



SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE PLANCTON



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

VARIACION ESPACIO TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA FITOPLANCTONICA Y DE
LA ESTRUCTURA DE LAS ASOCIACIONES MICROFITOPLANCTONICAS
EN EL SISTEMA LAGUNAR MAGDALENA-ALMEJAS
DURANTE 1984-1986

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS MARINAS

PRESENTA EL BIOLOGO MARINO
ISMAEL GARATE LIZARRAGA

RESUMEN

Se analizó la distribución espacio temporal de la abundancia fitoplanctónica total y fraccionada (nano y microfitoplancton), asociándola con la temperatura superficial del agua en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, de junio de 1984 a octubre de 1986. Se determinó la estructura de las asociaciones del microfitoplancton mediante la composición específica, la riqueza específica (S), diversidad (H'), dominancia (D) y la similitud entre muestras (SIMI de Stander).

La variación anual de la abundancia fitoplanctónica presentó un comportamiento similar al ciclo anual de producción de lagunas costeras en las regiones templadas, con dos picos de abundancia; el primero en primavera y el segundo en otoño. Los eventos de surgencia o las corrientes de marea que enriquecen de nutrientes las aguas de Bahía Magdalena pueden ser los responsables de que en esta zona se hayan registrado las concentraciones más altas de fitoplancton. El microfitoplancton fue la fracción dominante en el 87 % de los muestreos; el nanofitoplancton sólo fue ligeramente abundante en julio y agosto de 1984.

La composición específica arrojó un total de 270 taxa, comprendidos en 87 géneros, siendo las diatomeas y los dinoflagelados los grupos más importantes. Las especies *Proboscía alata*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Pseudosolenia calcar avis*, *Rhizosolenia robusta* y *Stephanopyxis palmeriana*, fueron características de la temporada cálida, mientras que *Rh. imbricata*, *Guinardia flaccida*, *Cerataulina pelagica*, *Asterionella glacialis* lo fueron en la temporada fría. De acuerdo con el análisis de componentes principales, los factores responsables de la agrupación de especies fueron la estacionalidad y abundancia relativa de las mismas.

La variación de la diversidad específica y la dominancia estuvo relacionada con el patrón de circulación del agua. Los valores bajos de diversidad y máximos de dominancia, están asociados con los florecimientos que ocurren a lo largo de todo el año, mientras que las diversidades más altas y la baja dominancia, se observaron en las áreas donde existe una clara influencia de agua oceánica.

El evento "El Niño" 1982-1983 provocó una calda notable de la abundancia fitoplanctónica, ya que los valores promedio disminuyeron drásticamente desde diciembre de 1982 hasta diciembre de 1984. Los indicios de recuperación del fitoplancton se observaron a partir de 1985, habiéndose recuperado completamente en 1986. La composición específica del fitoplancton se vio afectada por este calentamiento. Durante el periodo 1980-1982, *G. flaccida*, *Rh. imbricata* y *P. alata* fueron los taxa más abundantes, mientras que en el ciclo 1983-1984, los florecimientos de *P. alata* se intensificaron en los meses cálidos, extendiéndose hasta el mes de diciembre en ambos años, lo cual sugiere que las aguas cálidas y pobres en nutrientes favorecieron su crecimiento.

Este evento provocó cambios en la estructura de las asociaciones del microfitoplancton, ya que la riqueza de especies se vio disminuida por la abundancia de unas cuantas especies.

ABSTRACT

An analysis of the seasonal and geographical distribution and abundance, of the total and separate fractions of phytoplankton (nanno and microphytoplankton) in the Sistema Lagunar Magdalena-Almejas was related to water surface temperature during the period from June 1984 to October 1986. The structure of the microphytoplankton assemblages was determined by means of the specific composition, species richness (S), diversity (H'), dominance (D), and the similarity between samples (Stander's SIMI).

The annual variability of the phytoplankton abundance was similar to the annual cycle of production of coastal lagoons in temperate regions. There were two peaks of high phytoplankton concentration: one in Spring and one in Fall. The upwelling and tidal currents that enrich Bahía Magdalena are responsible for a very high concentration of phytoplankton in the bay. The microphytoplankton was the most important fraction comprising 87 % of the sample. The nannophytoplankton was somewhat abundant during July and August 1984.

A total of 270 taxa within 87 genera were determined. The most important groups were diatoms and dinoflagellates. Species characteristic of warm temperatures were *P. alata*, *C. asteromphalus*, *P. calcar avis*, *Rh. robusta*, and *S. palmeriana*, while the temperate species were *Rh. imbricata*, *G. flaccida*, *C. pelagica*, and *A. glacialis*. According to the principal components analysis, seasonality and abundance were the two factors mainly responsible for species's assemblages.

The variability of the specific diversity index and dominance Index was related to the water circulation pattern. The lowest values of diversity and maximum values of dominance were related to phytoplankton blooms which occur throughout the year in Bahía Magdalena-Almejas. High values of diversity and low values of dominance were estimated at those areas under the influence of oceanic waters.

The "ENSO" 1982/83 caused a drastic drop of phytoplankton abundance from December 1982 to December 1984. During 1980-1982, *G. flaccida*, *Rh. imbricata*, and *P. alata* were the most important taxa, while during 1983-1984 blooms of *P. alata*, which intensify in the warm months, extended until December in both years. This suggests that warm waters, poor in nutrients, favour its growth.

This event (ENSO) caused a change in the structure of the grouping of the microphytoplankton so that species richness and specific diversity were seen to be diminished because of the abundance of a few species.

ABSTRACT TRANSLATED by DR. ELLIS GLAZIER AND ANDRÉS LEVY PEREZ

C O N T E N I D O

	página
GLOSARIO	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABLAS	
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACION	3
OBJETIVOS	4
AREA DE ESTUDIO	5
MATERIALES Y METODOS	5
Análisis de las muestras	7
Estructura de las asociaciones	9
Análisis de componentes principales	9
RESULTADOS	10
Resumen para cada uno de los muestreos	10
Análisis integrativo de los resultados	35
Variación mensual de la temperatura y la abundancia fitoplanctónica durante 1982-1986	40
Relación de las anomalías térmicas y las anomalías de las abundancias fitoplanctónicas durante 1982-1986	41
Análisis de componentes principales en la variación anual de la composición específica en Bahía Magdalena	41
DISCUSION	49
Composición específica y estructura de las asociaciones microfitoplanctónicas	52
Influencia del "ENSO" 1982/83 sobre la abundancia fitoplanctónica y la composición específica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejales	55
CONCLUSIONES	59
LITERATURA CITADA	61
APENDICE 1	72
APENDICE II	76

GLOSARIO

Abundancia relativa.- La abundancia relativa de una especie es el número de individuos de esa especie en una muestra.

Análisis de componentes principales.- El ACP es una técnica de ordenación que puede ser descrita como un método de transformación de las variables originales en variables nuevas no correlacionadas. Las nuevas variables se denominan componentes principales. Cada componente principal es una combinación lineal de las variables originales, que expliquen la máxima varianza entre éstas. Dichas combinaciones lineales pueden ser utilizadas para resumir los datos, conservando la mayor información posible

Ambiente.- Todos los factores bióticos y abióticos que de hecho afectan a un organismo en cualquier punto de su ciclo vital.

Asociación.- Unidad principal en ecología de comunidades, caracterizada por la uniformidad esencial en la composición de especies (Krebs, 1985). Una asociación corresponde a la descripción de un segmento del ecosistema, razonablemente uniforme para que las distintas muestras puedan ser consideradas como repeticiones casi aleatorias (Margalef, 1977).

Biomasa.- La cantidad de materia viviente en un volumen conocido que puede ser expresada como el peso total de los organismos por unidad de área o volumen.

Biomasa fitoplanctónica.- En este trabajo se refiere a este término como la concentración de células/litro; según Round (1984) este es un método indirecto para medir la biomasa.

Biogeografía.- Disciplina de la biología que estudia la distribución geográfica de plantas y animales.

Comunidad.- Grupo de poblaciones de plantas y animales en un sitio dado; unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de diversos tamaños y grados de integración.

Diácmicas.- Se denomina así a las especies que presentan más de dos pulsos y que son euritolerantes, particularmente a la temperatura y a las concentraciones de nutrientes

Dominancia.- Índice matemático que indica constancia o permanencia de las especies en un conjunto de las estaciones o muestras con respecto a la abundancia.

Endofito.- Organismo que vive dentro de una alga o planta.

Epifito.- Organismo que vive sobre una alga o planta.

Estandarización.- Re-escalamiento de los datos al restar **y/o** dividirlos por la media y la desviación estándar de la misma.

Fitoplancton.- Porción vegetal del plancton; conjunto de organismos microscópicos fotosintetizadores que flotan libremente en aguas marinas y dulces.

Florecimiento.- Término que se refiere a las altas concentraciones de fitoplancton encontradas en un área determinada, causada por la multiplicación explosiva o gradual de los organismos (algunas veces una sola especie).

Fotosíntesis.- Es la **síntesis** de carbohidratos a partir de un dador electrónico (agua, sulfuro de hidrógeno, tiosulfato.. etc.) y un aceptor electrónico (dióxido de carbono, nitratos, nitrógeno.. etc.) mediante la conversión de la **energía lumínica en química** y sus uso en proceso complejo que implica muchas reacciones.

Índice de diversidad.- Es la relación entre el número de especies y el número de organismos en una asociación o comunidad.

Índice de similitud.- Básicamente es una medida del grado de semejanza de la estructura de dos asociaciones.

Litoral.- Zona de aguas poco profundas de los **lagos** o del mar, en que la luz penetra hasta el fondo.

Masa de Agua.- Cuerpo de agua el cual tiende a retener su identidad y que **está** caracterizado por un conjunto particular de temperaturas, salinidades y **características químicas.**

Microfitoplancton.- organismos del fitoplancton que su tamaño varia entre 20 y 500 micras.

Nanofitoplancton.- Organismos del fitoplancton que su tamaño **varía** entre 5 y 20 micras.

Nivel trófico.- Clasificación funcional de los organismos de una comunidad conforme a sus relaciones alimenticias.

Pastoreo.- Se refiere a la acción del zooplancton, de alimentarse de fitoplancton, ya que éste es considerado por Cupp (1943) como la “pastura del mar”.

Proliferar.- Generarse por reproducción de células similares; proliferación = multiplicación de algo.

Riqueza de especies.- Número de especies en una muestra o estación.

Sucesión.- Sustitución de un tipo de comunidad por otro. La sucesión es el cambio en la composición de especies de una masa de agua determinada como resultado de los cambios de los factores físicos (luz, temperatura), químicos (nutrientes, salinidad, toxinas) y biológicos (competencia, pastoreo), dentro de la masa de agua.

Surgencia.- Movimiento ascendente de aguas subsuperficiales hacia la superficie, provocado por los vientos.

Termoclina.- Profundidad de un cuerpo de agua que muestra un cambio máximo; usualmente una característica estacional.

Ticoplancton.- Organismos bentónicos que pueden vivir en el plancton.

Taxones.- Conjunto de organismos que ocupan una categoría taxonómica.

Transformación.- Re-escalamiento de los datos originales mediante la aplicación de funciones que normalizan la distribución de los datos.

LISTA DE FIGURAS

Página

- Fig. 1.- Localización del **Sistema** Lagunar Magdalena-Almeja@ y **ubicación** de las estacionee de mueetreo. 6
- Fig. 2.- Distribución de la temperatura euperficial (**a**), abundancia fitoplanctónica (b), especies **dominantes** (c) y diagrama de **Trellis** (**d**), durante el mes de junio de 1984.*... 11
- Fig. 3.- Dietribución de la temperatura **superficial** (a y c) y abundancia fitoplanctónica (c y d), durante julio y agoeto de 1984, **respectivamente.** 13
- Fig. 4.- Distribución de la temperatura euperficial (a), abundancia fitoplanctónica (**b**), **especies** dominantes (c) y diagrama de Trellie (**d**), durante el mee de eeptiembre de 1984. 15
- Fig. 5.- **Distribución** de la temperatura **superficial** (**a**) y abundancia fitoplanctónica (b) durante el mee de octubre.*.....*.....*... 16
- Fig. 6.- **Distribución** de la temperatura euperficial (**a**), abundancia fitoplanctónica (b), eespeciee dominantes (c) y diagrama de Trellie (**d**), durante el mes de noviembre de 1984. 17
- Fig. 7.- Distribución de la temperatura euperficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies dominante8 (c) y diagrama de **Trellis** (**d**), durante el mee de diciembre de 1984. 19
- Fig. 8.- **Distribución** de la temperatura superficial (a), eespeciee dominantes (b) y diagrama de **Trellis** (c), durante el mea de enero de 1985. 21
- Fig. 9.- Distribución de la temperatura **superficial** (**a**), abundancia fitoplanctónica (b), **especies** dominantee (c) y diagrama de Trellie (d), durante el mee de abril de 1985. 22
- Fig. 10.- **Distribución** de la temperatura superficial (**a**), abundancia **fitoplanctónica** (b), especies dominantes (c) y diagrama de Trellis (**d**), durante el mea de julio de 1985. 24
- Fig. 11.- Distribución de la temperatura euperficibl (**a**), **abundancia** fitoplanctónica (b), especies dominantes (c) y diagrama **de Trellis**(**d**), durante el mee de noviembre de 1985. 25
- Fig. 12.- **Distribución** de la temperatura superficial (**a**), **abundancia** fitoplanctónica (b), especies dominantes (c) y diagrama de **Trellis** (d-), durante el mee de enero de 1986. 27
- Fig. 13.- Distribución de la temperatura **superficial** (a), abundancia fitoplanctónica (b), **especies** dominantee (c) y diagrama de Trellie (**d**), durante el mee de febrero de 1986.*.....* 29

Fig. 14.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies dominantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante el mes de abril de 1986..... 30

Fig. 15.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies dominantes (c) y diagrama de Trellis (d), durante el mes de junio de 1986..... 32

Fig. 16.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies dominantes (c) y diagrama de Trellis (d), durante el mes de octubre de 1986..... 34

Fig. 17.- Variación de la abundancia fitoplanctónica en las tres áreas que conforman el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas de junio de 1984 a octubre de 1986 (a) y ciclo anual de la abundancia fitoplanctónica (b)..... 36

Fig. 18.- Variación de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica fraccionada durante junio de 1984-octubre de 1986..... 37

Fig. 19.- Variación de los índices de diversidad (H'), dominancia (D) y la riqueza de especies (S) de junio de 1984 a octubre de 1986..... 39

Fig. 20.- Variación de los valores promedio de temperatura y abundancia fitoplanctónica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, durante 1982-1986. 40

Fig. 21.- Variación de las anomalías térmicas (a) y las anomalías de abundancia fitoplanctónica (b) en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, durante 1980-1986..... 42

Fig. 22.- Representación de las especies microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1984..... 44

Fig. 23.- Representación de las especies microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1985..... 46

Fig. 24.- Representación de las especies microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1986..... 48

Fig. 25.- Variación de los índices de eurgencia durante 1981-1986 frente a Bahía Magdalena..... 57

A P E N D I C E 1

Fig. 1.- Distribución de abundancia de las fracciones nano y microfitoplancton durante los meses de junio (a), julio (b), agosto (c), septiembre (d) y octubre (e) de 1984..... 7 3

Fig. 2.- Distribución de abundancia de las fracciones nano y microfitoplancton durante los meses de noviembre (a) y diciembre (b) 1984 y abril (c), julio (d) y noviembre (e) de 1985..... 74

Fig. 3.- Diatribución de abundancia de **las** fracciones **nano** y **microfitoplancton** durante los meses de enero (a), febrero (b), abril (c), junio (d) y octubre (e) de 1986..... 75

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Relación de muestreos analizados durante 1984-1986 en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas..... 7

Tabla II.- Especies del microfitoplancton **que** fueron dominantes en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas durante 1984-1986..... 38

Tabla III.- **Varianza** explicada por los componentes **principales** calculada para los **años** de 1984, 1985 y 1986..... 43

Tabla IV.- Especies del microfitoplancton que fueron dominantes en el **Sistema** Lagunar Magdalena-Almejas durante **1980/1986**..... 58

A P E N D I C E I I

Tabla I.- Lista de especies identificadas durante el periodo comprendido entre junio de 1984 y octubre de 1986 en el Sistema Lagunar **Magdalena-Almejas**..... 77

Tabla II.- Variación de la riqueza específica (S) y los **índices** de **diversidad (H')** y **dominancia (D)** para cada una de **las** estaciones de los muestreos realizados en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas durante junio de 1984 y octubre de 1986..... 84

INTRODUCCION

El fitoplancton marino está compuesto por microorganismos fotosintéticos unicelulares, los cuales en su gran mayoría forman cadenas de diversos tipos. Este grupo representa el primer eslabón de la cadena trófica y es la puerta de entrada de la energía en el ecosistema marino y la base de su mantenimiento (Margalef y Vives, 1972).

Los estudios de los ciclos estacionales sobre la abundancia del fitoplancton, la productividad primaria, así como los cambios en la sucesión de especies, son eventos ampliamente reconocidos en aquellas regiones donde existe una estacionalidad bien marcada (Margalef, 1958; Raymont, 1980; Boney, 1975; Garrison, 1979).

Las variaciones temporales de pequeña y gran escala, están asociadas a los ciclos estacionales, tanto en ambientes oceánicos como costeros. Las condiciones que gobiernan los cambios estacionales en esas áreas costeras son mucho más complejas que en las oceánicas, debido a los efectos sumados de la topografía del lugar, la descarga de los ríos, y las mareas.

Los estudios sobre ciclos anuales de fitoplancton en lagunas costeras han revelado que existe una sucesión recurrente de especies, así como una estacionalidad de la abundancia, presentándose uno o dos máximos en el año (Smayda, 1963; Raymont, 1980). Este trabajo aborda el estudio de la composición específica de los principales grupos del microfitoplancton y la abundancia fitoplanctónica, con el fin de conocer sus variaciones anuales e interanuales.

De manera particular, otro aspecto importante que se aborda en esta investigación es la estructura de las asociaciones del microfitoplancton, la cual en términos de la composición de especies, abundancias relativas, así como el uso de algunos índices ecológicos y la distribución espacio-temporal, es importante para comprender como se encuentran organizados esos grupos. Así, se describen estas asociaciones, de tal manera que sus variaciones se puedan interpretar de acuerdo a los cambios del medio, ya que las asociaciones se modifican notablemente de una estación a otra, de modo que su estructura no es constante.

El estudio de la composición del tamaño del fitoplancton ha sido objeto de gran interés en los últimos años, ya que la distribución de tamaños de los productores primarios juega un papel importante en la estructura de las asociaciones y la organización trófica de los ecosistemas marinos (Ryther, 1969; Walsh, 1969; Malone, 1971, 1980; Pomeroy, 1974; Lara-Lara et al., 1984; Nienhuis y Guerrero, 1985; Varela y Costas, 1987).

De acuerdo con Nienhuis y Guerrero (1985; 1986) y los resultados de este trabajo, el microfitoplancton es la fracción que contribuye principalmente a la abundancia fitoplanctónica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, mientras que el nanofitoplancton presenta una distribución irregular. Del microfitoplancton, las diatomeas y los dinoflagelados forman parte importante de la dieta de las diferentes especies de sardina del Pacífico (Rojas de Mendiola, 1979; Kawasaki y Kumagai, 1984; Romero-Ibarra y Esquivel-Herrera, 1989).

Las fracciones de tamaños del fitoplancton tienen gran importancia en la transferencia de alimento a niveles tróficos superiores (Malone, 1980), ya que si

domina el nanofitoplancton la transferencia de materia a niveles tróficos se realiza a través del microzooplancton, lo que supondría un alargamiento de la cadena trófica pelágica. Si domina el **microfitoplancton**, la transferencia de materia se lleva a cabo a través del macrozooplancton, lo que ocasiona un acortamiento de la cadena trófica.

De manera general, el presente trabajo aporta **elementos nuevos** sobre la composición específica **y** la abundancia fitoplanctónica total **y** fraccionada en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas **y** se analiza la estructura de las asociaciones del microfitoplancton. Lo anterior, con el propósito de establecer un patrón de distribución tanto espacial como temporal de las especies con mayor peso **y** que pueden ser las responsables de la dinámica de la comunidad fitoplanctónica. **Asimismo**, se intenta comprender la variación anual del ciclo de producción, en **términos** de la concentración de **células** por litro, para las aguas de Magdalena-Almejas.

ANTECEDENTES

En la costa occidental de la **Península** de Baja California, los estudios del plancton son escasos **y** los pocos que existen se limitan a listas de especies (Allen, 1934; 1937). Estrada **y** Blasco (1979) realizaron dos crueros frente a Punta San Hipólito, con el propósito de determinar los cambios en la composición específica del fitoplancton en una zona de surgencia, encontrando que los florecimientos de diatomeas están asociados con la surgencia de agua ecuatorial de la contracorriente, mientras que la dominancia de dinoflagelados parece estar relacionada a la fertilización de estas aguas **por la Corriente de California**.

Hernández Becerril (1988a, 1988b, 1989), realizó estudios taxonómicos de los dinoflagelados, encontrando una gran variedad de especies tropicales **y** subtropicales.

Entre los primeros estudios realizados en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, destacan los enfocados a determinar las **características** hidrográficas, nutrientes **y** la concentración de clorofila **a** (Alvarez-Borrego, et al., 1975; Acosta-Ruiz **y** Lara-Lara, 1978). Estos autores señalaron **que Bahía Magdalena es un sistema altamente productivo y que depende del abastecimiento de nutrientes de las aguas oceánicas circundantes, donde las mareas determinan significativamente las variables físicas y químicas. Asimismo, señalaron que durante el reflujo se aportan grandes concentraciones de fitoplancton (clorofila a) al océano abierto adyacente.**

Debido a la importancia pesquera de **Bahía Magdalena**, a partir de 1980 el CICIMAR empezó a realizar estudios relacionados con el plancton. De manera general, éstos han sido dirigidos hacia el conocimiento de la distribución **y** abundancia de las especies de diversos grupos taxonómicos, **tales** como quetognatos (Haro-Garay, 1983), sifonóforos (Funes-Rodríguez, 1985) **y** copépodos, (Palomares-García, 1989), **así** como estudios de distribución **y** abundancia del ictioplancton (Anónimo, 1984; 1985; Saldierna-Martínez et al., 1987).

En lo referente al fitoplancton, Nenhuis **y** Guerrero (1985) determinaron la

estructura de las asociaciones microfitoroplanctónicas y la abundancia del nanofitoplancton y microfitoroplancton en un ciclo anual (1980-1981). Con base en esto, señalaron que aproximadamente 25 especies de la fracción micro, son las responsables de la dinámica general del fitoplancton. Posteriormente, elaboraron mapas de distribución de las especies microfitoroplanctónicas más abundantes, de diversidad específica (H') y de la abundancia de las dos fracciones, para 4 ciclos anuales (1980-1984) (Nienhuis y Guerrero, 1986)

Con el propósito de conocer los hábitos alimenticios de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), Romero-Ibarra y Esquivel-Herrera (1989) realizaron un estudio sobre la alimentación de esta especie en Bahía Magdalena, encontrando que el fitoplancton constituyó el 60 % del contenido de los tubos digestivos de la sardina, siendo *Rhizosolenia alata*, *Melosira sulcata* y *Guinardia flaccida*, las especies más frecuentes.

Finalmente, Gárate-Lizárraga (1989) reportó nuevos registros de especies del género *Rhizosolenia*, las cuales presentan una distribución circumglobal dentro de las regiones de aguas cálidas (Sundström, 1986). La presencia de estas especies dentro de Bahía Magdalena, es probablemente una evidencia de la presencia de la Contracorriente de California en las costas de Baja California Sur, la cual trae consigo especies de aguas cálidas.

JUSTIFICACION

Uno de los principales factores que regulan las pesquerías de la sardina y anchoveta, es la calidad y cantidad de alimento disponible, el cual tiene un efecto sobre la concentración de cardúmenes, su desarrollo y comportamiento migratorio (Rojas de Mendiola y Gómez, 1981).

El Sistema Lagunar Magdalena-Almejas es un área de particular interés biológico-pesquero, debido a que es la principal zona de captura de sardina en el Estado de Baja California Sur. De las especies capturadas, los mayores montos corresponden, en orden de importancia, a las especies *Sardinops sagax* y *Opisthonema libertate* (Casas-Valdez, 1983).

Hunter (1972) menciona que la existencia de pequeñas manchas o parches de alimento, aunado a la habilidad de las larvas para localizarlas y permanecer en ellas es crucial para la sobrevivencia de las mismas. Si el éxito de una pesquería depende de la sobrevivencia de las larvas y ésta sobrevivencia está principalmente en función de la disponibilidad de las partículas que le sirven de alimento (en tamaños, calidad y cantidad) (Rojas de Mendiola y Gómez, 1981), el estudio de los habitats de las especies del fitoplancton y zooplancton que forman parte de la dieta de larvas y de peces adultos deben de ser intensificados.

De acuerdo con lo anterior, es evidente que los estudios de distribución y abundancia del fito y zooplancton, así como de la alimentación de las diferentes especies de sardina, siguen siendo de gran importancia en la investigación pesquera.

Los estudios realizados por Nienhuis y Guerrero (1985; 1986) se llevaron

a cabo antes y durante el evento "El Niño" (ENSO) 1982/83. El presente trabajo pretende determinar los cambios en la abundancia (cels/l) y la estructura de las asociaciones fitoplanctónicas, durante la parte final y el periodo de relajamiento de ese calentamiento.

Por otra parte, el interés en estudiar los posibles efectos de "El Niño" en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, radica en que este evento causó numerosos cambios en las poblaciones marinas. Cowles et al., (1977), Barber et al. (1983), Guillén et al. (1985) y Avaria y Muñoz (1987) observaron una disminución en la producción del fitoplancton en las costas de Perú y Chile, mientras que Lara-Lara et al. (1984) y Torres-Mbye y Alvarez-Borrego (1985; 1987), observaron un enriquecimiento en la producción y en la biomasa del plancton en las aguas del Golfo de California y en Baja California, respectivamente. En Magdalena-Almejas este evento se observó desde el verano de 1982 hasta principios de 1985 (Saldierna-Martínez et al., 1987).

De esta manera, se plantea un estudio sobre las asociaciones del microfitoplancton en Magdalena-Almejas a lo largo de dos y medio ciclos anuales (JUN-1984-OCT 1986).

OBJETIVOS

1.- Determinar la variación espacial, mensual y estacional de la abundancia fitoplanctónica total (células por litro) y fraccionada (nano y microfitoplancton) en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

2.- Describir la estructura de las asociaciones, mediante la composición específica de los principales grupos (diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados y cianofitas) que constituyen el microfitoplancton, la diversidad específica (H), la dominancia (D), así como el grado de asociación (índice de similitud) entre las estaciones en este sistema lagunar.

3.- Describir la variación anual de las asociaciones del microfitoplancton en Bahía Magdalena, para la primavera, verano, otoño e invierno de 1984, 1985 y 1986.

4.- Determinar el efecto del evento "El Niño" 1982-1983 sobre la abundancia fitoplanctónica total y la composición específica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

AREA DE ESTUDIO

El Sistema Lagunar Magdalena-Almejas se localiza en la Costa Occidental de Baja California Sur, entre los $24^{\circ} 15'$ y $25^{\circ} 20' N$ y los $111^{\circ} 30'$ y $112^{\circ} 15' W$ (Fig. 1). Está dividido en tres zonas: a) la zona noroeste, de forma irregular, compuesta por esteros, lagunas y canales, con una profundidad promedio de 3.5 m y un área de 137.12 Km^2 ; b) la zona central o Bahía Magdalena, conectada con el Océano Pacífico a través de una boca ancha con una profundidad promedio de 38.0 m y que abarca una superficie de 882.74 Km^2 ; y c) la zona suroeste o Bahía Almejas, comunicada a la central por medio de un canal de 2.5 Km de ancho y una profundidad aproximada de 3 m, con una área de 369.97 Km^2 y conectada con el mar abierto a través de dos bocas que no permiten la navegación (Alvarez-Borrego et al., 1975).

El patrón de variación de salinidad caracteriza al sistema lagunar como un sistema antiestuarino de batimetría irregular, con zonas de bancos superficiales y canales de transporte. Esto provoca que se observen zonas con características físicoquímicas diferentes, debido esencialmente a un mayor calentamiento y evaporación en zonas bajas y un mayor transporte (renovación por corrientes) en la zona más profunda. En la porción occidental de Bahía Magdalena se tienen evidencias de condiciones de surgencias durante los meses de marzo, junio y octubre (Alvarez-Borrego et al., 1975).

MATERIALES Y METODOS

Las muestras se colectaron mensual y estacionalmente, cubriendo una red de 28 estaciones (Fig. 1) que abarcan el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas desde junio de 1984 a octubre de 1986. Los muestreos, denominados BAMA cubren dos ciclos anuales y medio.

Se colectaron un total de 187 muestras de agua superficial con frascos de plástico de 500 o 1000 ml y se preservaron con formol a una concentración final del 4 %, neutralizado con borato de sodio. Se realizaron arrastres superficiales de fitoplancton (223 muestras) con una red de 50 cm de diámetro y 55 micras de luz de malla (Tabla I). El material obtenido se vació en frascos de plástico y se preservó de igual manera que las muestras de superficie.

Se registró la temperatura superficial del agua de manera simultánea a los arrastres en cada una de las estaciones de muestreo, utilizando un termómetro de cubeta Kahlsico.

Como apoyo para el análisis de la variación de la temperatura superficial a lo largo del muestreo, se incluyeron los valores promedio de temperatura del periodo 1980/1983 y las anomalías térmicas se tomaron de Saldierna-Martínez et al. (1987).

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

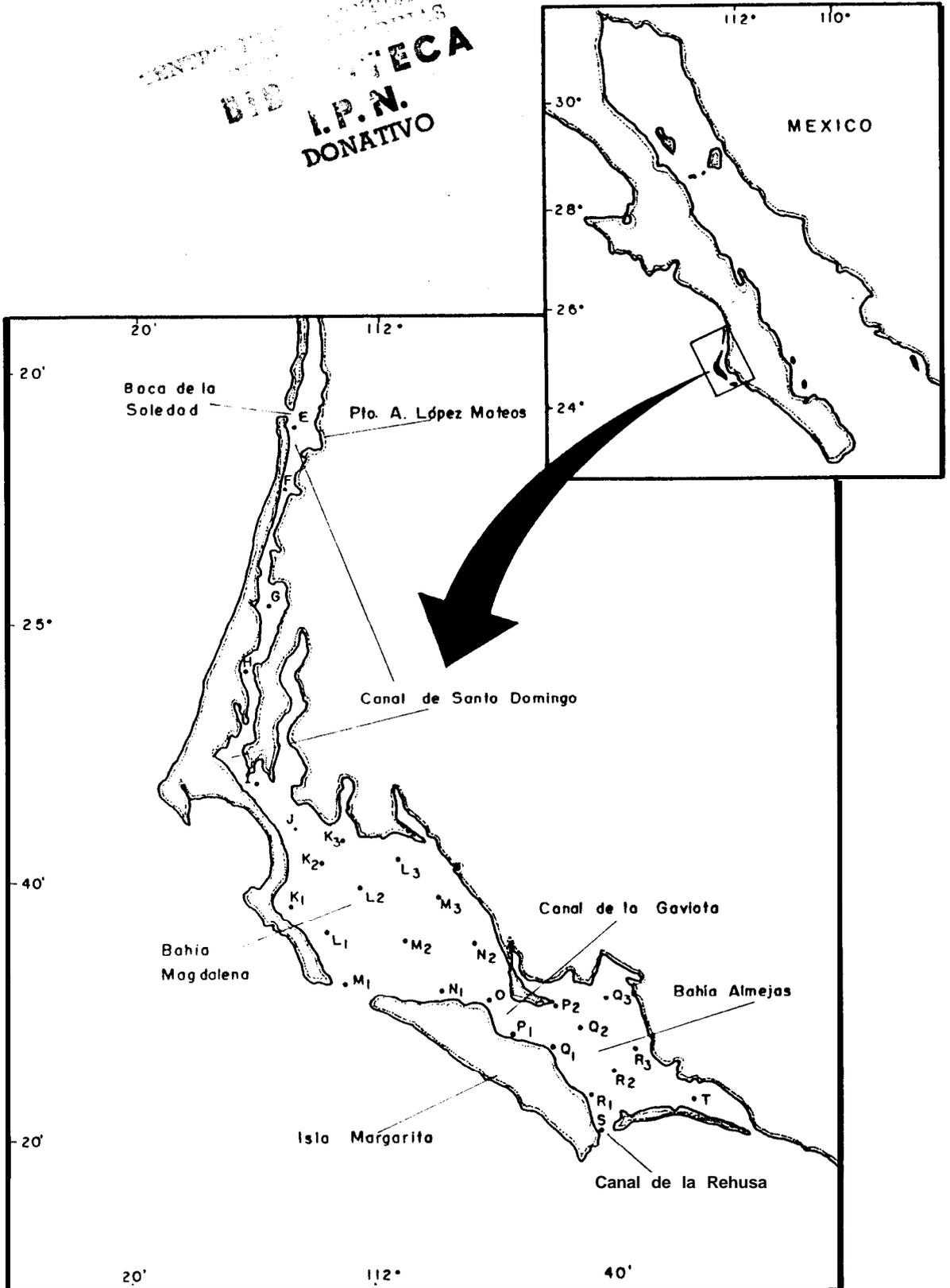


Fig. 1.- Localización del Sistema Lagunar Magdalena-Almejas y ubicación de las estaciones de muestreo..

MUESTREO	Fecha de muestreo	Muestra de botella (cuantitativo)	Muestra de red (cualitativo)
BAMA8406	18-20-junio	*	*
BAMA8407	10-11-julio	*	
BAMA8408	08-agosto	*	
BAMA8409	18-19-septiembre	*	*
BAMA8410	9-10-octubre	*	*
BAMA8411	12-14-noviembre	*	*
BAMA8412	3-5-diciembre	*	*
BAMA8501	21-22-enero		*
BAMA8504	24-25-abril	*	*
BAMA8507	23-24-julio	*	*
BAMA8511	12-13-noviembre	*	*
BAMA8601	20-21-enero	*	*
BAMA8602	18-24-febrero	*	*
BAMA8604	14-16-abril	*	*
BAMA8606	18-junio	*	*
BAMA8610	13-15-octubre	*	*

Tabla 1.- Relación de muestreos realizados durante 1984-1986 en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

Con el propósito de conocer la variación e intensidad de las surgencias durante 1981-1986, se utilizaron los índices de surgencia promedio mensuales para la zona frente a Bahía Magdalena. Los datos fueron proporcionados por investigadores del Pacific Fisheries Environmental Group del SWFC, NOAA, Monterey, California, E.U.A.

Las unidades del índice de surgencia son metros cúbicos por segundo por 100 metros de longitud de la costa ($m^3 \text{seg}^{-1} 100 \text{ m}$). Estos valores significan el volumen transportado hacia mar afuera en la capa superficial de Ekman (Bakun Nelson, 1977).

Análisis de muestras.

Las muestras superficiales se analizaron cuantitativamente por el método de Utermöhl (Hasle, 1978); para ello se utilizó un microscopio invertido Invertoscope D Zeiss con cámaras de sedimentación de 5 ml, determinándose de esta manera la abundancia fitoplanctónica total (cels/l) y por fracciones de tamaño.

Se utilizaron datos de abundancia del periodo 1982-1984 para calcular la variación fitoplanctónica en un ciclo anual, así como para el cálculo de las anomalías fitoplanctónicas. La variación anual se estimó mediante la siguiente

ecuación:

$$VPA = \sum X_i / N$$

donde:

VPA = valor promedio mensual del j-ésimo mes para todos los años.

x_i = valor de la variable en el j-ésimo mes del i-ésimo año.

N = número de meses considerados en el análisis.

Las anomalías de abundancia fitoplanctónica se calcularon mediante la siguiente ecuación:

$$A_{ij} = X_{ij} - Y_j$$

donde:

A_{ij} = anomalía del j-ésimo mes en el i-ésimo año

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

Y_j = valor promedio en el j-ésimo mes.

Aunque existen diversas clasificaciones del fitoplancton en relación a su tamaño (Dussart, 1965; Malone 1971; Varela et al., 1987; Weber y El-Zayed, 1987) en este estudio se utilizó la clasificación propuesta por Malone (1980), quien agrupó a los organismos menores de 20 μ como nanofitoplancton y a los organismos mayores de 20 μ como microfitoplancton. Por otra parte, es la clasificación más común utilizada por la mayoría de las investigaciones para aguas del Golfo de California y de la costa occidental de la Península de Baja California (Lara-Lara et al., 1984; Nienhuis y Guerrero, 1985; Lara-Lara y Valdéz-Holguín, 1988; Gárate-Lizárraga et al., 1990 y González-López y Siqueiros-Beltrones, 1990).

Las muestras de arrastre superficial se analizaron cuantitativa y cualitativamente, usando un microscopio compuesto Zeiss STD16, por medio de preparaciones en fresco. En el análisis cuantitativo se adoptó un tamaño de muestra de 250 organismos para determinar la abundancia relativa de las especies identificadas, de acuerdo con (Nienhuis y Guerrero, 1985; Margalef y Vives, 1972; González-López y Siqueiros-Beltrones, 1990).

Para la determinación taxonómica de las especies, se consultaron los siguientes trabajos para diatomeas: Hustedt (1930, 1959), Cupp (1943), Hendey (1964), Saunders y Glenn (1969), Licea Durán (1974), Navarro (1981a, 1981 b, 1982) y Sundström (1986); para dinoflagelados: Schiller (1933), Graham y Bronykovsky (1944), Sournia (1967), Ferguson-Wood (1968), Steidinger y Williams

(1970), Taylor (1976), Soumia et al. (1979) y Pesantes (1978): para silicoflagelados: Murray y Schrader (1983); para cianofitas: Humm y Wicks (1980).

Estructura de las asociaciones.

Para cada muestra se estimaron los parámetros de las asociaciones, tales como la diversidad específica y la dominancia. La diversidad se calculó mediante el Índice de Shannon-Wiener (H), (Peet, 1974; Brower y Zar, 1979). y la dominancia mediante el Índice de Simpson (D) (Brower y Zar, 1979).

Con el propósito de determinar la semejanza entre las asociaciones microfitoplanctónicas entre las estaciones muestreadas y su distribución en el sistema lagunar, se utilizó el Índice de similitud de Stander (SIMI) (Clifford y Stephenson, 1975).

Análisis de componentes principales.

El ACP es una técnica de ordenación que tiene como primer objetivo buscar una matriz estandarizada (ortogonal) de combinaciones lineales de las variables originales, que expliquen la máxima varianza entre estas. Dichas combinaciones lineales pueden ser utilizadas para resumir los datos, conservando la mayor información posible (Mardia et al., 1989). La ordenación permite visualizar patrones de distribución multidimensional y ayuda a determinar los principales componentes de variación en el conjunto de datos.

El proceso para calcular la matriz ortogonal se conoce como eigenanálisis y resulta de hallar los valores de las raíces latentes o eigenvalores de la matriz original. Las raíces latentes son valores que hacen que el determinante de una matriz sea cero cuando se restan a los elementos de la diagonal principal (Cooley y Lohnes, 1971, en Esquivel-Herrera, 1990). Los eigenvalores satisfacen las condiciones buscadas para los nuevos ejes; son independientes entre sí y son calculados en orden decreciente, en relación con la varianza explicada.

