



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

PROYECTO ACADÉMICO ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR.

“HIDROLOGÍA Y FITOPLANCTON EN UNA REGIÓN COSTERA AL OESTE DEL GOLFO DE MÉXICO”

TESIS QUE PRESENTA

MARÍA EUGENIA ZAMUDIO RESENDIZ

PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR (ESPECIALIDAD EN OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)

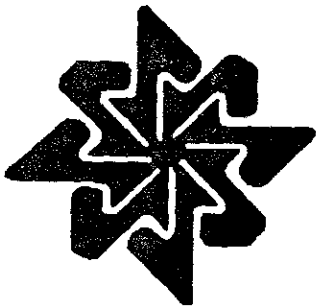
ASESOR: DR. SERGIO LICEA DURÁN

MÉXICO, D. F.

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

03067
5
2ej.



258923



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

- A los integrantes del Comité Asesor : Dra. Ma. Adela Monrreal Gómez, Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez y Dr. Sergio Licea Durán, por sus valiosas indicaciones.
- A los integrantes del Jurado: Dra. Ma. Adela Monrreal Gómez, Dr. Ingvar Emilsson, Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez, M. en C. Margarito Álvarez Rubio y Dr. Sergio Licea Durán, por sus valiosos comentarios en la revisión de este estudio.
- En especial al Dr. Sergio Licea Durán por la dirección de este trabajo y facilidades prestadas en el laboratorio de Fitoplancton y Productividad Primaria del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- A los laboratorios de Físico-química y Física, por permitirme hacer uso de los datos obtenidos por ellos en las campañas OGMEX IX y X.
- A los integrantes del laboratorio de Fitoplancton y Productividad Primaria, por su apoyo y comprensión, muchas gracias.
- A todos mis amigos (os) que siempre me alentaron a seguir adelante, no menciono a cada uno de ellos por que se duplicaría el tamaño de mi tesis.

RESUMEN

Se estudió la variación espacio-temporal del fitoplancton y su relación con la hidrología a partir de dos campañas oceanográficas, en abril y noviembre de 1990. Las muestras se obtuvieron en 43 y 54 estaciones de muestreo respectivamente en los niveles de 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 y 200 m de profundidad. El análisis taxonómico permitió la determinación de 465 taxa con dominancia de dinoflageladas en abril y diatomeas en noviembre, cuya composición sistemática tipifica claramente un ambiente tropical oligotrófico, corroborado por la concentración de nutrientes.

El análisis termohalino reveló la presencia de un frente en abril paralelo a la costa, un domo térmico frente a la laguna de Tamiahua, así como un desplazamiento de la termoclina hacia la superficie; en cambio en noviembre se invierte el proceso teniendo el área como característica principal una marcada estratificación.

La relación del fitoplancton con la hidrología se estudio mediante el análisis estadístico de agrupación, lo que permitió diferenciar dos grandes áreas en abril a la altura del río Pánuco, aparentemente relacionados con el efecto del domo térmico; mientras que en noviembre el factor determinante de la distribución estuvo influido por la termoclina. El análisis de componentes principales (PCA) indica que la distribución de las dinoflageladas en abril esta relacionada con la salinidad; en tanto que en noviembre el mayor aporte de la biomasa esta dado por las diatomeas.

ÍNDICE

| | página |
|-------------------------------------|--------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 2 |
| ÁREA DE ESTUDIO..... | 4 |
| MATERIAL Y MÉTODO..... | 8 |
| RESULTADOS..... | 12 |
| Variables físicas y químicas..... | 12 |
| Fitoplancton..... | 20 |
| Relación Fitoplancton-Ambiente..... | 35 |
| DISCUSIÓN..... | 49 |
| CONCLUSIONES..... | 55 |
| LITERATURA CITADA..... | 56 |

ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Fig. 1. Área de estudio y localización de puntos de muestreo. | 4 |
| Fig. 2. Representación gráfica de la corriente del Lazo y giro ciclónico que de ella se desprende, de acuerdo a varios autores. | 6 |
| Fig. 3a-c. Isolíneas de temperatura y salinidad en abril de 1990. a y b) En línea gruesa isoterma de 23°C e isohalina de 36 ups respectivamente, a 30 m de profundidad; c) Perfil de las isotermas del transecto I. | 13 |
| Fig. 4a-d. Perfil de isotermas e isohalinas del transecto A paralelo a la costa. En línea gruesa se indican las isolíneas de 23°C y 36.4 ups de abril, y en noviembre las de 25°C y 36 ups. Los números romanos corresponden al transecto en que se ubican las localidades. El área sombreada ilustra la capa de 36.4 ups. | 15 |
| Fig. 5. Profundidad de la isoterma de 18°C en localidades con más de 100 de profundidad, del transecto I a III en abril de 1990. | 14 |

| | |
|--|----|
| Fig. 6a-d. Perfiles de temperatura en sitios con profundidad mayor a 100 m. | 16 |
| Fig. 7a-e. Perfiles de: a, b) oxígeno disuelto (mL L^{-1}); c, d) nitratos y e) nitritos ($\mu\text{g-at L}^{-1}$). | 18 |
| Fig. 8a-f. Perfiles de: a, b) amonio; c, d) fosfatos y e, f) silicatos ($\mu\text{g-at L}^{-1}$). | 19 |
| Fig. 9. Arriba distribución horizontal promedio de la abundancia relativa en céls. L^{-1} . Abajo, distribución horizontal promedio de la clorofila <i>a</i> en mg m^{-3} | 21 |
| Fig. 10. Perfil promedio de la densidad de organismos y clorofila <i>a</i> (1990). | 22 |
| Fig. 11. Distribución horizontal de la abundancia promedio de los grupos de fitoplancton, por la baja densidad de clorofitas y silicoflageladas se gráficas juntas. | 24 |
| Fig. 12. Perfil de la abundancia promedio de los grupos de fitoplancton. | 25 |
| Fig. 13. Modelos de ordenación de los tres ejes principales (PCA) de parámetros ambientales y grupos de fitoplancton. | 36 |
| Fig. 14. Distribución de los niveles de asociación con base en los parámetros ambientales y grupos de fitoplancton. | 38 |
| Fig. 15. Modelos de ordenación de los cinco principales descriptores (PCA) de las especies, cuyo valor de varianza fue $>$ de 0.5. Los números indican las especies con carga $>$ 0.5 (Ver tabla 5) | 39 |
| Fig. 16. Agrupación de las especies mediante el análisis de factores (PCA). El área sombreada indica la distribución de las especies para los cinco factores principales. ... | 45 |
| Fig. 17. Dendogramas de asociación de unidades de muestreo con base en las especies, cuyo valor de varianza fue superior a 0.05 | 47 |
| Fig. 18. Dendogramas de asociación de niveles de muestreo con base en los parámetros ambientales. | 48 |
| Tabla 1. Gradientes mayores de salinidad y temperatura entre estaciones costeras de los transectos V a X. Los datos subrayados se ubican entre los límites de acotación de un frente típico (Federov, 1986). | 12 |
| Tabla 2. Resumen de datos de la relación Nitrógeno:Fosforo. | 20 |
| Tabla 3. Relación de los taxa encontrados en abril y noviembre de 1990, con datos de abundancia, frecuencia e importancia relativas. Los datos subrayados corresponden a los valores de importancia mayor a 5 por ciento. | 26 |
| Tabla 4. Correlaciones de las observaciones originales de datos ambientales y grupos de fitoplancton, con los valores $>$ 0.5 subrayados. Se ilustran las variables con eigenvalor superior a 1.7. | 35 |
| Tabla 5. Valor de asociación entre las especies de fitoplancton con varianza superior a 0.5. Los datos subrayados corresponden a cargas mayores a 0.5. Únicamente se muestran los primeros cinco ejes. | 40 |

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton está constituido por células fotosintéticas que flotan en ambientes acuáticos, y que utilizan luz y nutrientes inorgánicos disueltos para desarrollarse (Taylor, 1980). En el océano, las taxocenosis principales están representadas por las bacillariofitas (diatomeas), dinofíceas (dinoflageladas), primnesiofitas (cocolitofóridas), crisofitas (silicoflageladas) y cianofíceas (algas verde-azules), además de otros grupos menores como son las clorofitas y euglenofitas (Kennish, 1994). Su estudio es importante en el ambiente marino, en virtud de su carácter fotosintético que se refleja en la producción primaria, la que se estima a nivel mundial en 43.5×10^{15} g C año⁻¹ (Platt y Subba Rao, 1975). Por esta razón las evaluaciones regionales que se realicen son de utilidad en el entendimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

Los cambios en la hidrología costera tienen su origen en gran medida en la influencia de diversos factores como son el límite continental, geomorfología de la plataforma y talud, clima, grado de estratificación, circulación y descargas epicontinentales (Huyer, 1990; Postma y Zijlstra, 1988), e influyen directamente en los cambios de la comunidad fitopláctica a través de su presencia, ausencia o persistencia en el tiempo y por tanto en la estructura de la comunidad y la trama trófica (Smetacek, 1988; Nielsen y Kiørboe, 1991; Kiørboe, 1993). Es por ello que puede hablarse de la existencia de una relación estrecha entre la estructura espacio-temporal del fitoplancton con procesos que afectan a la columna de agua (Harris, 1986; Steel y Henderson, 1992; Fernández *et al.*, 1993; Carreto *et al.*, 1995).

Con el fin de corroborar la existencia de dicha relación, este estudio pretende encontrar la correspondencia entre los cambios en composición, abundancia y distribución del fitoplancton con algunas variables físicas y químicas en el área costera que se ubica entre los ríos Soto la Marina y Tuxpan al oeste del Golfo de México.

Para llevar a cabo dicha tarea, se plantea como una primera aproximación y con base en los datos obtenidos en abril y noviembre de 1990, desarrollar los siguientes

OBJETIVOS

- Caracterizar el ambiente físico y químico de la zona oeste del golfo, a través de parámetros como: temperatura, salinidad, O_2 , NO_2 , NO_3 , NH_4 , PO_4 y SiO_2 .
- Determinar la composición cualitativa y cuantitativa de las taxocenosis del fitoplancton y su distribución en el área.
- Analizar la correspondencia de los cambios hidrológicos con la composición, abundancia y distribución del fitoplancton.

HIPÓTESIS

Ho: Existe una relación directa entre la estructura de la comunidad de fitoplancton y las variables físicas y químicas, en cualquier ambiente costero.

ANTECEDENTES

El estudio del fitoplancton en el Golfo de México se inició con las observaciones de Schmidt *et al.* (1874-1959), quienes en su "Atlas Der Diatomaceen-Kunde" refieren gran número de especies de diatomeas recolectadas en diferentes localidades de la costa sudoccidental del golfo. Desde entonces, se han realizado diversas investigaciones como la revisión de Davis

(1954) en la que discute el estudio de mareas rojas, la distribución de cocolitofóridas en la porción central del golfo, la presencia de *Thrichodesmium erythraeum*, que sólo había sido registrada para el mar de los Sargazos, así como la abundancia de diatomeas en zonas someras de los géneros *Coscinodiscus*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Chaetoceros* y *Rhizosolenia*. El trabajo de Curl (1959) en la región noreste, donde encuentra una mayor diversidad de diatomeas principalmente *Rhizosolenia* spp y *Chaetoceros* spp. En tanto Conger *et al.* (1972) y Steidinger (1972) realizaron la compilación de especies de diatomeas y dinoflagelados que habían sido registradas en el golfo hasta 1971, de las cuales se reportan un total de 980 especies de diatomeas y 403 de dinoflagelados.

Más recientemente se tienen los trabajos de Licea *et al.* (1982), Dagg (1988), Lohrenz *et al.* (1994) y Bianchi *et al.* (1995) quienes estudian la respuesta del fitoplancton a perturbaciones ambientales naturales y antropogénicas. Prasad (1986), Herzig y Fryxell (1986), Prasad y Nenow (1988), Ruíz (1988), Moreno-Ruíz y Licea (1994), Fahnenstiel *et al.* (1992) y Licea (1992, 1994) entre otros, que aportan información sobre la sistemática de algún grupo en particular. Sin embargo, cabe hacer notar que la mayoría de los trabajos se han realizado en la región norte del golfo por su cercanía a centros de investigación y en la región sur, por su interés como zona pesquera de alta productividad y por la presencia de yacimientos petrolíferos como ya lo mencionaban Sackett (1972) y Licea (1992). Pero en general son pocos los trabajos sobre fitoplancton en la región sudoeste del golfo y en particular de la comunidad solamente se conoce que en áreas adyacentes al área de estudio, dominan los géneros *Coscinodiscus*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Thalassiothrix*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Pseudoeunotia*, *Exuviella*, *Gyrodinium* y *Amphidinium*, con densidades totales de entre 1,160 a 7,995 céls. L⁻¹ en otoño; en el cual altas densidades fitopláncticas (principalmente de géneros de diatomeas) coinciden con zonas de baja salinidad y áreas de abundancia pobre con regiones de alta temperatura (Avendaño y Sotomayor, 1980; Balderas-Palacios, 1994).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza al oeste del Golfo de México, en la parte correspondiente a las Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos Mexicanos, entre 21° a 24° de latitud norte y 96° a 97° 30' de longitud oeste (Fig. 1).

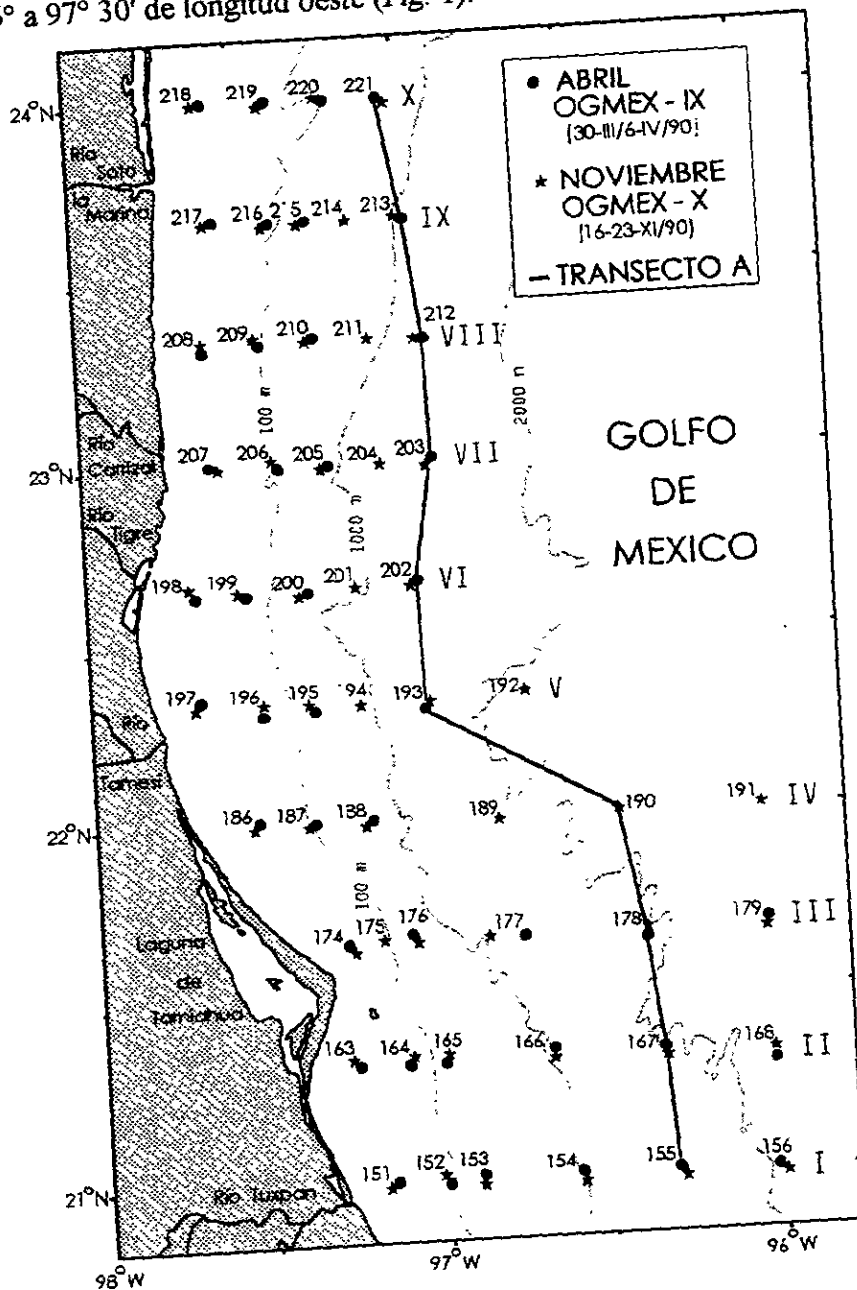


Fig. 1. Área de estudio y localización de puntos de muestreo.

La plataforma continental en esta zona es irregular, tiene menos de 50 km de ancho y su límite en profundidad es de aproximadamente 100 m (Uchupi, 1975), el talud tiene un gradiente no muy suave, que rápidamente alcanza profundidades cercanas a 2,500 m (Fig. 1). En esta área desembocan los ríos: Pánuco con una descarga anual promedio de 30.0 a 99.0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; Tuxpan con aporte de 1.0 a 2.5 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; Carrizal con gasto de 0.7 a 1.8 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; Tigre con una descarga de 0.5 a 1.4 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; Soto la Marina con un aporte 25.0 a 90.0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ y la laguna de Tamiahua, que son los más importantes tributarios de agua epicontinental (Emilsson *et al.*, 1973; Department of Commerce, 1985).

El clima de la región va de semiárido, con temperatura media anual de 18 a 22°C en la región norte del área correspondiente al estado de Tamaulipas hasta subhúmedo con temperatura media anual de 18°C al norte del estado de Veracruz (García, 1990). La precipitación mensual promedio es de 120 a 1,000 mm de junio a noviembre (época de lluvias), en tanto que en época de secas se registran precipitaciones menores de 120 mm entre diciembre y mayo; en general la humedad relativa es alta a lo largo del año (García *et al.*, 1977; Britton y Morton, 1989). Algunas de las características climáticas importantes del golfo son la influencia de masas de aire frío y seco provenientes del norte que al interactuar con las masas tropicales propias de éste producen frentes fríos conocidos como "nortes" entre los meses de octubre a febrero (Nowlin y Parker, 1974). Estos vientos tienen influencia en todo el golfo provocando enfriamiento y mezcla de la capa superficial, con un impacto considerable en la zona costera (Alatorre *et al.*, 1987). Otra de las características climáticas del área son los vientos alisios y el régimen de dos máximos de temperatura (Franceschini y El-Sayed, 1968; García, 1990).

La circulación en el Golfo de México está determinada fundamentalmente por la variación interanual de la corriente de Lazo con influjo a través del canal de Yucatán siendo éste, el factor principal de renovación del agua en la capa superficial (Nowlin, 1972); se señala que al incrementarse la velocidad aumenta la penetración de la corriente del Lazo hacia la costa oeste del golfo, lo que forma meandros que posteriormente al disminuir la velocidad forman giros anticiclónicos que se desprenden y desplazan hacia el oeste (Fig. 2), en dirección a las costas de Tamaulipas (Nowlin y Hubertz, 1972; Emilsson, 1976; Sturges y Blaha, 1976;

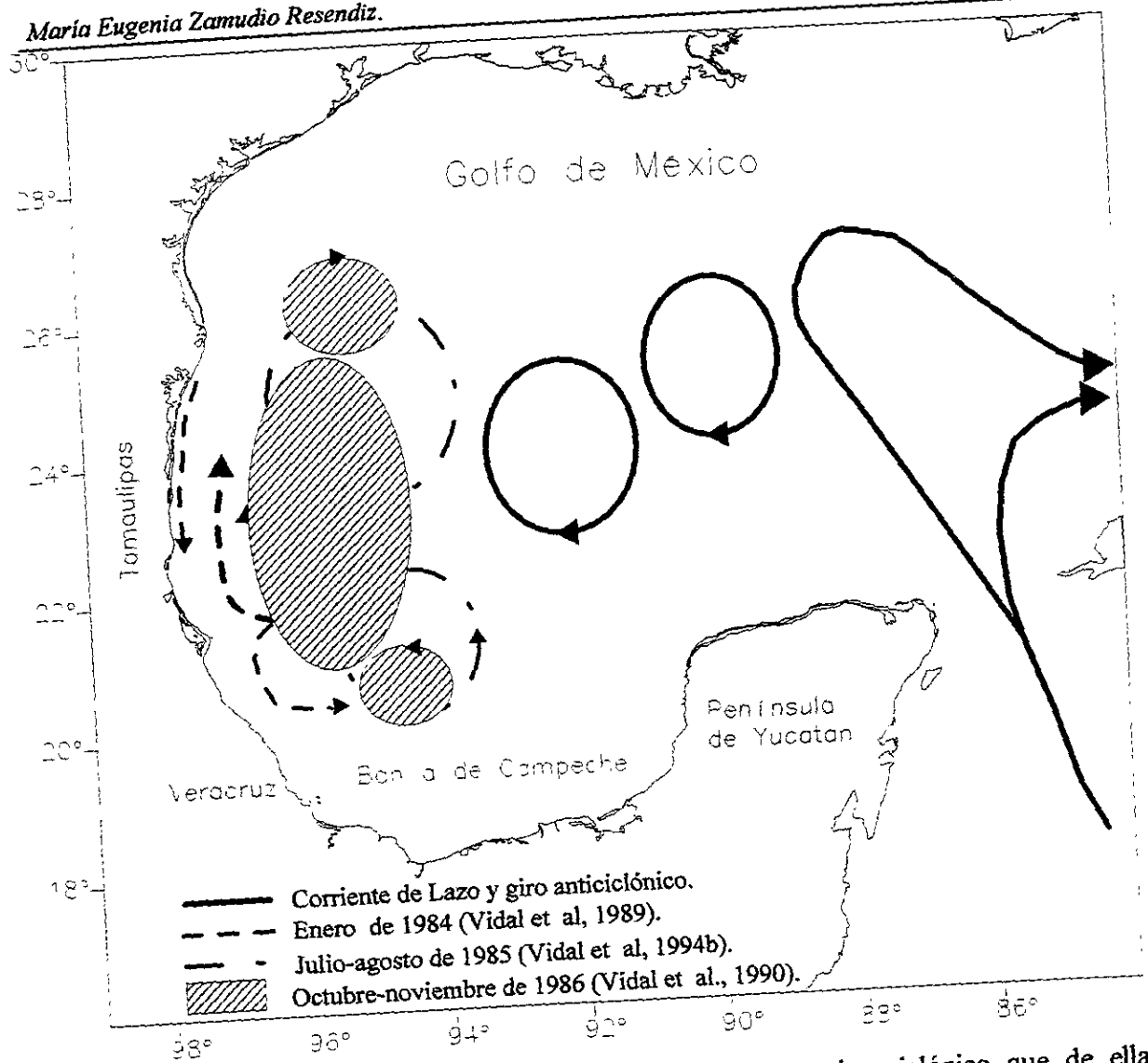


Fig. 2. Representación gráfica de la corriente del Lazo y giro ciclónico que de ella se desprende, de acuerdo a varios autores.

Merrell y Morrison, 1981; Vidal *et al.*, 1992). En la porción oeste del golfo la circulación es muy variable, en verano tiende a moverse en dirección de las manecillas del reloj, en tanto en invierno, como consecuencia del régimen de "nortes" la circulación costera es impulsada hacia el sur. Su principal fuente de flujo es la corriente de Yucatán a través de los giros anticiclónicos que se desprenden de esta corriente y que al chocar con la plataforma continental se degradan en giros ciclónicos-anticiclónicos; la segunda fuente es la descarga de los ríos, esta última con una influencia hasta 55 m de profundidad (Britton y Morton, 1989; Vidal *et al.*, 1994a). En enero de 1984 Vidal *et al.* (1989) encontraron una zona de divergencia al este de Tamaulipas que bifurca la circulación en dirección norte-sur, con

circulación ciclónica al sur de la divergencia y anticiclónica con mayor intensidad hacia el norte. De finales^{de} julio a principios de agosto de 1985 Vidal *et al.* (1994b) muestran la presencia de un par de giros ciclónico-anticiclónico que inducen al campo de circulación entre los paralelos 19° y 26°N, y que orientan la circulación sobre la plataforma hacia el noroeste. Entre octubre y noviembre de 1986 Vidal *et al.* (1990) establecen la presencia en el golfo de un gran giro anticiclónico tres veces mayor en su diámetro este-oeste que en la porción nort-sur, asociado a dos giros ciclónicos más pequeños. Por efecto de la circulación anticiclónica en la región central del golfo, la masa de agua es transportada hacia el talud y la plataforma continental hacia el oeste entre 22-23°N, lo que forma dos corrientes de chorro paralelas al talud.

En cuanto a las características físicas, químicas y biológicas en áreas adyacentes sólo se cuenta con información parcial que aportan Leipper (1954), El-Sayed (1972), Sackett (1972), Moulin (1980), Villa y Cuervo (1988), Vidal *et al.* (1989, 1990, 1994b) Müller-Karger *et al.* (1991), Balderas-Palacios (1994) y Velasco (1994), la que en seguida se resume:

La temperatura superficial del agua en promedio para el invierno se encuentra por debajo de 23.8°C en el sur y hasta 18.3°C en el norte, mientras que en el verano es uniforme en toda la región con más de 26°C. La termoclina no muestra un comportamiento regular entre un año y otro, sin embargo en términos generales se puede establecer que en invierno se localiza entre 100 y 200 m como consecuencia de la mezcla convectiva ocasionada por los "nortes", en tanto que en verano se localiza entre 50 a 80 m o inicia desde la superficie por estratificación. La salinidad describe una variación entre 36.0 y 36.4 ups, con los valores menores en zonas costeras principalmente en invierno y frente a la desembocadura de ríos. Lo mismo sucede con la concentración de oxígeno disuelto en la capa superficial y hasta 150 m, la cual oscila entre 4.5 a 6 mL L⁻¹ con los registros más altos en la superficie y cerca de la costa.

La concentración de nitratos oscila entre 0.05 y 9.61 µg-at L⁻¹ y de amonio fluctúan de 2.00 a 3.60 µg-at L⁻¹; en ambos casos los datos más elevados se observan en las áreas de influencia de ríos y en el área del giro anticiclónico. La concentración de fosfatos y silicatos varían enormemente, en el primer caso oscilan en lo no detectable y 2.26 µg-at L⁻¹ y los silicatos

entre no detectable y $20 \mu\text{g-at L}^{-1}$, con los registros altos en la cercanías de aportes fluviales, en particular en verano coincidiendo con la máxima intensidad de descarga de los ríos. Con respecto a la variación vertical los nutrientes antes mencionados registran en general valores bajos de la superficie y hasta 200 para después incrementarse. La variación estacional indica que los silicatos, fosfatos y nitratos son mayores en otoño que en otras épocas.

La clorofila *a* superficial esta sujeta a un ciclo estacional generalmente sincrónico, con concentraciones altas de diciembre a febrero con valores mayores de 1.60 mg m^{-3} , y menores de 0.50 mg m^{-3} entre mayo y julio. La distribución vertical define a la capa de concentración máxima entre 50 y 90 m, generalmente asociada a la distribución de nutrientes.

MATERIAL Y MÉTODO

Los datos analizados en este estudio se obtuvieron durante dos campañas oceanográficas: OGMEX-IX (30 de marzo al 6 de abril de 1990) y OGMEX-X (16 al 23 de noviembre de 1990), dentro del proyecto Oceanografía General del Golfo de México (OGMEX), en una red de 43 y 54 sitios de muestreo respectivamente, organizados en 10 transectos (Fig. 1), abordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM. Las muestras destinadas a los análisis químicos y biológicos se recolectaron con botellas tipo Niskin de 1.5 y 5 L, a profundidades de 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 y 200 m, siempre que la profundidad del sitio a muestrear lo permitiera.

Los datos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se obtuvieron de forma directa con un CTD tipo Neil Brown Mark-IIIB, en tanto que los valores de salinidad se calcularon por medio de un programa, con la información del CTD y se utilizaron a las unidades practicas de salinidad (ups) como unidades de concentración. Para conocer el comportamiento de éstos parámetros, se

realizaron perfiles y planos horizontales con ayuda del programa Surfer (Surface Mapping System V. 5, 1993-1994) a través del método de interpolación de Kriging con búsqueda de tres puntos por octante (Cressie, 1991; Keckler, 1994).

