abundancia fitoplanctónica y puede estar relacionada con el envejecimiento del material detrítico orgánico proveniente de los pastos marinos y mantos de macroalgas ya deteriorados, los cuales se desprenden durante el verano (Casas-Valdez et al., 1993) y se integran a la columna de agua.

Los valores del cociente CHO/PROT más bajos (inferiores a 1.5) se registraron generalmente durante las temporadas de invierno y primavera,” indicándonos el predominio del material recién sintetizado por el fitoplancton, así **como** la importante participación del microzooplancton o de poblaciones de bacterias colonizadoras del detritus (Pocklington y Leonard, 1979, en Navarro y Jaramillo, 1994). Aunque es evidente la tendencia de este cociente de presentar sus valores inferiores durante los meses fríos, así como sus máximos durante el verano; marzo de 1992 es la excepción a la regla, ya que presentó el valor máximo para esta relación (20.90 y 19.0 mg/m^3 para superficie y profundidad respectivamente) ocasionado por la drástica disminución de las proteínas (6.8 mg/m^3 en superficie y 6.5 mg/m^3 en profundidad); ya que los valores de carbohidratos fueron intermedios (142.5 mg/m^3 en superficie y 124.3 mg/m^3 en profundidad). El decremento de proteínas durante este mes debe estar asociada la disminución de material detrítico rico en este metabolito, pudiendo ser que el aporte del microzooplancton no haya sido de gran magnitud, o que el material orgánico particulado no está en **proceso** de degradación y no presenta una asociación bacteriana que aumente su contenido **protéico**.

Este cociente sugiere sobre la calidad del alimento que sustenta a niveles tróficos superiores (Goldman et al., 1979). De esta forma los valores bajos indican una buena **calidad** en el alimento disponible, lo cual favorece a los organismos filtradores, como la almeja catarina, que presenta poblaciones comercialmente importantes en esta bahía. Los valores mínimos de este cociente se registraron durante el principal periodo de desove de la almeja. Así, se incrementa la posibilidad de supervivencia de sus larvas, ya que durante su primera alimentación encontrarán las condiciones propicias de calidad y cantidad de partículas alimenticias. El estadio larval de esta almeja es uno de los más críticos dentro de su ciclo de vida (Avilés-Quevedo, 1990). En su etapa adulta también es indispensable la buena calidad y cantidad de material orgánico presente en la columna de agua, ya que en general la tasa de filtración de estos bivalvos aumenta conforme crece el organismo.

La tasa de filtración de la almeja catarina está influenciada **por la concentración de partículas en el medio y** del tamaño de las mismas (Winter, 1978; en Avilés-Quevedo, 1990). De esta manera, la dominancia de la fracción de menor tamaño del material orgánico **particulado** es de gran importancia ecológica, dado que es un alimento potencial viable para una gran cantidad de organismos, los cuales son selectivos en cuanto al tamaño de la partícula a ingerir. Al respecto, Davis y Loosanoff (1953)

mencionan que existe además de la selectividad mecánica cuantitativa una selectividad química cuantitativa, principalmente durante los estadios larvales de los moluscos.

El hecho de haber registrado los valores mayores del cociente carbohidratos/proteínas durante el verano, implica que el alimento disponible es de menor calidad pero no es un factor limitante para el desarrollo de este tipo de poblaciones, dado que, la almeja **catarina** se está reproduciendo en esta temporada aunque en menor magnitud. De esta forma, la gran productividad de esta bahía le confiere una alta capacidad portadora que le permite mantener altas densidades de poblaciones de organismos, tanto **pelágicos** como bentónicos. Por otro lado es de suma importancia también el papel de este cuerpo de agua como exportador de material orgánico hacia el Golfo de California, tal y como ha sido reportado para zonas similares a esta por Contreras-Espinosa y Castillo (1992).

En estudios anteriores se subestimaba la importancia de los detritus como fuente de alimento (Jorgensen, 1962, en **Riley y Chester, 1989**), sin embargo, el material no **clorofiliano** como fibras, celulosa y bacterias puede ser una fuente importante para la nutrición de bivalvos y están ampliamente disponibles y son consumidos por los animales acuáticos (Langdon, 1990). En Bahía Concepción el MOPNF y el MOPF son un alimento potencial de buena calidad que se encuentra disponible durante todo el año. Sin embargo, cuando se presentan las condiciones de baja abundancia fitoplanctónica el material detrítico o agregados microparticulados con asociación de bacterias, también llamado “nieve marina” (Brown, et al., 1989) es una fuente alterna para la alimentación de un gran **número** de organismos, ya que dada su naturaleza, posee una alta calidad nutritiva (**Riley, 1963**).

La información generada mediante la presente investigación confirma la potencialidad teórica existente en estos cuerpos de agua para sostener importantes poblaciones de organismos, la cual en esta zona está sustentada en conjunto por el aporte mayoritario de una fracción detrítica; así como por la contribución de una fracción fitoplanctónica **importante** también aunque de menor magnitud. Estos resultados son de gran importancia para el desarrollo de proyectos acuaculturales, ya que dan la pauta a seguir para investigaciones futuras con la finalidad de evaluar la capacidad real de este sistema de soportar costeablemente el desarrollo de un proyecto de este tipo.

CONCLUSIONES

- ❶ Se pudo determinar un periodo frío (noviembre marzo), **influenciado** por agua de menor temperatura proveniente de la parte norte del Golfo de California y un periodo cálido (junio octubre) caracterizado por la incursión de agua proveniente de la parte sur.
- ❷ Se determinó que existe una capa superficial homogénea en esta bahía en los primeros 10 metros de profundidad, la cual se mantiene a través de todo el año.
- ❸ Se registró una dominancia total de las diatomeas sobre los demás grupos fitoplanctónicos, mismas que se vieron favorecidas durante la temporada fría, por su parte los dinoflagelados se incrementaron tanto en abundancia como en número de especies durante los meses mas cálidos, principalmente durante 1993.
- ❹ La abundancia fitoplanctónica total no presentó cambios estacionales definidos; sus variaciones mas importantes se registraron de manera interanual. El nanofitoplancton incrementó su abundancia durante la influencia del evento de El Niño mientras que la abundancia del microfitoplancton disminuyó como respuesta a este fenómeno.
- ❺ Tanto la clorofila **a** como las proteínas, registraron generalmente sus picos máximos durante la temporada fría; mientras que sus valores mínimos en los meses cálidos. Ninguno de estos dos metabolitos mostraron evidencia de haber sido afectados en sus concentraciones por el evento El Niño. Los carbohidratos registraron sus máximas concentraciones durante el efecto de este fenómeno.
- ❻ Existe una fuente de clorofila que por su pequeño tamaño ($< 5 \mu$) no fue cuantificada al determinar la abundancia fitoplanctónica.
- ❼ Durante la principal época de desove de la almeja **catarina** (meses fríos) se registraron los menores cocientes de carbohidratos/proteínas, lo cual indica una buena calidad alimenticia del material particulado.
- ❽ El MOPNF es una fuente alterna de alimento de buena calidad durante la temporada con abundancia fitoplanctónicas bajas, de esta forma durante todo el año existe MOP en cantidad y calidad adecuada para que esta zona mantenga su alta capacidad portadora.

LITERATURA CITADA

- ||| Alvarez-Borrego, S. y R. Lara-Lara., 1991. The physical enviroment and primary productivity of te Gulf of California. En: Simoneit, B.R.T. and Drophin, J.P. (Eds). The gulf and peninsular province of the californias. *Am. Assoc. Petr. Geol. Memoir.* 555-567 pp.
- ||| Allen, W.E., 1937. A large catch of Noctiluca. *Sci.* 86:197-198.
- ||| Allen, W.E., 1938. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Expedition of 1936. *Univ. South. Calif.*, 3(4):47-59.
- ||| Atilano-Silva, H.E., 1987. Composición y estructura de la comunidad del fitoplancton siliceo en el Golfo de California, en marzo de 1983. Tesis profesional. U.A.B.C. 161 pp.
- ||| Avilés-Quevedo, A., 1990. Crecimiento de la almeja catarina ***Argopecten circularis*** (Sowerby 1835) en función del alimento, con énfasis sobre biología y desarrollo. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México, 120 pp.
- ||| Ayala-Rocha., B., 1987. Proteínas y carbohidratos del fitoplancton y su significado ecológico en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis profesional. U.A.B.C.S. 61 pp.
- ||| Badan-Dangon, A., C.K. Koblinski y Baumgartner, T., 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanol. Acta*, 8(1):13-22.
- ||| Balech, E., 1977. Introducción al fitoplancton marino. Ed. Univ. de Buenos Aires, Argentina. 103-I 14.
- ||| Balech, E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Pub. Especial Inst. Español de Oceanogr. No. 1*, 88. 310 pp.
- ||| Banse, K., 1974. On the interpretation of data for the carbon-to-nitrogen ratio of phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 19(4):695-699.
- ||| Banse, K., 1977. Determining the carbon-to-clorophyll ratio of natural phytoplankton. *Mar. Biol.Ecol.*, 41:199-212.
- ||| Barlow, R.G., 1982. Phytoplankton ecology in the southern Benguela current. I. Biiiochemical composition. *J. Exp. Mar. Biol. Eco/.* 63:209-227 pp.
- ||| Blum, L.K., L. Mills, C. Zieman y R.T. Zieman., 1988. Abundance of bacteria and fungi in seagrass and mangrove detritus. *Mar. Eco/.* *Progr. Ser.* 42:73-79 pp.

- 📖 Brower, J.E. y J.H. Zar., 1979. Field y laboratory methods for the general ecology. Wm. C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa. 194 pp.
- 📖 Brown, J., A. Colling, D. Park, J. Phillips, D. Rothery y J. Wright., 1989. Ocean chemistry and deep-sea sediments. Primera edición. The open University. 134 pp.
- 📖 Bustillos-Guzmán. J.J., 1990. Biomasa protéica, de carbohidratos y clorofila de las fracciones de nanopartículas y micropartículas de la región de las grandes islas y central del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 96 pp.
- 📖 Casas-Valdez, M.M., I. Sánchez-Rodríguez y G. Hernández-Carmona., 1993. Evaluación de **Sargassum** spp en la costa oeste de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 8(2)61-69.
- 📖 Castillo, F. y D. Osorio., 1993. Relación climatológica de la temperatura superficial del Pacífico Colombiano sobre el fitoplancton marino durante El Niño 1991-92. Boletín Científico del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 14: 131-144 pp.
- 📖 Cervantes-Duarte, R., G. Gaxiola-Castro y J.E. Valdéz-Holguín., 1993. Relación entre la clorofila superficial y clorofila en la zona eufótica del Golfo de California: posible aplicación para estimar la producción primaria con datos obtenidos por sensores remotos. *Cien. Mar.* 19(4) 473-490 pp.
- 📖 Contreras-Espinosa, F., 1988. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca. 263 pp.
- 📖 Conteras-Espinosa, F. y F. Gutierrez-Mendieta., 1989. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en las lagunas costeras. En Rosa-Vélez, J. y F. González-Farías (eds) Temas de oceanografía biológica en México. U. A. B. C. Ensenada. 337 pp.
- 📖 Contreras-Espinosa, F. y J.R. Casillas., 1992. Importancia del intercambio mareal en lagunas costeras. *Universidad y ciencia*. 9(18).
- 📖 Cortés-Altamirano, R., 1984. Mareas rojas producidas por el ciliado **Mesodinium rubrum** (Lohman) en el área litoral de Mazatlán, Sinaloa, México. *Biótica* 9:259-270.
- 📖 Cortés-Altamirano, R., 1987. Observaciones de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Cienc. Mar.* 13(4)1-19.
- 📖 Cortés-Lara, M.C., 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton del Golfo de California (mayo de 1982), Expedición Cortés Y, B/O El Puma. Tesis Profesional. 100 pp.

- 11 Cruz-Orozco, R., L. Godínez-Orta, E. Nava-Sánchez y S. Solís-Núñez., 1991. Algunos aspectos geológicos de Bahía Concepción, B.C.S. *Oceanotas No. 2* U.A.B.C.S. Dpto. de Geología Marina.
- 11 Cupp, E.E. y W.E. Allen., 1938. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Pacific Expedition of 1937. *Univ. Southern Calif.* 3:91-99.
- 11 Cupp, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North-América. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 5: 1-238.
- 11 Darley, M. D., 1991. Biología de las algas. Enfoque fisiológico. Primera edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. 236 pp.
- 11 Davis, H.C. y Loosanof., 1953. Utilization of different food by clam larvae. *Anat. Rec.*, 117-646.
- 11 Dawes, C.J., 1986. Botánica marina. Primera edición. editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 673 pp.
- 11 Dobs, F.C., 1981. Community ecology of a shallow subtidal sand flat, with emphasis on sediment reworking by *Clymenella torquata* (Polychaeta: Maldenidae). M.S. Tesis. University of Connecticut. Storrs. Connecticut. 100 pp.
- 11 Dubois, M.K., A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, U.F. Smith., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, 28:359-356.
- 11 Félix-Pico, E.F y R. S. Sánchez., 1976., Tercer informe final del programa de orientación técnica para el aprovechamiento de los recursos naturales, existentes y prácticas de maricultivos en Bahía Concepción y Ensenada de La Paz. *Secret. Rec. Híd.* 20 pp.
- 11 Fernández-Barajas, M.E., M.A. Monreal-Gómez y A. Molina-Cruz., 1994. Estructura termohalina y flujo geostrófico, en el Golfo de California, durante 1992. *Cienc. Mar.* 20(2):267-286.
- 11 Flores-Verdugo, F.J., J.W. Day, y R. Briseño-Dueñas., 1987. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Mar. Eco/. Prog. Ser.* 35:83-90.
- 11 Gárate-Lizárraga, I., D.A. Siqueiros-Beltones y C.H. Lechuga-Deveze. 1990. Estructura de las asociaciones microfitoroplanctónicas de la Región Central del Golfo de California y su distribución espacial en el otoño de 1986. *Cienc. Mar.* 16(3):131-153.

- ||| Gárate-Lizárraga, I., 1991. Análisis de una marea- roja causada por *Noctiluca scintillians* (Macrtney) Ehr. en Bahía Concepción, Baja California Sur en febrero de 1989. *Rev. Inv. Cient.* 2(1):35-43.
- ||| Gárate-Lizárraga, I., 1995. Mareas rojas en Bahía Concepción, B.C.S.. México. *Rev. Invest. Mar.* Boletín No. 40. CICIMAR-IPN.
- ||| García-Pamanes, J., 1987. El fitoplancton de la Ensenada de La Paz, B.C.S., composición específica, variación estacional y distribución. *Mem. V Simp. Biol. Mar. U.A. B.C.S.* 17-29.
- ||| Gilbert, J.Y. y W.E. Allen., 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E.W. Scropps in 1939 and 1940. *J. Mar. Res.*, 5:89-110.
- ||| Gilmartin, M. y N. Revelante., 1978. The phytoplankton characteristics of the barrier Island Lagoons of the Gulf of California. *Est. Coast. Mar. Sci.* 7:29-47.
- ||| Goldman, C.J., J.J. Macarthy y D.G. Peavy., 1979. Growth-rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, 279(5710): 21 O-21 5.
- ||| González-Farías, F. y M. Hernández-Garza., 1989. Aspectos ecológicos de la materia orgánica en Lagunas Costeras de México, En: de la Rosa-Velez y González-Farías (eds). *Temas de Oceanografía Biológica en México. U.A.B.C. Ensenada.* 79-106 pp.
- ||| Guillard, R.R.L. y P. Kilham., 1977. The ecology of marine planktonic diatoms. 372-469 pp. En: D. Werner, (de) *The biology the diatoms.* Univ. Calif. Press.
- ||| Haro-Garay, M y A. Esquivel-Herrera., 1988. Programa ODI.BAS. Documento interno del Departamento de plancton, CICIMAR-IPN. La Paz. B.C.S.
- ||| Hasle, G.R., 1978. Using the inverted microscope. En: Sournia A. (ed.). *Phytoplankton manual.* UNESCO. Paris. 191-196. pp.
- ||| Hasle, G.R. y E.E. Syvertsen., 1996. Marine diatoms. En: Tomas, C.R. (de). *Identifyng marine diatoms and dinoflagellates.* Academic Press. Inc. 5-385 pp.
- ||| Hernández-Alfonso, J.R., 1993. Características bioquímicas del material orgánico particulado en una zona de agregados de langostilla, *Pleuroncode planipes* (Crustacea: Galatheidae) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis profesional. Departamento de Biología Marina. U.A.B.C.S. 73 pp.

- ||| Hustedt, F., 1930. Bacyllariophyta En: Pasher, A. Die Susswasser-Flora Mitteleuropas. Otto Koeltz Science Pub. W. Germany 466 pp.
- ||| Hustedt, F., 1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs under Schweiz. En: L. Raberhorst (ed.), Kryptogamen-Flora. Band VII, P. II. Johnson Rep. Co., N.Y., 845 pp.
- ||| Jeffrey, S.W., y G.F. Humphrey, 1975., New spectrophotometric equation for determing cholorophyls *a, b, c1* y *c2* in algal phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Pfan. B. P.P.*, 1967: 19-194.
- ||| Kiefer, D. y R. Lasker., 1975. Two blooms of *Gymnodinium splendens*, an unarmored dinoflagellate. *Fish. Bull.* 73(1): 675-678 pp.
- ||| Langdon, CH.J. y R.I.E. Newell., 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58:299-310.
- ||| Lara-Lara, R. y J.E. Valdéz-Holguín., 1988. Size fraction biomass and primary productivity in the Gulf of California during spring 1984. *Cienc. Mar.* 14(1): 1-14.
- ||| Lancelot Van Beveren, C., 1980. A statical method to estimate the chemical composition of phytoplankton in the southern bight of the north sea. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 10:467-478.
- ||| Lechuga-Deveze, C.H., B. Ayala-Rocha e I. Gárate-Lizárraga., 1989. Proteínas, carbohidratos y clorofila *a* de la materia orgánica particulada, en tres diferentes ambientes oceánicos: Mar de Portugal, Golfo de California y NW de Baja California Sur. *AN.Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, U.N.A.M. 16(1):147:156.
- ||| Lechuga-Deveze, C., 1994. Shift of acetone-extracted pigments due to unknown natural phytoplankton populations from Concepcion Bay, Gulf of California. *Bull. Mar. Sci.* 55(1): 248-255.
- ||| Lee, R.E., 1989. Phycology. Cambridge University Press. Segunda Edición. 645 pp.
- ||| Lenz, J., 1977. Seston and its main components. Microbial Ecology of Brackish water Enviroment. Edited by G. Rheinheimer. Springer-Verlag, Berlin.
- ||| León-Carballo, G., M. Reinecke-Reyes, y N. Ceseña-Espinoza., 1991. Abundancia y estructura poblacional de los bancos de almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1853) durante abril de 1988, en Bahía Concepción, B.C.S. *Cienc. Pesq. Inst. Nal. de la pesca. Sria de pesca. México* (8):35-40.

- ||| Licea-Durán, S., 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Son./Sin., México. *An. Centro Cienc. del Mar. y Limnol.*, U.N.A.M. 1:99-157.
- ||| Lloyd, M. y R.S. Ghelardi., 1964. A table for calculation the "equitability" component of the species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33:217-225.
- ||| López-Cortés. D.J., C.H. Lechuga-Deveze y J.J. Bustillos-Guzmán., 1990. Influencia hidrográfica en la distribución de la materia orgánica particulada en la zona central del Golfo de California (otoño, 1987). *Rev. Lat-amer. Microbio/.*, 33:305-312.
- ||| Lowry, O.H., N.J. Rosenbrough, A.L. Farr y R.J. Randall., 1951. Protein measurement with folin reagent. *J. Biol. Chem.*, 193:265-275.
- ||| Ludwing, A. J. y James F. Reynolds., 1988. Statical Ecology. "A Wiley-Interscience publication". U.S.A. 337 pp.
- ||| Mann, K.H., 1982. Ecology of coastal waters. A system approach. University of California Press. Los Angeles. 313 pp.
- ||| Mateo-Cid, L.E., I. Sánchez-Rodríguez; E. Rodríguez-Montesinos y M.M. Casas-Valdéz., 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Cienc. Mar.*, 19(1):41-60.
- ||| Martínez-López, A., 1993. Efectos del evento El Niño 1982-1983 en la estructura del fitoplancton en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 95 pp.
- ||| Martínez-López, A. e I. Gárate-Lizárraga., 1994. Cantidad y calidad de la materia orgánica particulada en Bahía Concepción en la temporada de reproducción de la almeja catarina ***Argopecten circularis*** (Sowerby, 1835). *Cienc. Mar.*, Vol. 20 No. 3
- ||| Martínez-López, A. e I. Gárate-Lizárraga (No publicado)., Variación nictimeral de la materia orgánica particulada en una laguna costera del Golfo de California.
- ||| Mcallister, C.D., T.R. Parson y J.D.H. Strickland., 1960. Primary productivity and fertility at station "P" in the Northeast Pacific Ocean. *J. Cons. Internat. Explor. Mar.* 25:240-259 pp.
- ||| Mee, L.D., G. Díaz-González y M. Espinoza Dmian., 1986. Marea roja en el sur de Sinaloa. En. Ayala-Castañares, A; F.B. Phleger; R.C. Shcwrtzlose y J. Vargas (eds.) The Gulf of California. U.N.A.M. (en prensa).

- ||| Millán-Núñez, E., F. Ortiz-Cortéz, y S. Alvarez-Borrego., 1981. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera, a finales de verano. *Cienc. Mar.* 7(1):103-128.
- ||| Millán-Núñez, E., 1988. Marea roja en Bahía de Los Angeles. *Cienc. Mar.*, 14:51-55.
- ||| Millán-Núñez, E., 1986. Distribución y composición del fitoplancton en el Golfo de California, durante 1982-1984. Tesis de Maestría. CICESE 65 pp.
- ||| Millán-Núñez, E. y G. Gaxiola-Castro., 1989. Spatial variability of phytoplankton in the Gulf of California during the El Niño 1983. *Nova Hedwigia.*, 49:113-119.
- ||| Molina-Cruz, A., 1986. Evolución oceanográfica de la boca del Golfo de California. *An. Inst. Cienc. del mar y Limnol.*, U.N.A.M. 13(2):95-120 pp.
- ||| Morquecho-Escamilla, L. 1996. Fítoplancton tóxico y actividad de ficotoxinas en la almejas catarina ***Argopecten circularis*** (Sowerby, 1835) en Bahía Concepción, Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 74 pp.
- ||| Murray, D. y H. Schrader., 1983. Distribution of silicoflagellates in plankton and core type samples from the Gulf of California. *Mar. Micropaleont.*, 7:517-539.
- ||| Navarro, J.M. y R. Jaramillo., 1994. Evaluación de la oferta alimentaria natural disponible a organismos filtradores de la Bahía de Yaldad (43°08', 73°44'), Sur de Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaiso.*, 29(1) 57:75.
- ||| Núñez-López, R.A., 1993. Biomasa estacional específica de ***Sargassum*** (SARGASSACEAE, PHAEOPHYTA) en tres zonas de Bahía Concepción B.C.S. Tesis Profesional, U.A.M. México, D.F.
- ||| Obeso-Nieblas, M., MA. Alatorre-Mcndieta y A.R. Jiménez-Illescas., 1996. Modelación de la marea en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Oceánides*, 1 1(1)-8.
- ||| Pesantes, F., 1978. Dinoflagelados del Golfo de Guayaquil. *Bol. Inst. Oceanogr. de la Armada.* Pub. INOCAR 2(2):1-98.
- ||| Pielou, E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York. 286 pp.

