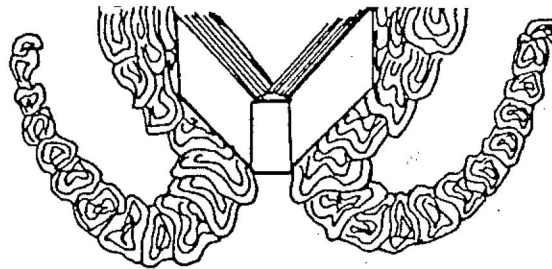


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas



VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DEL FITOPLANCTON
Y SU PRODUCTIVIDAD ORGANICA EN UNA LAGUNA COSTERA.



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO

PRESENTA

EDUARDO MILLAN NUNEZ

ENSENADA, B. C.

OCTUBRE, 1981

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS.

VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DEL FITOPLANCTON
Y SU PRODUCTIVIDAD ORGANICA EN UNA LAGUNA COSTERA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA
EDUARDO MILLAN NUÑEZ

OCTUBRE, 1981.

VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DEL FITOPLANCTON
Y SU PRODUCTIVIDAD ORGANICA EN UNA LAGUNA COSTERA.

RESUMEN.

Durante diez días, en verano de 1979, se generaron series de tiempo del nivel del mar, salinidad, -- temperatura, clorofilas a, b y c, y sus feofitinas, - abundancia del fitoplancton y su productividad, para la boca e interior del Estero de Punta Banda, Baja -- California, México. Este trabajo fue realizado para conocer la variabilidad temporal y espacial de estas propiedades ecológicas y deducir los principales factores que causan esta variabilidad. El Estero de Punta Banda tiene un potencial importante para el futuro desarrollo de maricultivos.

Durante el período de muestreo la abundancia del fitoplancton en el extremo interno del Estero fue menor que en la boca. Tanto en la boca como en el extremo interno, las diatomeas fueron el grupo más abundante. La concentración de clorofila "a" en el extremo interno fue ligeramente menor que en la boca; mientras que las de clorofilas "b" y "c" fueron mayores - en el extremo interno. La productividad del fitoplancton en general fue mayor en la boca que en el extremo interno. La razón de asimilación no fue significativamente diferente entre los dos puntos de muestreo. La -

productividad del fitoplancton en el Estero fue comparable con las de zonas de surgencias. Las mareas diurnas, semidiurnas y el ciclo diurno de irradiación solar fueron los principales factores físicos que causaron la variabilidad temporal de estas propiedades ecológicas en el Estero.

A LA MEMORIA DE MI HERMANO

ALFONSO MILLAN NUÑEZ

A mis padres con amor, que con su orientación, cariño y comprensión lograron inculcarme una superación constante,

Alfonso Millán Benítez
Reyna Núñez de Millán.

A mi esposa e hija, quienes me han proporcionado confianza para esta superación,

Ma. de Jesús de la Cerda de Millán
Alexandra Millán de la Cerda.

AGRADECIMIENTO.

Mi agradecimiento al M. en C. Roberto Millán Núñez por haberme brindado sus conocimientos para la elaboración de este trabajo.

También quiero agradecer al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. - - (CICESE), por haberme proporcionado un soporte económico y material necesario para la realización de este trabajo. Asimismo, a mi Director de Tesis Dr. Saúl Alvarez Borrego por sus consejos desinteresados a través de toda mi formación académica, brindándome críticas siempre positivas para la realización de mi Tesis Profesional.

A todos mis amigos y compañeros que se ofrecieron a ayudarme y que sin su valiosa cooperación, no hubiera sido posible la realización de este trabajo, Oceanólogos: - Manuel de Jesús Acosta Ruiz, Gilberto Gaxiola Castro, Felipe Ortíz Cortéz, Teresa Gutiérrez, Gemma Rodríguez, Técnica Laboratorista Sila Nájera y mi más sincero agradecimiento a Elsie Millán de Alvarez por su valiosa ayuda en la identificación del fitoplancton.

Mi agradecimiento al Capitán de la embarcación "Sirius I", Leonardo López.

Y a todas las personas que contribuyeron desinteresadamente para la realización de esta tesis.

C O N T E N I D O

	página
INTRODUCCION Y OBJETIVO	1
DESCRIPCION GEOGRAFICA DE LA ZONA	4
OCEANOGRAFIA GENERAL DEL ESTERO DE PUNTA BANDA	6
COLECCION DE DATOS Y ANALISIS	10
RESULTADOS	13
Descripción de las series de tiempo.	
Análisis espectral de las series de tiempo.	
DISCUSION	40
CONCLUSION	45
BIBLIOGRAFIA	46

LISTA DE FIGURAS.

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Estero de Punta Banda. Localización de los puntos de muestreo <u>A</u> y <u>B</u> .	- 5 -
2	Serie de tiempo de altura de marea (metros) y salinidad. Muestras cada dos horas.	-14 -
3	Serie de tiempo de temperatura en grados centígrados. Muestras cada dos horas.	-16-
4	Serie de tiempo de clorofila <u>a</u> y su feofitina. Muestras cada dos horas.	-18-
5	Serie de tiempo de clorofila <u>b</u> y su feofitina. Muestras cada dos horas.	-19-
6	Serie de tiempo de clorofila <u>c</u> y su feofitina. Muestras cada dos horas.	-21-
7	Serie de tiempo de la abundancia del fitoplankton total por grandes grupos taxonómicos (Diátomeas, Dinoflagelados y Microflagelados) (células X10 ³ /litro). Muestras cada cuatro horas.	-24-
8	Serie de tiempo de la productividad orgánica primaria por el método del carbono 14 (mgC/m ³ /hora). Muestras tres veces al día dependiendo de la marea alta, media y baja.	-26-
9	Serie de tiempo de la intensidad de penetración de la luz en metros (disco de Secchi). Cada dos horas.	-28-
10	Serie de tiempo de la razón de asimilación (mgC(mg clorofila <u>a</u>) ⁻¹ hora ⁻¹). Muestra tres veces al día relacionando el carbono 14 con la clorofila <u>a</u> a la misma hora.	-29-

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
11	Serie de tiempo de la velocidad del viento - (metros/segundo) cada dos horas.	-31-
12	Densidad espectral de la altura de marea y salinidad.	-32-
13	Densidad espectral de la temperatura.	-33-
14	Densidad espectral de la clorofila <u>a</u> y su feofitina.	-34-
15	Densidad espectral de la clorofila <u>b</u> y su feofitina.	-35-
16	Densidad espectral de la clorofila <u>c</u> y su feofitina.	-36-
17	Densidad espectral de las Diatomeas, Dínoflagelados, Microflagelados y Fitoplancton total del punto <u>A</u> .	-37-
18	Densidad espectral de las Diatomeas, Dínoflagelados, Microflagelados y Fitoplancton total del punto <u>B</u> .	-38-
19	Densidad espectral de la velocidad del viento.	-39-

VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DEL FITOPLANCTON Y SU PRODUCTIVIDAD ORGANICA EN UNA LAGUNA COSTERA.

INTRODUCCION.