La concentración de oxígeno disuelto se determinó a bordo del barco, por el método de "Winkler modificado" (Carrit y Carpenter, 1968). La determinación de la concentración de nitritos, nitratos y amonio, se realizó de acuerdo a las técnicas automatizadas descritas por Müller y Smith (1992), en tanto que los fosfatos y silicatos se analizaron mediante las técnicas referidas por Van Loon (1989). Por razones logísticas la cuantificación de los NO_3 , NO_2 , PO_4 se hicieron con ayuda de un autoanalizador de flujo continuo Tecator a bordo del buque, mientras que para la medición de NH_4 y SiO_2 se uso un autoanalizador de flujo continuo MT-2 en tierra. El cálculo de la relación N:P se hizo en base al peso molecular de las formas nitrogenadas y fosfatadas antes mencionadas, considerando solo al nitrógeno y fósforo. Por uso y costumbre la unidad de concentración adoptada aquí es $\mu\text{g-at L}^{-1}$ para nutrientes y mL L^{-1} para oxígeno, aunque químicamente las unidades adecuadas sean $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Fonselius, 1975; Anónimo, 1985). Los datos obtenidos se organizaron en gráficos de barras y bigotes de acuerdo a Digby y Kempton (1987), con ayuda del programa Sigma Plot (Scientific Graphing Software V. 2, 1986-1994).

La determinación de clorofila *a* se realizó a bordo del buque por el método fluorométrico descrito por Holm-Hansen *et al.* en 1965, referido en Strickland y Parsons (1977), para lo cual se utilizaron filtros Millipore de $0.45 \mu\text{m}$ y 500 mL de agua filtrada; para conocer el comportamiento de estos datos se estructuraron en planos horizontales y perfiles verticales de distribución, con ayuda de los programas Surfer y Sigma Plot

Las muestras destinadas al análisis de células fitopláncticas se recolectaron directamente de las botellas Niskin a las profundidades antes referidas. El análisis cuantitativo y cualitativo se efectuó con cámaras de sedimentación compuestas de 100 mL de capacidad, según el método de Utermöhl referido en Hasle (1978) y se emplearon 500 aumentos para las especies pequeñas y 125 aumentos para cuantificar toda la muestra. La determinación sistemática se realizó con base en las descripciones existentes en las obras especializadas para cada grupo,

principalmente se consultó en cianofitas a Drouet (1968), Foog *et al.* (1973) y Humm y Wicks (1980); de clorofitas a Bold y Wyne (1978) y Dawes (1986); para cocolitofóridas a Schiller (1930) y Heimdal (1993); en el caso de silicoflageladas a Gemeinhardt (1930), Erard-LeDenn (1991) y Thronsen (1993); en diatomeas a Peragallo y Peragallo (1897-1908), Boyer (1916), Lebur (1930), Cupp (1943), Hustedt (1930a, 1930b, 1959, 1961-1966), Hasle (1964, 1974), Hendey (1964), Simonsen (1974), Tempère (1974) Foged (1975), Hasle y Fryxell (1977), Navarro (1981, 1982, 1983a, 1983b), Cardinal *et al.* (1984, 1986), Poulin *et al.* (1984a, b, 1987), Von Stosch (1985), Berard-Therriault *et al.* (1986, 1987), Hallegraeff (1986), Sundström (1986), Herzig y Fryxell (1986), Rines y Hargraves (1988), Syvertsen y Lange (1990), Hernández-Becerril (1991), y Hasle y Lange (1992); finalmente para dinoflageladas y fitoflageladas desnudas a Kofoid y Swezy (1921), Schiller (1933), Wood (1954, 1965), Steidinger y Williams (1970), Taylor (1976), Balech (1988) y Steidinger y Tangen (1996). Cabe aclarar, que por las limitaciones inherentes al método de Utermöhl y experiencia del autor, no fue posible determinar a nivel específico las especies de talla pequeña en todos los grupos; por otra parte, las dinoflageladas y fitoflageladas desnudas de manera convencional se incluyeron bajo el nombre de "flageladas".

Con el fin de establecer el patrón de variabilidad espacio-temporal del fitoplancton se elaboraron figuras que ilustran la distribución de la abundancia relativa tanto general como por grupos taxonómicos. Por otra parte, se calculó la abundancia, frecuencia e importancia relativas para cada taxa considerando como:

- Abundancia relativa: Valor porcentual del número de individuos de un taxa con respecto al total en una muestra (Odum, 1972).
- Frecuencia relativa: El porcentaje de estaciones en que se encontró a una especie (Dawes, 1986).
- Importancia relativa: El promedio de la frecuencia y abundancia relativas, (Franco *et al.*, 1985).

La relación del fitoplancton con las variables físicas y químicas se estudió mediante el análisis estadístico de agrupación y componentes principales (PCA), recomendado por Hesel y Hirsch (1992) y Ohman *et al.* (1982). El análisis se realizó entre los grandes grupos del fitoplancton (cianofitas, clorofitas, cocolitofóridas, silicoflageladas, diatomeas, dinoflageladas y fitoflageladas desnudas), los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos, relación N.P, silicatos y clorofila *a*) y las unidades de muestreo. La unidad de muestreo se aplica en este caso a los niveles de colecta de datos, así, un mismo sitio de muestreo puede tener tanta unidades como niveles. Otro comparación se efectuó entre las especies que se encuentran en más de un sitio de recolecta, cuya varianza en abundancia fue de > 0.5 , y las unidades de muestreo. Dichos análisis se realizaron con ayuda del programa Statistica (Statistica for Windows Release 4.5, Statsoft, Inc. 1993).

La técnica de PCA es un modelo de factores basada en la varianza total. Con un análisis de componentes, las unidades (ls) son usadas en la diagonal de la matriz de correlación; este procedimiento computacional implica que todas las variables son comunes. Este tipo de técnica que pertenece al análisis de factores, tiene como propósito realizar primero un análisis exploratorio de datos o sea sin rotar los ejes, y después un análisis confirmatorio (rotación varimax). El objeto de usar esta técnica es determinar la estructura de interrelaciones (correlaciones) entre un gran número de variables (>274) definido por los factores; el cual se caracteriza por criterios variables.

La determinación de los ejes principales del análisis de PCA que describen al sistema (parámetros considerados) se realizó con base en el criterio de Catell establecido en 1966 (en: Anónimo 1986-1991) que se basa en la curva de los eigenvalores. Asimismo, se estableció un valor de carga significativo cuando este fue mayor de 0.5, sea positivo o negativo; ya que el número de muestras es mayor a 274.

En la clasificación de las variables se utilizaron dendogramas de afinidad, los cuales se hicieron probando varios métodos de distancias entre estaciones y aglomerativos, eligiendo el que mejor representó la asociación de las variables analizadas.

RESULTADOS

VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Los datos de salinidad y temperatura de abril permitieron detectar la presencia de un ligero frente termohalino en la franja costera al norte de la laguna de Tamiahua a una profundidad máxima de 30 m, que coincide con la isohalina de 36 ups (Fig. 3b) y la isoterma de 23 °C (Fig. 3a). Esta discontinuidad se corroboró a través del cálculo de los gradientes entre localidades de muestreo (Tabla 1) y se consideró como límites de acotación los referidos por Federov (1986). En noviembre se observó un descenso en salinidad y temperatura en los transectos IX y X, frente al río Soto la Marina, sin embargo, esta disminución no se puede considerar un frente, aunque si refleja el efecto de aguas epicontinentales.

Tabla 1. Gradientes mayores de salinidad y temperatura entre localidades costeras de los transectos V a X. Los datos subrayados se ubican entre los límites de acotación de un frente típico (Federov, 1986).

| Transectos Localidad Profundidad (m) | SALINIDAD | | | | | | NOVIEMBRE 1990 | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | ABRIL 1990 | | | | | | IX | X |
| | V | VI | VII | VIII | IX | X | 217-215 ups km ⁻¹ | 218-220 ups km ⁻¹ |
| 5 | <u>0.156</u> | <u>0.183</u> | <u>0.194</u> | <u>0.134</u> | <u>0.162</u> | <u>0.172</u> | 0.033 | 0.046 |
| 10 | <u>0.166</u> | <u>0.187</u> | <u>0.196</u> | <u>0.150</u> | <u>0.165</u> | <u>0.150</u> | 0.062 | 0.043 |
| 20 | <u>0.186</u> | <u>0.196</u> | <u>0.194</u> | <u>0.129</u> | <u>0.160</u> | <u>0.115</u> | 0.032 | 0.032 |
| 30 | 0.064 | | | 0.098 | <u>0.146</u> | 0.061 | 0.027 | 0.051 |
| 50 | | | | 0.011 | 0.028 | 0.022 | 0.021 | 0.046 |
| 75 | | | | | | 0.006 | | |
| | TEMPERATURA | | | | | | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ |
| | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ | °C km ⁻¹ |
| 5 | <u>0.151</u> | <u>0.172</u> | <u>0.182</u> | 0.094 | <u>0.169</u> | <u>0.105</u> | 0.058 | 0.044 |
| 10 | <u>0.159</u> | <u>0.171</u> | <u>0.181</u> | 0.064 | <u>0.193</u> | <u>0.127</u> | 0.057 | 0.044 |
| 20 | <u>0.205</u> | <u>0.185</u> | <u>0.181</u> | 0.090 | <u>0.161</u> | 0.080 | 0.059 | 0.044 |
| 30 | <u>0.105</u> | | | <u>0.148</u> | <u>0.145</u> | <u>0.100</u> | 0.083 | 0.065 |
| 50 | | | | 0.032 | 0.060 | 0.016 | <u>0.110</u> | 0.086 |
| 75 | | | | | | 0.028 | | |

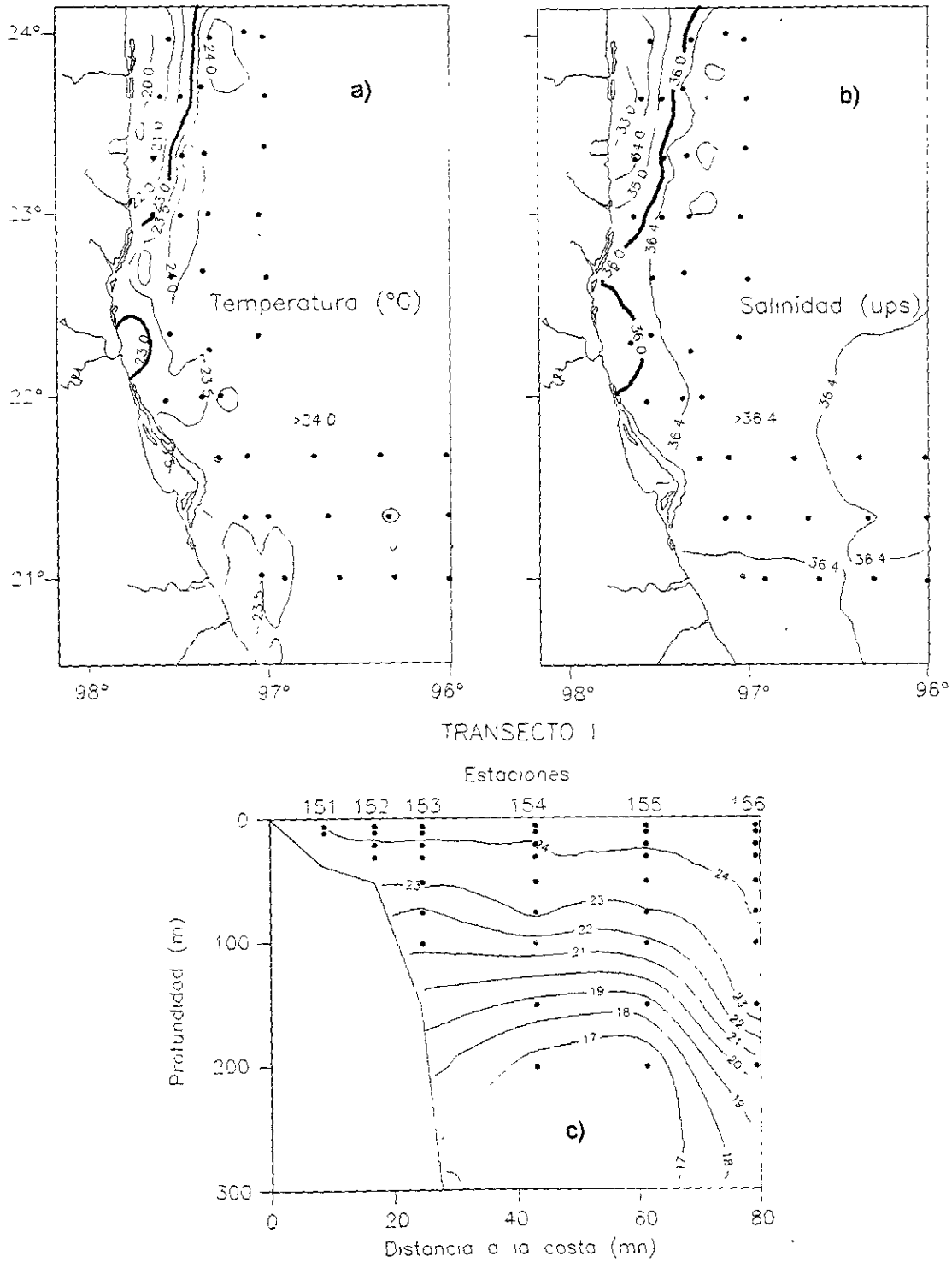


Fig. 3a-c. Isolíneas de temperatura y salinidad en abril de 1990. a y b) En línea gruesa isoterma de 23°C e isohalina de 36 ups respectivamente, a 30 m de profundidad; c) Perfil de las isotermas del transecto I.

Los perfiles de temperatura y salinidad perpendiculares a la costa, reflejan en general una estratificación termohalina en abril (no se ilustran), excepto el transecto I (Fig. 3c) en que se advirtió la presencia de una inflexión de las isotermas entre los puntos 155 y 156. Ésta condición se observa con mayor claridad en una sección paralela a la costa en que el domo térmico tiene su máxima combadura en la localidad 167, con plegamiento de las isotermas hacia la superficie (Fig. 4a). Dicho domo se ubicó entre los transectos I y III, como lo muestra la profundidad de la isoterma de 18°C (Fig. 5), la cual refleja la temperatura mínima con la que se puede representar la elevación de las isotermas; esta situación también se refleja en la isohalina de 36.4 ups, aunque con menor claridad (Fig. 4b). Por el contrario en noviembre se advierte una marcada estratificación termohalina, donde la isohalina de 36.4 ups forma una capa continua entre 50 y 150 m que se expande hacia los transectos VIII y IX, donde se muestra una tendencia hacia la homogeneización de la columna de agua (Fig. 4d). Otro aspecto importante es la temperatura de la capa superficial (0-50 m) cuya oscilación entre abril y noviembre varió de 22 a 26.5°C, con los valores más bajos en la cercanía de los ríos durante el muestreo de abril (Figs. 4a, c).

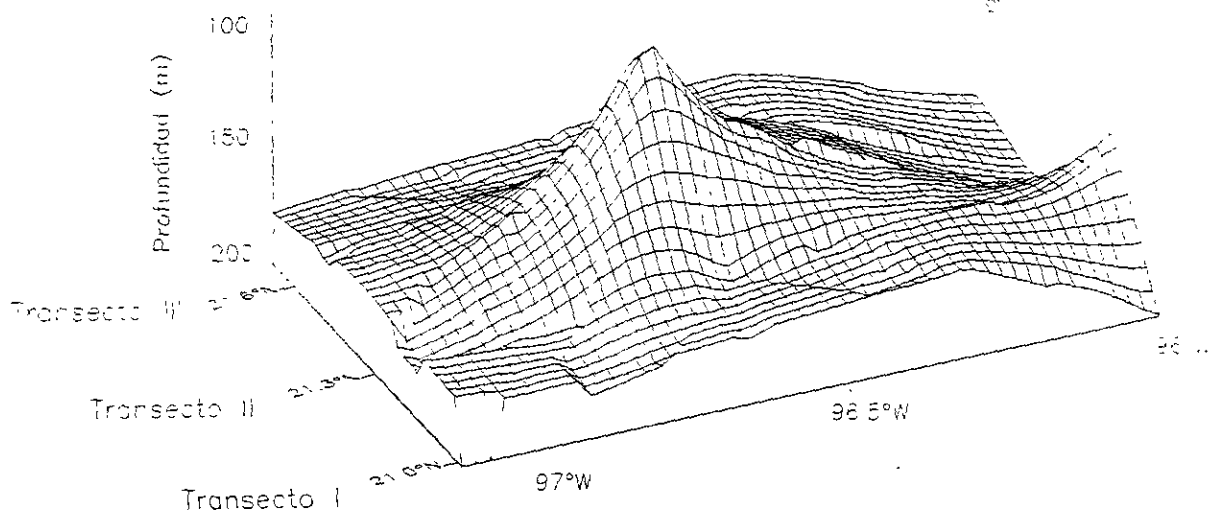


Fig. 5. Profundidad de la isoterma de 18°C en localidades con más de 100 de profundidad, del transecto I a III en abril de 1990.

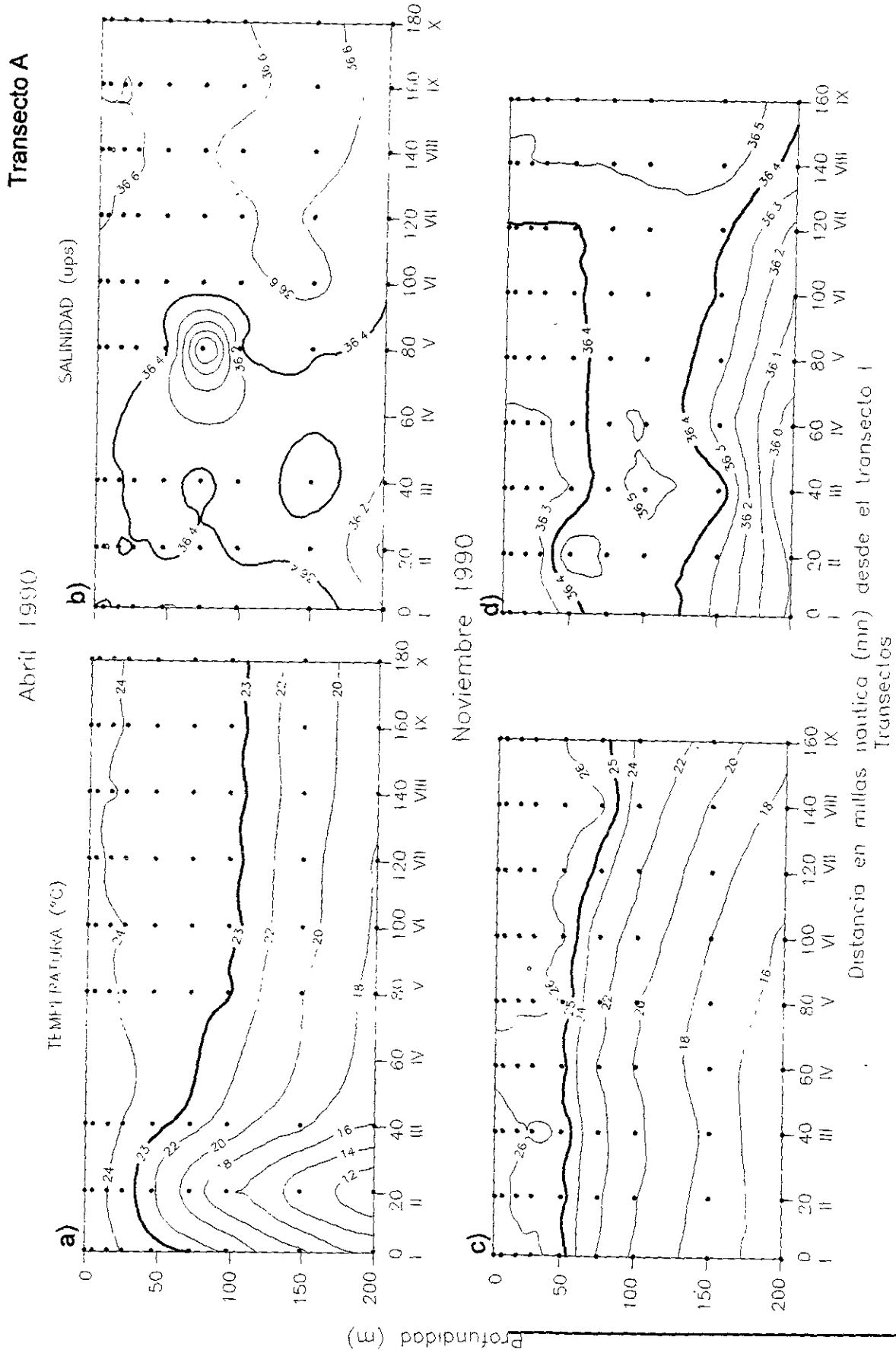


Fig. 4a-d. Perfil de isotermas e isohalinas del transecto A paralelo a la costa. En línea gruesa se indican las isolíneas de 23°C y 36.4 ups de abril y en noviembre, las de 25°C y 36 ups. Los números romanos corresponden al transecto en que se ubican las estaciones. El área sombreada ilustra la capa de 36.4 ups.

La termoclina en abril muestra escasa definición en la mayoría de las estaciones y es poco perceptible en otras (Fig. 6a, b), debido probablemente a la presencia de un "norte" moderado durante el muestreo. En noviembre se localizó aproximadamente entre 50 y 75 m, en la isoterma de 25°C (Fig. 4c), la cual se percibe con mayor claridad en los perfiles de temperatura de la figura 6c, d.

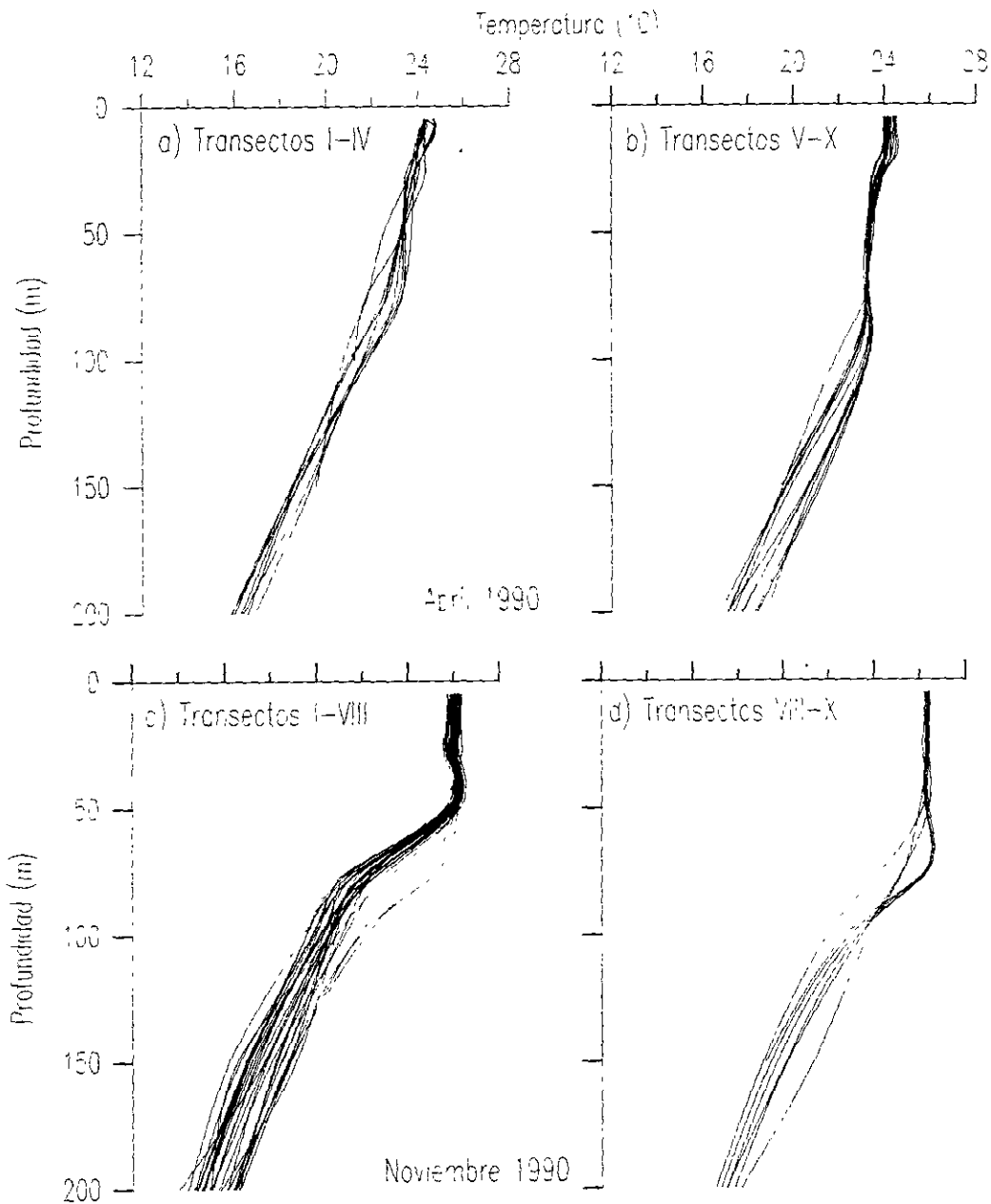


Fig. 6a-d. Perfiles de temperatura en sitios con profundidad mayor a 100 m.

El oxígeno disuelto de la capa superficial (0-30 m) en la campaña de abril registró concentraciones entre 4.0 y 5.5 ml L⁻¹; con tendencia a disminuir a partir de 50 m hasta un mínimo de 1.5 ml L⁻¹. En cambio en noviembre, se observó homogeneidad de la capa superficial hasta 75 m, con la mayoría de los datos en el intervalo de 4.5-5.5 ml L⁻¹, posteriormente las concentraciones disminuyen drásticamente en función de la profundidad hasta un mínimo de 2.8 ml L⁻¹ (Figs. 7a, b).

Los valores altos de nitratos en abril se localizan por debajo de 100 m de profundidad con incrementos hasta de 24.5 µg-at L⁻¹ a 200 m, a la vez se observan algunas cifras extremas (+) en la capa superficial (>15.0 µg-at L⁻¹). Cabe resaltar que el 81.9 por ciento de los datos tienen valores que fluctúan entre 0.2 y 5.0 µg-at L⁻¹. En noviembre, las concentraciones son ligeramente mayores con tendencia a incrementarse con la profundidad. En este muestreo el 71.2 por ciento de los valores están entre 0.35 y 5.0 µg-at L⁻¹ (Figs. 7c, d).

La concentración de nitritos en abril se asume se encuentra por debajo de 0.07 µg-at L⁻¹, ya que el método de análisis utilizado no detecta valores inferiores. En tanto en noviembre se observó que el 85 por ciento de los datos registran valores inferiores a 1.0 µg-at L⁻¹, con un máximo de 4.9 µg-at L⁻¹ a 20 m, los datos restantes se ubicaron entre 1.0 y 2.0 µg-at L⁻¹, sin una tendencia definida (Fig. 7e).

En abril la concentración de amonio se encuentra principalmente en el intervalo de 5.0 a 11.5 µg-at L⁻¹ con un máximo de 19.2 µg-at L⁻¹ a 20 m y distribución homogénea en la columna de agua. En noviembre, el 90 por ciento de los datos se observa en el intervalo 0.9 y 30.0 µg-at L⁻¹ (Fig. 8a, b).

El fosfatos registró en abril una escasa variación vertical con el 50.4 por ciento de los valores por debajo de las cifras mínimas detectables (0.3 µg-at L⁻¹); el resto de los datos osciló entre 0.3 a 6.0 µg-at L⁻¹. En noviembre se notó un ligero incremento en la concentración, con la mayoría de los datos entre 2.0 y 6.0 µg-at L⁻¹, y un máximo de 7.7 µg-at L⁻¹, sin tendencia con la profundidad (Fig. 8c, d).