- Polanco, J.E., 1987. Pesquerías Mexicanas. Estrategias para su administración. Esquema de regulación propuesto para la administración de la almeja catarina. **Dir. Gral. Admon. Pesq. Sria. de Pesca.** México, primera edición: 1061 pp.
- Ramírez-Granados, R., 1963. Mareas rojas. Datos para su conocimiento y pronóstico. **Sec. de Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas.** Dpto. de Est. Biól. Pesq. México. Trabajos de Divulgación. 4:1-9.
- Ramírez-Guillén, P.A., 1983. Sistemática, ecología y biogeografía de los crustáceos **anomuros** de Bahía Concepción, B. C. S., Tesis profesional, U.A.N.L. 78 pp.
- Ramírez-Rodriguez, M., 1988. La pesca en Baja California Sur: Capturas de 1952 a 1985. VII Simposium Int. Biol. Mar. 1-15 junio de 1988.
- Raymont, J.E.F., 1980. Plankton and productivity in the oceans. Segunda Edición. Vol. 1. Phytoplankton. Pergamon Press. 489 pp.
- Reyes-Salinas, A., 1994. Relación entre estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston orgánico en Bahía Concepción, Golfo de California. Tesis de licenciatura, U.N.A.M. Campus Ixtacala, 53 p.
- Riley, G.A., 1963. Organic aggregates in sea water and dynamics of their formation and utilization. *Limnol. Oceanog.* 4:373-381.
- Riley, J.P. y R. Chester., 1989. Introducción a la química marina. AGT Editor, S.A. Primera edición. México, D.F. 459 pp.
- Ríos, A.F. y F. Fraga., 1987. **Composición química** del plancton marino. *Inv. Pesq.* 51(14) 619-632 pp.
- Roden, G.I. y G.W. Groves., 1959. Recent Oceanographic Investigation in the Gulf of California: sears foundation. *Jour. Mar Res.*, 18(1): 1 O-35.
- Round, F.E., 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part. 1. Its composition and contribution the sediments. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1:76-97.
- Sancetta, C., 1995. Diatoms in the Gulf of California: Seasonal flux patterns and the sediment record for the last 15,000 years. *Paleoceanog.*, 10(1) 67-84 pp.
- Schiller. J., 1933. Dinoflagellates (Peridineae) in monogrphischer Behandlung teil 2. En: Rabenhorsts Kryptogamen- Flora, Leipzig, 10: 1-598.

- 11.4 Schrader, H., N. Pisias, y G. Cheng., 1986. Seasonal variation of silicoflagellates in phytoplankton and varved sediments in the Gulf of California. *Mar. Micropaleontol.*, 10:207-233.
- 11.4 Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148):688.
- 11.1 Sokal, R.R. y F.J. Rohlf., 1969. Biometry. The principles and practice of Statistics in Biological Research. W.H. Freeman and Company. 859 pp.
- 11.1 Sokal, R.R. y P.H.A. Sneath., 1963. Principles of numerical taxonomy. W. H. Freeman y Co., San Francisco. 259 pp.
- 11.4 Steidinger, K.A. y K. Tangen., 1996. Dinoflagellates. En: Tomas, C.R. (ed). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press, Inc. 387-598 pp.
- 11.1 Sundström, B.G., 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Ph.D. Tesis Lund Univ., Sweden, 245 pp.
- 11.1 Sverre, M., 1974. Production de carbohydrates by marine planktonic diatoms. I. Comparison of nine different species in culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 15:261-274 pp.
- 11.1 Taguchi, S. y E.A. Laws., 1988. On the microparticles which pass through glass fiber filter type GF/F in coastal and open waters. *Jour. of Plank. Res.* 10: 5 999-1008 pp.
- 11.1 Taylor, F.J.R., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963-1964. *Bib. Rot.* 132: 1-1 34, pl 1-46.
- 11.1 Taylor, F.J.R., 1982. Symbioses in marine microplankton. *Ann. Inst. Oceanogr.*, Paris 58 S:61-90.
- 11.1 Tenore, K.R., L. Carmen, S.E.G. Findlay y N. Philips., 1982. Perspectives of research on detritus: do factors controlling the availability of detritus to macroconsumers depend on its source?. *Jour. of Mar. Res.* 40(2) 473-490 pp.
- 11.1 Thunell, C; R., C.J. Pride, E. Tappa y F.E. Muller-Karger., 1994. Biogenic silica fluxes and accumulation rates in the Gulf of California. *Geology.*, 22: 303-306 pp.
- 11.1 Thunell, C.R., C. Pride, P. Ziveri, F. Muller-Karger, C. Sancetta y D. Murray., 1996. Plankton response to physical forcing in the Gulf of California. *Jour. Plank. Res.* 18(11) 2017-2026 pp.

||| Tovilla-Hernández, C., 1991. Oceanografía química. En: De la Lanza-Espino, G. (ed) Oceanografía de los mares mexicanos. AGT Editor, S.A. 515-558 pp.

||| Varela, M., Alvarez-Osorio, M., Valdés, L., Ana-Miranda, R., de Santiago, G. y Costas, E., 1988. Partición de la materia orgánica particulada en el área de afloramiento de la plataforma de Galicia (NO España) durante la campana Breogán 684. Bol. *Inst. Esp Oceanogr.*, 5(1):97-108.

||| Villalejo-Fuerte, M.T., 1992. Aspectos reproductivos de la almeja catrina (***Argopecten circularis*** Sowerby, 1835) en Bahía Concepción B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 96 pp.

||| Villareal, T.A., 1994. Widespread occurrence of the Hemiauls-cyanobacterial symbiosis in the southwest north atlantic ocean. *Bull. of Mar. Sci.*, 54(1): 1-7.

||| Yáñez-Arancibia, A., 1986. Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos. AGT Editor, S.A. México, D.F., 190 p.

ANEXO I

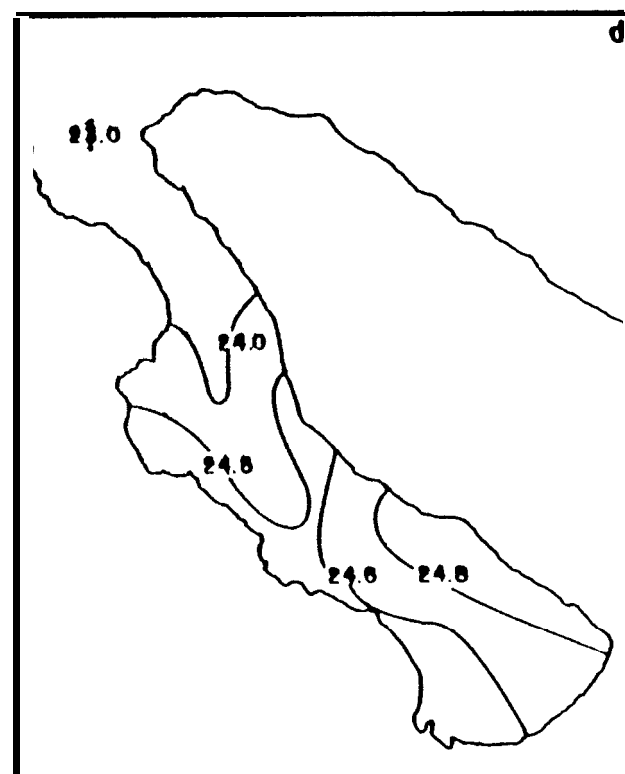
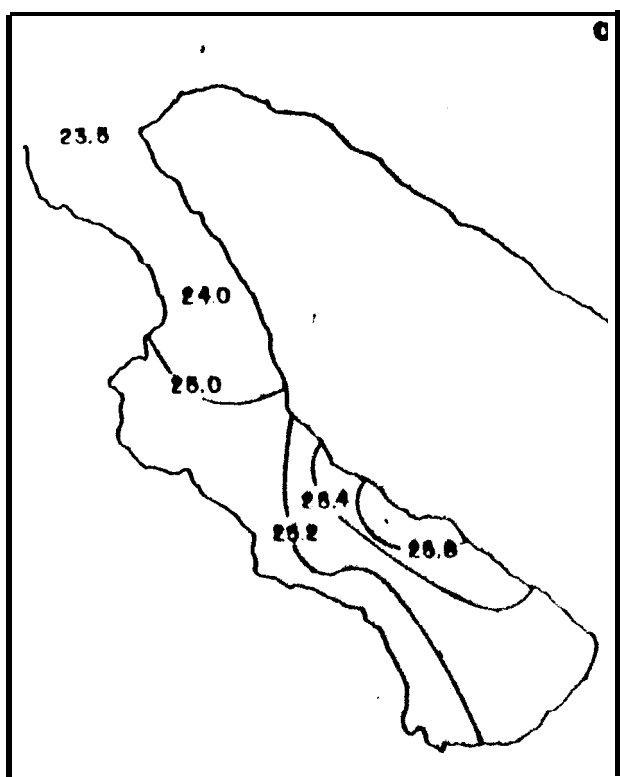
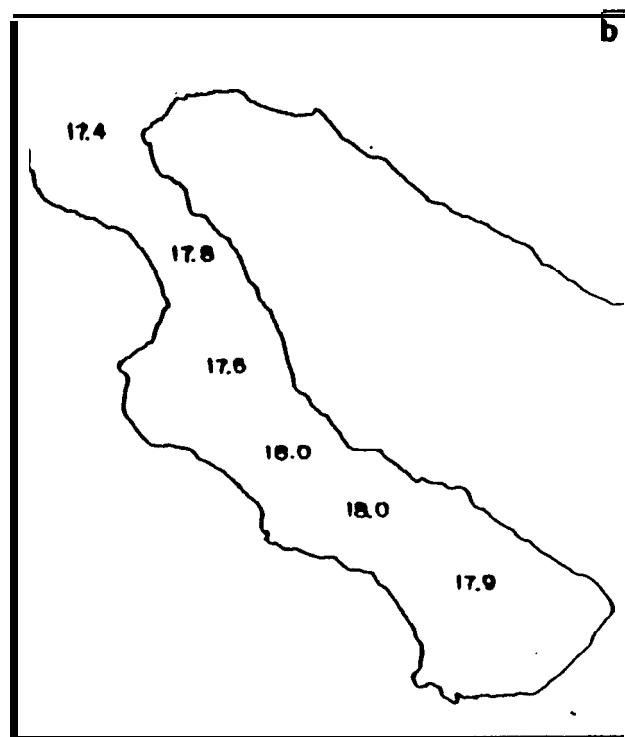
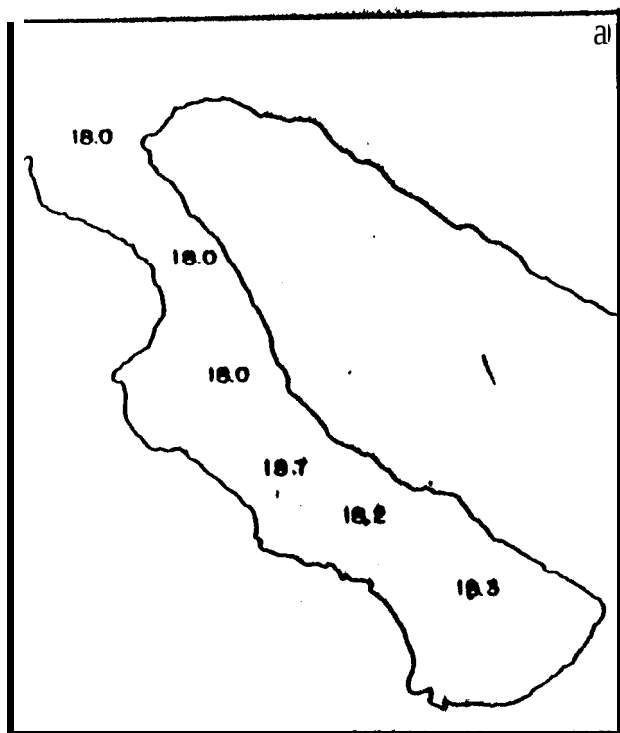


Fig.1.- Distribución horizontal de la temperatura en la Bahía: a) febrero de 1991, nivel superficial; b) febrero de 1991, nivel 10 metros; c) mayo de 1991, nivel superficial; d) mayo de 1991, nivel 10 metros.

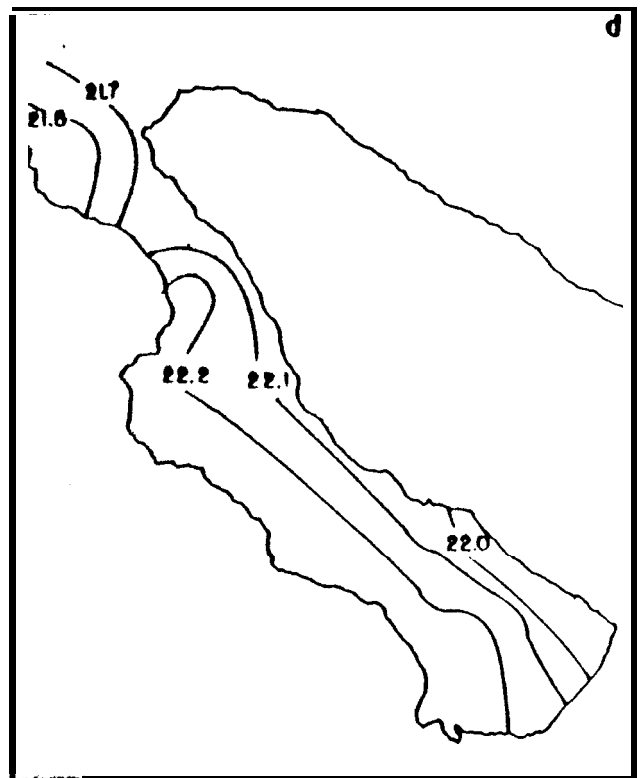
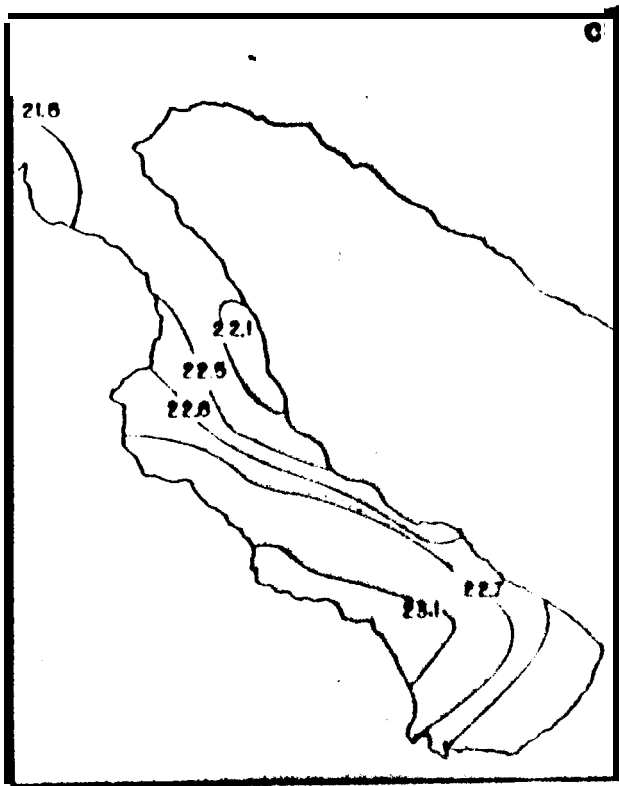
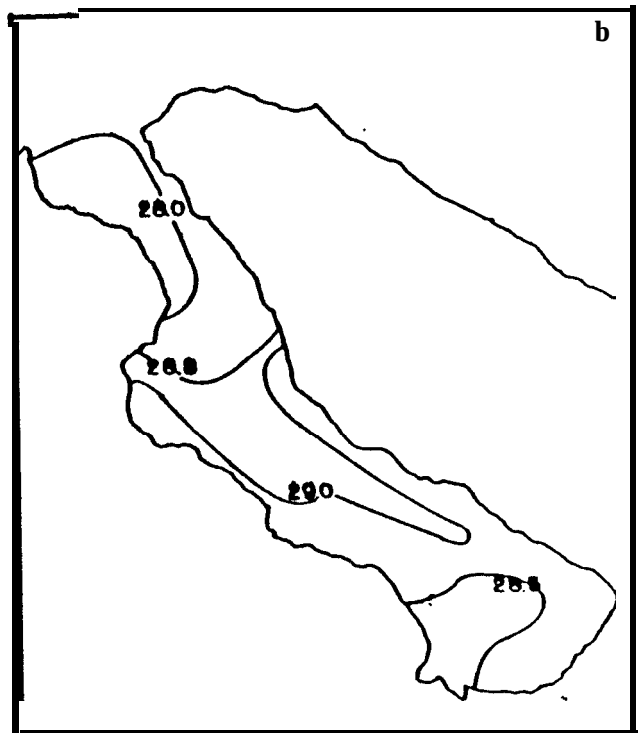
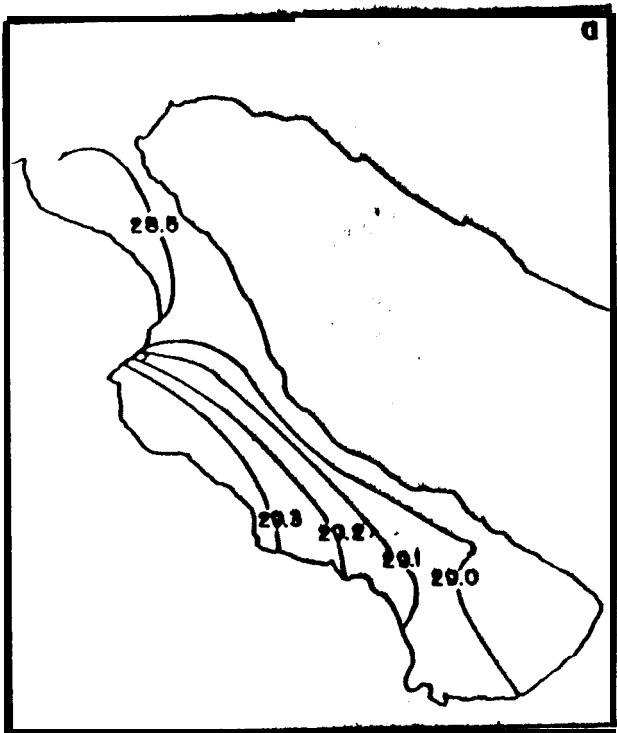


Fig. 2.- Distribución horizontal de la temperatura en la Bahía: a) octubre de 1991, nivel superficial; b) octubre de 1991, nivel 10 metros; c) marzo de 1992, nivel superficial; d) marzo de 1992, nivel 10 metros.

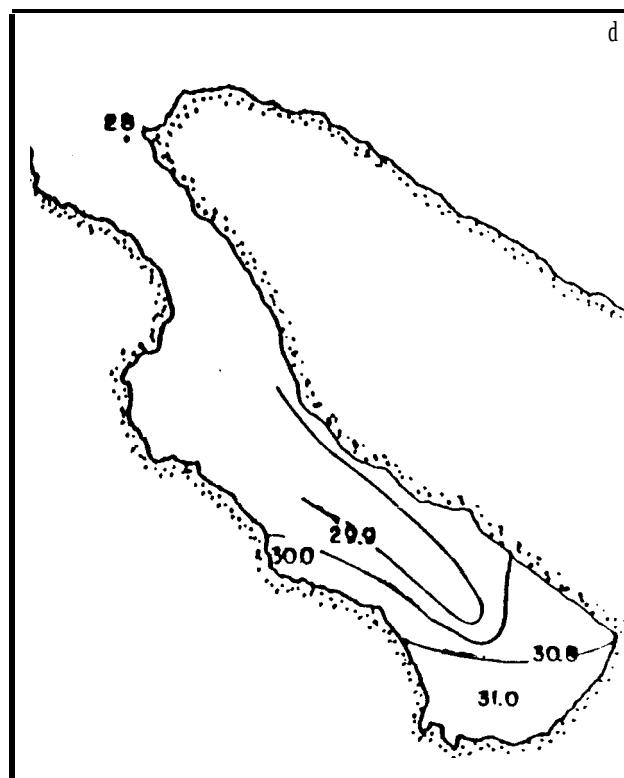
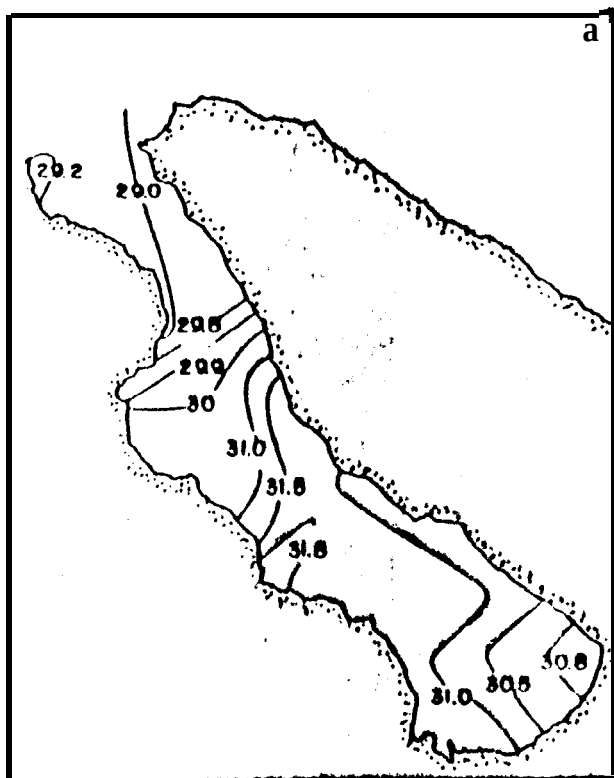
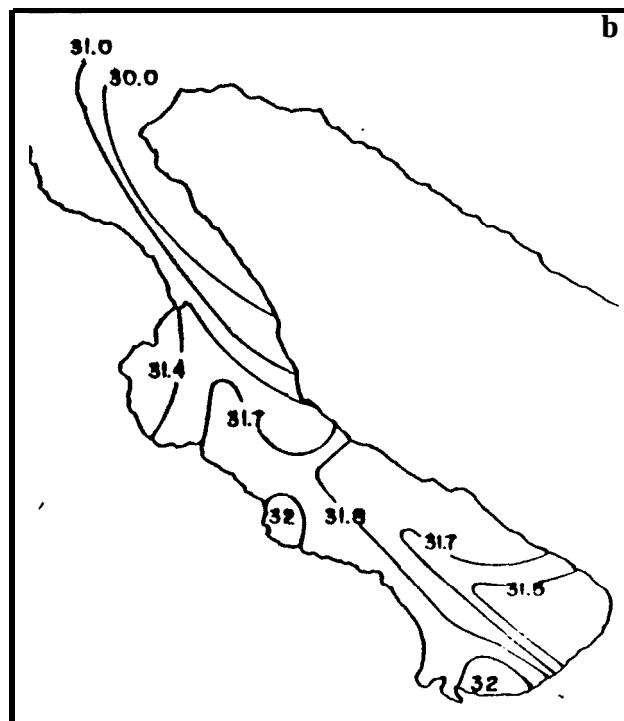
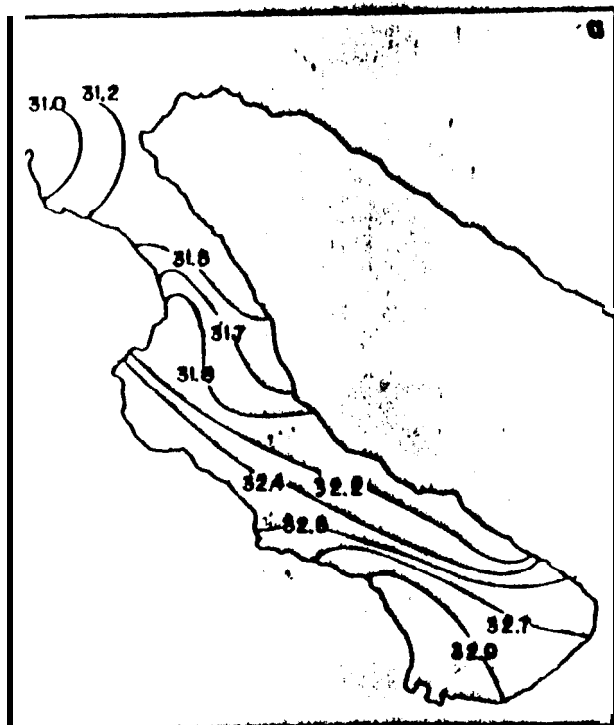


Fig. 3.- Distribución horizontal de la temperatura en la Bahía: a) junio de 1992, nivel superficial; b) junio de 1992, nivel 10 metros; c) septiembre de 1992, nivel superficial; d) septiembre de 1992, nivel 10 metros.