Durante los últimos diez años ha habido un interés creciente en el desarrollo de la maricultura en las lagunas costeras de Baja California. El interés principal se ha concentrado en la Ostricultura. En la mayor parte de las lagunas de la costa del Pacífico de la Península se han desarrollado experimentos exitosos con el ostión japonés (Crassostrea gigas) y el ostión europeo (Ostrea edulis). La mayoría de estas lagunas costeras están prácticamente en un estado natural. Sin embargo, a medida que hay desarrollo urbano y de otros tipos, a partir de los extremos de Baja California, las actividades humanas están impactando su ecología. A través de estudios básicos ecológicos se puede obtener un marco de referencia -- contra el cual se podrán comparar situaciones del futuro. Estos estudios pueden ser también diseñados para obtener información, que puede ser aplicada para hacer decisiones racionales a medida que los maricultivos se desarrollan. Por ejemplo, es importante conocer los rangos temporales y espaciales de variables tales como temperatura y salinidad, la disponibilidad relativa de alimentos en diferentes lagunas; los mecanismos que son responsables de la -- mayor o menor fertilidad de algunas lagunas con respecto

a otras y con respecto al océano abierto; y la velocidad de intercambio de agua entre las lagunas y el océano adyacente (Lara Lara, Alvarez Borrego y Small, 1980)

→ Los océanos abiertos son menos productivos por unidad de área que las aguas oceánicas costeras, y éstas -- menos que las bahías y lagunas costeras, ya que los sedimentos, los nutrientes disueltos en ellas, la materia orgánica, y las bacterias que ellas contienen, son fácilmente recirculadas por la marea y por el viento, resultando en un aumento de la productividad orgánica (Vannuci, 1969). En comparación con el mar con el que están comunicadas, las lagunas costeras son ecosistemas menos organizados, que periódicamente ofrecen gran cantidad de alimento que no puede ser consumido directamente en la propia laguna (Margalef, 1969). Por ésto constituyen áreas donde se pueden aplicar técnicas de acuicultura, de organismos potencialmente útiles con los cuales el ecosistema -- puede ser puesto a su más alto nivel de producción. Para tales fines es necesario un conocimiento científico de -- los mecanismos de producción, de los factores ambientales y su variación espacial y temporal, y un conocimiento de las especies presentes y de las cultivables (Alvarez Borrego, 1977).

Entre los muy variados y complejos aspectos básicos que requieren investigación para proporcionar una infraestructura para la maricultura, se encuentra el determinar

los campos de las diferentes variables ecológicas que pueden afectar a especies a cultivarse y la variación de estos campos en función del tiempo; y estimar el alimento disponible para especies filtroalimentadoras. Este último incluye la estimación de la abundancia de fitoplancton y su productividad orgánica dentro de la laguna costera (Alvarez Borrego, 1977).

El objetivo del presente trabajo es el conocer la abundancia de fitoplancton en dos puntos estratégicos del Estero de Punta Banda, Baja California, su composición por grandes grupos taxonómicos y su productividad orgánica. Además, el conocer la variación temporal de períodos cortos de éstas variables, es decir de horas a días, en verano; tratando de inferir los principales factores físicos que causan esta variabilidad temporal.

Para este fin, se generaron series de tiempo de velocidad del viento, nivel del mar, temperatura, salinidad, clorofilas a, b y c, y sus feofitinas, abundancia de fitoplancton por grandes grupos taxonómicos (diatomeas, dinoflagelados y microflagelados), productividad orgánica del fitoplancton y penetración de la luz.

DESCRIPCION GEOGRAFICA DE LA ZONA.

El Estero de Punta Banda es una laguna costera - localizada a lo largo de la orilla sureste de la Bahía de Todos Santos. La Bahía de Todos Santos se localiza entre $31^{\circ}43'N$ y $31^{\circ}54'N$ y entre $116^{\circ}36'W$ y $116^{\circ}43'W$. - Es una bahía grande y abierta. El Estero está separado de la bahía por una barra arenosa que se extiende de -- Punta Banda hacia el noroeste, con un poco más de siete kilómetros de longitud (Fig. 1). O'brien y Zeevaert -- (1969) describieron muy someramente los procesos geológicos de formación del Estero. De acuerdo con ellos el Estero de Punta Banda es la orilla de un valle (Maneadero) que fué formado por el hundimiento de un bloque localizado entre la península rocosa de Punta Banda y las -- tierras altas del norte de la boca del Estero. La localización de las líneas de falla aún están marcadas por - escarpes. La barra arenosa que separa el Estero de la - bahía de Todos Santos ha crecido de Punta Banda hacia el norte durante épocas geológicas recientes. El valle fue una bahía profunda que posteriormente se llenó de sedimento acarreados por los ríos de San Carlos y San Miguelito.

No había evidencia de un flujo substancial de agua dulce en años recientes, hasta los últimos cuatro años - en los cuales ha habido un aporte considerable de agua - dulce y sedimentos por el arroyo de San Carlos en invierno.

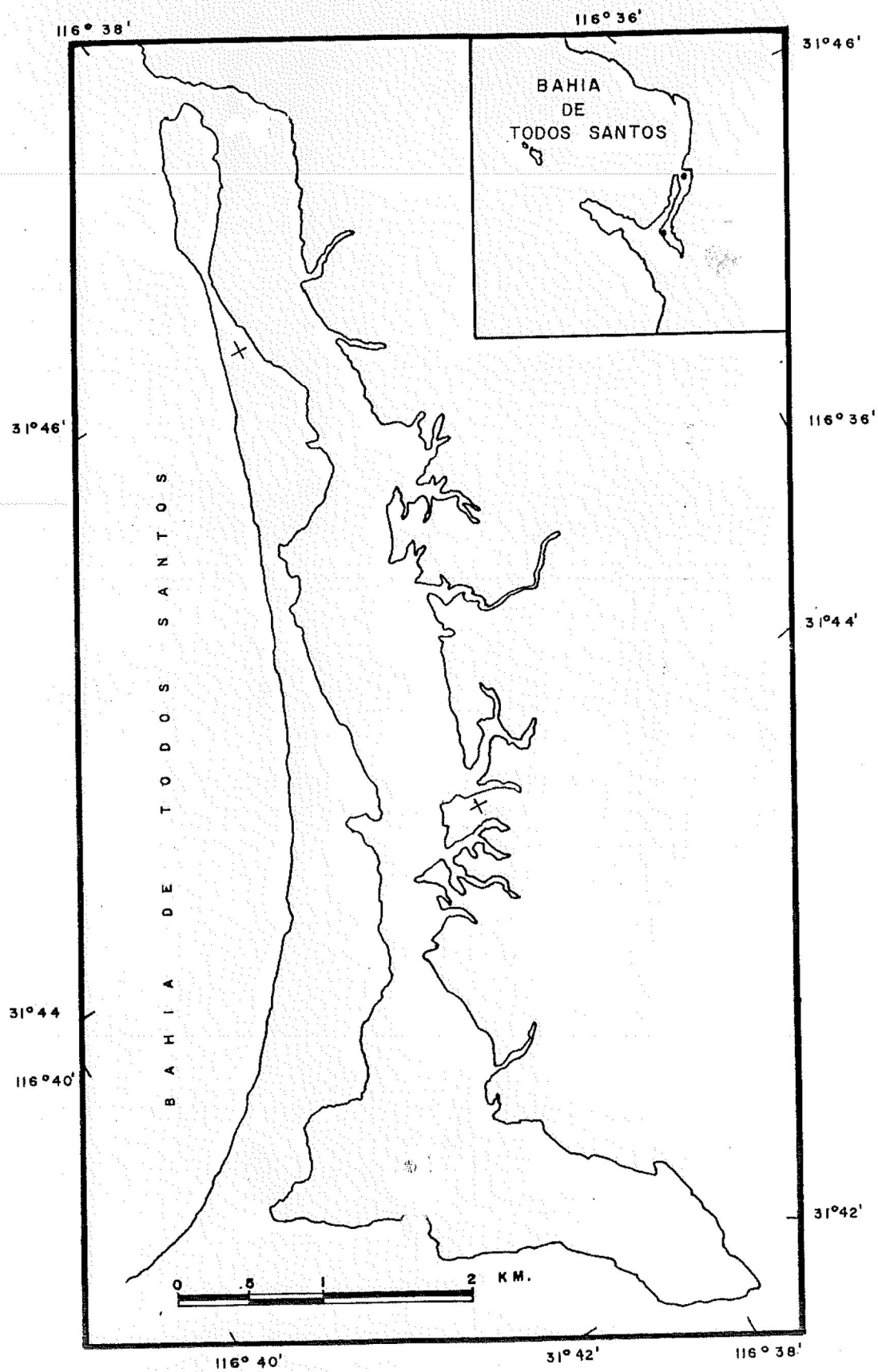


Figura 1. Estero de Punta Banda.