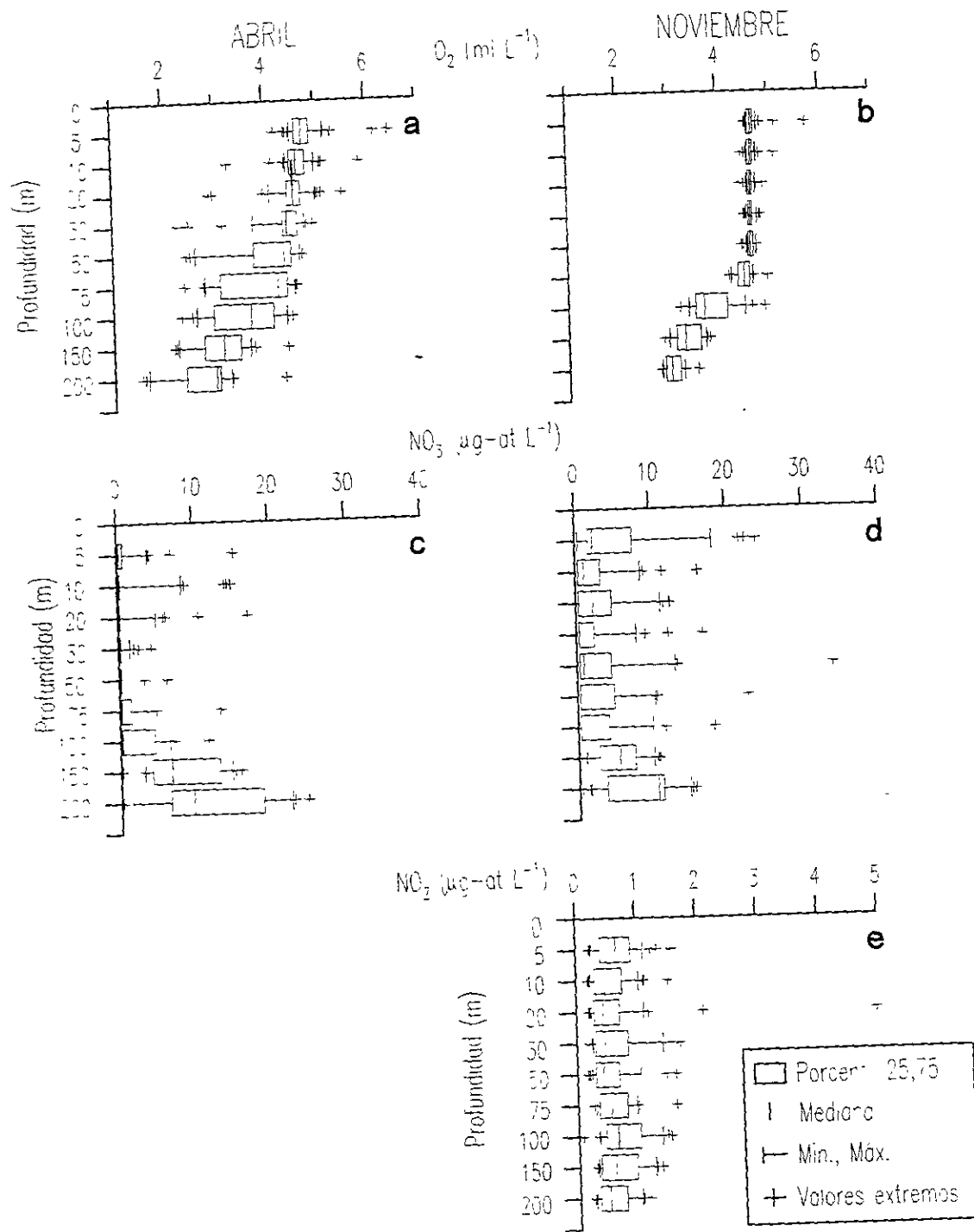


Fig. 7a-e. Perfiles de: a, b)oxígeno disuelto ($ml L^{-1}$), c, d)nitratos y e) nitritos ($\mu g-at L^{-1}$).

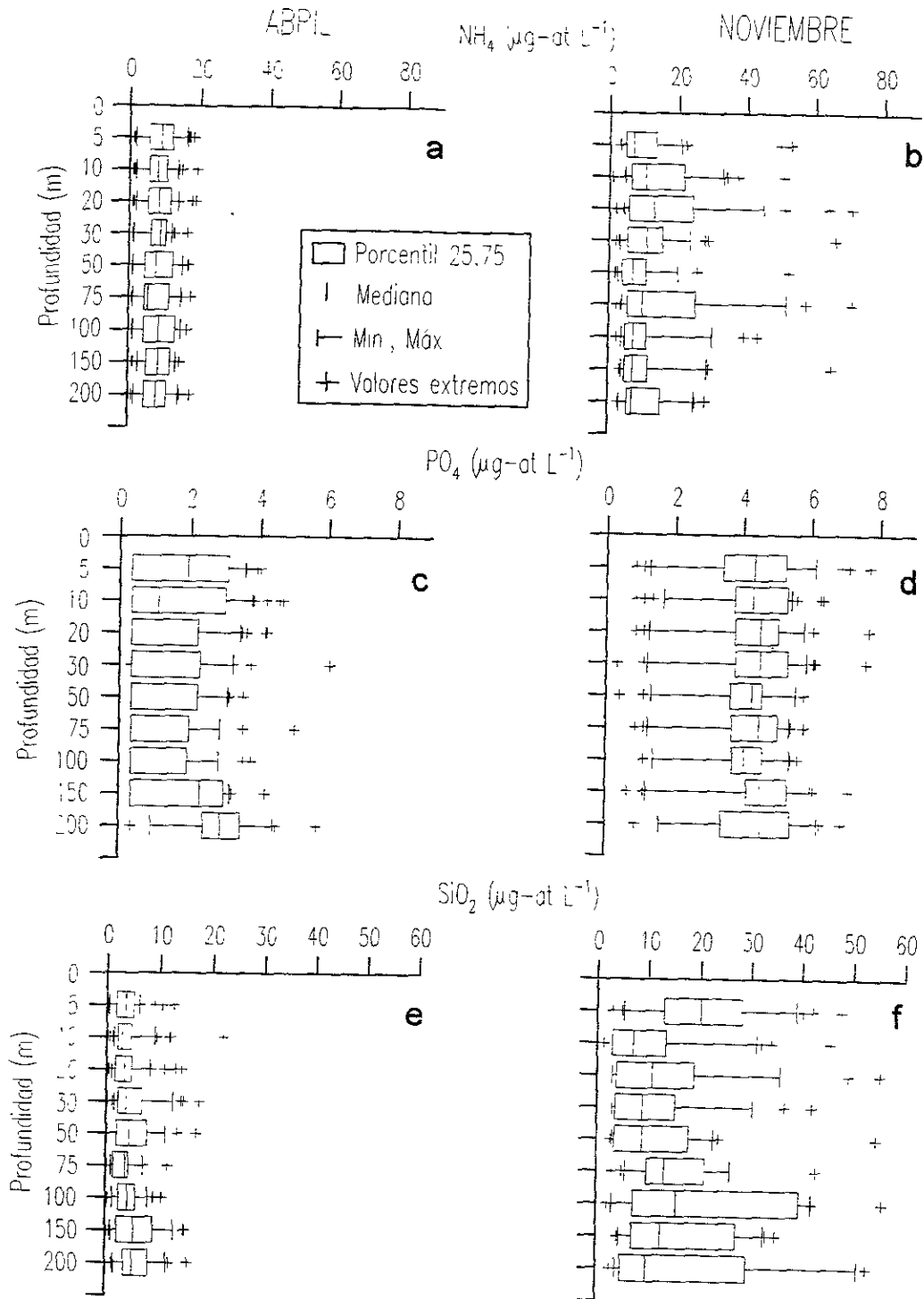


Fig. 8a-f. Perfiles de: a, b) amonio, c, d) fosfatos y e, f) silicatos ($\mu\text{g-at L}^{-1}$).

La relación nitrógeno y fósforo (N:P) fue mayor en abril, debido a los bajos valores en la concentración de fosforo, mientras que en noviembre la mayoría de los datos fue inferior a 10 (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de datos de la relación Nitrógeno:Fosforo

| | No. Datos | Mín. | Máx. | Media | 25% Porcentil | 75 % Porcentil |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|---------------|----------------|
| Abril 1990 | 254 | 0.069 | 80.13 | 8.63 | 3.12 | 30.77 |
| Noviembre 1990 | 220 | 0.460 | 60.33 | 6.03 | 1.83 | 7.24 |

La concentración menor de silicatos se observó en abril, con un valor máximo de 21.9 $\mu\text{g-at L}^{-1}$ a 10 m; el resto de los datos osciló entre 0.1 y 5.0 $\mu\text{g-at L}^{-1}$. En noviembre el 84.9 por ciento de los datos registró valores en el intervalo de 1.3 y 30.0 $\mu\text{g-at L}^{-1}$ con un máximo de 55.6 $\mu\text{g-at L}^{-1}$ a 100 m (Fig. 8e, f).

FITOPLANCTON

Los resultados cualitativos y cuantitativos señalan que se trata de una región oligotrófica subtropical. Las observaciones de los dos muestreos se encuentran referidas en la tabla 3, y figuras 9 a 12, donde se aprecia la oscilación de los aspectos estudiados. En seguida se describen los resultados más sobresalientes.

En abril la distribución horizontal promedio de la densidad de organismos en la columna de agua es pobre, ya que la mayoría de los valores se ubican por debajo de 1,000 céls. L^{-1} ; en cambio en noviembre, es generalmente superior a 5,000 céls. L^{-1} , particularmente en la parte norte del área de estudio. La distribución de la clorofila *a* en abril, tuvo la mayor parte de los registros dentro del intervalo de 0.027 y 0.092 mg m^{-3} con un máximo de 1.010 mg m^{-3} ; mientras que en noviembre el 50 por ciento de los datos osciló entre 0.023 y 0.065 mg m^{-3} , con un valor máximo de 0.450 mg m^{-3} y un mínimo detectable de 0.010 mg m^{-3} (Fig. 9).

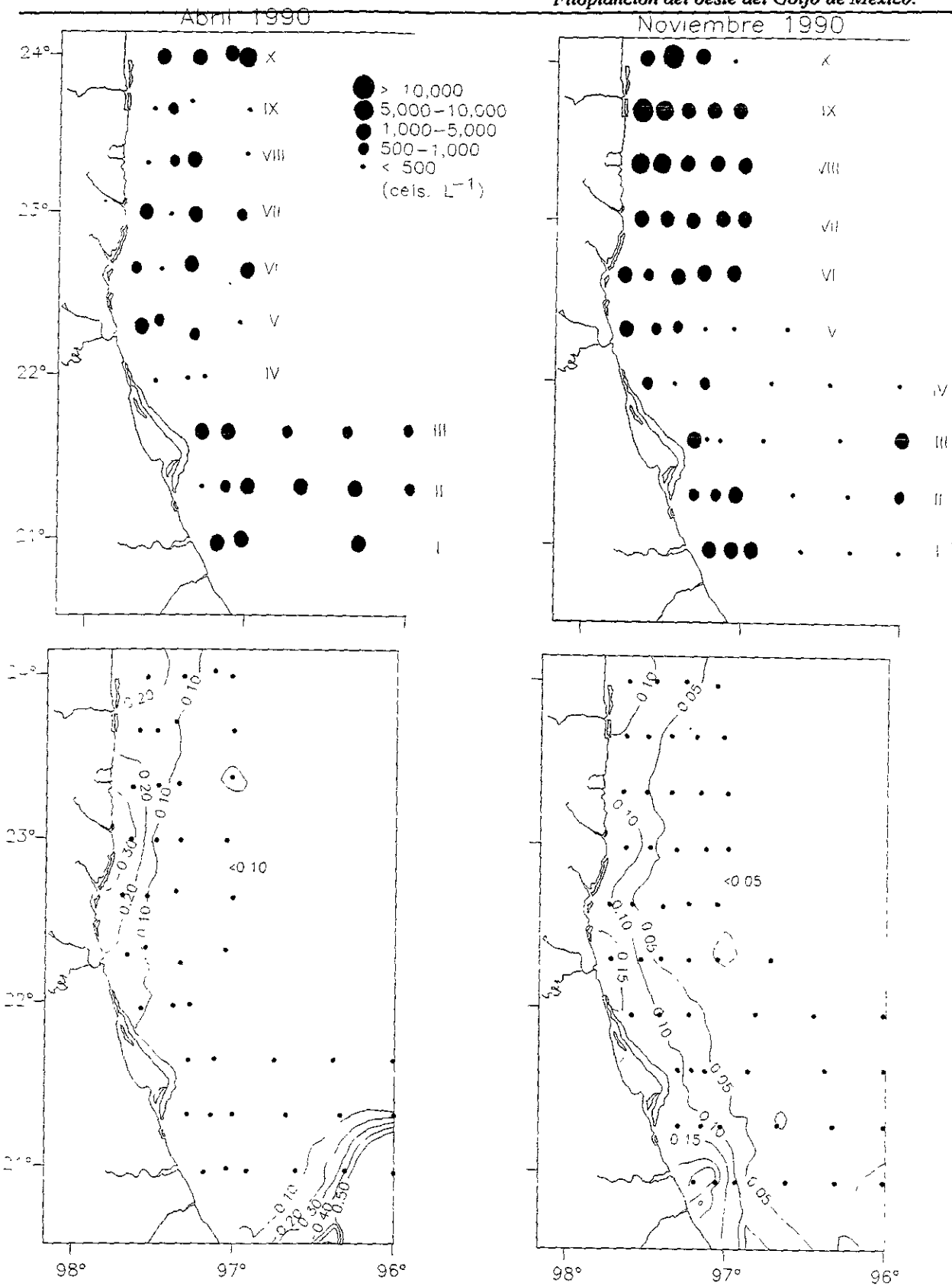


Fig. 9. Arriba distribución horizontal promedio de la abundancia relativa en céls. L⁻¹. Abajo, distribución horizontal promedio de la clorofila *a* en mg m⁻³

La figura 10 ilustra el perfil promedio de la distribución de la densidad de organismos y la clorofila *a*. En ambos casos se nota la presencia de dos picos con alta concentración que se conservan en los dos muestreos, así como un ligero desplazamiento de los rasgos de clorofila *a* con respecto a la densidad. La mayor abundancia de células fotosintéticas se observó en noviembre a 10 m con 2,700 céls. L⁻¹ y en abril a 75 m con 1,670 céls. L⁻¹. Los picos de máxima concentración de clorofila *a* se ubicaron en abril a 20 m con 0.12 mg m⁻³ y en noviembre a 75 m con 0.075 mg m⁻³.

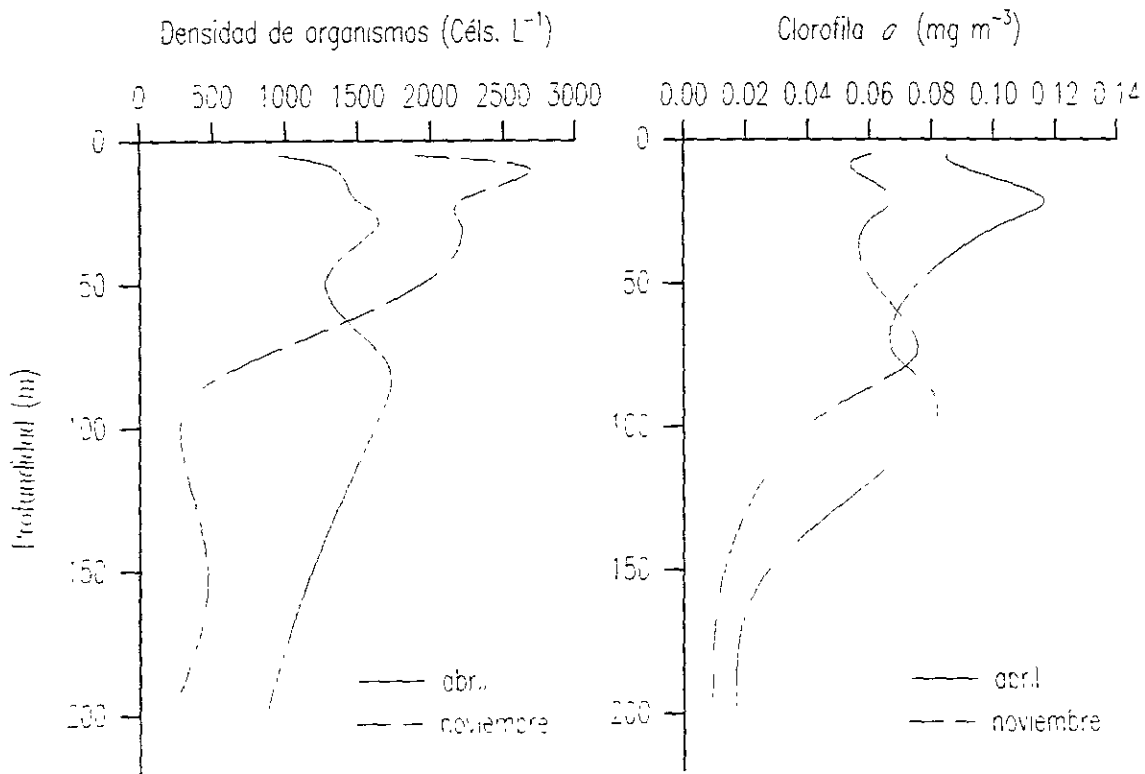


Fig. 10. Perfil promedio de la densidad de organismos y clorofila *a* (1990).

En abril la distribución horizontal de la densidad promedio de los grupos del fitoplancton, señala que las cocolitofóridas son las más abundantes, seguidas por las flageladas, diatomeas, cianofitas, clorofitas y silicoflageladas (Fig. 11). Las cocolitofóridas tuvieron valores superiores a 1,000 céls. L^{-1} en la mayor parte del área, excepcionalmente se observó un valor superior a 5,000 céls. L^{-1} frente al río Soto la Marina. Las flageladas tuvieron abundancias mayores a 500 céls. L^{-1} en la mayor parte del área sobre todo cerca de la costa, con un máximo en la sitio 218. Las diatomeas registraron también su máximo en la localidad 218 con 3,000 céls. L^{-1} y se presentaron datos superiores a 1,000 céls. L^{-1} frente a la desembocadura de ríos. Las cianofitas solo abundan frente a los ríos Tuxpan y Soto la Marina, con valores que oscilan entre 417 y 1,049 céls. L^{-1} , en el resto del área los valores fluctuaron dentro 12 y 100 céls. L^{-1} . Las clorofitas y silicoflageladas presentan en general concentraciones menores a 100 céls. L^{-1} , con excepción de cuatro estaciones al sureste de la laguna de Tamiahua para las clorofitas y la sitio 167 en las silicoflageladas. En noviembre la densidad de organismos fue superior a los registros de abril, siendo las cocolitofóridas los organismos más abundantes, seguidas por las diatomeas y flageladas sobre todo en la parte norte del área de estudio. Los grupos restantes (clorofitas, cianofitas y silicoflageladas) mantuvieron una situación similar a la de abril.

La distribución vertical promedio de la densidad de organismos de los grupos del fitoplancton mostró que en abril, las cocolitofóridas y diatomeas son los grupos más numerosos, se concentran en la capa de superficial y hasta 75 m, posteriormente disminuye su abundancia a entre 100 y 200 m con valores cercanos a 200 céls. L^{-1} . En tercer lugar se ubican las flageladas y silicoflageladas siguiendo el mismo patrón de distribución de los dos grupos anteriores. Las clorofitas y cianofitas mostraron dos picos de abundancia, el primero a ± 30 m y el segundo ± 150 m con un valor cercano a 100 céls. L^{-1} a 50 m. En noviembre las cocolitofóridas constituyeron el grupo de mayor abundancia con dos picos, uno a 30 m y el otro a 75 m con 1,053 y 1,347 céls. L^{-1} respectivamente, que por otro lado coinciden con los valores máximos de clorofila a . Las flageladas registraron un pico a 10 m con 381 céls. L^{-1} , los grupos restantes presentaron escasa fluctuación en 20 y 200 m (Fig. 12).

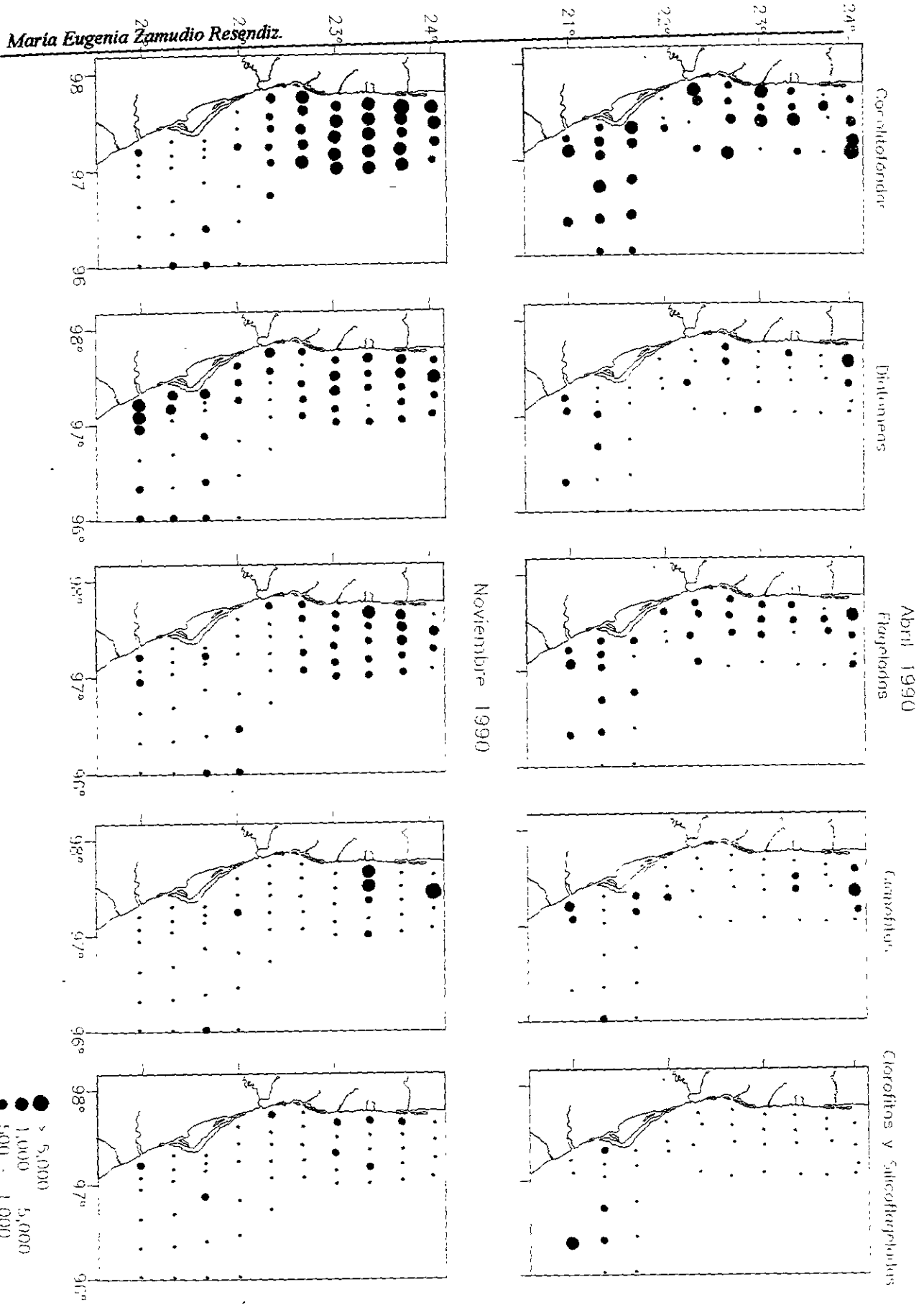


Fig. 11. Distribución horizontal de la abundancia promedio de los grupos de fitoplancton, por la baja densidad de clorofilas y silicoflageladas se gráficcan juntas.

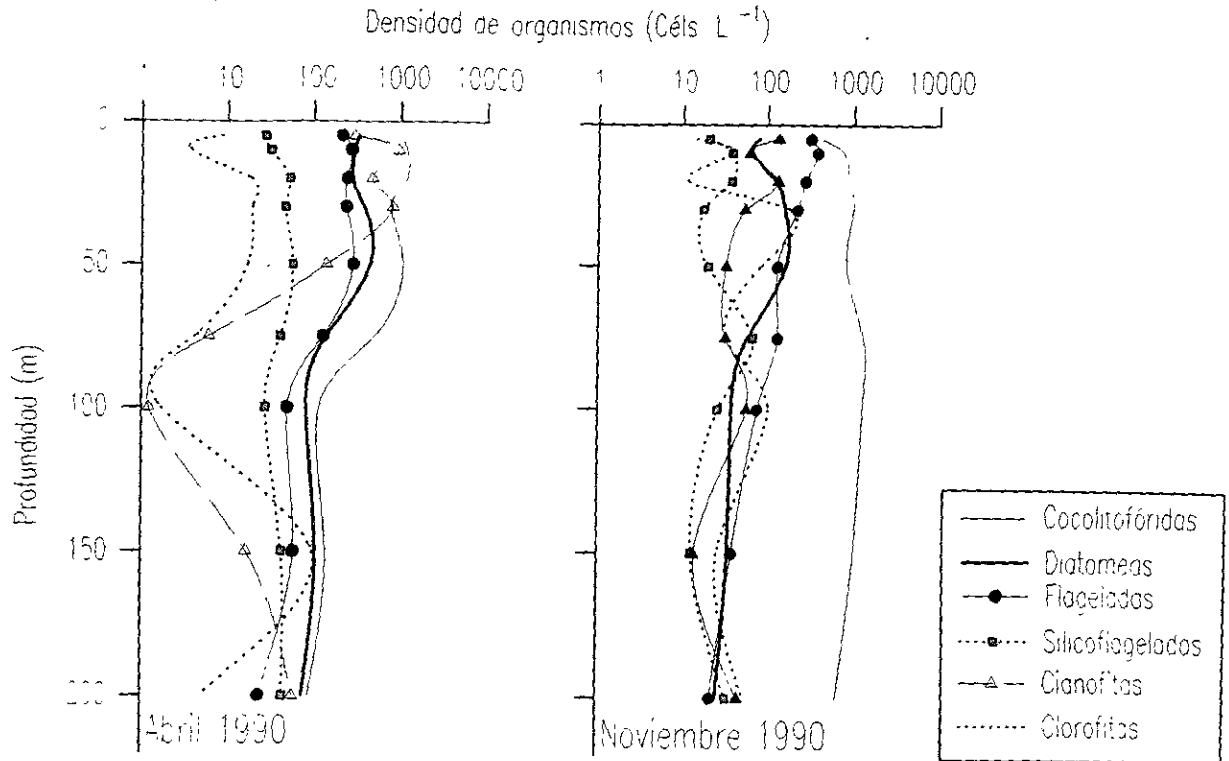


Fig. 12. Perfil de la abundancia promedio de los grupos de fitoplancton.

El análisis cualitativo permitió la determinación de 465 taxa (Tabla 3), de ellos 198 corresponden a diatomeas, seguidas de dinoflageladas (182 especies); los grupos restantes fueron cocolitofóridas, silicoflageladas, clorofitas y cianofitas. La comunidad dominante, fundamentada en el valor de importancia > 5.0 por ciento (datos subrayados), estuvo representada en abril por especies de dinoflageladas, cocolitofóridas y silicoflageladas, mientras que en noviembre sobresalen por su importancia numérica las especies de diatomeas, cocolitofóridas y silicoflageladas.