Este método culmina con la representación gráfica de las especies en un espacio multidimensional, donde el grado de asociación de las especies se muestra gráficamente, permitiendo decisiones acerca de la integración de grupos. De esta manera, el ACP se utilizará para definir las asociaciones fitoplanctónicas, así como para describir los cambios anuales en su composición específica. Para ello se computó una matriz de datos a partir de las frecuencias de aparición de las especies para un transecto de siete estaciones de Bahía Magdalena (I, J, K2, L2, M2, N1 y O), dado que éstas fueron muestreadas con mayor frecuencia.

Matta y Marshall (1984) y Figueiras y Niell (1987) sugirieron utilizar como criterio de selección las especies presentes en al menos el 10 % de las muestras, debido a que las especies raras aumentan la variabilidad total sin contribuir significativamente a la información que se obtiene sobre el área. Sin embargo, en este estudio las especies raras se agruparon en subconjuntos o categorías taxonómicas, resultantes de la eliminación de especies. Por ejemplo, un subconjunto formado por especies de un determinado género, otro formado por especies fitoplanctónicas,

nerfíticas u oceánicas, etc., incluyéndose en el análisis debido a su importancia ecológica y numérica en Bahía Magdalena.

Los índices de Shannon-Wiener (H'), de Simpson (D) y de Stander (SIM), se calcularon mediante el programa ODI (Haro-Garay y Esquivel-Herrera, 1988) y el análisis de componentes principales se hizo mediante el uso del paquete estadístico STATGRAPHICS en una microcomputadora personal PC.

RESULTADOS

Los resultados se presentan por muestreo, describiendo el patrón de distribución de la temperatura, la abundancia fitoplanctónica total y fraccionada, la composición específica, la diversidad de especies (H'), la dominancia (D) y la similitud entre las muestras de los meses analizados. Asimismo, al final se realiza un análisis integrativo de la información.

Resumen por muestreo.

BAMA 8406 - Junio de 1984 -

En el Canal de Santo Domingo se presentó un gradiente de temperatura de norte a sur, con 22.5°C en la boca de la Soledad y 25.0°C en la estación H (Fig. 2a). En Bahía Magdalena los valores de temperatura aumentaron gradualmente desde la boca (18.5°C) y la porción occidental, hacia la parte oriental, hasta alcanzar los 23°C . En Bahía Almejas la temperatura del agua varió de 23°C en la parte norte a 26°C en la parte sur.

Bahía Magdalena fue el área más rica, particularmente en la boca, donde presentó el valor más alto de abundancia ($83,400 \text{ cels/l}$), compuesto mayormente de nanofitoplancton, (Fig. 2b) en el área con temperaturas más bajas. Las menores concentraciones de fitoplancton se observaron en la zona de Canales ($7,200 \text{ cels/l}$) y en la parte sur de Bahía Almejas, coincidiendo con valores altos de temperatura. La fracción del microfitoplancton fue la más importante, dominando en el 92 % de las muestras (Fig. 1a, Apéndice 1).

Se identificaron 72 taxa: 47 son diatomeas, 23 dinoflagelados, 1 silicoflagelado y 1 cianofita. Las especies dominantes fueron: *Noctiluca scintillans*, *Coscinodiscus radiatus* y *Chaetoceros curvisetus*. Otras especies también frecuentes fueron *Coscinodiscus asteromphalus*, *Odontella aurita*, *Chaetoceros coarctatus*, *Guinardia flaccida*, *Stephanopyxis palmeriana*, *Rhizosolenia robusta*, *Phyrophacus steinii*, *Ceratium fusus* y *C. furca*, (Fig. 2c). La proliferación a manera de parches de las especies, provocó valores bajos de diversidad, con mínimos de $H = 0.00$ y valores máximos de dominancia ($D = 1.0$). En la estación F se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 3.75$), donde se encontró el mayor número de especies ($S = 25$) y una baja dominancia ($D = 0.25$).

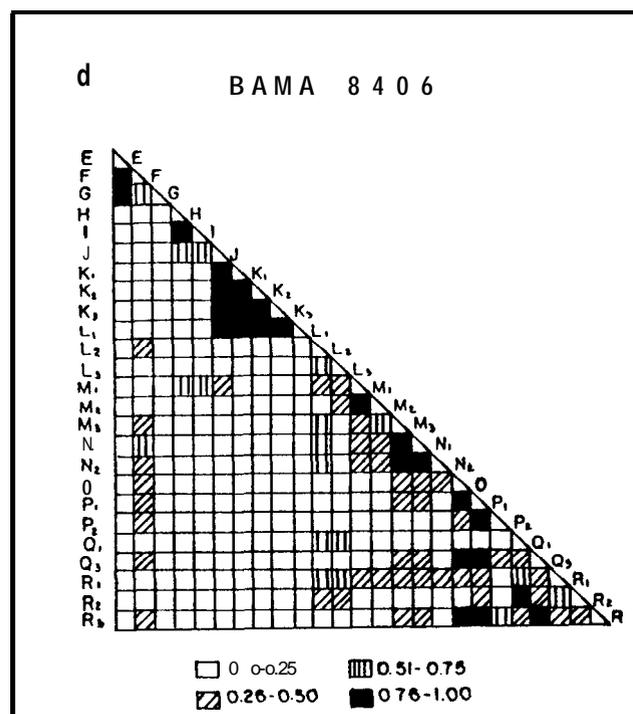
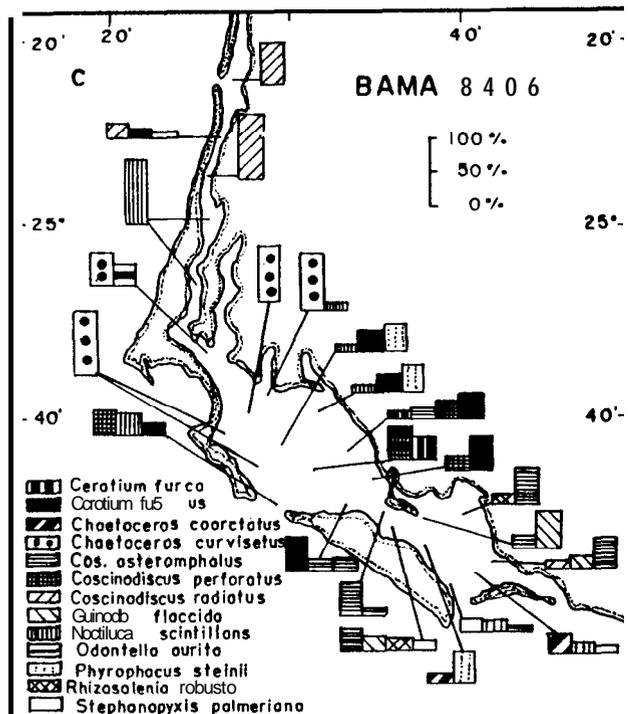
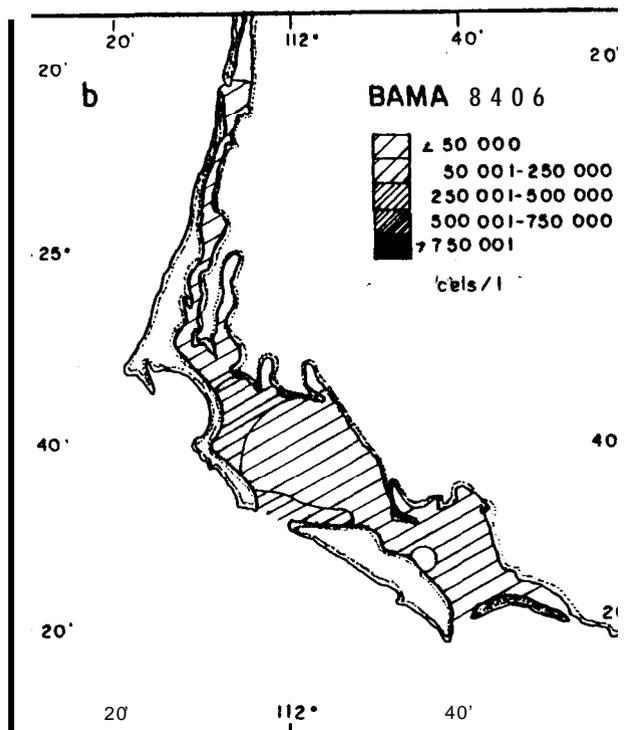
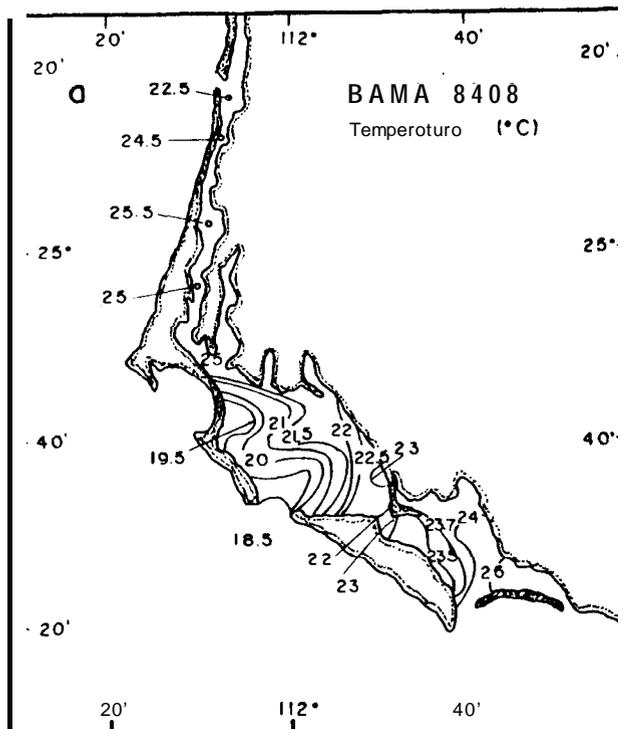


Fig. 2.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante junio de 1984.

En general, los valores del índice de similitud fueron bajos (Fig. 2d) con pequeños grupos de estaciones de alta similitud. Por ejemplo, las estaciones E, F y G muestran valores altos (0.72 a 0.98), debido a la proliferación de *C. radiatus*. Las estaciones H e I conforman una pequeña asociación con un SIMI = 1.0, debido a la proliferación de *N. scintillans*. Igualmente ocurrió en Bahía Magdalena, con la presencia de *Ch. curvisetus* y *N. scintillans*. En Bahía Almejas se observó un menor grado de similitud entre las estaciones, definiéndose una gran asociación, donde codominaron principalmente *C. asteromphalus*, *Ch. coarctatus*, *G. flaccida*, *S. palmeriana*, *Rh. robusta* y *C. radiatus*.

BAMA 8407 - Julio de 1984

En este mes se observó un ligero incremento en la temperatura superficial del agua. En el Canal de Santo Domingo se observó un gradiente de norte (22.3°C) a sur (26.9°C). Los valores más bajos de temperatura fueron 22 y 22.3 °C y se registraron en la boca de Bahía Magdalena y de la Soledad, respectivamente (Fig. 3a). Los valores más altos (27 °C) se registraron en la parte norte de Bahía Magdalena. En Bahía Almejas la temperatura aumentó gradualmente de 23.6 °C en la parte nororiental, hasta 26 °C en la costa de la Isla Margarita.

En general, la abundancia fitoplanctónica fue baja. Bahía Almejas fue el área más productiva, con un valor máximo de 134,000 cels/l en la estación P1 (Fig. 3b), mientras que en la parte norte de Bahía Magdalena (est. J) se registró el valor mínimo (10,800 cels/l). La fracción del microfitoplancton fue superior a la del nanofitoplancton en el 70 % de las muestras. Las abundancias más altas (46,000 cels/l) de ésta última fracción se presentaron en el Canal de la Gaviota (Fig. 1b, Apéndice I). En este muestreo no se contó con muestras de arrastre superficial para el análisis de la estructura de las asociaciones.

BAMA 8408 - Agosto de 1984 -

En este mes, se observó un nuevo aumento en la temperatura superficial del agua (Fig. 3c). En el Canal de Santo Domingo se observó un gradiente de temperatura de norte a sur (26-29.5°C). En la porción nororiental de Bahía Magdalena se registró el valor más alto de temperatura (31 °C), disminuyendo hacia la parte sur de la bahía. En la boca del Canal de la Rehusa, en Bahía Almejas, se registró el valor más bajo de temperatura (25.5°C), la cual aumentó gradualmente hacia el interior de la bahía, presentándose el valor más alto (29°C) en la estación P1.

La abundancia fitoplanctónica registró una ligera disminución y se observó una homogeneidad en su distribución espacial en toda el área de estudio (Fig. 3d), con valores por abajo de las 50,000 cels/l. El valor más bajo fue de 10,800 cels/l en la estación F, mientras que el valor más alto fue de 49,200 cels/l en la estación P1, coincidiendo con altas temperaturas. La fracción nanofitoplanctónica fue superior al microfitoplancton en el 78 % de las muestras (Fig. 3c, Apéndice I). Esta última fracción presentó sus valores más altos de abundancia (19,600 cels/l) en Bahía Almejas. En este muestreo tampoco se contó con muestras de arrastre superficial para el análisis de la estructura de las asociaciones.

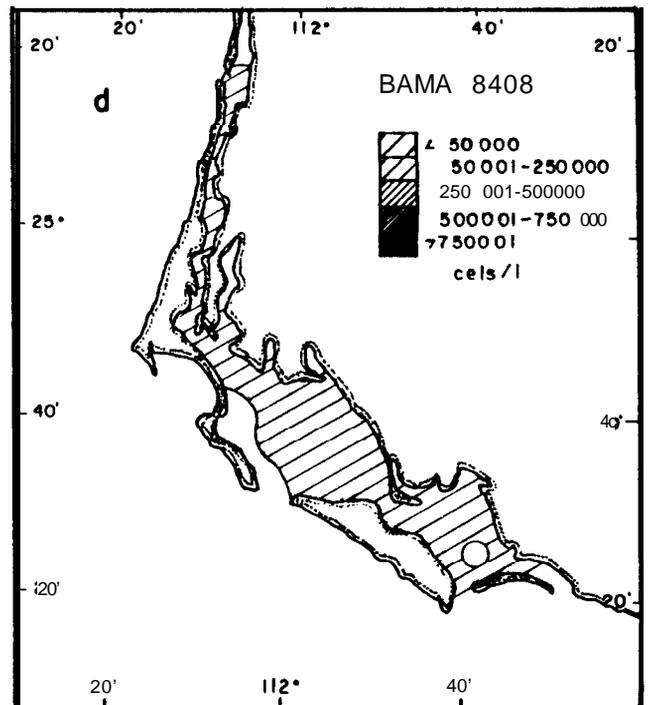
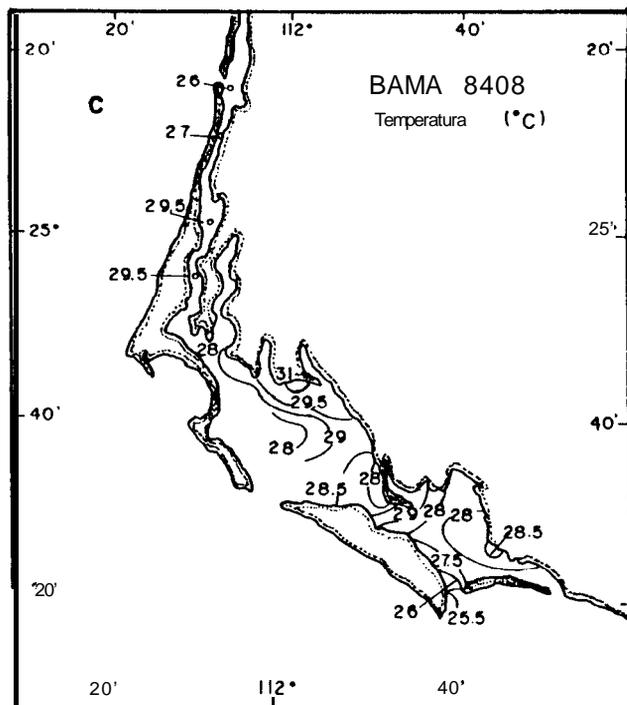
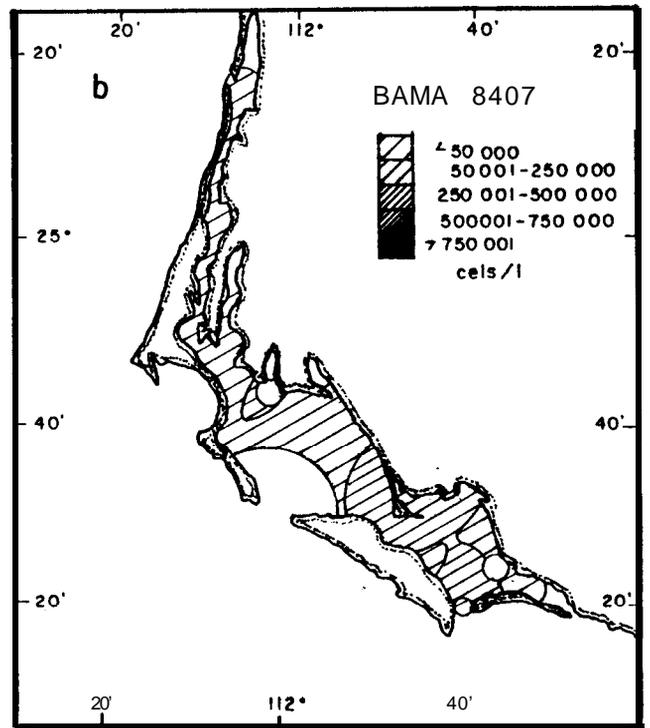
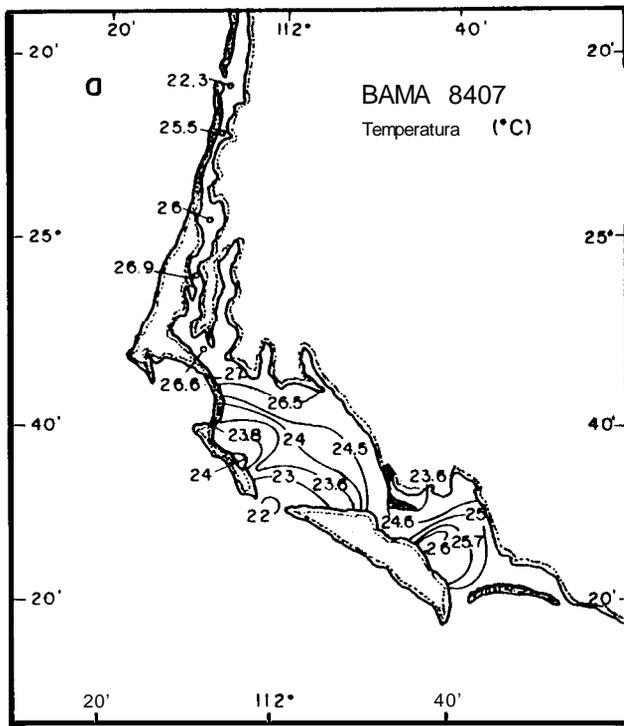


Fig. 3.- Distribución de la temperatura superficial (a y c) y abundancia fitoplanctónica (b y d), durante julio y agosto de 1984, respectivamente.

BAMA 8409 - Septiembre de 1984 -

La temperatura superficial del agua continuó aumentando hasta este mes (Fig. 4a). El valor más bajo (26.8°C) se registró en la parte occidental de Bahía Magdalena, aumentando gradualmente hasta alcanzar los 29.9°C en su parte sur. En la porción más interna de Bahía Almejas se registró el valor más alto de temperatura (32.28°C). No se contó con datos de temperatura en la zona del Canal de Santo Domingo.

Hubo disminución en la abundancia del fitoplancton, la cual se distribuyó homogéneamente con valores por abajo de las 50,000 cels/l. Se registró un incremento en el dominio de la fracción nanofitoplanctónica en un 96% de las muestras (Fig. 1d; Apéndice 1), con un valor máximo de 20,200 cels/l. El microfitoplancton fue más abundante en la porción norte de Bahía Magdalena, donde presentó un valor máximo de 19,600 cels/l, coincidiendo con las temperaturas más bajas.

Se determinaron 60 especies; 36 diatomeas, 23 dinoflagelados y 1 cianofita. Las proliferaciones principales fueron producidas por *P. alata*, *S. palmeriana*, *C. asteromphalus*, *Ch. compressus* *Oscillatoria erythraeum*. En menor proporción estuvieron presentes *P. calcar avis*, *Rh. robusta*, *G. flaccida*, *Phyrocystis noctiluca*, *C. tripos* y *Dinophysis caudata* (Fig. 4c).

Las proliferaciones mencionadas causaron valores bajos de diversidad ($H' = 0.56$) y valores altos de dominancia ($D = 0.84$). El valor más alto de diversidad ($H = 3.30$) se calculó en la estación M2, con 12 especies y un valor de dominancia de $D = 0.12$.

El índice de similitud reflejó la formación de varias asociaciones a lo largo de todo el sistema lagunar (Fig. 4d). La primera estuvo compuesta principalmente por *P. alata*, *Ch. compressus* y *C. tripos*; la segunda por *O. erythraeum*, *S. palmeriana*, *P. calcar avis*, *G. flaccida* y *P. alata*. En Bahía Almejas se localizó la tercera asociación y estuvo constituida por *P. calcar avis*, *O. erythraeum*, y la proliferación de *S. palmeriana* y *C. asteromphalus*.

BAMA 8410 - Octubre de 1984 -

En este muestreo, se observó una disminución de la temperatura (Fig. 5a). En el Canal de Santo Domingo, el gradiente de temperatura observado fue de norte a sur, con 25°C en la boca de la Soledad y 26°C en la parte sur del canal. En Bahía Magdalena la distribución de la temperatura fue homogénea (25°C), aumentando hacia el canal de la Gaviota (26°C). En Bahía Almejas se registró el valor más alto de temperatura (26.5°C), sin presentarse gradiente alguno en la distribución de la misma.

La abundancia fitoplanctónica se incrementó ligeramente (Fig. 5b). La zona de Canales y gran parte de las estaciones de Bahía Magdalena presentan una homogeneidad en la distribución espacial de esta abundancia, con valores por abajo de las 50,000 cels/l, registrando un valor mínimo de 13,200 cels/l en la estación MB. Bahía Almejas fue una zona rica, con valores de abundancia hasta de 102,000 cels/l (est. 03).

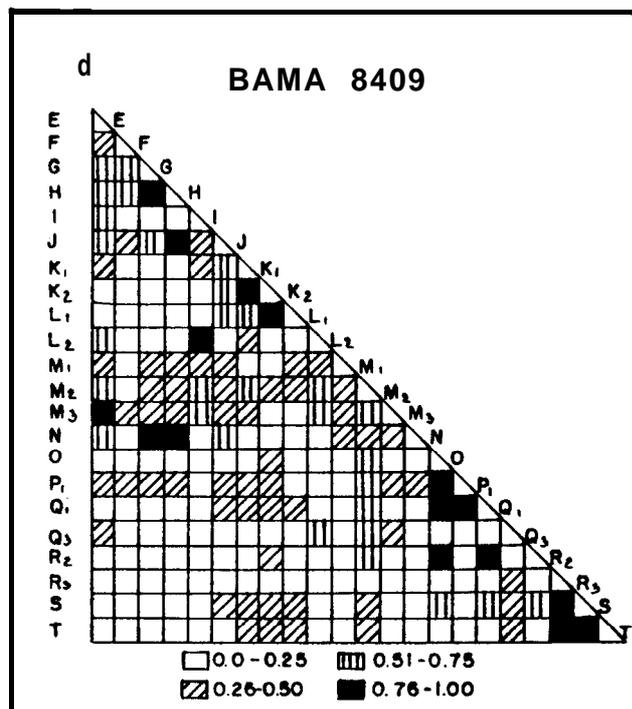
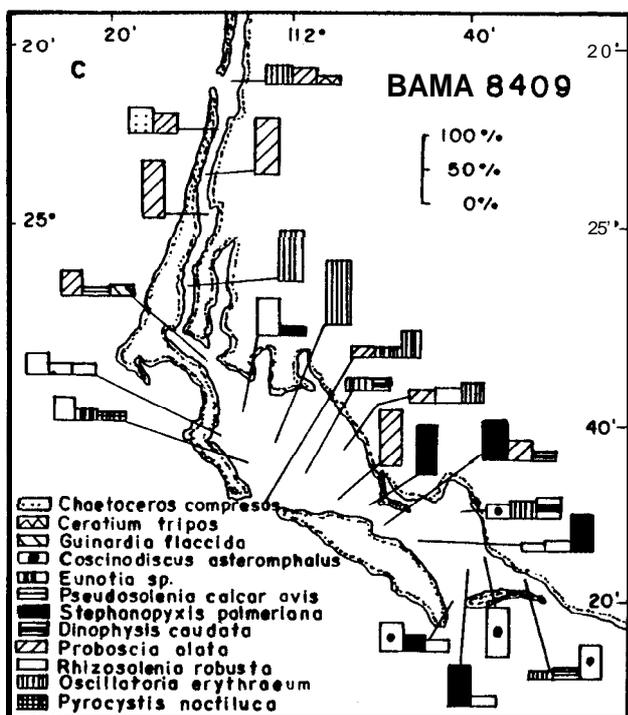
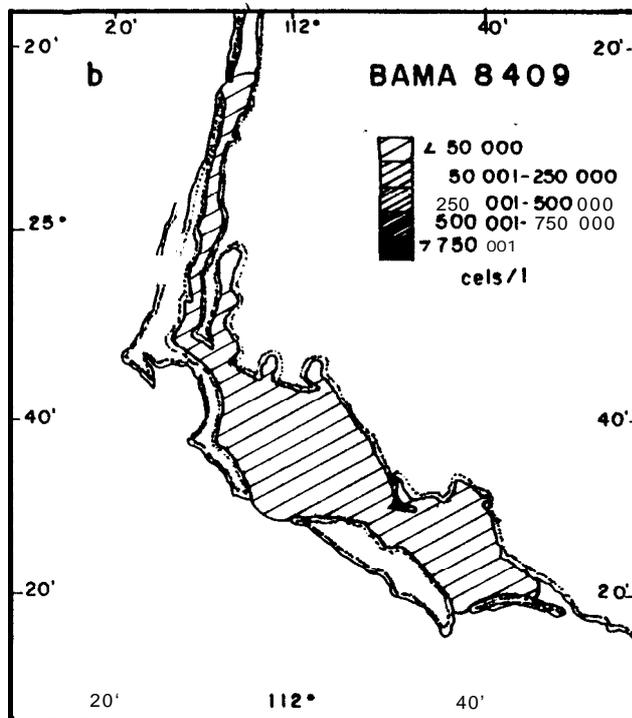
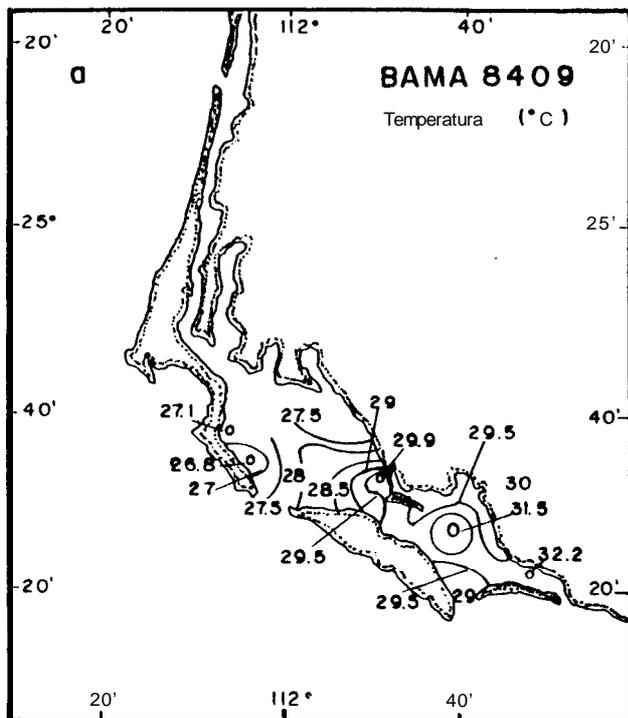


Fig. 4.-Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante septiembre de 1984.

Se observó un cambio muy marcado en la dominancia de las fracciones del fitoplancton, con respecto a los meses anteriores, siendo el microfitoplancton superior al nanofitoplancton en el 89 % de las muestras (Fig. 1e; Apéndice I). Esta última fracción fue dominante en las estaciones de la boca del Canal de Santo Domingo, con un valor máximo de 28,000 cels/l. No se contó con muestras de red para el análisis de la composición específica y de la estructura de las asociaciones.

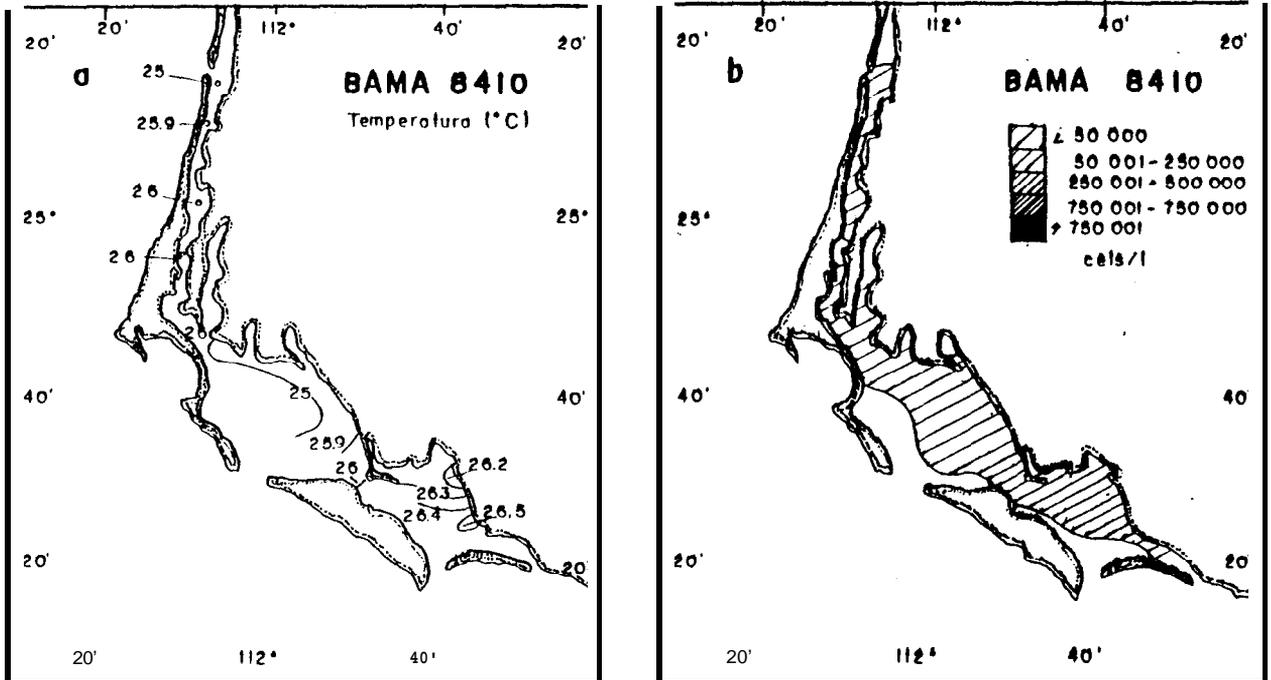


Fig. 5.- Distribución de la temperatura superficial (a) y la abundancia fitoplanctónica (b), durante el mes de diciembre de 1984.

BAMA8411 - Noviembre de 1984 -

En esta campaña, se observó una homogeneidad en la temperatura superficial del agua, siendo menor que en el mes anterior, con valores de 23°C en casi todo el sistema lagunar (Fig. 6a), a excepción de la parte oriental de Bahía Almejas, donde se registraron valores de 24°C.

Se observó una baja en la abundancia fitoplanctónica, cuya distribución fue homogénea en las tres zonas, con valores por abajo de las 50,000 cels/l (Fig. 6b). No se presentó dominancia de ninguna fracción del fitoplancton. El microfitoplancton fue más abundante en Bahía Magdalena, mientras que el nanofitoplancton lo fue en la zona de Canales (Fig. 2a, Apéndice I).

Se identificaron 83 especies: 54 diatomeas, 26 dinoflagelados, 1 silicoflagelado y 2 cianofitas. Las proliferaciones principales fueron de *P. alata*, *Ditylum*

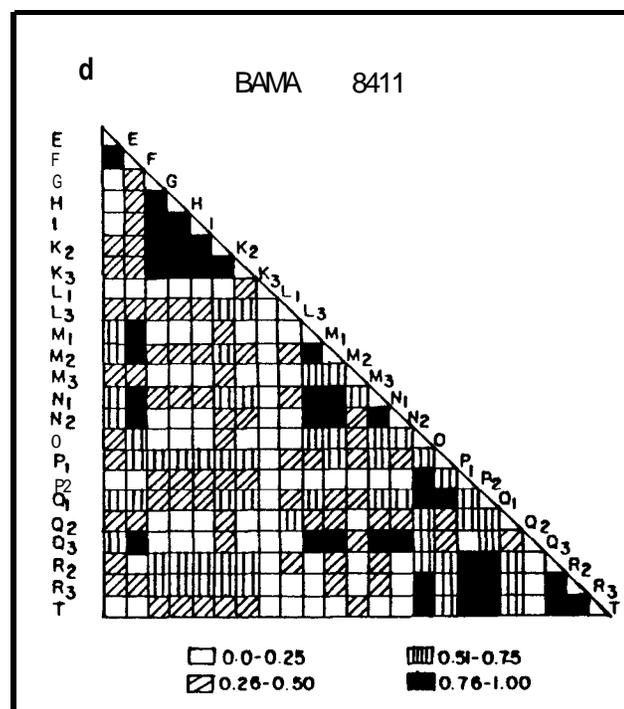
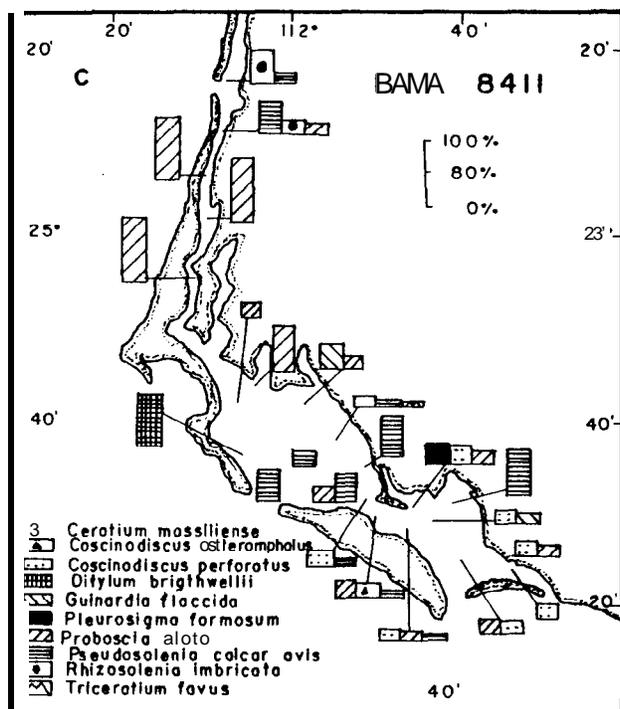
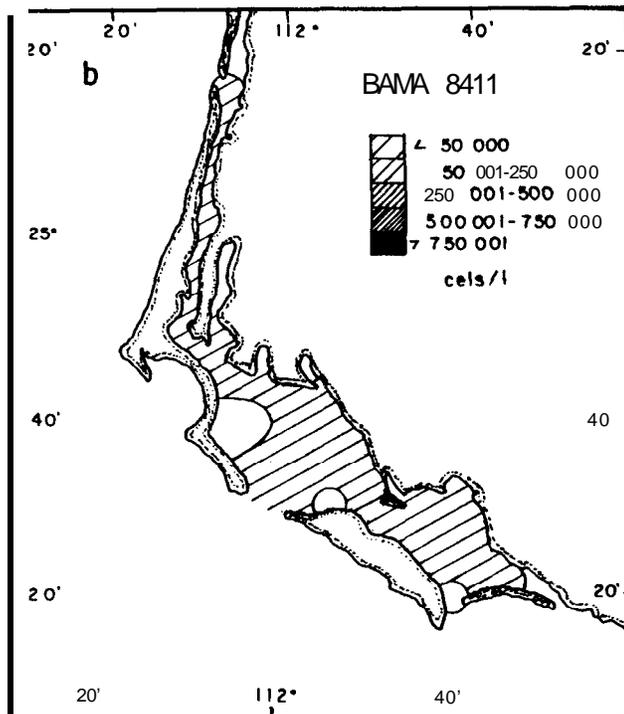
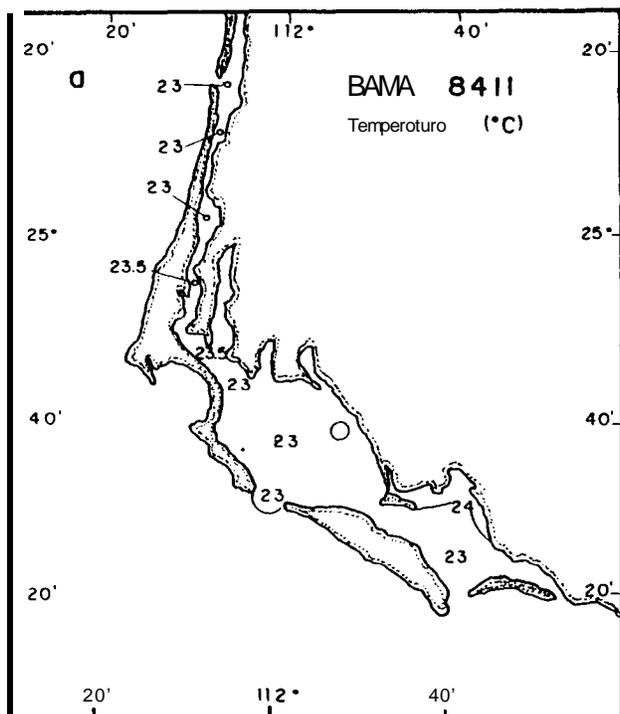


Fig. 6.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante noviembre de 1984.

brighwellii y *P. calcar avis* (Fig. 6c). Otras especies frecuentes fueron: *C. perforatus*, *C. asteromphalus*, *G. flaccida*, *Pleurosigma formosum*, *Triceratium favus* y *C. massiliense*. Las proliferaciones ocasionaron baja diversidad ($H' = 0.11$) y una alta dominancia ($D = 0.98$). En la estación M2 se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 4.31$) y una baja dominancia ($D = 0.11$).

El diagrama de Trellis (Fig. 6d) sugiere la formación de cuatro asociaciones diferentes. La primera, es una asociación discreta formada por *P. calcar avis*, *Rh. imbricata* y *C. massiliense*. La segunda, estuvo constituida por la proliferación de *P. alata* en el Canal de Santo Domingo y en la porción oriental de Bahía Magdalena. En la parte sur de esta bahía se presentó una tercera asociación formada principalmente por *P. calcar avis* y *P. alata*. La cuarta asociación se presentó en Bahía Almejas y estuvo integrada por *C. perforatus*, *P. alata*, *P. formosum*, *P. calcar avis* y *T. favus* en mayor proporción.