OCEANOGRAFIA GENERAL DEL ESTERO DE PUNTA BANDA.

En el Estero existe una gran variabilidad de condiciones ambientales en función del tiempo. Acosta Ruíz y Alvarez Borrego (1974) presentaron resultados sobre la distribución espacial superficial de algunas propiedades del agua, con muestreos no simultáneos que dan solamente un primer acercamiento a la realidad, ya que los gradientes que se observaron pudieron deberse en parte a la diferencia en el tiempo de muestreo (esto implica diferencia en el nivel de marea, radiación solar, etc.). Estos autores concluyeron que los gradientes fueron más intensos en otoño que en invierno; la temperatura y la salinidad fueron más elevados hacia el interior del Estero. El rango de T°C superficial para el Estero fue 18.5-21.2°C para otoño y 12.0-15.2°C, para invierno. Los rangos de salinidad superficial fueron 33.52-35.20‰ para otoño y 33.94-34.21‰ para invierno. La concentración superficial de oxígeno disuelto y el pH para otoño mostraron gradientes tanto en el sentido transversal como longitudinal del Estero con rangos de 3.92-5.75 ml/l y 8.0-8.2 de pH. En invierno la concentración de oxígeno fue de 4.05-5.77 ml/l y 8.03-8.27 de pH.

Célis Ceseña y Alvarez Borrego (1975) llevaron a cabo muestreos superficiales de agua, en verano, analizando las siguientes propiedades; salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH, encontrando rangos de 33.30-33.53‰,

16.0-21.2°C, 3.92-5.77 ml/l y 8.00-8.27 de pH. Observándose un aumento de salinidad y temperatura -- de la boca hacia la cabeza del Estero; la concentración de oxígeno y el pH disminuyeron hacia la cabeza del Estero.

Alvarez Borrego, Acosta Ruíz y Lara Lara (1977) llevaron a cabo muestreos en la boca del Estero, a dos niveles, en primavera y verano, midiendo temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Se tomaron muestras de superficie cada hora por espacio de 25 horas, con rangos en primavera de 17.3-19.0 °C, -- 33.8-34.0‰, 5.2-6.4 ml/l, 8.25-8.30 de pH, mientras que los rangos en el fondo fueron, 16.2-19.0°C, 33.7-34.2‰, 5.0-6.0 ml/l. Los rangos para superficie en verano fueron, 17.5-25.0 °C, 33.80-35.0‰, 4.8-5.8 ml/l, mientras que los rangos en el fondo -- fueron, 16.5-22.0°C, 33.60-35.0 ‰, 5.0-5.8 ml/l. La temperatura fue mayor en la superficie que en el fondo. La salinidad fue casi la misma en la superficie que en el fondo. En el mismo año se tomaron muestras para primavera y verano de la concentración de clorofila a, fosfato, silicato e irradiación solar, -- para la determinación de productividad orgánica, obteniéndose una distribución superficial de la clorofila 0.7-1.7 mg/m³, mientras que la concentración de -- fosfato y silicato para primavera fueron de 0.1-2.0, 0.2-2.0 µM y en verano de 0.1-2.0, 0.5-1.2 µM. Estos autores trataron de inferir las causas de los cambios

de estas variables, pero concluyeron que series de tiempo de solo 24 a 26 horas son muy cortas para ver con claridad las tendencias de cambio y la interrelación entre las propiedades del agua y las mareas.

Zertuche González y Alvarez Borrego (1978) llevaron a cabo muestreos superficiales por espacio de siete días en invierno, muestreando cada hora, día y noche, las siguientes variables; O_2 , $S^{\circ}/\text{‰}$, $t^{\circ}\text{C}$, PO_4 y NO_3 , obteniendo resultados de 5.0-6.0 ml/l, 33.70-34.25 $^{\circ}/\text{‰}$, 15.2-17.0 $^{\circ}\text{C}$, 0.02-0.09 μM y 0.2-0.9 μM . Mostrando comportamientos semidiurnos la salinidad de acuerdo con la marea, correspondiendo los máximos de salinidad con la marea baja y viceversa. El oxígeno tuvo un comportamiento de variación diurna.

Millán Núñez y Alvarez Borrego (1978) muestrearon superficialmente la boca del Estero con series de tiempo de clorofilas a, b y c y sus feofitinas, con intervalos de muestreo de una hora, día y noche, durante siete días. Los rangos de clorofilas a, b y c fueron de 0.3-1.5 mg/m^3 , 0.1-0.6 mg/m^3 , 0.2-2.6 mg/m^3 , el rango de feofitina a fue de 0.0-0.9 mg/m^3 y las feofitinas b y c no se detectaron en concentraciones significativamente diferentes de cero. Los valores de los diferentes pigmentos mostraron en general una distribución irregular en forma de manchas. La concentración de clorofila a tuvo una cierta periodicidad con valores relativamente

altos correspondiendo en general con las mareas altas y viceversa. Las clorofilas b y c tuvieron una variación muy irregular aunque mostraron una cierta tendencia diurna. La clorofila a mostró mínimos alrededor del medio día y máximos alrededor del comienzo de las noches.

Alvarez Borrego y Nájera de Muñoz (1979) discutieron series de tiempo de abundancia de fitoplancton por grandes grupos taxonómicos, diatomeas, dinoflagelados y microflagelados, tomados en la boca del Estero de Punta Banda. Obteniendo concentraciones promedios en organismos/litro de; 150×10^3 microflagelados, 50×10^3 dinoflagelados, 40×10^3 diatomeas.

Por lo anterior, y para contar con datos de verano se realizó un muestreo en septiembre, simultáneo en la boca y en el extremo interno del Estero con una duración de diez días y con intervalos de muestreos de dos y cuatro horas, día y noche, según la variable a medir. Esto nos permitió tener un conocimiento de la variabilidad diurna y semidiurna de verano con cierta capacidad para dilucidar el efecto de la secuencia de mareas vivas y muertas, en la boca y en el interior del Estero; además de permitirnos estimar gradientes promedios horizontales reales para todo el Estero, para variables como temperatura y salinidad. El comparar los resultados de

este trabajo con los de Millán Núñez, Alvarez Borrego y Nelson (en prensa), obtenidos en un muestreo -- realizado en la Bahía de San Quintín también en verano del mismo año, nos permitió tener una idea de la ferti- lidad relativa del Estero de Punta Banda.

COLECCION DE DATOS Y ANALISIS.

Para generar series de tiempo de las variables a - estudiar se realizó un muestreo cuasicontinuo, día y -- noche, simultáneamente en dos puntos estratégicos (Fig. 1), de septiembre 1 al 10 de 1979. Las muestras se co- lectaron sólomente de la superficie, cada dos horas, -- exceptuando las de fitoplancton que se tomaron cada cua- tro horas. Las incubaciones de carbono 14 se realiza-- ron tres veces al día bajo diferentes condiciones de - marea alta, media y baja. Durante todo el muestreo se anclaron las embarcaciones "Sirius I" de 35 pies de es- lora, a manera de plataforma fija, en la boca del Este- ro, y la embarcación "Atenea" de 24 pies de eslora, en la cabeza del Estero (Fig. 1).