Tabla 3. Relación de los taxa encontrados en abril y noviembre de 1990, con datos de abundancia, frecuencia e importancia relativas. Los datos subrayados corresponden a los valores de importancia mayor a 5 por ciento.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| CYANOPHYTA | | | | | | |
| <i>Nostoc spumigena</i> (Mertens) Drouet | 0.771 | 5.809 | 3.290 | 0.031 | 1.319 | 0.675 |
| <i>Nostoc</i> sp | 0.193 | 2.075 | 1.134 | 1.199 | 2.111 | 1.655 |
| <i>Oscillatoria erythraea</i> (Ehrenberg) Kützing | 0.671 | 10.373 | <u>5.522</u> | 0.205 | 4.485 | 2.345 |
| <i>Spirulina subsalsa</i> Oersted | 0.109 | 2.905 | 1.507 | 0.007 | 1.055 | 0.531 |
| Cianofitas Oscillatoriales no determinadas (6 spp)* | 2.434 | 2.974 | 2.704 | 13.893 | 1.055 | <u>7.474</u> |
| Cianofitas Chroococcales no determinadas (8 spp)* | 0.968 | 0.882 | 0.925 | 6.339 | 0.396 | 3.368 |
| CHLOROPHYTA | | | | | | |
| Clorofitas filamentosas no determinadas (3 spp)* | 3.840 | 9.682 | <u>6.761</u> | 0.991 | 8.047 | 4.519 |
| Clorofita unicelular no determinada | 0.320 | 3.734 | 2.027 | 0.124 | 3.166 | 1.645 |
| SILICOFLAGELLATAE | | | | | | |
| <i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg | 0.559 | 27.801 | <u>14.180</u> | 0.708 | 24.011 | <u>12.359</u> |
| <i>D. tricantha</i> Ehrenberg | | | | 0.023 | 0.792 | 0.407 |
| <i>Dictyocha</i> sp | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.068 | 1.583 | 0.825 |
| <i>Distephanus</i> sp | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Ebria antiqua</i> Schulz | | | | 0.043 | 1.055 | 0.549 |
| <i>Mesocena polymorpha</i> var. <i>bioctonaria</i> (Ehrenberg) Lemmermann | | | | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| Silicoflagelada no determinada | 1.531 | 32.780 | <u>17.155</u> | 1.904 | 28.760 | <u>15.332</u> |
| COCCOLITHINEAE | | | | | | |
| <i>Acanthoica</i> sp | 0.036 | 0.830 | 0.433 | | | |
| <i>Braarudosphaera</i> sp | 0.264 | 3.320 | 1.792 | 0.102 | 1.319 | 0.711 |
| <i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray et Blackman) Loeblich et Tappan | 17.915 | 39.419 | <u>28.667</u> | 5.525 | 18.734 | <u>12.129</u> |
| <i>Calyptrosphaera oblonga</i> Lohmann | 3.880 | 29.046 | <u>16.463</u> | 1.308 | 13.193 | <u>7.251</u> |
| <i>C. sphaeroidea</i> Schiller | 0.053 | 0.830 | 0.441 | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>Daktyletra pirus</i> (Kamptner) Norris | 0.580 | 4.149 | 2.365 | 0.023 | 0.792 | 0.407 |
| <i>Discosphaera tubifer</i> (Murray et Blackman) Ostenfeld | 1.883 | 11.618 | <u>6.751</u> | 3.158 | 25.330 | <u>14.244</u> |
| <i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay et Mohler | 0.571 | 5.809 | 3.190 | 0.152 | 1.847 | 1.000 |
| <i>Halopappus adriaticus</i> Schiller, emend. Manton, Bremer et Oates | 0.070 | 0.830 | 0.450 | | | |
| <i>Halopappus</i> (2 spp)* | 0.316 | 1.660 | 0.988 | 0.165 | 0.660 | 0.413 |
| <i>Periphylophora</i> sp | 0.562 | 2.490 | 1.526 | 0.042 | 0.528 | 0.285 |
| <i>Pontosphaera discofora</i> Schiller | 0.395 | 5.809 | 3.102 | | | |

1 Este valor proviene de la relación que guarda el número de individuos de una especie, dividido entre el total de individuos de todas las especies, referido en porcentaje.

2 El dato se obtuvo de la relación entre el número de estaciones en que se presenta una especie, dividido entre el número total de estaciones, expresado en por ciento.

3 El valor aquí expresado, procede de la suma de abundancia y frecuencia relativas, dividido entre dos.

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Pontosphaera</i> sp | 0.463 | 4.564 | 2.514 | 0.370 | 3.430 | 1.900 |
| <i>Rhabdosphaera stylifer</i> Lohmann | 0.197 | 3.734 | 1.966 | 0.165 | 1.055 | 0.610 |
| <i>R. tubulosa</i> Schiller | 0.053 | 1.245 | 0.649 | 0.039 | 1.055 | 0.547 |
| <i>Rhabdosphaera</i> (2 spp)* | 0.070 | 1.245 | 0.658 | 0.084 | 0.792 | 0.438 |
| <i>Sphaerocalyptra quadridentata</i> (Schiller) Deflandre | 0.141 | 2.075 | 1.108 | 1.205 | 1.319 | 1.262 |
| <i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann | 0.035 | 0.415 | 0.225 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Syracosphaera</i> sp | 0.373 | 6.639 | 3.506 | 0.377 | 4.749 | 2.563 |
| <i>Umbellosphaera tenuis</i> (Kamptner) Paasche | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| Coccolitofóridas no determinadas (9 spp)* | 39.237 | 18.494 | <u>28.866</u> | 34.753 | 7.223 | <u>20.988</u> |
| BACILLARIOPHYTA | | | | | | |
| Orden Centrales | | | | | | |
| <i>Actinocyclus</i> cf. <i>ehrenbergii</i> Ralfs in Pritchard | 0.036 | 1.245 | 0.641 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>A. circellus</i> Watkins | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| <i>Actinoptychus</i> cf. <i>senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Asterolampra marylandica</i> Ehrenberg | 0.090 | 2.490 | 1.290 | | | |
| <i>Asteromphalus arachne</i> (Brébisson) Ralf | | | | 0.026 | 1.319 | 0.672 |
| <i>A. brookei</i> Bailey | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>A. cleveanus</i> Grunow | 0.005 | 1.660 | 0.832 | 0.020 | 2.902 | 1.461 |
| <i>A. heptactis</i> (Brébisson) Ralfs in Pritchard | | | | 0.023 | 0.792 | 0.407 |
| <i>A. imbricatus</i> Wallich | 0.007 | 2.075 | 1.041 | 0.009 | 1.847 | 0.928 |
| <i>A. robustus</i> Castracane | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>A. sarcophagus</i> Wallich | | | | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| <i>A. stellatus</i> (Greville) Ralfs in Pritchard | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Azpeitia nodulifer</i> (A. Schmidt) Fryxell et Sims | 0.106 | 6.224 | 3.165 | 0.051 | 2.111 | 1.081 |
| <i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>B. furcatum</i> Shadbolt | | | | 0.032 | 1.319 | 0.676 |
| <i>Calyptrella robusta</i> (Norman) Hernández-Becerril et Meave | | | | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey | | | | 0.005 | 0.264 | 0.135 |
| <i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>C. danicus</i> Cleve | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. decipiens</i> Cleve | | | | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>C. diversus</i> Cleve | | | | 0.059 | 2.639 | 1.349 |
| <i>C. messanensis</i> Castracane | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>C. peruvianus</i> Brightwell | | | | 0.007 | 1.055 | 0.531 |
| <i>C. simplex</i> Ostenfeld | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. tetrastichon</i> Cleve | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Chaetoceros</i> sp | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Climacodium frauenfeldii</i> Grunow | 0.008 | 0.415 | 0.211 | | | |
| <i>Corethron hystrix</i> Hensen | | | | 0.026 | 1.319 | 0.672 |
| <i>Coscinodiscus apiculatus</i> Hustedt | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| <i>C. asteromphalus</i> Ehrenberg | 0.021 | 0.830 | 0.425 | 0.078 | 4.222 | 2.150 |
| <i>C. centralis</i> Ehrenberg | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. granii</i> Gough | | | | 0.038 | 2.111 | 1.074 |
| <i>C. jonesianus</i> (Greville) Ostenfeld | | | | 0.022 | 0.528 | 0.275 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>C. marginatus</i> Ehrenberg | 0.006 | 1.245 | 0.625 | 0.013 | 1.055 | 0.534 |
| <i>C. obscurus</i> A. Schmidt | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.008 | 1.319 | 0.664 |
| <i>C. oculus-iridis</i> Ehrenberg | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. perforatus</i> Ehrenberg | 0.041 | 2.490 | 1.265 | 0.034 | 2.375 | 1.204 |
| <i>C. perforatus</i> var. <i>pavillardii</i> (Forti) Hustedt | 0.107 | 7.469 | 3.788 | 0.105 | 3.694 | 1.900 |
| <i>C. radiatus</i> Ehrenberg | 0.003 | 0.830 | 0.417 | 0.082 | 4.749 | 2.415 |
| <i>C. wailesii</i> Gran et Angst | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Coscinodiscus</i> (2 spp)* | 0.027 | 1.452 | 0.740 | 0.047 | 2.111 | 1.079 |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | | | | 0.041 | 0.528 | 0.284 |
| <i>C. ocellata</i> Pontocsek | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. operculata</i> (Agardh) Kützing | 0.072 | 1.245 | 0.659 | | | |
| <i>C. stelligera</i> Cleve et Grunow | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.264 | 0.134 |
| <i>Cymatosira</i> sp | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Dactyliosolen</i> cf. <i>antarcticus</i> Castracane | | | | 0.042 | 0.792 | 0.417 |
| <i>Ditylium brightwellii</i> (West) Grunow | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo | | | | 0.043 | 1.583 | 0.813 |
| <i>G. stolterfothii</i> (H. Peragallo) Hasle | 0.005 | 0.830 | 0.417 | 0.017 | 1.055 | 0.536 |
| <i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow | | | | 0.031 | 1.319 | 0.675 |
| <i>H. membranaceus</i> Cleve | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>H. sinensis</i> Greville | 0.020 | 0.830 | 0.425 | 0.327 | 7.124 | 3.726 |
| <i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich | | | | 0.010 | 0.792 | 0.401 |
| <i>H. cuneiformis</i> var. <i>gibba</i> (Bailey) Hustedt | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>H. cuneiformis</i> var. <i>ventricosa</i> (Castracane) Hustedt | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve | | | | 0.074 | 2.375 | 1.224 |
| <i>Lithodesmium intricatum</i> Grunow | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Minidiscus</i> cf. <i>trioculatus</i> (F.J.R. Taylor) Hasle | 0.037 | 1.660 | 0.849 | 0.007 | 1.055 | 0.531 |
| <i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>O. mobiliensis</i> (Bailey) Grunow | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>O. cf. retiformis</i> var. <i>trigona</i> von Stosch | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Palmeria</i> sp | | | | 0.016 | 1.847 | 0.931 |
| <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve | 0.019 | 0.830 | 0.424 | 0.004 | 0.264 | 0.134 |
| <i>Plagiogramma</i> sp | | | | 0.108 | 0.528 | 0.318 |
| <i>Planktoniella sol</i> (Wallich) Schütt | 0.005 | 1.660 | 0.832 | 0.004 | 0.528 | 0.266 |
| <i>Podosira stelliger</i> (Bailey) Mann | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Porosira</i> cf. <i>pentaportula</i> Syvertsen et Lange | | | | 0.025 | 0.528 | 0.276 |
| <i>Porosira</i> sp | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström | | | | 0.043 | 3.166 | 1.604 |
| <i>P. indica</i> (H. Peragallo) Hernández-Becerril | | | | 0.010 | 0.792 | 0.401 |
| <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultz) Sundström | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i> (Cleve) Grunow | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.176 | 9.763 | 4.969 |
| <i>R. bergonii</i> H. Peragallo | 0.004 | 0.830 | 0.417 | | | |
| <i>R. hebetata</i> Bailey | | | | 0.012 | 1.319 | 0.666 |
| <i>R. imbricata</i> Brightwell | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>R. setigera</i> Brightwell | | | | 0.024 | 0.792 | 0.408 |
| <i>R. styliiformis</i> Brightwell | | | | 0.018 | 1.055 | 0.537 |
| <i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve | | | | 0.024 | 0.528 | 0.276 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Stellarima</i> cf. <i>microtias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Stephanopyxis</i> cf. <i>broschii</i> Grunow | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Thalassiosira</i> cf. <i>aestivalis</i> Gran et Angst. | 0.002 | 0.415 | 0.209 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>T. australis</i> Peragallo | 0.006 | 1.660 | 0.833 | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>T.</i> cf. <i>decipiens</i> (Grunow) Jörgensen | 0.019 | 0.830 | 0.424 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>T. diporocyclus</i> Hasle | 0.045 | 4.149 | 2.097 | 0.051 | 2.375 | 1.213 |
| <i>T. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve | 0.044 | 3.734 | 1.889 | 0.105 | 6.069 | 3.087 |
| <i>T. lineata</i> Jousé | 0.041 | 2.905 | 1.473 | 0.053 | 2.639 | 1.346 |
| <i>T. lineoides</i> Herzing et Fryxell | 0.150 | 16.183 | <u>8.166</u> | 0.067 | 1.847 | 0.957 |
| <i>T. nanolineata</i> (Mann) Fryxell et Hasle | 0.161 | 8.714 | 4.437 | 0.072 | 2.902 | 1.487 |
| <i>T.</i> cf. <i>pacifica</i> Gran et Angst. | 0.113 | 13.278 | <u>6.696</u> | 0.120 | 7.652 | 3.886 |
| <i>T.</i> cf. <i>plicata</i> Schrader | | | | 0.008 | 1.055 | 0.532 |
| <i>T. punctifera</i> (Grunow) Fryxell, Simonsen et Hasle | | | | 0.042 | 0.528 | 0.285 |
| <i>T. subtilis</i> (Ostenfeld) Gran | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Thalassiosira</i> (2 spp)* | 0.005 | 0.415 | 0.210 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| Diatomeas centrales no identificadas | 0.075 | 1.660 | 0.867 | 0.045 | 1.319 | 0.682 |
| Orden Pennales | | | | | | |
| <i>Achnanthes</i> <i>manifera</i> Brun | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Achnanthes</i> sp | 0.058 | 2.075 | 1.067 | 0.010 | 1.847 | 0.929 |
| <i>Amphora ovalis</i> var. <i>affinis</i> Kützing | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>A. ovalis</i> var. <i>libyca</i> (Ehrenberg) Cleve | | | | 0.184 | 0.264 | 0.224 |
| <i>A. veneta</i> Kützing | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Amphora</i> sp | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Bacillaria paxillifer</i> (O. F. Müller) Hendey | | | | 0.026 | 0.792 | 0.409 |
| <i>Campylodiscus clypeus</i> Ehrenberg | 0.003 | 1.245 | 0.624 | | | |
| <i>Cocconeis</i> cf. <i>pelta</i> A. Schmidt | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>C. placentula</i> Ehrenberg | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| <i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| <i>Ctenophora</i> cf. <i>pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Williams et Round | 0.018 | 3.734 | 1.876 | 0.345 | 12.137 | <u>6.241</u> |
| <i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann et Lewin | | | | 0.117 | 3.430 | 1.773 |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>C.</i> cf. <i>stuxbergii</i> var. <i>tumida</i> Skvortzow | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Diatoma</i> cf. <i>elongatum</i> var. <i>tenuis</i> (Agardh) Van Heurck | | | | 0.023 | 0.792 | 0.407 |
| <i>Denticula</i> cf. <i>elegans</i> Kützing | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Diploneis</i> cf. <i>aestuaria</i> Hustedt | 0.285 | 3.320 | 1.802 | 0.213 | 1.583 | 0.898 |
| <i>D. bombus</i> var. <i>bombiformis</i> (Cleve) Hustedt | 0.803 | 7.884 | 4.343 | 0.796 | 10.290 | <u>5.543</u> |
| <i>D. crabro</i> Ehrenberg | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>D. crabro</i> var. <i>minuta</i> Cleve | 0.005 | 1.660 | 0.832 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>Donkinia recta</i> (Donkin) Grunow | 0.006 | 0.415 | 0.210 | | | |
| <i>Entomoneis sulcata</i> (O. Meara) Poulin | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.027 | 1.319 | 0.673 |
| <i>E. sulcata</i> var. <i>equatorialis</i> (Cleve) Poulin | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>E. gigantea</i> (Grunow) Poulin | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Fragilaria cf. fasciculatae</i> (Agardh) Lange-Bertalot | 0.035 | 0.830 | 0.433 | 0.020 | 2.111 | 1.065 |
| <i>F. oceanica</i> Cleve | | | | 0.174 | 3.958 | 2.066 |
| <i>F. cf. rhombica</i> (O'Mara) Hustedt | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.232 | 2.375 | 1.303 |
| <i>Gomphonema cf. gracile</i> Ehrenberg | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Gyrosigma cf. acuminatum</i> (Kützing) Cleve | 0.112 | 2.490 | 1.301 | 0.039 | 1.319 | 0.679 |
| <i>G. cf. subsalsum</i> (Wislouch et Kolbe) Cardinal | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>Haslea cf. frauenfeldii</i> (Grunow) Simonsen | 0.028 | 3.320 | 1.674 | 0.276 | 15.831 | <u>8.054</u> |
| <i>H. cf. wawrikan</i> (Hustedt) Simonsen | 0.039 | 3.320 | 1.679 | 0.328 | 8.443 | 4.386 |
| <i>Mastogloia capitata</i> (Brun) Cleve | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>M. capitata</i> var. <i>lanceolata</i> (Wallich) Hustedt | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>M. rostrata</i> (Wallich) Hustedt | 0.176 | 7.884 | 4.030 | 0.306 | 17.414 | <u>8.860</u> |
| <i>Navicula cf. cancellata</i> Donkin | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>N. cf. cruciculoides</i> Brockmann | | | | 0.082 | 0.792 | 0.437 |
| <i>N. cf. fusiformes</i> Grunow | | | | 0.028 | 1.583 | 0.806 |
| <i>N. granulata</i> Bailey | 0.019 | 0.415 | 0.217 | | | |
| <i>N. helvetica</i> Brun | 0.017 | 2.905 | 1.461 | | | |
| <i>N. zostereti</i> Grunow | 0.053 | 0.415 | 0.234 | | | |
| <i>Navicula</i> sp | | | | 0.008 | 1.055 | 0.532 |
| <i>Nitzschia cf. angustata</i> (W. Smith) Grunow | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>N. cf. braarudii</i> Hasle | 0.071 | 0.830 | 0.451 | 0.187 | 10.554 | <u>5.370</u> |
| <i>N. cf. brevissima</i> Grunow | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.404 | 10.554 | <u>5.479</u> |
| <i>N. cf. gracillima</i> Heiden et Kolbe | 0.005 | 1.245 | 0.625 | | | |
| <i>N. cf. hybrida</i> Grunow | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>N. cf. interrupta-striata</i> Hustedt | 0.036 | 1.245 | 0.641 | 0.135 | 10.554 | <u>5.345</u> |
| <i>N. cf. longissima</i> (Brébisson) Grunow | | | | 0.057 | 1.319 | 0.688 |
| <i>N. pungens</i> var. <i>atlantica</i> Cleve | 0.036 | 0.830 | 0.433 | 0.148 | 1.055 | 0.602 |
| <i>N. sicula</i> (Grunow) Hasle | 0.067 | 3.734 | 1.901 | 0.966 | 29.024 | <u>14.995</u> |
| <i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith | 0.114 | 2.490 | 1.302 | 0.050 | 1.847 | 0.949 |
| <i>N. cf. valida</i> (Cleve et Grunow) Pelletan | | | | 0.047 | 1.319 | 0.683 |
| <i>Nitzschia</i> (3 spp)* | 0.631 | 3.181 | 1.906 | 3.239 | 11.434 | <u>7.337</u> |
| <i>Pinnularia cf. ambigua</i> Cleve | 0.124 | 2.905 | 1.514 | 0.155 | 6.596 | 3.376 |
| <i>P. cf. westii</i> (W. Smith) Hendey | 0.002 | 0.415 | 0.209 | | | |
| <i>Pinnularia</i> (2 spp)* | 0.329 | 4.564 | 2.447 | 0.045 | 1.847 | 0.946 |
| <i>Plagiotropis cf. acuta</i> (M. Peragallo) Simonsen | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>P. cf. pusilla</i> (Greville) Navarro | 0.024 | 1.660 | 0.842 | 0.012 | 1.055 | 0.534 |
| <i>Plagiotropis</i> sp | 0.003 | 1.245 | 0.624 | | | |
| <i>Pleurosigma cf. affine</i> Grunow in Cleve et Möller | | | | 0.007 | 0.264 | 0.135 |
| <i>P. angulatum</i> (Quekett) W. Smith | | | | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>P. cf. angulatum</i> var. <i>strigosum</i> (W. Smith) Van Heurck | 0.189 | 5.809 | 2.999 | 0.262 | 7.124 | 3.693 |
| <i>P. diverse-striatum</i> Meister | 0.293 | 3.320 | 1.806 | 0.132 | 5.805 | 2.968 |
| <i>P. cf. formosum</i> W. Smith | | | | 0.005 | 0.792 | 0.398 |
| <i>P. cf. latum</i> Cleve | 0.689 | 12.033 | <u>6.361</u> | 0.992 | 16.095 | <u>8.544</u> |
| <i>P. cf. longum</i> Cleve | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.005 | 0.528 | 0.266 |
| <i>P. cf. rigidum</i> W. Smith | 0.003 | 0.830 | 0.417 | 0.040 | 2.902 | 1.471 |
| <i>Pleurosigma</i> (2 spp)* | 0.008 | 1.660 | 0.834 | 0.054 | 1.319 | 0.687 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Psammodyctyon panduriforme</i> (Gregory) Mann | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>P. panduriforme</i> var. <i>minor</i> (Grunow) in Cleve et Grunow | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>Pseudogomphonema</i> sp | 0.002 | 0.415 | 0.209 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Ropalodia gibberula</i> (Ehrenberg et Kutzing) O. Müller | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Stauroneis membranacea</i> (Cleve) Hustedt | | | | 0.173 | 1.319 | 0.746 |
| <i>S. cf. acuta</i> Wm Smith | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Surirella cf. angustata</i> Kützing | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| <i>S. cf. birostrata</i> Hustedt | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>S. fastuosa</i> Ehrenberg | 0.019 | 0.830 | 0.424 | | | |
| <i>S. ovata</i> Kützing | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Synedra cf. gaillonii</i> (Bory) Ehrenberg in Smith | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.088 | 2.375 | 1.231 |
| <i>S. ulna</i> Ehrenberg | | | | 0.042 | 0.792 | 0.417 |
| <i>Thalassionema bacillaris</i> (Heiden) Kobel | 0.012 | 2.490 | 1.251 | 0.103 | 2.375 | 1.239 |
| <i>T. frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraeff | 0.041 | 2.075 | 1.058 | 0.170 | 4.749 | 2.459 |
| <i>T. nitzschoides</i> (Grunow) Grunow | 0.071 | 2.075 | 1.073 | 1.091 | 8.443 | 4.767 |
| <i>Thalassiothrix heteromorpha</i> var. <i>mediterranea</i> (Pavillard) Hallegraeff | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.016 | 0.792 | 0.404 |
| <i>T. longissima</i> Cleve et Grunow | 0.021 | 1.245 | 0.633 | | | |
| <i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | 0.010 | 2.490 | 1.250 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>T. debyi</i> (Leudiger-Fortmorel) Cleve | 0.005 | 1.245 | 0.625 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Triblionella triblionella</i> var. <i>victoriae</i> Grunow | 0.090 | 2.490 | 1.290 | 0.307 | 5.805 | 3.056 |
| Diatomeas pennadas no identificadas (8 spp)* | 0.376 | 2.430 | 3.095 | 1.105 | 3.807 | 2.456 |
| DINOPHYTA | | | | | | |
| Atecados | | | | | | |
| <i>Amphidinium</i> (3 spp)* | 0.358 | 2.766 | 1.562 | 0.482 | 3.166 | 1.824 |
| <i>Gymnodinium</i> (3 spp)* | 0.567 | 2.905 | 1.736 | 0.569 | 2.630 | 1.604 |
| <i>Gyrodinium</i> (4 spp)* | 2.025 | 9.232 | 5.630 | 2.425 | 8.641 | 5.533 |
| <i>Kofooidinium</i> aff. <i>veleilloides</i> | 0.002 | 0.830 | 0.416 | | | |
| <i>Noctiluca</i> (2 spp)* | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.005 | 0.528 | 0.267 |
| <i>Pyrocystis acuta</i> | 0.006 | 2.075 | 1.040 | 0.012 | 2.111 | 1.061 |
| <i>P. elegans</i> | | | | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>P. obtusa</i> Pavillard | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.009 | 1.847 | 0.928 |
| <i>P. robusta</i> Kofoid | | | | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>Pyrocystis</i> (2 spp)* | 0.018 | 0.415 | 0.216 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| Atecado no identificado (6spp)* | 0.060 | 0.622 | 0.341 | 0.321 | 0.844 | 0.583 |
| Tecados | | | | | | |
| <i>Actiniscus pentasterias</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Amphisolenia bidentata</i> Schröder | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>A. bifurcata</i> Murray et Whitting | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>A. globifera</i> Stein | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>A. cf. schauinslandi</i> Lemmermann | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>Balechina</i> (5 spp)* | 0.180 | 1.142 | 0.661 | 0.142 | 0.836 | 0.489 |
| <i>Ceratium arietinum</i> Cleve | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.009 | 0.792 | 0.400 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>C. belone</i> Cleve | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. breve</i> (Ostenfeld et Schmidt) Schröder | 0.073 | 1.660 | 0.866 | 0.005 | 0.528 | 0.266 |
| <i>C. horridum</i> var. <i>tenue</i> (Ostenfeld et Schmidt) Taylor | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>C. candelabrum</i> (Ehrenberg) Stein | 0.005 | 1.660 | 0.832 | | | |
| <i>C. concilians</i> Jörgensen | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. contortum</i> (Gourret) Cleve | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>C. cf. contrarium</i> (Gourret) Pavillard | 0.002 | 0.415 | 0.209 | | | |
| <i>C. extensum</i> (Gourret) Cleve | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. furca</i> var. <i>furca</i> Claparède et Lachmann | 0.143 | 16.183 | <u>8.163</u> | 0.040 | 3.694 | 1.867 |
| <i>C. furca</i> var. <i>hircus</i> (Schröder) Margalef ex Sournia | 0.952 | 5.809 | 3.381 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. fusus</i> var. <i>fuscus</i> (Ehrenberg) Dujardin | 0.093 | 7.054 | 3.574 | 0.068 | 5.805 | 2.937 |
| <i>C. fusus</i> var. <i>seta</i> (Ehrenberg) Sournia | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. kofoidii</i> Jörgensen | 0.098 | 8.299 | 4.198 | 0.051 | 6.332 | 3.192 |
| <i>C. macroceros</i> (Ehrenberg) Vanhöfen | 0.009 | 2.490 | 1.249 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. minutum</i> Jörgensen | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. paradoxides</i> Cleve | | | | 0.045 | 1.319 | 0.682 |
| <i>C. pentagonum</i> Gourret | | | | 0.031 | 2.111 | 1.071 |
| <i>C. pentagonum</i> var. <i>tenerum</i> Jörgensen | 0.024 | 2.905 | 1.464 | 0.042 | 6.596 | 3.319 |
| <i>C. pulchelum</i> Schröder | 0.002 | 0.415 | 0.209 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. cf. symmetricum</i> Pavillard | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. teres</i> Kofoid | 0.313 | 26.971 | <u>13.642</u> | 0.150 | 13.193 | <u>6.671</u> |
| <i>C. trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid | 0.007 | 2.490 | 1.248 | 0.035 | 3.166 | 1.601 |
| <i>C. tripos</i> Balech | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.008 | 1.055 | 0.532 |
| <i>C. tripos</i> var. <i>pulchellum</i> (Schröder) López ex Sournia | 0.023 | 2.075 | 1.049 | | | |
| <i>C. vultur</i> fo. 1 | 0.022 | 2.075 | 1.048 | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>C. vultur</i> fo. 2 | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Ceratium</i> (9 spp)* | 0.039 | 0.519 | 0.279 | 0.070 | 0.396 | 0.233 |
| <i>Ceratocorys horrida</i> Stein | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.010 | 2.111 | 1.061 |
| <i>C. armata</i> (Schütt) Kofoid | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Citharistes</i> sp | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Cladopyxis hemibranchiata</i> Balech | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Corythodinium constrictum</i> (Stein) F. J. R. Taylor | 0.005 | 1.660 | 0.832 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. elegans</i> (Pavillard) F. J. R. Taylor | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. cf. frenguelli</i> (Rampi) Balech | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>C. milneri</i> | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.027 | 1.583 | 0.805 |
| <i>C. tasselatum</i> (Stein) Loeblich Jr. et Loeblich | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>C. sp I</i> Balech (1988) | 0.035 | 0.830 | 0.433 | 0.026 | 1.319 | 0.672 |
| <i>Corythodinium</i> (4 spp)* | 0.020 | 0.415 | 0.218 | 0.022 | 0.264 | 0.143 |
| <i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent | 0.044 | 4.149 | 2.096 | 0.024 | 0.792 | 0.408 |
| <i>D. cuneus</i> (Schütt) Abé | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>D. diegensis</i> Kofoid | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| <i>D. hastata</i> Stein | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>D. cf. hindmarchii</i> Murray et Whitting | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>D. ovum</i> Schütt | 0.079 | 3.320 | 1.699 | | | |
| <i>D. pusilla</i> | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>D. schuettii</i> Murray et Whitting | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.020 | 0.264 | 0.142 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Dinophysis</i> (9 spp)* | 0.455 | 5.025 | 2.740 | 0.203 | 2.299 | 1.251 |
| <i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jörgensen | 0.023 | 2.490 | 1.256 | 0.007 | 1.319 | 0.663 |
| <i>Gonyaulax birrostris</i> Stein | 0.021 | 1.245 | 0.633 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>G. cf. diacantha</i> (Meunier) Schiller | | | | 0.003 | 0.264 | 0.133 |
| <i>G. diegensis</i> Kofoid | 0.020 | 1.245 | 0.632 | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| <i>G. digitalis</i> (Pouchet) Kofoid | 0.012 | 3.320 | 1.666 | 0.009 | 1.583 | 0.796 |
| <i>G. fusiformis</i> Graham | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>G. minuta</i> Kofoid et Michener | 0.108 | 5.394 | 2.751 | 0.028 | 1.319 | 0.674 |
| <i>G. polygramma</i> Stein | 0.061 | 7.884 | 3.972 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>Gonyaulax</i> (20 spp)* | 0.546 | 1.297 | 0.922 | 0.435 | 0.923 | 0.679 |
| <i>Heterocapsa</i> sp | 0.286 | 7.884 | 4.085 | 0.729 | 8.179 | 4.454 |
| <i>Histioneis crateriformis</i> Stein | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>H. jorgensenii</i> Schiller | | | | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>H. rotundata</i> Kofoid et Michener | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>H. striata</i> Kofoid et Michener | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Ornithocercus magnificus</i> Stein | 0.007 | 2.075 | 1.041 | 0.071 | 6.069 | 3.070 |
| <i>O. quadratus</i> Schütt | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>O. thumii</i> (Schmidt) Kofoid et Skogsberg | | | | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>Oxytosum cf. cribratum</i> Stein | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>O. cf. curvatum</i> (Kofoid) Kofoid | 0.019 | 0.830 | 0.424 | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>O. cf. depressum</i> Schiller | 0.002 | 0.415 | 0.209 | | | |
| <i>O. cf. globosum</i> Schiller | 0.070 | 0.830 | 0.450 | 0.190 | 3.430 | 1.810 |
| <i>O. cf. mediterraneum</i> Schiller | 0.283 | 6.224 | 3.254 | 0.551 | 8.179 | 4.365 |
| <i>O. cf. ovale</i> Schiller | 0.036 | 1.245 | 0.641 | 0.074 | 2.375 | 1.225 |
| <i>O. sceptrum</i> (Stein) Schröder | 0.139 | 12.863 | 6.501 | 0.082 | 5.013 | 2.548 |
| <i>O. scolaplax</i> Stein | 0.218 | 29.046 | 14.632 | 0.167 | 9.235 | 4.701 |
| <i>O. cf. sphaeroideum</i> Stein | 0.150 | 5.809 | 2.979 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>O. cf. turbo</i> Kofoid | 0.021 | 1.660 | 0.840 | 0.045 | 1.055 | 0.550 |
| <i>O. cf. viride</i> Schiller | 0.071 | 1.245 | 0.658 | 0.130 | 2.111 | 1.121 |
| <i>Oxytosum</i> sp | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Peridiniella</i> sp | 0.078 | 7.054 | 3.566 | 0.007 | 1.319 | 0.663 |
| <i>Podolampas bipes</i> Stein | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.004 | 0.792 | 0.398 |
| <i>P. elegans</i> Schütt | | | | 0.022 | 0.528 | 0.275 |
| <i>P. palmipes</i> Stein | 0.183 | 19.917 | 10.050 | 0.065 | 7.916 | 3.990 |
| <i>P. spinifera</i> Okamura | 0.160 | 15.353 | 7.757 | 0.133 | 9.235 | 4.684 |
| <i>P. reticulata</i> Kofoid | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Podolampas</i> (3 spp)* | 0.054 | 3.527 | 1.791 | 0.040 | 1.319 | 0.680 |
| <i>Prorocentrum aporum</i> (Schiller) Dodge | 0.027 | 2.490 | 1.258 | 0.003 | 0.528 | 0.265 |
| <i>P. balticum</i> (Lohmann) Loeblich | 0.962 | 6.639 | 3.801 | 0.089 | 2.902 | 1.496 |
| <i>P. compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge | 0.709 | 18.257 | 9.483 | 0.221 | 7.916 | 4.068 |
| <i>P. dentatum</i> Stein | 0.040 | 2.075 | 1.057 | 0.024 | 1.055 | 0.540 |
| <i>P. gracile</i> Schütt | 0.288 | 4.979 | 2.634 | 0.130 | 8.179 | 4.155 |
| <i>P. lima</i> (Ehrenberg) Dodge | 0.226 | 19.917 | 10.071 | 0.075 | 5.277 | 2.676 |
| <i>P. micans</i> Ehrenberg | 0.021 | 1.660 | 0.840 | 0.031 | 2.111 | 1.071 |
| <i>Prorocentrum</i> (10 spp)* | 1.502 | 5.892 | 3.697 | 0.302 | 1.734 | 1.018 |
| <i>Protoceratium areolatum</i> Kofoid | | | | 0.027 | 1.319 | 0.673 |