BAMA 8412 - Diciembre de 1984 -

La temperatura superficial del agua disminuyó con respecto a noviembre (Fig. 7a), siendo la zona de canales donde se presentaron los valores más bajos (20°C), a excepción del valor puntual de 19.5°C en la estación N2 de Bahía Magdalena. En ésta última bahía y en Bahía Almejas no se observaron gradientes de temperatura claramente definidos variando de 20.5°C a 22°C .

La abundancia fitoplanctónica registró un ligero incremento. En la figura 7b se observan dos núcleos de mayor abundancia en las estaciones cercanas a la boca de Bahía Magdalena, el primero de $91,700$ cels/l (est. U) y el segundo de $73,200$ cels/l en la estación N1. En Bahía Almejas se presentó un pequeño núcleo de $68,400$ cels/l. El microfitoplancton dominó en el 72 % de las muestras, mientras que el nanofitoplancton fue abundante en la parte sur de Bahía Magdalena y en Bahía Almejas, donde alcanzó valores máximos de $64,000$ cels/l (Fig. 2b, Apéndice I).

Se identificaron 106 especies: 73 diatomeas, 29 dinoflagelados, 2 silicoflagelados y 2 cianofitas. Las especies dominantes fueron *P. calcar avis* y *P. alata*. En menor proporción aparecieron *G. flaccida*, *Bacteriastrium hyalinum var. princeps*, *Rh. imbricata*, *Ch. rostratus*, *Cylindrotheca closterium*, *C. asteromphalus* y *N. scintillans* (Fig. 7c). La gran abundancia de *P. alata* y *P. calcar avis* ocasionó que se calcularan valores bajos de diversidad ($H' = 0.33$) y valores altos de dominancia ($D = 0.92$). Debido a la gran influencia oceánica que presenta la estación E, se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 3.87$), el mayor número de especies ($S = 43$) y un valor de baja dominancia ($D = 0.17$).

El índice de similitud separa claramente las tres áreas que conforman el sistema lagunar, al formarse tres asociaciones microfitoplanctónicas (Fig. 7d). La primera constituida principalmente por *N. pungens var. atlantica*, *P. calcar avis* y *Rh. imbricata*. La segunda asociación estuvo dada principalmente por la proliferación de *P. alata* en Bahía Magdalena y una tercera asociación constituida por *B. hyalinum var. princeps*, *Ch. rostratus*, *Rh. imbricata*, *C. closterium* y *C. asteromphalus*, localizada en la porción central-sur de Bahía Almejas.

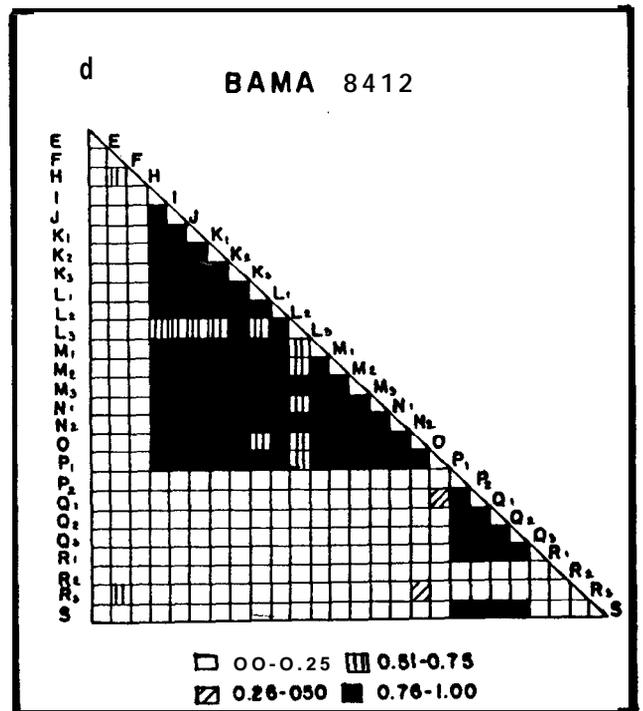
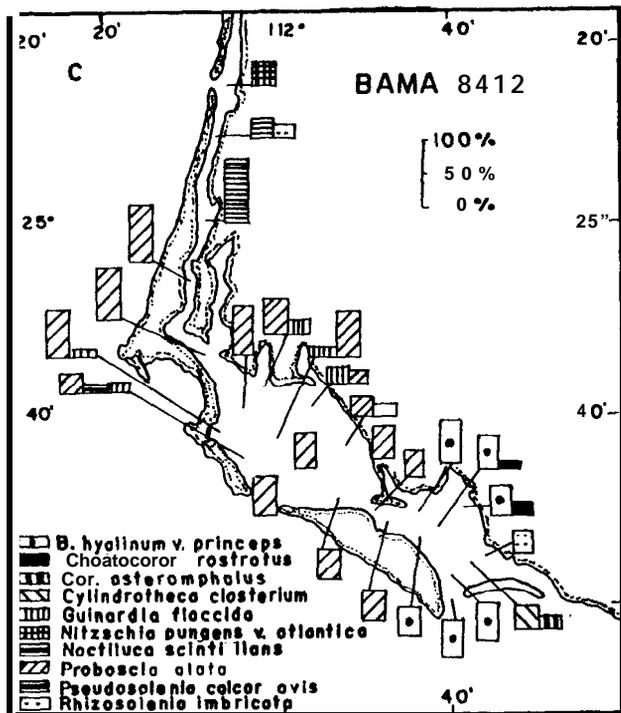
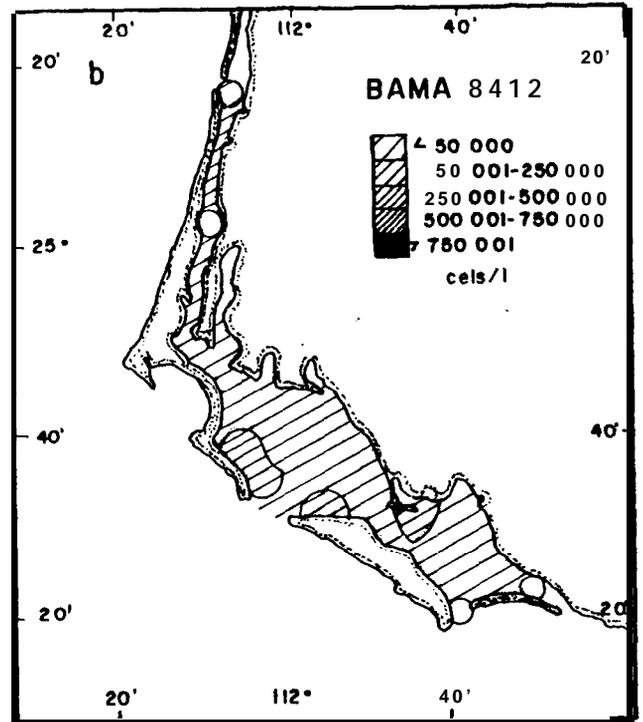
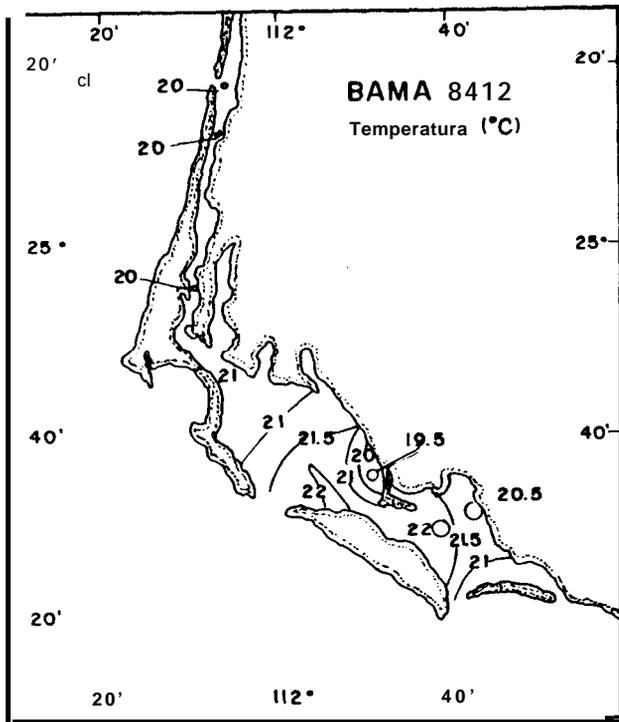


Fig. 7.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante diciembre de 1984.

BAMA 8501 - Enero de 1985 -

La temperatura del agua continuó disminuyendo, pero no se observó un patrón de distribución definido (Fig. 8a). En Bahía Almejas se registraron los valores más bajos de temperatura (18 °C), mientras que los valores más altos (21 °C) se registraron en la porción nororiental de Bahía Magdalena. No se contaron con datos de abundancia fitoplanctónica en este mes.

Se determinaron 119 especies: 81 diatomeas, 34 dinoflagelados, 3 flagelados y 1 cianofita. Las proliferaciones principales fueron de *G. silicoflagellata* y *Ch. affinis* (Fig. 8b). En menor proporción estuvieron presentes *Ch. compressus*, *Thalassionema nitzschioides*, *P. sulcata* y *O. erythraeum*. La baja diversidad ($H' = 0.73$) y la alta dominancia ($D = 0.82$) estuvieron asociadas con las proliferaciones arriba mencionadas. En la estación T se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 4.70$) y el valor más bajo de dominancia ($D = 0.10$) y se identificó el mayor número de especies ($S = 39$).

El índice de similitud sugiere la presencia de 2 asociaciones (Fig. 8c). La primera constituida por *Diplopsalis sp.*, *Rh. imbricata*, *Ch. compressus* y *C. californicus*. La segunda asociación estuvo conformada principalmente por *G. silicoflagellata*, *Ch. compressus*, *Th. nitzschioides*, *Ch. affinis*, *Th. frauenfeldii* y *O. erythraeum*, las cuales codominaron, tanto en Bahía Magdalena, como en Bahía Almejas.

BAMA 8504 - Abril de 1985 -

En Bahía Magdalena se observó un descenso de temperatura con un gradiente oeste-este bien definido, con valores que variaron de 16 a 20 °C (Fig. 9a). En Bahía Almejas, el gradiente de temperatura fue del canal de la Gaviota hacia la parte media de la bahía, con valores de 20 a 22 °C, disminuyendo nuevamente hacia la parte sur. No se contó con datos de temperatura y muestras de botella red en la zona de Canales.

Hubo un incremento considerable en la abundancia fitoplanctónica. Bahía Magdalena fue el área más productiva (Fig. 9b), presentando un núcleo de gran abundancia (1,293,200 cels/l) en la estación L3 constituido principalmente por nanofitoplancton. Las concentraciones más bajas de fitoplancton (78,400 cels/l) se estimaron en Bahía Almejas. Se observó un dominio total de la fracción microfitoplanctónica en el 92 % de las estaciones (Fig. 2c, Apéndice I).

Se identificaron 76 especies: 56 diatomeas, 19 dinoflagelados y 1 cianofita. *E. zodiacus* fue la única especie que proliferó durante este mes (Fig. 9c), ocasionando una baja diversidad ($H' = 0.29$) y una alta dominancia $D = 0.93$. Otras especies frecuentes fueron: *C. pelagica*, *P. alata*, *G. silicoflagellata* y *Th. rotula*. En la estación K2 se estimó el valor más alto de diversidad ($H' = 3.88$), donde se identificó el mayor número de especies ($S = 34$) y una baja dominancia ($D = 0.11$).

El índice de similitud sugiere la presencia de dos asociaciones bien definidas (Fig. 9d). La primera localizada en la parte noroccidental de Bahía Magdalena, formada principalmente por *E. zodiacus* y en menor proporción por *P. alata*, *C. pelagica* y *T. rotula*. Esta asociación se fue diluyendo hacia la porción oriental de la bahía, hasta formar una segunda asociación, caracterizada por *C. pelagica*, *P. alata*,

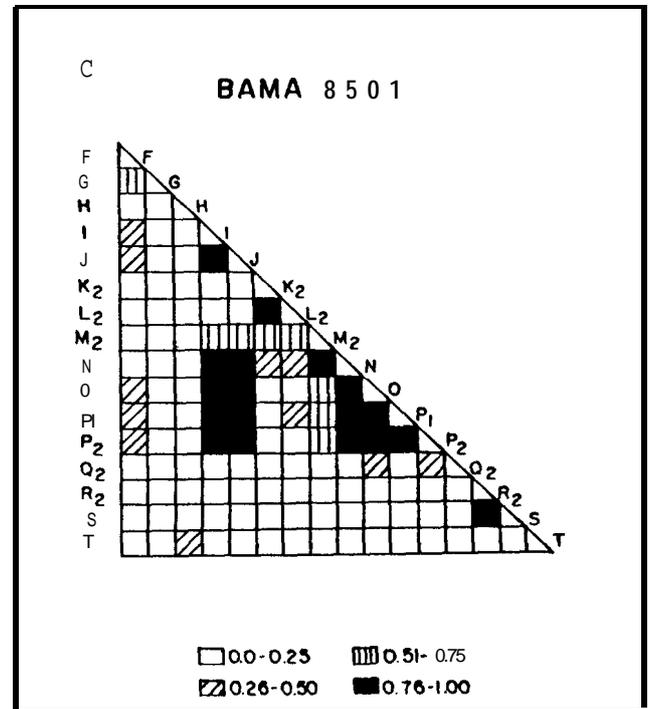
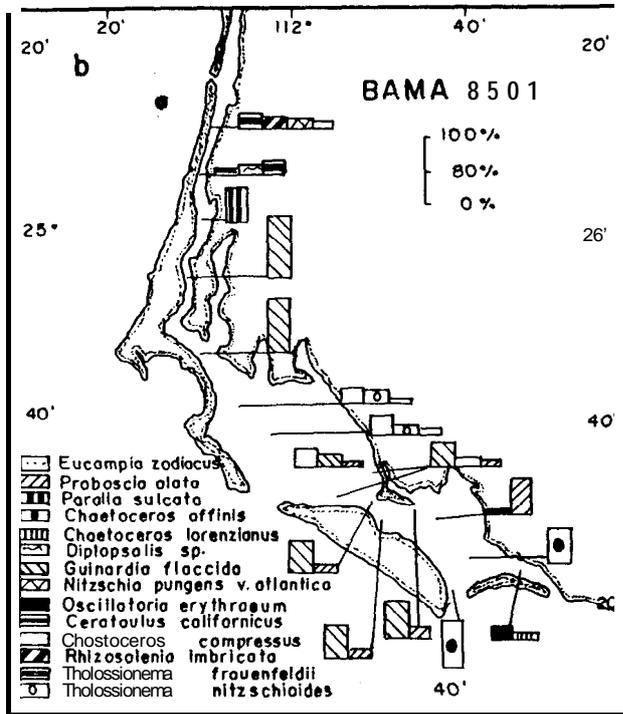
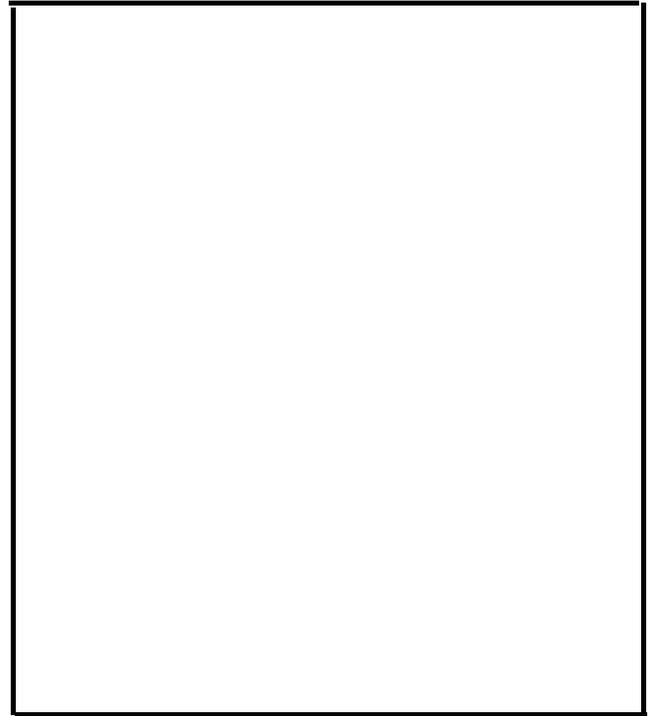
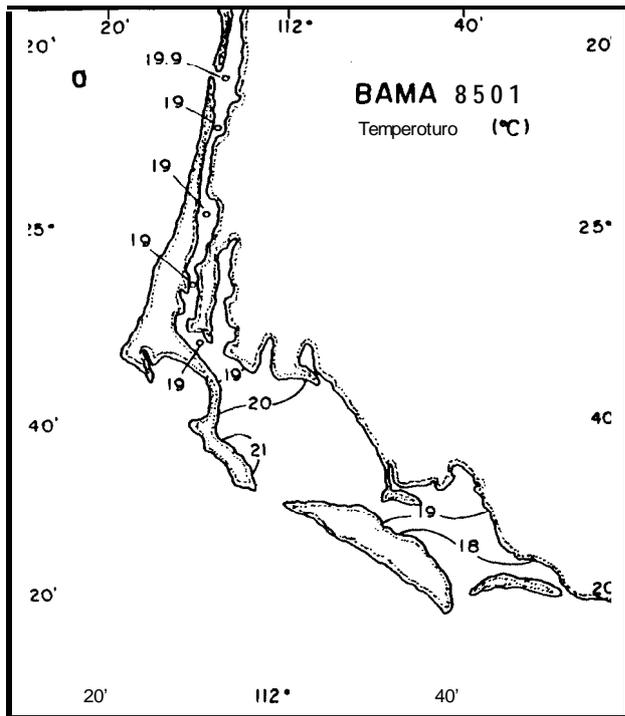


Fig. 8.- Distribución de la temperatura superficial (a), especies dominantes (b) y diagrama de Trellis (c), durante enero de 1985.

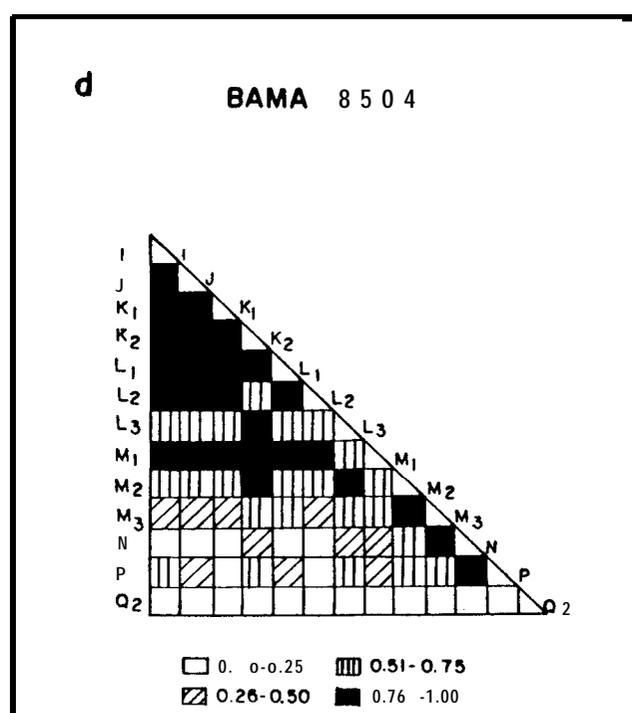
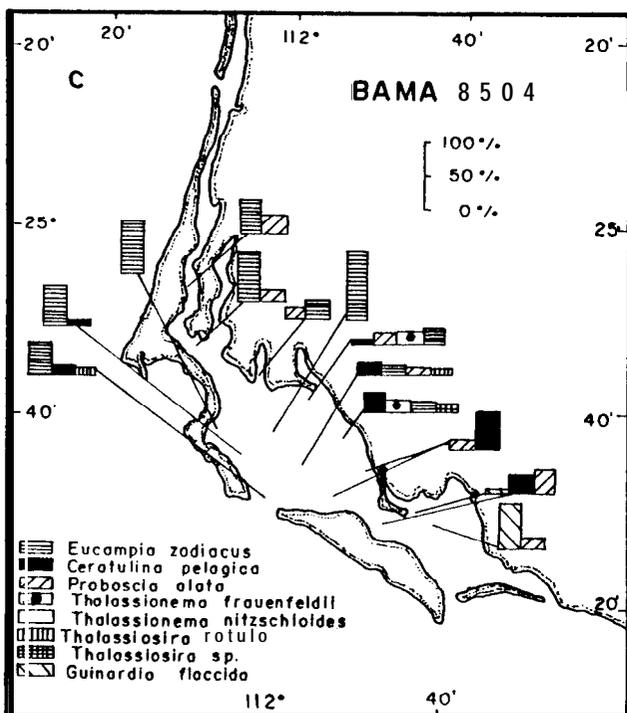
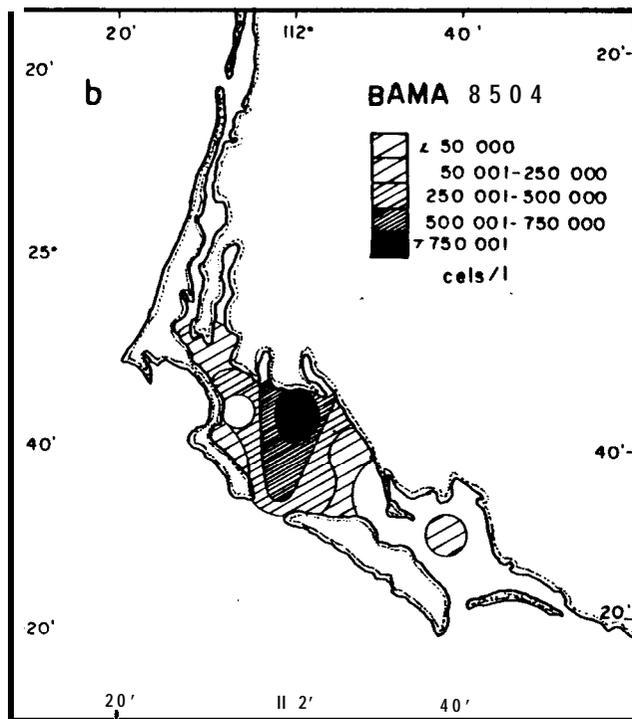
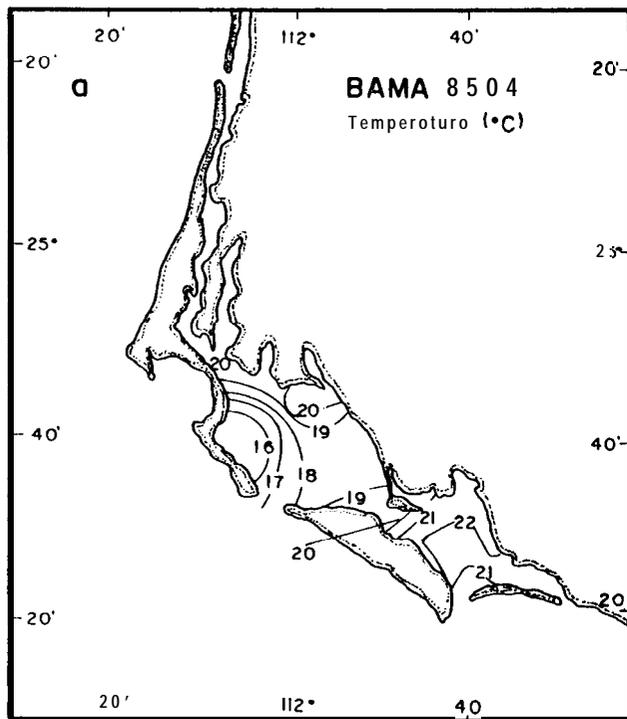


Fig. 9.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante abril de 1985.

***G. flaccida*, *T. frauenfeldii* y *Thalassiosira* sp.**

BAMA 8507 - Julio de 1985 -

La temperatura superficial del agua aumentó con respecto al mes de abril (Fig. 10a). En el Canal de Santo Domingo, el gradiente de temperatura fue de norte a sur, con 22°C en la boca y 29°C en la parte sur. En la porción occidental de Bahía Magdalena se presentó un área con valores bajos (19°C), los cuales aumentaron gradualmente hacia la porción oriental, donde alcanzó los 27°C . En Bahía Almejas el gradiente se observó desde la boca (23.3°C) en el sur, hasta la parte norte de la bahía (29°C).

En general, la abundancia fitoplanctónica fue alta (Fig. 10b), pero mucho menor que en el mes de abril. El valor más bajo fue de 50,200 cels/l (est. K3), mientras que el valor más alto fue de 448,000 cels/l (est. L3). La fracción más importante fue el microfitoplancton, dominando en el 95 % de las muestras. El nanofitoplancton fue abundante en la parte más interna de Bahía Almejas, con 42,000 cels/l (Fig. 2d, Apéndice I).

De los 72 taxa identificados, 54 fueron diatomeas, 15 dinoflagelados y 3 silicoflagelados. La especie dominante fue *P. alata*, con proliferaciones desde la estación TI hasta la MB (Fig. 10c), donde se calcularon los valores más bajos de diversidad ($H = 0.04$) y los valores más altos de dominancia ($D = 0.99$). También sobresalieron *Ch. curvisetus*, *P. calcar avis*, *Ch. affinis*, *G. flaccida*, *Rh. setigera* y *Hemiaulus membranaceus*. En la estación E se presentaron los valores más altos de diversidad ($H = 3.41$) y la mayor riqueza de especies $S = 26$, con una baja dominancia ($D = 0.14$).

El índice de similitud muestra la formación de dos asociaciones microfitoplanctónicas bien definidas (Fig. 10d): la primera localizada en la parte central del Canal Santo Domingo, conformada por *P. calcar avis*, *G. flaccida*, *Rh. setigera*, *Ch. affinis* y *H. membranaceus*. La segunda asociación estuvo representada principalmente por la proliferación de *P. alata*, teniendo como especies subdominantes a *Ch. curvisetus* y *Ch. compressus* en algunas estaciones.

BAMA 8511 - Noviembre de 1985 -

La temperatura del agua disminuyó con respecto al mes de julio (Fig. 1 la). En el Canal de Santo Domingo, la temperatura varió de 22.5°C a 23.5°C , incrementándose en Bahía Magdalena donde alcanzó los 24°C en el sur. En Bahía Almejas se observó un gradiente de temperatura bien definido, con su valor más bajo (22°C) en la parte nororiental, aumentando hasta alcanzar los 25°C en la boca del Canal Rehusa.

También se observó una disminución de la abundancia fitoplanctónica. En la figura II b se observa que las estaciones costeras de Bahía Magdalena y Bahía Almejas fueron pobres, con valores por abajo de las 50,000 cels/l. Las estaciones de la Zona de Canales y del área central de Bahía Magdalena y Bahía Almejas fueron las más ricas, con un núcleo de abundancia de 392,000 cels/l en la estación I. El valor mínimo para este mes fue de 23,200 cels/l (est. R3). El microfitoplancton

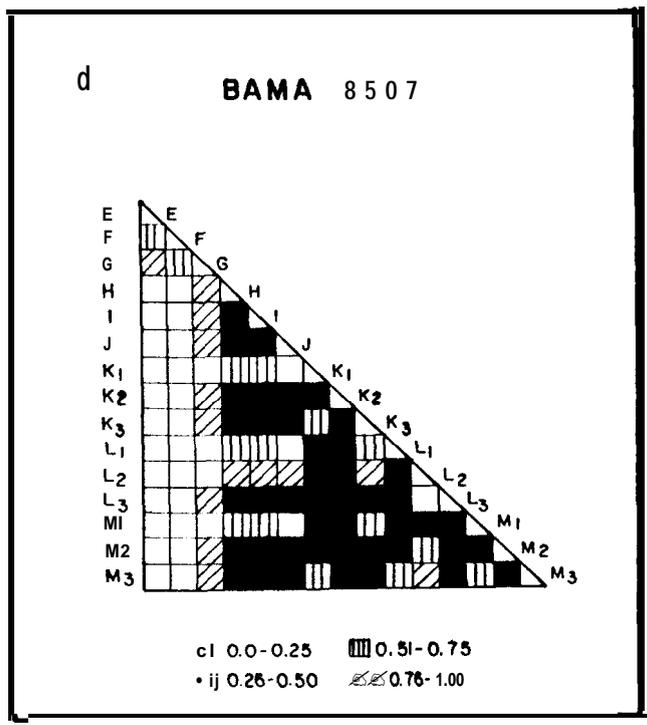
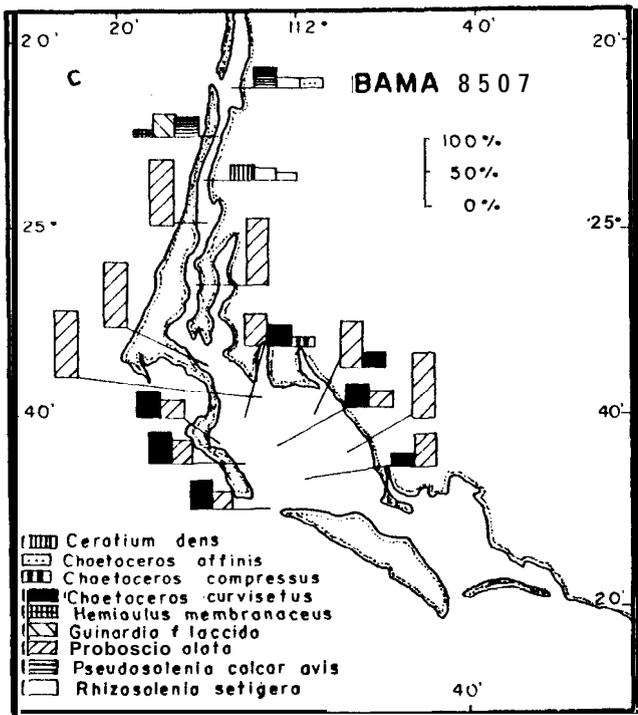
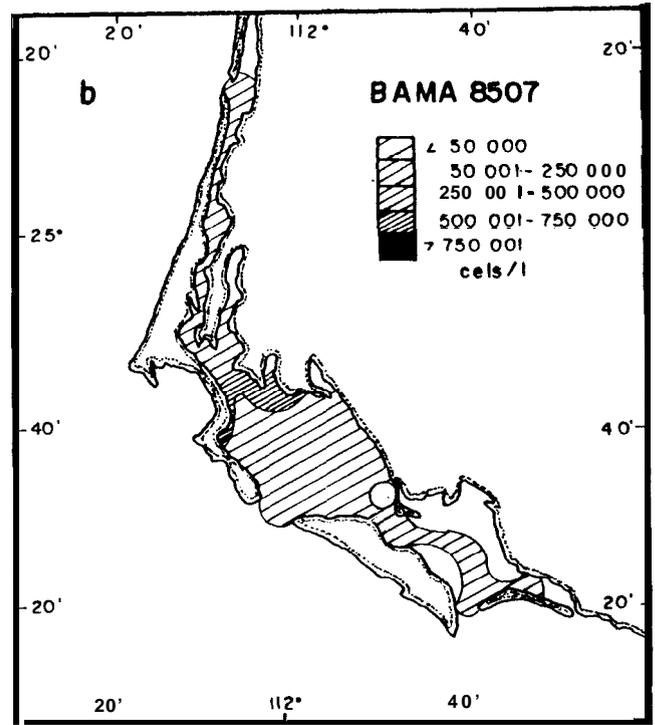
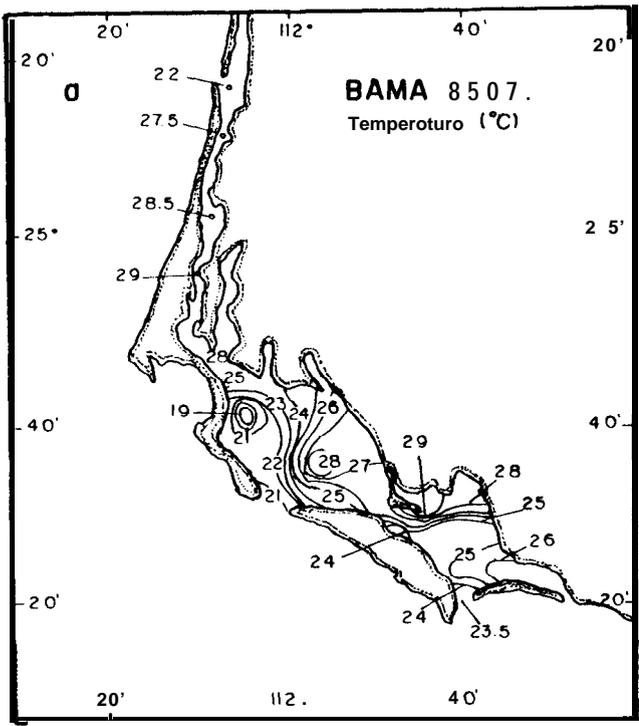


Fig. 10.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante julio de 1985.

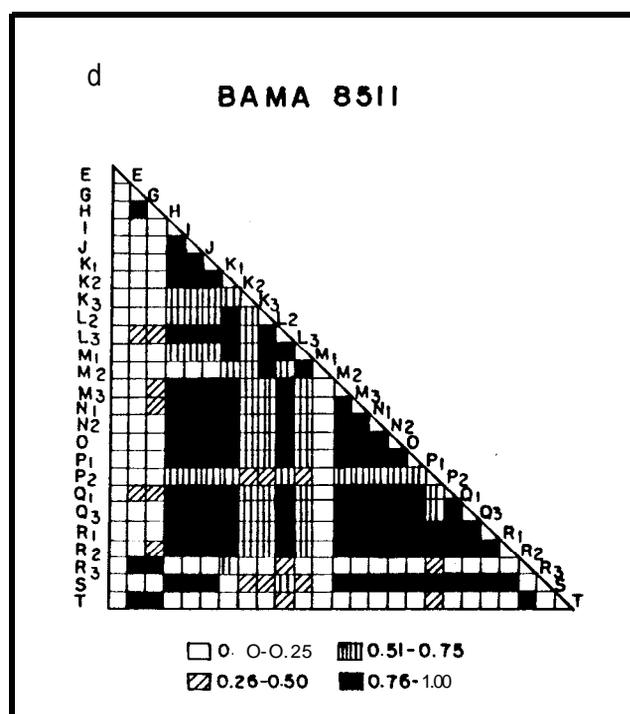
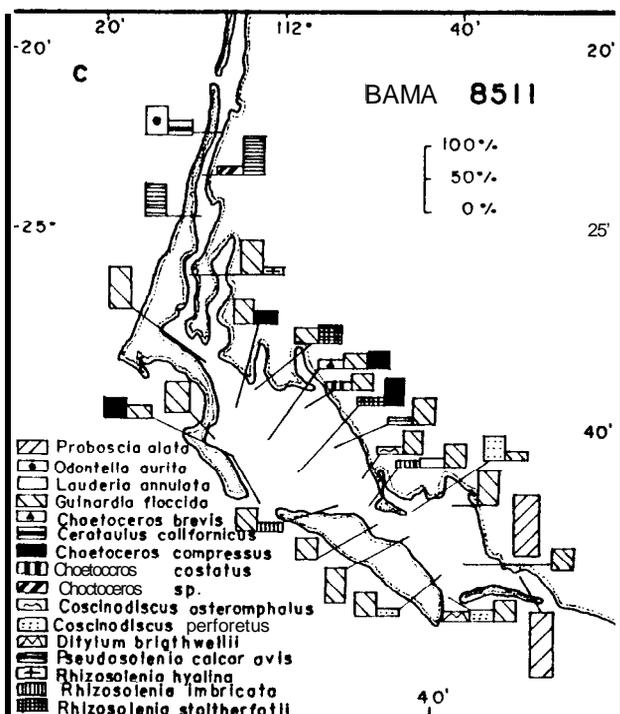
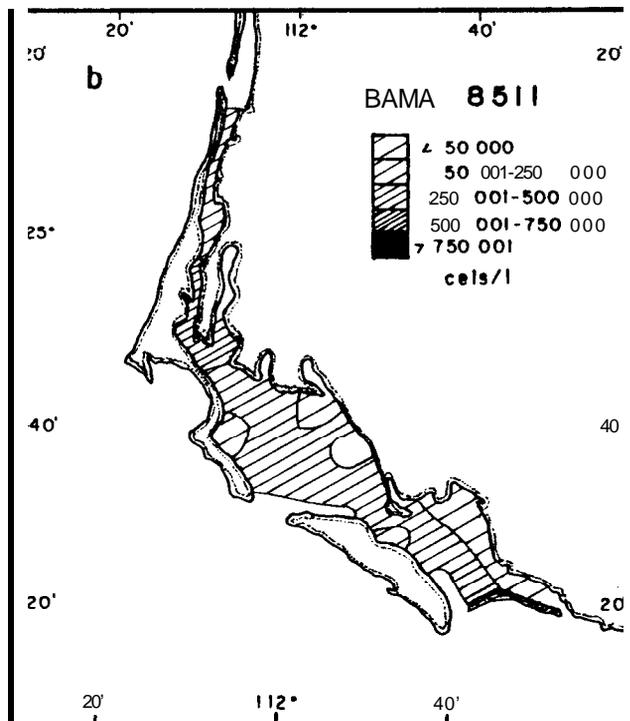
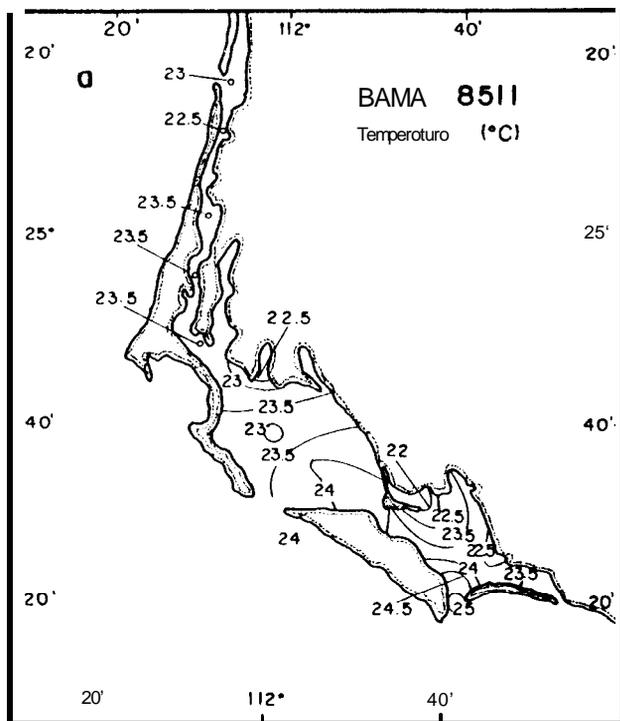


Fig. II.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante noviembre de 1985.

continuó dominando sobre el nanofitoplancton en el 83 % de las muestras. Esta última fracción fue más abundante en la parte sur del Canal de Santo Domingo, con un valor promedio de 340,000 cels/l (Fig. 2e, Apéndice I).