Para el muestreo de pigmentos fotosintéticos se -- utilizó una botella Niskin, se tomó medio litro de agua de mar y se le agregó un mililitro de una solución satu- rada de $MgCO_3$, se procedió a filtrar el agua, utilizan- do una bomba manual de vacío, un equipo de filtración - "Millipore" y filtros de membrana de nitrocelulosa de -

0.45 μ de porosidad y de 47 mm de diámetro. Los filtros se colocaron en discos de petri y se congelaron, hasta su análisis en el laboratorio. La extracción de pigmentos se realizó en tubos de centrifuga de 15 ml - utilizando acetona al 90% y dimetil sulfoxido en una relación de uno a uno en volúmen, para mejorar la extracción de clorofilas y reducir el problema de la turbidez (Shoaf y Lium, 1976). Se colocaron los filtros en los tubos de la centrifuga, se les agregaron 5 ml de la solución y se desintegró con un molidor de vidrio. Se lavó el molidor con la solución y se llenaron los tubos aproximadamente a 8 ml dejándose por 12 horas en extracción en un lugar fresco y obscuro, agitando después de las primeras horas para asegurar una mejor extracción. Se aforaron a 10 ml, centrifugándose a 3500-4000 rpm durante 10 minutos. Se determinaron las absorvancias con un espectrofotómetro marca Spectronic UV - 210 digital de la Shimadzu y Baush & Lomb. Las lecturas de absorvancia se hicieron con celdas de un centímetro, a las siguientes longitudes de onda: 750, 665, 645 y 630 nanómetros, después se acidificaron las muestras con dos gotas de HCl al 10% y se determinaron de nuevo las absorvancias a las mismas longitudes de onda. Se hicieron correcciones por turbidez y diferencias de celda a celda, utilizando la lectura a 750 nm. Para el cálculo de las concentraciones de los pigmentos se utilizaron las ecuaciones de Millán Núñez y Alvarez Borrego (1978).

La abundancia e identificación del fitoplancton por

grupos taxonómicos se determinaron por el método - -
Ütermohl (1958), usando un microscopio invertido Ame-
rican Optical, modelo 1810. En las incubaciones de -
carbono 14 se utilizó el método descrito por Steeman-
Nielsen (1952), posteriormente la radioactividad de -
las muestras fueron analizadas por un espectrómetro
de centelleo líquido, la conversión de radioactividad
a productividad fueron hechas de acuerdo a Strickland
y Parsons (1972).

La temperatura se registró con un termómetro de -
cubeta. La salinidad se analizó por medio de un sali-
nómetro Beckman modelo 118 WA200. La intensidad y di-
rección del viento por un anemómetro marca Kahlsico --
modelo 03AM120. La marea se midió mediante un mareó--
grafo instalado en la cabeza del Estero por el grupo -
de Dinámica de Lagunas Costeras del CICESE.

Platt y Denman (1975) consideran el análisis es-
pectral de una serie de datos como un análisis de va-
riancia en el cual la variancia total de una variable
o propiedad se divide en contribuciones que surgen de
procesos con diferentes escalas características de --
tiempo. El análisis espectral de un registro de ob--
servaciones da como resultado la variancia de los da-
tos para las diferentes frecuencias. Los resultados
del análisis espectral presentados aquí fueron compu-
tados con un algoritmo de la transformada rápida de -
Fourier, con la frecuencia en ciclos por hora.

R E S U L T A D O S.

Descripción de las series de tiempo.

La serie de tiempo de la altura de marea mostró componentes de variabilidad diurna y semidiurna predominantemente (Fig. 2 y 12). El rango máximo durante el muestreo fue de 0.60-2.80 m, observándose una secuencia durante los primeros siete días del muestreo de mareas vivas, mientras que en los últimos tres días hubo mareas muertas.

La serie de tiempo de la salinidad mostró componentes de variabilidad diurna y semidiurna predominantemente (Fig. 2 y 12). Los valores de salinidad obtenidos en la boca, tuvieron un rango de 33.52-34.77 ‰, observándose que el promedio en estos primeros cinco días fue 33.76 ‰, correspondiendo a los rangos diarios máximos, mientras que en los cinco días restantes los valores decrecieron hasta tener un promedio de 33.66 ‰. Los valores de salinidad obtenidos en la cabeza mostraron un rango de 33.57-36.06 ‰, observándose que el promedio en estos primeros cinco días fue 34.86 ‰, mientras que en los dos días siguientes del muestreo la salinidad sufrió un descenso alcanzando un promedio de 34.46 ‰, volviendo a decrecer los últimos tres días restantes, con un promedio de 34.23 ‰.

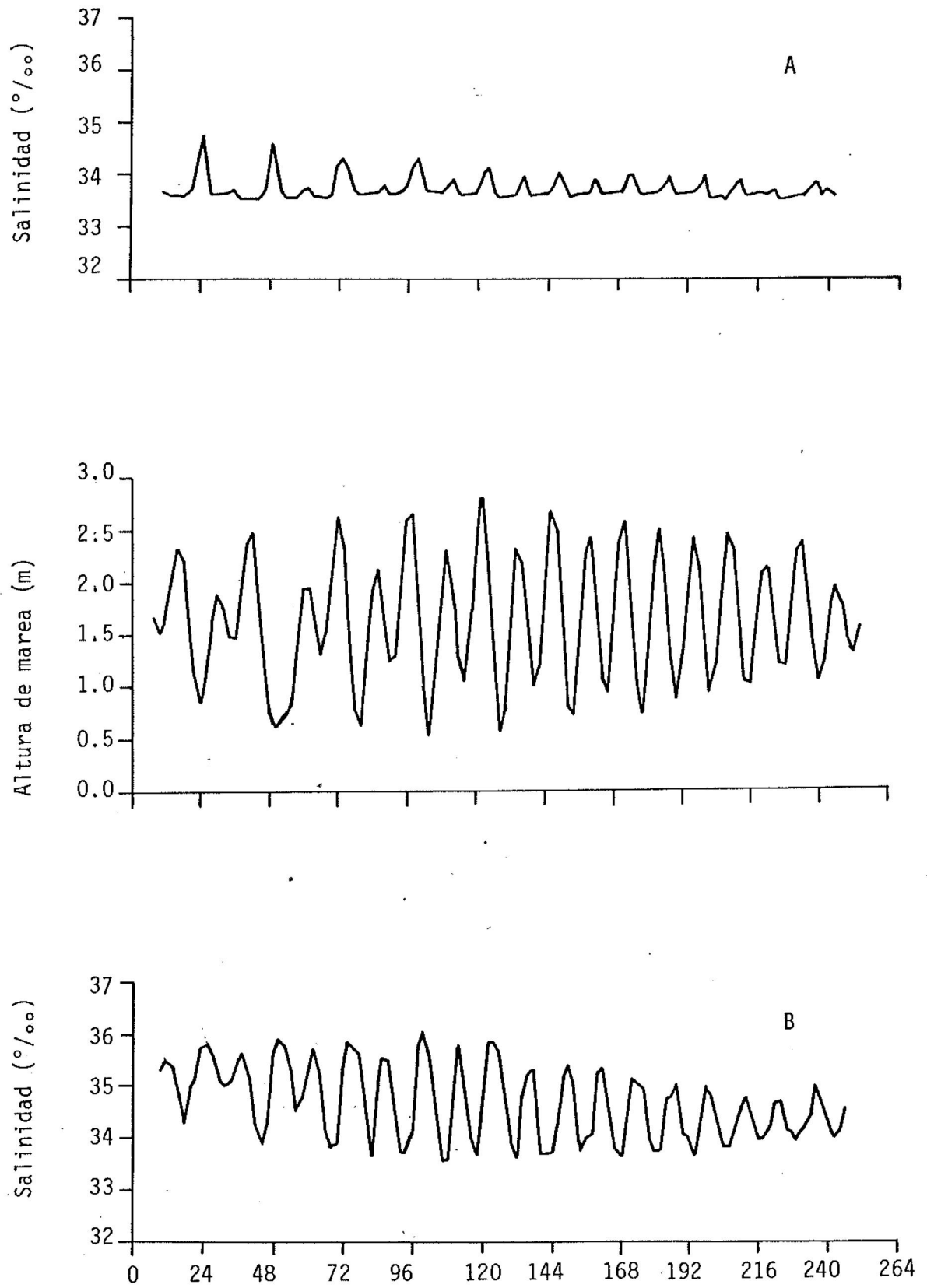


Figura 2. Serie de tiempo de salinidad y marea (centro); la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta - - Banda. Los números marcan las medias noches.

correspondiendo estos promedios a los rangos diurnos máximos. Localizándose el valor máximo de 36.06 ‰ para toda la serie de tiempo el día cinco a las 04:00 horas y un mínimo de 33.57 ‰ el mismo día a las 10:00 horas.