Tabla 3. Continuación.

| Taxa | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ | Abun. ¹ | Frec. ² | Imp. ³ |
| <i>Protoperidinium cf. claudicans</i> (Paulsen) Balech | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>P. divergens</i> (Ehrenbeg) Balech | 0.717 | 6.639 | 3.678 | 0.008 | 1.319 | 0.664 |
| <i>P. elegans</i> (Cleve) Balech | 0.002 | 0.830 | 0.416 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>P. grande</i> (Kofoid) Balech | 0.021 | 1.245 | 0.633 | 0.023 | 0.792 | 0.407 |
| <i>P. longipes</i> (Karsten) Balech | 0.019 | 0.830 | 0.424 | | | |
| <i>P. mediterraneum</i> (Kofoid) Balech | 0.208 | 8.299 | 4.253 | 0.020 | 0.264 | 0.142 |
| <i>P. cf. nipponicum</i> (Abé) Balech | 0.002 | 0.415 | 0.209 | 0.010 | 1.583 | 0.797 |
| <i>P. cf. ovatum</i> Pouchet | 0.003 | 1.245 | 0.624 | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>P. pentagonum</i> (Gran) Balech | 0.018 | 0.415 | 0.216 | | | |
| <i>P. cf. poucheti</i> (Kofoid et Michener) Taylor et Balech | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.005 | 1.055 | 0.530 |
| <i>P. tuba</i> (Schiller) Balech | 0.049 | 3.734 | 1.892 | 0.027 | 1.583 | 0.805 |
| <i>P. cf. venustum</i> (Matzenauer) Balech | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| <i>Protoperidinium</i> (10 spp)* | 0.180 | 1.328 | 0.754 | 0.139 | 0.850 | 0.495 |
| <i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall et Dale | 0.001 | 0.415 | 0.208 | 0.010 | 1.055 | 0.533 |
| <i>Pyrophacus</i> sp | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Schuetiella</i> sp | | | | 0.001 | 0.264 | 0.133 |
| <i>Scripsiella</i> (2 spp)* | 1.356 | 8.506 | 4.931 | 2.110 | 9.894 | <u>6.002</u> |
| <i>Spiraulax kofoidi</i> Graham | 0.001 | 0.415 | 0.208 | | | |
| Tecado no identificado | 0.365 | 17.842 | <u>9.104</u> | 0.017 | 2.902 | 1.460 |
| Tecado vista apical | 0.019 | 0.830 | 0.424 | 0.022 | 0.528 | 0.275 |

* En estos casos los valores de la abundancia relativa se sumaron, en tanto que la frecuencia se promedió, para el número de especies que se indican.

Cabe señalar que en abril se observó un mayor número de especies de flageladas (dinoflageladas tecadas y desnudas) en comparación con las diatomeas, y lo opuesto se advirtió en noviembre. Por otra parte durante abril se registró un número importante de especies de diatomeas ticopláncticas, cocolitoforidas y cianofitas; mientras que en noviembre se da una diversidad significativa de los géneros *Asteromphalus*, *Bacteriastrium*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Guinardia*, *Leptocilindrus*, y *Rhizosolenia*, así como una mayor abundancia de las especies del género *Nitzschia*.

En general aunque en ambos muestreos dominaron cuantitativamente las cocolitofóridas, son las taxa de diatomeas y flageladas los grupos con mayor variación.

RELACIÓN FITOPLANCTON-AMBIENTE

El análisis de componentes principales de los parámetros ambientales con los grupos de fitoplancton permitió identificar en abril, tres factores con eigenvalores superiores a 1.7, mismos que describen el 45.9 por ciento de la varianza de los datos (Tabla 4). El primer factor agrupa las variables profundidad, temperatura, oxígeno y nitratos; el segundo, la salinidad con flageladas (Fig. 13a); el tercero, la relación N:P con fosfatos (Fig. 13b). En noviembre los factores importantes también con eigenvalores > de 1.7 fueron: el primero la profundidad, temperatura y el oxígeno (Fig. 13c); el segundo, nitratos y la relación N:P; y el tercero, la clorofila *a* con diatomeas (Fig. 13d). Estos tres ejes involucran al 44.3 por ciento del total de la variación de los datos.

Tabla 4. Correlaciones de las observaciones originales de datos ambientales y grupos de fitoplancton, con los valores > 0.5 subrayados. Se ilustran las variables con eigenvalor superior a 1.7.

| Carga de factores | ABRIL | | | NOVIEMBRE | | |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
| PROFUNDIDAD | <u>-0.907</u> | -0.192 | 0.039 | <u>0.963</u> | 0.003 | -0.102 |
| TEMPERATURA | <u>0.917</u> | -0.192 | -0.062 | <u>-0.970</u> | -0.011 | 0.085 |
| SALINIDAD | -0.065 | <u>-0.875</u> | 0.070 | -0.171 | 0.134 | -0.392 |
| OXÍGENO | <u>0.816</u> | 0.242 | -0.027 | <u>-0.952</u> | 0.016 | 0.086 |
| NITRITOS | | | | 0.006 | 0.284 | 0.462 |
| NITRATOS | <u>-0.730</u> | -0.021 | 0.152 | 0.086 | <u>0.687</u> | -0.246 |
| AMONIO | 0.008 | 0.156 | <u>-0.639</u> | -0.066 | 0.194 | 0.109 |
| FOSFATOS | -0.108 | 0.049 | <u>0.721</u> | 0.016 | <u>-0.756</u> | -0.178 |
| REL. N:P | 0.113 | 0.039 | <u>-0.927</u> | -0.030 | <u>0.903</u> | 0.011 |
| SILICATOS | -0.173 | -0.025 | -0.247 | 0.110 | 0.032 | 0.136 |
| CLOROFILA <i>a</i> | 0.126 | 0.432 | -0.116 | -0.319 | 0.039 | <u>0.815</u> |
| DIATOMEAS | -0.009 | 0.249 | 0.140 | -0.128 | -0.043 | <u>0.786</u> |
| DINOFLAGELADAS | 0.102 | <u>0.741</u> | 0.015 | -0.252 | 0.058 | 0.111 |
| COCOLITOFORIDAS | 0.013 | -0.114 | 0.256 | -0.157 | -0.107 | 0.035 |
| SILICOFLAGELADAS | -0.050 | 0.086 | 0.165 | 0.075 | -0.030 | 0.154 |
| CLOROFITAS | -0.013 | -0.056 | 0.049 | 0.120 | -0.043 | 0.011 |
| CIANOFITAS | 0.067 | 0.240 | 0.286 | 0.005 | 0.014 | 0.013 |
| Varianza | 2.956 | 1.806 | 2.093 | 3.055 | 2.018 | 1.835 |
| Proporción Total | 0.185 | 0.113 | 0.131 | 0.180 | 0.119 | 0.108 |

Tabla 4. Continuación

| | ABRIL 1990 | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | |
|----------|--------------|---------|----------|---------|----------------|---------|----------|---------|
| | Eigenval | % Var.T | Eg. Acum | % Acum. | Eigenval | % Var.T | Eg. Acum | % Acum. |
| FACTOR 1 | <u>3.364</u> | 21.023 | 3.364 | 21.023 | <u>3.522</u> | 20.716 | 3.522 | 20.716 |
| FACTOR 2 | <u>2.025</u> | 12.655 | 5.389 | 33.678 | <u>2.258</u> | 13.284 | 5.780 | 34.000 |
| FACTOR 3 | <u>1.968</u> | 12.301 | 7.357 | 45.979 | <u>1.754</u> | 10.320 | 7.534 | 44.319 |
| FACTOR 4 | 1.322 | 8.266 | 8.679 | 54.245 | 1.417 | 8.337 | 8.952 | 52.656 |
| FACTOR 5 | 1.216 | 7.598 | 9.895 | 61.843 | 1.098 | 6.457 | 10.049 | 59.113 |
| FACTOR 6 | 1.038 | 6.486 | 10.933 | 68.329 | 1.079 | 6.350 | 11.129 | 65.463 |
| FACTOR 7 | | | | | 1.028 | 6.046 | 12.157 | 71.510 |

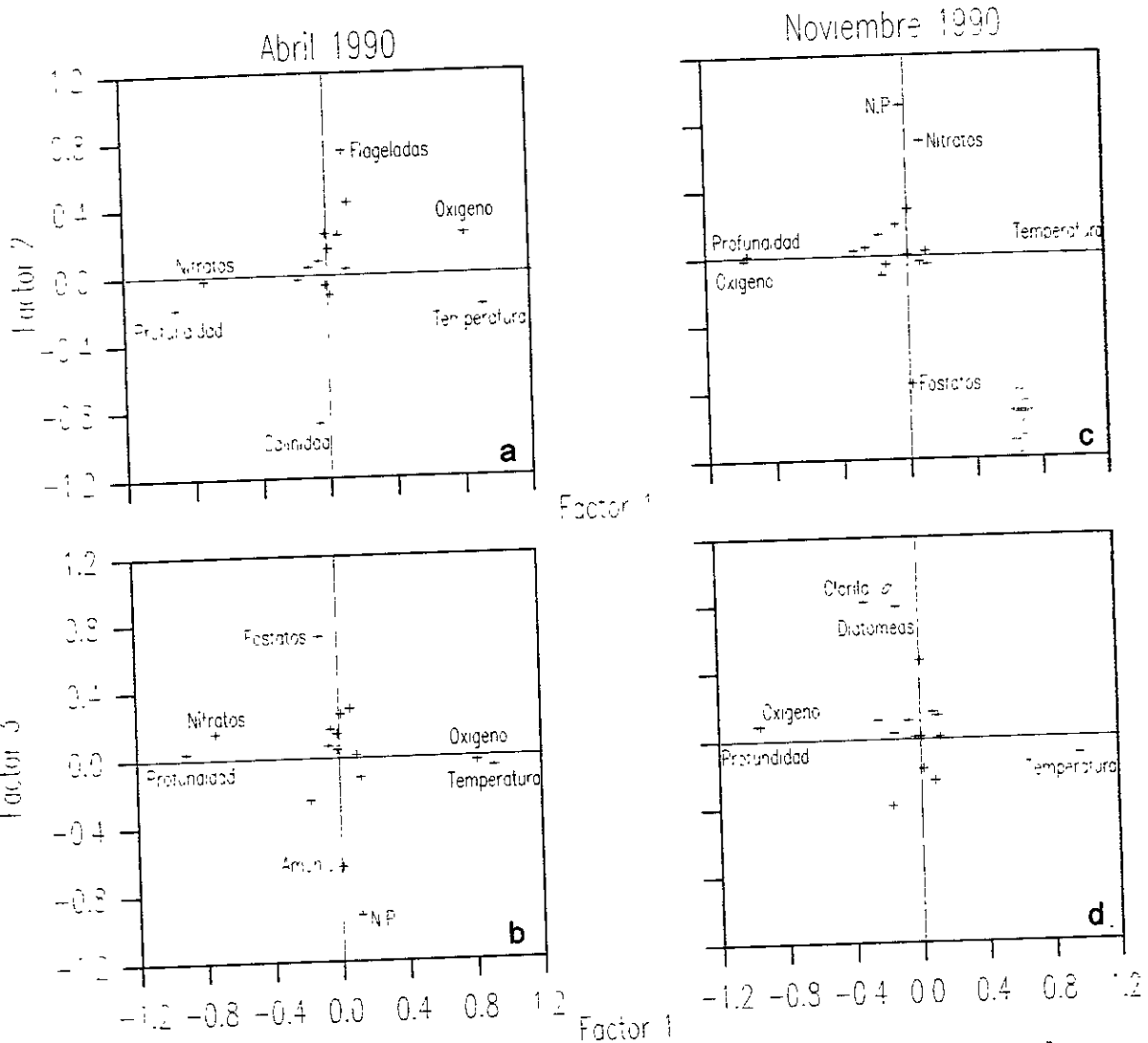


Fig. 13. Modelos de ordenación de los tres ejes principales (PCA) de parámetros ambientales y grupos de fitoplancton.

Por otra parte la comparación entre unidades de muestreo manifestó en abril la formación de dos grandes grupos a nivel de 0.04 (Fig. 14); el primero, agrupa los sitios con profundidad menor de 75 m localizados en los transectos VI a X y el segundo sólo excluye algunas estaciones frente a los ríos Tigre, Tuxpan y al norte de la laguna de Tamiahua, mientras que el resto de las asociaciones tienen un patrón confuso. En noviembre los dos grupos que se forman a nivel de asociación de 0.05 abarcan, el primero, a unidades de muestreo < de 75 m, entre los ríos Tuxpan y Pánuco; el segundo incluye a estaciones principalmente oceánicas en los transectos I a III.

El análisis de los componentes principales de las especies se trató de manera independiente utilizando sólo aquellas con varianza superior a 0.5, con lo cual se excluyeron las especies de baja frecuencia de aparición y abundancia. Los factores más importantes que describen el 15.2 y 11.4 por ciento de la varianza total se ilustran en la tabla 5 y fig. 15. En abril estos factores asociaron el primero a las especies: *Ceratium breve*, *C. furca* var. *hircus*, *Fragilaria* cf. *fasciculatae*, *Gymnodinium* sp 3, *Gyrodinium* sp 2, *Gyrodinium* sp 4, *Haslea* cf. *wawrikan*, *Prorocentrum balticum*, *P. compressum*, *P. gracile*, *Protoperidinium divergens*, *P. mediterraneum* y *Protoperidinium* sp 4 que se distribuyen ampliamente en el área de estudio; el segundo, agrupa a ocho especies principalmente costeras y epipelágicas (*Coscinodiscus asteromphalus*, *Diploneis* cf. *aestuaria*, *D. crabro* var. *mimuta*, *Gonyaulax* sp 20, *Prorocentrum balticum*, *P. lima*, *Thalassiosira decipiens* y *Syracosphaera* sp) que se localizan tanto en estaciones costeras como oceánicas (Fig. 15a). El tercer factor comprende a especies neríticas y ticopláncticas (*Ceratium furca* var. *furca*, *C. vultur* fo. 1, *Navicula zostereti*, *Paralia sulcata*, *Pinnularia* sp 1, *Plagiotropis* cf. *pusilla* y *Pleurosigma* cf. *angulatum* var. *strigosum*), ubicadas en seis estaciones alejadas de la costa; el cuarto factor incluye únicamente a especies ticopláncticas (*Achnanthes* sp, *Amphora ovalis* var. *affinis*, *A. veneta*, *Amphora* sp, *Nitzschia sigmoidea*, *Pinnularia* sp 2, *Pleurosigma* cf. *latum*, *P.* cf. *rigidum* y *Trachyneis aspera*) que se localizan en los transectos II y III (Fig. 15b). Finalmente el quinto factor está constituido por especies pequeñas (*Amphidinium* sp 3, *Gonyaulax diegensis*, *Pinnularia* cf. *ambigua*, *Scrippsiella* sp 7 y una diatomea pennada no determinada) localizadas en toda el área de estudio (Fig. 15c).

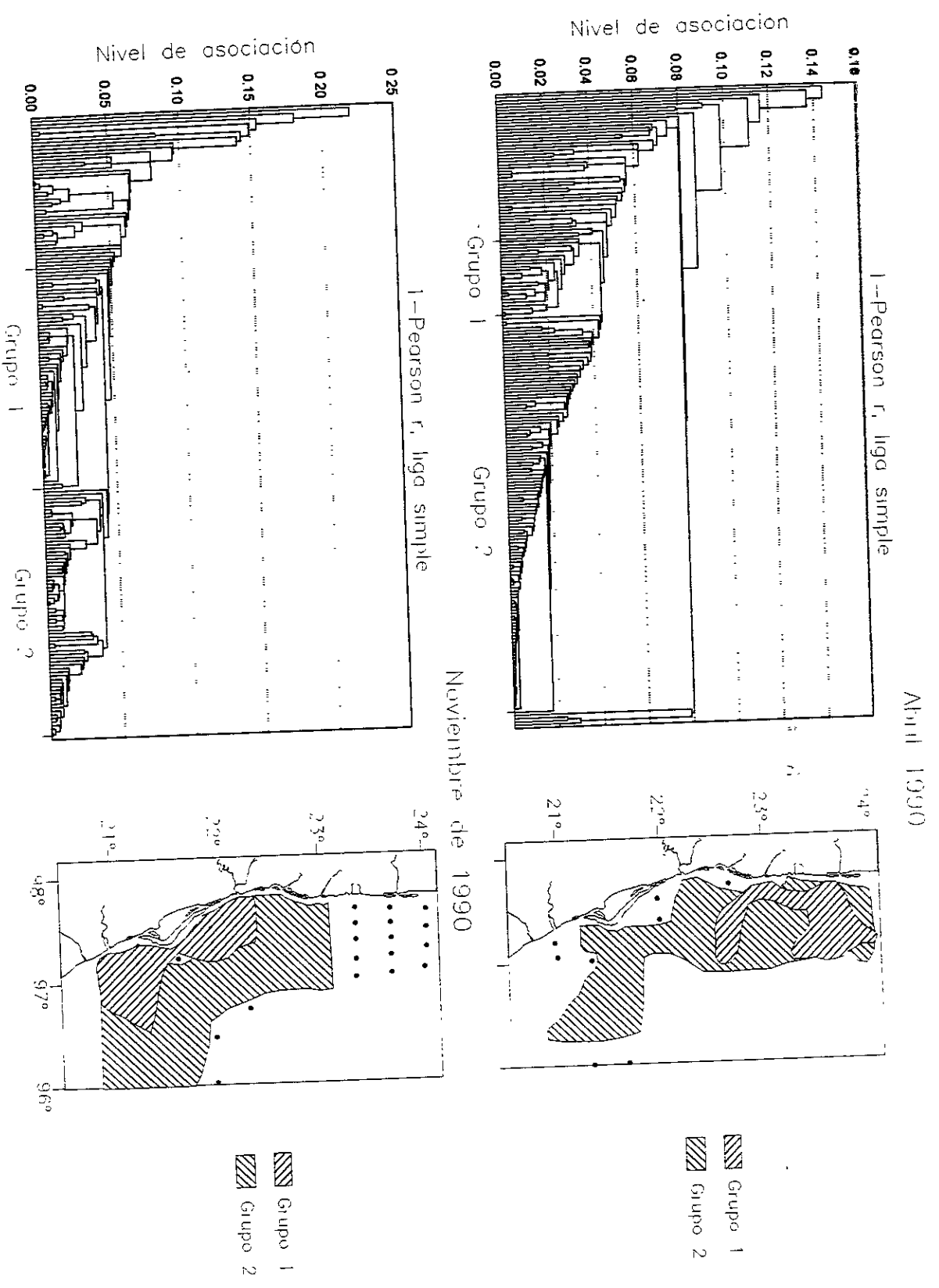


Fig. 14. Distribución de los niveles de asociación con base en los parámetros ambientales y grupos de fitoplancton.

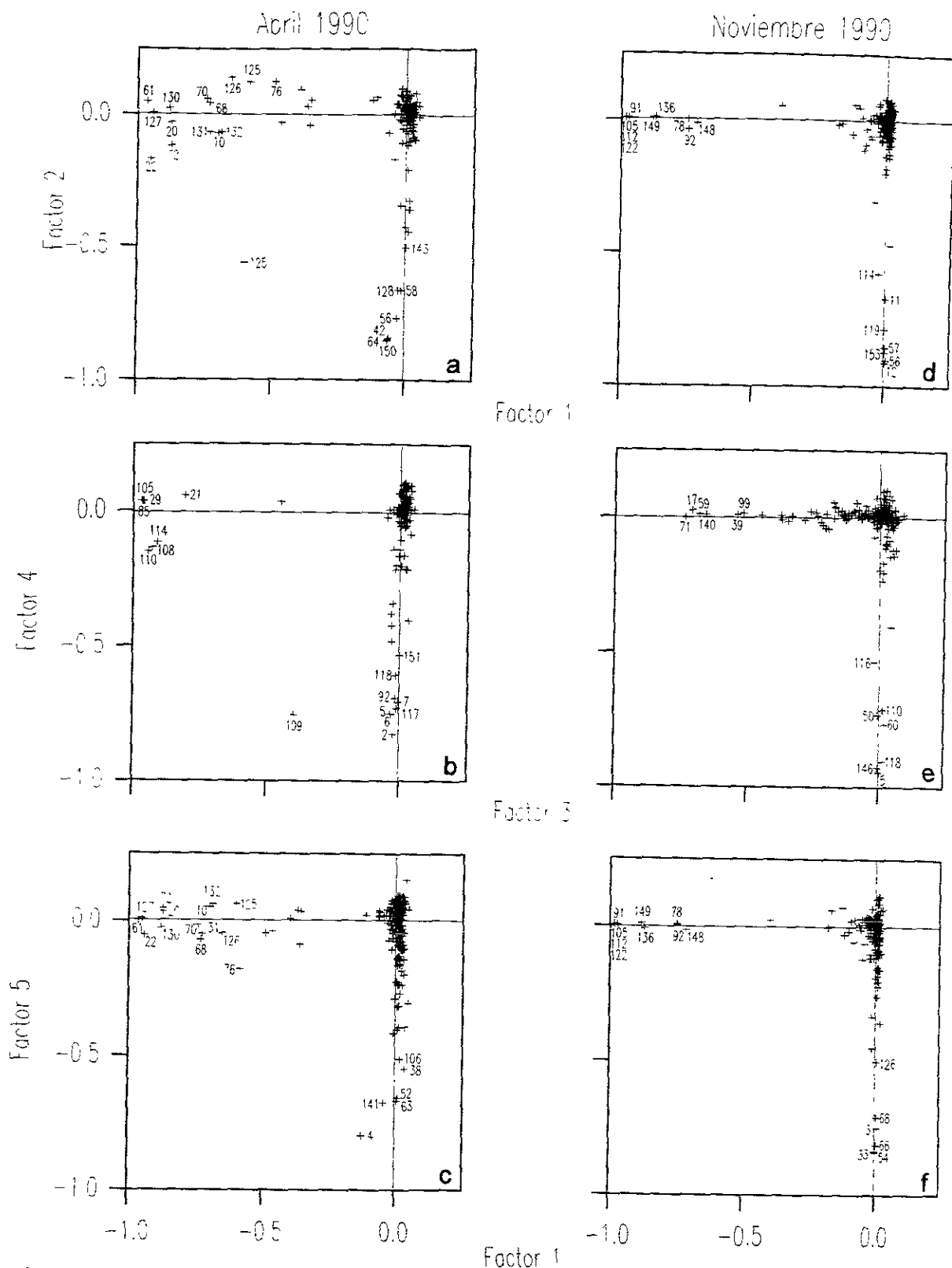


Fig. 15. Modelos de ordenación de los cinco principales descriptores (PCA) de las especies cuyo valor de varianza fue > de 0.5. Los números indican las especies con carga > 0.5 (Ver tabla 5).