Se identificaron 112 especies: 89 diatomeas, 20 dinoflagelados, 2 silico-flagelados y 1 cianofita. Las especies dominantes fueron *G. flaccida*, *P. calcar avis* y *P. alata*. En menor proporción se presentaron *Odontella aurita*, *C. californicus*, *Lauderia annulata*, *Detonula pumila* y *Rh. imbricata* (Fig. 1 Ic). La proliferación de *P. alata* ocasionó una baja diversidad ($H' = 0.14$) y una alta dominancia ($D = 0.99$). En la mayor parte de Bahía Magdalena y Bahía Almejas se calcularon valores de diversidad por arriba de 3.0; el número de especies por estación (S) osciló entre 29 y 39 y la dominancia fue baja ($D = 0.11$).

El índice de similitud (Fig. 1 Id) sugiere la presencia de una sola gran asociación a lo largo de todo el sistema lagunar, la cual estuvo caracterizada principalmente por *G. flaccida* y *Ch. compressus*, con proliferaciones de *P. calcar avis* y *P. alata*.

BAMA 8601 - Enero de 1986 -

Durante este mes, la temperatura superficial del agua varió entre 19 y 20 °C en la zona de Canales (Fig. 12a). No hubo datos para Bahía Magdalena y Bahía Almejas.

Se observó una disminución de la abundancia fitoplanctónica con respecto al mes anterior (Fig. 12b). El valor más bajo fue de 33,200 cels/l en la estación H y el más alto fue de 112,200 cels/l en la estación K3. Se presentó un dominio total del microfitoplancton en las estaciones muestreadas (Fig. 3a, Apéndice I).

Se identificaron 88 especies: 63 diatomeas, 22 dinoflagelados, 2 silico-flagelados y 1 cianofita. Las especies dominantes fueron *P. calcar avis*, *G. flaccida* y *Rh. stolterfothii*. En menor proporción, fueron frecuentes *Ch. curvisetus*, *Rh. imbricata*, *Ch. compressus*, *H. sinensis*, *Ch. didymus* y *Ch. brevis* (Fig. 12c).

La dominancia de las especies mencionadas ocasionó una baja diversidad ($H' = 1.74$) y una dominancia de $D = 0.56$. En la estación E se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 4.47$), se identificó el mayor número de especies ($S = 44$) y una baja dominancia ($D = 0.07$).

El diagrama de Trellis (Fig. 12d) muestra la presencia de tres asociaciones microfitoplanctónicas: la primera compuesta principalmente por *P. calcar avis*, la segunda por *G. flaccida* y la tercera por *Ch. curvisetus*, *G. flaccida* y *H. sinensis*.

BAMA 8602 - Febrero de 1986 -

Durante el mes de febrero se observó una disminución en la temperatura superficial del agua (Fig. 13a). El gradiente norte-sur de temperatura en el Canal de Santo Domingo presentó valores de 18.5 a 21 °C. En Bahía Magdalena se observó un gradiente de temperatura desde la boca (15.5°C) hacia la porción oriental de la

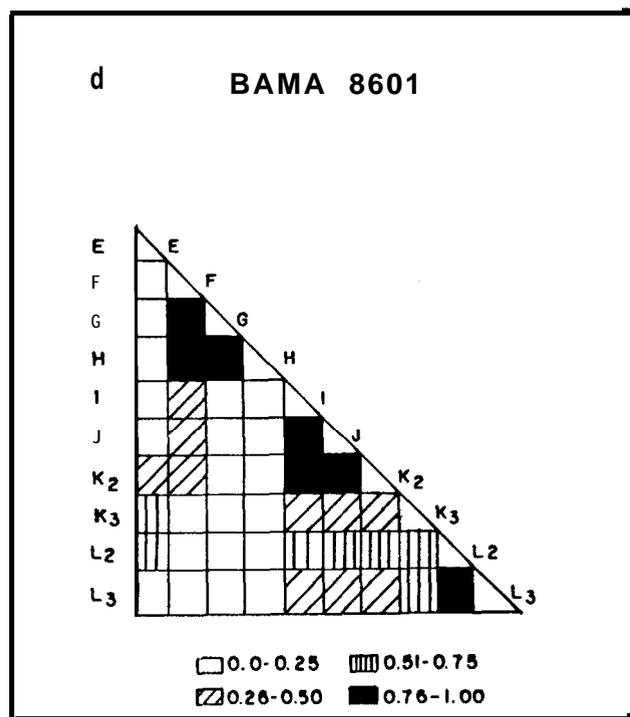
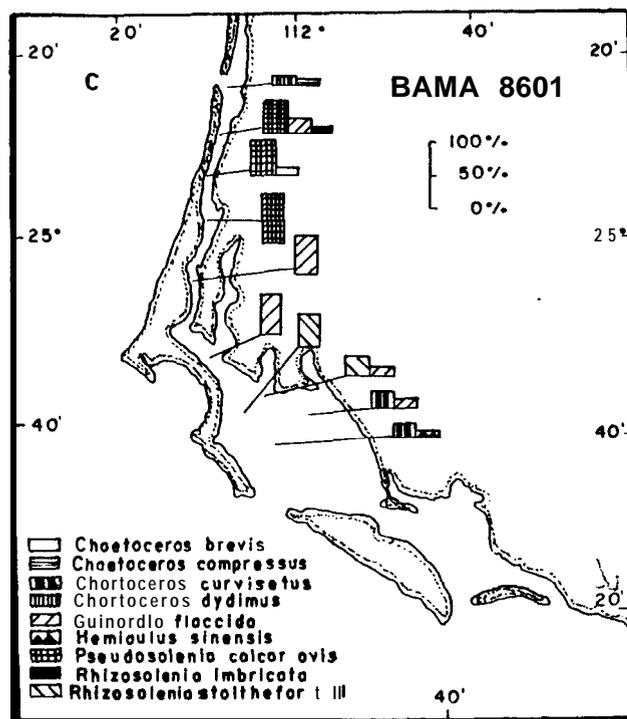
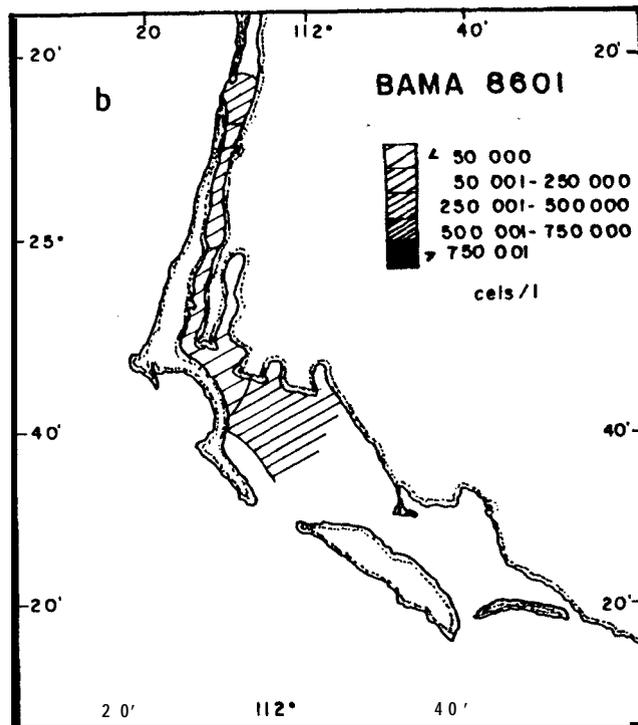
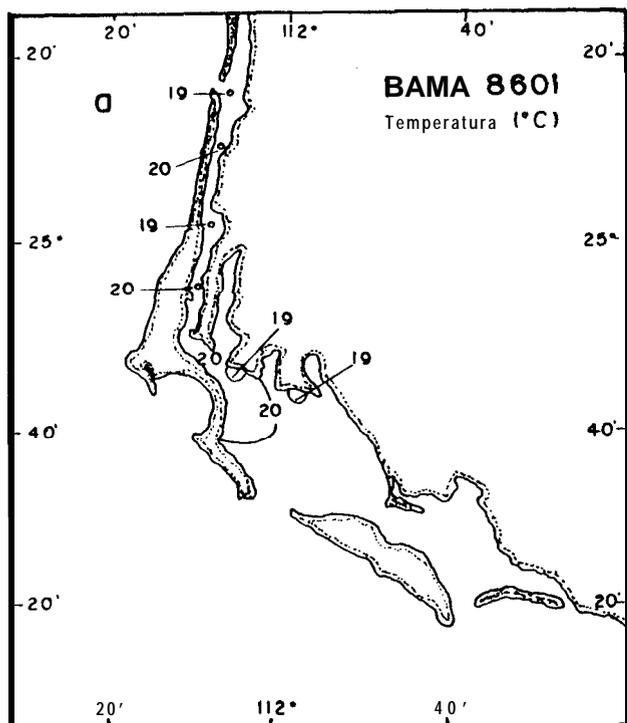


Fig. 12.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante enero de 1986.

misma (21.5°C). En Bahía Almejas la temperatura presentó un aumento gradual de 18°C en la boca del canal la Rehusa, hasta 21 °C en el interior de la bahía.

Hubo un incremento en la abundancia del fitoplancton (Fig. 13b). La concentración más baja fue de 24,000 cels/l en la estación H y la concentración más alta fue de 298,400 cels/l en la estación K3. La fracción del microfitoplancton dominó sobre el nanofitoplancton en el 74 % de las muestras. Esta última fracción fue más abundante en las estaciones centrales de Bahía Magdalena, alcanzando valores hasta de 173,000 cels/l (Fig. 3b, apéndice I).

Se identificaron 121 especies del microfitoplancton: 78 diatomeas, 37 dinoflagelados, 3 silicoflagelados, y 3 cianofitas. Las proliferaciones se debieron a *Rh. imbricata*, *Ch. curvisetus* y *O. erythraeum*. En menor proporción sobresalieron *E. zodiacus*, *G. flaccida*, *B. delicatulum*, *H. sinensis* y *S. palmeriana* (Fig. 13c). Tales proliferaciones disminuyeron la diversidad ($H' = 1.471$, con valores hasta de $D = 0.59$ de dominancia). En Bahía Almejas se calcularon los valores más altos de diversidad, ($H' = 4.65$) y la dominancia fue baja ($D = 0.05$). El mayor número de especies ($S = 48$) no correspondió al valor más alto de diversidad, sin embargo, en esta estación (R1) el valor de diversidad fue alto $H = 4.53$.

El índice de similitud sugiere la presencia de tres asociaciones (Fig. 13d): la primera entre las estaciones E y F ($SIMI = 0.81$) y compuesta principalmente por *H. sinensis*, *Ch. compressus*, *S. palmeriana* y *Ch. curvisetus*. La segunda estuvo formada principalmente por *Rh. imbricata* y *G. flaccida* y se localizó en las estaciones G, H e I. La tercera, es una gran asociación conformada por *Ch. curvisetus*, *E. zodiacus*, *G. flaccida*, *P. alata*, *B. delicatulum*, *S. palmeriana* y *O. erythraeum*, que abarca las estaciones de Bahía Magdalena y Bahía Almejas.

BAMA 8604 - Abril de 1986 -

La temperatura del agua disminuyó ligeramente durante este mes (Fig. 14a). En el Canal de Santo Domingo la temperatura fue homogénea, mientras que en Bahía Magdalena se observó un gradiente leve desde la boca (19°C) hasta la parte oriental (21 °C). En Bahía Almejas la temperatura varió de norte (20°C) a sur (22°C).

La abundancia fitoplanctónica aumentó en las tres áreas del sistema lagunar (Fig. 14b), siendo mayor en Bahía Magdalena, con un núcleo de abundancia de 912,000 cels/l (est. K2). Bahía Almejas fue el área más pobre, con un valor mínimo de 34,800 cels/l (est. Q2). El grupo del microfitoplancton dominó sobre el nanofitoplancton en el 76 % de las muestras. El nanofitoplancton fue abundante en la parte norte del Canal de Santo Domingo, presentando un valor máximo de 80,000 cels/l (Fig. 3d, apéndice I).

Se identificaron 116 especies: 79 diatomeas, 33 dinoflagelados, 2 silicoflagelados y 2 cianofitas. Las especies dominantes fueron: *C. pelagica*, *Ch. weissflogii* y *Rh. hyalina*. En menor proporción estuvieron presentes: *C. pelagica*, *L. danicus*, *Ch. curvisetus*, *E. zodiacus*, *G. flaccida* y *Ceratium dens* (Fig. 14c). La diversidad fue alta, con un valor mínimo de $H = 2.67$ en la estación K1 y un valor máximo de $H = 4.12$ en la estación Q2. Debido al alto número de especies (> 26) por estación y a que no hubo proliferaciones, los valores de dominancia fueron bajos (0.11 a 0.27).

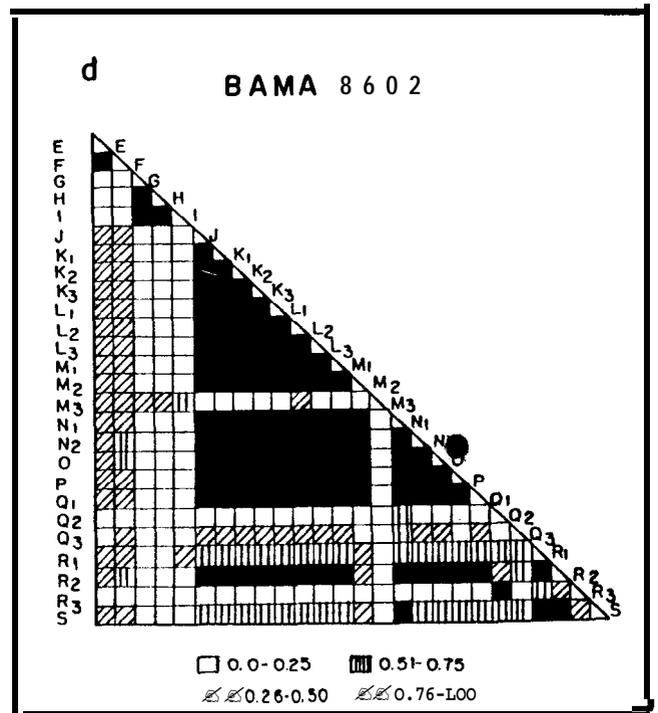
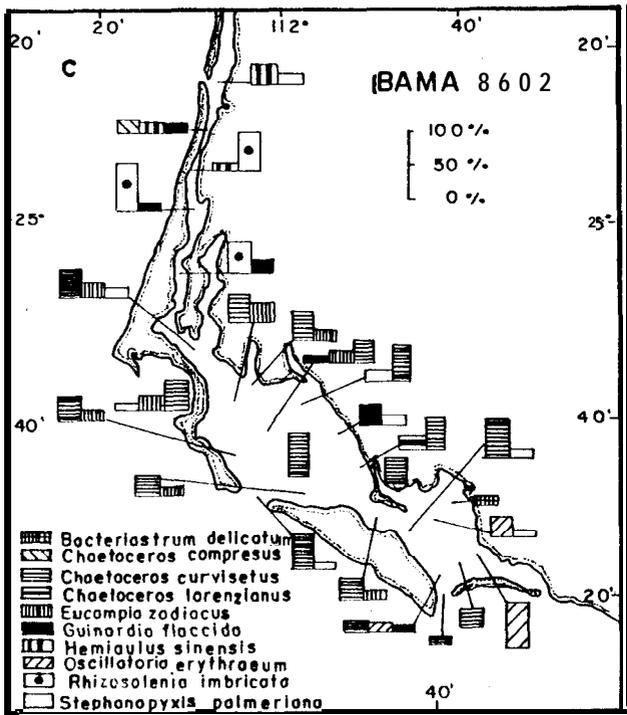
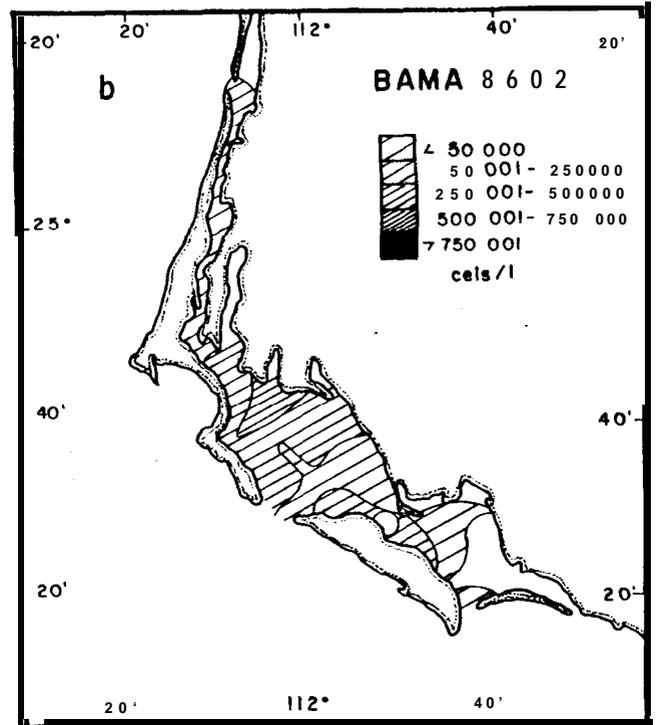
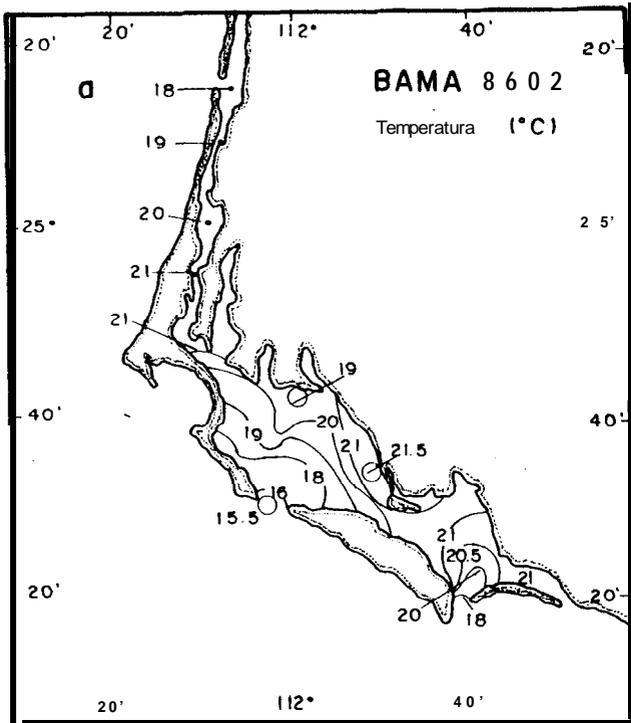


Fig. 13.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante febrero de 1986.

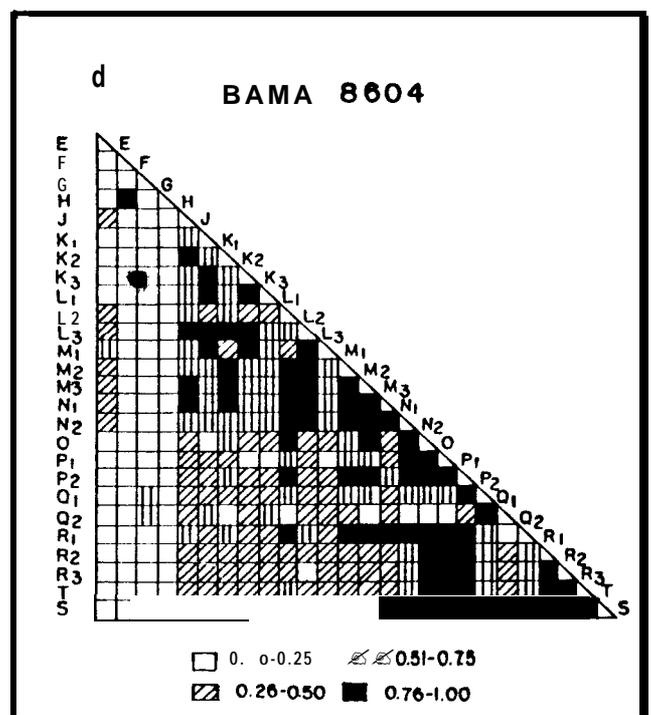
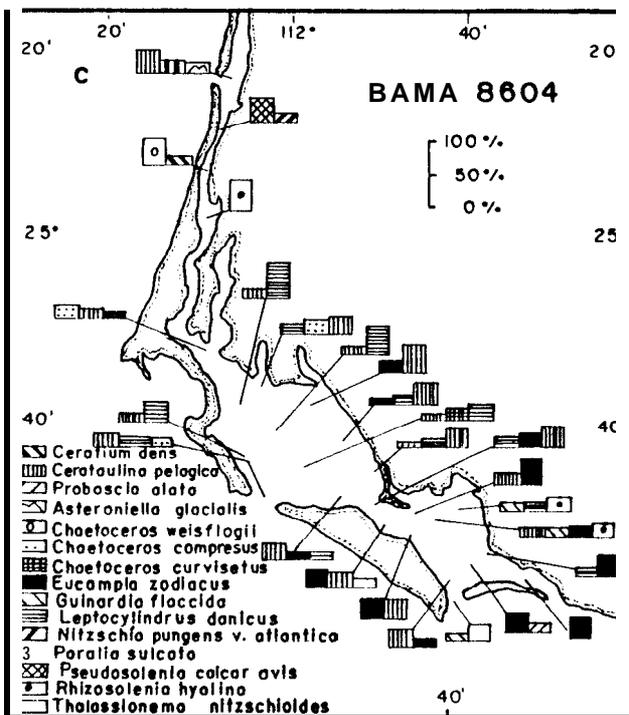
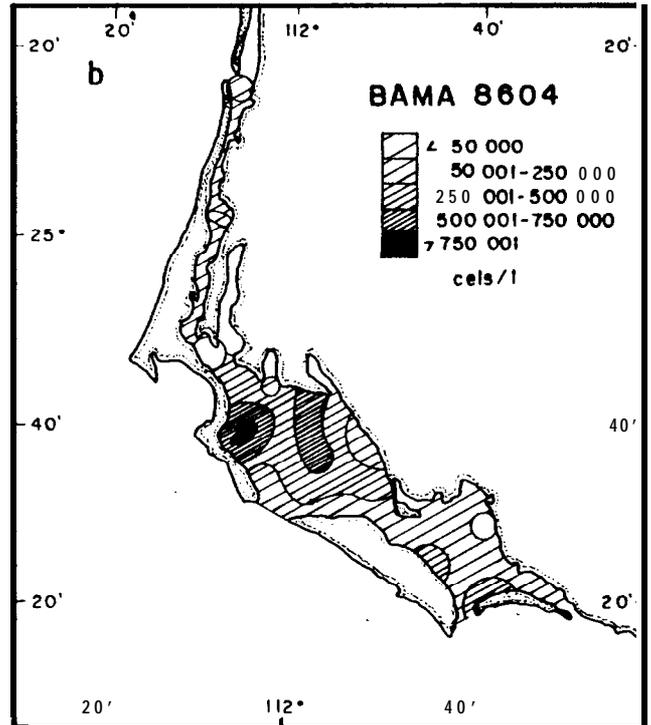
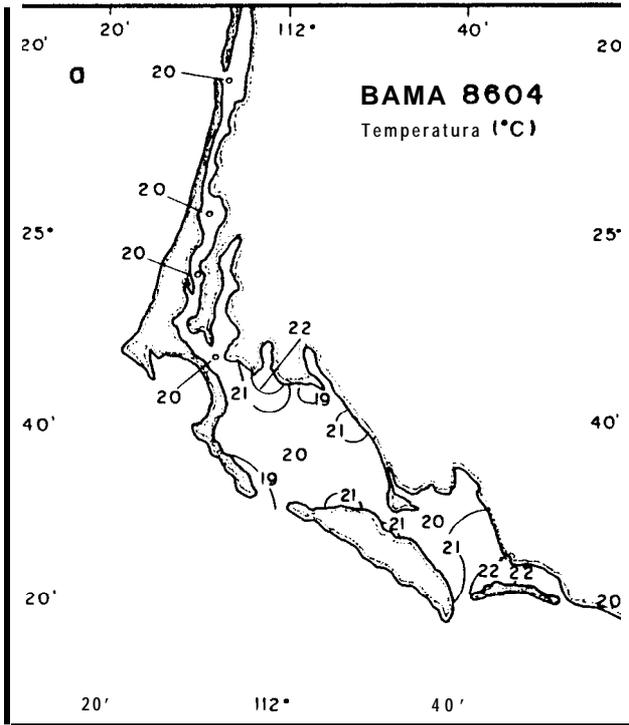


Fig. 14.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante abril de 1986.

En índice de similitud sugiere la formación de varias asociaciones. Las estaciones E y F pueden considerarse como dos asociaciones diferentes, ya que el grado de asociación con las otras es bajo. En Bahía Magdalena se observa una sola asociación, la cual se va diluyendo hacia Bahía Almejas, donde las especies más abundantes variaron entre las diferentes estaciones. Estas asociaciones estuvieron compuestas principalmente por *L. danicus*, *C. pelagica*, *E. zodiacus*, *G. flaccida*, *Rh. hyalina*, *Th. nitzschioides*, *Ch. compressus* y *P. sulcata*.

BAMA 8606 -Junio de 1986 -

Los valores más bajos de temperatura (15°C) se registraron en la porción occidental de Bahía Magdalena, aumentando hacia la porción oriental hasta alcanzar los 21 °C (Fig. 15a). En Bahía Almejas la temperatura varió de 21 °C en canal de la Gaviota a 23°C en la región oriental de la misma.

En general, durante este periodo, se observó una elevada abundancia del fitoplancton (Fig. 15b). Bahía Magdalena fue el área más rica, presentando su valor más alto (448,800 cels/l) en la estación N1, mientras que Bahía Almejas fue el área más pobre, con un valor mínimo de 42,400 cels/l en la estación T. La fracción microfitoplanctónica dominó en el 89 % de las muestras. El nanofitoplancton fue abundante sólo en las estaciones de Bahía Almejas (Fig. 3d, Apéndice I).

Se determinaron 124 especies: 91 diatomeas, 27 dinoflagelados, 3 cianofitas, 2 silicoflagelados y 1 euglenofita. Las proliferaciones principales fueron producidas por *Th. rotula*, *Haslea warwickae* y *P. sulcata*. En menor proporción estuvieron frecuentes, *E. zodiacus*, *N. pungens var. atlantica*, *Ch. compressus*, *C. furca* y *Gymnodinium sanguineum* (Fig. 15c). La dominancia de las especies mencionadas ocasionó tanto valores medios de diversidad ($H' = 1.46$), como valores medios de dominancia ($D = 0.61$). En la estación K3 se calculó el valor más alto de diversidad ($H' = 4.40$), la mayor riqueza de especies ($S = 39$) y una baja dominancia ($D = 0.07$).

El índice de similitud sugiere la formación de cuatro asociaciones microfitoplanctónicas (Fig. 15d). La primera se ubica en la parte noroccidental de Bahía Magdalena, teniendo como especies dominantes a *H. warwickae*, *Th. rotula* y *G. sanguineum*. En la parte oriental se localizó una segunda asociación, caracterizada por *Ch. compressus*, *E. zodiacus*, *Ch. decipiens* y *C. closterium*. En Bahía Almejas se localizó la tercera asociación, integrada por *E. zodiacus*, *N. pungens var. atlantica*, *G. flaccida*, *P. sulcata* y *C. perforatus*.

BAMA 8610 - Octubre de 1986 -

El valor más bajo de temperatura (21.5°C) se presentó en la boca de la Soledad, aumentado hacia la parte sur del Canal de Santo Domingo, donde alcanzó los 24°C (Fig. 16a). En Bahía Magdalena los valores variaron de 22°C en la parte occidental a 24.5 °C en la región sur-oriental, mientras que en Bahía Almejas la temperatura varió de 23 a 25°C.

La abundancia fitoplanctónica fue alta en todas las estaciones (Fig. 16b). En Bahía Magdalena y Bahía Almejas se observaron zonas con altas concen-

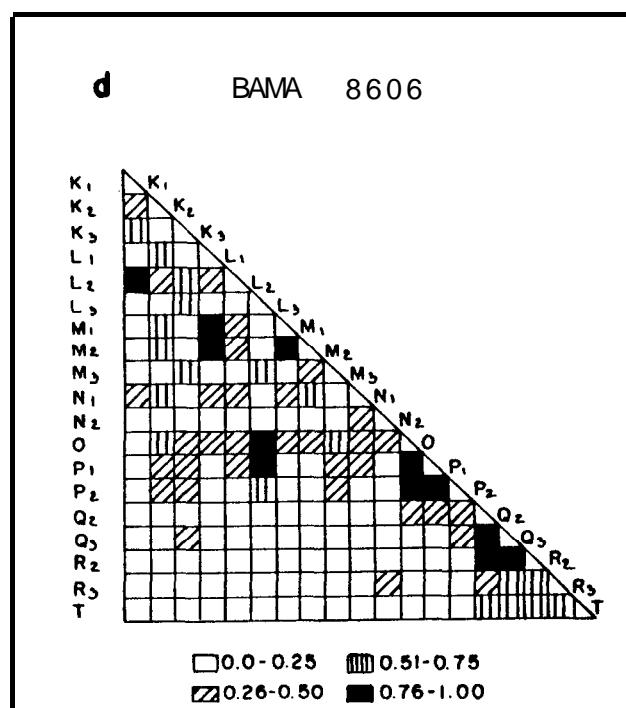
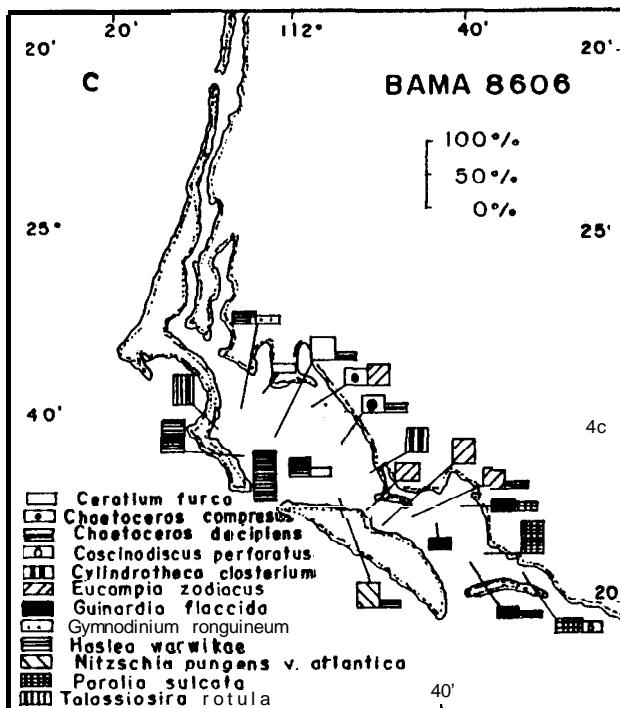
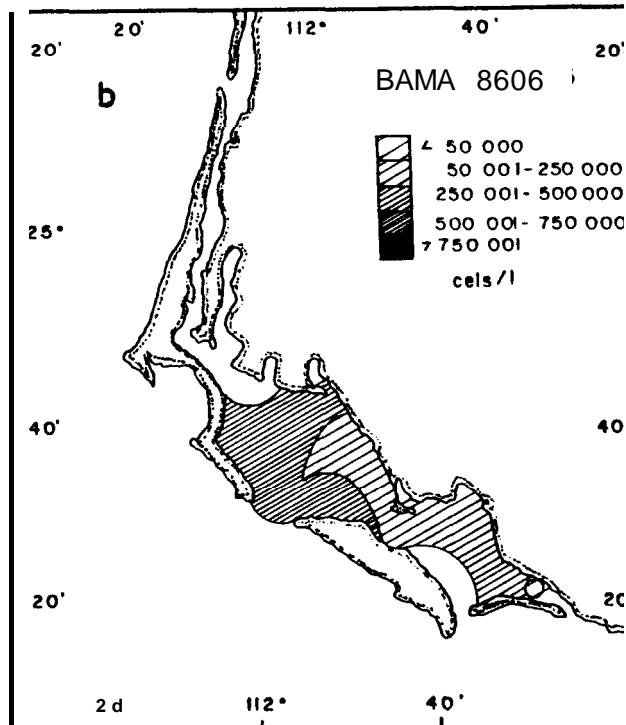
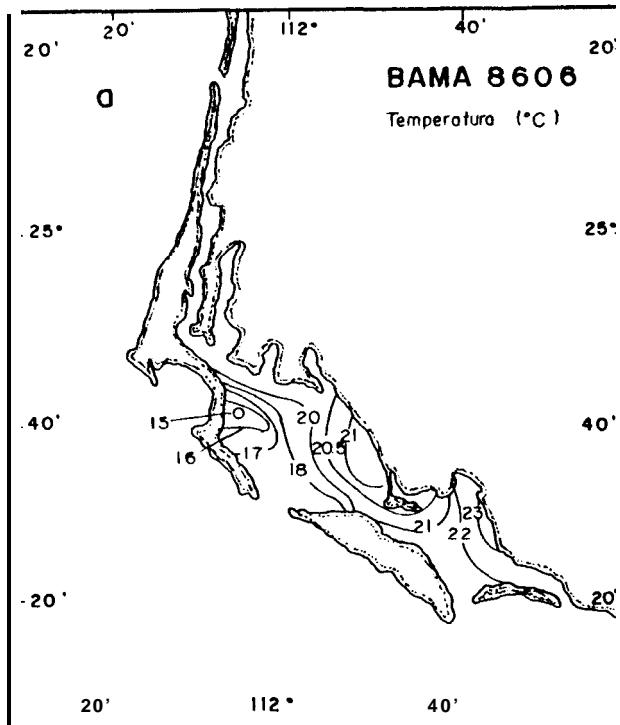


Fig. 15.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de Trellis (d) durante junio de 1986.

traciones, las cuales llegaron hasta 1,244,400 cels/l (est. 0). El valor mínimo fue de 188,000 cels/l, (est. R2). La fracción microfitoplanctónica dominó en el 75 % de las muestras y el nanofitoplancton sólo fue abundante en algunas estaciones de las tres áreas que conforman el sistema lagunar, registrando un valor máximo de 734,000 cels/l (Fig. 3e, Apéndice I).

Para este muestreo se realizó el análisis de la composición específica en las muestras de botella. El microfitoplancton, al igual que en las muestras de red estuvo representado en un 80-90 % por *P. alata*, mientras que el nanofitoplancton estuvo constituido en su mayoría (70-80 %) por la prasinoficea *Pyramimonas grossii* y en menor proporción por pequeños dinoflagelados desnudos (20-30 %).

Del grupo del microfitoplancton, se identificaron 54 especies: 42 diatomeas y 12 dinoflagelados. Las estaciones norteñas del Canal de Santo Domingo se caracterizaron por una codominancia de *G. flaccida*, *P. calcar avis* y *Rh. imbricata* (Fig. 16c). En estas estaciones se calcularon los valores más altos de $H' = 3.07$ y $S = 23$ y una baja dominancia ($D = .023$). En las bahías Magdalena y Almejas se presentó un florecimiento extensivo de *P. alata*, lo que ocasionó que la diversidad específica fuera baja ($H' = 0.10$) y la dominancia alta ($D = 0.98$).

En el diagrama de Trellis (Fig. 16d) se observan dos asociaciones microfitoplanctónicas. La primera se localizó en la parte norte del Canal de Santo Domingo y estuvo caracterizada principalmente por *Rh. imbricata* y *G. flaccida* y la segunda estuvo compuesta principalmente por *P. alata*, presentándose en casi todo el sistema lagunar.

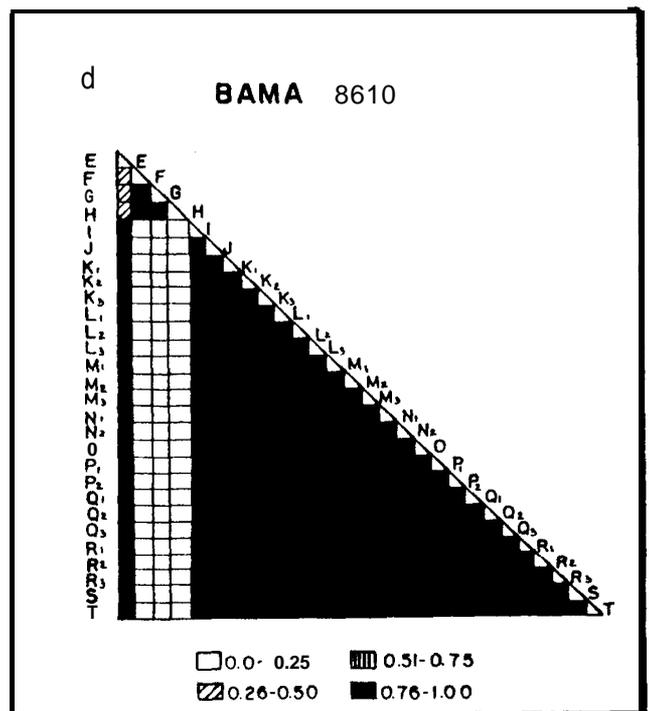
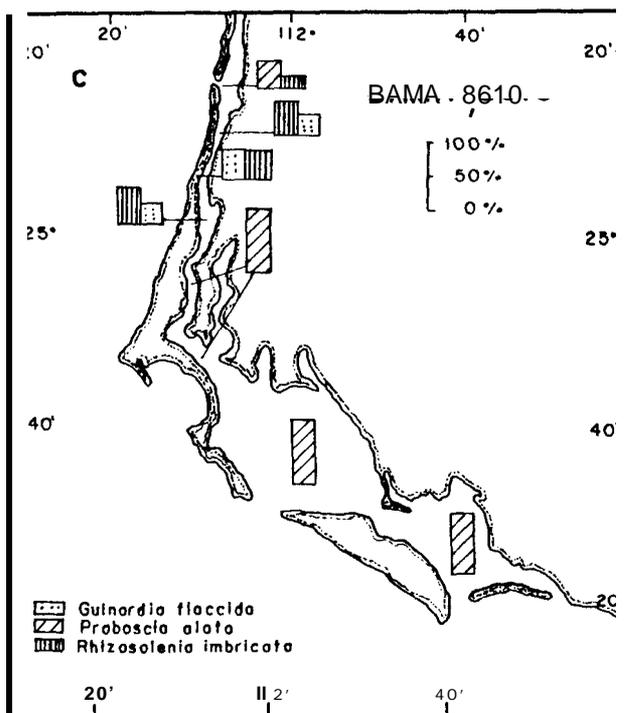
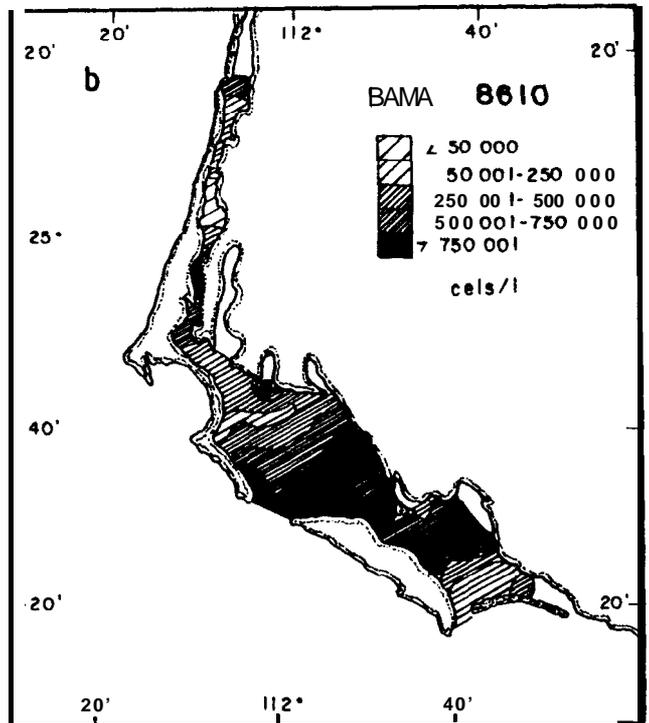
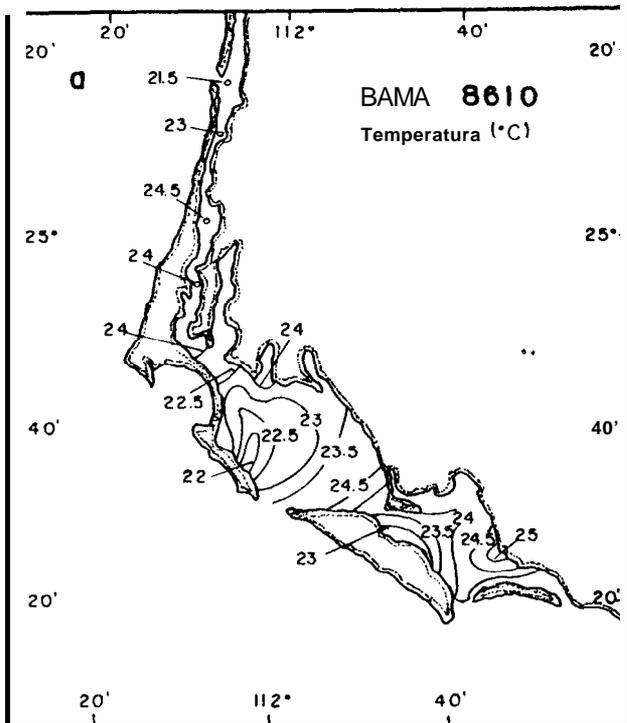


Fig. 16.- Distribución de la temperatura superficial (a), abundancia fitoplanctónica (b), especies abundantes (c) y diagrama de

Trellis (d) durante octubre de 1986.