La serie de tiempo de la temperatura mostró componentes de variabilidad diurna y semidiurna predominantemente (Fig. 3 y 13). Los valores de temperatura en la boca mostraron un rango de 19.8-24.7°C, observándose que el promedio en los primeros siete días fue de 23.07°C, siguiendo un descenso en el noveno día de 14.80°C, para que después mostrara un aumento al finalizar los días nueve y diez, con un promedio de 22.60°C, correspondiendo estos promedios a los rangos diurnos máximos encontrados. Localizándose su valor mínimo observado el día siete a las 08:00 horas y su valor máximo observado el día quinto a las 18:00 horas.

Los valores de temperatura para la cabeza mostraron un rango de 21.5-26.9°C, observándose que el promedio en los primeros dos días fue de 24.73°C, y en los días 3, 4 y 5 hubo un incremento con un promedio de 25.18°C, los días seis y siete se encontraron temperaturas que van de 21.5-26.8°C, y en los últimos cuatro días se observaron valores altos y bajos con un promedio de 24.30°C. Correspondiendo estos promedios a los rangos diurnos máximos encontrados. Localizándose su valor mínimo observado el día siete a las 10:00

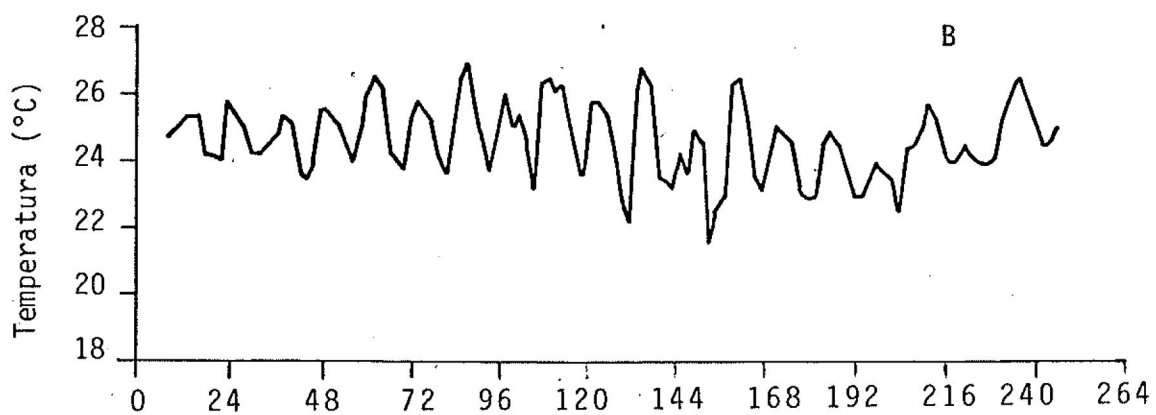
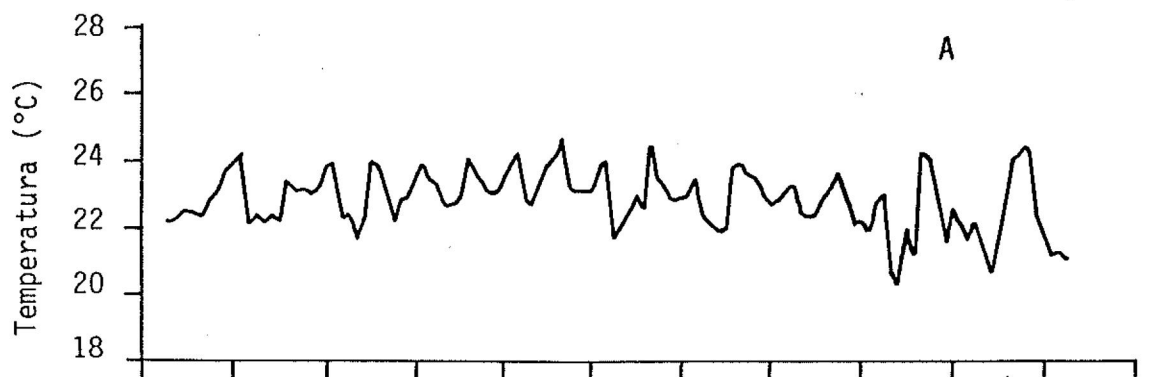


Figura 3. Serie de tiempo de temperatura, la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

horas y su mínimo el día cuatro a las 16:00 horas.

La serie de tiempo de la clorofila a mostró componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 4 y 14). Los valores de clorofila a obtenidos para la boca, tuvieron un rango de 0-11.62 mg/m³, observándose que el promedio en los primeros siete días fue de 3.91 mg/m³, incrementándose -- del octavo al décimo día con un promedio de 8.09 mg/m³, correspondiendo estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Localizándose su valor mínimo el día octavo a las 06:00 horas, y el máximo el día diez a las 24:00 horas. Los valores de clorofila a obtenidos para la cabeza tuvieron un rango de 0-10.75 mg/m³, observándose que el promedio -- para los primeros cuatro días fue de 4.26 mg/m³ detectándose un pequeño incremento del quinto al décimo día con un promedio de 4.75 mg/m³. Correspondiendo -- estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Localizándose su valor mínimo observado -- el día octavo a las 20:00 horas, y el máximo el mismo día a las 12:00 horas.

La serie de tiempo de clorofila b mostró componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 5 y 15). Los valores de clorofila b obtenidos para la boca, tuvieron un rango de 0-1.59 mg/m³ observándose promedios de 0.44 mg/m³, correspondiendo -- estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Localizándose el valor máximo el --