Tabla 5. Valores de asociación entre las especies de fitoplancton con varianza superior a 0.5, Los datos subrayados corresponden a cargas mayores a 0.5. Únicamente se muestran los primeros cinco ejes.

| Taxa | ABRIL 1990 | | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | | |
|--|------------------|------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------|-------------|
| | Carga del factor | | | | | Carga del factor | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 <i>Actinocyclus</i> cf. <i>Ehr. Ralfs in Pritch.</i> | 0.01 | 0.21 | 0.02 | 0.20 | 0.06 | | | | | |
| 2 <i>Achnanthes</i> sp | 0.01 | 0.11 | 0.02 | <u>0.82</u> | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.40 | 0.01 |
| 3 <i>Amphidinium</i> sp 1 | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 0.11 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | <u>0.75</u> |
| 4 <i>Amphidinium</i> sp 3 | 0.12 | 0.06 | 0.01 | 0.05 | <u>0.80</u> | 0.01 | 0.01 | 0.27 | 0.02 | 0.09 |
| 5 <i>Amphora ovalis</i> var. <i>affinis</i> Kütz. | 0.01 | 0.09 | 0.03 | <u>0.75</u> | 0.08 | | | | | |
| 6 <i>A. veneta</i> Kütz. | 0.01 | 0.09 | 0.03 | <u>0.75</u> | 0.08 | | | | | |
| 7 <i>Amphora</i> sp | 0.00 | 0.09 | 0.00 | <u>0.71</u> | 0.08 | | | | | |
| 8 <i>Asteromphalus cleveanus</i> Grun. | | | | | | 0.02 | 0.04 | 0.17 | 0.04 | 0.10 |
| 9 <i>A. heptactis</i> (Bréb.) Ralfs in Pritch. | | | | | | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.24 | 0.02 |
| 10 Atecado 1 | <u>0.70</u> | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | | | | | |
| 11 Atecado 2 | | | | | | 0.00 | <u>0.67</u> | 0.01 | 0.01 | 0.05 |
| 12 Atecado 3 | | | | | | 0.00 | <u>0.91</u> | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| 13 <i>Bacteriastrom hyalinum</i> Lauder | | | | | | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.15 |
| 14 <i>B. furcatum</i> Shadbolt | | | | | | 0.01 | 0.12 | 0.04 | 0.00 | 0.16 |
| 15 <i>Balechina</i> sp 2 | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.24 | 0.00 | 0.01 |
| 16 <i>Balechina</i> sp 7 | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.01 | 0.11 |
| 17 <i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murr. et Black.) Loeblich et Tappan | | | | | | 0.01 | 0.04 | <u>0.71</u> | 0.03 | 0.05 |
| 18 <i>Calyptrella robusta</i> (Norman) Hern.-Bec. et Meave | | | | | | 0.01 | 0.09 | 0.02 | 0.10 | 0.01 |
| 19 <i>Calyptosphaera oblonga</i> Loh. | | | | | | 0.12 | 0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.03 |
| 20 <i>Ceratium breve</i> (Osten. et Sch.) Schröder | <u>0.88</u> | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | | | | | |
| 21 <i>C. furca</i> var. <i>furca</i> Claparède et Lachmann | 0.02 | 0.01 | <u>0.81</u> | 0.06 | 0.04 | | | | | |
| 22 <i>C. furca</i> var. <i>hircus</i> (Schr.) Margalef ex Sour. | <u>0.95</u> | 0.17 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | | | | | |
| 23 <i>C. fusus</i> var. <i>fuscus</i> (Ehr.) Dujardin | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.23 | | | | | |
| 24 <i>C. kofoidii</i> Jörgensen | 0.02 | 0.01 | 0.45 | 0.04 | 0.04 | | | | | |
| 25 <i>C. macroceros</i> (Ehr.) Vanhöfen | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.22 | | | | | |
| 26 <i>C. paradoxides</i> Cl. | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.29 | 0.01 | 0.05 |
| 27 <i>C. teres</i> Kofoid | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.09 | 0.39 | | | | | |
| 28 <i>C. tripos</i> Balech | | | | | | 0.01 | 0.05 | 0.12 | 0.02 | 0.12 |
| 29 <i>C. vultur</i> fo. 1 | 0.00 | 0.02 | <u>0.96</u> | 0.04 | 0.00 | | | | | |
| 30 <i>Ceratium</i> sp 13 | | | | | | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.22 |
| 31 Cianofita Chroococcal | 0.02 | 0.11 | 0.02 | 0.03 | 0.08 | 0.01 | 0.14 | 0.01 | 0.02 | 0.09 |
| 32 Cianofita Oscillatorial | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | | | | | |
| 33 Cianofita Oscillatorial | | | | | | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | <u>0.84</u> |
| 34 Cianofita Oscillatorial | | | | | | 0.02 | 0.03 | 0.34 | 0.00 | 0.10 |
| 35 Clorofita filamentosa | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.10 | | | | | |
| 36 Clorofita unicelular | 0.47 | 0.03 | 0.02 | 0.08 | 0.04 | | | | | |
| 37 Cocolitoforida | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.16 | 0.04 | 0.30 | 0.09 | 0.05 | 0.06 |
| 38 Cocolitoforida | 0.03 | 0.08 | 0.04 | 0.10 | <u>0.55</u> | | | | | |
| 39 Cocolitoforida | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | <u>0.54</u> | 0.01 | 0.02 |
| 40 Cocolitoforida | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.10 |
| 41 <i>Coscinodiscus apiculatus</i> Hust. | 0.49 | 0.13 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.01 | 0.11 |

Tabla 5 Continuación.

| Taxa | ABRIL 1990 | | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | | |
|---|------------------|-------------|------|------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Carga del factor | | | | | Carga del factor | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 42 <i>C. asteromphalus</i> Ehr. | 0.06 | <u>0.84</u> | 0.01 | 0.04 | 0.02 | | | | | |
| 43 <i>C. granii</i> Gough | | | | | | 0.40 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.02 |
| 44 <i>C. jonesianus</i> (Greville) Ostenfeld | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.38 | 0.00 | 0.04 |
| 45 <i>C. obscurus</i> A. Schmidt | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.10 | 0.01 | | | | | |
| 46 <i>C. operculata</i> (Agardh) Kütz. | 0.02 | 0.34 | 0.01 | 0.10 | 0.04 | | | | | |
| 47 <i>C. perforatus</i> Ehr. | | | | | | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.19 |
| 48 <i>C. perforatus</i> var. <i>pavillardii</i> (Forti) Hust. | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.10 | 0.27 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.11 |
| 49 <i>Ctenophora</i> cf. <i>pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Williams et Round | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.10 | | | | | |
| 50 <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz. | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.01 | <u>0.73</u> | 0.00 |
| 51 <i>Chaetoceros diversus</i> Cl. | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <u>0.94</u> | 0.01 |
| 52 <i>Diatomea pennada</i> | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | <u>0.66</u> | 0.02 | 0.07 | 0.14 | 0.01 | 0.10 |
| 53 <i>Dictyocha fibula</i> Ehr. | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.30 | 0.02 | 0.08 | 0.22 | 0.02 | 0.16 |
| 54 <i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent | 0.37 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | <u>0.84</u> |
| 55 <i>Dinophysis</i> sp 5 | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.03 |
| 56 <i>Diploneis</i> cf. <i>aestuaria</i> Hust. | 0.03 | <u>0.77</u> | 0.02 | 0.21 | 0.07 | 0.01 | <u>0.90</u> | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 57 <i>D. bombus</i> var. <i>bombiformis</i> (Cl.) Hust. | 0.01 | 0.44 | 0.03 | 0.48 | 0.13 | 0.00 | <u>0.85</u> | 0.03 | 0.07 | 0.04 |
| 58 <i>D. crabro</i> var. <i>minuta</i> Cl. | 0.01 | <u>0.66</u> | 0.03 | 0.14 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.11 | 0.01 |
| 59 <i>Discosphaera tubifer</i> (Murr. et Black.) Ostenf. | | | | | | 0.13 | 0.05 | <u>0.68</u> | 0.01 | 0.07 |
| 60 <i>Entomoneis sulcata</i> var. <i>equatorialis</i> (Cl.) Poulin | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.02 | <u>0.77</u> | 0.01 |
| 61 <i>Fragilaria</i> cf. <i>fasciculatae</i> (Agar.) Lange-Bertalot | <u>0.97</u> | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.02 | 0.07 | 0.01 |
| 62 <i>F. cf. rhombica</i> (O'Mara) Hust. | | | | | | 0.01 | 0.03 | 0.45 | 0.01 | 0.04 |
| 63 <i>Gonyaulax diegensis</i> Kofoid | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | <u>0.67</u> | | | | | |
| 64 <i>Gonyaulax</i> sp 20 | 0.06 | <u>0.85</u> | 0.01 | 0.10 | 0.04 | | | | | |
| 65 <i>Gonyaulax</i> sp 27 | 0.39 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | | | | | |
| 66 <i>Guinardia flaccida</i> (Castrac.) Per. | | | | | | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.10 | <u>0.81</u> |
| 67 <i>G. stolterfothii</i> (H. Per.) Hasle | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.14 | 0.03 |
| 68 <i>Gymnodinium</i> sp 3 | <u>0.73</u> | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.12 | 0.00 | <u>0.71</u> |
| 69 <i>Gyrodinium</i> sp 1 | 0.36 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.20 |
| 70 <i>Gyrodinium</i> sp 2 | <u>0.74</u> | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.13 | 0.01 | 0.45 |
| 71 <i>Gyrodinium</i> sp 3 | 0.03 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | 0.01 | <u>0.74</u> | 0.00 | 0.06 |
| 72 <i>Gyrodinium</i> sp 4 | <u>0.88</u> | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | | | | | |
| 73 <i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i> (Kütz.) Cl. | 0.01 | 0.32 | 0.03 | 0.34 | 0.13 | | | | | |
| 74 <i>G. cf. subsalsum</i> (Wislouch et Kolbe) Cardinal | | | | | | 0.01 | 0.07 | 0.04 | 0.14 | 0.03 |
| 75 <i>Haslea</i> cf. <i>frauenfeldii</i> (Grun.) Simonsen | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.40 | 0.02 | 0.03 | 0.21 | 0.04 | 0.05 |
| 76 <i>H. cf. wawrikan</i> (Hust.) Simonsen | <u>0.59</u> | 0.13 | 0.01 | 0.01 | 0.18 | 0.01 | 0.04 | 0.14 | 0.01 | 0.33 |
| 77 <i>Hemiaulus hauckii</i> Grun. | | | | | | 0.09 | 0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.06 |
| 78 <i>H. membranaceus</i> Cl. | | | | | | <u>0.75</u> | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| 79 <i>Heterocapsa</i> sp | 0.03 | 0.09 | 0.00 | 0.14 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.01 | 0.04 |
| 80 <i>Leptocylindrus danicus</i> Cl. | | | | | | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.21 |
| 81 <i>Lithodesmium intricatum</i> Grun. | | | | | | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.20 | 0.02 |

Tabla 5 Continuación.

| Taxa | ABRIL 1990 | | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | | |
|---|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | Carga del factor | | | | | Carga del factor | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 82 <i>Mastogloia rostrata</i> (Wallich) Hust. | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.32 | 0.03 | 0.04 | 0.20 | 0.04 | 0.06 |
| 83 <i>Navicula</i> cf. <i>cruciculoides</i> Brockmann | | | | | | 0.02 | 0.02 | 0.15 | 0.01 | 0.02 |
| 84 <i>N. granulata</i> Bailey | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.14 | | | | | |
| 85 <i>N. zostereti</i> Grun. | 0.00 | 0.01 | <u>0.97</u> | 0.04 | 0.00 | | | | | |
| 86 <i>Nitzschia</i> cf. <i>angustata</i> (W. Smith) Grun. | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.14 | | | | | |
| 87 <i>N. cf. braarudii</i> Hasle | | | | | | 0.02 | 0.02 | 0.14 | 0.01 | 0.05 |
| 88 <i>N. cf. brevissima</i> Grun. | 0.01 | 0.36 | 0.03 | 0.38 | 0.16 | 0.00 | 0.04 | 0.18 | 0.06 | 0.03 |
| 89 <i>N. cf. gracillima</i> Heiden et Kolbe | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.40 | 0.01 | | | | | |
| 90 <i>N. cf. interrupta-striata</i> Hust. | | | | | | 0.01 | 0.03 | 0.10 | 0.02 | 0.02 |
| 91 <i>N. pungens</i> var. <i>atlantica</i> Cl. | | | | | | <u>0.97</u> | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 92 <i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith | 0.00 | 0.07 | 0.02 | <u>0.69</u> | 0.06 | <u>0.74</u> | 0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.00 |
| 93 <i>Nitzschia</i> sp 1 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | 0.02 | 0.22 | 0.03 | 0.36 |
| 94 <i>Nitzschia</i> sp 2 | | | | | | 0.02 | 0.00 | 0.37 | 0.01 | 0.02 |
| 95 <i>Nitzschia</i> sp 3 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.31 | | | | | |
| 96 <i>Nostoc</i> sp | 0.00 | 0.42 | 0.02 | 0.06 | 0.07 | | | | | |
| 97 <i>Oscillatoria erythraea</i> (Ehr.) Kütz. | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.24 | | | | | |
| 98 <i>Oxytosum</i> cf. <i>globosum</i> Schiller | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.17 | 0.04 | 0.02 |
| 99 <i>O. cf. mediterraneum</i> Schiller | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.16 | 0.22 | 0.01 | 0.02 | <u>0.52</u> | 0.02 | 0.07 |
| 100 <i>O. sceptrum</i> (Stein) Schröder | | | | | | 0.04 | 0.01 | 0.38 | 0.01 | 0.03 |
| 101 <i>O. scolaplex</i> Stein | | | | | | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.12 |
| 102 <i>O. cf. turbo</i> Kofoid | | | | | | 0.01 | 0.01 | 0.35 | 0.02 | 0.04 |
| 103 <i>O. cf. viride</i> Schiller | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.41 | | | | | |
| 104 <i>Palmeria</i> sp | | | | | | 0.01 | 0.09 | 0.06 | 0.03 | 0.18 |
| 105 <i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl. | 0.00 | 0.01 | <u>0.97</u> | 0.04 | 0.00 | <u>0.98</u> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 106 <i>Pinnularia</i> cf. <i>ambigua</i> Cl. | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.22 | <u>0.51</u> | 0.01 | 0.02 | 0.13 | 0.01 | 0.03 |
| 107 <i>P. cf. westii</i> (W. Smith) Hendey | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.14 | | | | | |
| 108 <i>Pinnularia</i> sp 1 | 0.01 | 0.10 | <u>0.93</u> | 0.14 | 0.05 | | | | | |
| 109 <i>Pinnularia</i> sp 2 | 0.01 | 0.10 | 0.39 | <u>0.75</u> | 0.04 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.19 | 0.03 |
| 110 <i>Plagiotropis</i> cf. <i>pusilla</i> (Greville) Navarro | 0.00 | 0.03 | <u>0.94</u> | 0.15 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | <u>0.71</u> | 0.01 |
| 111 <i>Plagiotropis</i> sp | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.20 | 0.18 | | | | | |
| 112 <i>Pleurosigma</i> cf. <i>affine</i> Grun. in Cl. et Möller | | | | | | <u>0.98</u> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 113 <i>P. angulatum</i> (Quekett) W. Smith | | | | | | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.11 |
| 114 <i>P. cf. angulatum</i> var. <i>strigosum</i> (W. Smith) Van Heurck | 0.01 | 0.02 | <u>0.91</u> | 0.12 | 0.04 | 0.02 | <u>0.58</u> | 0.05 | 0.03 | 0.00 |
| 115 <i>P. diverse-striatum</i> Meister | 0.02 | 0.36 | 0.03 | 0.42 | 0.16 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.17 | 0.03 |
| 116 <i>P. cf. formosum</i> W. Smith | | | | | | 0.00 | 0.13 | 0.02 | <u>0.53</u> | 0.03 |
| 117 <i>P. cf. latum</i> Cl. | 0.01 | 0.08 | 0.01 | <u>0.73</u> | 0.08 | 0.02 | 0.47 | 0.06 | 0.12 | 0.04 |
| 118 <i>P. cf. rigidum</i> W. Smith | 0.01 | 0.02 | 0.01 | <u>0.61</u> | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | <u>0.90</u> | 0.08 |
| 119 <i>Pleurosigma</i> sp 2 | | | | | | 0.00 | <u>0.79</u> | 0.01 | 0.03 | 0.04 |
| 120 <i>Podolampas spinifera</i> Okamura | | | | | | 0.02 | 0.03 | 0.11 | 0.02 | 0.02 |
| 121 <i>Podolampas</i> sp 1 | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.25 | 0.02 | 0.03 |
| 122 <i>Porosira</i> cf. <i>pentaportula</i> Syvertsen et Lange | | | | | | <u>0.98</u> | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 123 <i>Porosira</i> sp | | | | | | 0.01 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.16 |
| 124 <i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström | | | | | | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.16 |
| 125 <i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich | <u>0.60</u> | <u>0.56</u> | 0.00 | 0.06 | 0.06 | | | | | |

Tabla 5 Continuación.

| Taxa | ABRIL 1990 | | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | | |
|--|------------------|-------------|------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Carga del factor | | | | | Carga del factor | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 126 <i>P. compressum</i> (Bailey) Abé <i>ex</i> Dodge | <u>0.66</u> | 0.14 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | <u>0.50</u> |
| 127 <i>P. gracile</i> Schütt | <u>0.94</u> | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | | | | | |
| 128 <i>P. lima</i> (Ehr.) Dodge | 0.02 | <u>0.66</u> | 0.00 | 0.04 | 0.04 | | | | | |
| 129 <i>Prorocentrum</i> sp 1 | | | | | | 0.02 | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.12 |
| 130 <i>Protoperidinium divergens</i> (Ehr.) Balech | <u>0.88</u> | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | | | | | |
| 131 <i>P. mediterraneum</i> (Kofoid) Balech | <u>0.73</u> | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | | | | | |
| 132 <i>Protoperidinium</i> sp 4 | <u>0.69</u> | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | | | | | |
| 133 <i>Protoperidinium</i> sp 5 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.24 | | | | | |
| 134 <i>Psammodictyon panduriforme</i> var. <i>minor</i> (Grun.) <i>in</i> Cl. <i>et</i> Grun. | | | | | | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.10 |
| 135 <i>Pyrocystis acuta</i> | | | | | | 0.02 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | 0.01 |
| 136 <i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall <i>et</i> Dale | | | | | | <u>0.87</u> | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 137 <i>Rhabdosphaera styliifer</i> Lohmann | 0.35 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.18 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 138 <i>R. tubulosa</i> Schiller | | | | | | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 139 <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell | | | | | | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.26 |
| 140 <i>Scrippsiella</i> sp 1 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.39 | 0.00 | 0.01 | <u>0.66</u> | 0.01 | 0.02 |
| 141 <i>Scrippsiella</i> sp 7 | 0.04 | 0.17 | 0.00 | 0.08 | <u>0.67</u> | 0.05 | 0.00 | 0.15 | 0.03 | 0.12 |
| 142 Silicoflagelada | 0.00 | 0.07 | 0.04 | 0.08 | 0.29 | | | | | |
| 143 <i>Syracosphaera</i> sp | 0.00 | <u>0.50</u> | 0.02 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.16 | 0.02 | 0.03 |
| 144 <i>Thalassionema bacillaris</i> (Heiden) Kobel | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.13 | 0.17 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.06 |
| 145 <i>T. nitzschiodes</i> (Grun.) Grun. | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.10 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.12 | 0.01 |
| 146 <i>Thalassiosira australis</i> Per. | | | | | | 0.00 | 0.01 | 0.00 | <u>0.93</u> | 0.01 |
| 147 <i>T. eccentrica</i> (Ehr.) Cl. | | | | | | 0.11 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.02 |
| 148 <i>T. nanolineata</i> (Mann) Fryxell <i>et</i> Hasle | | | | | | <u>0.71</u> | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| 149 <i>T. cf. plicata</i> Schrader | | | | | | <u>0.88</u> | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| 150 <i>T. decipiens</i> (Grunow) Jörgensen | 0.06 | <u>0.85</u> | 0.01 | 0.10 | 0.03 | | | | | |
| 151 <i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl. | 0.01 | 0.07 | 0.00 | <u>0.53</u> | 0.04 | | | | | |
| 152 <i>T. debyi</i> (Leudiger-Fortmorel) Cl. | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.21 | 0.01 | | | | | |
| 153 <i>Triblionella triblionella</i> var. <i>victoriae</i> Grun. | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.17 | 0.02 | 0.00 | <u>0.87</u> | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| Expl. Var | 9.87 | 5.52 | 6.44 | 5.99 | 4.68 | 7.35 | 5.21 | 4.50 | 5.06 | 4.58 |
| Prp. Totl | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

Eigenvalores

| | ABRIL 1990 | | | | NOVIEMBRE 1990 | | | |
|-----------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------|--------------|
| | Eigenvalor | % total Varian. | Acumul. Eigen. | Acumul. % | Eigenvalor | % total Varian. | Acumul. Eigen. | Acumul. % |
| Factor 1 | <u>10.02</u> | 4.40 | 10.02 | 4.40 | <u>7.36</u> | 2.89 | 7.36 | 2.89 |
| Factor 2 | <u>7.56</u> | 3.32 | 17.58 | 7.71 | <u>6.68</u> | 2.62 | 14.05 | 5.51 |
| Factor 3 | <u>6.41</u> | 2.81 | 24.00 | 10.53 | <u>5.90</u> | 2.31 | 19.95 | 7.82 |
| Factor 4 | <u>5.52</u> | 2.42 | 29.52 | 12.95 | <u>4.90</u> | 1.92 | 24.84 | 9.74 |
| Factor 5 | <u>5.22</u> | 2.29 | 34.74 | 15.24 | <u>4.32</u> | 1.69 | 29.17 | 11.44 |
| Factor 6 | 4.73 | 2.08 | 39.48 | 17.31 | 4.02 | 1.58 | 33.18 | 13.01 |
| Factor 7 | 4.47 | 1.96 | 43.95 | 19.27 | 3.92 | 1.54 | 37.11 | 14.55 |
| Factor 8 | 4.45 | 1.95 | 48.40 | 21.23 | 3.78 | 1.48 | 40.89 | 16.03 |
| Factor 9 | 4.31 | 1.89 | 52.70 | 23.12 | 3.60 | 1.41 | 44.48 | 17.44 |
| Factor 10 | 4.08 | 1.79 | 56.78 | 24.90 | 3.34 | 1.31 | 47.82 | 18.75 |

La figura 16 muestra la distribución de las especies para cada uno de los factores, en que no se observa una clara relación con las particularidades ambientales que se detectaron en cada uno de los muestreos.

En noviembre el primer factor del análisis de componente principal agrupa a ocho diatomeas (*Hemiaulus membranaceus*, *Nitzschia pungens* var. *atlantica*, *N. sigmoidea*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma* cf. *affine*, *Porosira* cf. *pentaportula*, *Thalassiosira* cf. *plicata* y *T. nanolineta*) con una flagelada tecada (*Pyrophacus steinii*), distribuidas principalmente frente al río Tigre; el segundo, involucra a diatomeas pennadas ticopláncticas (*Diploneis* cf. *aestuari*, *Diploneis bombus* var. *bombiformis*, *Pleurosigma* cf. *angulatum* var. *strigosum*, *Pleurosigma* sp 2 y *Triblionella triblionella* var. *victoriae*) y dos flageladas no identificadas, localizadas al norte del área y frente al río Tuxpan (Fig. 15d); el tercer factor, esta integrado por pequeñas flageladas (*Calcidiscus leptoporus*, *Discosphaera tubifer*, *Gyrodinium* sp 3, *Oxytosum* cf. *mediterraneum*, *Scripsiella* sp 1 y una cocolitofórida no determinada) con ubicación al noreste entre los transectos VII a IX; el cuarto factor, involucra únicamente a diatomeas con preferencias costeras (*Chaetoceros diversus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Entomoneis sulcata* var. *equatorialis*, *Plagiotropis* cf. *pusilla*, *Pleurosigma* cf. *formosum*, *P.* cf. *rigidum* y *Thalassiosira australis*), que se localizan principalmente frente a la descarga de algún río (Fig. 15e); por último, el quinto factor asocia a *Amphidinium* sp 1, *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium* sp 3, *Prorocentrum compressum*, *Guinardia flaccida* y una cianofita oscillatorial, que se sitúan en estaciones oceánicas al norte del área de estudio (Fig. 15f). La distribución de las especies de cada uno de los factores también se observa en la figura 16, y al igual que en abril en noviembre no se nota una clara relación con los parámetros ambientales.

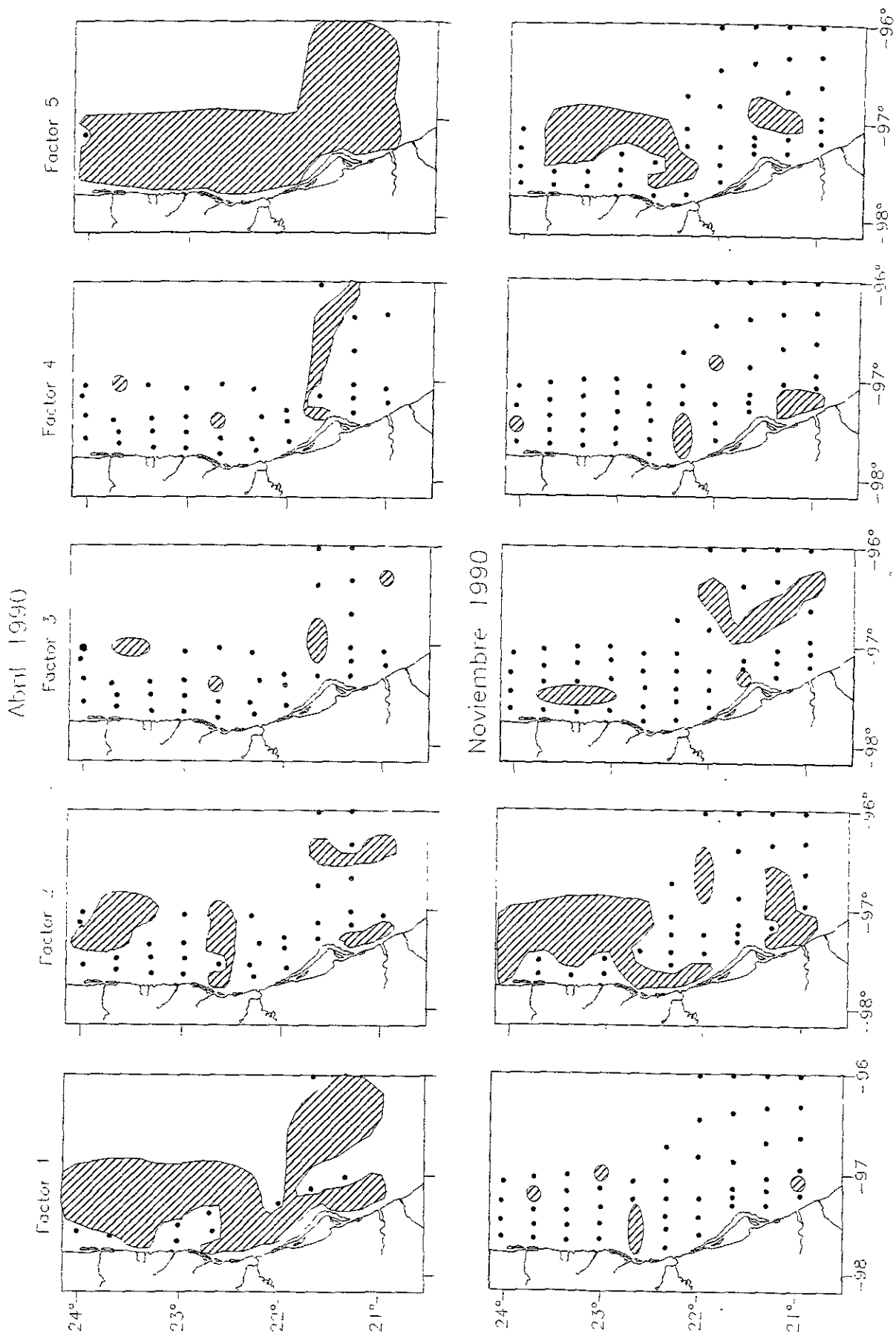


Fig. 16. Agrupación de las especies mediante el análisis de factores (PCA). El área sombreada indica la distribución de las especies para los cinco factores principales.