Análisis integrativo de los resultados.

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la distribución superficial de la temperatura difieren para cada uno de los muestreos analizados y para cada una de las tres áreas que conforman el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

Generalmente, las temperaturas más bajas se registraron en la boca del canal de Santo Domingo y en la boca de cada una de las bahías, debido a la influencia directa de agua oceánica. En el Canal de Santo Domingo la distribución de la temperatura superficial puede presentar un gradiente de norte a sur, observándose en algunas ocasiones valores altos de temperatura en la parte central del mismo, debido a que es una área somera.

En Bahía Magdalena los gradientes de temperatura variaron para los diferentes meses del año. Estos pueden variar de norte a sur, o bien desde la boca hacia el interior de la bahía. En la parte occidental de la bahía (est. K1) se observó un área con valores bajos de temperatura en los meses de junio de 1984, abril y julio de 1985 y junio y octubre de 1986.

En Bahía Almejas la temperatura superficial no presentó un patrón de distribución superficial bien definido. Esto puede ser debido quizás a la comunicación que presenta con Bahía Magdalena mediante el Canal de la Gaviota, así como por la influencia oceánica a través del Canal la Rehusa (Figs. 3a, 4a, 1 la, 13a).

La figura 17a muestra la variación de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica total para cada una de las áreas del sistema lagunar. En general, las tres áreas fueron muy pobres durante 1984, particularmente la zona de canales. En los años de 1985 y 1986, las concentraciones de fitoplancton se incrementaron con respecto a 1984, sin embargo, fueron más bajas en Bahía Almejas y aumentaron en el área de canales. Bahía Magdalena fue el área más rica, particularmente en los meses de abril de 1985 y 1986 y en octubre de 1986.

En la curva de variación anual de la abundancia fitoplanctónica, con los valores promedio para cada mes, se puede observar que existen dos picos de abundancia (figura 17b). El primero en el mes de abril o pico de primavera, con un valor promedio de 277,037 cels/l y el segundo en el mes de octubre, o pico de otoño, con un valor promedio de 329,945 cels/l. Las abundancias más bajas se presentan a finales de otoño y en invierno. Estos picos de abundancia que determinan la productividad de Bahía Magdalena, pueden estar relacionados con los vientos o a las corrientes de marea que pueden provocar procesos de mezcla, o bien a eventos de surgencia que enriquecen las aguas de la bahía provocando la proliferación del fitoplancton, lo que coincide con las bajas temperaturas detectadas en la porción occidental de la bahía.

El microfítoplancton es la fracción que mayormente contribuyó a la abundancia fitoplanctónica a través de todo el periodo de estudio (Fig. 18). Los valores promedio más altos de abundancia fitoplanctónica total se observaron cuando la contribución del microfítoplancton fue superior. Esta fracción suele cobrar mayor importancia en ambientes costeros, donde la disponibilidad de nutrientes es mayor, por lo que ésta se vió influenciada durante las Apocas de surgencia o el mal tiempo que trae consigo la suspensión de los nutrientes. Por otra parte, el nanofítoplanct-

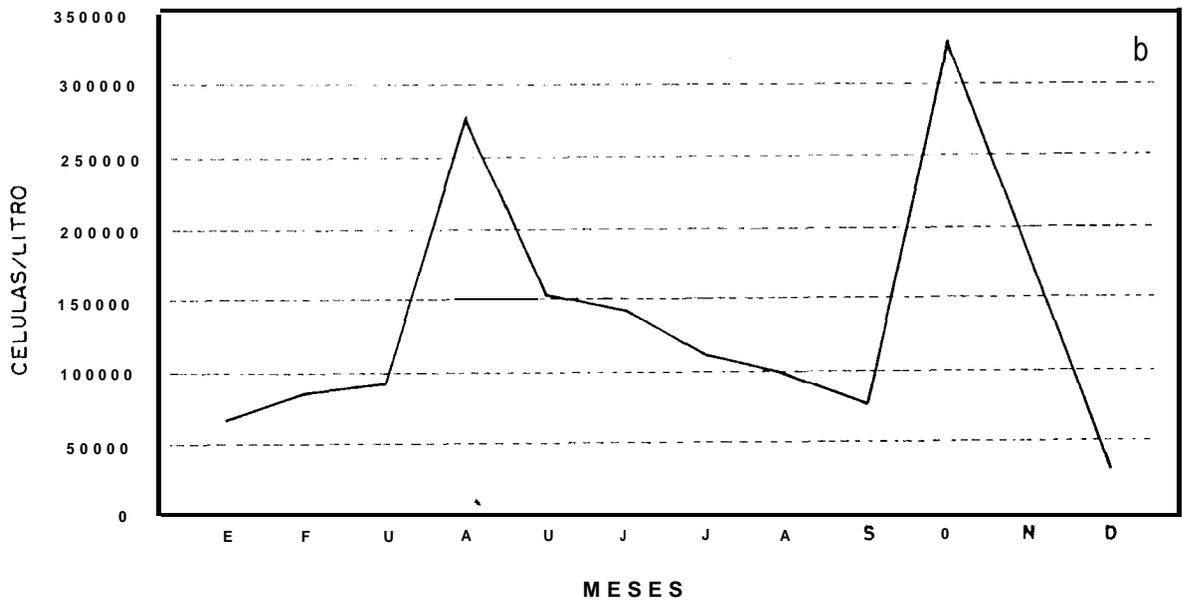
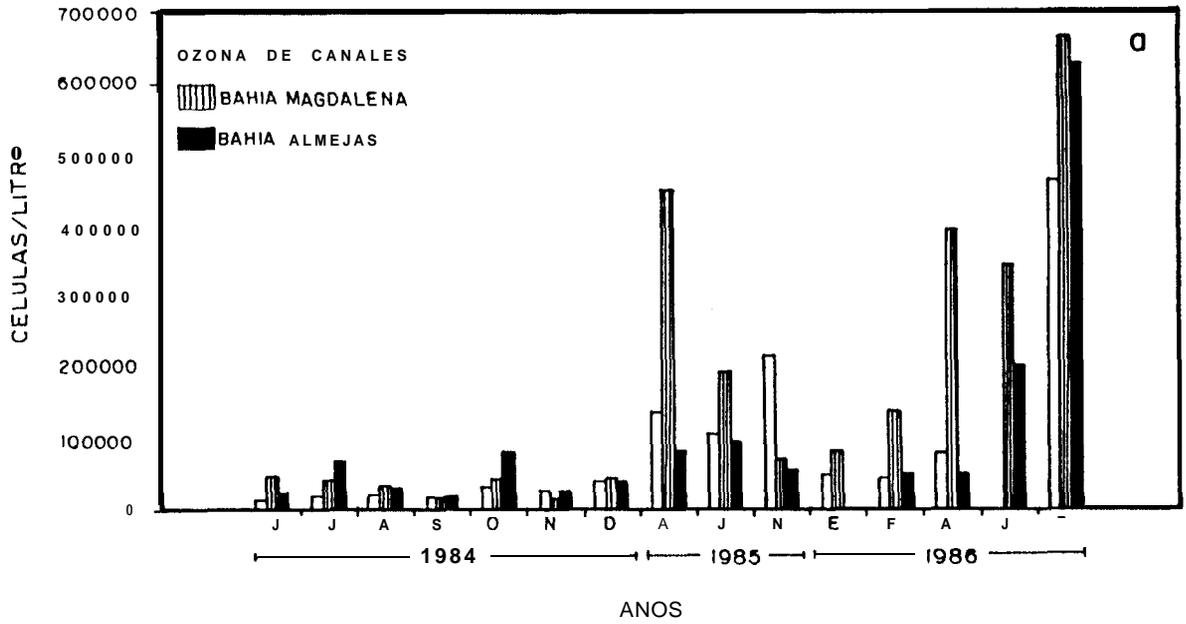


Fig. 17.- Variación de la abundancia fitoplanctónica en las áreas que conforman el complejo lagunar Magdalena-Almejas de junio de 1984 a octubre de 1986 (a) y ciclo anual de la abundancia fitoplanctónica (b).

ton sólo fue ligeramente dominante en los meses de agosto y septiembre de 1984, coincidiendo con los valores promedio más altos de temperatura, sin embargo, su aportación a la biomasa fitoplanctónica no fue significativa, ya que las abundancias totales fueron bajas.

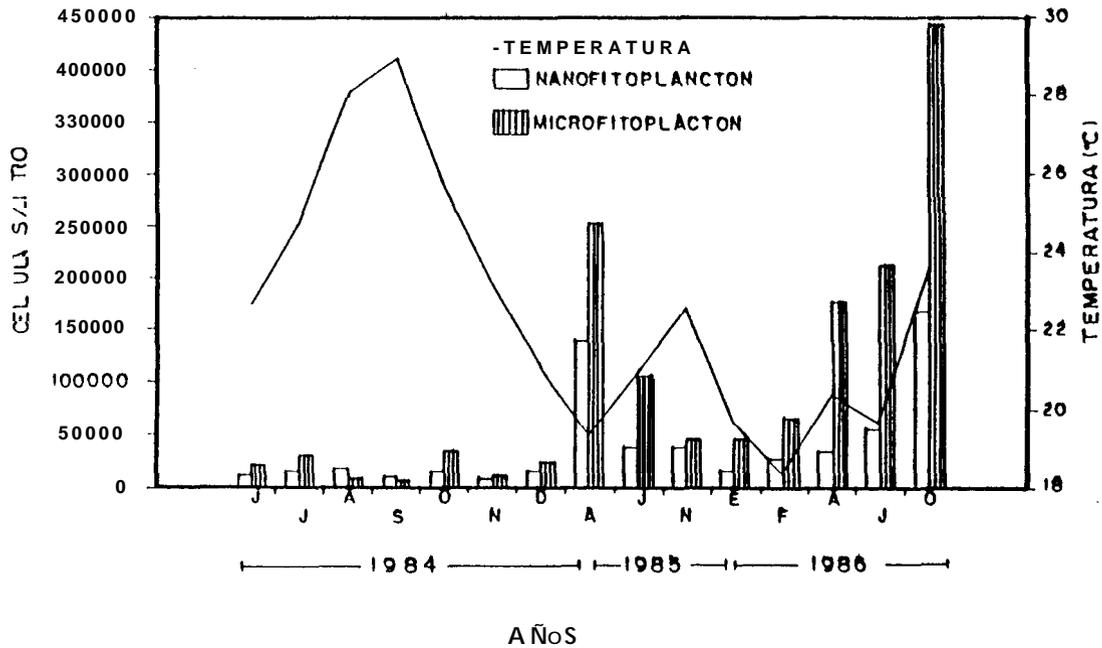


Fig. 18.- Variación de los valores promedio de la abundancia fitoplanctónica fraccionada (nano y microfitoroplancton) y la temperatura superficial durante junio de 1984-octubre de 1986, en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas..

El análisis de la composición específica en el presente estudio arrojó un total de 275 taxa, comprendidos en 87 géneros (Tabla II, Apéndice II). De éstas, 171 fueron diatomeas, 84 dinoflagelados, 5 silicoflagelados, 5 cianofitas y 1 euglenofita. Las diatomeas constituyeron el grupo más importante dentro de las asociaciones microfitoroplanctónicas que caracterizan al Sistema Lagunar Magdalena-Almejas. Los géneros más abundantes fueron *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* y *Coscinodiscus* con 27, 15 y 9 especies, respectivamente. Las diatomeas fueron abundantes y generalmente formaron grandes florecimientos (Tabla II), siendo *P. alata* (8), *Ch. curvisetus* (5), *P. calcar avis* (4) y *Rh. imbricata* (4), los taxa que presentan un mayor número de proliferaciones.

Entre las especies que se pueden considerar como características de la temporada cálida se encontraron *P. alata*, *C. asteromphalus*, *P. calcar avis* y *Rh. robusta*, *Ch. coarctatus*, *S. palmeriana*, *H. membranaceus*, *Rh. h yalina* y *C. perforatus*. Mientras que en la temporada fría fueron dominantes *Rh. imbricata*, *G. flaccida*, *Ch. compressus*, *C. pelagica*, *A. glacialis*, *Th. frauenfeldii* y *Th. nitzschoides*. Especies como *Ch. curvisetus* y *E. zodiacus* solieron ser abundantes, tanto en meses fríos como en meses cálidos.

Tabla II.- Especies del microfitoplancton que fueron dominantes en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas durante 1984-I 1986.

MES-AÑO	Especies principales
JUN-1984	<i>Coscinodiscus radiatus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Noctiluca scintillas</i> , <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> <i>C. fusus</i>
JUL-1984*	<i>Proboscia aleta</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> .
AGO-1984*	<i>Proboscia alata</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Ceratium fusus</i> .
SEP-1984	<i>Proboscia aleta</i> , <i>Stephanopyxis palmeriana</i> , <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> , <i>Chaetoceros compressus</i> , <i>Oscillatoria erythraeun</i> , <i>Rhizosolenia robusta</i> , <i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
NOV-1984	<i>Proboscia alata</i> , <i>Ditylum brighthuellii</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Rh. imbricata</i>
DIC-1984	<i>Proboscia aleta</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Bacteriastrium hyalinum</i> var. <i>princeps</i> , <i>Nitzschia punens</i>
ENE-1985	<i>Guinardia flaccida</i> , <i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Paralia sulcata</i>
ABR-1985	<i>Eucampia rodiacus</i> , <i>Guinardia flaccida</i> , <i>C. pelagica</i>
JUL-1985	<i>Proboscia alata</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i>
NOV-1985	<i>Guinardia flaccida</i> , <i>Proboscia aleta</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Odontella aurita</i>
ENE-1986	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Guinardia flaccida</i> , <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
FEB-1986	<i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Oscillatoria erythraeun</i> , <i>Hemiaulus sinensis</i>
ABR-1986	<i>Chaetoceros curvisetus</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Eucampiazodiacus</i> , <i>Chaetoceros weisflogii</i>
JUN-1986	<i>Hasleawarwickae</i> , <i>Thalassiosira rotula</i> , <i>Paralia sulcata</i> , <i>Eucampiazodiacus</i> , <i>Rhizosolenia hyalina</i>
OCT-1986	<i>Proboscia aleta</i> , <i>Rhizosolenia imbricata</i> , <i>Guinardia flaccida</i>

* tomados de Martínez-López (1987).

Los dinoflagelados fueron el segundo grupo en importancia y los géneros más frecuentes fueron *Ceratium* y *Protoperdinium* con 35 y 17 especies, respectivamente. En general, la distribución espacial de los dinoflagelados estuvo restringida a las áreas con mayor influencia oceánica. Sin embargo, su distribución temporal no es tan evidente como la de las diatomeas. Aunque la mayoría de las especies están presentes durante todo el año con abundancias relativas bajas (Tabla I; Apéndice II), sólo *N. scintillans*, *C. furca*, *C. fusus*, *P. steinii*, *Diplopsalis* sp, *D. caudata*, *C. dens* y *G. sanguineum*, llegaron a ser abundantes, principalmente en los meses cálidos. Estas especies son cosmopolitas, sin embargo, *N. scintillans*, *C. dens* y *G. sanguineum* suelen ser más frecuentes en aguas cálidas y tropicales.

De este grupo estuvieron presentes un gran número de especies de origen templado-tropical, las cuales, de acuerdo a su frecuencia de aparición son consideradas como raras para Bahía Magdalena. Entre otras se encontraron *Amphisolenia bidentata*, *C. macroceros* v. *gallicum*, *C. carriense*, *C. declinatum*, *C. eucaratum*, *C. falcatum*, *C. gibberum* var. *dispar*, *C. hexacanthum*, *C. massiliense*, *C. pentagonum* var. *robustum*, *C. ranipes* y *C. vultur*, mismas que pueden estar indicando la influencia de aguas cálidas dentro de la bahía.

Los silicoflagelados, cianofitas y euglenofitas son grupos representados por pocas especies, pero que siempre están presentes en el área. Algunas cianofitas como *O. erythraeum* pueden llegar a ser numéricamente importantes en las áreas someras de Canales y Bahía Almejas. De este grupo, *Richelia intercellularis* se presentó como endofita de las diatomeas *Rh. cleveii* var. *commuqis*, *Rh. acuminata*, *H. sinensis*, *H. membranaceus* y como epifita de *Ch. compressus*, particularmente durante los muestreos de 1984. Otra asociación se dió entre el protozoario *Vorticella oceanica* como epifita de *Ch. coarctatus* y *C. asteromphalus*; de ésta última no

se tienen reportes en la literatura, por lo que se puede considerar como un nuevo registro para las aguas del Pacífico Mexicano.

Los valores de diversidad específica (H'), dominancia (D) y la riqueza de especies (S) para cada una de las estaciones de los muestreos se encuentran resumidos en la Tabla I del Apéndice II. Los valores promedio mensuales de éstos parámetros presentaron un patrón de variación muy similar a lo largo del periodo estudiado (Fig. 19). Al comparar 1984 con 1985 se observa que los valores promedio de H' , S y D fueron muy similares y caen dentro del mismo rango, mientras que durante 1986 se observó un incremento en la riqueza de especies y por consiguiente un incremento en la diversidad específica, así como una calda en la dominancia.

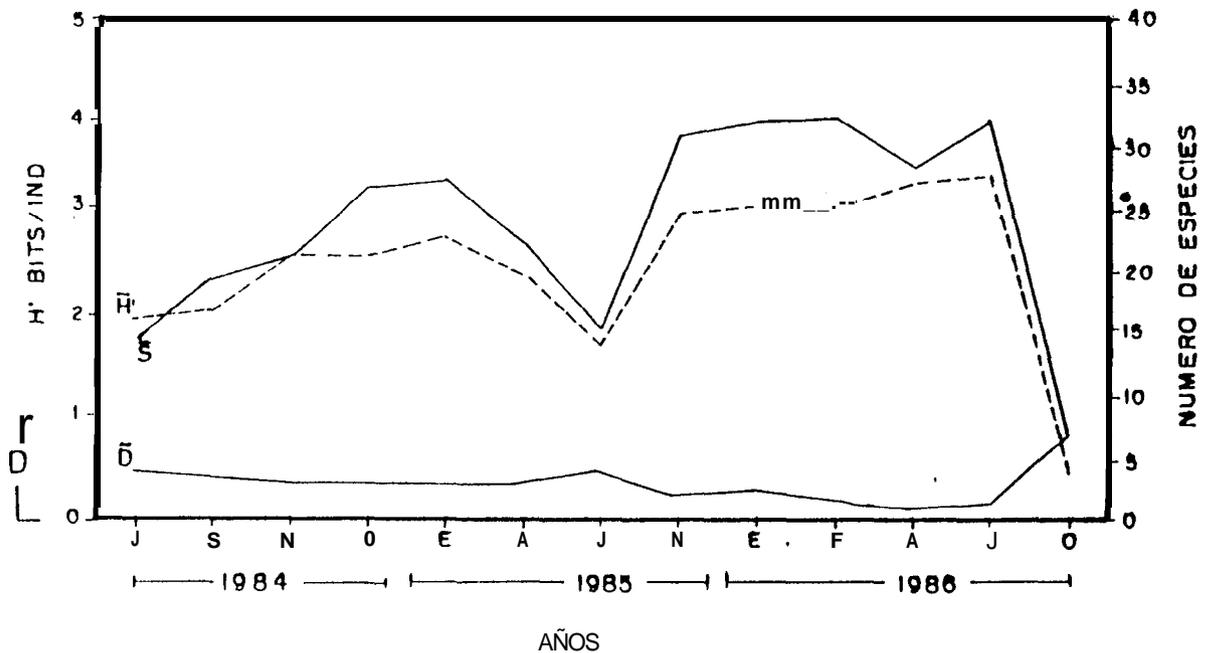


Fig. 19.- Variación de los índices de diversidad (H'), dominancia (D) y la riqueza de especies (S) de junio de 1984 a octubre de 1986, en Magdalena-Almejas.

Los valores promedio más bajos de diversidad ($H' = .50$) y riqueza de especies ($S = 6$) se calcularon en el mes de octubre de 1986 y se debieron a la proliferación de *P. alata* en casi todo el sistema lagunar. Consecuentemente, en este mes se presentó el valor más alto de dominancia ($D = 0.86$). El valor promedio más alto de diversidad ($H' = 3.47$) se presentó en junio de 1986, calculándose un valor mínimo de dominancia ($D = 0.17$). El valor promedio máximo de la riqueza de especies ($S = 32$) no correspondió a este mes, sino al mes de febrero, lo cual indica que la distribución de los organismos entre las diferentes especies fue más uniforme en el mes de junio de 1986.

Variación mensual de la temperatura y la abundancia fitoplanctónica durante 1982-I 1986

La variación de la temperatura superficial a lo largo de cinco años (1982-1986) presentó un comportamiento estacional bien definido, con temperaturas bajas en invierno-primavera y temperaturas altas en verano-otoño (Fig. 20). Los valores promedio mensuales más bajos de temperatura por año, desde 1982 a 1985, se registraron en los meses de abril de 1982 (17.36 °C), de 1983 (19.38 °C), de 1984 (20.15 °C) y de 1985 (19.29 °C). En el año de 1986 el valor promedio más bajo de temperatura fue de 18.36 °C y se registró en febrero. Los valores promedio mensuales más altos por año se registraron en septiembre de 1982 (27.12 °C), 1983 (29.84 °C), 1984 (28.21 °C). Durante 1985 y 1986, los valores promedio máximos se registraron en agosto (25.95 °C) y noviembre (23.621, respectivamente). La temperatura superficial del agua presentó una tendencia a incrementarse durante los años de 1982-1984 en el sistema lagunar, por efecto de "El Niño" 1982/83 (Fig. 20).

Los valores promedio de abundancia fitoplanctónica variaron desde un mínimo de 21,575 cels/l en el mes de mayo de 1984, hasta un valor promedio máximo de 610,264 cels/l en octubre de 1986. En la figura 20 se aprecian tres grandes picos de abundancia, el primero en noviembre de 1982, el segundo en abril de 1985 y el tercero en octubre de 1986, los cuales corresponden a los florecimientos característicos de primavera y otoño en lagunas costeras templadas. En el ciclo 1983-84 los valores promedio de abundancia fueron muy bajos, observándose solamente el pico primaveral, pero de menor magnitud.

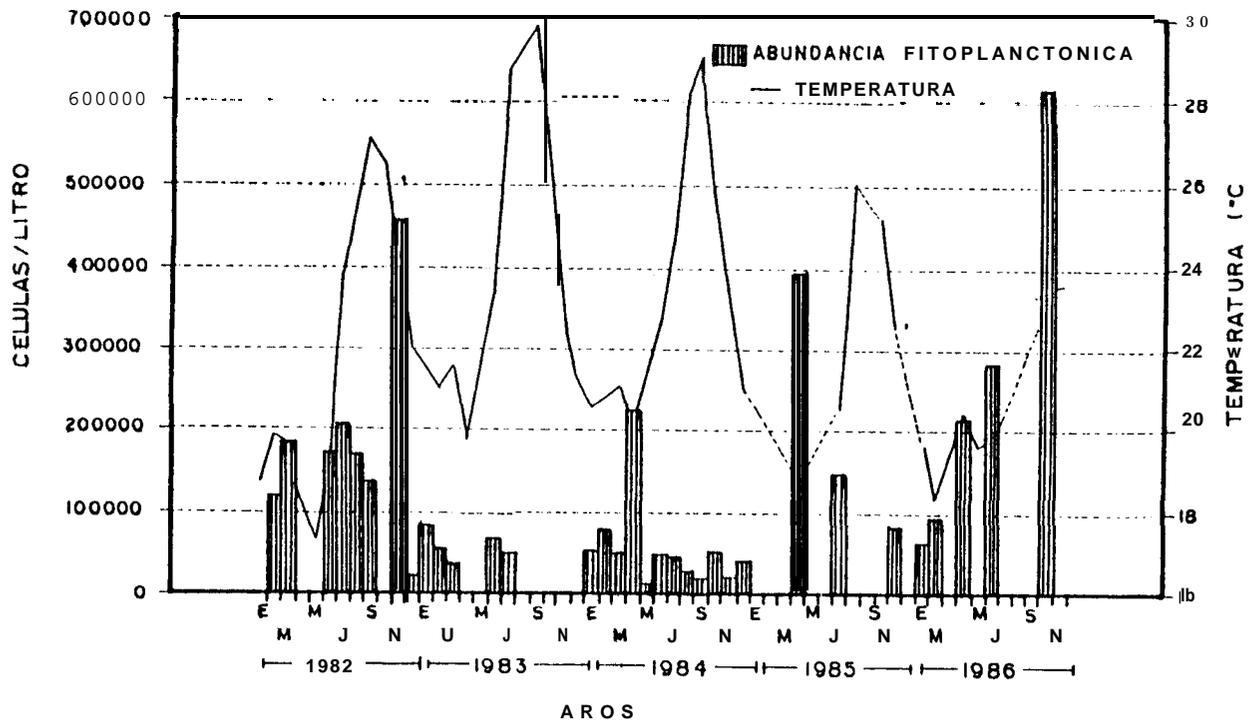


Fig. 20.- Variación de los valores promedio de temperatura y abundancia fitoplanctónica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, durante 1982-I 1986.

A partir de diciembre de 1982 se observó una caída drástica de las concentraciones de fitoplancton, con valores por debajo de las 100,000 **cels/l**, la cual se mantuvo hasta finales de 1984. Esta disminución de la abundancia fitoplanctónica coincide con el aumento de la temperatura superficial **del agua relacionado con el "El Niño"**, que sustituyó las aguas eutróficas litorales de Baja California Sur, por aguas cálidas **y oligotróficas**.

Las concentraciones de fitoplancton se incrementaron durante 1985 **y** 1986, siendo muy similares a las estimadas en 1982, salvo el florecimiento observado en el otoño de 1986, que fue mayor al pico de otoño de **1982**.

Relación de las anomalías térmicas y las anomalías de las abundancias fitoplanctónicas durante 1982-1 986

Al comparar el ciclo de 1981-1 982 con el ciclo de 1983-1 984, se aprecia que en este último se registró una **anomalía térmica de + 4°C** (Fig. 21). El calentamiento observado confirma la influencia del evento "El Niño" en las costas del Pacífico Mexicano, particularmente en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

Por otra parte, al comparar los años 1984 **y** 1985 se observó una disminución de la temperatura superficial al registrarse **anomalías** negativas en la primera mitad de año **y** positivas en el resto del año, donde quizá **éste** incluya la variación anual de la temperatura. Las anomalías **térmicas** negativas durante 1986 (-2.65°C) indican un enfriamiento del agua, siendo comparables con las anomalías negativas encontradas en 1981 **y** 1982.

Al relacionar este calentamiento de la temperatura superficial del agua con la abundancia fitoplanctónica, se observó una correspondencia entre ambos **(Fig. 21)**. Al igual que las anomalías térmicas, las anomalías de abundancia fitoplanctónica, se registraron a principios de 1983, **sólo** que en sentido negativo, presentándose anomalías de casi -100,000 **cels/l** durante **1983/84 y** de casi -300,000 en septiembre de 1984.

A partir de 1985 se presentaron anomalías positivas, que aunque bajas, indican la recuperación del sistema. Este proceso se ve mejor al observar los valores positivos de anomalías fitoplanctónicas durante 1986, donde se presentaron valores promedio de abundancia más altos que en los años anteriores **y por ende,** anomalías positivas hasta de + 300,000 **cels/l**.

Análisis de componentes principales en la variación anual de la composición específica en Bahía Magdalena

Los dos primeros componentes (Tabla **III**) fueron definidos de las siguiente manera: el primero como la estacionalidad, misma que refleja la variación temporal de las especies en el año; el segundo fue la frecuencia de aparición de las especies. La baja **varianza** explicada por los dos primeros componentes, los únicos a los que

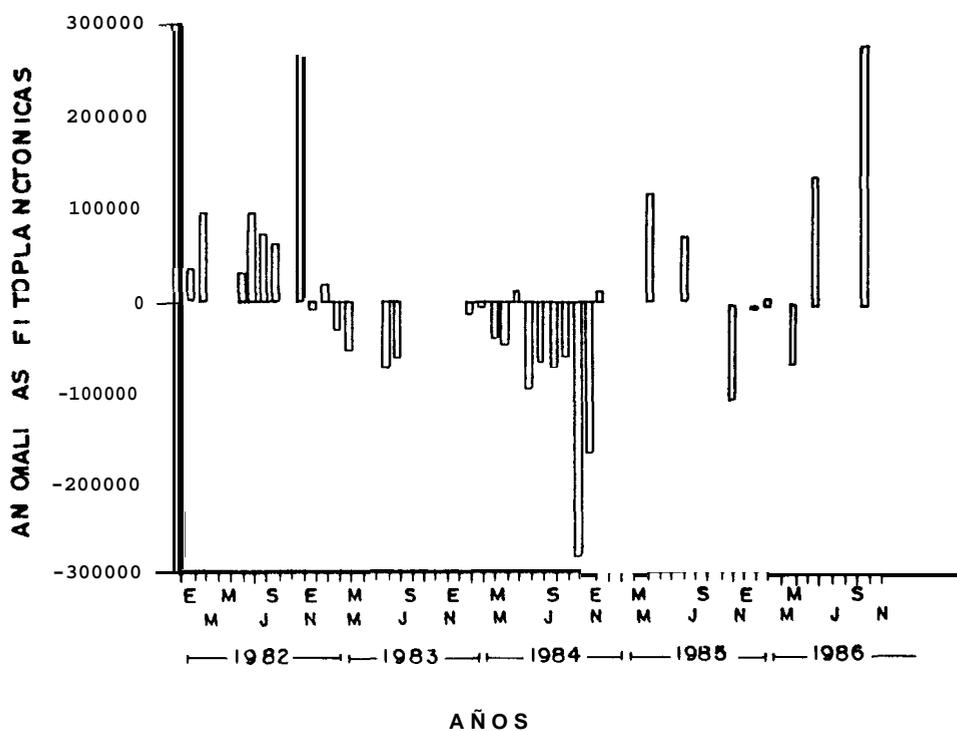
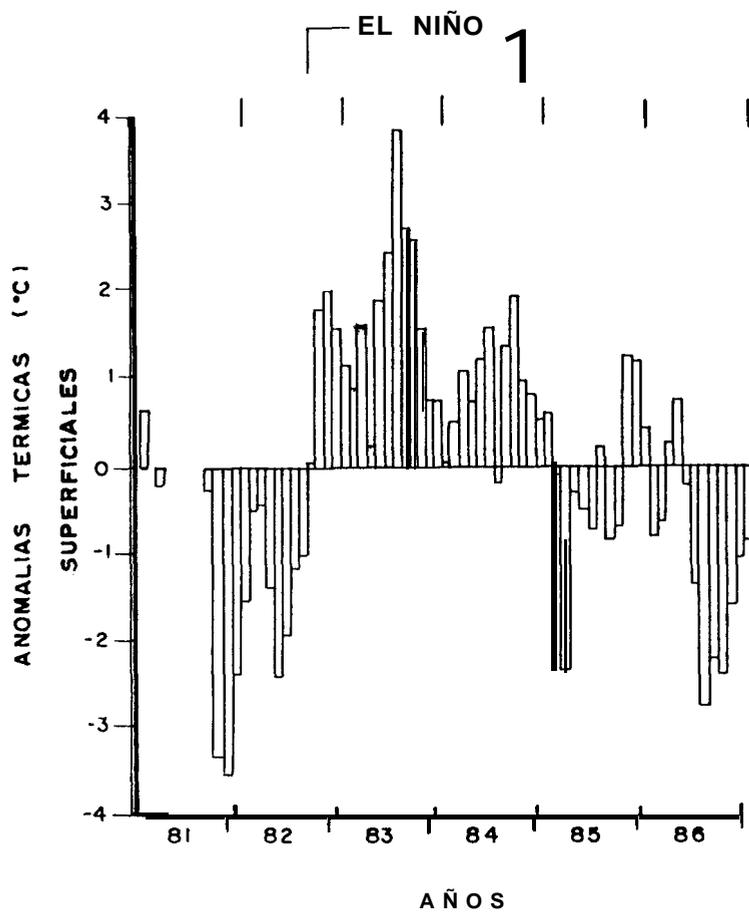


Fig. 21.- Variación de las anomalías térmicas (a) (tomada de Saldierna-Martínez, et al., 1987) y las anomalías de abundancia fitoplanctónica (b) en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas, durante 1980-1986.

se les pudo encontrar un significado, es un resultado esperado y encontrado en otros casos, en los que se efectuó un análisis semejante (Margalef y González-Bernáldez, 1969; Estrada y Blasco, 1979; Figueiras y Neill, 1987), consecuencia del elevado número de especies y muestras incluídas en el análisis, así como de las complejas interrelaciones entre las especies.

Sin embargo, aún si la fracción de la varianza explicada es baja, la proyección de las variables dentro de un espacio reducido, determinado por los componentes correspondientes puede ser perfectamente válido (Legendre and Legendre, 1979; Blasco et al., 1980), ya que los dos primeros componentes principales en este estudio, agrupan los conjuntos de especies característicos de cada Apoca del año.

Tabla III.- Varianza explicada por los dos primaros componentes principales calculados para los años de 1984, 1985 y 1986.

No. de Componente	AÑO 1984		AÑO 1985		AÑO 1986	
	% de varianza- Porcentaje acumulativo	% de varianza- Porcentaje acumulativo	% de varianza- Porcentaje acumulativo	% de varianza- Porcentaje acumulativo	% de varianra- Porcentaje acumulativo	% de varianra- Porcentaje acumulativo
Primer componente	14.31	14.31	13.82	13.82	16.68	16.68
Segundo componente	12.60	26.91	11.80	25.63	15.57	32.25

CICLO ANUAL 1984

En la figura 22 se representan los cuatro conjuntos de especies que caracterizan el ciclo anual de 1984 y su asociación con los dos primeros componentes principales. La primavera presentó una correlación positiva con el primer componente (estacionalidad), por lo cual se separa de los otros tres grupos. Esto se debe a que la mayoría de las especies que lo constituyen, aparecieron sólo en esta estación del año, o bien, si estuvieron presentes en otras estaciones, aquí fueron las más frecuentes.

Del conjunto de especies que caracterizan a la primavera, sobresalen taxa que están relacionadas con el sedimento como: *A. splendens* (1), *A. lineolata* (2), *O. aurita* (36), *P. sulcata* (38), *T. favus* (57) y el subgrupo de "diatomeas ticooplanctónicas" (581, las cuales indican procesos de mezcla, mismos que explican su presencia en el plancton, donde también pueden proliferar.

Dado que en primavera la temperatura superficial del agua es baja, las especies templadas o de aguas frías constituyeron el 47.6 % del total, sobresaliendo por su abundancia (segundo componente) *Rh. fragilissima* (49) y *C. centralis* (21). La única especie de aguas cálidas que estuvo presente fue *Ch. peruvianus* (18).