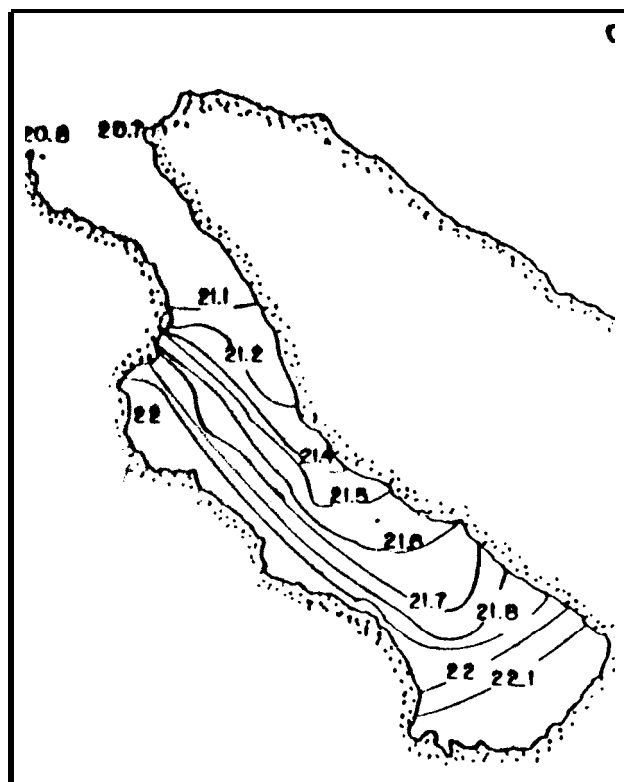
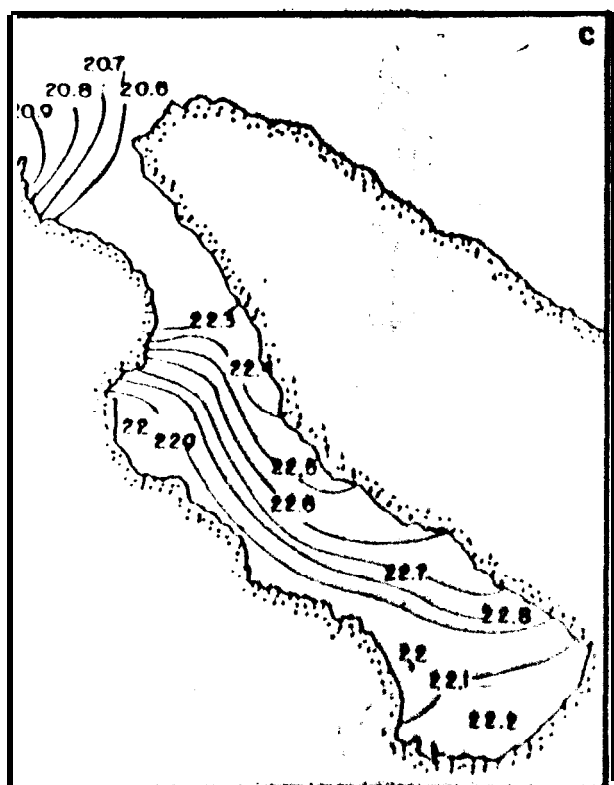
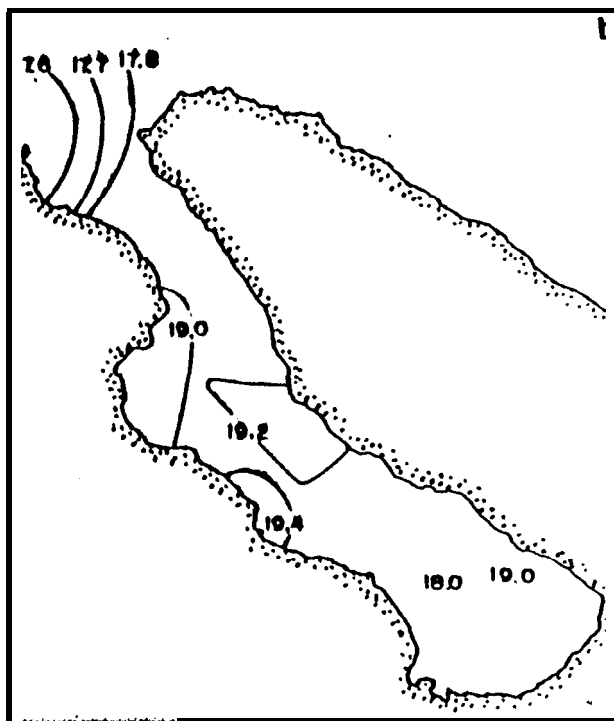
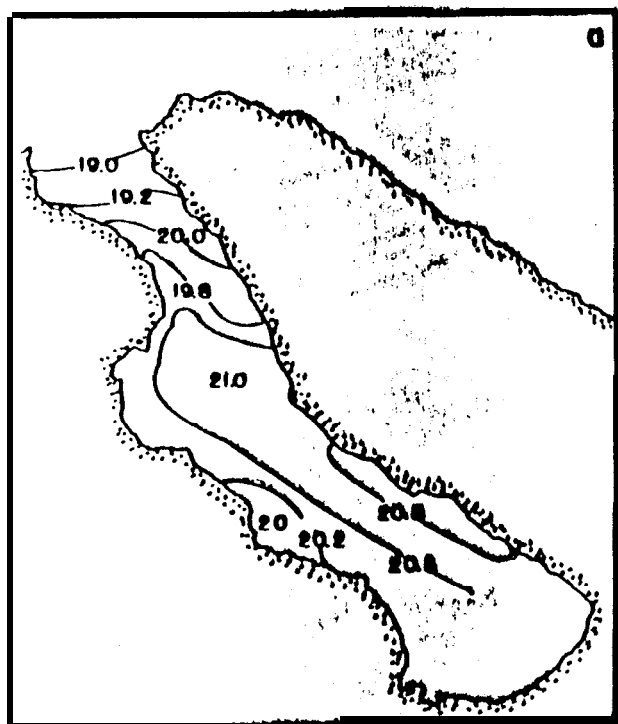


Fig. 4.- Distribución horizontal de la temperatura en la Bahía: a) diciembre de 1992, nivel superficial; b) diciembre de 1992, nivel 10 metros; c) marzo de 1993, nivel superficial; d) marzo de 1993, nivel 10 metros.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS

BIBLIOTECA

I. P. N.

DONATIVO

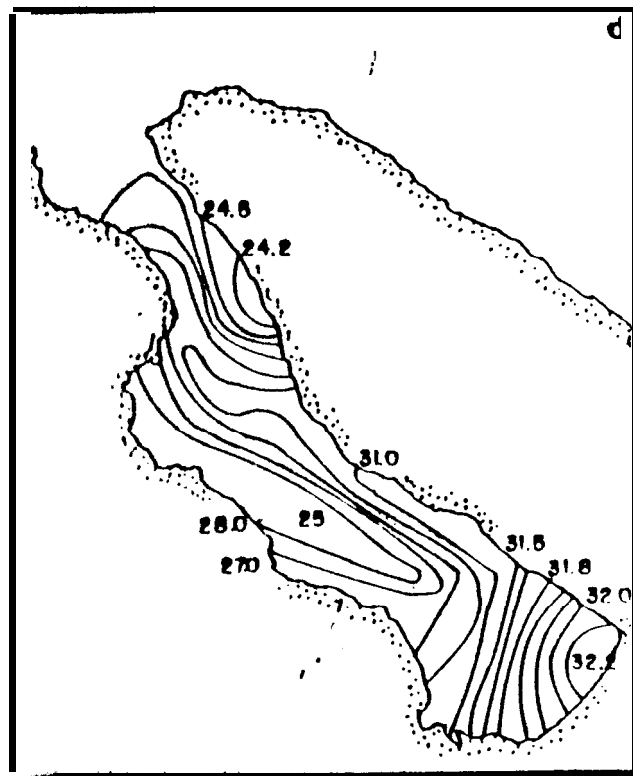
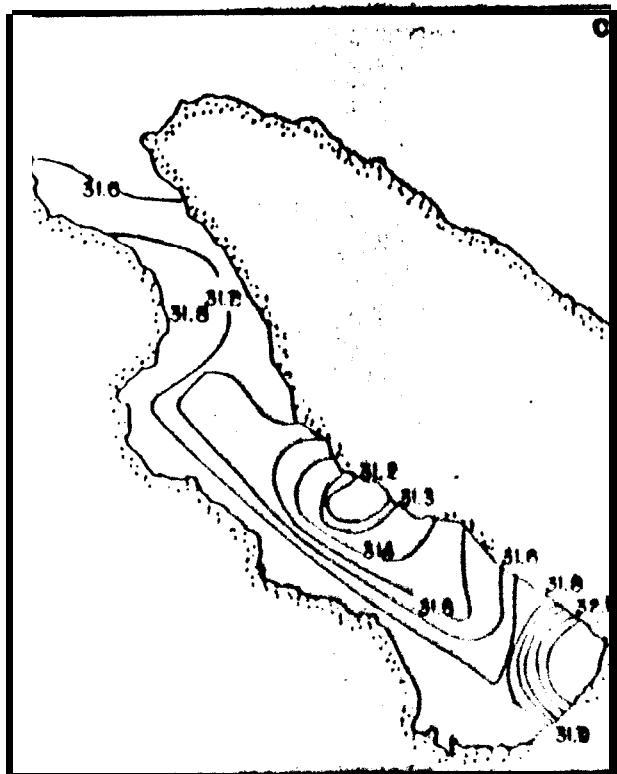
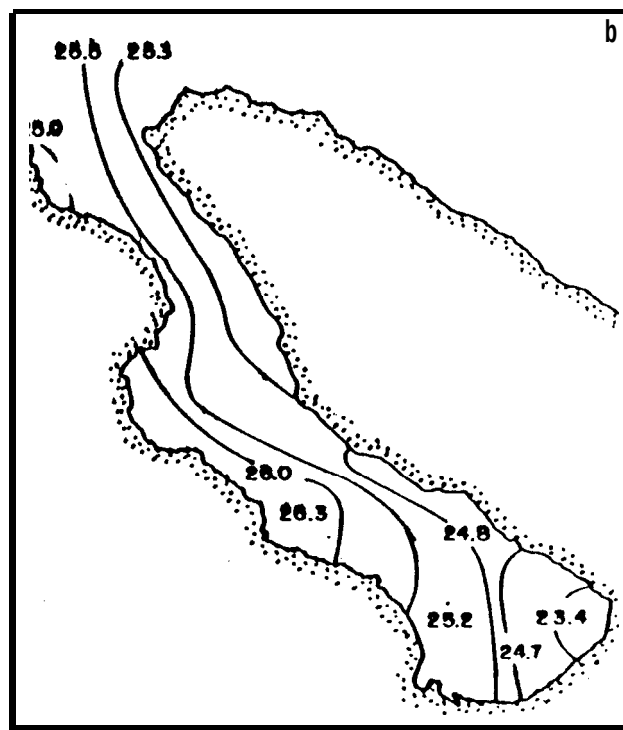
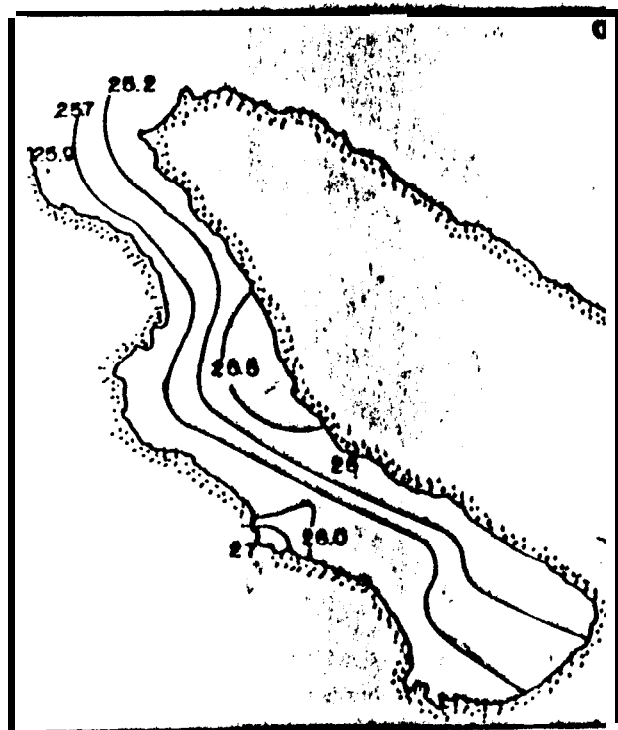


Fig. 5.- Distribución horizontal de la temperatura en la Bahía: a) junio de 1993, nivel superficial; b) junio de 1993, nivel 10 metros; c) agosto de 1993, nivel superficial; d) agosto de 1993, nivel 10 metros.

✓

ANEXO II

Lista de especies determinadas durante el periodo de estudio. S= registrada en superficie; P= registrada en el nivel de 10 metros y SP= registrada en ambos niveles.

ESPECIES	1991				1992				1993		
D I A T O M E A S	FEB	MAY	OCT	MA	JUN	SET	DIC	MAR	JUN	AGO	
<i>Actinoptychus heptactis</i>					SP		P	s			
<i>Actinoptychus splendens</i>							P				
<i>Amphora sp</i>	SP		SP				S	SP		SP	
<i>Asterionellopsis karlana</i>						P					
<i>Asteromphalus heptactis</i>		SP	SP			S				SP	
<i>Asteromphalus sp</i>			P								
<i>Asteromphalus flabellatus</i>			S			P					
<i>Azpeltia nodulifera</i>							P				
<i>Bacillaria paxillifera</i>	SP										
<i>Bacteriastrum comosum</i>		P				SP					
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>		SP	SP	P	P	SP	P		SP		
<i>Bacteriastrum elongatum</i>			S								
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>			S	SP			P	P	S		
<i>Bacteriastrum sp</i>									SP		
<i>Cerataulina pelagica</i>	P	SP	SP	SP		SP	SP	SP	SP		
<i>Chaetoceros affinis</i>	P		S	SP	S	SP	S	SP	S		
<i>Chaetoceros anastomosans</i>						SP					
<i>Chaetoceros atlanticus</i>			P			SP					
<i>Chaetoceros brevis</i>	P		P	S	S	SP			SP		
<i>Chaetoceros cinctus</i>	SP										
<i>Chaetoceros coarctatus</i>			SP								
<i>Chaetoceros compressus</i>	SP	S	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	
<i>Chaetoceros costatus</i>	P							SP			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	SP	SP	SP	S		SP	SP	SP			
<i>Chaetoceros danicus</i>				SP				SP		S	
<i>Chaetoceros debilis</i>	P					S					
<i>Chaetoceros decipiens</i>		S	S		S	SP		SP	S		
<i>Chaetoceros densus</i>	P										
<i>Chaetoceros didymus</i>	P	P	P			SP		SP	SP	S	
<i>Chaetoceros diversus</i>					SP	SP					
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	P	P									
<i>Chaetoceros laevis</i>			SP			SP			SP		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	SP		SP	SP		SP	P	SP	S		
<i>Chaetoceros messanensis</i>						SP					
<i>Chaetoceros pelagicus</i>					S						
<i>Chaetoceros pendulus</i>			S								
<i>Chaetoceros peruvianus</i>			P	SP				S			

<i>Chaetoceros radicans</i>	P								S	
<i>Chaetoceros</i> sp	P	SP	SP	SP			SP	S	SP	P
<i>Chaetoceros teres</i>	P									
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	P						P			
<i>Chaetoceros vanheurckii</i>	P									
<i>Chaetoceros vistulae</i>						SP				
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>					SP				S	
<i>Cocconeis</i> sp	P									
<i>Corethron criophilum</i>						SP			S	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>		S								
<i>Coscinodiscus centralis</i>	S									
<i>Coscinodiscus</i> cf. <i>marginatus</i>						S				
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	S				S					
<i>Coscinodiscus perforatus</i>			SP							
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	P	SP	P							
<i>Coscinodiscus</i> sp	SP	PI					P			
<i>Cylindrotheca closterium</i>		P	SP			SP	SP	P	SP	SP
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		S		SP	SP	SP	SP		SI	
<i>Dactyliosolen phuketensis</i>				P						
<i>Detonula pumila</i>				S		SP	P			
<i>Diploneis ovalis</i>								S		
<i>Diploneis</i> sp			P		S	P			P	
<i>Diplopsalis asymmetrica</i>					P					
<i>Diplopsalis lenticula</i>					P					
<i>Ditylum sol</i>	P					S				
<i>Eucampia cornuta</i>	SP	P	SP	P			PI			
<i>Eucampia zodiacus</i>				SP			SP		S	P
<i>Eunotia /una</i>	S									
<i>Fragilaria islandica</i>	S									
<i>Fragilaria dolioleus</i>				SP		S	SP			
<i>Grammatofora cf angulosa</i>									P	
<i>Guinardia delicatula</i>		SP	SP							
<i>Guinardia flaccida</i>	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP		S	
<i>Guinardia striata</i>		SP	S	SP			SP	s	s	
<i>Gyrosigma fasciola</i>					S					
<i>Haslea gigantea</i>									P	
<i>Haslea wawriake</i>		SP	SP	SP	P	SP	P	SP	S	
<i>Hemiaulus hauckii</i>				SP	SP	SP			SP	
<i>Hemiaulus membranaceus</i>				SP	SP		S			S
<i>Hemiaulus sinensis</i>	P	SP	SP	SP	S	P				SP
<i>Leptocylindrus danicus</i>	S	S	SP	SP		S	SP	SP	SP	SP
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		SP	SP	SP		SP	S		S	SP
<i>Lioloma delicatulum</i>									P	

<i>Lioloma pacificum</i>			S			SP		S		
<i>Lithodesmium undulatum</i>	SP									
<i>Mastogloia exigua</i>	P									
<i>Navicula cancellata</i>	SP	S	SP				SP	S	S	
<i>Navicula cf. fusiformis</i>						SP				
<i>Navicula directa</i>	SP									
<i>Navicula membranacea</i>						SP				
<i>Navicula sp1</i>		SP	SP			SP	P	S	P	
<i>Navicula sp2</i>						P				
<i>Nitzschia longissima</i>	P		P		S	SP				
<i>Nitzschia angularis</i>	S									
<i>Nitzschia lanceolata</i>	S									
<i>Nitzschia pacifica</i>			SP			SP	P		S	
<i>Nitzschia sigma</i>	\		S	S			P	P	P	SP
<i>Nitzschia sp</i>		SP	SP				SP		SP	SP
<i>Odonteia aurita</i>	S									
<i>Paralia suicata</i>	S								P	SP
<i>Planktoniella sol</i>	P	P	P			P				
<i>Pleurosigma cf. naviculae</i>					S					
<i>Pleurosigma formosum</i>	SP									
<i>Pleurosigma sp</i>	S	P	SP		SP		SP	SP	P	
<i>Proboscia aiata</i>	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>		SP	s	SP		SP	SP	SP	SP	
<i>Pseudo-nitzschia pungens v atlantica</i>		SP		SP	S	P	SP	s	SP	
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	SP					SP		s		
<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	S	SP	s	SP	SP	SP	SP	s	s	
<i>Rabdonema adriaticum</i>	P									
<i>Rhizosolenia acuminata</i>			S							
<i>Rhizosolenia bergonii</i>						S				
<i>Rhizosolenia castracanei</i>							S			
<i>Rhizosolenia cleveii var communis</i>	P	SP	s		S	SP			S	SP
<i>Rhizosolenia forntosa</i>					SP					
<i>Rhizosolenia hebetata</i>			S			SP				
<i>Rhizosolenia hyalina</i>				SP			SP			
<i>Rhizosolenia imbricata</i>		P	SP	SP			P	SP		SP
<i>Rhizosolenia robusta</i>							P			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	P		SP	SP	SP			SP		S
<i>Rhizosolenia sp 1</i>							S			
<i>Rhizosolenia sp2</i>		S								
<i>Rhizosolenia styliformis</i>			P		P					
<i>Skeietonema costatum</i>						SP	s		S	
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	P	P					SP			
<i>Surirella eximia</i>	S									