El análisis de agrupación de unidades de muestreo de abril, con base en las especies y en el nivel de 0.12 agrupó a aquellas con profundidad menor de 75 m en casi toda el área; en tanto que en noviembre en el nivel de 0.22 relaciona unidades con profundidad > 20 m localizadas en la parte oceánica entre los transectos II a IX (Fig. 17). En cuanto a la agrupación de las unidades de muestreo con los parámetros ambientales en abril, se forman dos grupos a la altura del río Pánuco aparentemente relacionados con el efecto del domo y frente termohalinos; en tanto que en noviembre los dos grupos que se organizan se diferencian en el límite de la profundidad de la termoclina, la cual en este período se encuentra aproximadamente a 50 m (Figs. 6c,d; Fig. 18).

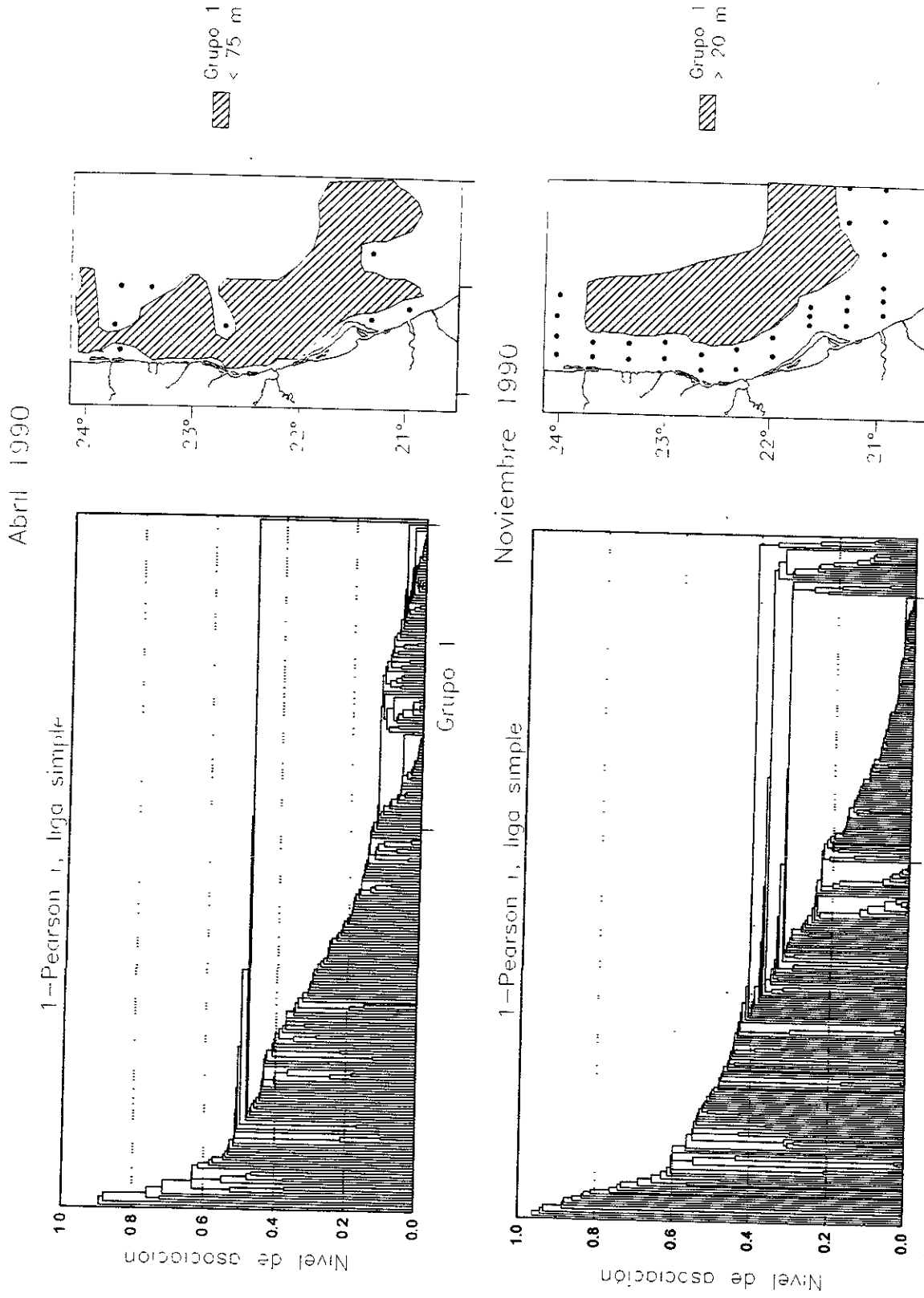
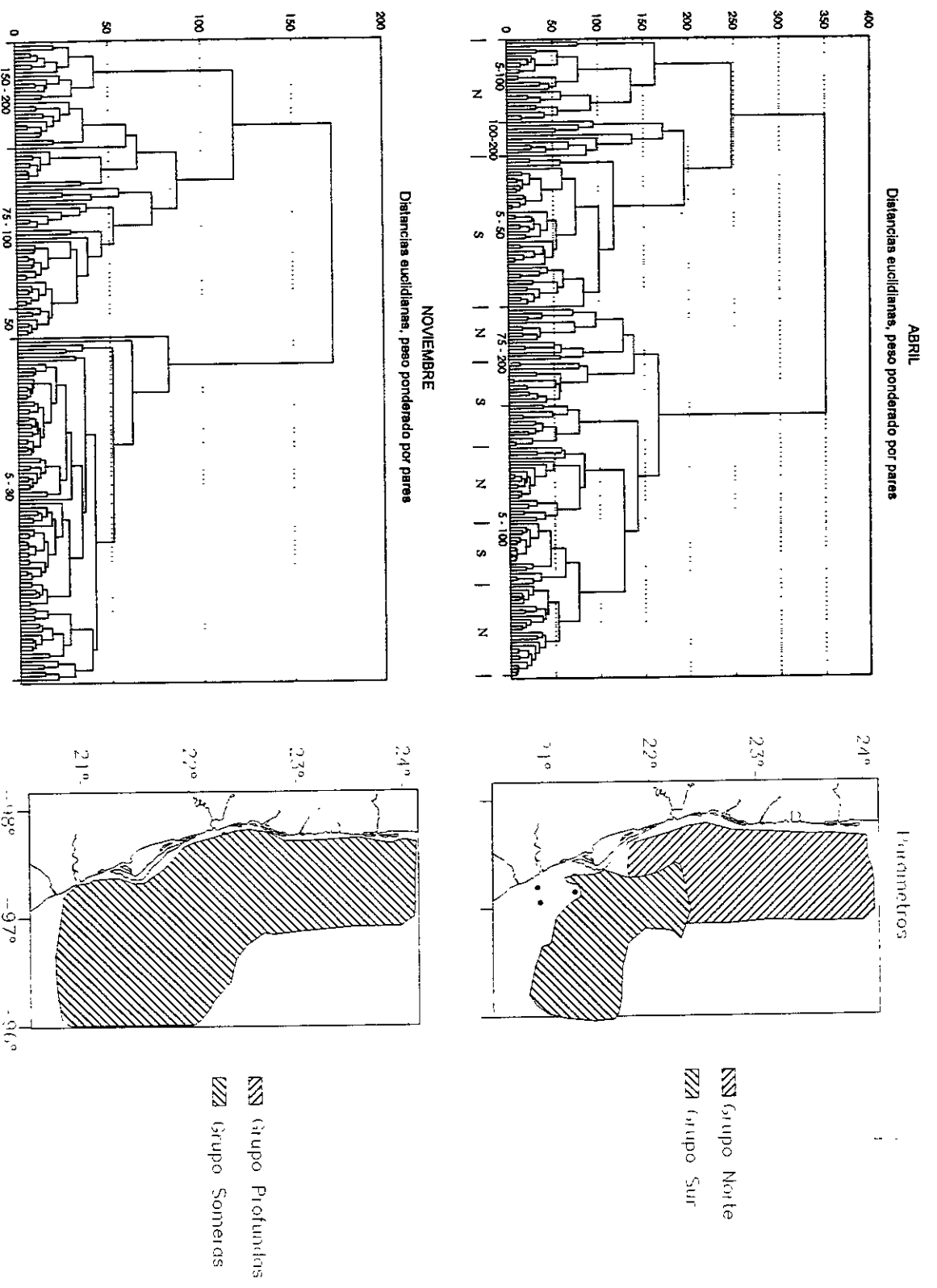


Fig. 17. Dendogramas de asociación de unidades de muestreo con base en las especies, cuyo valor de varianza fue superior a 0.05

Fig. 18. Dendogramas de asociación de niveles de muestreo con base en los parámetros ambientales.



DISCUSIÓN

Este estudio permitió conocer las características particulares de cada uno de los muestreos, enseguida se discuten los aspectos más relevantes de la investigación.

I. ASPECTOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS.

Abril se caracterizó por la dominancia de cocolitofóridas y dinoflageladas cuyas mayores abundancias se ubican en la capa superficial por arriba de la termoclina (aprox. 75 m). Por esta apreciación se infiere que se trata de un ambiente tropical oligotrófico, ya que es sabido que estos grupos son poco exigentes en cuanto a sus requerimientos en disponibilidad de nutrientes (Longhurst y Pauly, 1987). Por otra parte se percibe el efecto continental a través de la mayor abundancia de diatomeas y cianofitas de agua dulce cerca de la costa, en que el influjo continental se desplaza por el fondo, asociado a la presencia de especies dulceacuícolas y estuarinas, como son: *Cyclotella operculata*, *Gomphonema cf. gracile*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Donkinea recta*, *Stauroneis cf. acuta* y *Rophalodia gibberula*. Otro aspecto importante es la presencia de organismos ticoplácticos de los géneros *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Diploneis* y *Nitzschia spp*, quizás debido a que el muestreo se realizó a final de la temporada de "nortes", lo que provocó una capa de mezcla profunda (75 a 100 m), y que la zona costera estuviera totalmente mezclada con altos valores en concentración de oxígeno ($>4.5 \text{ mL L}^{-1}$). Esto hace pensar en un ambiente con turbulencia inducida, ya sea por viento o flujo de agua permitiendo la resuspensión de organismos del ticopláncton como lo reporta Dagg (1988), así como la similitud de la comunidad fitopláctica en la columna de agua hasta 200 m (Fernández y García-Braun, 1989). La dominancia de las dinoflageladas sobre todo en estaciones cercanas a la costa,

habla de una comunidad vieja que en primera instancia pudo estar dominada por diatomeas, sin embargo, por condiciones oligotróficas surgieron especies menos exigentes como son las dinoflageladas y coccolitoforidas.

La mayor abundancia de fitoplancton de abril se encontró frente a la desembocadura de los ríos, posiblemente asociada a fenómenos de turbulencia y mayor disponibilidad de nutrientes. Gaxiola-Castro *et al.* (1995) encontraron una situación similar en aguas del Golfo de California posiblemente debido a que la distribución del plancton es el resultado de la turbulencia y advección que sobre él actúan (Tett y Edwards, 1984). Sin embargo, es difícil reconocer el efecto de la turbulencia en estaciones oceánicas. Lo que es evidente es el efecto de la termoclina sobre la distribución vertical de estos organismos, ya que difícilmente se encuentran densidades superiores a 1,300 cels. L-1 por debajo de 100 m.

En noviembre, la presencia de especies de diatomeas céntricas grandes de los géneros *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Leptocylindrus* y *Bacteriastrum* en toda el área de estudio, probablemente es consecuencia de la estabilidad observada, que beneficia la presencia de especies grandes (Gaxiola-Castro *et al.*, 1995); todos estos géneros se caracterizan por ser pláncnicos (Round *et al.*, 1990) y junto con la presencia de tres especies de silicoflageladas, que son sensibles a las variaciones de temperatura corroboran la presencia de un ambiente con estabilidad en la columna de agua (Sournia, 1986; Erard-LeDenn, 1991). Por otra parte la mayor densidad de organismos en este muestreo, se observó por arriba de la termoclina (ca. 50 m), la cual sirve como una barrera tanto para los nutrientes como para las células fitopláncticas (Harris, 1986).

II. RELACIÓN FITOPLANCTON-AMBIENTE.

Los análisis estadísticos no delimitan una relación directa entre la variación de los parámetros físico-químicos y el comportamiento de la comunidad fitopláncica, probablemente como consecuencia de otros factores no considerados en este estudio como son la competencia y predación (Steel y Henderson, 1992), o bien que el fitoplancton este controlado por un sistema interactivo, en que los factores que lo estructuran cambian estacionalmente influidos por eventos históricos (Anderson *et al.* 1994). Es decir, que los

organismos tienen la cualidad de evidenciar las condiciones ecológicas prevalecientes en un momento dado, además de las históricas, adicionalmente el tiempo en que responden es variable para las diferentes especies (Boltovskoy, 1978; Jumars, 1993). Por lo anterior, se explica la aparente falta de correspondencia entre las características ambientales y la comunidad.

El frente termohalino de abril, producido por efecto de los ríos Pánuco, Tigre, Carrizal y Soto la Marina, es un proceso importante en la generación de nuevos nutrientes, dando como resultado teórico una alta productividad Marra *et al.* (1990) y Fernández *et al.* (1993). Sin embargo, en nuestro caso el análisis de componentes principales relaciona inversamente las flageladas con baja salinidad (Fig. 13) sin abundancia de nutrientes. Estrada y Salat (1989) han encontrado que esta baja concentración de nutrientes es consecuencia de que son consumidos rápidamente por los productores primarios, sobre todo de los nitratos y nitritos. Por otra parte, como lo muestra el análisis de agrupación el hecho de no encontrar una comunidad homogénea a lo largo del frente, se debió quizás a que se trata de un conjunto de plumas de ríos, que por la distancia entre estaciones no se pueden diferenciar, así mismo se desconoce el desarrollo del proceso y en que etapa se encuentra, es decir, los organismos tienen una tasa variable de respuesta a los cambios ambientales (García-Soto *et al.*, 1990).

Otra característica en el muestreo de abril fue la presencia de un “norte” moderado, el cual ocasionó el hundimiento de la capa de mezcla, que en teoría permitiría mayor disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton y por tanto mayor crecimiento (Dunstan *et al.*, 1990), sin embargo en muchos sitios no ocurrió así, tal vez porque la mezcla turbulenta generada por este fenómeno estimula también el pastoreo (Kjørboe *et al.* 1988), así mismo, el reducido tamaño de las células fitopláncticas favorece su ingestión. Esta situación coincide con mayor concentración de nitrógeno amoniacal en casi toda el área, que por otro lado pudo ser aportada por la tasa de excreción del zooplancton (Alcaraz *et al.*, 1994), el cual se ha reportado abundante en el área (Trillo y Barreto, 1980) especialmente frente al río Soto la Marina.

La óptima relación N:P requerida por el fitoplancton para su desarrollo es de 16:1 (Hein y Reimann, 1995), lo que contrasta con los valores encontrados en abril debido a la baja concentración de fósforo, lo cual no permite el crecimiento del fitoplancton por deficiencia de este. Esta insuficiencia puede favorecer la dominancia de las cocolitofóridas (Millan-Núñez y Loya-Salinas, 1993), ya que estos organismos de talla pequeña y por su metabolismo son más eficientes para captar nutrientes en función de su relación superficie de absorción-volumen (Kitchell, 1983; Zürek y Bucka, 1994). También llama la atención que el análisis de factores agrupe a especies costeras bénticas en ambientes oceánicos, situación que se pudiera explicar por efecto del transporte de corrientes superficiales, influenciadas por el gran giro anticiclónico y aporte de ríos característicos de esta época.

El domo termohalino detectado en abril en la región sur, es otro de los factores que influyen en la composición y abundancia del fitoplancton, el cual se infiere que de acuerdo al patrón de circulación establecido por Vidal *et al.* (1990), resulta de un giro ciclónico asociado al gran giro anticiclónico que se desprende de la Corriente del Lazo. Como consecuencia se notó un ascenso de agua profunda (Fig. 5), que se reflejó en un ligero incremento en la densidad y biomasa del fitoplancton entre 30 y 75 m, asociado a un descenso en nutrientes. Esta situación podría explicarse por el consumo de nutrientes por fitoplancton por un lado ; por el otro el escaso incremento de fitoplancton puede ser causa del pastoreo. Otro aspecto a considerar fue la presencia de un "norte" que pudo disminuir el efecto del ascenso de agua, como teóricamente lo ha señalado Harris (1980). La baja biomasa registrada al norte de la zona oceánica, puede ser resultado del choque de dicho giro que, por tratarse de uno cálido hay hundimiento de las isopicnas, así como consumo de nutrientes por el fitoplancton atrapado durante su recorrido. Por esta razón se explica la dominancia de cocolitofóridas, ya que prefieren ambientes cálidos oligotróficos (Longhurst y Pauly, 1987).

Noviembre se caracterizó por presentar una fuerte estratificación con la termoclina a 50 m y escaso aporte de agua epicontinental, asociado a un incremento en la densidad y biomasa del fitoplancton, así como un aumento de nutrientes en relación con el mes de abril. Por ser un ambiente más "estable" física y químicamente, las variaciones en composición pueden estar determinadas principalmente por procesos biológicos como lo señalan Mackas *et al.*, (1985).

Por otro lado, la zona nerítica se comportó homogéneamente, en virtud de su poca variación en temperatura y salinidad, aunado al hecho de que las concentraciones de oxígeno están por encima de 4.48 ml L^{-1} , y por tanto muy cercanas al valor teórico de oxígeno en aguas superficiales de 4.8 ml L^{-1} (Riley y Chester, 1989), lo que sugiere que en este sistema la homogeneidad de las aguas se da por la mezcla inducida por viento. Se ha visto que en sistemas costeros la mezcla producida por vientos provoca homogeneidad a las aguas con bajas concentraciones en nitrógeno y la relación N:P (Carreto *et al.*, 1995), como sucede en este muestreo, donde los valores de dicha relación son menores a 7.23; además, un ambiente inicialmente turbulento se caracteriza típicamente por especies grandes (diatomeas); mientras que pequeñas especies (flageladas y cianobacterias) dominan en regiones más permanentemente estratificadas (Nielsen y Kiørboe, 1991).

Entre los ríos Tamesís y Soto la Marina, se detecta un ligero aporte de aguas epicontinentales en noviembre, que corresponde con los valores más altos de clorofila *a* y células fitopláncticas (más de $1,000 \text{ céls. L}^{-1}$), así como la presencia de especies de agua dulce y salobre como son *Synedra ulna*, *Navicula cf. crusiculoides*, *Amphora ovalis* var. *affinis*, y *Nitzschia paradoxa*; esta última típica de ambientes litorales. Esto confirma la influencia de aguas epicontinentales y turbulencia en la costa de Tamaulipas; por otro lado, se encontró una alta correlación entre la clorofila *a* y las diatomeas, lo que significa que los valores altos de clorofila se deben fundamentalmente a este grupo. La relativa abundancia de fitoplancton en aguas costeras con baja salinidad puede estar relacionado también con la concentración de silicatos, ya que experimentalmente se ha demostrado que las diatomeas son dominantes cuando este nutriente aumenta (Yoder *et al.*, 1993; Chiu *et al.*, 1994 y Burford *et al.*, 1995).

En general, la dominancia de cocolitofóridas en ambos muestreos define esta área como un ambiente tropical oligotrófico, en que la abundancia de estos organismos en parte se debe a la baja presión parcial de CO_2 que normalmente se encuentra en niveles de saturación o sobre saturación en aguas superficiales (Lee, 1989) como sucedió en el muestreo de abril (Alexander, 1996). Así también, la cianofita *Oscillatoria erythraea*, se registró en forma abundante, además de ser característica de ambientes tropicales y común en el Golfo de

México (Wood, 1965; Massuti y Margalef, 1950). Estos aspectos tienen indudablemente implicaciones en la cadena alimentaria pelágica, desde que las pequeñas células son parte del alimento microbial y rápidamente recicladas como nutrientes, mientras las células grandes tienden más a soportar a una cadena corta o a sedimentarse fuera del sistema. (Nielsen y Kjørboe, 1991).

También se puede observar que la influencia de agua dulce en ambos muestreos parece tener una dispersión hacia el norte, como se aprecia en la distribución de clorofila *a*, ya que las isolíneas se pliegan en esa dirección. En abril, época final de "nortes" se esperaría una circulación costera al sur, sin embargo se da hacia el norte, a consecuencia probablemente de la formación de una corriente de frontera paralela al talud continental entre 19° y 26° N, consecuencia del giro anticiclónico (Alexander, 1996), mientras que en noviembre, la circulación se mueve en dirección anticiclónica como lo mencionan Vidal *et al.* (1989).

La densidad de organismos en ambos muestreos es baja como sucede en aguas tropicales estratificadas (Müller-Karger y Castro, 1994); por otro lado, hay que considerar que el tamaño de la muestra (125-275 ml) también puede influir en la baja abundancia, además que la densidad de organismos en esta zona es baja, por su carácter oceánico oligotrófico; es por esta razón que Venrick (1978) recomienda analizar muestra entre 1 y 2 L.

Se puede decir que la causa de las variaciones en la comunidad fitopláctica se deben a los cambios en salinidad, la turbulencia, tormentas, movimientos de masas de agua y estratificación; que como se ha visto tienen un efecto importante en el tamaño de los parches oceánicos (Jumars, 1993), por otro lado, se ha demostrado que las variables biológicas responden también a cambios en esas escalas de tiempo (Fernández *et al.*, 1993). En nuestro caso, el no encontrar una correlación significativa entre el ambiente y la estructura de la comunidad se debe en parte a que las respuestas del fitoplancton ocurren desfasadas ligeramente (Harris, 1980). Finalmente cabe mencionar que la etapa de máximo desarrollo en la sucesión de especies se alcanza en un tiempo aproximado de dos semanas (Millan-Núñez y Loya-Salinas, 1993).

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis hidrológico y del fitoplancton, permiten caracterizar al área de estudio como un ambiente tropical-oligotrófico en las dos épocas estudiadas. También, se pudo determinar la presencia de un frente termohalino, un domo térmico y aporte epicontinental en abril, así como la marcada estratificación térmica de noviembre, todo lo cual influyó en los cambios estructurales de las taxocenosis del fitoplancton (composición, densidad de organismos, biomasa y distribución).
- El análisis de nutrientes confirma el carácter oligotrófico de esta región, cuyos valores aún en la zona más costera son similares a los registrados para aguas oceánicas por diversos autores. Los valores promedio en ambos muestreos fueron: de nitratos $1.2 \mu\text{g-at L}^{-1}$, nitritos $0.6 \mu\text{g-at L}^{-1}$, amonio $5.0 \mu\text{g-at L}^{-1}$, fosfatos $2.5 \mu\text{g-at L}^{-1}$ y silicatos de $5.5 \mu\text{g-at L}^{-1}$.
- La mayor abundancia de organismos se registró en noviembre, con el valor más alto por arriba de $10,000 \text{ cél. L}^{-1}$; en cambio, en abril la densidad fue significativamente menor. La biomasa presentó una situación inversa, es decir, los valores altos corresponden al muestreo de abril, particularmente en el área del domo térmico, lo que en este caso puede explicarse por una ligera incorporación de nutrientes del fondo.
- El análisis estadístico de agrupación de abril permitió agrupar el área de estudio en dos grandes regiones a la altura del río Pánuco, aparentemente relacionados con el efecto del domo térmico arriba citado; mientras que en noviembre la regionalización esta en función de la profundidad, asociada a la termoclina. Por otro lado el análisis de componentes principales (PCA), indica la relación entre las flageladas con la salinidad en abril, así como el aporte de mayor biomasa por diatomeas en noviembre.

LITERATURA CITADA

- ALATORRE, M. A., F. RUIZ y D. A. SALAS-deLEÓN, 1987. Efecto del paso de frentes fríos atmosféricos sobre la Bahía de Campeche. *In: González, J., F. Medina, M. Romo y M. Martínez (Eds.) Memoria Reunión Anual 1987. Unión Geofísica Mexicana: 186-193.*
- ALCARAZ, M., E. SAIZ & M. ESTRADA, 1994. Excretion of ammonia by zooplankton and its potential contribution to nitrogen requirements for primary production in the Catalan Sea. (NW Mediterranean). *Mar. Biol.*, 119(1): 69-74.
- ALEXANDER, H. M. V., 1996. Caracterización de algunos parámetros químicos del agua de mar en la costa oeste del Golfo de México, (Norte de Veracruz, sur y centro de Tamaulipas). *Tesis de maestría, UACPyP-CCH, UNAM, 31 pp.*
- ANDERSON, A., P. HAECKY & A. HAGSTRÖM, 1994. Effect of temperature and light on the growth of micro-, nano- and pico-plankton, impact on algae succession. *Mar. Biol.*, 120(4): 511-520.
- ANÓNIMO, 1985. Report of IAPSO working group on symbols, units and nomenclature in physical oceanography (SUN). The international system of units (SI) in oceanography. *UNESCO Tech. Papers Mar. Sci.*, 45, IAPSO Publication Scientifique, 32.
- ANÓNIMO, 1986-1991. *CCS:Statistica*. Vol. 2. StatSoft, Inc., Tulsa 968 pp.
- AVENDAÑO, S. H. y N. O. SOTOMAYOR, 1980. Contribución al conocimiento del fitoplancton en la costa de Tamaulipas, México., Dir. Gral. Ocean., Secretaría de Marina, México. *Inv. Ocean.*, B-80-05. 29 pp.
- BALECH, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1:1-310.
- BALDERAS-PALACIOS, B. M., 1994. Distribución superficial del fitoplancton en el Golfo de México y su relación con algunos parámetros físico-químicos durante el otoño de 1996. *Tesis de Licenciatura, Fac. Cienc., UNAM, 230 pp.*
- BERARD-TERRIAULT, L., A. CARDINAL & M. POULIN, 1986. Les diatomées (Bacillariophyceae) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 6 Naviculales: Cymbellaceae et Gomphonemaceae. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 113: 405-429.
- BERARD-TERRIAULT, L., A. CARDINAL & M. POULIN, 1987. Les diatomées (Bacillariophyceae) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 8 Centrales. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 114: 81-113.

- BIANCHI, T. S., C. LAMBERT, & D. C. BIGGS, 1995. Distribution of chlorophyll *a* and the pheopigments in the northwestern Gulf of Mexico: A comparison between fluorometric and high-performance liquid chromatography measurements. *Bull. Mar. Sci.*, 56(1): 25-32.
- BOLD H. C. & M. J. WYNNE, 1978. *Introduction to the algae: structure and reproduction*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 706 pp.
- BOLTOVSKOY, E., 1978. Problema de los indicadores biológicos en oceanografía. *Anal. Acad. Nac. Ci. Ex. Fis. Nat. Buenos Aires*, 30: 229-251
- BOYER, C., 1916. *The diatomaceae of Philadelphia and vicinity*. J. B. Lippincott Co., Philadelphia, 143 pp., 40 pls.
- BRITTON, C. J. & B. MORTON, 1989. *Shore ecology of the Gulf of Mexico*. University of Texas Press, Austin, 387 pp.
- BURFORD, M. A., P. C. ROTH LISBERG & Y. G. WANG, 1995. Spatial and temporal distribution of tropical phytoplankton species and biomass in the Gulf of Carpentario, Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 18(1/3): 255-266.
- CARDINAL, A., L. BERARD-TERRIAULT & M. POULIN, 1984. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 4 Naviculales, Naviculaceae (A L' Exclusion des genres *Navicula*, *Donkinia*, *Gyrosigma* et *Pleurosigma*). *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 111: 369-394.
- CARDINAL, A., M. POULIN & L. BERARD-TERRIAULT, 1986. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 5 Naviculales, Naviculaceae; les genres *Donkinia*, *Gyrosigma* et *Pleurosigma*. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 113: 167-190.
- CARRETO, J. I., V. A. LUTZ, M. O. CARIGNAN, A. D. CUCCHI-COLLEONI & S. G. DeMARCOS, 1995. Hydrography and chlorophyll *a* in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentina Sea. *Cont. Shelf. Res.*, 15(2/3): 315-336.
- CARRIT, D. E. & J. H. CARPENTER, 1968. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in waters. *J. Mar. Res.*, 24: 286-318.
- CONGER, P. S., G. A. FRYXELL & S. Z. EL-SAYED, 1972. Diatom species reported from the Gulf of Mexico. In: Bushell, V. C. (Ed.) Serial atlas of the marine environment. Chemistry, primary productivity, and benthic algae of the Gulf of Mexico. *Amer. Geogr. Soc.*, 22: 18-23.
- CRESSIE, N. A. C., 1991. *Statistics for spatial data*. John Wiley and Sons, Inc., New York., 900 pp.
- CUPP, E. E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Ocean. Univ. Calif.*, 5(1): 1-237.
- CURL, H. 1959. The phytoplankton of Apalache Bay and the Northeastern Gulf of Mexico. *Inst. Mar. Sci.*, 6: 278-320.