Los otros tres conjuntos de especies, que representan al invierno, verano y

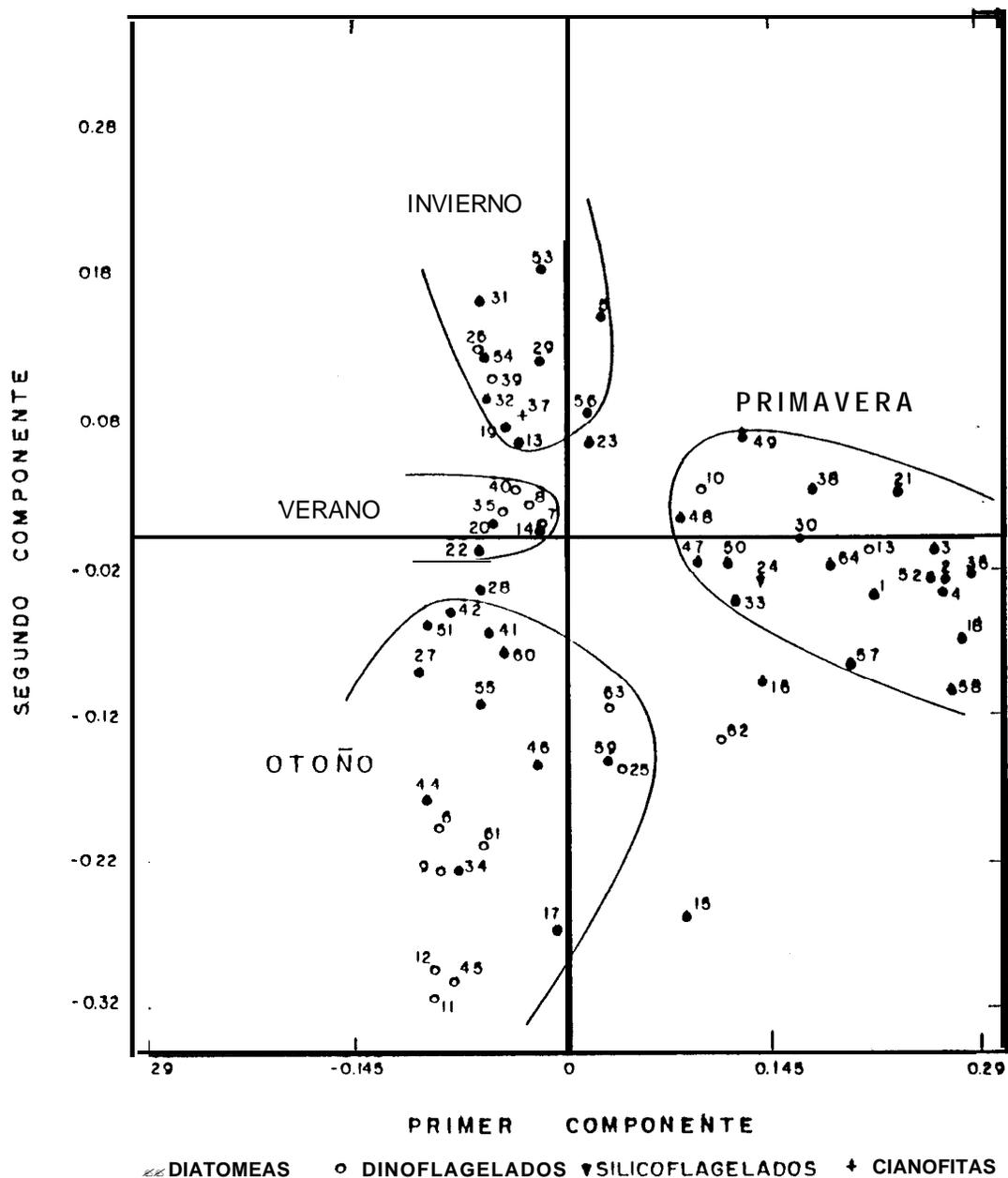


Fig. 22.- Representación de las especies // microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1984. 1=Actinopychus splendens, 2=Amphora lineolata, 3=Bacteriastrum delicatulum, 4=B. clongatu, 5=Cerataulina pelagica, 6=Ceratium deflexum, 7=C.furca, 8=C.fusus, 9=C.lineatus, 10=C. macroceros, 11=C. massiliense, 12=C. trichoceros, 13=C. compressus, 14=Ch. curvisetu, 15=Ch. didymus, 16=Ch. lorenzianus, 17=Ch. messanensis, 18=Ch. peruvianus, 19=Climacodium frauenfeldianum, 20=Coscinodiscus asteromphalus, 21=C. centralis, 22=C. perforatu, 23=C. radiatus, 24=Dictyocha messanensis, 25=Dinophysis caudata, 26=D. hastata, 27=Ditylum brighwellii, 28=Eucampia zodiacus, 29=Guinardia flaccida, 30=Hemiaulus hauckii, 31=N. sinensis, 32=Leptocylindrus danicu, 33=Nitzschia delicatissima, 34=N. pungens var. antica, 35=Noctiluca scintillans, 36=Odontella aurita, 37=Oscillatoria erythraeum, 38=Paralia sulwata, 39=Protoperidinium asymmetricum, 40=Phytophacus steini, 41=Pleurosigma formosum, 42=Proboscia alata, 43=Protoperidinium sp, 44=Pseudosolenia calcar avis, 45=Rhizosolenia hyalina, 46=Rh. bergonii, 47=Rh. cleveii var. communis, 48=Rh. dalicatula, 49=Rh. fragilissima, 50=Rh. imbricata, 51=Rh. robusta, 52=Rh. setigera, 53=Rh. stolterothii, 54=Stephanopyxis turris, 55=Thalassionema frauenfeldii, 56=Thalassiosira eccentricus, 57=Triceratium favu, 58="diatomeas ticoplanctónicas", 59="diatomeas neríticas", 60="diatomeas oceánicas", 61="Ceratium spp", 62="Protoperidinium spp", 63="dinoflagelados", 64="Chaetoceros spp"

otoño, presentan una correlación negativa con el primer componente, lo cual indica que las especies que lo conforman estuvieron presentes en al menos dos estaciones del año. El invierno presenta una correlación positiva con el segundo componente debido a que las especies que lo integran: *G. flaccida* (291), *H. sinensis* (31) y *Rh. stolterfothii* (53) fueron las más abundantes. Dentro de este grupo se encuentra una mezcla de especies de diferentes habitats y afinidades biogeográficas; de aguas frías estuvieron presentes *Ch. compressus* (13), *C. radialis* (23) y *L. danicus* (32) y de aguas cálidas *Rh. stolterfothii*, *C. frauenfeldianum* (19), *D. hastata* (39) y *O. erythraeum* (37). Esto indica, que aunque las aguas de Bahía Magdalena se hayan enfriado, aún permanecen estas especies de aguas cálidas.

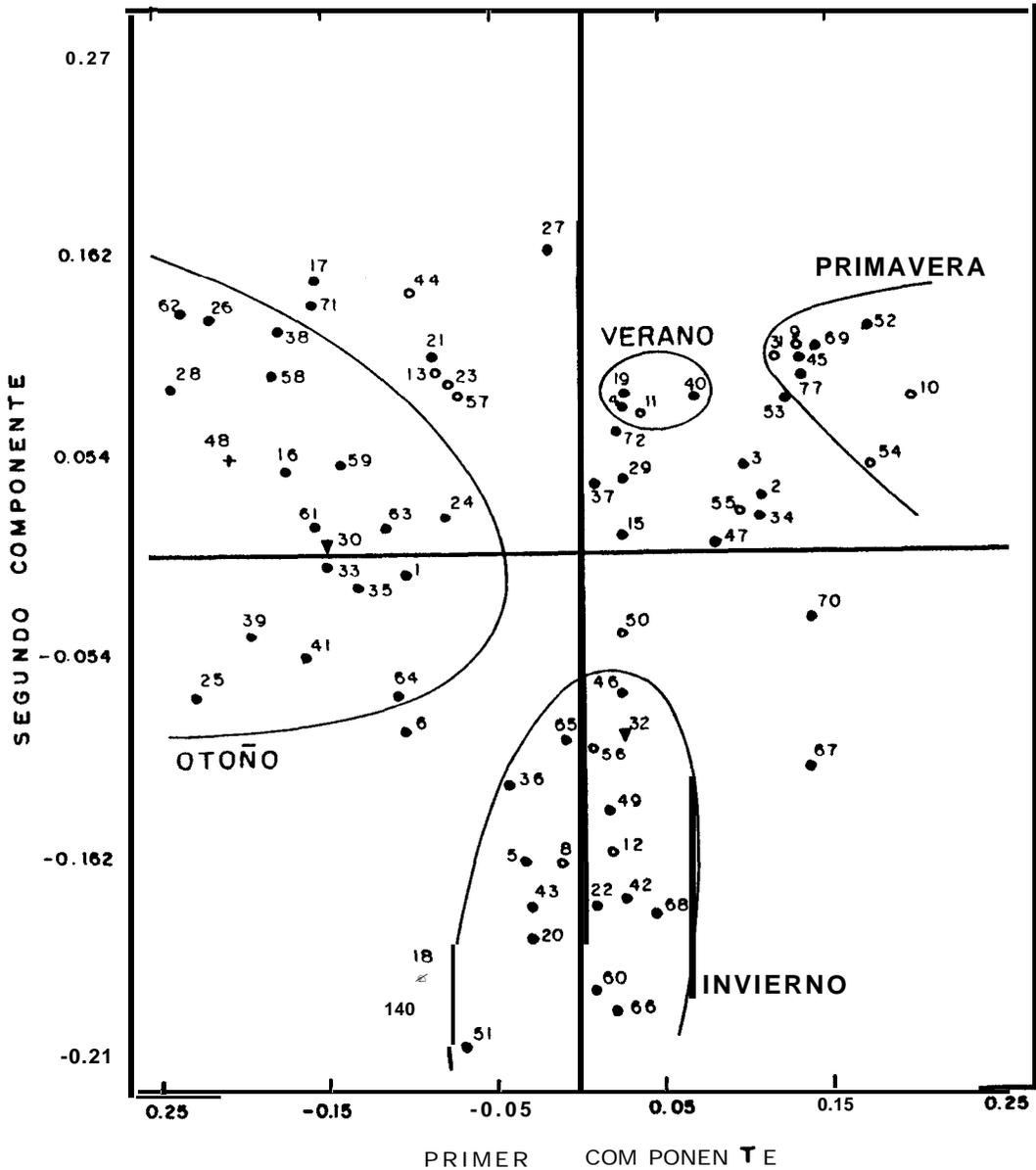
El verano estuvo caracterizado por un mayor número de especies de dinoflagelados, las cuales son de aguas cálidas como *C. fusus* (7), *N. scintillans* (35), *P. steinii* (40). Las diatomeas presentes en este grupo son de la misma afinidad biogeográfica que los dinoflagelados, lo cual sugiere la influencia de especies de carácter oceánico y de aguas cálidas.

El otoño mostró una correlación negativa con ambos componentes y está integrado por un conjunto de especies de diferentes ambientes y afinidades biogeográficas, lo cual se ve reflejado en la formación de cuatro conjuntos de especies. El primero, ubicado en la parte superior del tercer cuadrante lo constituyen especies cosmopolitas, ya sea neríticas u oceánicas, en el que sobresale *P. alata* (42). El segundo conjunto, ubicado entre el tercer y cuarto cuadrante está formado por *Rh. bergonii* (46), *D. caudata* (25) y los subgrupos "diatomeas tico-planctónicas (59)" y "dinoflagelados (63)". El tercer conjunto está formado por una mezcla de especies templadas como *N. pungens*, var. *atlantica* (34) y *C. lineatus* (9) y especies de aguas cálidas como *P. calcar avis* (44), *C. deflexum* (6) y el "subgrupo *Ceratium spp*" (61). Finalmente, el cuarto conjunto de especies se localizó en la parte inferior del conjunto anterior y está integrado por especies oceánicas de aguas cálidas como *Rh. hyalina* (45), *Ch. messanensis* (17), *Ceratium massiliense* (77) y *C. trichoceros* (72).

La presencia de especies de diversos habitats y afinidades biogeográficas refleja la influencia que presentan sobre esta zona la Corriente y la Contracorriente de California, las cuales traen consigo especies propias de aguas frías y cálidas, respectivamente.

CICLO ANUAL 1985

El primer componente nuevamente quedó definido como la estacionalidad y separa los cuatro conjuntos de especies que caracterizan a cada una de las estaciones del año. La figura 23 muestra que la sucesión de las especies se dió en sentido contrario a las manecillas del reloj. El invierno está correlacionado negativamente con el segundo componente y con el primer componente se correlaciona negativa y positivamente. Presentando además, cierta semejanza con el conjunto de especies que caracterizó al otoño de 1984, ya que por una parte, aparecieron diatomeas neríticas como *N. distans* (421), *O. aurita* (46), *P. sulcata* (49) y *Th. frauenfeldii* (67) y por otra, se mantuvo un grupo de especies propias de aguas frías o templadas como *Ch. compressus* (18), *S. tamensis* (66) y *N. pungens* var. *atlantica* (43). El resto de las especies son propias de aguas cálidas.



. DIATOMEAS ○ DINOFLAGELADOS, △ SILICOFLAGELADOS □ CIANOFITAS

Fig. 23.- Representación de las especies microfitoroplácticas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1985. 1=Actinopychus splendens, 2=Amphora marina, 3=Amphora sp, 4=Asterionella glacialis, 5=Bacteriastrium comosum, 6=Bacteriastrium delicatulum, 7=Cerataulina pelagica, 8=Ceratium azoricum, 9=Ceratium dens, 10=C. furca, 11=C. fusus, 12=C. horridum, 13=C. lineatus, 14=C. trichoceros, 15=Chaetoceros affinis, 16=Ch. brevis, 17=Ch. coarctatus, 18=Ch. compressus, 19=Ch. curvisetus, 20=Ch. didymus, 21=Ch. lorenzianus, 22=Ch. messanensis, 23=Ch. peruvianus, 24=Ch. debilis, 25=Climacodium frauenfeldianum, 26=Coccinodiscus asteromphalus, 27=C. perforatus, 28=Cylindrotheca closterium, 29=Detonula pumila, 30=Dictyocha messanensis, 31=Dinophysis forthii, 32=Distephanus pulchra, 33=Ditylum brighwellii, 34=Eucaampia zodiacus, 35=Guinardia flaccids, 36=Hemiaulus hauckii, 37=H. membranaceus, 38=Lauderia annulata, 39=Leptocilyndrus denticus, 40=Lithodesmium undulatus, 41=Navicula cancellata, 42=Navicula distans, 43=Nitzschia pungens var. atlantica, 44=Noctiluca scintillans, 45=Odontella alternans, 46=O. aurita, 47=O. mobiliensis, 48=Oscillatoria erythraeum, 49=Paralia sulcata, 50=Phyrophacus stcinii, 51=Planktoniella sol, 52=Pleurosigma spp, 53=Proboscia alota, 54=Protoperidinium claudicans, 55=P. conicum, 56=P. pellucidum, 57=P. pyrum, 58=Pseudosolenia calcar avis, 59=Rhizosolenia hyalina, 60=Rh. bergonii, 61=Rh. cleveii var. communis, 62=Rh. imbricata, 63=Rh. setigera, 64=Rh. stolterfothii, 65=Stephanopyxis palmeriana, 66=Streptotheca tamensis, 67=Thalassionema frauenfeldii, 68=Th. nitzschioides, 69=Thalassiosira rotula, 70=Thalassiosira sp, 71=Thalassiothrix heteromorpha v. mediterranea, 72=Triceratium favus.

La *primavera* y *el verano* presentaron una correlación positiva con ambos componentes y están formados principalmente por especies cosmopolitas, propias de ambientes lagunares y solamente durante la primavera estuvieron presentes dos dinoflagelados de aguas cálidas, *C. dens* (9) y *D. forthii* (31). La presencia de especies propias de ambientes costeros en verano como *A. glacialis* (4), *Ch. curvisetus* (19), *O. aurita* (46) y *C. fusus* (11), puede deberse principalmente a que las condiciones de temperatura fueron más favorables para su desarrollo, ya que este año fue frío con respecto a 1984.

El conjunto de especies de *otoño* presenta una correlación negativa con el primer componente y positiva con el segundo. Las especies que presentan una relación negativa con el segundo componente son predominantemente diatomeas ticoplanctónicas, o neríticas como *A. splendens* (1), *N. cancellata* (41), *B. delicatum* (6), *Ch. debilis* (24) y *G. flaccida* (35), mismas que pueden estar indicando procesos de mezcla. Por otra parte, las especies que mostraron una correlación más positiva con el segundo componente, fueron aquellas que fueron más abundantes en general, o bien lo fueron particularmente en las estaciones sureñas del transecto central de Bahía Magdalena. Las especies que aparecen entre un grupo y otro o entre varios grupos son aquellas que se presentaron en una, dos, o todas las estaciones del año.

CICLO ANUAL 1986

La figura 24 muestra la representación gráfica de los cuatro conjuntos de especies que caracterizan el ciclo anual de 1986, los cuales se encuentran ubicados en diferentes cuadrantes. Los dos primeros componentes quedan definidos como la estacionalidad y la abundancia, respectivamente.

El conjunto de especies del *otoño* presentó una correlación positiva con ambos componentes, ya que por una parte, la proliferación masiva de *P. alata* (42) le confiere la estacionalidad, al mostrar a esta especie como característica de *otoño*, y por otro lado, se separa por ser la más abundante.

El *invierno* presenta una correlación negativa con ambos componentes y está formado, predominantemente por diatomeas cosmopolitas, propias de ambientes costeros: *Ch. affinis* (11), *Ch. curvisetus* (16), *H. hauckii* (32) y *Rh. imbricata* (49) y el dinoflagelado *C. lineatus* (9), de aguas templadas.

La *primavera* presentó una correlación positiva con el segundo componente y negativa con el primero. Al igual que el grupo anterior, también estuvo compuesto por especies cosmopolitas de ambientes neríticos. De aguas cálidas sólo se presentaron *Rh. hyalina*, *C. fafcatum* y *P. pellucidum*.

El conjunto de especies que caracteriza al *verano*, presentó una correlación positiva con el primer componente y negativa con el segundo y está compuesto por una mezcla de diatomeas de diferentes ambientes y afinidades biogeográficas, dominando las especies cosmopolitas y características de lagunas costeras. De aguas frías sobresalen *Ch. danicus* (16), *C. perforatus* (20) y *C. radia-tus* (21), mientras que de aguas cálidas sobresalen *Ch. costatus* (14), *H. warwickae* (31), *P. claudicans* (44) y el "subgrupo dinoflagelados" (61).

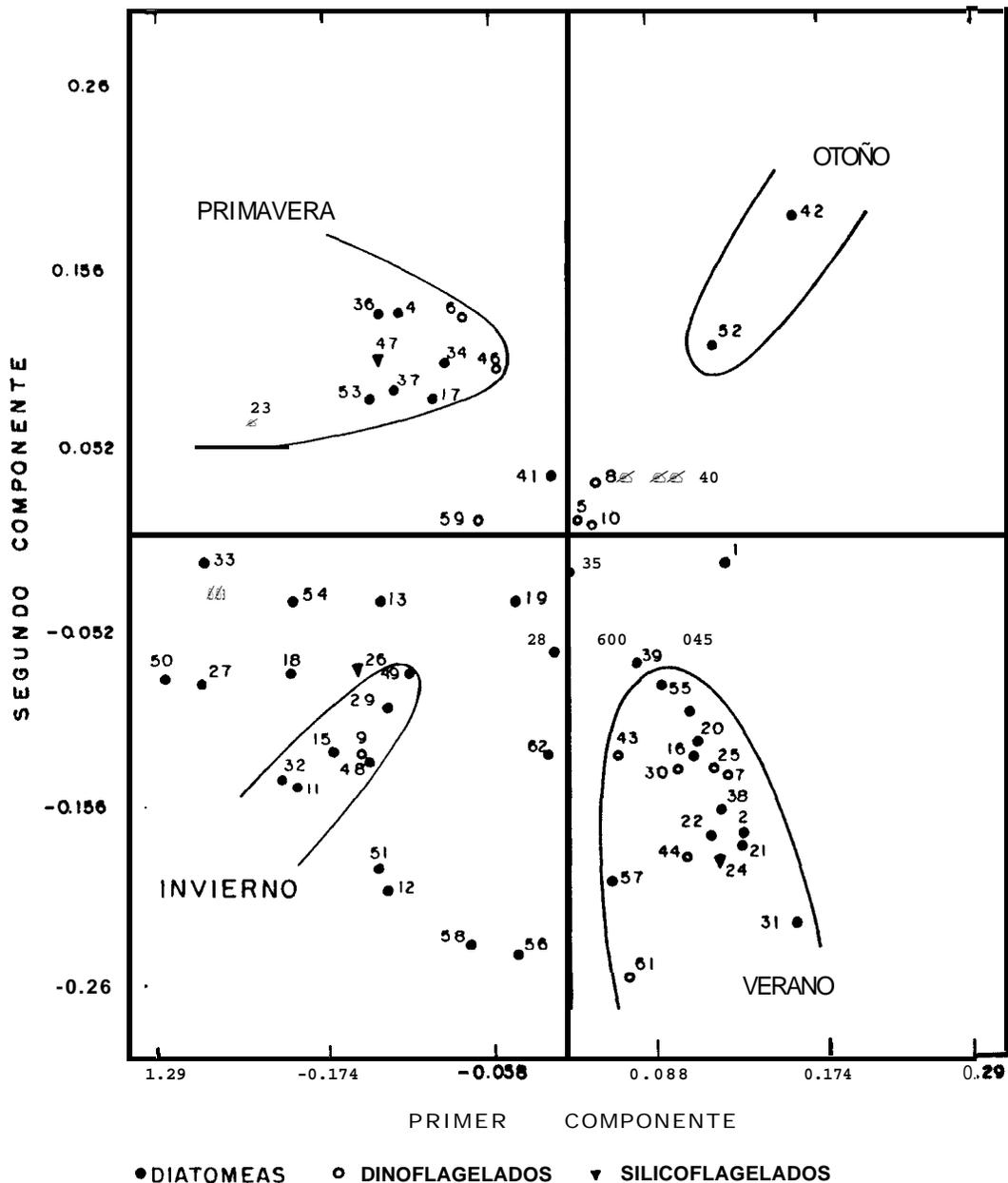


Fig. 24.- Representación de las especies ~~de~~ microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes principales para el ciclo anual 1986. 1=Actinoptychus splendens, 2=A. vulgaris, 3=Asterionella glacialis, 4=Cerataulina pelagica, 5=Ceratum dens, 6=C. falcatu, 7=C. furca, 8=C. fusus, 9=C. lineatus, 10=C. trichoceros, 11=Chaetoceros affinis, 12=Ch. brevis, 13=Ch. compressus, 14=Ch. costatus, 15=Ch. curvisetus, 16=Ch. danicus, 17=Ch. didymus, 18=Ch. lorenzianus, 19=Ch. criophilum, 20=Coscinodiscus perforatu, 21=C. radiatus, 22=Cylindrotheca closteriu, 23=Detonula pumila, 24=Dictyocha messanensis, 25=Dissodinium lunula, 26=Distephanus pulchre, 27=Ditylum brighthwllii, 28=Eucaampia zodiacus, 29=Guinardia flaccida, 30=Gymnodinium sanguineum, 31=Hasslea warwickae, 32=Hemialulus hauckii, 33=H. sinensis, 34=Leptocylindrus danicus, 35=L. mediterraneus, 36=Nitzschia pacifica, 37=N. pseudodelicatissima, 38=N. pungens var. atlantiu, 39=Odontella mobiliensis, 40=Paralia sulcata, 41=Pleurosigma formosum, 42=Proboscia alata, 43=Prorocentrum ~~de~~ i, 44=Protooperidinium claudicans, 45=P. conicum, 46=P. pellucidum, 47=Rhizosolenia hyalina, 48=Rh. fragillissim, 49=Rh. imbricata, 50=Rh. setigera, 51=Rh. stolterfothii, 52=Stephanopyxis palemeriana, 53=Thalassionema fraumfeldii, 54=Th. nitzschioides, 55=Thalassiosira rotula, 56="diatomeas ticoplanctónicas", 57="diatomeas neríticas", 58="diatomeas oceánicas", 59="Ceratum spp", 60=Protooperidinium spp, 61="subgrupo dinoflagelados", 62="Chaetoceros spp".

DISCUSION

El Sistema Lagunar Magdalena-Almejas mantuvo el patrón de distribución de la temperatura superficial del agua reportado por Saldierna-Martínez et al. (1987) durante 1981-1983. Asimismo, se mantuvo el comportamiento anual observado por estos autores, de dos periodos: uno cálido, que comprende verano y otoño, y el otro frío, que comprende invierno y primavera.

Alvarez-Borrego et al. (1975) localizaron un área de la porción occidental de Bahía Magdalena con condiciones de surgencia durante los meses de octubre, marzo, junio y julio-agosto de 1974. En este estudio dichas condiciones se presentaron en junio (1984), abril y julio (1985) y junio y octubre (1986), donde las bajas temperaturas en algunos meses estuvieron asociadas con altas concentraciones de fitoplancton (Figs. 2ab, 14ab, 15ab). Estas condiciones de surgencia pueden ser una de las causas de que Bahía Magdalena sea el área más productiva del sistema lagunar, ya que fue donde se registraron los valores más altos de abundancia fitoplanctónica. Esto concuerda con los resultados de Nienhuis y Guerrero (1985; 1986), quienes encontraron mayores concentraciones de biomasa fitoplanctónica en Bahía Magdalena, que en las otras áreas, asociándolas con condiciones de surgencia.

En congruencia con lo anterior, Guerrero et al. (1988) reportaron que Bahía Magdalena es un sistema altamente productivo cuando las mareas determinan significativamente las variables físico-químicas, ya que los nutrientes son abastecidos de las aguas litorales circundantes, encontrándose una relación directa entre las concentraciones de nutrientes y las corrientes de marea. En este trabajo se observaron altas concentraciones de fitoplancton en el área cercana a la boca de Bahía Magdalena, lo cual sugiere una entrada, bien una salida de fitoplancton, debida a corrientes de marea. Longhurst et al. (1967) encontraron florecimientos mono-específicos de *Coscinodiscus eccentricus* en las aguas de surgencia frente a Bahía Magdalena durante junio de 1964 y que probablemente dichos florecimientos entran a Bahía Magdalena a través de las corrientes de marea. A este respecto, Acosta-Ruiz y Lara-Lara (1978) reportaron que Bahía Magdalena es un cuerpo con elevada productividad orgánica primaria, el cual aporta altas concentraciones de fitoplancton (clorofila *a*) al océano abierto adyacente durante el reflujó.

Alvarez-Borrego et al. (1975) reportaron altas temperaturas y bajas concentraciones de nutrientes en el Canal de Santo Domingo. Esto, aunado a la influencia de agua oceánica a través de la boca de la Soledad, puede ser una de las causas por las cuales esta zona presenta un patrón muy irregular en la distribución del fitoplancton y haya sido el área más pobre del sistema lagunar en el presente estudio.

Bahía Almejas también presentó un patrón muy irregular en la distribución del fitoplancton, sin embargo fue más productiva que el área de Canales. Alvarez-Borrego et al. (1975) reportaron que no existe una clara influencia oceánica a través de la boca, teniendo influencia principalmente de las condiciones hidrológicas de Bahía Magdalena a través del canal que las une. Esto no sólo concuerda con los valores de temperatura registrados en este estudio, sino también con los valores de abundancia y la composición específica de las asociaciones fitoplanctónicas.

De acuerdo con Nienhuis y Guerrero (1985; 1986), el micofitoplancton es

la fracción que contribuye mayormente a la abundancia fitoplanctónica en Magdalena-Almejas. Esto concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que a lo largo de todo el periodo de estudio el microfitoplancton dominó sobre el topiancton. La abundancia de la fracción microfitoplanctónica se incrementa en la plataforma continental y en las aguas de surgencia, donde las diatomeas que forman cadenas y las especies de gran tamaño dominan el fitoplancton de red (Malone, 1980). En Bahía Magdalena los taxa que constituyen el microfitoplancton son especies que proliferan y forman grandes cadenas como *E. zodiacus* (15-60 μ -diam), *G. flaccida* (30-50 μ), *Ch. curvisetus* (15-30 μ) y *Ch. compressus* (10-26 μ), *P. alata*, (200-1 000 μ -long), *Rh. stolterfothii* (1 0-30 μ -diam), las cuales contribuyen grandemente a la biomasa fitoplanctónica. nanofi-

En los ambientes costeros los incrementos en la biomasa de plancton (usualmente diatomeas), son frecuentes y de mayor en amplitud son precedidos por un periodo de mínimo pastoreo (Malone, 1980). Varela y Costas (1987) han señalado que la distribución de las fracciones de tamaño se corresponde de manera clara con la composición del fitoplancton en las muestras estudiadas y que existe una clara relación entre la biomasa y producción del fitoplancton en un área y su distribución de tamaños. Así, dominan fracciones pequeñas en estaciones de baja producción y en situaciones de alta biomasa y producción, las formas grandes. En Bahía Magdalena también se observó una correspondencia entre las áreas con mayores concentraciones fitoplanctónicas dominadas principalmente por microfitoplancton, sin embargo, en algunos meses (Figs. 1a; 2e; Apéndice I) también se observaron altas concentraciones de fitoplancton constituido principalmente por nanofitoplancton. microfito-
cuando

Las especies grandes que no forman cadenas, como *N. scintillans*, *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. dens*, *P. steinii*, *Coscinodiscus asteromphalus* y *C. perforatus*, tuvieron una contribución importante a la biomasa, lo cual concuerda con lo observado en la Corriente de Bengala por Ferguson-Wood y Corcoran (1966), donde el microfitoplancton comprendió el 90 % del fitoplancton total, debido primordialmente a la proliferación de especies grandes como *C. asteromphalus* y/o *Rh. styliformis*. Furuya *et al.*, (1985) señalaron que bajo condiciones de surgencia las diatomeas crecen dos veces más rápido que las formas pequeñas, cambiándose, de esta manera las comunidades fitoplanctónicas de pequeñas formas a diatomeas grandes.

Varela y Costas (1987) mencionaron que las fracciones de tamaños del fitoplancton pueden tener gran importancia en la transferencia de alimento a niveles tróficos superiores; si existe un dominio del nanofitoplancton la transferencia de materia a niveles tróficos se realizarla a través del microzooplancton (Malone, 1980), lo que supondría un alargamiento de la cadena trófica pelágica. Ahora bien, si domina el microfitoplancton, la transferencia de materia se llevaría a cabo a través del macrozooplancton, lo que ocasionaría un acortamiento de la cadena trófica.

Rojas de Mendíola (1979), Kawasaki y Kuragai (1984) y Varela *et al.* (1988) han reportado que el fitoplancton, principalmente diatomeas y dinoflagelados, forman parte importante de la dieta de las diferentes especies de sardina en el Pacífico y en la costa española. En Bahía Magdalena, Romero-Ibarra y Esquivel-Herrera (1989) reportaron que el fitoplancton constituyó el 60 % del contenido gástrico de la sardina *crinuda Opisthonema libertate* y que la composición fue muy similar a la del plancton circundante.

La variación anual de la abundancia fitoplanctónica para Magdalena-Almejas, presentó un comportamiento similar al ciclo anual de producción reportado en lagunas costeras de regiones templadas (Robinson, 1970), aunque esté comprendida dentro una zona de transición (Svedrup et al., 1942; Briggs, 1974). Así, se registraron dos picos de abundancia fitoplanctónica, el pico de primavera y el pico de otoño. Durairathnam (1963) también encontró dos máximos de abundancia, uno de primavera y el otro en otoño en lagunas costeras de la costa occidental de Ceylan, India y los atribuyó al flujo de nutrientes que son transportados a través de los ríos.

Dawes (1984) señaló que los florecimientos de primavera, ocurren una vez que la capa de mezcla había sido rota por el establecimiento de una termoclina, y la tasa fotosintética del fitoplancton es mayor que la tasa respiratoria, por lo que se produce el crecimiento de primavera. En Bahía Magdalena este pico se presentó en el mes de abril y el rompimiento de la capa de mezcla puede estar relacionado con las surgencias que se producen frente a Bahía Magdalena, las cuales son muy intensas entre marzo y junio (Bakun y Nelson, 1977). Las especies principalmente responsables de los florecimientos de primavera en Bahía Magdalena fueron *E. zodiacus* y *C. pelagica* y en menor proporción *L. danicus* y *G. flaccida*.

Por otra parte, la caída drástica en la densidad del fitoplancton durante el verano, puede no deberse completamente a un agotamiento de los nutrientes, sino a un rápido aumento en el pastoreo por parte del zooplancton (Dawes, 1984). En el área de estudio, la biomasa zooplanctónica empezó a incrementarse después del florecimiento primaveral y alcanzó su pico máximo en el mes de julio de 1982 (Saldierna-Martínez et al., 1987), lo cual puede ser la causa principal de la caída de la biomasa fitoplanctónica.

El pastoreo no sólo causa la mortalidad del fitoplancton, sino que también, altera la distribución de tamaños de la composición específica. Es por ello, que las fracciones de tamaño del fitoplancton, particularmente el nanofitoplancton, presentan un patrón irregular de distribución en Magdalena-Almejas. Por otra parte, la influencia del pastoreo sobre el crecimiento del fitoplancton es más obvia en ambientes donde la presión de las poblaciones herbívoras sobre el fitoplancton es temporalmente variable (Frost, 1980).

Los florecimientos del periodo de otoño observados en este estudio pueden presentarse tanto en octubre, como en noviembre. Las especies principalmente responsables en otoño de 1982 fueron *G. flaccida*, *Rh. imbricaria* y *L. danicus* (Nienhuis y Guerrero, 1986), mientras que en otoño de 1986 fueron *P. alata*, *Rh. imbricata* y *G. flaccida*, respectivamente. Tales florecimientos pueden deberse principalmente a la remoción de nutrientes del fondo a través de las corrientes de marea, o a los eventos de surgencia que ocurren frente a Bahía Magdalena y enriquecen las aguas superficiales, o bien, a la combinación de ambos factores. A este respecto, Cushing (1975) señaló que la explosión otoñal es coetánea de la declinación del zooplancton y que además, la amplitud de este pico otoñal varía considerablemente en comparación con el primaveral, ya que estas diferencias pueden también estar en función de las diferencias en la declinación de las poblaciones zooplanctónicas. Esto hace suponer que en Magdalena-Almejas las variaciones del fitoplancton son igualmente determinadas por las variaciones en la abundancia zooplanctónica.

Composición específica y estructura de las asociaciones microfitorplanctónicas

La composición **taxonómica** de las asociaciones del fitoplancton, su frecuencia de aparición, **así** como la dominancia relativa de las diferentes especies y los grupos fitoplanctónicos en el periodo de estudio, no presentaron cambios continuos **y/o** estacionales marcados.

Según Raymont (1980), en algunas regiones la composición **específica** del fitoplancton es relativamente estable. Con respecto al zooplancton, **Palomares-García** (1989) señaló que **Bahía Magdalena** se caracteriza por una relativa sencillez estructural en la que una o pocas especies son dominantes, a diferencia de las aguas costeras adyacentes, donde prevalece una comunidad más diversa. Esto **también** se aplica al fitoplancton, ya que a lo largo de todo el periodo de estudio las asociaciones **microfitorplanctónicas** estuvieron **constituidas** por unas cuantas especies dominantes, las cuales pueden ser consideradas como responsables de la dinámica fitoplanctónica.

Con base en la variación espacio-temporal **y** a la abundancia relativa, en este estudio se observaron aproximadamente 22 especies responsables de la dinámica del fitoplancton en Magdalena-Almejas, lo cual concuerda con lo reportado por Nerhuis **y** Guerrero (1985) durante el ciclo anual 1980-1981.

Debido quizás a las condiciones hidrográficas **y** a la **topografía** del sistema lagunar, ocurren proliferaciones, ya sea de manera puntual (en pequeñas áreas) **y** en algunas ocasiones en gran parte del área. Entre las más características se encuentran las de ***P. alata*, *G. flaccida*, *E. zodiacus*, *P. calcar avis*, *Rh. imbricata*, *Ch. curvisetus*, *Ch. compressus* y *O. erythraeum*.**

Raymont (1980) señaló que los florecimientos **(blooms)** se dan en un patrón alternado de **periodos** calmos **y** de excesiva turbulencia, debido a condiciones climáticas locales que provocan una remoción de nutrientes; cuando las condiciones se vuelven estables ocurre la proliferación del fitoplancton. En Magdalena-Almejas estos **periodos** de turbulencia pudieran ser atribuidos tanto a vientos, como a efectos de las corrientes de marea.

Smayda (1980) señaló que el tiempo de duración de un florecimiento varía entre las especies. En este estudio los florecimientos fueron puntuales, como en el caso de ***D. brighwellii*** en noviembre de 1984, o extensivos como en el caso de ***P. alata*** en octubre de 1986, sin embargo, debido al método de muestreo resulta difícil determinar el tiempo de duración de los florecimientos. Smayda (1980) reportó que en las **bahías** de Narragansett **y** Long Island Sound, el **patrón** de sucesión de especies exhibe una marcada tendencia a presentar dos o más pulsos (florecimientos), considerando que la **mayoría** de las especies presentan uno **sólo**. Las especies que presentan más de dos pulsos son euritolerantes, particularmente a la temperatura **y** a las concentraciones de nutrientes, por lo que se denominan especies diácnicas.

En Bahía Magdalena, la **mayoría** de las especies son diácnicas (Tabla **III**), lo cual puede ser un reflejo de la dinámica de las condiciones hidrográficas de esta laguna. Además, la **mayoría** de las diatomeas centrales bentónicas **y** neríticas presentan esporas de resistencia, lo cual constituye el mecanismo principal para persistir en el plancton en condiciones adversas (Bold **y** Wynne, 1978). Los géneros ***Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Paralia* y *Odontella*** forman esporas de resistencia

(Cupp, 1943; Bold y Wynne, 1978) y constituyen parte importante del fitoplancton en Magdalena-Almejas.

P. alata fue la especie que presentó un mayor número de proliferaciones y su distribución espacial en el sistema lagunar fue irregular, ya que floreció indistintamente en cualquier área. Esta especie tiende a ser ligeramente abundante cuando la temperatura del agua empieza a aumentar, proliferando grandemente en la temporada cálida, que en el año de 1984 se extendió hasta el mes de diciembre, lo cual concuerda con los resultados de Nienhuis y Guerrero (1986). De acuerdo con Cupp (1943), *P. alata* es una especie templada del norte; Venrick (1971) y Navarro (1982a) la refieren como cosmopolita, sin embargo, Crosby y Ferguson-Wood (1958) y Guillén *et al.* (1985) la consideran más propia de aguas cálidas o tropicales. En las costas de California, Baja California y Golfo de California es una especie muy común (Cupp, 1943; Round, 1967; Venrick, 1971; González-López y Siqueiros-Beltrones, 1990). Dado que Magdalena-Almejas se ubica en una zona de transición (Svedrup *et al.*, 1942; Briggs, 1974), esta especie parece ser capaz de desarrollarse tanto en aguas cálidas, como en aguas templadas.

Guillard y Kilham (1977) se refieren a *P. alata* como una especie omnipresente, dominante en condiciones oligotróficas. Gran y Braarud (1935) mencionaron que cuando las aguas del Golfo de Maine eran ricas en nutrientes, *Thalassiosira* era el género dominante y cuando las concentraciones de nitratos y fosfatos eran bajas, *P. alata* se volvía abundante. Otro aspecto interesante de la ecología de *P. alata* es el hecho de ser capaz de proliferar y permanecer como abundante, cuando hay incrementos repentinos de nutrientes en ambientes esencialmente oligotróficos (Guillard y Kilham, 1977). Por su parte, Gran (1933) y Gran y Braarud (1935) encontraron que los proliferaciones de *P. alata* en el Golfo de Maine ocurrían cuando los procesos de mezcla ponían en circulación a los nutrientes. Aunque en este estudio no se contó con datos de nutrientes, es posible que *P. alata* haya proliferado en ambos casos. Por ejemplo, durante 1983-1984 las condiciones fueron pobres en nutrientes debido a la influencia de "El Niño" (McLain *et al.*, 1985) y sin embargo, se observaron proliferaciones de esta especie, aunque con bajas abundancias. Por otra parte, la proliferación de *P. alata* en el otoño de 1986 pudo ser debida la presencia de altas concentraciones de nutrientes, lo que concuerda con los valores de abundancia ($> 1,000,000$ cels/l). Esto sugiere que *P. alata* es una especie oportunista que tiene la capacidad de proliferar en un intervalo amplio de condiciones.

Los dinoflagelados más frecuentes en el presente estudio fueron *N. scintillans*, *C. furca*, *C. fusus*, *P. steinii*, *Diplopsalis sp* y *G. sanguineum*. Dentro del grupo de especies raras, características de aguas cálidas estuvieron presentes *C. macroceros v. gallicum*, *C. carriense*, *C. declinatum*, *C. eucaratum*, *C. hexacanthum*, *C. massiliense*, *C. ranipes* y *C. vultur*. Estas son consideradas especies oligotróficas de superficie de aguas cálidas o tropicales, mismas que pueden confirmar la presencia de "El Niño" durante 1983 y 1984, o bien, estar indicando la presencia de la Contracorriente de California en años normales.

La forma más simple de expresar la variación de la estructura de las asociaciones es por medio de los índices de diversidad y dominancia (Margalef, 1977). En Magdalena-Almejas la variación de estos índices está muy relacionada con el patrón de circulación, el cual a su vez determina la distribución espacial del fitoplancton. Los valores bajos de diversidad y máximos de dominancia calculados para el área de estudio, están asociados con los florecimientos de las especies mencionadas, que ocurren a lo largo de todo el año. Margalef (1977) señaló que en lagu-

nas costeras y áreas de afloramiento la diversidad suele ser baja debido a los florecimientos monoespecíficos, e indicó que se trata de asociaciones poco maduras.