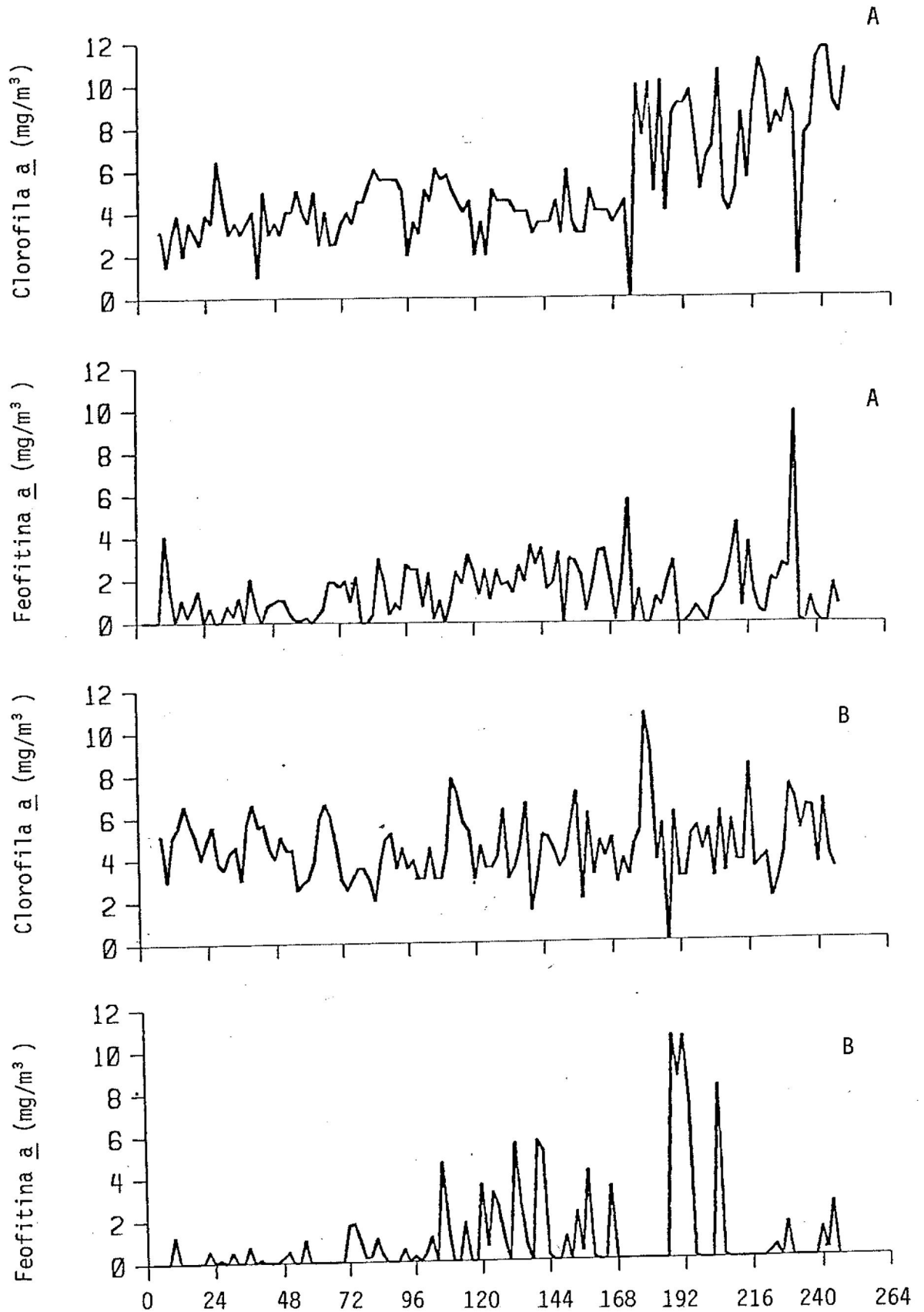


Figura 4. Serie de tiempo de la clorofila a y su feofitina; la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

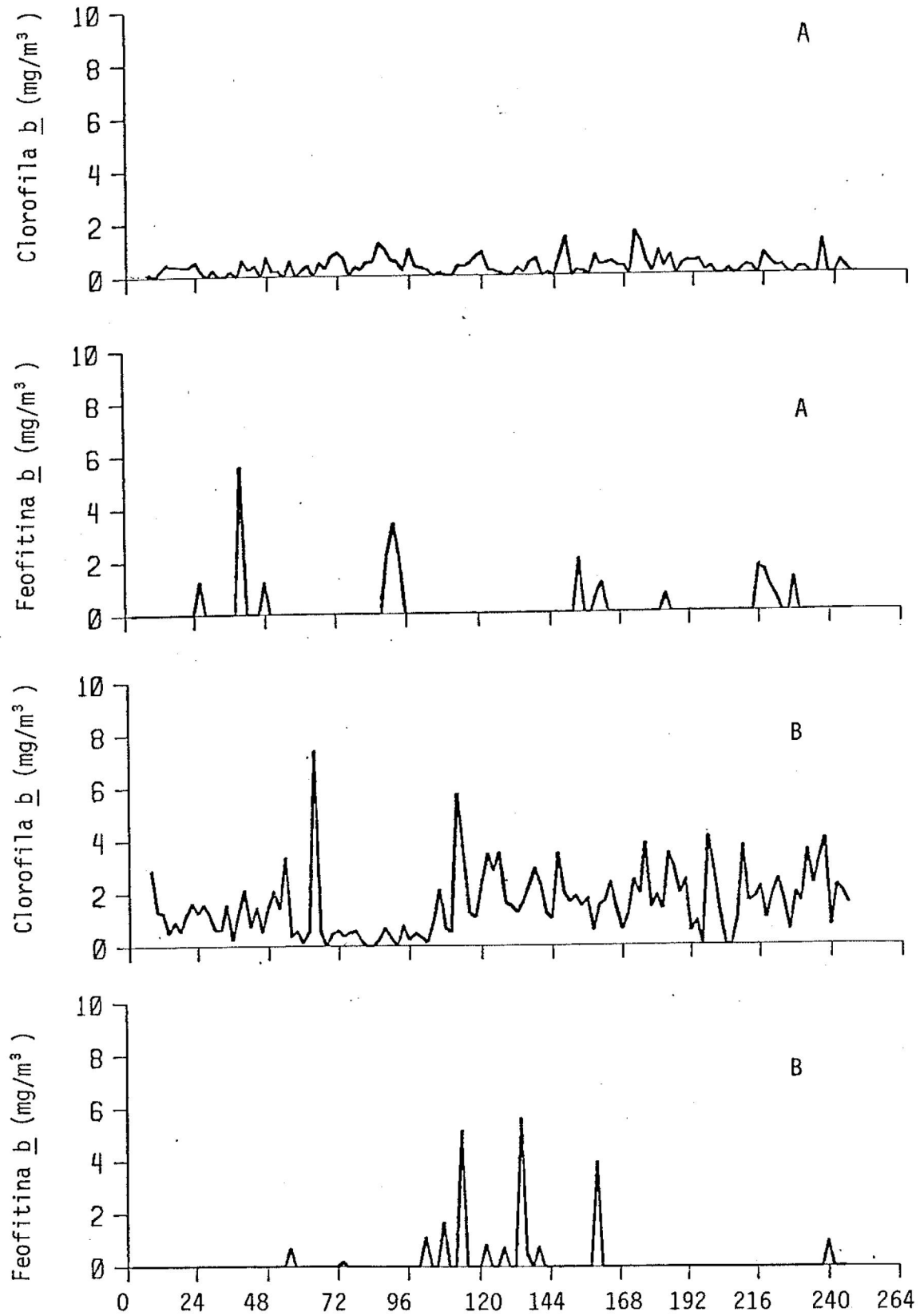


Figura 5. Serie de tiempo de clorofila b y su feofitina; la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

día ocho a las 04:00 horas, y los mínimos de cero a diferentes horas. A diferencia de los datos obtenidos para la cabeza, que mostraron un rango de 0-8.40 mg/m³. En los primeros tres días del muestreo hubo un promedio de 1.18 mg/m³, decreciendo la concentración el cuarto día hasta su valor mínimo, aumentando del quinto al décimo día, con un promedio de 1.99 mg/m³. Correspondiendo estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Localizándose su valor máximo el día tres a las 16:00 horas.

La serie de tiempo de la clorofila c mostró componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 6 y 12). Los valores de clorofila c obtenidos para la boca tuvieron un rango de 0-14.39 mg/m³, observándose que el promedio en los primeros seis días fue de 3.53 mg/m³, aumentando ligeramente su concentración del sexto al décimo día con un promedio de 5.85 mg/m³, correspondiendo estos promedios a los rangos diurnos máximos encontrados. Localizándose su valor máximo el día nueve a las 24:00 horas, con disminuciones de cero a diferentes horas del día. Los valores de clorofila c en la cabeza tuvieron un rango de 0.25-0.04 mg/m³ observándose que el promedio en los primeros tres días fue de 6.10 mg/m³ con un descenso en la concentración de pigmentos el día cuatro con un promedio de 3.81 mg/m³, aumentando sus valores el día quinto y sexto con un promedio de 10.40