<i>Surirella</i> sp	S									
<i>Thalassiothrix longissima</i>									S	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	P		S		SP	SP	SP	SP	SP	SP
<i>Thalassionema nitzschloides</i>		SP	SP	SP	SP	P	SP	S		
<i>Thalassiosira eccentricus</i>	P									
<i>Thalassiosira rotula</i>						SP	SP		S	
<i>Thalassiosira</i> sp			SP			SP	SP	S	S	P
<i>Triceratium favus</i>	P									
DINOFLAGELLATES										
<i>Alexandrium catenella</i>	SP	SP		P	SP	s	s		P	
<i>Alexandrium</i> cf. <i>tamarensis</i>						S				
<i>Amphidinium crassum</i>								SP		
<i>Amphidinium</i> sp						SP				SP
<i>Ceratium belone</i>		P								
<i>Ceratium falcatum</i>			S							
<i>Ceratium furca</i>		SP	SP	SP	SP	SP		SP	SP	
<i>Ceratium fusus</i>	P	P	SP	SP	SP	P		SP	SP	SP
<i>Ceratium inflatum</i>		SP	s			P				
<i>Ceratium kofoidii</i>			S		P					
<i>Ceratium lineatus</i>				SP	s					
<i>Ceratium macroceros</i>		SP		S				SP		
<i>Ceratium massiliense</i>			SP							
<i>Ceratium</i> sp			P							
<i>Ceratium strictum</i>			P							
<i>Ceratium teres</i>					P					
<i>Ceratium trichoceros</i>	P				P			SP		SP
<i>Ceratium tripos</i>					S					
<i>Corythodinium tessellatum</i>				SP						
<i>Dinophysis caudata</i>		SP	SP		SP	S				SP
<i>Dinophysis caudata</i> var. <i>pedunculata</i>					SP					
<i>Dinophysis</i> cf. <i>rudgelii</i>						S				
<i>Dissodinium elegans</i>			S							
<i>Dissodinium</i> sp			S							
<i>Gonyaulax monocantha</i>			S							
<i>Gonyaulax polygramma</i>					P	S				
<i>Gonyaulax</i> sp	P	P	S			SP				
<i>Gymnodinium catenatum</i>							S	SP		SP
<i>Gymnodinium</i> sp				S		SP	P	SP	SP	SP
<i>Gymnodinium</i> sp1	P	SP	SP			SP				
<i>Gymnodinium</i> sp2						SP				
<i>Gymnodinium splendens</i>	S				S	SP	P	SP	S	SP
<i>Gyrodinium herbaceum</i>			SP	SP			S		P	SP

<i>Gyrodinium cf. herbaceum</i>		P				SP		SP		
<i>Heterodinium sp</i>						P				
<i>Kofooidinium lebourae</i>							S	P		
<i>Kofooidinium pavillardii</i>				SP						SP
<i>Noctiluca scintillans</i>	SP							SP	S	SP
<i>Ornithocercus sp</i>					P					
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>					P					
<i>Oxytoxum millneri</i>						P				
<i>Oxytoxum nipponnicum</i>				S						
<i>Oxytoxum scolapax</i>		SP		SP	P					SP
<i>Oxytoxum sp</i>	P	P								
<i>Peridinium cf. tuba</i>						SP				
<i>Phalacroma cf. argus</i>						S				
<i>Podolampas bipes</i>						P			P	S
<i>Podolampas elegans</i>						P				
<i>Podolampas palmipes</i>			SP	S				SP		SP
<i>Podolampas reticulata</i>						P				
<i>Prorocentrum compressum</i>		SP	S	SP	P			SP	P	SP
<i>Prorocentrum gracile</i>					SP	SP			S	SP
<i>Prorocentrum micans</i>	SP	SP	SP	SP	SP		S	SP	S	SP
<i>Prorocentrum ovum</i>										
<i>Prorocentrum sp1</i>					S	SP			S	
<i>Prorocentrum sp2</i>						SP				
<i>Prorocentrum triestinum</i>									S	
<i>Protogonyaulax sp</i>		P		S						
<i>Protoperidinium breve</i>			S							
<i>Protoperidinium brochil</i>					SP					
<i>Protoperidinium cerasus</i>		s	s				S			
<i>Protoperidinium cf. cerasus</i>						S			S	
<i>Protoperidinium cf. crassipes</i>						S				
<i>Protoperidinium cf. grande</i>						S				
<i>Protoperidinium cf. subpyriforme</i>						S				
<i>Protoperidinium claudicans</i>					SP	SP				
<i>Protoperidinium conicum</i>			S			S				
<i>Protoperidinium depressum</i>				P						
<i>Protoperidinium divergens</i>	P									
<i>Protoperidinium hirobis</i>					SP					
<i>Protoperidinium inflatum</i>	P									
<i>Protoperidinium nipponnicum</i>				P						
<i>Protoperidinium oceanicum</i>							SP	P	P	
<i>Protoperidinium ovum</i>					SP					
<i>Protoperidinium pellucidum</i>					P					
<i>Protoperidinium pyriforme</i>					S					

<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	S										
<i>Protoperidinium rectum</i>						P					
<i>Protoperidinium sp1</i>		S	S	SP	P	SP	SP	P	P	SP	
<i>Protoperidinium sp2</i>						S					
<i>Protoperidinium steinii</i>	S		SP								
<i>Protoperidinium tenuissimum</i>			S								
<i>Protoperidinium tripos</i>	SP										
<i>Protoperidinium tuba</i>					S		S		S		
<i>Pselodinium jaubani</i>	P										
<i>Pyrocystis hamulus</i>				P				SP		S	
<i>Pyrocystis lunula</i>			P								
<i>Pyrophacus horologium</i>					S						
<i>Pyrophacus sp</i>					P				S		
<i>Pyrophacus steinii</i>	\	SP								SP	
<i>Pyrophacus vancampoae</i>						P					
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			s	s	SP	SP		SP	SP	SP	
CIANOFITAS											
<i>Anabaena sp</i>				SP		P					
<i>Oscillatoria sp</i>		SP	SP	SP		SP		SP			
									P		
SILICOFLAGELADOS											
<i>Dictyocha epiodon</i>						P					
<i>Dictyocha fibula var. robusta</i>						P					
<i>Dictyocha calida</i>					P						
<i>Dictyocha messanensis</i>		SP									
<i>Dictyocha fibula</i>			SP				P		S		
<i>Dictyocha speculum</i>		SP				S	SP		P		
<i>Distephanus pulchra</i>	S	P		P		SP	S				
<i>Distephanus sp</i>		P									
<i>Mesocena polymorpha</i>							S				
EUGLENOFITAS											
<i>Eutreptia sp</i>	SP	S	P								

ANEXO III

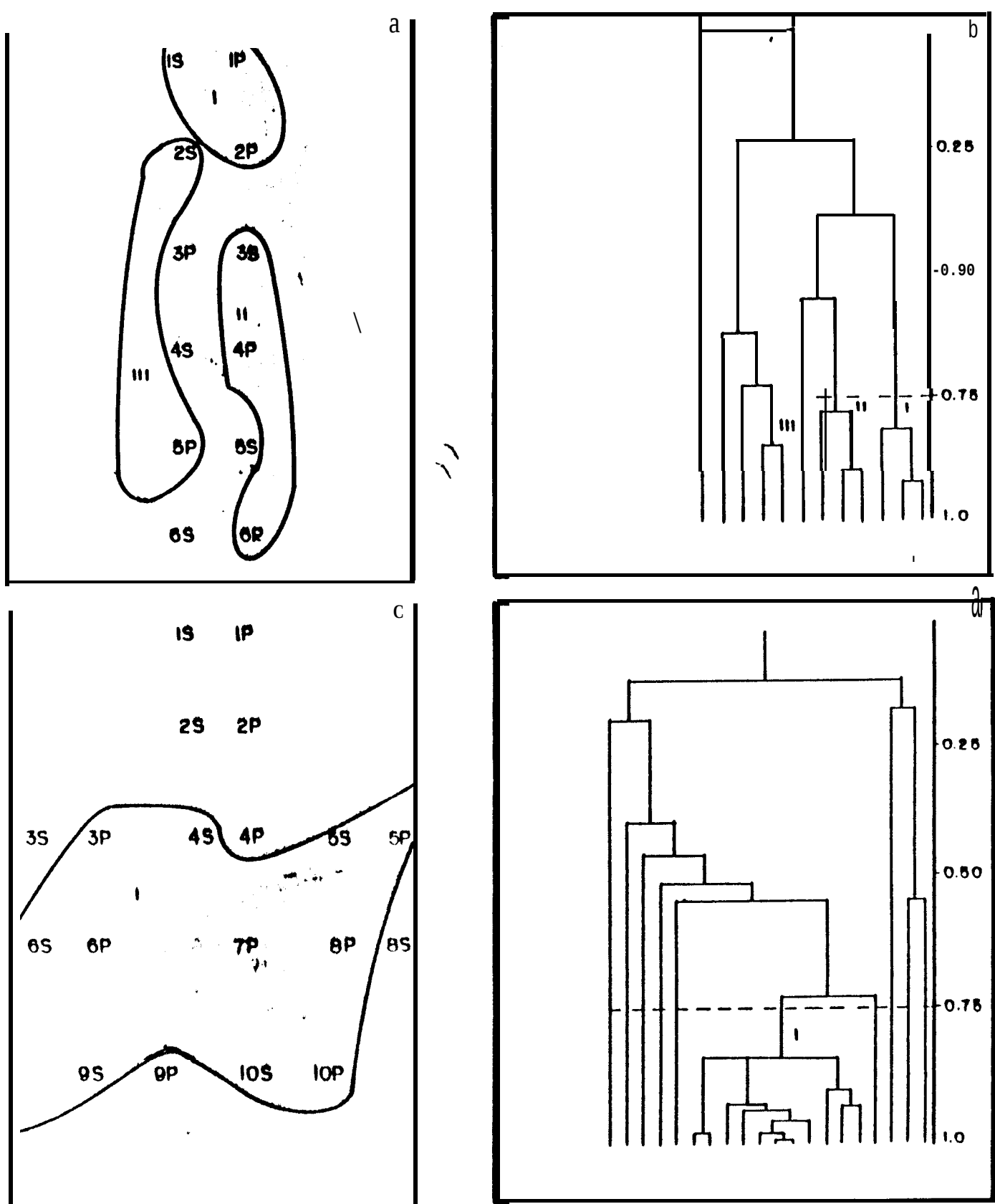


Fig. 1.- Dendrograma de datos cuantitativos de **fitoplancton** por estación de muestreo entre el nivel **superficial** y el de 10 metros para los meses: a y b) febrero; c y d) mayo de 1991.

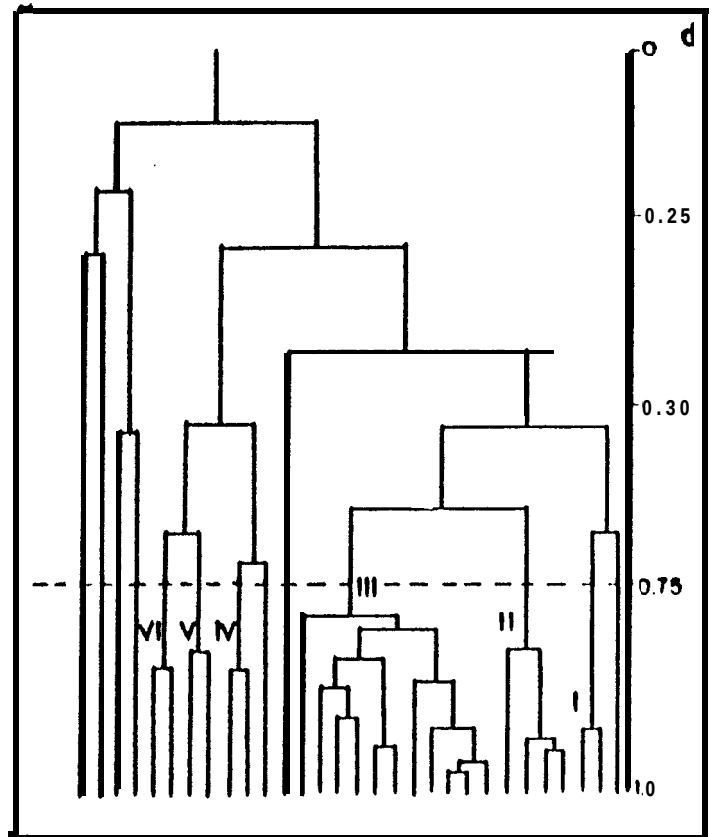
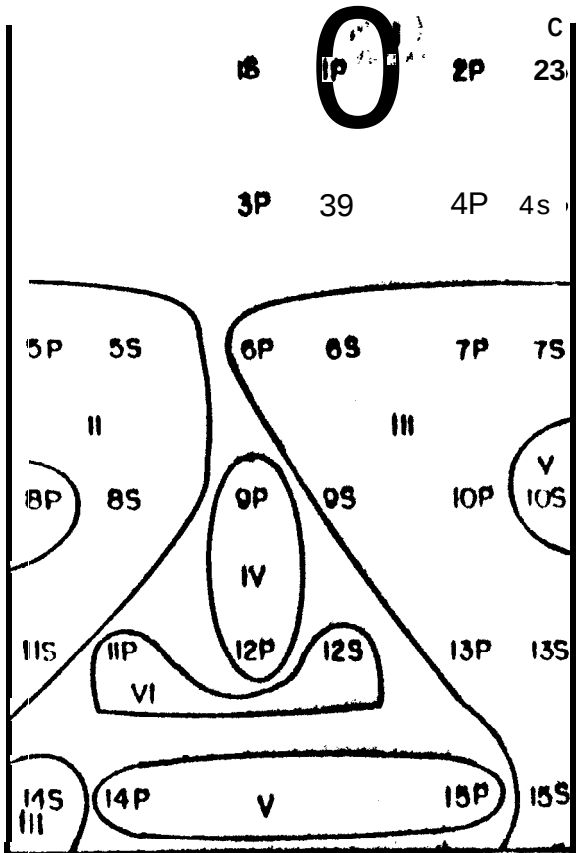
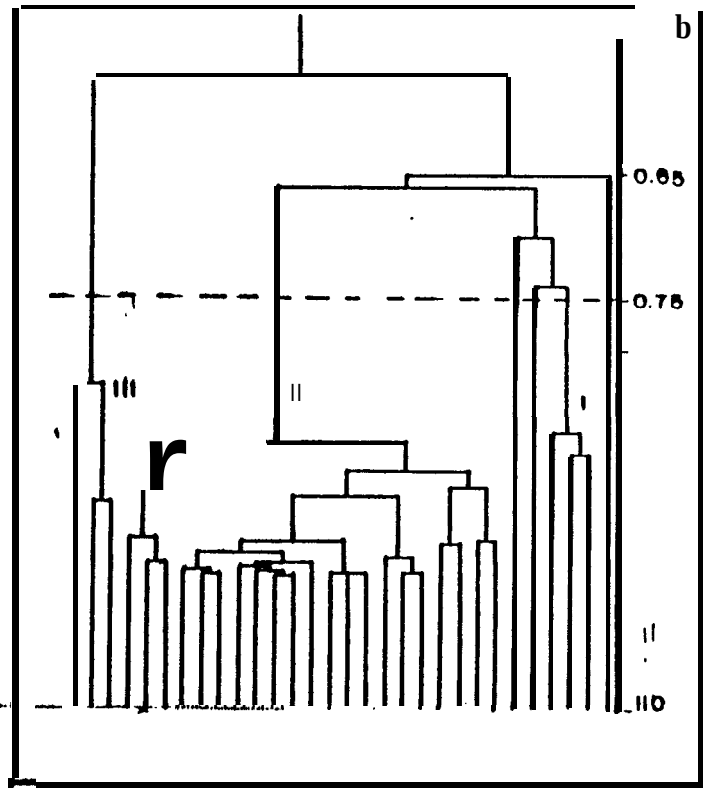
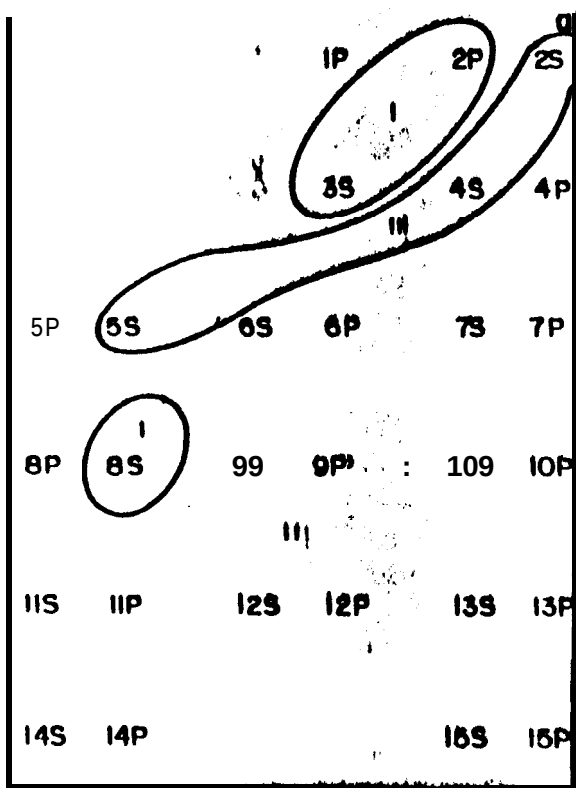


Fig. 2.- Dendrograma de datos cuantitativos de fitoplancton por estación de muestreo entre el nivel superficial y el de 10 metros para los meses: a y b) octubre de 1991; c y d) marzo de 1992,

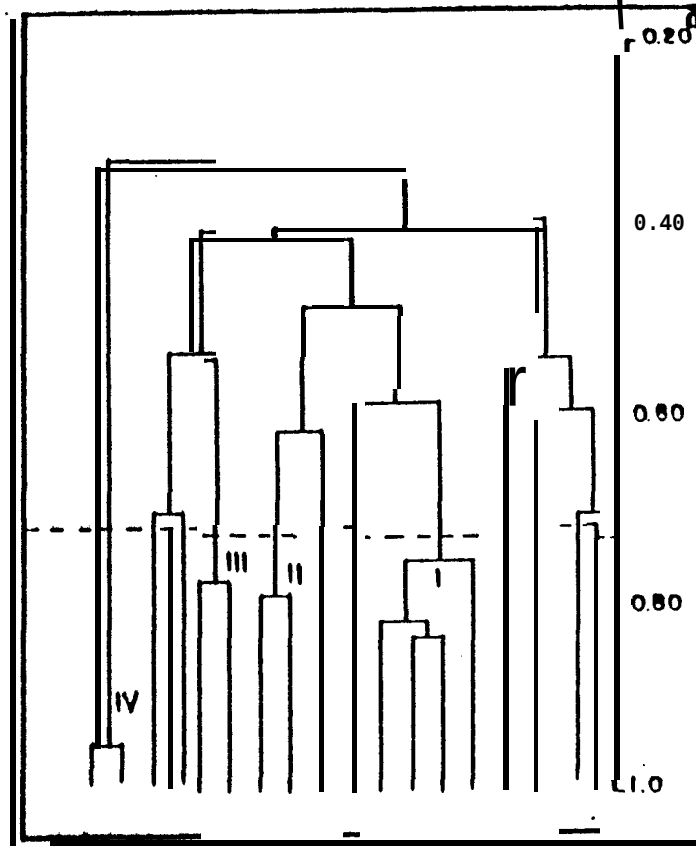
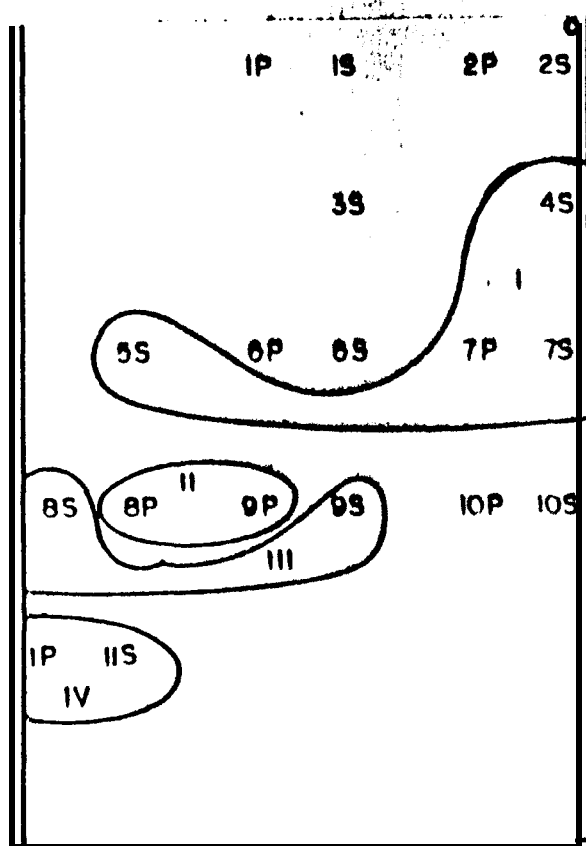
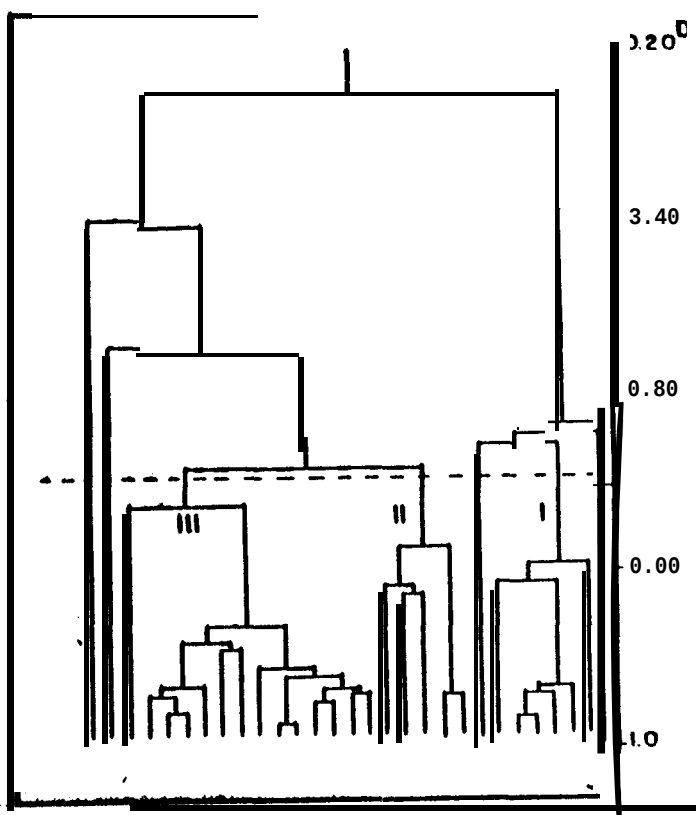
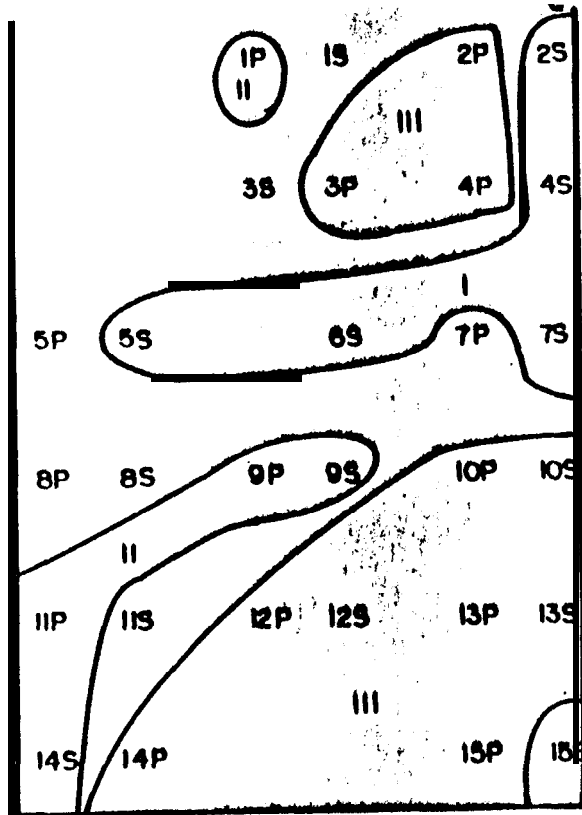


Fig. 3.- Dendrograma de datos cuantitativos de fitoplancton por estación de muestreo entre el nivel superficial y el de 10 metros para los meses: a y b) junio; c y d) septiembre de 1992,.