Por otra parte, los valores más altos de diversidad y de baja dominancia se calcularon en las áreas donde existe una clara influencia de agua oceánica, lo cual causa una mezcla de especies oceánicas y neríticas, originándose un aumento en la diversidad. Esto concuerda con lo reportado por Margalef (1977), quien señaló que la mezcla de masas de agua diferentes produce un incremento pasivo de la diversidad. Asimismo, la diversidad a veces suele aumentar en zonas someras debido a la proximidad del fondo y la mezcla de diatomeas bentónicas. En general, se puede decir que uno de los factores más importantes que regulan la conformación de la estructura de las asociaciones fitoplanctónicas en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas es la dinámica hidrológica.

El análisis realizado mediante el índice de similitud sugiere la formación de una o varias asociaciones dentro de un sólo muestreo, mostrando con Rsto una gran complejidad en la estructura de las mismas. Esta heterogeneidad en la distribución espacial del microfitoplancton refleja la típica formación de "parches" o manchones (Platt y Denman, 1980), los cuales pueden llegar a medir desde unos cuantos metros hasta kilómetros.

La formación de varias asociaciones fitoplanctónicas en un área determinada, puede ser un reflejo de las condiciones de luz, la salinidad, la distribución de los nutrientes, así como el efecto de los vientos (Farmer et al., 1982). En el sistema lagunar, la presencia de varias asociaciones fitoplanctónicas en una misma área, puede deberse principalmente a la influencia de agua oceánica a través de la boca, provocando una mezcla de las especies que entran con las que se encuentran dentro de la bahía.

Con base en el índice de similitud de Stander, Nienhuís y Guerrero (1985) sugieren que este sistema lagunar puede ser dividido en 8 áreas, sin embargo, resulta aventurado hacer una generalización de tal naturaleza, ya que los agrupamientos de las estaciones, mediante la composición específica y la abundancia relativa presentan variaciones en cada mes y de una área a otra.

El análisis de la variación anual de la composición específica mediante el uso de los componentes principales, agrupó los cuatro conjuntos que caracterizaron a cada una de las estaciones del año en Bahía Magdalena, las cuales varían con las condiciones estacionales. Así, 1984 se caracterizó por la presencia de especies de diversos habitats y afinidades biogeográficas, particularmente de aguas cálidas o tropicales, lo cual puede ser un reflejo de la influencia que tuvo el evento "El Niño" sobre las costas de Baja California en este año. Asimismo, la influencia que presentan sobre esta zona la Corriente y la Contracorriente de California, las cuales traen consigo taxa propios de aguas frías y/o favorecen el crecimiento de *Rh. fragilissima*, *C. radiatus*, *L. danicus*, *Ch. compressus* y *N. pungens var. atlantica* y especies de aguas cálidas como *Ch. peruvianus*, *Ch. messanensis*, *C. frauenfeldianum*, *Rh. hyalina*, *P. calcar avis*, *N. scintillans*, *C. massiliense* y *Oscillatoria erythraeum*, respectivamente. Por otra parte, se evidencian eventos locales como son los procesos de mezcla, debidos quizá a las corrientes de marea mediante la formación de un grupo (en primavera) de especies relacionadas con el bentos, como *A. splendens*, *A. lineolata*, *O. aurita*, *P. sulcata*, *T. favus* y el subgrupo de "diatomeas ticiplanctónicas"

La variación de la temperatura superficial en 1985, lo caracterizan como

un año menos caliente que 1984. Estas condiciones climáticas se reflejaron en la composición específica, ya que la mayoría de las especies presentes a través del todo el año fueron propias de ambientes costeros o cosmopolitas, como *N. distans*, *O. aurita*, *P. sulcata*, *Th. frauenfeldii*, *A. glacialis*, *Ch. curvisetus* y *B. delicatulum*. Las especies de aguas cálidas, quedaron restringidas principalmente al otoño-invierno, cuando todavía se presenta la influencia de aguas de la Contracorriente de California.

Durante 1986, la gran mayoría de las especies presentes fueron cosmopolitas y propias de ambientes costeros, lo cual corresponde con las condiciones ambientales, ya que los valores de la temperatura superficial hablan disminuido, siendo éstos muy similares a los de 1981-1982. Las especies de aguas cálidas estuvieron pobremente representadas y fueron raras, particularmente los taxa del "subgrupo dinoflagelados".

Influencia del ENSO 1982/83 sobre la abundancia fitoplanctónica y la composición específica.

El evento "El Niño" aparece irregularmente frente a las costas Pacíficas de Sudamérica, asociado con un incremento en el nivel del mar, de la temperatura, e intensas lluvias (Guillén *et al.*, 1985). "El Niño" 1982/83 acarrió aguas extremadamente calientes hacia las costas de California y Baja California como parte de uno de los más intensos eventos océano-atmósfera del siglo (Norton *et al.*, 1985).

Para finales de 1982 y principios de 1983, anomalías positivas del nivel del mar aparecieron a lo largo de la costa sur de México y a través del Golfo de California, indicando una extensión de este fenómeno dentro del Pacífico noroccidental (Robles-Pacheco y Christensen, 1984). En las costas de California y la costa occidental de Baja California, éste evento se identificó por la disminución de la influencia de la Corriente de California y el avance hacia el norte de masas de agua de origen tropical, que coinciden con un calentamiento del agua superficial y un hundimiento de la termoclina y la nutriclina (Felder, 1984).

De acuerdo con lo observado por Sánchez-Ortiz *et al.* (1987) y por Saldierna-Martínez *et al.* (1987), este calentamiento se presentó desde el verano de 1982 y se mantuvo hasta principios de 1985, registrándose anomalías de casi +4°C. Igualmente, Norton *et al.* (1985) reportaron que los valores más altos de anomalías térmicas (3.6°C) durante "El Niño" 1982/83 se registraron frente a Bahía Magdalena. Por su parte, Glynn (1988) señaló que las anomalías positivas persistieron en el sistema de la Corriente de California a través de 1984.

Este calentamiento presentó una gran influencia sobre la abundancia fitoplanctónica, ya que los valores promedio disminuyeron drásticamente desde diciembre de 1982 hasta diciembre de 1984, por abajo de las 100,000 cels/l. Esto repercutió directamente sobre las comunidades zooplanctónicas, ya que durante 1982-1983 se registraron valores de biomasa muy bajos (Palomares-García, 1989). Asimismo, Saldierna-Martínez *et al.* (1987) reportaron que las condiciones de "El Niño" fueron adversas para *Sardinops caerulea*, disminuyendo la producción de huevos y acortando el periodo reproductivo, debido a que es una especie de afinidad templada. Sin embargo, para *Opisthonema libertate*, especie de afinidad tropi-

cal, las condiciones fueron favorables, incrementándose su producción de huevos, aún cuando la disponibilidad de alimento fue baja.

Por otra parte, Félix-Uraga (1992) reportó que el nivel de capturas de sardina monterrey (*Sardinops caerulea*) fue bajo durante 1983-1984, debido a que las poblaciones de sardina se movieron hacia el norte, en donde las condiciones de temperatura del agua fueron más apropiadas, provocando con ello una **disminución** en la disponibilidad del recurso en el área de Bahía Magdalena.

En las costas peruanas, Alamo y Bouchon (1987) encontraron variaciones en la composición del alimento de *Sardinops sagax sagax* durante el evento "El Niño" 1982/83, donde se observó una mayor proporción de especies de aguas cálidas como *Rh. alata* y *Hemiaulus sp.*, lo cual concuerda con los resultados de Romero-Ibarra y Esquivel-Herrera (1989), quienes encontraron que *Rh. alata* y *M. sulcata* formaron parte importante en la alimentación de *O. libertate* durante 1983-1984.

En la costa occidental de Baja California Sur, Martínez-López (1988), reportó una **caída** drástica en las densidades celulares del fitoplancton, registrando valores promedio de tan **sólo 1500 cels/l** en los meses de febrero y marzo de 1983. De acuerdo a lo observado en este estudio, a partir de 1985 las concentraciones **fitoplanctónicas** se fueron incrementado gradualmente hasta registrar valores promedio de abundancia más altos que para 1984 y dentro del rango normal de valores registrados para 1980-1982, años considerados normales para estas latitudes. Para el año de 1986, también se registraron altas concentraciones de **fito-**plancton, particularmente en el mes de octubre, lo cual hace evidente que la recuperación del fitoplancton en Magdalena-Almejas no fue inmediata como la reportada por Barber *et al.* (1983) para las costas de Perú, donde para el final del evento "El Niño" 1982/83, el ambiente de afloramiento costero y la productividad del fitoplancton se habla recuperado totalmente.

Estos autores también encontraron que los niveles de **producción primaria**, después de "El Niño", fueron más altos a los jamás registrados en las costas del Perú, lo cual concuerda con lo observado en Bahía Magdalena, en donde, aunque el proceso de recuperación del sistema fue lento, para octubre de 1986 se registraron valores muy altos de abundancia fitoplanctónica, los cuales no se **habían** reportado en años anteriores para todo el sistema lagunar.

En contraste con lo anterior, Guillén *et al.* (1985) encontraron que en las costas del Perú, "El Niño" 1982/83 presentó efectos sobre la producción primaria, aún cuando ocurrieron afloramientos costeros, ya que las aguas surgentes fueron **calientes y pobres** en nutrientes. La consecuencia fue una **baja producción** fitoplanctónica, con efectos adversos en el zooplancton, peces, etc.

En la costa occidental de Baja California Sur frente a Bahía Magdalena, las surgencias costeras se intensificaron en 1983 (Fig. 25), sin embargo, es probable que se hayan presentado condiciones similares que en las costas peruanas **consecuentemente, haber disminuido la producción fitoplanctónica.** y

La disminución de la producción biológica de las aguas superficiales durante el evento "El Niño" está íntimamente ligada con la producción de surgencias. Estas presentan su mayor intensidad durante primavera y verano en las costas de California y Baja California (Svedrup *et al.*, 1942; Bakun y Nelson, 1977). Durante este evento, las surgencias se intensificaron en 1983, pero debido al hundimiento

de la capa de mezcla, las aguas que emergieron hacia la superficie eran calientes y pobres en nutrientes (Fielder, 1984), por lo que habría de esperarse que el topoplancton dominara, ya que de acuerdo con Parsons y Takahashii (1973) esta fracción es más abundante en condiciones pobres de nutrientes. Sin embargo, aunque éste ocurrió en Magdalena-Almejas, el nanofitoplancton no presentó grandes proliferaciones y sólo fue ligeramente dominante en los meses de agosto y septiembre de 1984, pero su aportación a la biomasa fitoplanctónica no fue significativa.

nanofi-
y

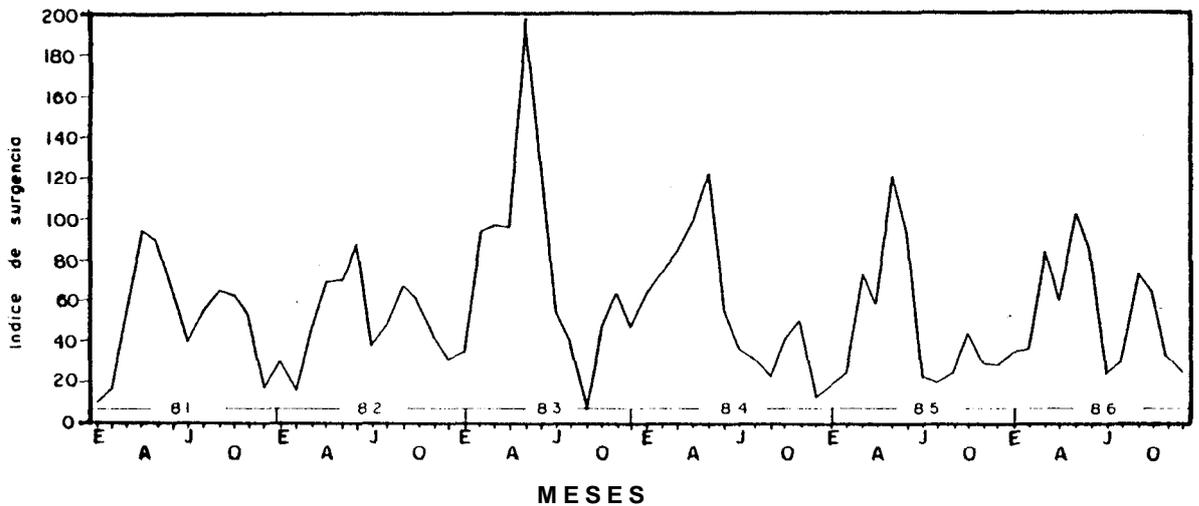


Fig. 25.- Variación de los índices de surgencia durante 1981-1986 frente a Bahía Magdalena.

Bahía

Torres-Moye y Alvarez-Borrego (1985; 1987) detectaron que la abundancia fitoplanctónica y principalmente el nanofitoplancton se incrementaron durante junio de 1983 y 1984, en una zona de afloramientos costeros ubicada frente a las costas de Baja California. Esto indica que el fitoplancton presenta diferentes respuestas a las condiciones de surgencia, ya que diversos autores (en Malone, 1980) han reportado que en algunas ocasiones el nanofitoplancton es la fracción dominante en los florecimientos fitoplanctónicos en zonas de surgencia.

Haciendo un análisis retrospectivo de la composición específica para evidenciar los efectos de 'El Niño' 1982/1983 se elaboró una lista de las especies dominantes durante los años 1980-1986 en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas (Tabla IV). En el periodo 1980-1982, *G. flaccida*, *Rh. imbricata* y *P. alata* fueron las taxa más abundantes, en este orden (Nerhuis y Guerrero, 1986), mientras que en el periodo 1983-1984 la especie dominante fue *P. alata*, cuyos florecimientos se intensificaron durante los meses cálidos, extendiéndose hasta el mes de diciembre en ambos años. Esto sugiere que las condiciones cálidas y pobres en nutrientes favorecieron la proliferación de esta especie, lo cual, de alguna manera concuerda con lo reportado por Guillén et al. (1985) para Punta Falsa, Perú, donde la baja producción fitoplanctónica, inferior a la normalmente encontrada, durante 'El Niño' 1982-1983, estuvo constituida por *Rh. alata*, *Rh. stolterfothii*, *Rh. calcar avis* y *Rh. acuminata*.

Tabla IV. - Especies del microfitoplancton que fueron dominantes en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas durante 1980/1986.

MES-AÑO	Especies principales
SEP- 1980	Eucampia zodiacus, Nitzschia sp. Cianofita no identificada, Guinardia fleccida
NOV- 1980	Thalassionema nitzschoides, Guinardia flaccida, Proboscia alata , Nitzschia ap, Rh. imbricata
ENE- 1981	Guinardia flaccida, Pseudosolenia calcar avis , Oscillatoria erythraeum
MAR- 1981	Odontella mobiliensis, Thalassionema nitzschoides, Guinardia fleccida
HAY- 1981	Guinardia flaccida, Proboscis alata , E. zodiacus
JUL- 1981	Proboscia alata , Guinardia flaccida, Chaetoceroa curvisetus
SEP- 1981	Pseudosolenia calcar avis , Guinardia flaccida, Proboscia aleta
FEB- 1982	Rhizosolenia imbricata , Nemiulus, sinensis, Chaetoceroa curvisetus, Guinardia flaccida
MAR- 1982	Rhizosolenia imbricata , Odontella mobiliensis , Proboscia alata , Leptocylindrus danicus
ABR- 1982	Thalassiosira leptopua, Thalassionema nitzschoides, Nitzschia pacifica, Corethron criophilum
JUN- 1982	Proboscia aleta, Rhizosolenia imbricata , Eucampia zodiacus.
JUL- 1982	Proboscia alata , Asterionella glacialis , Chaetoceros gracilis.
AGO- 1982	Proboscia aleta, Guinardia flaccida, Pseudosolenia calcar avis
SEP- 1982	Eucampia zodiacus, Guinardia flaccida, Rhizosolenia imbricata .
NOV- 1982	Eucampia zodiacus, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata .
DIC-1982	Guinardia flaccida, Rhizosolenia robusta, Gyrosigma , Rhizosolenia imbricata , Noctiluca acintillans.
ENE- 1983	Rhizosolenia imbricata, Guinardia flaccida, Cyllindrotheca closterium , Rhizosolenia stouterfothii.
FEB- 1983	Guinardia flaccida, Chaetoceros curvisetus, Nitzschia ap, Chaetoceros compressus
MAR- 1983	Guinardia fleccida, Paralia sulcata , Gymnodinium sp.
MAY- 1983	Chaetoceros curvisetus, Proboscia alata , Pseudosolenia calcar avis
JUN- 1983	Proboscia aleta, Nitzschia pacifica, Guinardia flaccida, Nitzschia pseudodelicatissima.
JUL- 1983	Proboscia alata , Rhizosolenia imbricata, Leptocylindrus danicus, Pseudosolenia calcar avis
AGO- 1983	Proboscia alata , Pseudosolenia calcar avis, Guinardia flaccida, Coscinodiscus asteromphalus
SEP- 1983	Proboscia alata , coscinodiscus perforatus
OCT- 1983	Chaetoceros compressus, Proboscia alata , Paralia sulcata.
DIC-1983	Leptocylindrus danicus, Proboscia alata , Chaetoceroa curvisetus, Coscinodiscus sp
ENE- 1984	Guinardia flaccida, Leptocylindrus danicus, Eucampia zodiacus, Paralia sulcata
FEB- 1984	Leptocylindrus danicus, Ceratium fusus , Thalassiosira nitzschoides
MAR- 1984	Guinardia flaccida, Paralia sulcata.
HAY- 1984	Ditylum brighwellii, Rhizosolenia imbricata .
JUN- 1984	Coscinodiscus radiatus, Chaetoceros curvisetus, Noctiluca acintillans, Coscinodiscus asteromphalus
JUL- 1984	Proboscia aleta, Chaetoceros curvisetus.
AGO- 1984	Proboscia alata , Pseudosolenia calcar avis, Ceratium fuua.
SEP- 1984	Proboscia aleta, Stephanopyxia, palmeriana , Coscinodiscus asteromphalus , Chaetoceroa compressus , Oscillatoria erythraeus, Rhizosolenia robusta, Coscinodiscus asteromphalus
NOV- 1984	Proboscia aleta, Ditylum brighwellii, Pseudosolenia calcar avis , Rh. imbricata
DIC-1984	Proboscis aleta, Pseudosolenia calcar avis, Bacteriastrium hyalinum var. princeps, Nitzschia pungens
ENE- 1985	Guinardia flaccida , Chaetoceros effinia, Paralia sulcata
ABR- 1985	Eucampia zodiacus, Guinardia fleccida, C. pelagica
JUL- 1985	Proboscia aleta, Chaetoceros curvisetus, Pseudosolenia calcar avis
NOV- 1985	Guinardia flaccida, Proboscia aleta, Pseudosolenia calcar avis , Odontella aurita
ENE- 1986	Pseudosolenia calcar avis , Guinardia flaccida, Rhizosolenia stouterfothii
FEB- 1986	Chaetoceros curvisetus, Rhizosolenia imbricata , Oscillatoria erythraeum , Hemiulus sinensis
ABR- 1986	Chaetoceroa curvisetus, Cerataulina pelagica, Eucampia zodiacus, Chaetoceros weisflogii
JUN- 1986	Haslea warwickae , Thalassiosira rotula, Paralia sulcata, Eucampia zodiacus, Rhizosolenia hyalina
OCT- 1986	Proboscia alata , Rhizosolenia imbricata , Guinardia flaccida

NOTA: los datos de septiembre de 1980 a mayo de 1984 fueron tomados de Nienhuis y Guerrero (1986).

Por su parte Ochoa et al. (1985) encontraron que durante "El Niño" 1982/83, las diatomeas desaparecieron en las costas peruanas, dominando los dinoflagelados, como *Phyrophacus steinii*. Algo similar reportaron Avaria y Muñoz (1987) para las costas chilenas, donde dinoflagelados como *N. scintillans* y *P. fusiformis* se presentaron con mayor abundancia. Los anterior concuerda parcialmente con lo observado en este trabajo, sin embargo, no obstante la influencia de "El Niño", los dinoflagelados nunca fueron más abundantes, ni desplazaron por completo a las diatomeas, presentándose sólo proliferaciones aisladas de *N. scintillans*, *C. fusus*, *C. furca* y *P. steinii*, en el sistema lagunar.

De los tres años estudiados, en 1984 se observó una baja riqueza específica, lo cual ocasionó que se registraran valores bajos de diversidad y valores altos de dominancia, como los estimados durante 1983-1 984 (Nienhuis y Guerrero, 1986). Esto parece ser todavía, una consecuencia de las proliferaciones que se presentaron durante la influencia del evento "El Niño" 1982/84 en Bahía Magdalena. Por otra parte, las condiciones presentes durante 1985 y 1986 muestran una clara recuperación del sistema, lo cual se ve reflejado en un aumento en la riqueza específica, así como de una disminución de las especies dominantes, lo cual hizo que se observaron incrementos en la diversidad.

CONCLUSIONES

La variación anual de la abundancia fitoplanctónica en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas presentó dos picos de producción: uno en primavera y el otro en otoño.

De las tres áreas que conforman dicho sistema lagunar, Bahía Magdalena fue el área donde se registraron las concentraciones más altas de fitoplancton.

El microfitoplancton fue la fracción que mayormente contribuyó a la abundancia fitoplanctónica, siendo aproximadamente 22 especies de esta fracción las responsables de la dinámica fitoplanctónica en Magdalena-Almejas.

Las asociaciones del microfitoplancton estuvieron constituidas por unas cuantas especies dominantes, las cuales proliferan de manera puntual o en grandes áreas. Las más características fueron *P. alata*, *G. flaccida*, *E. zodiacus*, *P. calcar avis*, *Rh. imbricata*, *Ch. curvisetus*, *Ch. compressus* y *O. erythraeum*.

Las especies características de la temporada cálida fueron *P. alata*, *C. asteromphalus*, *P. calcar avis* y *Rh. robusta*, *Ch. coarctatus*, *S. palmeriana*, *H. membranaceus*, *Rh. hyalina* y *C. perforatus*, mientras que las especies características de la temporada fría fueron *Rh. imbricata*, *G. flaccida*, *Ch. com-*

pressus, *C. pelagica*, *A. glacialis*, *Th. frauenfeldii* y *Th. nitzschioides*.

El análisis de componentes principales constituyó un recurso útil, ya que permitió identificar asociaciones entre las especies y describir su variación estacional dentro de un ciclo anual. De acuerdo con este análisis, los factores responsables de la agrupación de especies en Bahía Magdalena, fueron la estacionalidad y la abundancia.

El calentamiento del agua debido al "ENSO" 1982/1984, provocó una caída drástica de la abundancia fitoplanctónica de diciembre de 1982 a diciembre de 1984. El proceso de recuperación del fitoplancton fue lento y se observó a partir de 1985, habiéndose completado para 1986.

Las proliferaciones de la diatomea *P. alata* se intensificaron durante 1983 y 1984, debido a que durante el evento "El Niño" las aguas fueron cálidas y pobres en nutrientes.

Este evento provocó cambios en la estructura de las asociaciones del microfitoplancton, ya que la riqueza de especies y la diversidad específica se vieron disminuídas debido a la dominancia de unas cuantas especies.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-RUIZ, M. Y J.R. LARA-LARA. 1978. Resultados físicoquímicos en un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas*. 5(1):37-46.
- ALAMO, A.V., Y M. BOUCHON. 1987. Changes in the food and feeding of the sardine (*Sardinops sagax sagax*) during the years 1980-1984. In: El Niño. An Agu Chapman Conference. *J. of Geophys. Res.*, 92(13): 411-415.
- ALLEN, W.E. 1934. Marine plankton diatoms of Lower California in 1931. *Bot. Gaz.*, 5:485-492.
- ALLEN, W.E. 1937. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the Allan Hancock Expeditions of 1936. *The Univ. of South California Pub.*, 3(5):47-59.
- ALVAREZ-BORREGO, S., L.A. GALINDO-BECT, Y B. CHEE-BARRAGAN. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B. C. S., México. *Ciencias marinas*. 2(2): 9-10.
- ANONIMO, 1984. Atlas de distribución y densidad de huevos y larvas de clupeidos en el Complejo Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur. 1981-1983. CICIMAR-IPN. Atlas, CICIMAR No. 2.
- ANONIMO, 1985. Investigaciones ictioplancónicas en la Costa Occidental de Baja California Sur y Bahía Magdalena para evaluar la biomasa reproductora de sardina y anchoveta. Inf. final a la Srta. de Pesca. CICIMAR-IPN. 211 P + Anexo.
- AVARIA, S. y P. MUÑOZ. 1987. Effects of the 1982-1983 "El Niño" on the Marine Phytoplankton off Northern Chile. In: El Niño. An Agu Chapman Conference. *J. of Geophys. Res.*, 92:369-382.
- BAKUN, A. Y C.S. NELSON. 1977. Climatology of upwelling related processes off Baja California. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.*, 19:107-127.
- BARBER, R.T., S. ZUTA, J. KOGELSCHATZ Y F. CHAVEZ. 1983. Temperature and nutrient conditions in the E. equatorial Pacific, October 1982. *Trop. Oc. Atmos. News*. 16: 15-17.

- BLASCO, D., M. ESTRADA Y B. JONES. 1980. Relation
plankton distribution and composition and the hydrography
African upwelling near Cabo Corbeiro. **Deep Sea Research. 27:799-821.**
- BOLD, H.C. Y M.J. WYNNE. 1978. **Introduction to the algae. Structure and
reproduction.** Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 706 p.
- BONEY, A.D. 1975. **Phytoplankton.** The Institute of Biology's studies in Biology
No. 52. Edward, Arnold, London, 116 p.
- BRIGGS, J.C. 1974. **Marine zoogeography.** McGraw-Hill, New York, 476 p.
- BROMER, J.E. Y J.H. ZAR. 1979. **Field and laboratory methods for the general
ecology.** Wm C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa. 194 p.
- CASAS-VALDEZ, M.M. 1983. Distribución en tiempo y espacio de las especies
de sardina y macarela en Bahía Magdalena, B.C.S. México. Tesis de
Maestría CICIMAR-IPN, México. 168 p.
- CLIFFORD, H.T. Y W. STEPHENSON. 1975. **An introduction to numerical classi-
fication.** Academic Press. New York, 54 p.
- COWLES, T.J., R.T., BARBER Y O. GUILLEN. 1977. Biological consequences of
the 1975 'El Niño'. **Science. 195:285-287.**
- CROSBY, L.H., Y E.J. FERGUSON WOOD. 1958. Studies on Australian and New
Zealand diatoms. I. Planktonic and allied species. **Trans. of the Royal Soc.
of New Zealand. 85:483-530.**
- CUPP, E.E. 1943. Marine Plankton diatoms of the west coast of North America.
Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 5(1): 1-237.
- CUSHING, D.H. 1975. **Marine Ecology and Fisheries.** Cambridge University Press,
Cambridge. 278 p.
- DAWES, C.J. 1984. **Botánica Marina.** Editorial Limusa, México. D.F. 673 p.
- DELGADO, M. 1987. Fitoplancton de las bahías del delta del Ebro. **Invest. Pesq.,
51(4): 517-548.**

- DURAIRATNAM, M. 1963. Studies on the seasonal cycle of sea surface temperatures, salinities and phytoplankton in Puttalam Lagoon, Dutch Bay and Portugal Bay along the West Coast of Ceylon. *Bull. fish. res. Stn., Ceylon*, 16(1):9-24.
- DUSSART, B.H. 1965. Les diferentes categories de plancton. *Hydrobiologia*, 26:72-74.
- ESQUIVEL-HERRERA, A. 1990. Caracterización de las asociaciones de sifonóforos del Golfo de California 1984, 1986. Tesis de Maestría, CICIMAR IPN, México. 85 p.
- ESTRADA, M. Y D. BLASCO. 1979. Two phases of the phytoplankton community in the Baja California upwelling. *Limnol. Oceanogr.*, 24: 1065-1080.
- FARMER, F.H. G.A. VARGO, C.A. Jr. BROWN, O. Jr. JARRET. 1982. Spatial distributions of major phytoplankton community components in Narraganset Bay at the peak of winter-spring bloom. *J. Mar. Res.*, 40:593-614.
- FELIX-URAGA, R. 1992. Composición por edades de la sardina monterrey capturada en Bahía Magdalena durante 1981 a 1991. Resumen del IX Simposium Internacional de Biología Marina. La Paz, Baja California Sur, del 1º al 5 de junio de 1992. 89 p.
- FERGUSON-WOOD, E.J. Y E.F. CORCORAN. 1966. Diurnal variation in phytoplankton. *Bull. Mar. Scien.*, 16(3):383-403.
- FERGUSON-WOOD, E.J. 1968. *Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas*. Univ. Miami. Press. 143 p.
- FIGUEIRAS, F.G. Y F.X. NEILL. 1987. Composición del fitoplancton de la ría de Pontevedra (NO de España). *Invest. Pesq.*, 51(3):371-409.
- FIELDER, P.C. 1984. Satellite observations of the 1982-83 El Niño along the U.S. Pacific coast. *Science*, 224: 125 I-I 254.
- FROST, B.W. 1980. Grazing. In: T. Morris (ed.). *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Scient. Publ. 465-491 p.
- FUNES-RODRIGUEZ, R. 1985. Abundancia de sifonóforos y larvas de sardina *Sardinops sagax caerulea* en el invierno (1981-I 1982) en Bahía Magdalena B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 2(2):70-76.

- FURUYA, K., M. TAKAHASHI Y T. NEMOTO. 1985. Summer phytoplankton community structure and growth in a regional upwelling area off Hachijo Island, Japan. *J. Exp. Mar. Biol. Eco/.*, 96:43-55.
- GARATE-LIZARRAGA, I. 1989. Nuevos registros de especies del género *Rhizosolenia* en la Región Central del Golfo de California y Bahía Magdalena, B.C.S. *Inv. Mar. CICIMAR*, 1989. 4(2): 291-296.
- GARATE-LIZARRAGA, I., D.A. SIQUEIROS-BELTRONES y C.H. LECHUGA-DE-VEZE. 1990. Estructura de las asociaciones microfítotoplanctónicas de la Región Central del Golfo de California en el otoño de 1986. *Ciencias Marinas*. 16(3): 131-153.
- GARRISON, D.L. 1979. Monterrey Bay phytoplankton I. Seasonal cycles of phytoplankton assemblages. *J. Plank. Res.*, 1:241-265.
- GLYNN, P.W. 1988. El Niño-southern oscillation 1982-1 983: nearshore population, community, and ecosystem responses. *Ann. Rev. Eco/ Syst.*, 19:309-345.
- GONZALEZ-LOPEZI. Y D.A. SIQUEIROS-BELTRONES. 1990. Estructura de las asociaciones microfítotoplanctónicas de la región sur del Golfo de California, México, en primavera y verano de 1984. *Ciencias Marinas*. 16: 157-1 88.
- GRAHAM, H.D. Y N. BRONIKOVSKY. 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and Atlantic Oceans. Sci. Res. Cruise VII. Carnegie, during 1928-1929. Biology-V. Carnegie Inst. Wash. Pub. 565 p.
- GRAN, H.H. 1933. Studies on the biology and chemistry of the Gulf of Maine. II. Distribution of phytoplankton in August, 1932. *Bol. Bull.*, 64:159-182.
- GRAN, H.H. Y T. BRARUUD. 1935. A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on the hydrography, chemistry and turbity). *J. Biol. Bd Can.*, 1:279-476.
- GUERRERO, G.R., D.R. CERVANTES Y I.A. JIMENEZ. 1988. Nutrient variation during a tidal cycle at the mouth of the coastal lagoon in the Northwest of Mexico. *J. Indian Mar. Sci.*, 235-237.
- GUILLARD, R.R. Y P. KILMAN, 1977. The Ecology of Marine Planktonic diatoms. In: D. Werner (ed.). *The Biology of diatoms*. Univ. Calif. Press. 372-469.

- GUILLEN, O., N. LOSTAUNAU Y M. JACINTO. 1985. Características del fenómeno "El Niño" 1982-83. *In: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds). "El Niño" Su impacto en la fauna Marina.* 1-22.
- HARO-GARAY, M. 1983. Contribución al estudio de la variación espacial de la diversidad de los quetognatos durante el invierno de 1981 en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis profesional, CICIMAR-IPN. 141 p.
- HARO-GARAY, M Y A. ESQUIVEL-HERRERA. 1988. Programa Documental interno del Departamento de Plancton, CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur. ODI.BAS.
- HASLE, G.R. 1978. Using the inverted microscope. *In: Soumia A. (ed.). Phytoplankton Manual.* UNESCO. Paris. 191-196 p.
- HENDEY, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters part. V: Bacillariophyceae (Diatoms). *Fish. Invest. Series IV:* HMSO London. 317 p.
- HERNANDEZ-BECERRIL, D.U. 1988a. Especies del fitoplancton tropical del Pacífico Mexicano. II. Dinoflagelados y cianobacterias. *Rev. Lat-amer. Microbiol., 30: 187- 190.*
- HERNANDEZ-BECERRIL, D.U. 1988b. Observaciones de algunos dinoflagelados (Dinophyceae) del Pacífico Mexicano con microscopio fotónico y electrónico de barrido. *Inv. Pesq. 52(4):517-531.*
- HERNANDEZ-BECERRIL, D.U. 1989. Species of the dinoflagellate genus *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) in the Gulf of California and coast off Baja California, México. *Nova Hedwigia, 1(2):33-54.*
- HUMM, H.G. Y S.R. WICKS. 1980. Introduction and guide to the marine blue-green algae. John Wiley and Sons. New York, USA. 194 p.
- HUNTER, J. 1972. Swimming and feeding behavior of larval anchovy *Engraulis mordax*. *Fish. Bull., U.S. 70(3):81-85.*
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta. *In: Pasher, A. Die Susswasser Flora Mitteleuropas.* Otto Koeltz. P. W. Germany, 466 p.
- HUSTEDT, F. 1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. *In: Rabenhorst, L.; Kryptogamen-Flora.* Band VII, P. III. Johnson Rep. Co. New York, 845 p.

- KAWASAKI, T. Y A. KUMAGI. 1984. Foods habits of the far eastern sardine and their implication in the fluctuation pattern of the sardine stocks. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.* 50: 1657-1 663.
- KREBS, C.J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia.* Harla, México, 753 p.
- LARA-LARA, J.R., J.E. VALDEZ-OLGUIN Y L.C. JIMENEZ. 1984. Plankton studies in the Gulf of California during the 1982-1983 'El Niño'. *Tropical Atmosph. Newsletter.* 28: 16-1 7.
- LARA-LARA, J.R. Y J.E. VALDEZ-HOLGUIN. 1988. Biomasa y productividad primaria del Golfo de California por fracción de tamaños durante primavera de 1984. *Ciencias Marinas*, 14(1): 1-1 4.
- LEGENDRE, L Y P. LEGENDRE. 1979. *Ecologie numerique.* Masson, Paris. 254 p.
- LICEA-DURAN, S. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Son./Sin., México. *An. Centro Cienc. Mar. y Limnol., Univ. Nac. Autdn. Mex.* 1: 99-157.
- LONGHURST, RA., C.J. LORENZEN Y W.H. THOMAS. 1967. The role of pelagic crabs in the grazing of phytoplankton off Baja California. *Ecology*, 48:190-200.
- MALONE, T.C. 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in the California current System. *U. S. Fish. Bull.* 69:799-820.
- MALONE, T.C. 1980. Algal size. In: T. Morris (ed.). *The physiological ecology of phytoplankton.* Blackwell Scient. Publ. 433-463 p.
- MARDIA, K.V., J.T. KENT Y J.M. BIBBY. 1989. Multivariate analysis. *Academic press. London.* 5 18 p.
- MARGALEF, R. 1958. Temporal succession and spacial heterogeneity of phytoplankton. In: AA. Buzzati-Traverso (ed.). *Perspectives in Marine Biology.* Univ. Calif. Press, Berkeley. 233-349 p.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología.* Ed. Omega, Barcelona, España, 951 p.

- MARGALEF, R. Y F. GONZALEZ-BERNALDEZ. 1969. Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del mar del caribe (N.W. Venezuela). *Inv. Pesq.*, 33:287-312.
- MARGALEF, R. Y F. VIVES. 1972. La vida suspendida en las aguas. *In*: H. Ginés y R. Margalef (eds.). *Ecología Marina*. Fundación Lasalle de Cienc. Nat. Monografías. 14:493-652.
- MARTINEZ-LOPEZ, A. 1987. Fitoplancton de Bahía Magdalena-Bahía Almejas. *In*: Investigaciones ecológicas del plancton del noroeste de México. Inf. Int. Depto. de Plancton 120 p.
- MARTINEZ-LOPEZ, A. 1988. Fitoplancton de las costa occidental de Baja California Sur. *In*: Caracterización de la zona de Transición templado-tropical del Pacifico Mexicano. Inf. Int. Depto. de Plancton. 122 p.
- MATTA, J.F. Y H.G. MARSHALL. 1984. A multivariate analysis of phytoplankton assemblages in the western North Atlantic. *J. Plank. Res.*, 6(4): 663-675.
- McLAIN, D.R., R.E. BRAINARD Y J.G. NORTON. 1985. Anomalous warm events in Eastern boundary Current systems. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.*, 24:51-64.
- MURRAY, D. Y H. SCHRADER. 1983. Distribution of silicoflagellates in plankton and core tope samples from the Gulf of California. *Mar. Micropaleont.*, 7:517-539.
- NAVARRO, J.N. 1981a. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. I. Suborders Coscinodiscineae and Rhizosoleniineae. *Bot. Mar.*, 24: 427-439.
- NAVARRO, J.N. 1981 b. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. II. Suborders Biddulphiniineae: Families Biddulphiaceae and Eupodiscadeae. *Bot. Mar.*, 24: 615-630.
- NAVARRO, J.N. 1982. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. III. Suborder Biddulphiniineae: Family Chaetoceraceae. *Bot. Mar.*, 24: 305-319.
- NIENHUIS, H. Y R. GUERRERO. 1985. A qualitative analysis of the annual phytoplankton cycle of the Magdalena Complex (México). *J. Plankt. Res.*, 7(4): 427-441.
- NIENHUIS, H. Y R. GUERRERO. 1986. Biomasa y distribución del fitoplancton entre 1980 y 1984 en Bahía Magdalena Baja California Sur, México. Atlas

del CICIMAR No. 5. 63 p.

- NORTON, J., D. McLAIN, R. BRAINARD Y HUSBY. 1985. The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its ocean climate context. *In*: Warren S. Wooster and David L. Fluharty (eds.) *El Niño North*. Washington Sea Grant Program. University of Washington. Seattle. 44-72 p.
- OCHOA, N., B. ROJAS DE MENDIOLA Y O. GOMEZ. 1985. Identificación del fenómeno de "El Niño" a través de los organismos fotosintéticos. *In*: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds). "El Niño" Su impacto en la fauna Marina. 23-31.
- PALOMARES-GARCIA, J.R. 1989. Análisis de la variación espacio-temporal de los copépodos planctónicos en Bahía Magdalena Baja California Sur (1983-1984). Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN., México, 55 p.
- PARSONS, T.R. Y M. TAKAHASHII. 1973. Environmental control of phytoplankton cell size. *Limnol. Oceanogr.*, 19:399-368.
- PEET, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 15: 285-307.
- PESANTES, F. 1978. Dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Boln. Inst. Oceanogr. Armada Guayaquil Ecuador. C.M.-Biol.* 2(2): 1-98 p.
- PLATT, T, Y K. DENMAN. 1980. Patchiness in the phytoplankton distribution. *In*: Morris, I. (ed.) *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Scient. Publ., 413-431 p.
- POMEROY, L. R. 1974. The ocean's food web, a changing paradigm. *Bioscience*. 24: 499- 504.
- RAYMONT, J.E.G. 1980. *Plankton and productivity in the oceans Vol I- Phytoplankton*. Pergamon Press, New York, N.Y. 660 p.
- ROBINSON, G.A. 1970. Continuous plankton records; variation in the seasonal cycle of phytoplankton in the North Atlantic. *Bull. Mar. Ecol.*, 6:333-345.
- ROBLES-PACHECO, J.M. Y N. CHRISTENSEN. 1984. Effects on the 1982-83 in the Gulf of California. *Transactions of American Geophysical Union*. 2: 52-1 039.