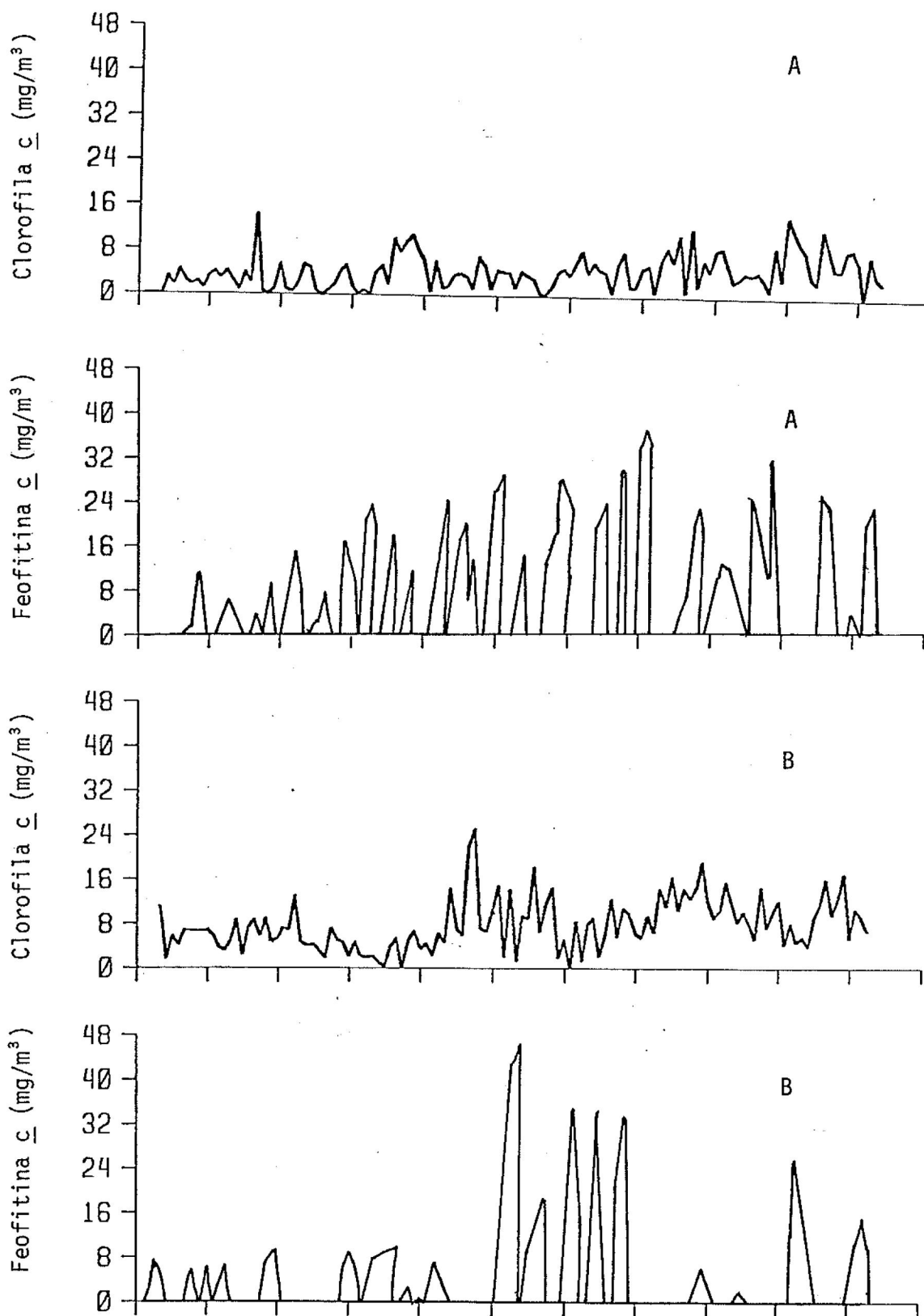


Figura 6. Serie de tiempo de clorofila c y su feofitina; la A - representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

mg/m^3 , decreciendo el día siete con un promedio de $7.26 \text{ mg}/\text{m}^3$, aumentando los días ocho, nueve y diez con un promedio de $10.69 \text{ mg}/\text{m}^3$. Correspondiendo -- estos promedios a los rangos diurnos máximos encontrados, localizándose su valor máximo el día quinto a las 18:00 horas, y su mínimo el día siete a las 02:00 horas.

La serie de tiempo de la feofitina a; mostró -- componentes de variabilidad simidiurna y diurna predominantemente (Fig. 4 y 14). Los valores de la feofitina a obtenidos para la boca, tuvieron un rango de $0-9.88 \text{ mg}/\text{m}^3$, observándose que el promedio de los primeros cinco días fue de $1.22 \text{ mg}/\text{m}^3$, incrementándose los días sexto, séptimo y octavo, con un promedio de $2.32 \text{ mg}/\text{m}^3$ los últimos dos días las concentraciones fueron muy desiguales con un promedio de $1.0 \text{ mg}/\text{m}^3$, correspondiendo estos promedios a los rangos -- diurnos máximos encontrados. Los valores de la feofitina a obtenidos para la cabeza, tuvieron un rango de $0-10.53 \text{ mg}/\text{m}^3$, encontrándose que los valores estuvieron muy dispares, y no llevaban ninguna -- secuencia sino que simplemente había picos máximos -- seguidos por valores mínimos y viceversa.

La serie de tiempo de la feofitina b, mostró -- componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 5 y 15). Se podría resumir que

nunca se siguió una secuencia en la que se pudieran observar sus variaciones en las concentraciones de pigmentos. Observándose un rango de $0-5.58 \text{ mg/m}^3$ presentándose estos valores esporádicamente. Con respecto a la cabeza, la secuencia de valores fueron igualmente esporádicos, con rangos de $0.5.60 \text{ mg/m}^3$.

La serie de tiempo de la feofitina c, mostró componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 6 y 16). Los valores de la feofitina c para la boca tuvieron un rango de $0-33.72 \text{ mg/m}^3$ encontrándose valores esporádicos a lo largo de toda la serie de tiempo. Los valores de la feofitina c para la cabeza, tuvieron un rango de $0-5.60 \text{ mg/m}^3$ encontrándose concentraciones esporádicas a lo largo de toda la serie de tiempo.

La serie de tiempo del fitoplancton mostró componentes de variabilidad diurna y semidiurna predominantemente (Fig. 7 y 17). Los valores de fitoplancton obtenidos para la boca, mostraron una secuencia ascendente con un rango de valores de $59.78 \times 10^3 - 1100.50 \times 10^3$ organismos/litro, las variaciones entre sus mínimos y máximos los primeros seis días fue muy pequeña con un promedio de 150×10^3 organismos/litro, aumentando su concentración los últimos cuatro días con un promedio de 450×10^3 organismos/litro. Correspondiendo estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Observándose el valor máximo el día noveno a las 08:00