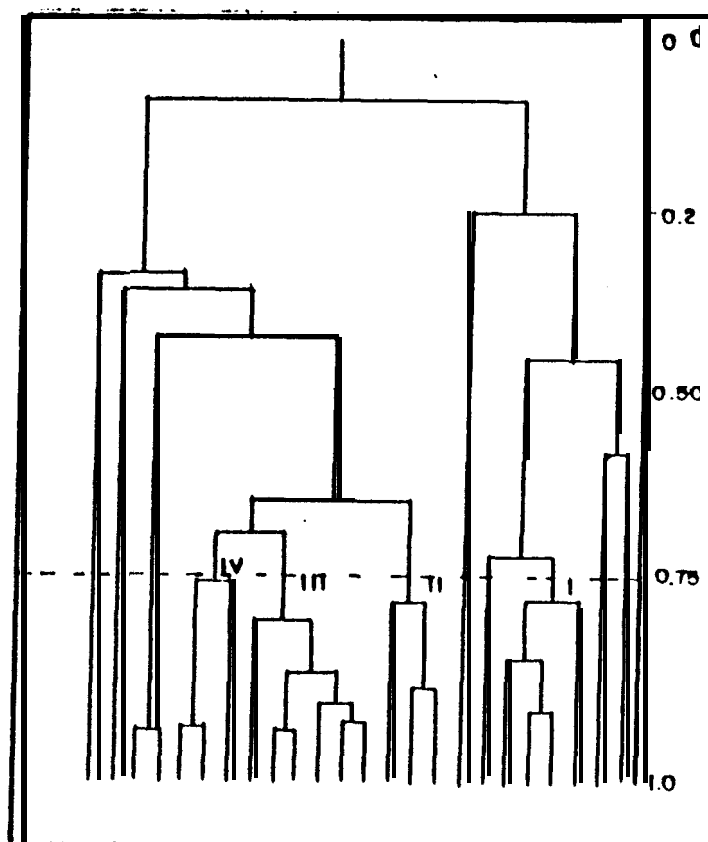
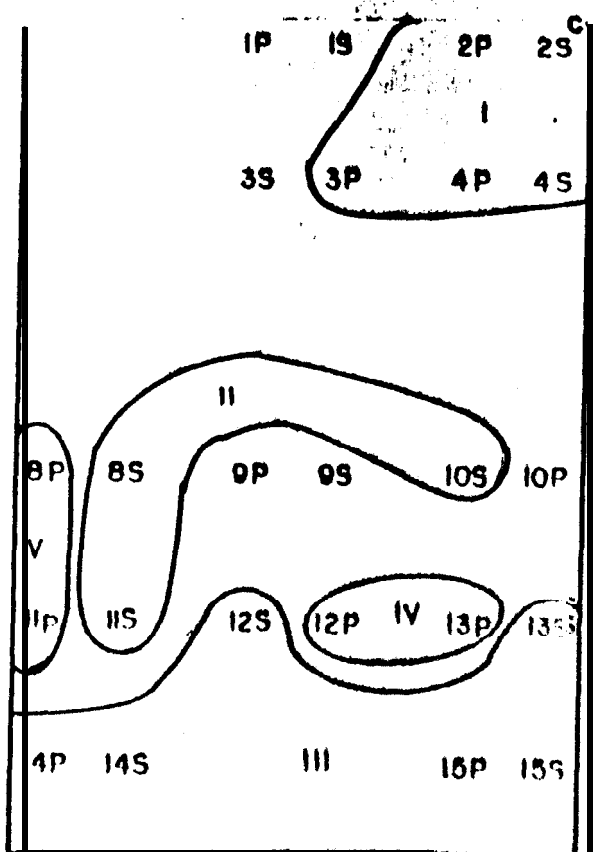
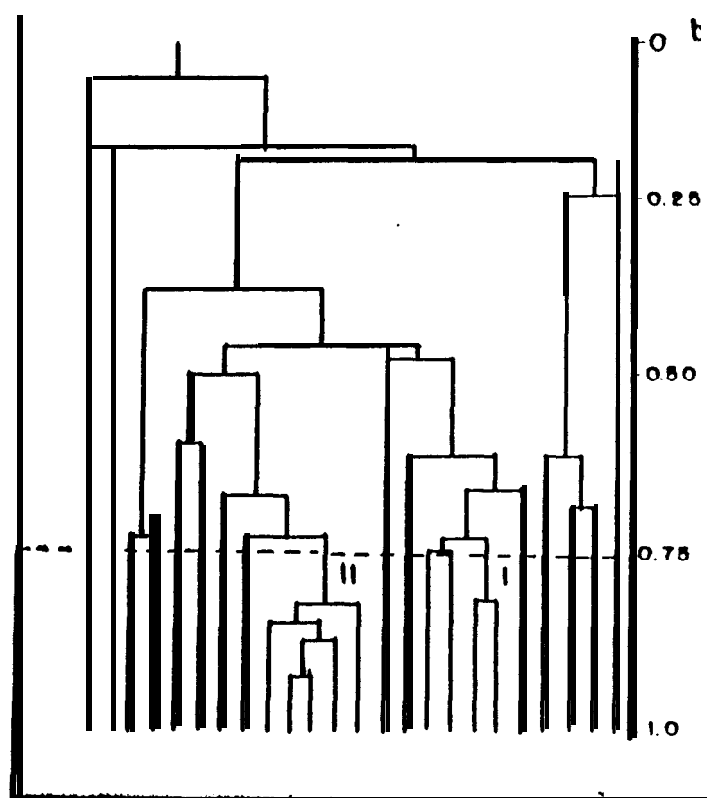
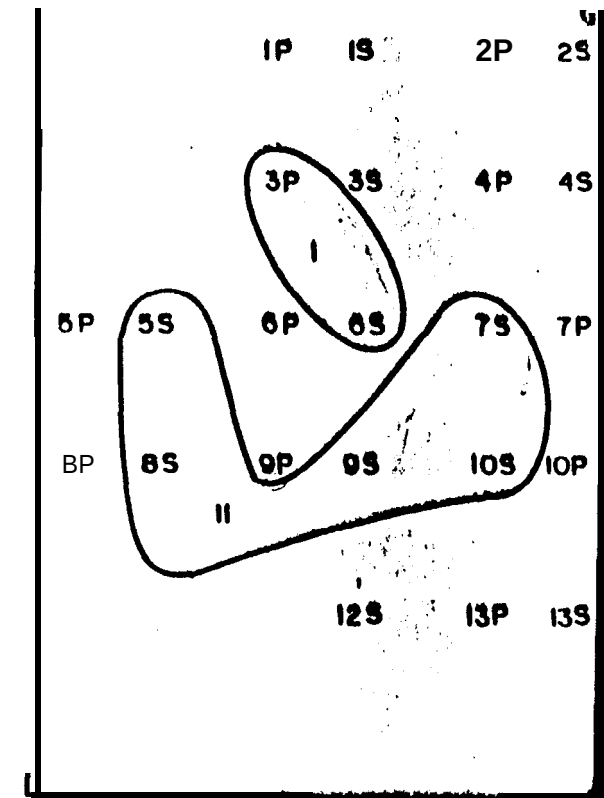


Fig. 4.- Dendrograma de datos cuantitativos de *fitoplancton* por *estación* de muestreo entre el nivel superficial y el de 10 metros para los meses: a y b) diciembre de 1992; c y d) marzo de 1993.

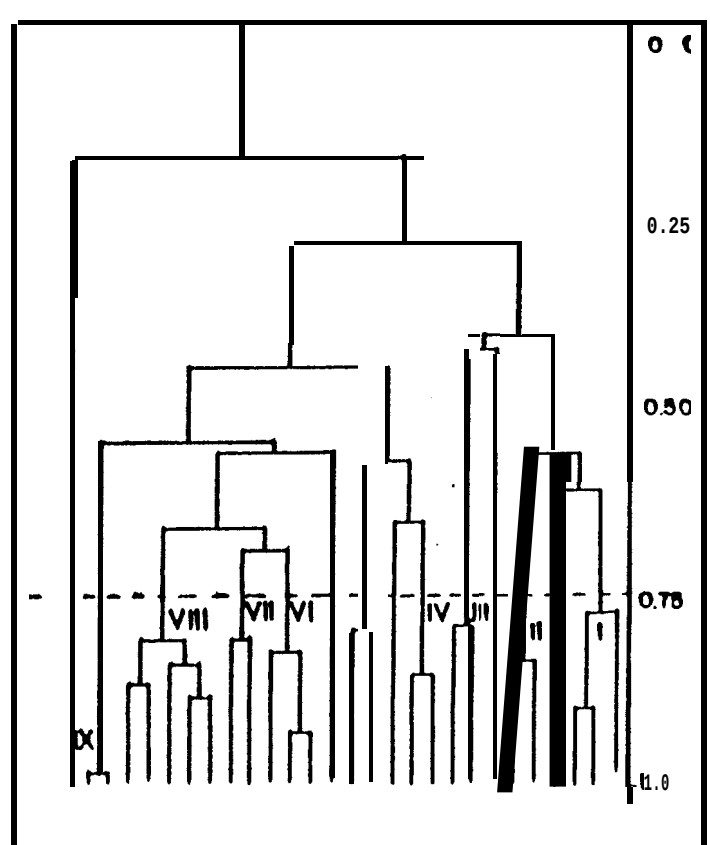
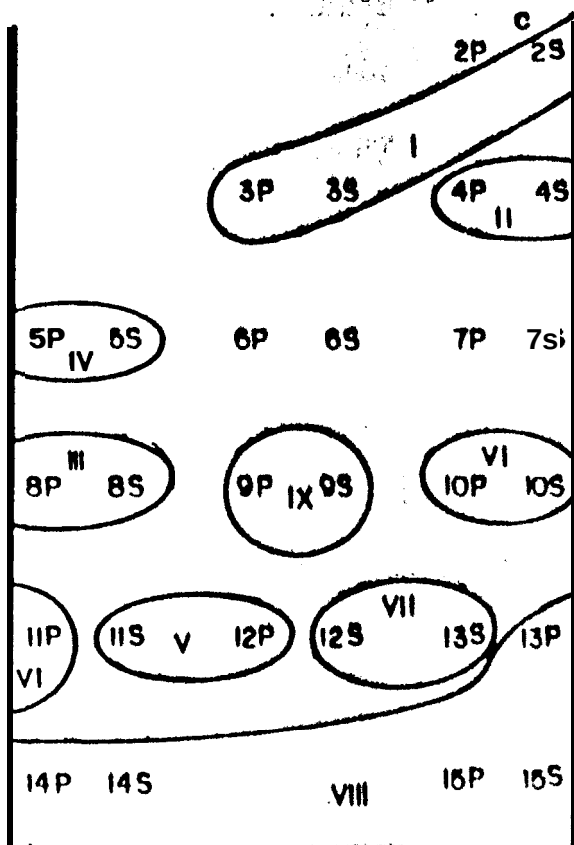
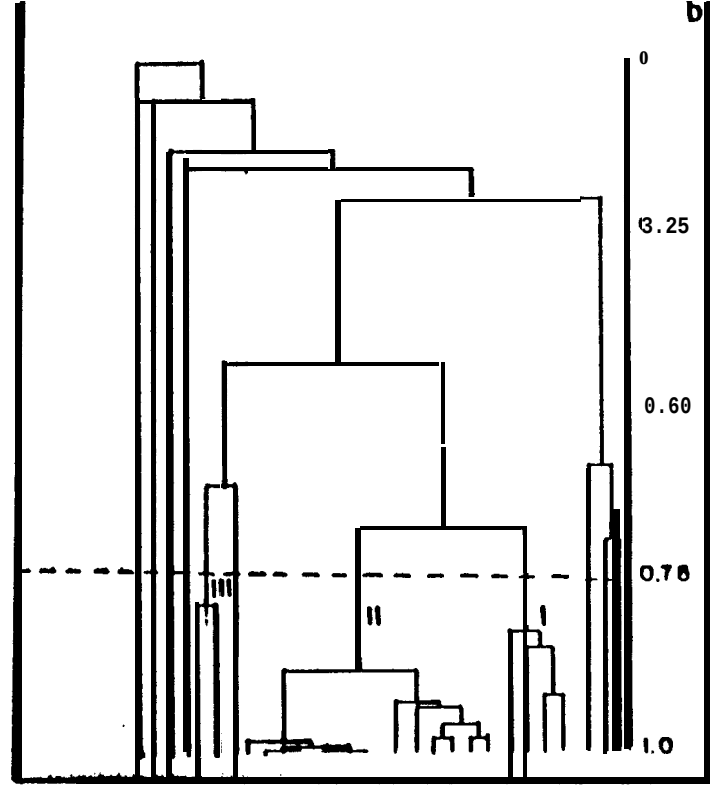
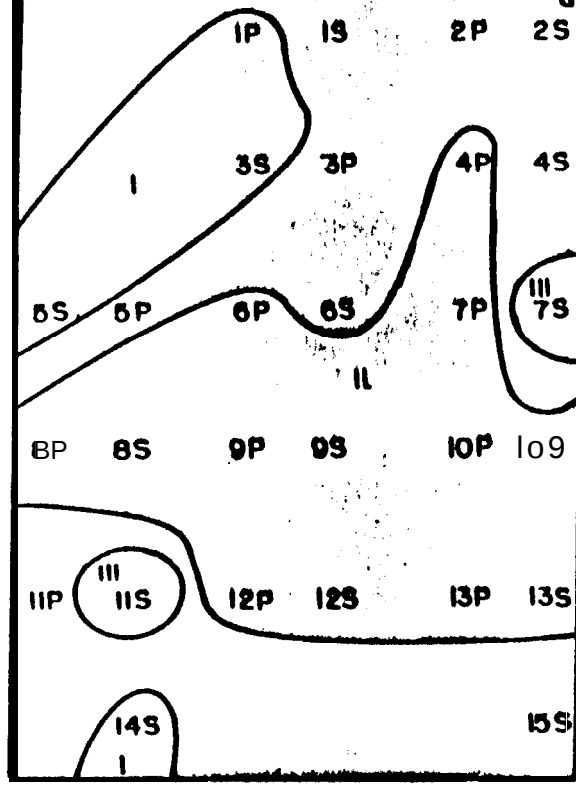


Fig. 5- Dendrograma de datos cuantitativos de fitoplancton por **estación** de muestreo entre 'el nivel **superficial** y el de 10 metros para los meses: a y b) junio; c y d) agosto de 1993.

ANEXO IV

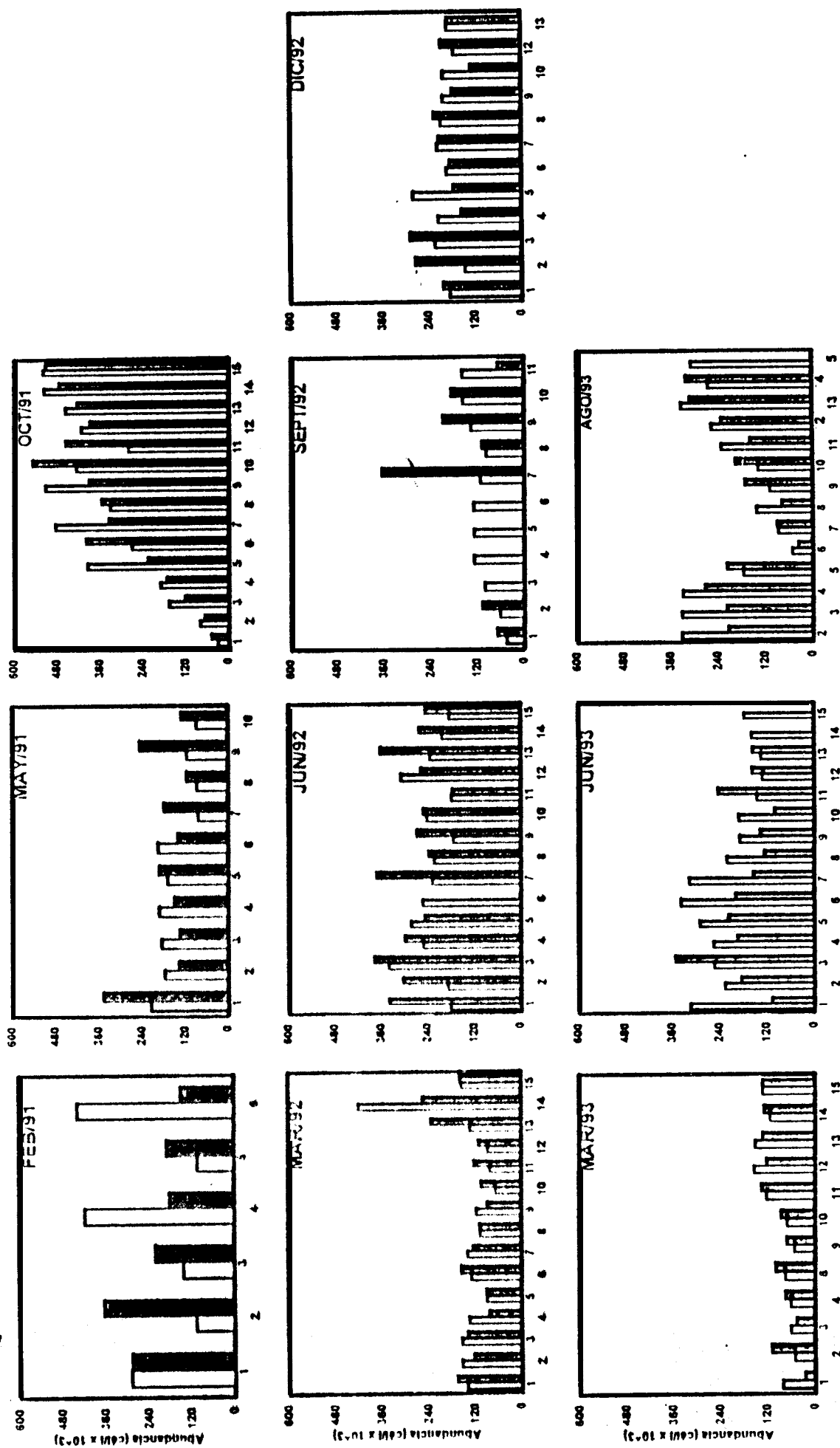


Fig. 1.- Distribución de la abundancia fitoplanctonica total por estación y por muestreo entre 1991-1993..

✓

ANEXO V

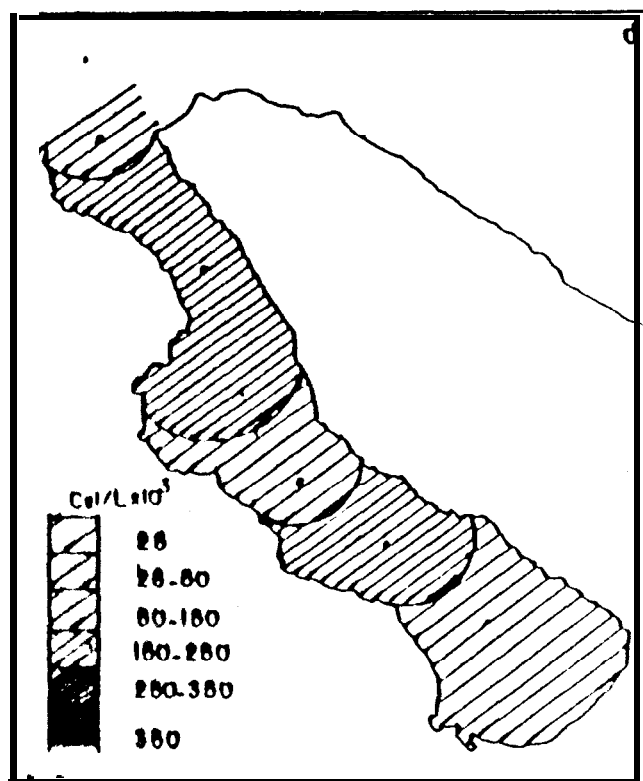
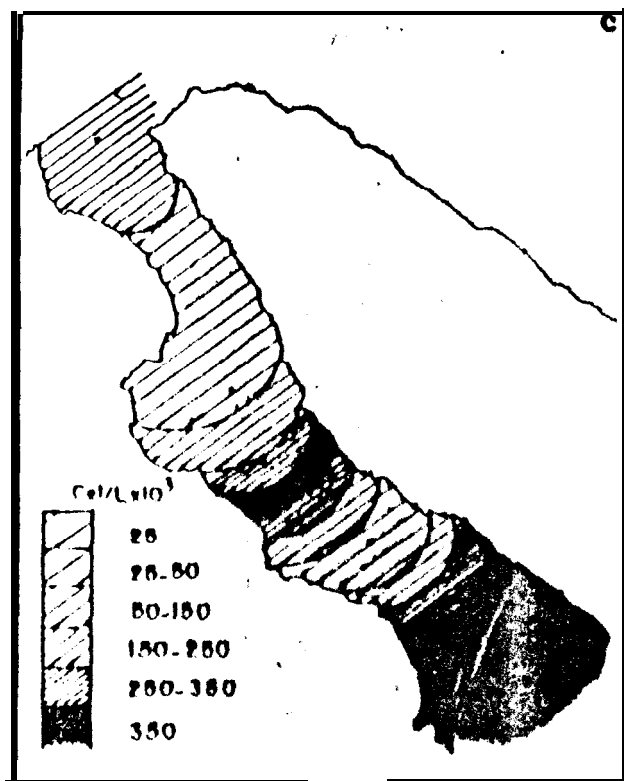
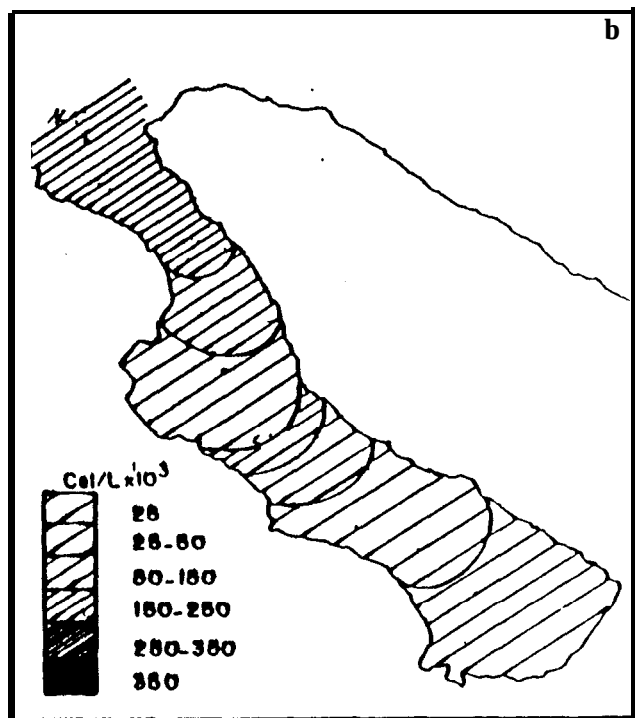
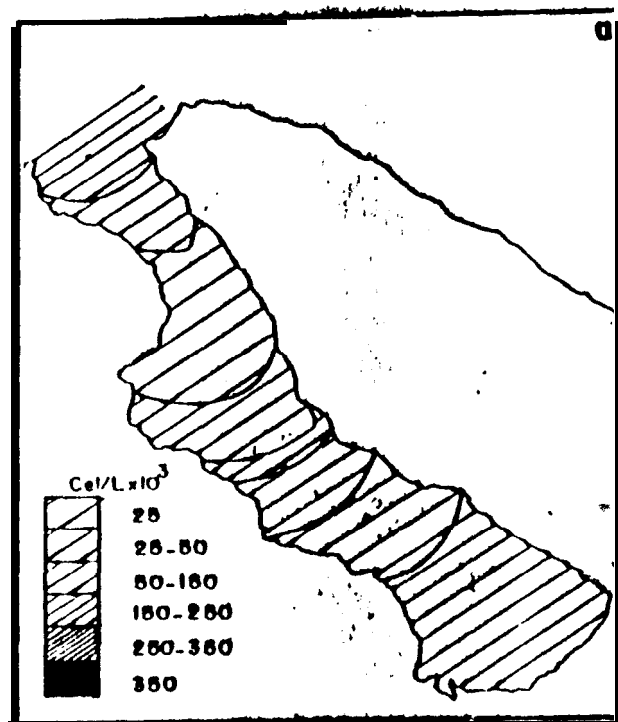