- ROJAS DE MENDIOLA, B. 1979. Some observations on the feeding of the peruvian anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in two regions of the Peruvian Coast. *Inst. del Mar, Lima, Perú.* 417-440.
- ROJAS DE MENDIOLA, B. Y O. GOMEZ. Primera alimentación, sobrevivencia y tiempo de actividad de las larvas de anchoveta (*Engraulis ringens* J. *Bol. Inst. del Mar de Perú, volumen extraordinario*, 72-79 p.
- ROMERO-IBARRA, N Y A. ESQUIVEL-HERRERA. 1989. Análisis del contenido gástrico de adultos de *Opisthonema libertate*, y su comparación con el medio circundante. *Inv. Mar. CICIMAR.* 4(2):267-279.
- ROUND, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1:76-97.
- RYTHER, J.H. 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science.* 166:72-76.
- SALDIERNA-MARTINEZ, R., C. SANCHEZ-ORTIZ y R.G. VERA-ALEJANDRE. 1987. Estudios sobre los primeros estadios de vida de las sardinas Monterey, *Sardinops sagax* y *Opisthonema libertate*, en Bahía Magdalena B.C.S. I Descripción de huevos, II Distribución y abundancia de huevos y larvas, III Mortalidad larval. Tesis prof. Univ. Autón. Baja Calif. Sur. 127 p.
- SANCHEZ-ORTIZ, C., R.J. SALDIERNA-MARTINEZ, M.E. HERNANDEZ-RIVAS Y G.R. VERA-ALEJANDRE. 1987. Egg and larval abundance of *Opisthonema liberate* and *Sardinops sagax* and their relation to environmental conditions, Bahía Magdalena, B.C.S., MEXICO. 1981-1983. 1987 CALCOFI Conference, 24 p.
- SAUNDERS, R.P. Y A.D. GLENN. 1969. Diatoms. Mem. Part III. Hourglass Cruises. *Mar. Res. Lab. Florida. Dept. Nat. Res. St. Petersb.* 2: 1-251.
- SHILLER, J. 1933. Dinoflagellatae (Peridineae) in monographier Behandlung teil 2. *In: Rabenhorst Kryptogamen-Flora, Leipzig.* 10: 1-598.
- SMAYDA, T.J. 1963. Succession of Phytoplankton, and the ocean as an holocoenotic environment. *In: C.H. Oppenheimer (ed). Symposium on Marine Microbiology.* C.C. Thomas Springfield, U.S.A. 260-274.
- SMAYDA, T.J. 1980. Phytoplankton species succession. *In: T. Morris (ed.). The physiological ecology of phytoplankton.* Blackwell Scient. Publ. 493-570 p.

- SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien planctonique) dans le canal de Mozambique Contribution a une revision mondiale. *Vie Millieu, Serie. A.* 18: 375-499.
- SOURNIA, A., J. R. GRALL Y G. JACQUES. 1979.. Diatomées et dinoflagellés planctoniques d'une coupe méridienne dans le sud de l'océan Indien (campagne "Antiprod I" du Marion-Dufresne, mars 1977). *Bot. Mar.*, 22: 183-198.
- STEIDINGER, K.A. Y J. WILLIAMS. 1970. Dinoflagellates. Mem. Hourglass cruises. *Mar. Res. Lab. Florida. Dept. Nat. Res. St. Petersburg.*, 2:1-251.
- SUNDSTRÖM. B.G. 1986. The Marine Diatom Genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Ph. D. Thesis. Lund, Univ. Sweden, 245 p.
- SVEDRUP, H.U., M.W. JOHNSON Y R.H. FLEMMING. 1942. The Oceans. Their physics, chemistry and general biology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1087 p.
- TAYLOR, F.V.R. 1976. *Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition*. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963-1964. *Bibliotheca Bot.* 132: 1-234, pl. 1-46.
- TORRES-MOYE, G. Y S. ALVAREZ-BORREGO. 1985. Efectos de El Niño en los nutrientes y el fitoplancton de verano de 1983, en aguas costeras de Baja California Occidental. *Ciencias Marinas*. II (3): 107-113.
- TORRES-MOYE, G. Y S. ALVAREZ-BORREGO. 1987. Effects of the 1984 El Niño on summer phytoplankton of a Baja California Upwelling zone. *In: El Niño. An Agu Chapman Conference.. of Geophys. Res.*, 92(13):383-393.
- VARELA, M. Y E. COSTAS. 1987. Distribución del tamaño de las especies del fitoplancton en un área de afloramiento. *Inv. Pesq.* 51:07-105.
- VARELA, M., M.J. CAMPOS, J.M. CABANAS, F. FERNANDEZ DE CASTILLEJO Y G. Díaz DEL RIO. 1987. Composición y distribución del fitoplancton en la plataforma de Galicia durante la campaña "Breogan-984" (septiembre-octubre de 1984). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 4:95-106.
- VARELA, M., A. LARRAÑAGA, E. COSTAS y B. RODRIGUEZ. 1988. Contenido estomacal de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum) durante la campaña SARACUS 871, en las plataformas cantábrica de Galicia en febrero de 1987. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 5:17-28.

- VENRICK, E.L. 1971. Recurent groups of diatoms species in the North Pacific. *Ecology*. 52:614-625.
- WALSH, J.J. 1969. Herbivory as a factor in patterns of nutrients utilization in the sea. *Limnol. Oceanogr.*, 2 1: 1 - 13.
- WEBER L.H. Y S.Z. EL-ZAYED. 1987. Contributions of the net, nano and pico-plancton to the phytoplankton standing crop in the Southern Ocean. *J. Plank. Res.*, 9:973-994.

A P E N D I C E I

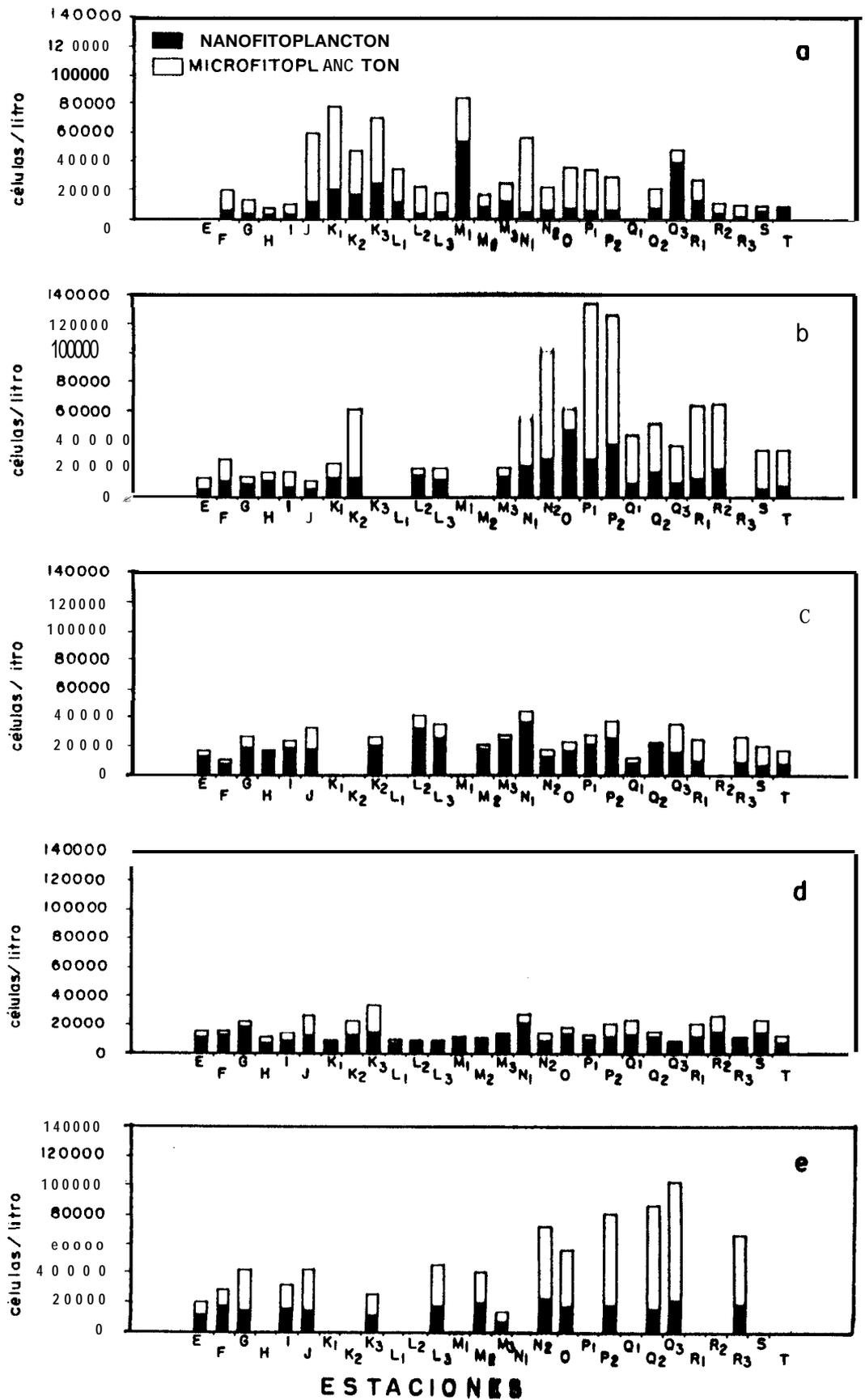


Fig. 1.- Distribución de abundancia de las fracciones nano y microfiteplankton durante los meses de junio (a), julio (b), agosto (c), septiembre (d) y octubre (e) de 1984.

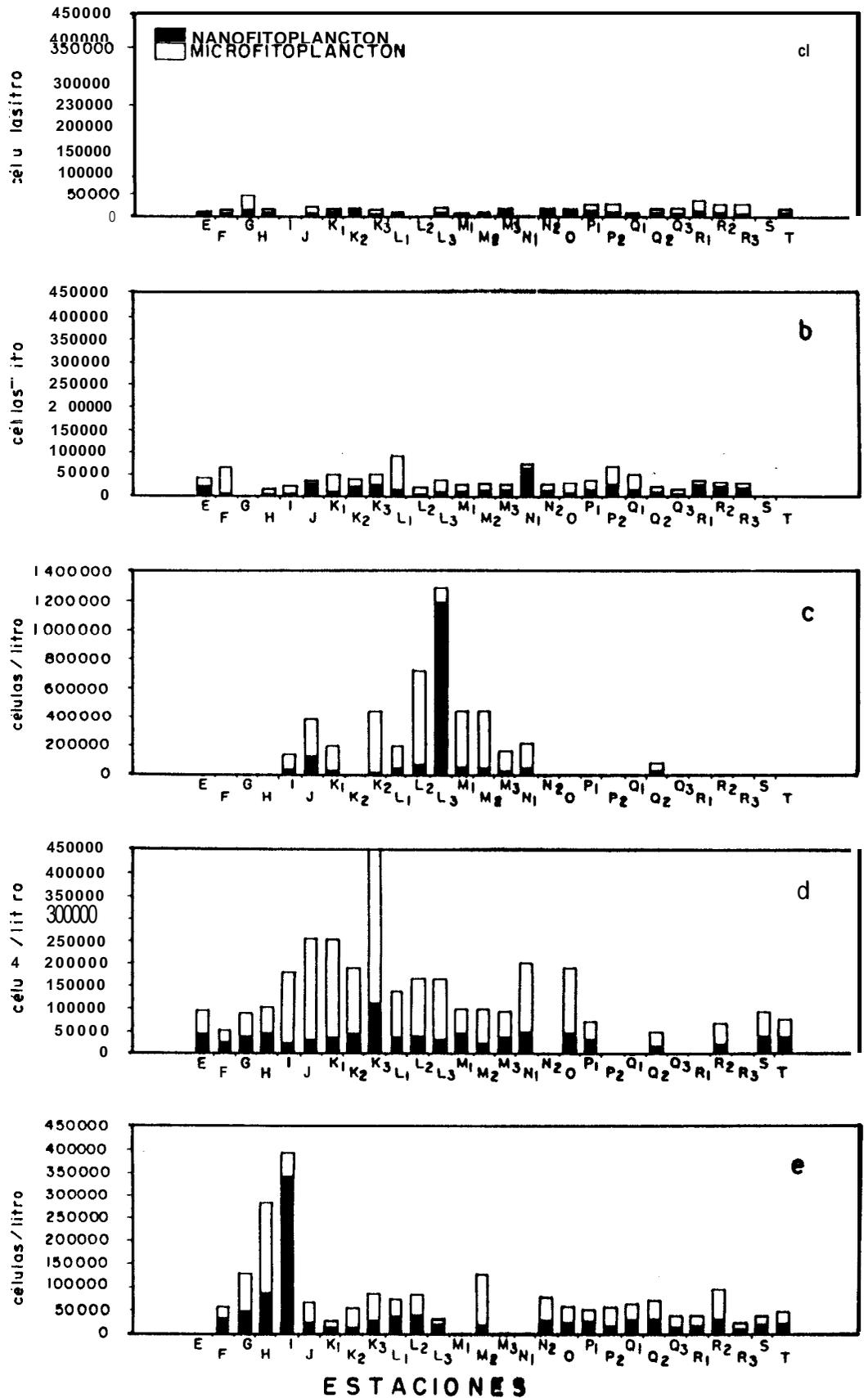


Fig. 2.- Distribución de abundancia de las *fracoloneas* nano y microfitoplankton durante los meses de noviembre (a) y diciembre (b) de 1984 y abril (c), julio (d) y noviembre (e) de 1985.

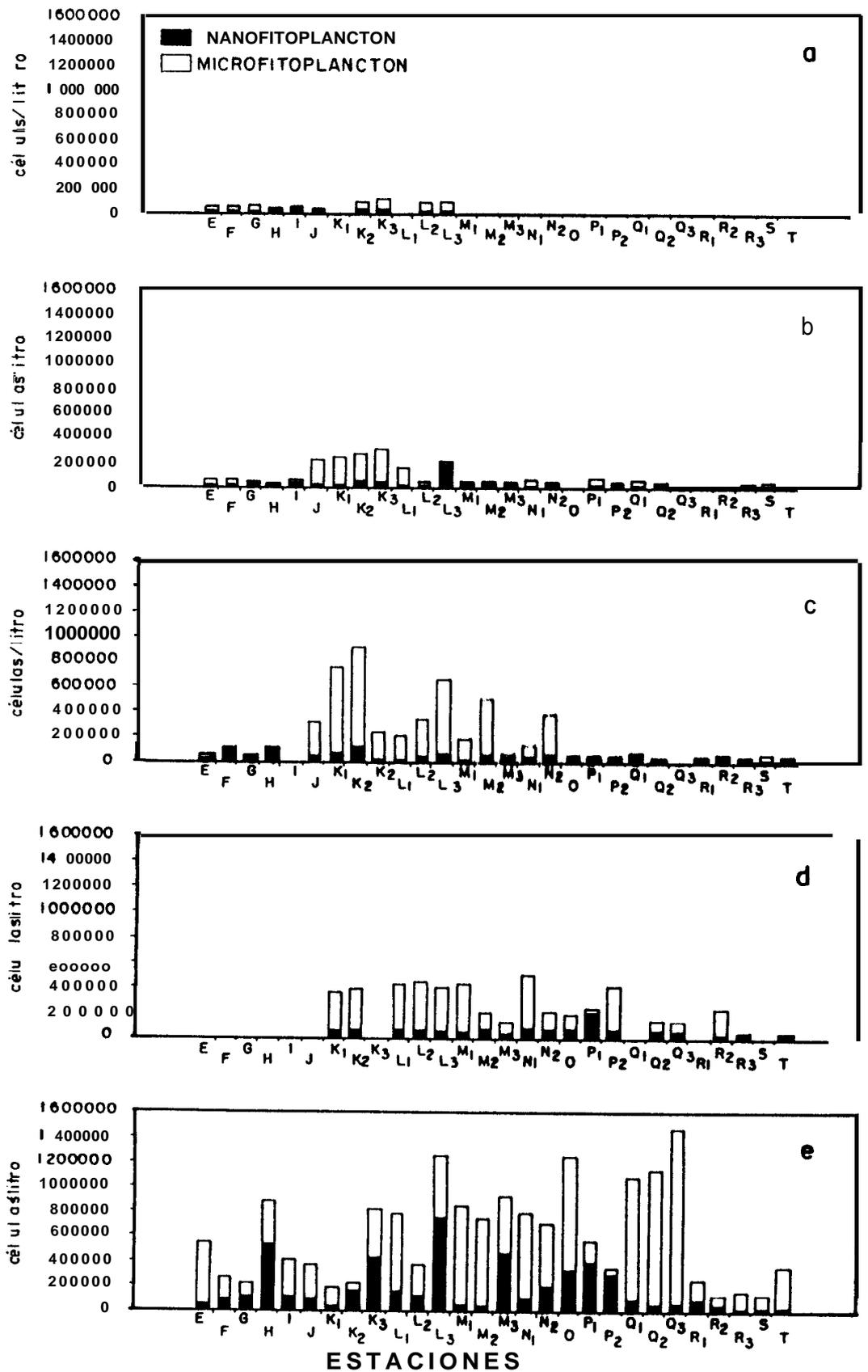


Fig. 3.- Distribución de abundancia de las fracciones nano y microfítoplancton durante los meses de enero (a), febrero (b), abril (c), junio (d) y octubre (e) de 1986.

A P E N D I C E I I

Tabla I.- Lista de especies identificadas durante el periodo comprendido entre junio de 1984 y octubre de 1986 en el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas.

Nombre de la especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ENE	ABR	JUL	NOV	ENE	FEB	ABR	JUN	OCT
Actinopterygus senarius	∕				∕	*		*		*	*	*	*
A. sparsus				∕									
A. splendens	∕	∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	*	*
A. vulgaris											*	*	
Amphiphora alata						*				*		*	
A. gigantea									*				
Amphora aleta					∕								
A. lineolata													*
Amphora marina	∕				∕	*		*	*	*	*	*	
Amphora terroris								*					
Amphora sp.				∕		*	*	*	*	*	*	*	
Asterionella glacialis					∕	*	*	*	*	*	*	*	
Asteromphalus heptactis			*	∕	∕	*	*		*	*	*	*	
Aulacodiscus argus				∕							*		
Aulacodiscus margaritaceus					∕			*		*		*	
A. kitonii			*	∕		*							
Aulacodiscus sp.								*					
Auliscus caelatus					∕						*	*	
Bacillaria paxillifer											*	*	
Bacteriastrum comosum					∕								
B. delicatulum		∕	∕	∕	∕		*	*	*	*			
B. elegans				∕									
B. elongatum				∕	∕			*	*	*			
B. hyalinum			∕	∕	∕	∕		*			*	*	
B. hyalinum var. princeps				∕				*		*			
Cerataulina daemon									*	*			
C. pelagica		∕	∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	
Cerataulus californicus				∕	∕			*	*		*		
Chaetoceros affinis	∕		∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	*
C. atlanticus				∕								*	
c. anastomosus										*			
C. brevis							*	*	*	*		*	*
C. californianus											*	*	*
C. coarctatus	∕	∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	*	*
C. compressus		∕	∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	*
C. costata							*	*	*	*	*	*	*
C. curvisetus	∕						*	*	*	*	*	*	
C. danicus	∕										*	*	*
C. debilis							*	*	*	*	*	*	
C. decipiens						∕					*	*	
C. distans						∕		*					
C. didymus			∕	∕	∕	∕	*	*	*	*	*	*	

Nombre de La especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ENE	ABR	JUL	NOV	ENE	FEB	ABR	JUN	OCT
C. eibenii				★					≠	≠			
c. filiferum				★				≠	≠	★			
C. gracilis	★	≠									★		
c. laevis		≠		★				≠	★				
C. lorenzianus	★	≠	≠	★	≠	≠	★	≠	★	≠	★	★	★
C. messanensis	★		≠	★	≠			≠	≠				
c. pelagicus												★	
C. pendulus											★	★	
c. peruvianus			≠	≠			≠	≠	≠	≠			≠
C. rostratus				≠						≠			
C. seychellarus											≠		
C. socialis							≠					★	
Chaetoceros spp		≠		≠		★	≠	≠			≠		
Climacodium frauenfeldianum		≠	≠	≠	≠			≠	≠	≠			
Climacosphaenia monoligera												≠	
Cocconeis disculoides					★				★	★			
Cocconeis sp.				★	≠	★							
Corethron criophilum	★	≠	★	★	≠	★	★	★	★	≠	≠	≠	
Coscinodiscus asteromphalus	★	≠	★	★	≠	★	★	★	★	≠	★	★	★
C. centralis var. <i>pacifica</i>			★	★			≠						
c. curvatulus	★				≠							≠	≠
C. marginatus			★										
C. nodulifer				≠			≠			≠		≠	
C. perforatus	★	≠	★	≠		★	≠	★	★	★	★	≠	★
C. oculus iridis		≠											
C. radiatus	★				≠		≠	★	★	≠	≠	≠	≠
C. wailesii	★												
Cyclotella sp								≠					
Cylindrotheca closterium	★	≠	≠	≠	≠		≠	★	≠	≠	★	≠	
Detonula pumila	★					★		≠	★	★	★	★	★
Diploneis ovalis					★			★	★			★	
Ditylu brighwllii	★	≠	≠	≠	≠	★	★	★	≠	≠	★	★	★
Eucampia cornuta							★	★	≠	★			
E. zodiacus			★	≠	≠	★	★	≠	≠	≠	≠	★	
Eunotia sp		≠											
Eunotogramma sp												≠	
Crmtophora oceanica					≠								
Guinardia f laccida	≠	≠	≠	≠	≠	★	≠	★	≠	≠	★	≠	≠
Gyrosigma balticum				≠	≠			★	≠				≠
G. distortu													≠
G. eximia					★								
G. fasciola					≠								
G. spencerii											★		
Haslea warwickae	≠							★				≠	
Hemiaulus haucki			≠		★		★	★	≠	★	★		

Nombre de la especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ENE	ABR	JUL	NOV	ENE	FEB	ABR	JUN	OCT
H. membranaceus	∕	∕	∕	★	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
H. sinensis				★	∕				★	★	★	★	★
Hemidiscus cuneiformis					∕	★							
Lauderia annulata								★				★	
Leptocylindrus danicus	∕	∕	∕	★	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
L. mediterraneus									★		★	★	
Licmophora abbreviata											★	★	
Licmophora sp	∕								★				
Li thodesmion undulatum	∕	∕	∕		∕	★	★		★	★	★	★	★
Yavicula cancellata					∕	★		★	★	★	★	★	★
Navicula directa											★		
N. distans				∕	∕	★		★					
N. fusiformis												★	
N. longa												★	
N. lyra					∕				★	★	★	★	
N. (c.f. Dono...)													
Navicula sp.						★		★	★				
Nitzschia brebisunii					∕						★		
N. longissima												★	
N. pseudodelicatissima					∕	∕				★	★	★	
N. pacifica				∕			★		★	★	★		
N. pungens var. atlantica	∕		∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
N. "seriata"			∕										
N. siga					∕			★	★		★	★	★
N. spatulata				∕	∕			★	★		★	★	
Witzschia sp					∕								
Odontella alternans						★	★	★		★	★	★	
O. aurita	∕		∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
O. longicruris					∕								
O. mobiliensis	∕		∕	∕	∕	★	★	★		★	★	★	★
O. tuomeyii										★			
O. turgida	∕								★	★			
Perslia sulcata	∕	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
Plagiogramma van herckii					∕						★	★	★
Planktoniella muriformis												★	
P. sol			∕	∕	∕			★	★	★			
Pleurosigma compactum								★					
P. formosum	∕	∕	∕	∕	∕			★		★	★	★	★
P. intermedium										★			
P. normanii					∕					★		★	
P. reversum									★				
P. rostratu									★				
Pleurosigma spp.		∕			∕	★	★	★			★		
Proboscia aleta	∕	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
Pseudoeunotia doliolus			∕		∕								

Nombre de la especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ERE	ABR	JUL	NOV	ERE	FEB	ABR	JUN	OCT
Pseudosolenia calcar avis	∕	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★	★
Rhizosolenia acuminata			∕	∕	∕		★						
R. bergonii	∕	∕	∕	∕	∕	∕		★	★	★	★		★
R. castracaneii		∕											
R. clevei var. communis	∕	∕	∕	∕	∕			★					
R. curvata				∕									
R. delicatula								★					
R. formosa				∕				★		★	★		
R. fragilissima				∕		∕		★	★		★		
R. hyalina	∕		∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★
R. phuketensis										★	★	★	
R. imbricata	∕	∕	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★		★
R. robusta	∕	∕	∕	∕	★		★	★		★	★	★	
R. setigera		★	∕	∕	∕		★	★	★	★	★	★	★
R. stolterfothii	∕	∕	∕	∕	∕		★	★	★	★	★	★	★
Rhizosolenia sp		∕											
Rhaphoneis suriella								★					
Roperia ptsellata								★					
Skeletonema costatum					∕	∕	★					★	
Stauroneis membranaceus								★	★				
Stephanopyxis palmeriana	∕	∕	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	★
S. turris			∕	∕									
Streptotheca tamensis					∕			★					
Striatella unipunctata	∕				∕								
Suriella fastuosa					∕			★		★	★		★
S. fibigeri										★			
S. nervata									★				
S. robusta				∕	∕								
S. ovata												★	
S. tenera				∕									
S. ulm											★		
Synedra sp.			∕	∕		∕		★		★	★		
Thalassionema frauenfeldii			∕	∕	∕	∕	★	★			★	★	
T. nitzschoides	∕	★	∕	∕	∕	∕	★	★	★	★	★	★	
Thalassiosira eccentricus	∕					∕					★	★	
T. gravida							★					★	
T. leptopus												★	
T. rotula	∕		∕	∕		∕	★				★	★	
T. subtilis				∕									
Thalassiosira sp.	∕				∕	∕	★	★			∕	★	
Thalassiothrix heteromorpha var. medi terranea		★	∕	∕	∕	∕		★	★	★	★		
T. longissia				∕		∕					★		
Trachyneis aspera								★	★			∕	
Triceratium favus	∕	★	∕	★	∕	∕		★	★	★	★	★	★
Tropidoneis lepidoptera					∕			★				★	

Nombre de la especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ENE	ABR	JUL	NOV	ENE	FEB	ABR	JUN	OCT
--DINOFLAGELADOS--													
Tropidoneis sp				∕									
Amphidinium sp.									∕				
Amphisolenia bidentata				∕	∕								
Ceratiu azoricum					∕					∕			★
C. belone										∕			
C. breve v. parallelum		∕	∕	∕						∕			
C. biceps		∕											
C. candelabrum ver. depressum									★				
C. carriense			★	∕	★						∕		
C. contortu			★										
C. declinatu				∕	★								
c. deflexum	∕	∕	★	∕	★			★	★	∕	∕	∕	∕
c. dens		∕				∕	∕				∕	∕	∕
C. euarcatum			★										
c. extensum					★						★		
C. falacatum		★									★		
c. furca	∕	★	∕		★	∕	∕	∕	∕	∕	∕	★	∕
C. fusus	★	★	∕	∕	★	∕	∕	★	∕	∕	∕	∕	∕
C. gibberum var. dispar			∕		★								
C. hexacanthum		★		∕									
C. kofoidii												★	
C. limulus										★			
C. lineatus	∕		∕	★	★	∕		∕	∕	★	∕	★	
C. lunula				∕									
C. horridum	∕			∕	★				∕	★	∕	★	★
C. macroceros var. gallicum	∕	∕	★		★					★	∕		
C. massiliense	∕	∕	★	★	★								
C. pentagonum		∕											
c. pentagonum v. subrobustum			★	★	★					∕			
C. ranipes				★						∕			
C. shrankii		★											
C. symetricum								∕					
C. trichoceros	∕	★	∕	∕	∕			∕	∕	∕	∕		★
C. tripos		★											
C. tripos var. atlanticum				∕									
C. tripos var. semipulchellum	∕		★	∕	★				∕	∕			★
c. vultur		∕								∕			
C. vultur var. sumatrum				∕				∕					
Ceratiu sp.			∕										
Ceratocorys horrida											★		
Dinophysis caudata	∕	∕	★	∕	∕			★	★	★			★
D. forthif						∕						★	
D. z ittra					∕								
D. ovum	∕										★		

Nombre de la especie	JUN	SEP	NOV	DIC	ENE	ABR	JUL	NOV	ENE	FEB	ABR	JUN	OCT
D. tripos							≠		*	*			
Diplopsalis sp					*	*		≠		*	*	*	
Dissodiniu lunula	*						≠				*	*	
Gymnodinium cf herbaceum	*												
G. sanguineum											*	*	
Heterocaulus polyedricus						*	≠						
Noctiluca scintillans	*	*	*	*	*	*	≠	≠		*	*	*	
Kofoidiniu splendens	*				*						*		
Ornithocercus steinii					*								
Oxyphyxys oxytoxoides										*	*	*	
Oxytoxa scolopax					*								
O. stesellata					*								
Phyrophacus steinii	*	*	*	*	*	*	≠			*	*		*
Podolampas palmipes											*		
Pronocti luca pelagica									≠		*	*	
P. rostrata	*										*	*	
Prorocentrum gracile												*	*
P. micans		≠	≠	≠	≠	≠	≠		≠		*	*	
Protogonyaulax digitale		≠											
P. polygramma					≠								
P. spinifera										*			
Protogonyaulax sp										*			
Protoperidiniu brochii									≠	*			
P. cerasus									≠	*			
P. claudicanó					≠	≠	≠		≠	*	*	*	
P. conicum	≠		≠	≠	≠	≠	≠	*	≠	*	*	*	*
P. crassipes	≠	≠								*			
P. depressum			≠	≠						*			
P. divergens											*		
P. granii												*	
P. globulus (?)			≠										
P. latispinum		≠											
P. longipes			≠	≠	≠								
P. marine-lebourae						≠							≠
P. urrayii										*			
P. oceanicum	*		*	*	*	≠	*		*	*	≠	≠	
P. pellucidum	*				*	≠			*	*	≠	*	
P. pentagonum	*	*	*	*	*	≠	*	*		*	≠	≠	
P. pyrum	*		*	*	*		*	*	*	*			
Protoperidiniu sp		*				≠	*	*	*	*	*	*	
Pyrocystis hamulus									*				
Pyrocystis noctiluca	*	*	≠	≠	≠	≠		*		*	*	*	
Scrippsiella trochoidea					≠	≠		*	*	*	*	*	

---SILICOFLAGELADOS--

Dyctyocha californica	*	*	*		*	*			*	
D. fibula v. robusta					*	*				*
D. messanensis			*	*	*	*	*	*	*	*
Distephanus pulchra	*			*	*	*	*	*	*	*
D. speculum								*		

--CIANOFITAS--

Anabaena sp			↙					↙	↙	*
Lyngbia sp.				↙			*			↙
Oscillatoria erythraea	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	*	*	↙

--EUGLENOFITAS--

Eutreptia sp										↙
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

		E	F	G	H	I	J	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	O	P1	P2	Q1	Q2	Q3	R1	R2	R3	S	T	
BAMAB406	H'	2.18	3.76	0.10	0.00	0.06	1.92	0.53	1.03	0.84	0.35	2.02	2.15	2.22	2.09	2.21	2.3	2.47	2.56	2.91	1.97	2.84		2.42	3.73	3.59	2.73			
	D	0.44	0.11	0.74	1	0.99	0.38	0.88	0.73	0.73	0.92	0.31	0.29	0.28	0.34	0.26	0.31	0.32	0.32	0.19	0.38	0.25		0.33	0.11	0.14	0.25			
	S	20	25	2	1	2	17	2	14	8	8	8	8	12	12	10	16	22	19	17	13	23		20	26	27	19			
BAMAB409	H'	3.01	2.75	1.16	1.25	1.77	0.66	2.96	2.59		3.17	0.56		2.67	3.3	2.68	1.1		1.52	1.99		2.19		2.55		1.9	1.37	2.3	2.6	
	D	0.19	0.26	0.73	0.66	0.52	0.22	0.18	0.3		0.19	0.84		0.23	0.12	0.21	0.72		0.56	0.36		0.35		0.23		0.43	0.6	0.27	0.28	
	S	19	27	16	14	18	15	19	18		19	8		12	12	16	13		13	11		13		12		10	10	14	18	
BAMAB411	H'	3.6	2.09	0.11	0.1	0.10			4.24	1.51	1.55		3.05	3.21	4.31	3.65	2.6	1.96	3.4	3.01	2.45	3.44	3.61	1.91		3.44	3.65		3.48	
	D	0.15	0.36	0.98	0.98	0.98			0.09	0.96	0.62		0.23	0.23	0.11	0.11	0.28	0.46	0.14	0.17	0.25	0.12	0.12	0.49		0.14	0.12	0.13		
	S	31	18	4	4	3			38	16	16		31	27	40	24	23	19	20	18	16	22	24	14		25	24		20	
BAMAB412	H'	3.87	3.67		0.33	0.98	1.35	1.37	1.5	2.33	2.99	1.56	3.67	2.55	2.89	3.33	3.49	2.79	3.27	3.36	1.88	3.18	2.78	2.58	2.73	3.19	3.64			
	D	0.17	0.14		0.92	0.73	0.64	0.59	0.59	0.36	0.2	0.53	0.14	0.42	0.33	0.19	0.25	0.34	0.23	0.22	0.49	0.22	0.29	0.3	0.3	0.2	0.17			
	S	45	30		5	12	16	14	19	22	25	17	35	34	32	33	39	34	34	30	34	19	31	28	23	26	27	32		
BAMAB501	H'		3.36	3.81	2.9	0.73	1.18		3.47		3.56				3.56				3.52	2.87	2.74	2.49		2.54		2.9		1.23	4.2	
	D		0.15	0.1	0.29	0.82	0.7		0.15		0.15				0.19				0.27	0.31	0.34	0.36		0.32		0.71		0.71	0.1	
	S		25	30	27	13	19		31		34				34				37	24	27	22		24		28		20	39	
BAMAB504	H'					1.92	1.69	1.59		3.88	2.22	0.29	3.73	2.68	3.81	2.99			2.35		2.68		1.82							
	D					0.38	0.51	0.63		0.12	0.39	0.93	0.11	0.27	0.18	0.18			0.4		0.25		0.49							
	S					15	17	22		34	20	6	32	23	28	21			25		23		20							
BAMAB507	H'	3.41	2.78	3.26	0.07	0.11	0.61	2.52	2.5	0.04	1.82	2.9	1.36	2.14	2.28	0.11														
	D	0.14	0.21	0.13	1	0.98	0.84	0.29	0.27	0.99	0.4	0.22	0.53	0.35	0.32	0.98														
	S	26	19	20	3	4	9	24	23	2	18	21	15	21	18	4														
BAMAB511	H'	2.95	2.21	2.72	2.91	2.64	3.33	3.33	3.62		3.62	3.9	3.98	3.4	3.63	3.74	2.94	3.72	3.68	3.56	2.85			3.01	3.62	3.89	0.14	3.33	0.14	
	D	0.25	0.41	0.27	0.28	0.41	0.25	0.2	0.15		0.15	0.11	0.12	0.21	0.18	0.15	0.14	0.16	0.16	0.14	0.33			0.29	0.17	0.14	1	0.17	0.99	
	S	29	21	22	27	36	38	35	38		36	33	39	35	38	37	39	37	37	29	32			28	34	34	5	32	4	
BAMAB601	H'	4.47	2.16	2.48	1.74	2.62	2.61		3.4	4.24		3.81	3.64																	
	D	0.07	0.35	0.34	0.56	0.36	0.38		0.23	0.91		0.03	0.16																	
	S	44	26	22	23	28	30		35	38		33	41																	
BAMAB602	H'	3.67	3.72	0.23	1.47	2.52	2.7	2.56	2.36	2.9	3.39	3.12	2.47	2.92	2.18	3.68	4.02	2.77	3.53	4.13			2.86	3.98	4.65	4.53	4.3	2.25	4.64	
	D	0.15	0.12	0.41	0.59	0.31	0.26	0.29	0.31	0.24	0.19	0.19	0.54	0.33	0.47	0.13	0.13	0.29	0.2	0.12			0.32	0.14	0.05	0.07	0.1	0.49	0.06	
	S	37	34	26	22	23	28	25	25	23	29	21	25	39	24	27	39	29	37	50			28	40	41	48	41	34	44	
BAMAB604	H'	3.13	3.38	3.2	2.91		2.69	2.67	3.28	3.35	3.19	3.01	3.77	3.52	3.34	3.63	3.19	3.14	3.44	3.15	3.32	3.68	3.62		3.57	3.89	3.66	3.97	4.12	
	D	0.18	0.17	0.22	0.27		0.11	0.31	0.16	0.18	0.23	0.23	0.12	0.14	0.17	0.13	0.18	0.18	0.16	0.23	0.18	0.11	0.13		0.15	0.12	0.14	0.12	0.12	
	S	27	24	26	27		25	23	28	26	28	25	28	25	27	30	26	25	32	32	34	29	29		32	32	26	35	35	
BAMAB606	H'							3.15	4.05	4.4	2.78	3.24	3.35	1.46	3.4	3.71	3.14	3.4	3.75	3.33	3.65		4.29	4.2		4.23	2.68		3.65	
	D							0.24	0.09	0.07	0.34	0.19	0.19	0.61	0.16	0.14	0.22	0.2	0.14	0.21	0.16		0.08	0.08		0.09	0.31		0.13	
	S							33	35	39	29	27	33	16	30	31	33	31	36	34	39		40	40		38	24		24	
BAMAB610	H'	3.08	1.56	1.59	1.53	0.13	0.12	0.1	0.12	0.29	0.13	0.22	0.33	0.48	0.37	0.4	0.1	0.13	0.31	0.41	0.24	0.44	0.13	0.1	0.26	0.13	0.45	0.27	0.51	
	D	0.23	0.42	0.4	0.45	0.97	0.97	0.98	0.97	0.93	0.97	0.95	0.92	0.89	0.92	0.9	0.98	0.97	0.92	0.9	0.94	0.89	0.97	0.98	0.94	0.97	0.89	0.94	0.88	
	S	31	10	7	10	4	3	4	3	6	4	5	7	11	8	7	4	4	4	6	5	8	4	4	7	4	8	7	9	

Tabla II.- Variación de la riqueza específica (S), de diversidad (H') y dominancia (D) para cada una de las estaciones de los muestreos realizados en el Sistema, Lagunar Magdalena-Almejas durante junio de 1984 y octubre de 1986.