- CHIU, H. C. M, I. J. HODGKISS & B. S. S. CHAN, 1994. Ecological studies of phytoplankton in Tai Tam Bay, Hong Kong. *Hidrobiol.*, 273(2): 81-94.
- DAGG, M. J., 1988. Physical and biological responses to the passage of a winter storm in the coastal and inner shelf water of the northern Gulf of Mexico. *Cont. Shelf. Res.*, 8(2): 167-178..
- DAVIS, C. C., 1954. Phytoplankton of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P. S. (Ed.) Gulf of Mexico its origin, waters, and marine life. *Fish. Bull. Fish Wildlife Serv.*, 55: 163-169.
- DAWES, C. J., 1986. *Botánica Marina*. Limusa, México, D. F., 673 pp.
- DEPARTMENT OF COMERCE, 1985. Gulf of Mexico, coastal and ocean zones strategical assesment: *Data Atlas*. U. S. Dep. of Com., NOAA.
- DIGBY, P. G. N. & R. A. KEMPTON, 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman and Hall, Londres, 206 pp.
- DROUET, F., 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriacea. Monograph 15. Acad. Nat. Sci., Phi., 370 pp.
- DUNSTAL, T. G., J. C. H. CARTER, B. P. MONROE, G. T. HEYMES, R. R. WEILER & G. J. HOPKINS, 1990. Influence of upwellings, storms, and generating station operation on water chemistry and plankton in the Naticoke region of Long Point Bay, Lake Erie. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47(7):1434-1445.
- EL-SAYED, S. Z., 1972. Primary productivity and standing crop of phytoplankton. In: Bushell, V. C. (Ed.) Serial atlas of the marine environment. Chemistry, primary productivity, and benthic algae of the Gulf of Mexico. *Amer. Geogr. Soc.*, 22: 8-13.
- EMILSSON, I., 1976. La oceanografía regional con respecto a los problemas actuales y futuros de la contaminación y de los recursos vivos del Golfo de México. *Reunión interdisciplinaria de trabajo COII/OAA/INUMA sobre la contaminación marina en el Caribe y regiones adyacentes*. Puerto España, Trinidad, 13-18 de diciembre de 1976, 24 pp.
- EMILSSON, I., M. A. ALATORRE, A. FERNANDEZ, R. LANKFORD y F. RUIZ, 1973. Investigación sobre la contaminación costera en Altamira, Tamaulipas. *Reporte Técnico*. Instituto de Geofísica, UNAM, México.
- ERARD-LeDENN, E., 1991. Le genere *Dictyocha* (Silicoflagellates). In: Sournia, A., C. Belin, B. Berland, E. Erard-LeDenn, P. Gentien, D. Grzebyk, C. Marcaillou-LeBaut, P. Lassus & F. Portensky (Eds.) *Le phytoplankton nuisible de cotes de Frances, de la biologie a la prévention*. Inst. Francais de Recherche pour l'exploitation de la Mer: 119-126.
- ESTRADA, M. & J. SALAT, 1989. Phytoplankton assemblages of deep surface water layers in a Mediterranean frontal zone. *Topics in Mar. Biol. Res.*, J. D., (Ed.). *Sci. Mar.*, 53(2-3): 203-214.
- FAHNENSTIEL, G. L., M. H. MARCOVITZ, M. J. Mc CORMICK, S. E. LOHRENZ & D. G. REDALJE, 1992. Taxon-specific production and grow rates of dominant phytoplankton from the northern Gulf of Mexico. *J. Phycol.*, 28(3): 1-13.

- FEDEROV, K. N., 1986. *The physical nature and structure of oceanic fronts*. Springer-verlag, New York, Inc., 333 pp.
- FERNÁNDEZ de P., M. L. y J. A. GARCÍA-BRAUN, 1989. Dinámica de las comunidades planctónicas en una zona del Atlántico Subtropical (Isla Tenerife). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 5(2): 87-100.
- FERNÁNDEZ, E., J. CARBAJAL, J. L. ACUÑA, A. BODE, A. BOTAS & C. GARCÍA-SOTO, 1993. Plankton distribution across a slope current-induced front in the southern Bay of Biscay. *J. Plankton Res.*, 15 (6): 619-641.
- FOGED, N., 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. *Bibl. Phycol.*, 16: 1-127.
- FONSELIUS, H. S., 1975. Units in chemical oceanography and marine chemistry. Cap. 4. In: FAO (Ed.) *Manual of methods for detection, measurement and monitoring of water pollution*. FAO Fish. Tech. Papers., 137: 20-25.
- FOOG, G. E., W. D. P. STEWART, P. FAY & A. E. WALSBY, 1973. *The blue-green algae*. Acad. Press, New York, 459 pp.
- FRANCESCHINI, G. A. & S. EL-SAYED, 1968. Effect of hurricane Inez (1966) on the hydrography and productivity of the western Gulf of Mexico. *Sonderb. Deutch. Hydrograph. Zeisch.*, 21(5): 193-202.
- FRANCO, J., G. De la CRUZ, A. CRUZ, A. ROCHA, N. NAVARRETE, G. FLORES, E. KATO, S. SÁNCHEZ, L. G. ABARCA & C. M. BEDIA, 1985. *Manual de ecología*. Trillas, México, 266 pp.
- GARCÍA, E., 1990. Carta climática In: *Atlas Nacional de México*. Inst. Geogr. UNAM. IV. 4.10.
- GARCÍA, E., R. VIDAL, L. M. TAMAYO, T. REYNA, R. SÁNCHEZ y E. SOTOMAYOR, 1977. Precipitación y probabilidad de lluvias en Veracruz In: *Precipitación en la Republica Mexicana y evaluación de su probabilidad*.
- GARCÍA-SOTO, C., I. de MADARIAGA, F. VILLATE & E. ORIVE, 1990. Day-to-day variability in the plankton community of a coastal shallow embankment in response to changes in river runoff and water turbulence. *J. Mar. Freshwater Res.*, 32: 479-492.
- GAXIOLA-CASTRO, G., T. GARCÍA-CORDOVA, J. E. VALDÉZ-HOLGUIN & M. BOTELLO-RUVALCABA, 1995. Spatial distribution of chlorophyll *a* and primary productivity in relation to winter physical structure in the Gulf of California. *Cont. Shelf Res.*, 15(9): 1043-1059.
- GEMEINHARDT, K., 1930. Silicoflagellatae. In: Rabenhorst's, L. (Ed.) *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Johnson Reprint Co., New York: 1-85.
- HALLEGRAEFF, G. M., 1986. Taxonomy and morphology of the marine plankton diatom *Thalassionema* and *Thalassiotrix*. *Diatom Res.*, 1(1): 57-80.
- HARRIS, G. P., 1980. Spatial and temporal scales in phytoplankton ecology. Mechanisms, methods, models, and management. *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 37: 877-900.

- HARRIS, G. P., 1986. *Phytoplankton Ecology. Structure, function and fluctuation*. Chapman and Hall, Nueva York, 384 pp.
- HASLE G. R., 1964. *Nitzschia and Fragillariopsis species studied in the light and electron microscopes*, I. Some marine species of the groups Nitzschia and Lanceolate. Universitetsforlaget, Oslo, 45 pp.
- HASLE, G. R. & C. B. LANGE, 1992. Morphology and distribution of *Coscinodiscus* species from the Oslo fjord, Norway, and the Skagerrak. North Atlantic. *Diatom Res.*, 7(1): 37-68.
- HASLE, G. R. & G. A. FRYXELL, 1977. The genus *Thalassiosira*: some species with a linear areola array. Fourth symposium on recent and fossil marine diatoms, Oslo, August 30 - September 3, 1976. *Nova Hedwigia*, 54: 15-66.
- HASLE, G. R., 1974. Some marine plankton genera of the diatom family Thalassiosiraceae. Second symposium on recent and fossil marine diatoms. London September 4-9 *Nova Hedwigia*, 45: 1-49.
- HASLE, G. R., 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (Ed.) *Phytoplankton Manual*. UNESCO, Reino Unido: 191-196.
- HEIMDAL, B. R., 1993. Modern Coccolithophorids. Chapter 2. In: Thomas, R. C. (Ed.) *Marine phytoplankton. A guide to naked flagellates and coccolithophorids*. Academic Press Inc., New York: 7-145.
- HEIN, M. & B. REIMANN, 1995. Nutrient limitation of phytoplankton biomass or growth rate and experimental approach using marine enclosures. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 188(2): 167-180.
- HENDEY, N. I., 1964. *An introductory account of the smaller algae of British coastal waters*. Part. V: Bacillariophyceae (Diatoms). Fishery Investigations Series IV. Otto Koeltz Science Publishers, London, 317 pp.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U., 1991. The morphology and taxonomy of species of the diatom genus *Asteromphalus* Ehr. *Bibl. Phycol.*, 23: 1-55.
- HERZIG, W. N. & G. A. FRYXELL, 1986. The diatom genus *Thalassiosira* Cleve in Gulf Stream warm core rings: taxonomy, with *T. intranula* and *T. lineoides* spp. nov. *Bot. Mar.*, 29: 11-25.
- HESEL D. R. & R. M HIRSCH, 1992. *Statistical methods in water resources. Studies in environmental science*, 49. Elsevier, New York, 522 pp.
- HUMM, H. J. & S. R. WICKS, 1980. *Introduction and guide to the marine bluegreen algae*. John Wiley & Sons, New York, 193 pp.
- HUSTEDT, F., 1930a. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Die Kieselalgen, Teil 1. Johnson Reprint Corporation, London, Rep. 1975. 920 pp.
- HUSTEDT, F., 1930b. *Die Süßwasser-Flora mitteleuropas*. Heft 10: *Bacillariophyta (Diatomeae)*. Reprint 1976. Ottokoeltz Sci. Publ., Koenigstein, W. Germany, 466 pp.

- HUSTEDT, F., 1959. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Band VII. Die Kieselalgen, Teil 2. Johnson Reprint Corporation, London, Rep. 1975. 845 pp.
- HUSTEDT, F., 1961-1966. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Die Kieselalgen, Teil 3. Johnson Reprint Corporation, London. Rep. 1975. 816 pp.
- HUYER, A., 1990. Shelf circulation. In: Le Méhauté, B. & D. M. Hanes (Eds.), *Ocean Engineering Science*. John Wiley & Sons, New York : 423-466.
- JUMARS, P. A., 1993. *Concepts in Biological Oceanography and Interdisciplinary Primer*. Oxford Univ. Press, 348 pp.
- KECKLER, D., 1994. *Surfer for windows user's guide*. Golden Software Inc., Colorado USA.
- KENNISH, M. J., 1994. *Practical handbook of marine sciences*. Second edition, CRC Press, London, 566 pp.
- KIØRBOE, J., 1993. Turbulence, phytoplankton cell size and the structure of pelagic food webs. In: Blaxter, J. H. S. & A. J. Southward (Eds.) *Marine Biology*, Vol. 29. Academic Press, London: 2-72.
- KIØRBOE, T., P. MUNK, K. RICHARDSON, V. CHRISTENSEN & H. PAULSEN, 1988. Plankton dynamics and larval herring growth, drift and survival in frontal area. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 44(3): 205-219.
- KITCHELL, J. A., 1983. Biotic interactions and siliceous marine phytoplankton. An ecological and evolutionary perspective. In: Tevez, M. J. S. & P. L. Mc Call (Eds.) *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*. Plenum Press, Vol. 3 Topics in geobiology, New York: 285-329.
- KOFOID, C. A. & O. SWEZY, 1921. *The free-living unarmored dinoflagellata*. Memoirs of the University of California. Vol. 5. Univ. Calif. Press, Berkeley, California, 538 pp.
- LEBOUR, M. V., 1930. *The planktonic diatoms of Northern seas*. Ray Soc. Publ., 116, 244 pp.
- LEE, R. E., 1989. *Phycology*. Cambridge Univ. Press, New York, 645 pp.
- LEIPPER, F., 1954. Physical oceanography of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P. S. (Ed.) *Gulf of Mexico its origin, waters, and marine life*. *Fish. Bull. Fish Wildlife Serv.*, 55: 119-138.
- LICEA, S., 1992. Especies de diatomeas seleccionadas del sur del Golfo de México, estudiadas en microscopio de luz y electrónico. *Tesis Doctoral*. UACPyP-CCH, UNAM, 66 pp.
- LICEA, S., 1994. *Thalassiosira* species from the southern Gulf of Mexico. *Mem. Calif. Acad. Sci.*, 17: 311-335.

- LICEA, S., TORRES, P. y R. LUNA, 1982. *Evaluación de los posibles efectos del derrame del Pozo Ixtoc, sobre las comunidades del fitoplancton y la productividad primaria* (Informe Final). UNAM/ICMyL, 47 pp., 17 figs., 14 tablas, mimeografiado.
- LOHRENZ, S. E., G. L. FAHNENSTIEL & D. G. REDALJE, 1994. Spatial and temporal variations of photosynthetic parameters in relation to environmental conditions in coastal waters of the northern Gulf of Mexico. *Estuaries*, 17(4): 779-795.
- LONGHURST, A. R. & D. PAULY, 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press Inc., New York, 407 pp.
- MACKAS, D. L., K. L. DENMAN & M. R. ABBOTT, 1985. Plankton patchiness: biology in the physical vernacular. *International Symposium on Marine Plankton*, 37(2): 652-674.
- MASSUTI, M. y R. MARGALEF, 1950. *Introducción al estudio del plancton marino*. Patronato Juan de la Sierra de Investigación Técnica (C.S. de Y. C.) Barcelona. 182 pp.
- MARRA, J., R. W. HOUGHTON & C. GARSIDE, 1990. Phytoplankton growth at the shelf-break front in the Middle Atlantic Bight. *J. Mar. Res.*, 48(4): 851-868.
- MERRELL Jr., W. & J. M. MORRISON, 1981. On the circulation of the western Gulf of Mexico with observations from April 1978. *J. Geophys. Res.*, 86(C5): 4181-4185.
- MILLAN-NUÑEZ, E. y D. H. LOYA-SALINAS, 1993. Variabilidad temporal del fitoplancton en una zona costera del Noroeste de Baja California. *Cienc. Mar.*, 19(1): 61-74.
- MORENO-RUIZ, J. L. y S. LICEA, 1994. Morphology of two species of *Coscinodiscus* Ehrenberg from south Gulf of Mexico and north Pacific of Mexico. *Proc. 11th Int. Diatom Symp., Cal. Acad. Sci.*, 336-349.
- MOULIN, J. P., 1980. Observaciones hidrológicas frente al litoral de Tamaulipas en el Golfo de México. Reporte Técnico, Dir. Gral. Ocean., Secretaria de Marina, México, 48 pp.
- MÜLER, W. & D. L. SMITH, 1992. *Compilation of E.P.A.'s sampling and analysis methods*. Library of Congress Cataloging-in-Publication data. 803 pp.
- MÜLER-KARGER, F. E. & R. A. CASTRO, 1994. Mesoscale processes affecting phytoplankton abundance in the southern Caribbean Sea. *Cont. Shelf. Res.*, 14(2/3): 199-221.
- MÜLER-KARGER, F. E., J. J. WALSH, R. H. EVANS & M. B. MEYERS, 1991. On the seasonal phytoplankton concentration and sea surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determinate by satellites. *J. Geophys. Res.*, 96 (C7): 12645-12665.
- NAVARRO, J. N., 1981. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico, II. Suborder Biddulphiineae: Families Biddulphiaceae, Lithodesmiaceae and Eupodiscaceae. *Bot. Mar.* 24: 615-630.

- NAVARRO, J. N., 1982. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico, V. Suborder Raphidineae: Families Achnantheaceae and Naviculaceae (Excluding *Navicula* and *Mastogloia*). *Bot. Mar.* 25: 321-338.
- NAVARRO, J. N., 1983a. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico, VI. Suborder Raphidineae. Family Naviculaceae (Genera *Haslea*, *Mastogloia* and *Navicula*). *Bot. Mar.* 26:119-136.
- NAVARRO, J. N., 1983b. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico, VI. Suborder Raphidineae. Families Auriculaceae, Epithemiaceae, Nitzschiaceae and Surirellaceae. *Bot. Mar.* 26:393-408.
- NIELSEN, J. G. & T. KIØRBOE, 1991. Effects of a storm event on the structure of the pelagic food web with special emphasis on planktonic ciliates. *J. Plankton Res.*, 13(1): 35-51.
- NOWLIN, W. D. & C. A. PARKER, 1974. Effects of a cold-air on shelf waters of the Gulf of Mexico. *J. Phys. Oceanogr.*, 4(3): 467-483.
- NOWLIN, W. D. & J. M. HUBERTZ, 1972. Contrasting summer circulation patterns for the eastern gulf. In: Capurro, L. R. A & J. L. Reid (Eds.) *Contributions on the physical oceanography of the Gulf of Mexico*. University of Texas Press, Austin: 119-137.
- NOWLIN, W. D., 1972. Winter circulation patterns and property distributions. In: Capurro, L. R. A & J. L. Reid (Eds.) *Contributions on the physical oceanography of the Gulf of Mexico*. University of Texas Press, Austin: 3-52.
- ODUM, E. P., 1972. *Ecología*. Interamericana, México, D. F., 546 pp.
- OHMAN, M. D., G. C. ANDERSON & E. OZTURGUT, 1982. A multivariate analysis of planktonic interactions in the eastern tropical North Pacific. *Deep-Sea Res.*, 29:1451-1469.
- PERAGALLO M. H. & M. PERAGALLO 1897-1908. *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. A. Ashe & Co., Amsterdam, Rep. 1965. 491 pp.
- PLATT, T. & D. V. SUBBA RAO, 1975. Primary production of marine microphytes. In: Cooper, J. P. (Ed.) *Photosynthesis and productivity in different environments*. Cambridge University Press, Cambridge: 249-280.
- POSTMA, H & J. J. ZIJLSTRA, 1988. Introduction. In: Postma, H & J. J. Zijlstra (Eds.), *Continental Shelves*. Ecosystems of the world, No. 27. Elsevier, New York: 1-4.
- POULIN, M., L. BERARD-TERRIAULT & A. CARDINAL, 1984a. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 1 Cocconeioideae (Achnanthes, Achnantheaceae). *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 111: 45-61.
- POULIN, M., L. BERARD-TERRIAULT & A. CARDINAL, 1984b. Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 3 Fragilarioideae (Fragilariales, Fragilariaceae). *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 111:349-367.

- POULIN, M., L. BERARD-TERRIAULT & A. CARDINAL, 1987. Les diatomées (Bacillariophyceae) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 7 Naviculaires (Les genres *Plagiotropis* et *Entomoneis*), Epithemiales et Surirellales. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 114: 67-80.
- PRASAD, A. K. S. K., 1986. *Delphineis livingstonii* n. sp. (Diatomaceae, Bacillariophyceae) from St. George Sound, northeastern Gulf of Mexico. *Bot. Mar.*, 29: 517-522.
- PRASAD, A. K. S. K. & J. A. NENOW, 1988. Rimoportulae in *Eupodiscus radiatus* (Bacillariophyceae) from the northeastern Gulf of Mexico. *J. Phycol.*, 24(1):120-123.
- RILEY, J. P. y R. CHESTER, 1989. *Introducción a la química marina*. AGT Editor, México, 459 pp.
- RINES J. E. B. & P. E. HARGRAVES, 1988. The *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyceae) flora of Narragansett Bay, Rhode Island, USA. *Bibl. Phycol.*, 79: 1-196.
- ROUND, F. E., R. M. CROWFORD & D. G. MANN, 1990. *The diatom. Biology & morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.
- RUIZ, V., 1988. Determinación y distribución del género *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyceae) en la plataforma continental de la Bahía de Campeche (PROGMEX 1-03-93). *Tesis de licenciatura*, UAM-I, 23 pp., 12 lam.
- SACKETT, W. M., 1972. Chemistry. In: Bushell, V. C. (Ed.) Serial atlas of the marine environment. Chemistry, primary productivity, and benthic algae of the Gulf of Mexico. *Amer. Geogr. Soc.* 22: 1-5.
- SCHILLER, J., 1930. Coccolithineae. In: Rabenhorst's, L. (Ed.) *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Johnson Reprint Co., New York: 89-266.
- SCHILLER, T., 1933. Dinoflagellatae. In: Rabenhorst's, L. (Ed.) *Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Johnson Reprint Co., New York, 617 pp.
- SCHMIDT, A., M. SCHMIDT, F. FRICKE, M. HEIDEN, O. MÜLLER & F. HUSTEDT, 1874-1959. *Atlas der Diatomaceen-Kunde*. Leipzig & Berlin. 472 Pls.
- SIMONSEN, R. 1974. "Meteor" for *Schungergebnisse Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 66 pp.
- SMETACEK, K. V., 1988. Plankton characteristics. In: Postma, H & J. J. Zijlstra (Eds.), *Continental Shelves*. Ecosystems of the world, No. 27. Elsevier, New York: 93-130.
- SOURNIA, A., 1986. *Atlas du phytoplancton marin. Vol. 1. Introduction, Cyanophycées, Dyctyochophycées, Dinophycées et Raphydothycées*. Cons. Nat. Res. Sci., Paris, 219 pp.
- STEEL, J. T. & E. W. HENDERSON, 1992. A simple model for plankton patchiness. *J. Plankton Res.*, 14(10): 1397-1403.
- STEIDINGER K. A., 1972. Dinoflagellate species reported from the Gulf of Mexico and adjacent coast areas (compiled 1971). In: Bushell, V. C. (Ed.) Serial atlas of the marine

- environment. Chemistry, primary productivity, and benthic algae of the Gulf of Mexico. *Amer. Geogr. Soc.*, 22: 23-25.
- STEIDINGER K. A. & K. TANGEN, 1996. Dinoflagellates. In: Tomas, C. R. (Ed.) *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, Inc., New York: 387-584.
- STEIDINGER, K. A. & J. WILLIAMS, 1970. Memoirs of the "Hourglass" cruises. II Dinoflagellates. *Publ. Mar. Fla. Dept. Nat. Res.*, 2: 1-251.
- STRIKLAND, J. D. H. & A. PARSONS, 1977. *A practical handbook of seawater analysis*. 2nd. Edition. The Alger Press Ltd., Ottawa, 250 pp.
- STURGES, W. & J. P. BLAHA, 1976. A western boundary current in the Gulf of Mexico. *Science*, 192: 367-369.
- SUNDSTRÖM, D. G., 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to taxonomy. *Ph. D. diss.*, Leund. University. 196 pp.
- SYVERTSEN, E. E. & C. B. LANGE, 1990. *Porosira pentaportula* Syvertsen et Lange, *sp. nov.* (Bacillariophyceae) a marine planktonic diatom. *Nova Hedwigia*, 100: 143-151.
- TAYLOR, F. J. R., 1976. *Dinoflagellates from the international Indian ocean expedition*. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963-1964. Bibliotheca Botanica 132. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin, 234 pp. 46 pls.
- TAYLOR, F. J. R., 1980. Basic biological features of phytoplankton cells. In: Morris, I. (Ed.) *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Scientific Publications, Melbourne: 3-55.
- TEMPÈRE, J., 1974. *Le diatomiste*. Journal spécial s'occupant exclusivement de Diatomées et de tout ce qui s'y rattache. 1893-1896. Vol. 2, Antiquariaat Junk Dr. R. Schierenberg & Sons B. V., Netherland, 256 pp. 24 pl.
- TETT, P. & A. EDWARDS, 1984. Mixing and plankton an interdisciplinary theme in oceanography. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 22: 99-123.
- THRONDSSEN, J., 1993. The planktonic marine flagellates. Chapter 3. In: Thomas, R. C. (Ed.) *Marine phytoplankton. A guide to naked flagellates and coccolithophorids*. Academic Press, New York: 147-249.
- TRILLO, A. B. y E. E. BARRETO, 1980. Estudio zooplanctónico realizado en el área de la zona económica exclusiva de México frente al estado de Tamaulipas, en julio de 1978. Reporte Técnico, Sec. de Marina. Inv. Ocean., B-80-09. 25 pp.
- UCHUPI, E., 1975. Physiography of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In: Nair, A. E. & F. G. Stehli (Eds.) *The Ocean Basins and Margins*. Vol. 3. Plenum Press, New York: 1-64.
- Van LOON, J. C., 1989. *Chemical analysis of inorganic constituents of water*. CRC Press, Inc., Florida, 248 pp.
- VELASCO, M. H., 1994. Modelo numérico de circulación para la Bahía de Campeche. *Tesis de Maestría*, UACPyP-CCH, UNAM, 154 pp.

- VENRICK, E. L., 1978. Water-bottles. In: Sournia, A. (Ed.) *Phytoplankton Manual*. UNESCO. Reino Unido: 33-40.
- VIDAL V. M. V., F. V. VIDAL & J. M. PÉREZ-MOLERO, 1992. Collision of a Loop Current anticyclonic ring against the continental shelf slope of the western Gulf of Mexico. *J. Geophys. Res.*, 97(C2): 2155-2172.
- VIDAL V. M. V., F. V. VIDAL y A. F. HERNÁNDEZ, 1990. *Atlas oceanográfico del Golfo de México, Vol. II*. Inst. de Inv. Electricas, México, 707 pp.
- VIDAL V. M. V., F. V. VIDAL y J. M. PEREZ-MOLERO, 1989. *Atlas oceanográfico del Golfo de México, Vol. I*. Inst. de Inv. Electricas, México, 415 pp.
- VIDAL V. M. V., F. V. VIDAL, A. F. HERNÁNDEZ, E. MEZA & L. ZAMBRANO, 1994a. Winter water mass distributions in the western Gulf of Mexico affected by a colliding anticyclonic ring. *J. Oceanogr.*, 55: 559-588.
- VIDAL V. M. V., F. V. VIDAL, A. F. HERNÁNDEZ, E. MEZA y L. ZAMBRANO, 1994b. *Atlas oceanográfico del Golfo de México, Vol. III*. Inst. de Inv. Electricas, México, 707 pp.
- VILLA, V. A. y I. L. CUERVO, 1988. Medición de la productividad primaria al oeste del Golfo de México (mayo de 1983). In: Dirección General de Oceanografía (Ed.) *Física y química del océano*. Reporte Técnico, Secretaría de Marina: 37-69.
- Von STOSCH, H. A., 1985. Some marine diatoms from the Australian region, especially from Port Phillip Bay and tropical north-eastern Australia. *Brunonia*, 8: 293-348.
- WOOD, E. J. F., 1954. Dinoflagellates in the Australian region. *Aust. J. Mar. Freshwt. Res.*, 5(2): 171-351.
- WOOD, E. J. F., 1965. *Marine microbial ecology*. Chapman & Hall Ltd., London, 243 pp.
- YODER, J. A., P. G. VERITY, S. S. BISHOP & F. E. HOGE, 1993. Phytoplankton, chlorophyll *a*, primary production and nutrient distributions across a coastal frontal zone off Georgia, USA. *Cont. Shelf. Res.*, 13(2/3): 131-141.
- ZÜREK, R. & H. BUCKA, 1994. Algal size classes and phytoplankton-zooplankton interacting effects. *J. Plank. Res.*, 6(6): 583-601.