Fig. 1.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante febrero de 1991: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

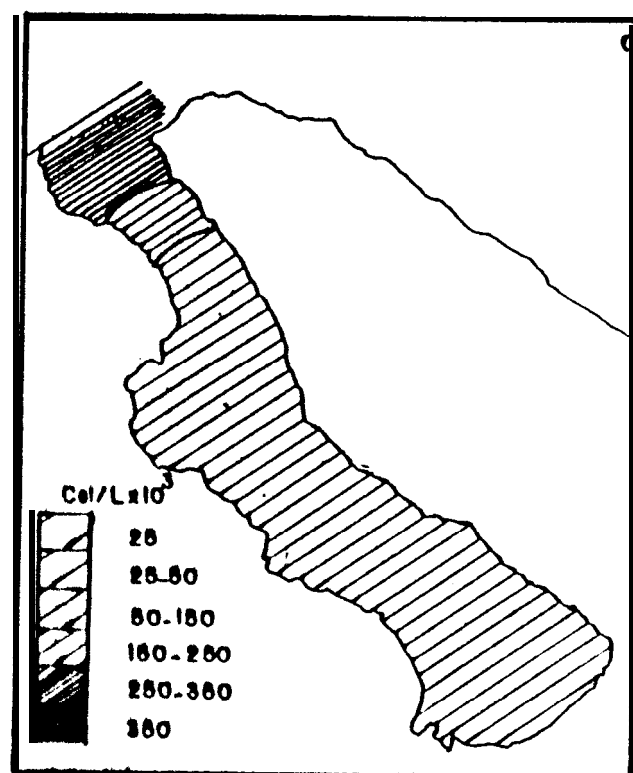
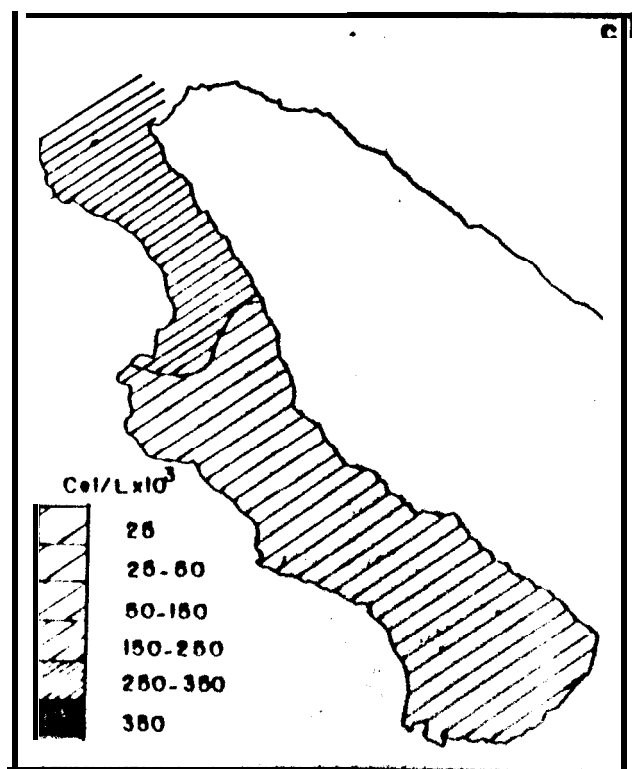
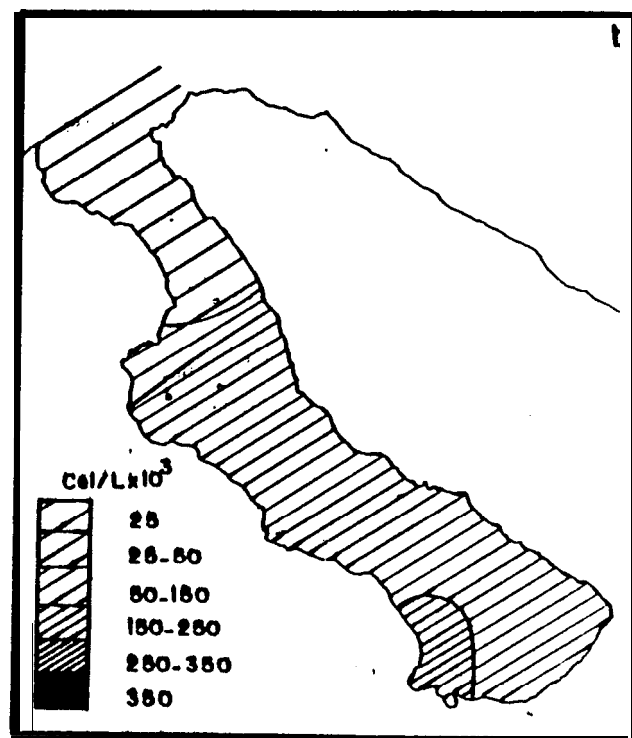
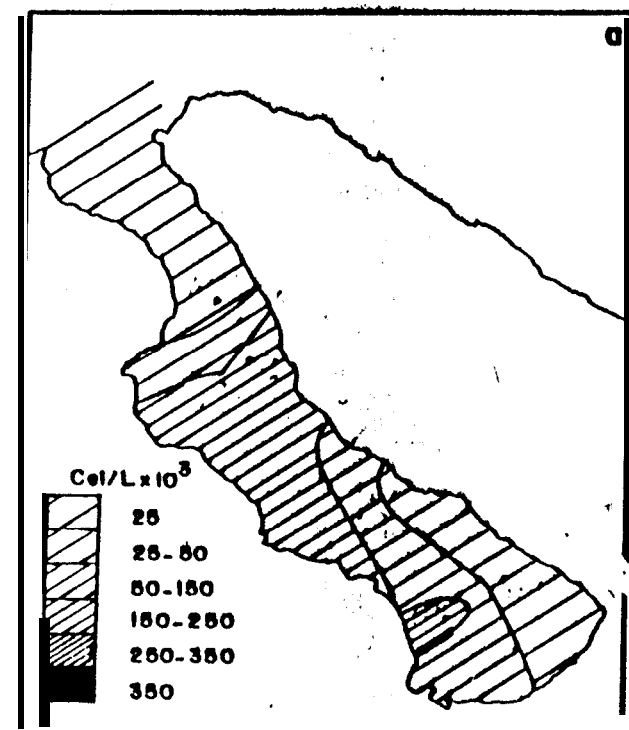


Fig. 2.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante mayo de 1991: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

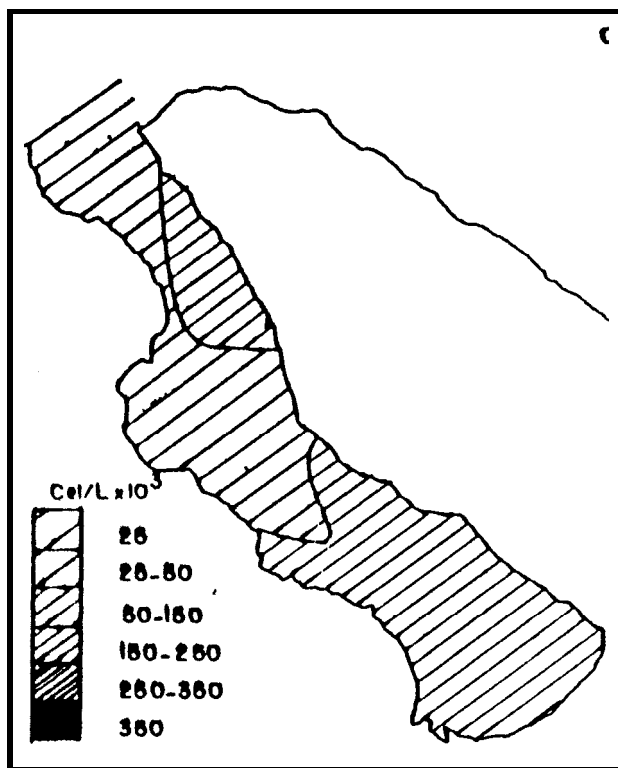
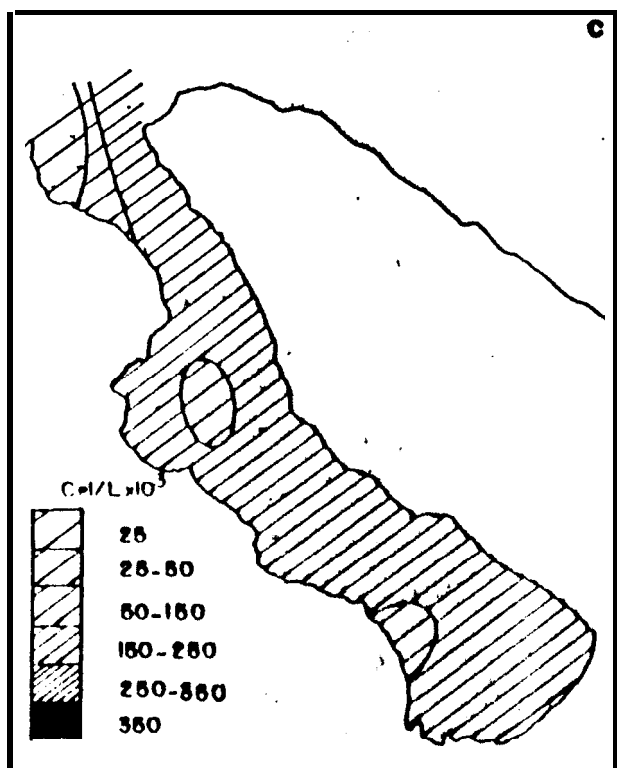
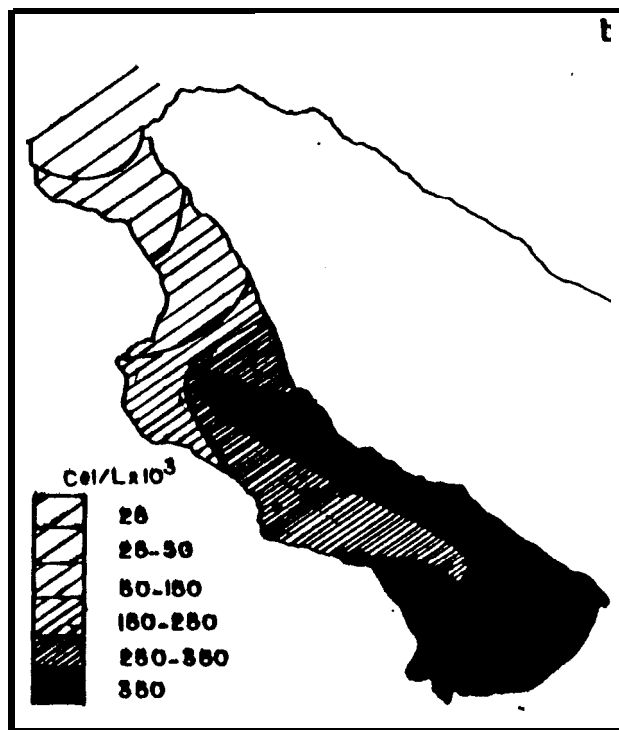
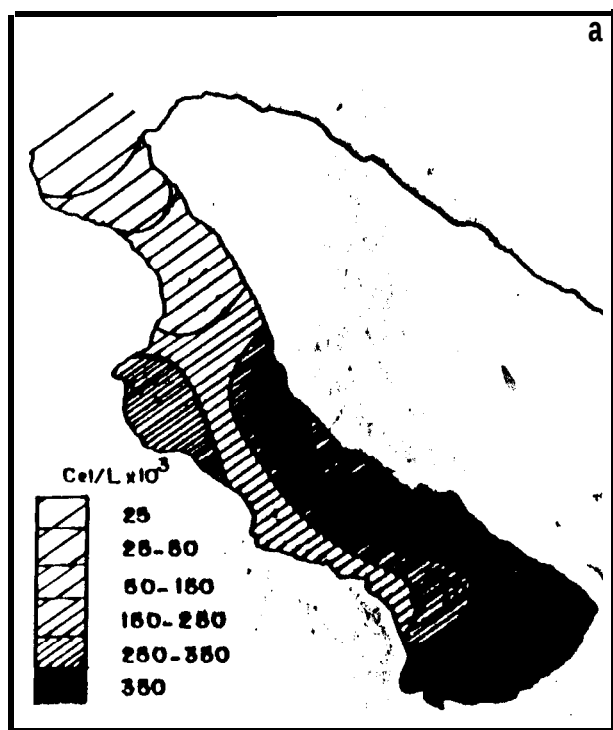


Fig. 3.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante octubre de 1991: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

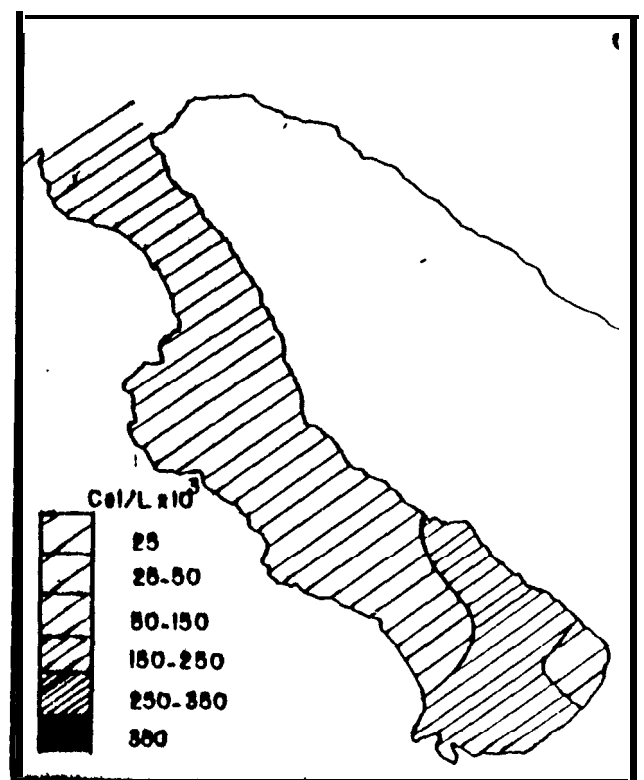
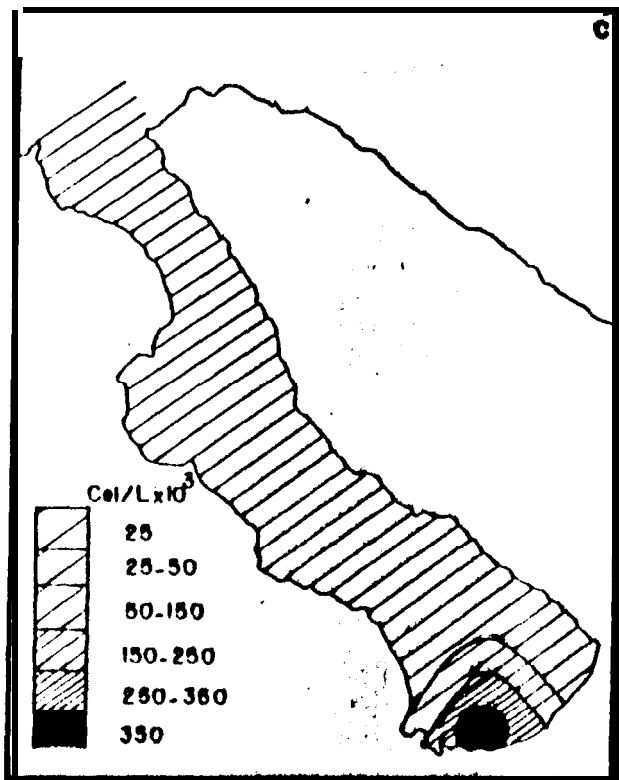
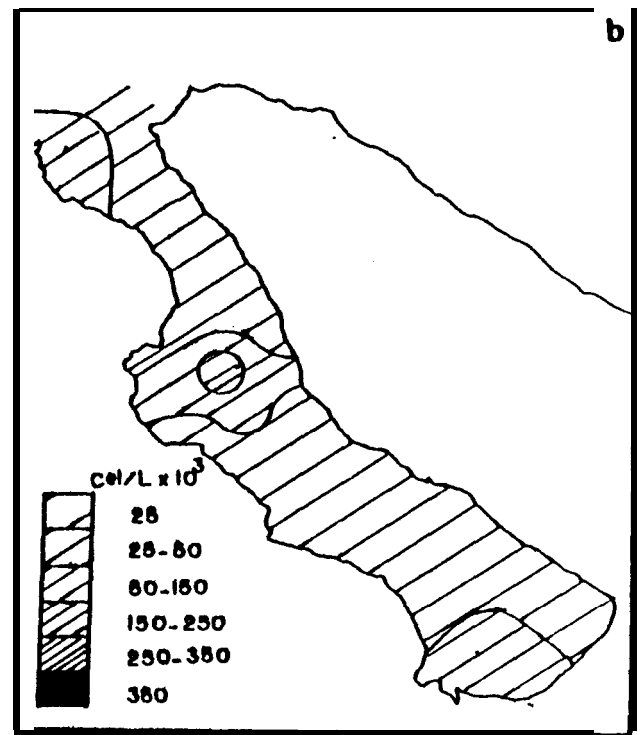
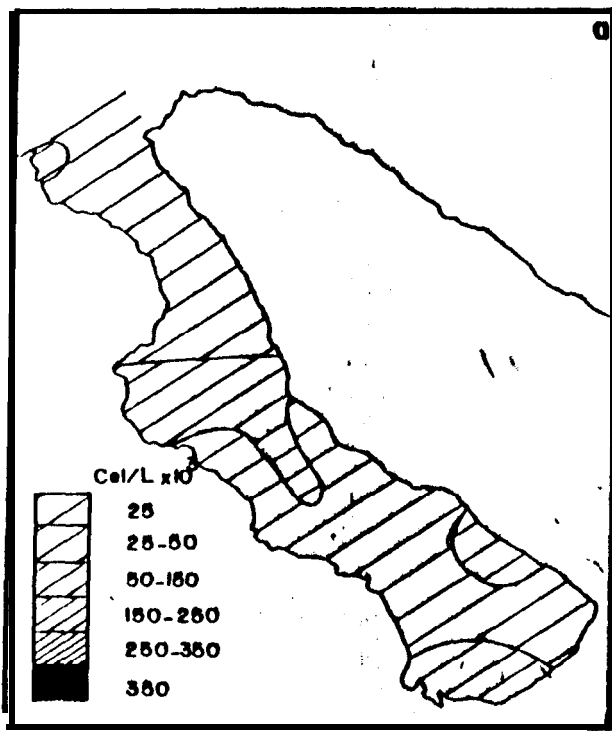


Fig. 4.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante marzo de 1992: a) microfitoplancton Superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitopfancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

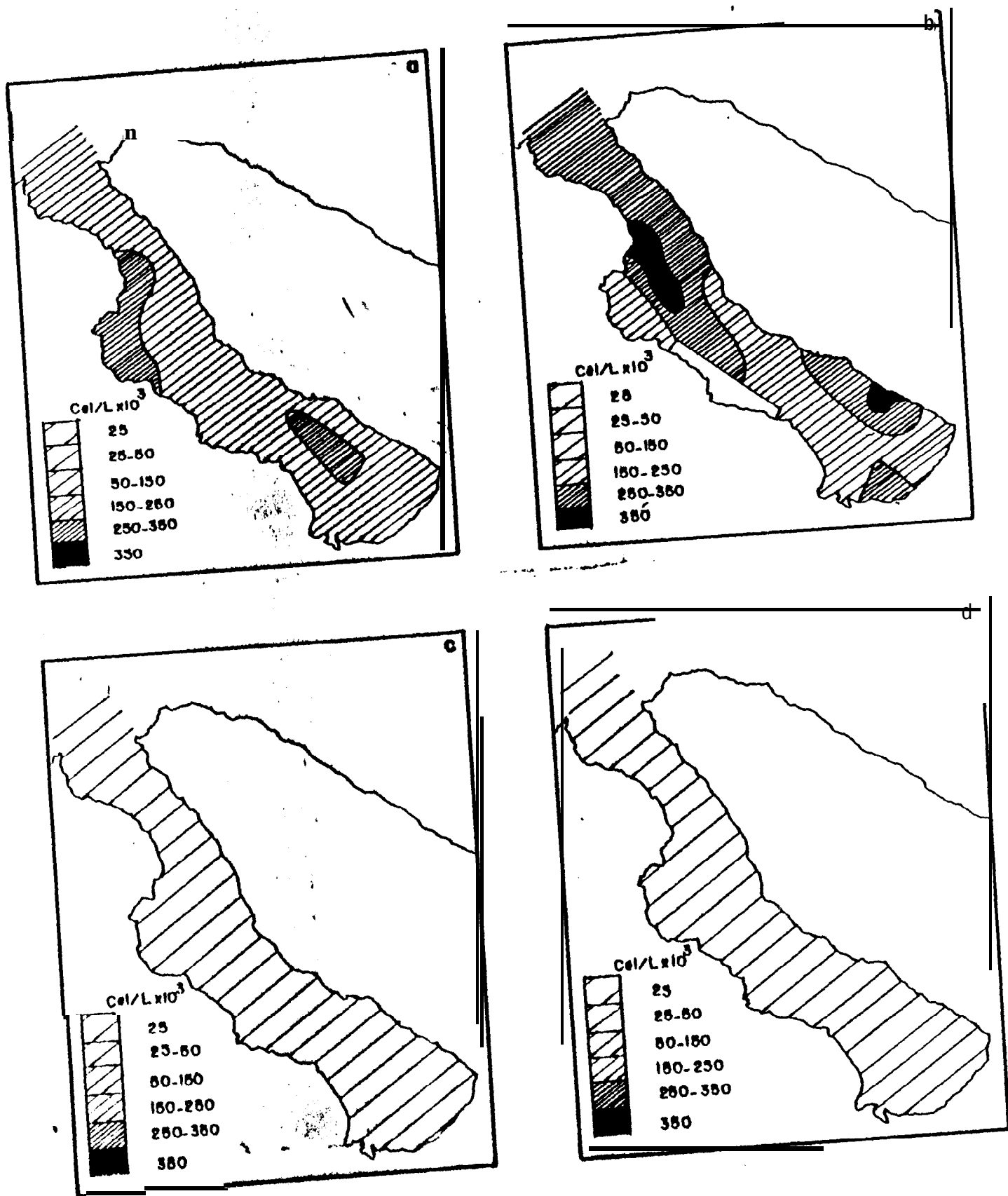


Fig. 5.- Distribución de la abundancia de fitoplancton superficial, a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

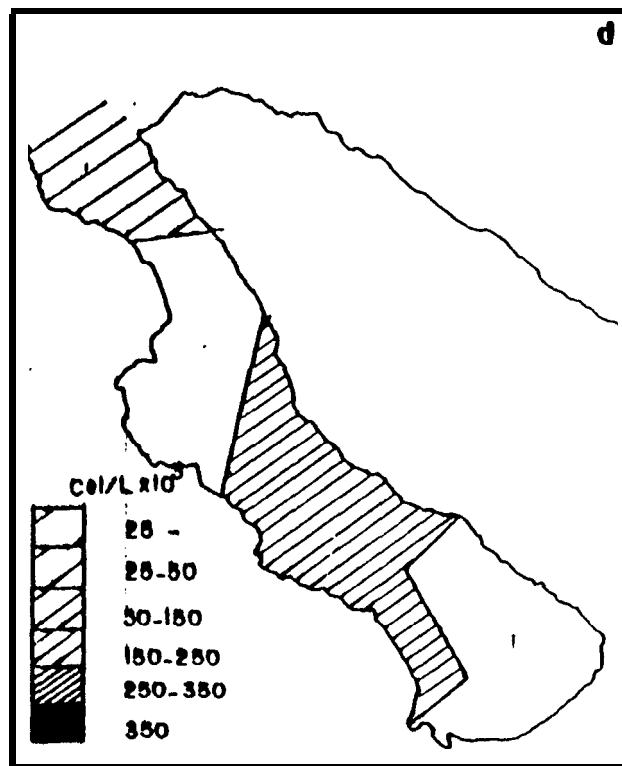
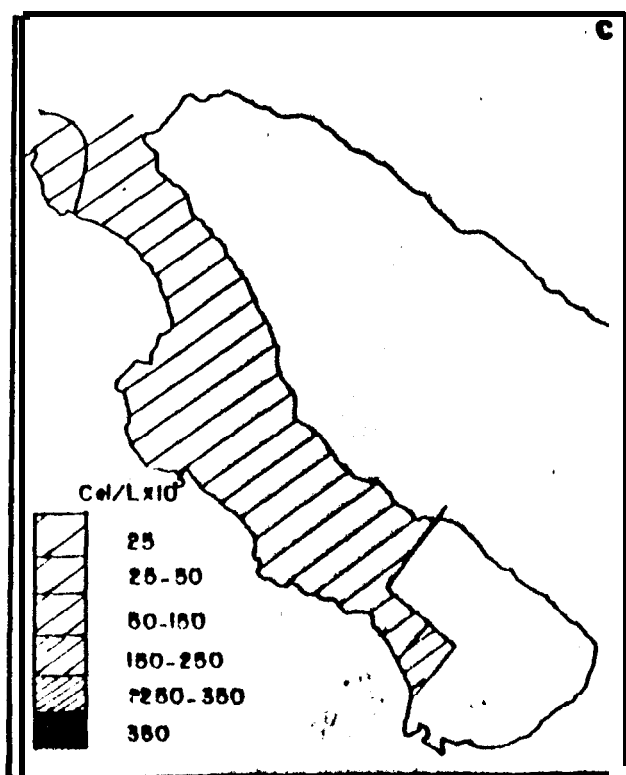
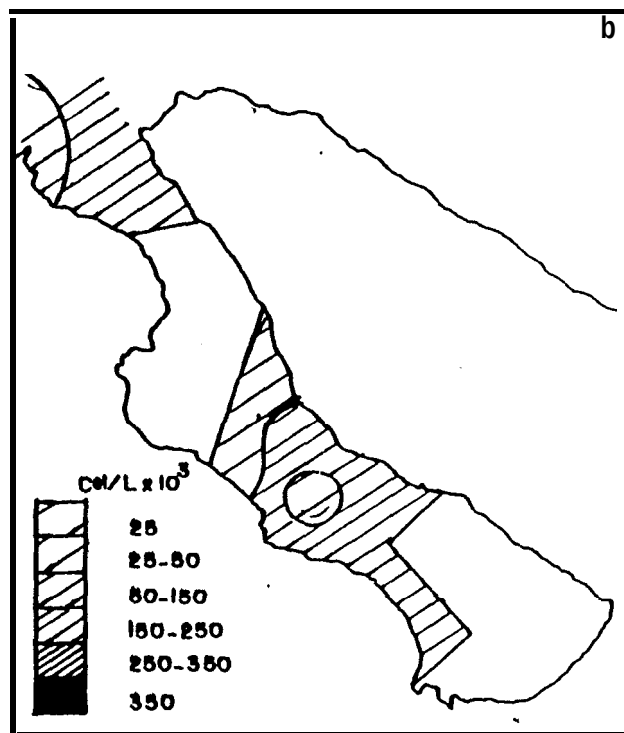
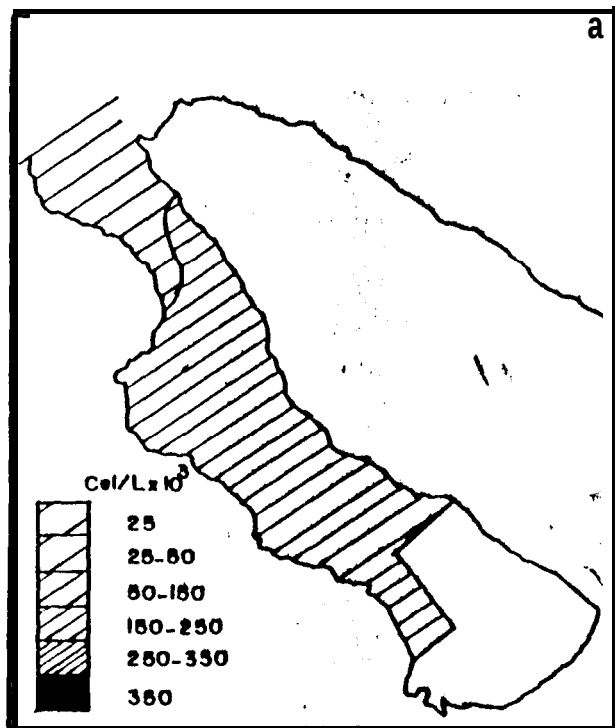


Fig. 6.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante septiembre de 1992: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

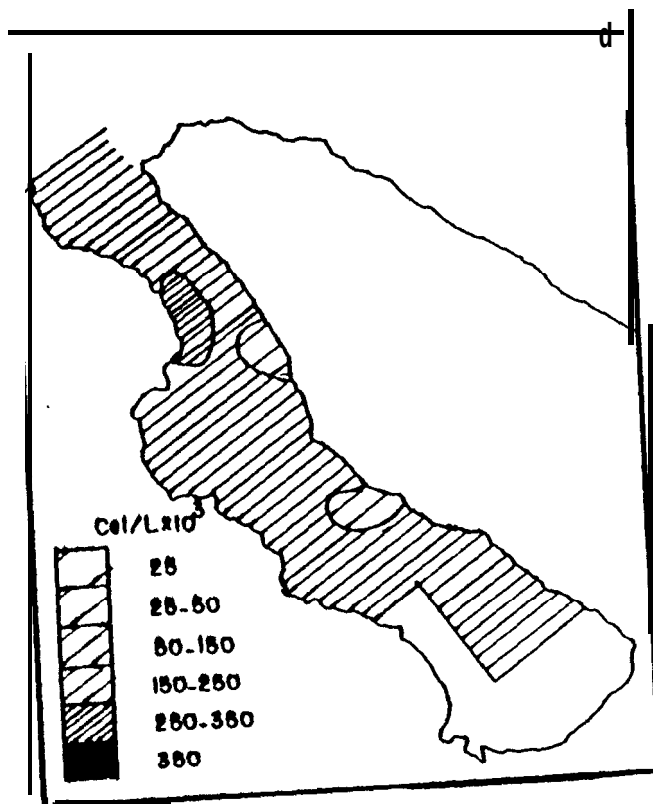
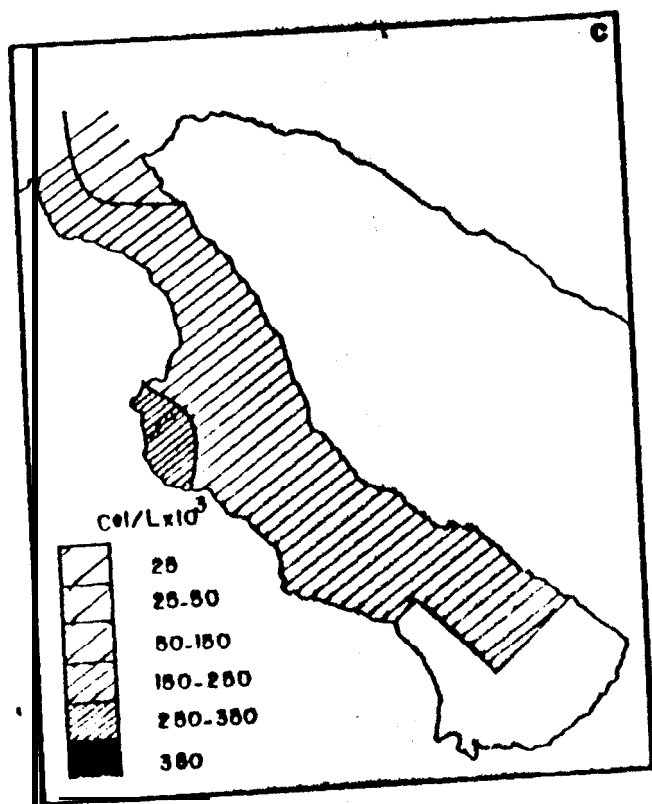
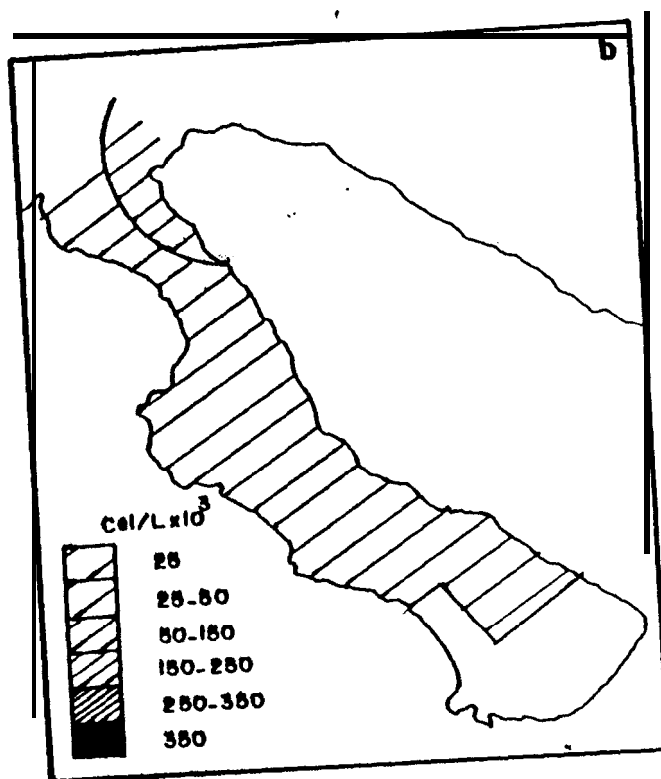
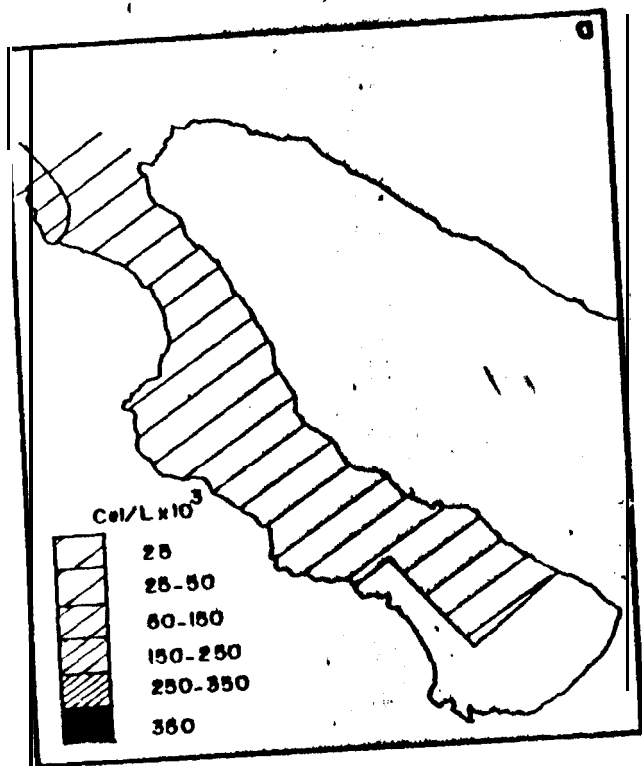


Fig. 7.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante diciembre de 1992: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

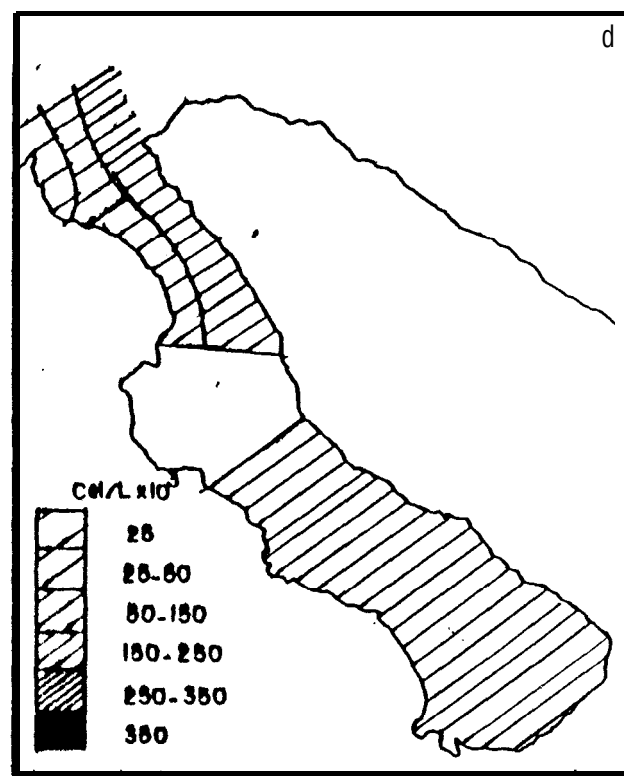
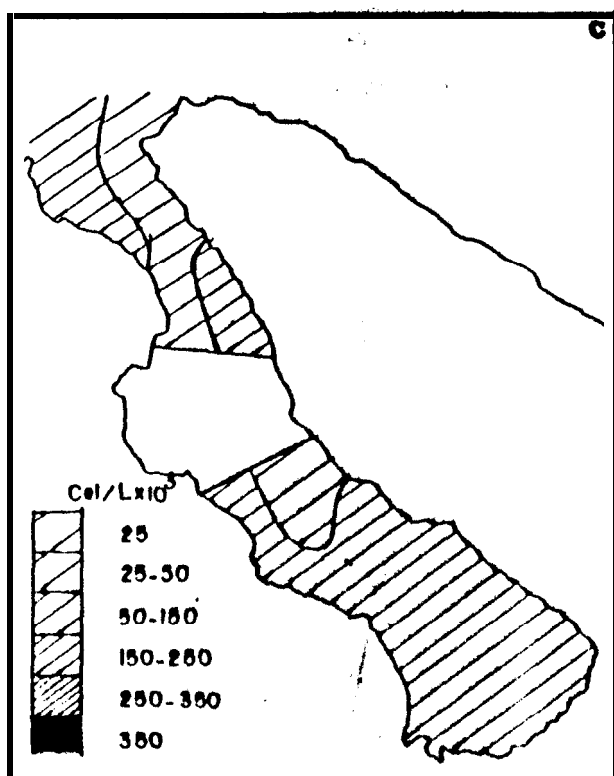
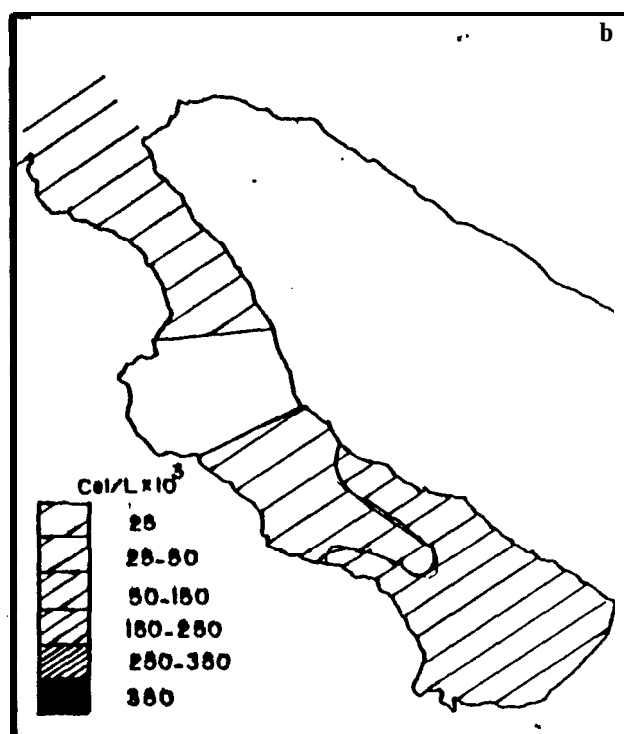
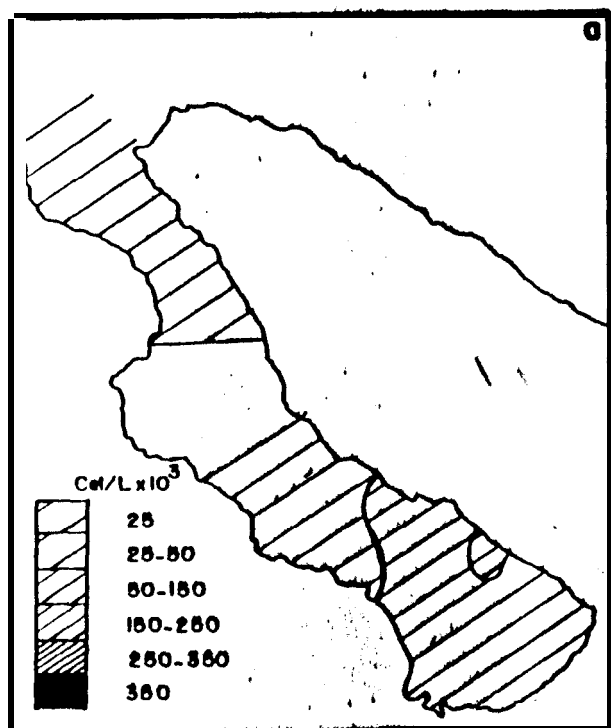


Fig. 8.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante marzo de 1993: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplanctog nivel , 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

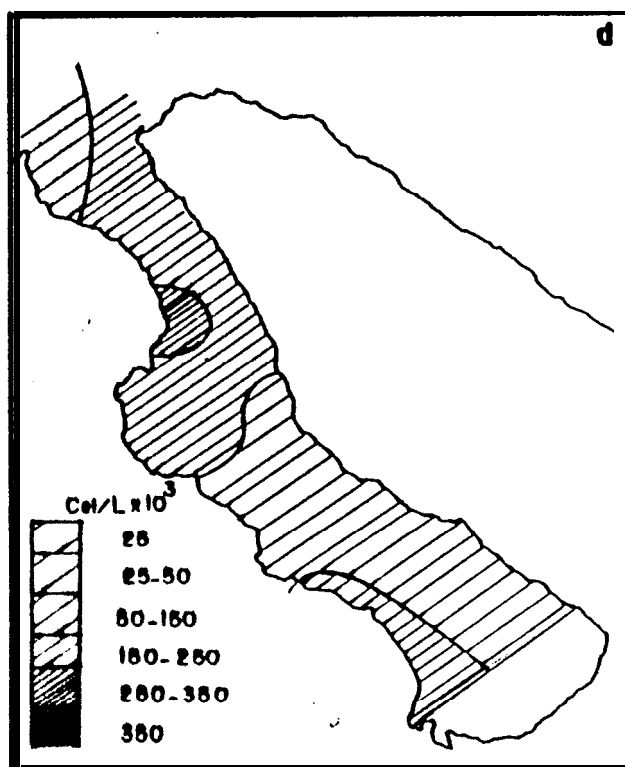
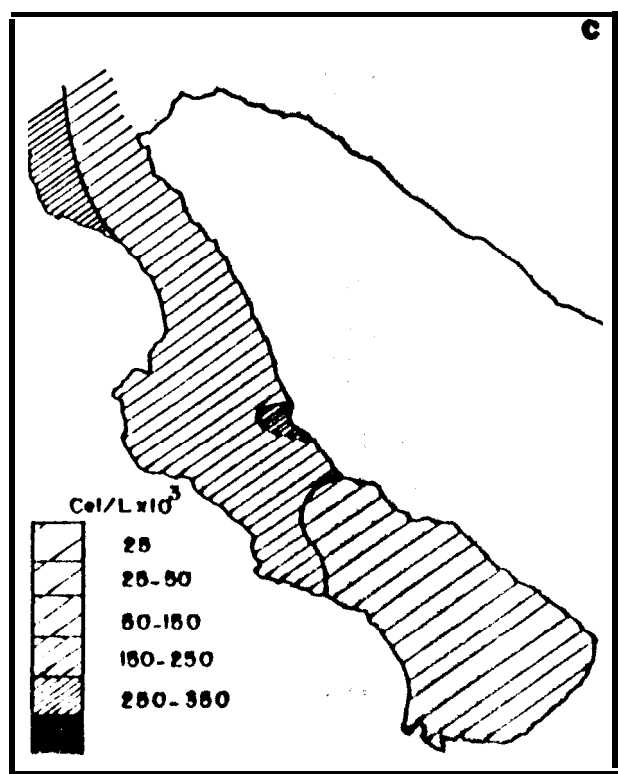
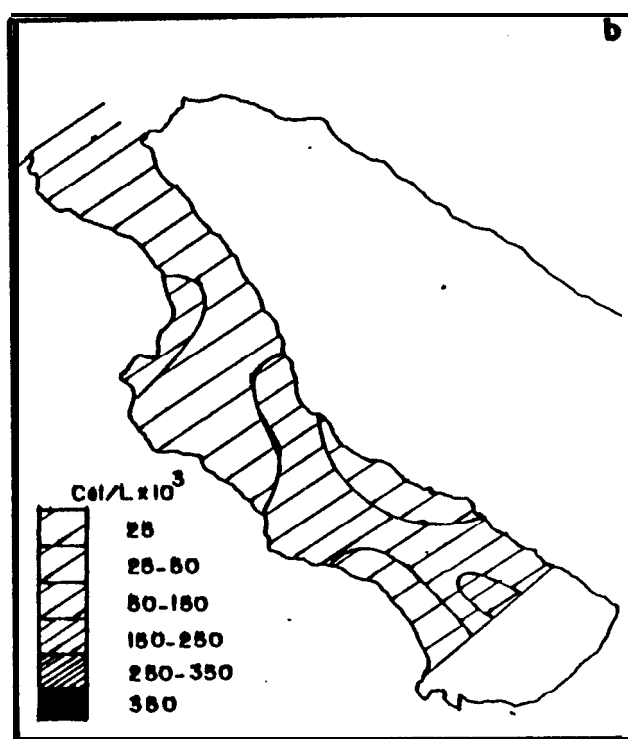
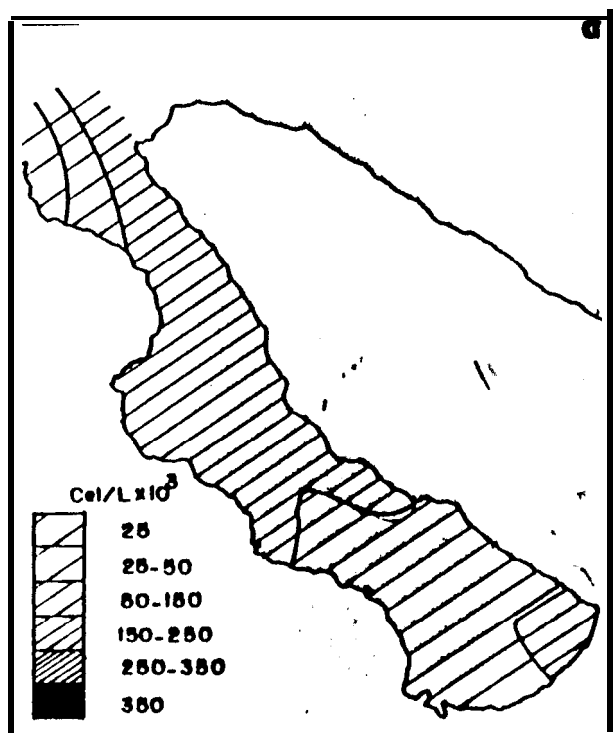


Fig. 9.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante junio de 1993: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

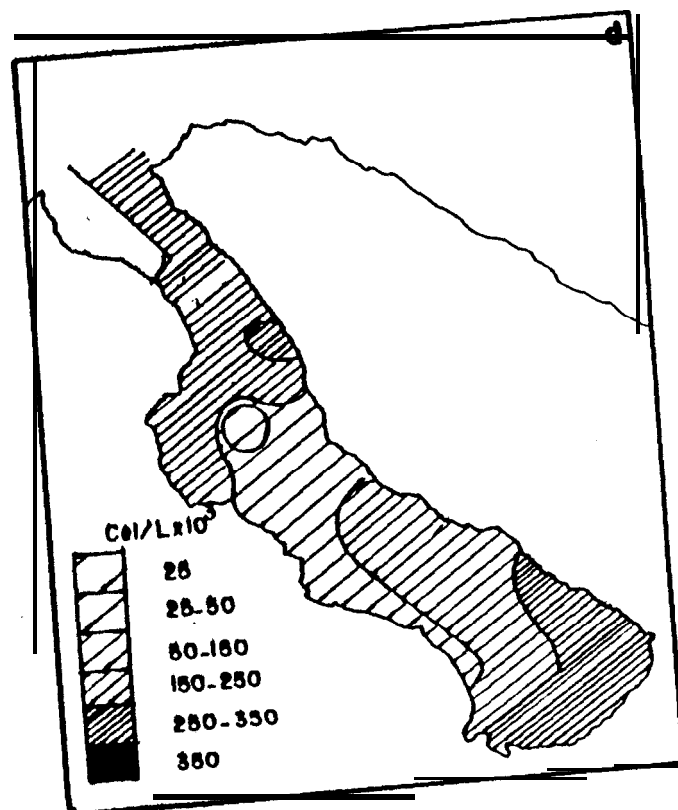
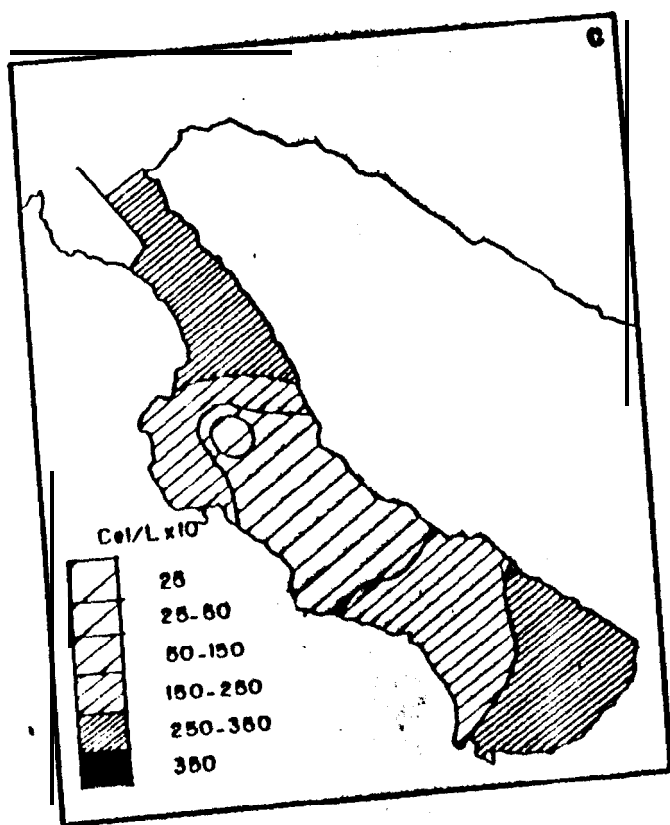
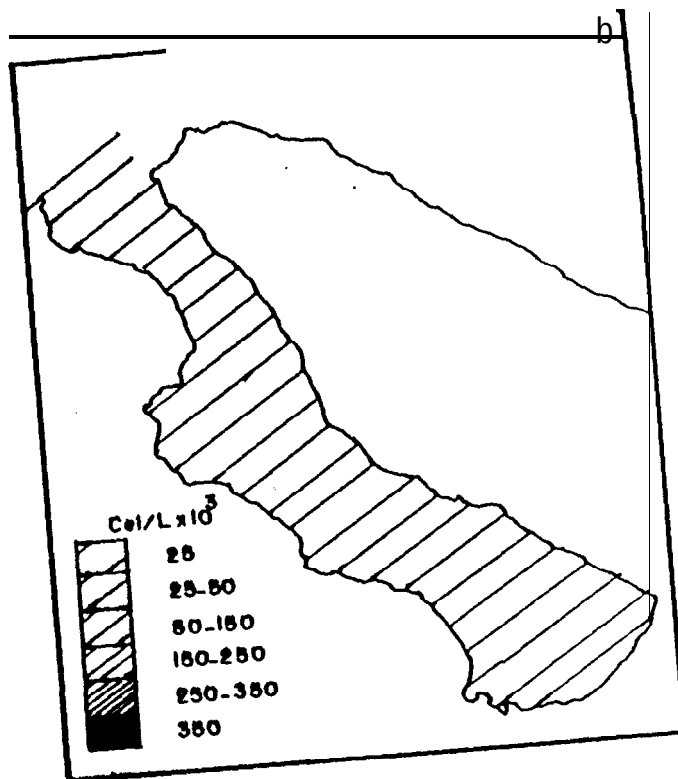
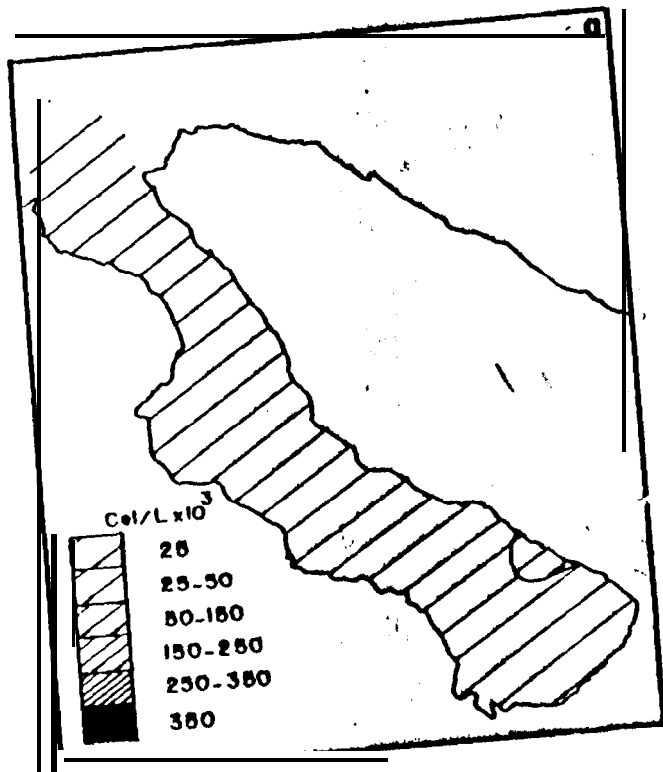


Fig. 10.- Distribución de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante agosto de 1993: a) microfitoplancton superficial, b) nanofitoplancton superficial, c) microfitoplancton nivel 10 metros, d) nanofitoplancton nivel 10 metros.

ANEXO VI

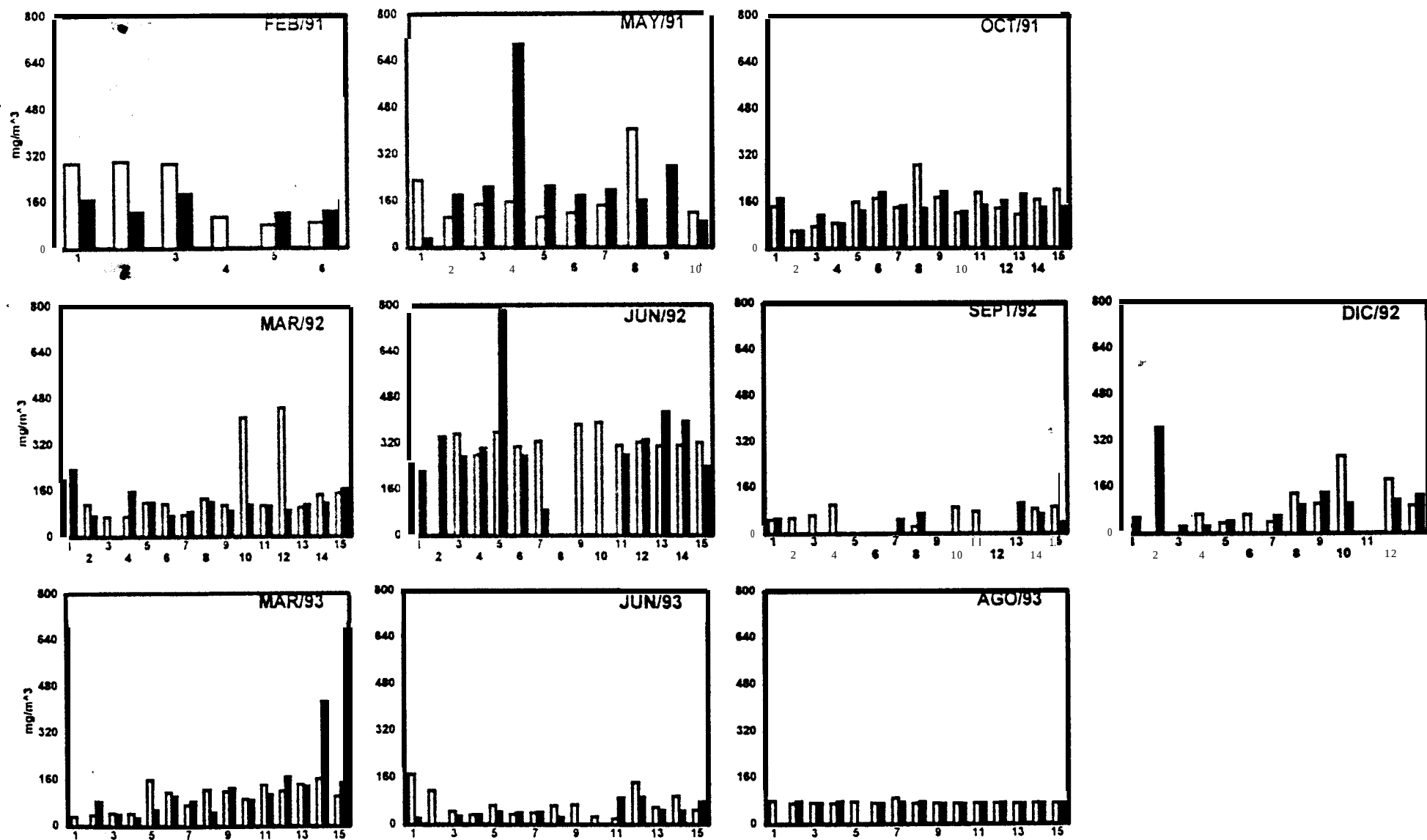


Fig. I.- Distribución de los carbohidratos por estación de muestreo para cada mes en superficie y 10 m de profundidad.

□ Nivel superficial ■ Nivel 10 metros.

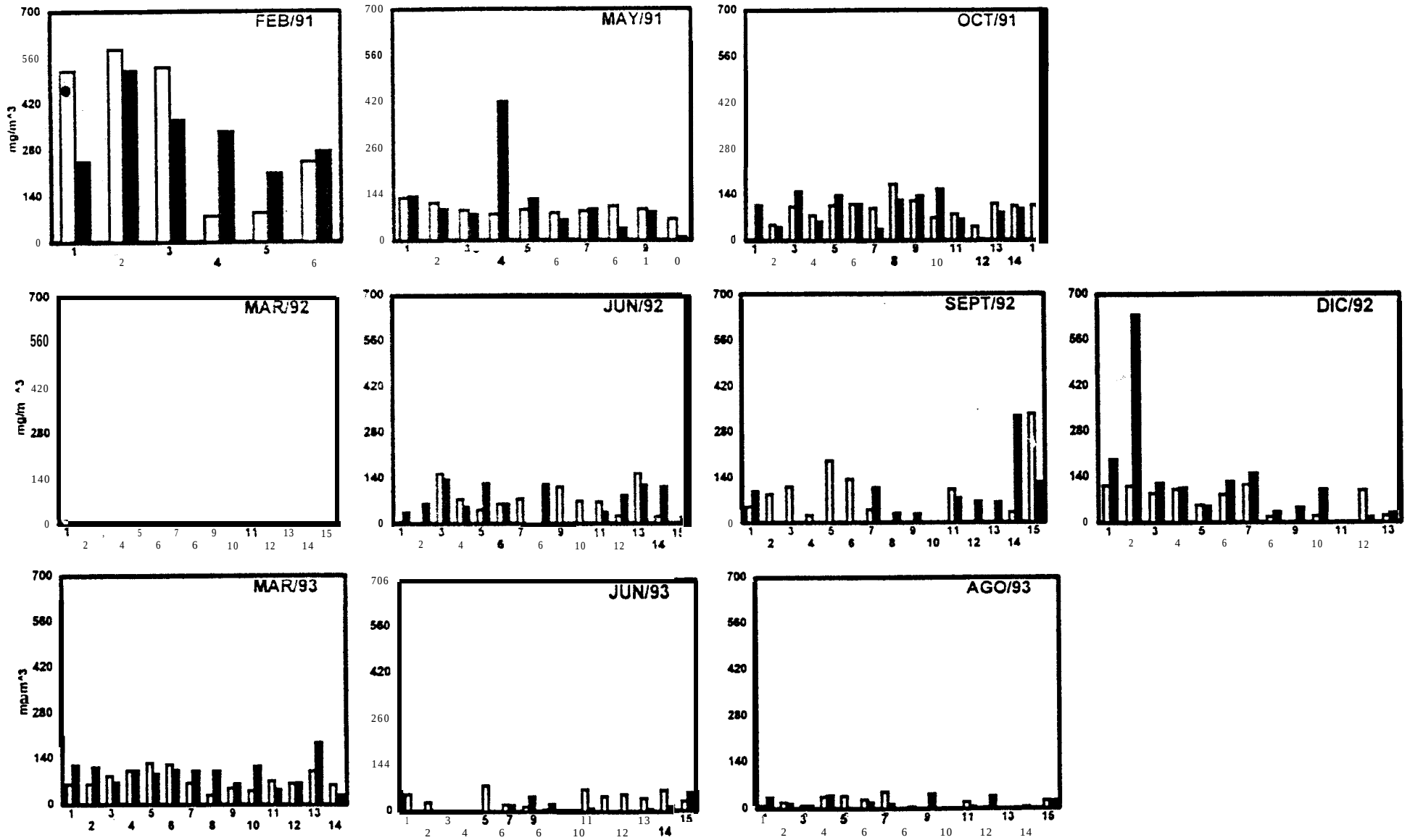


Fig. 2.- Distribución de las proteínas por estación de muestreo para cada mes en superficie y 10 m de profundidad.

□ Nivel superficial ▨ Nivel 10 metros.

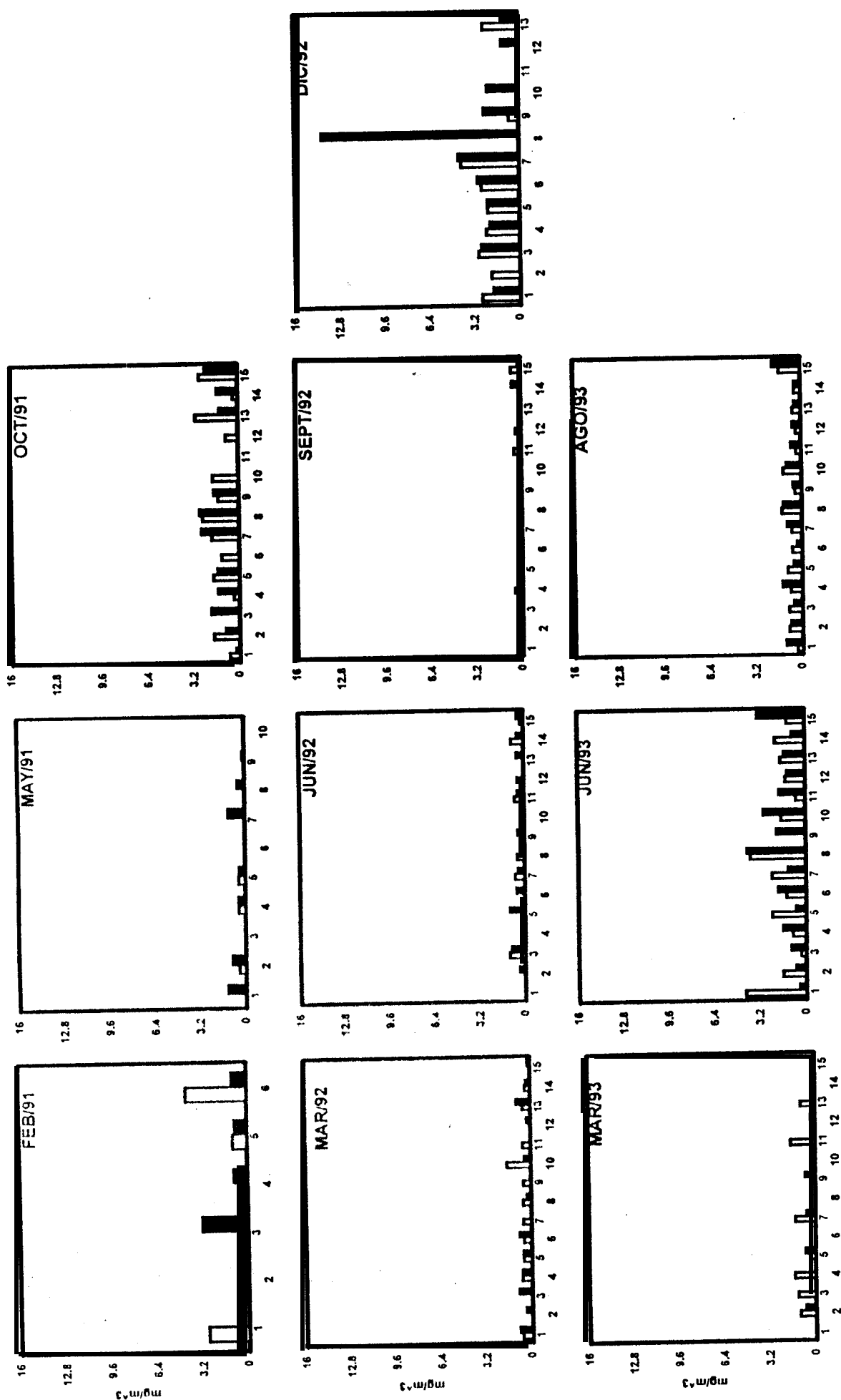


Fig. 3.- Distribución de la clorofila a por estación de muestreo para cada mes en superficie y 10 m de profundidad.

□ Nivel superficial ■ Nivel 10 metros.