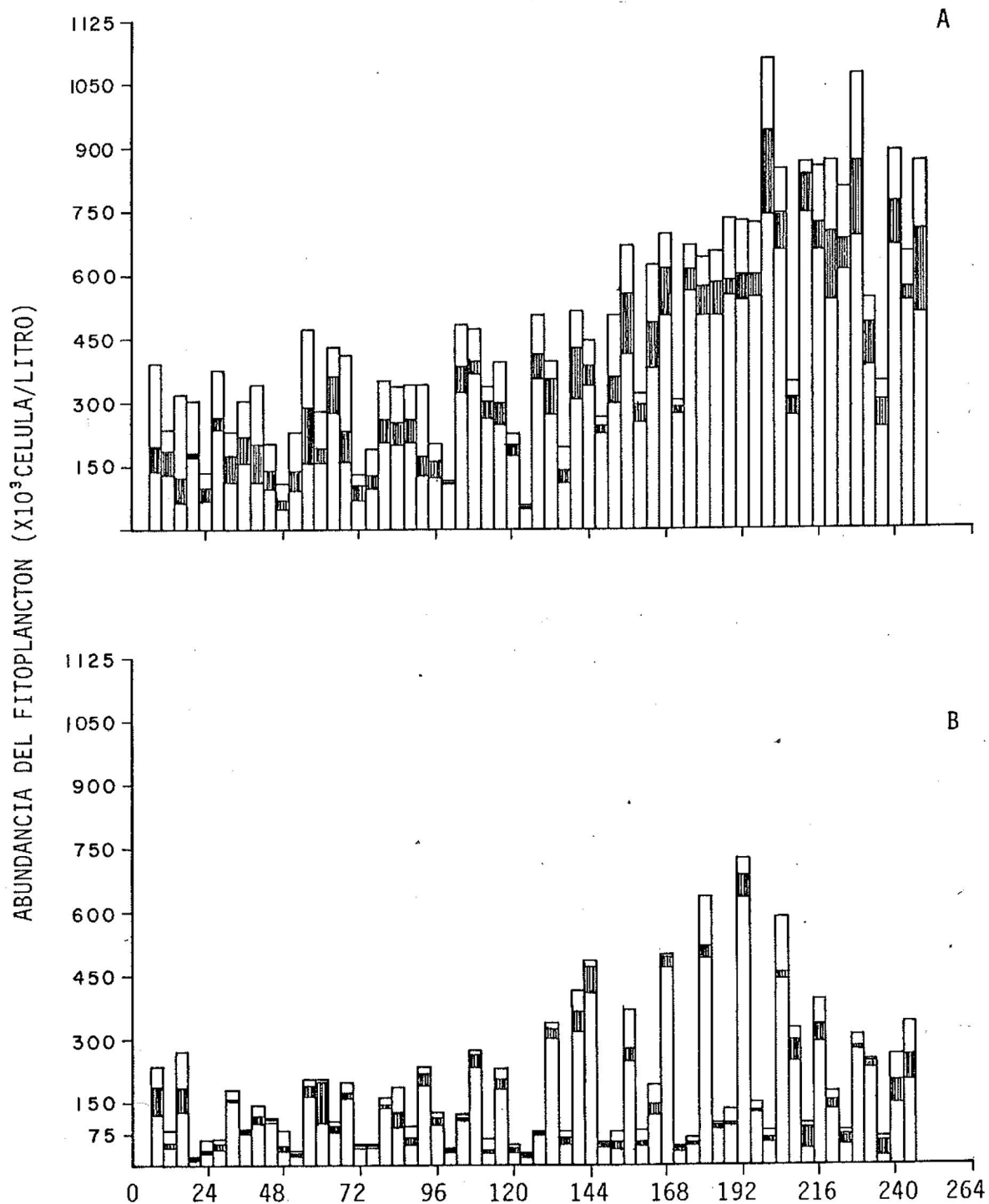


Figura 7. Serie de tiempo de fitoplancton ($\times 10^3$ células/litro), la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Diatomeas (abajo), Dinoflagelados (en medio), Microflagelados (arriba). Los números marcan las medias noches.

horas, y el mínimo el día sexto a las 04:00 horas. Los valores de fitoplancton obtenidos para la cabeza mostraron una secuencia ascendente, con pequeñas disminuciones, con un rango de valores de 20.10×10^3 organismos/litro, en los primeros cinco días se obtuvo un promedio de 80×10^3 organismos/litro, del sexto al décimo día se obtuvo un promedio de 300×10^3 organismos/litro, correspondiendo estos promedios a los rangos semidiurnos máximos encontrados. Observándose el valor máximo el día octavo a las 12:00 horas, y el mínimo el día primero a las 20:00 horas.

Los resultados de la productividad primaria por el método del carbono 14 para la boca, mostraron una secuencia ascendente en general, con pequeñas disminuciones entre ambas incubaciones (Fig. 8), mostrando un rango los primeros seis días de 2.98-61.75 $\text{mgc/m}^3/\text{hora}$, aumentando los cuatro días restantes con un promedio de $31.0 \text{ mgc/m}^3/\text{hora}$, descendiendo bruscamente el día noveno hasta un valor de $8.0 \text{ mgc/m}^3/\text{hora}$, ascendiendo posteriormente hasta un valor promedio de $31.0 \text{ mgc/m}^3/\text{hora}$. El rango de los valores de la productividad obtenidos para la cabeza fueron de 4.0-60.0 $\text{mgc/m}^3/\text{hora}$, con un promedio de $30.0 \text{ mgc/m}^3/\text{hora}$ para los primeros tres días, del cuarto día en adelante mostraron un promedio de $20.0 \text{ mgc/m}^3/\text{hora}$.

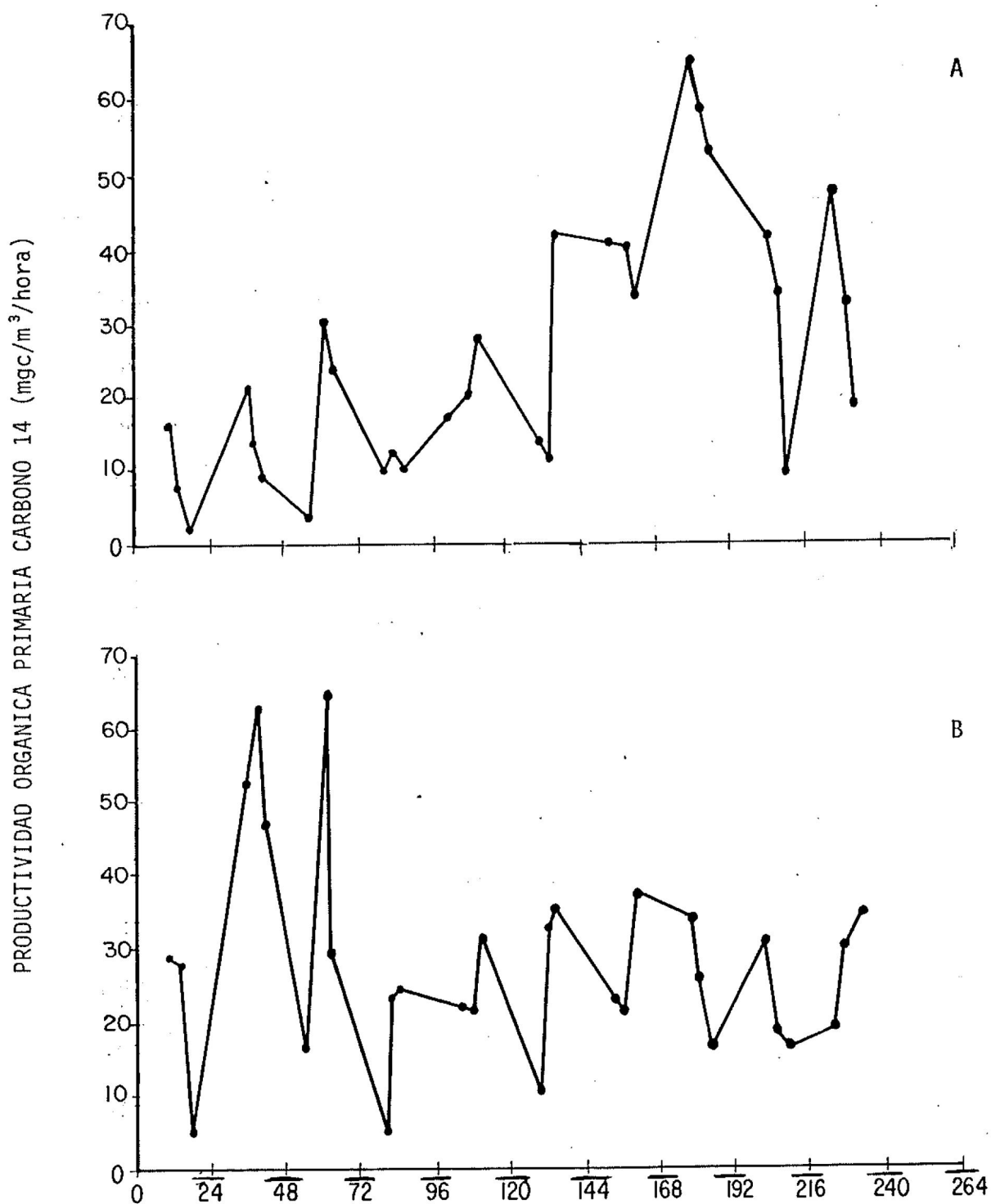


Figura 8. Serie de tiempo de la Productividad Orgánica Primaria (mgc/m³/hora), por el método del Carbono 14, la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches. La línea de arriba de los números marcan el período de oscuridad.

El rango de la intensidad de penetración de luz para la boca, fue de 1.1-3.5 metros (Fig. 9). Mostrando los primeros tres días un promedio de 3.05 metros, decreciendo su penetración los días cuatro, cinco y seis con un promedio de 2.25 metros, y los últimos cuatro días mostró un promedio de 2.0 metros de penetración de la luz. Los valores de la intensidad de penetración de la luz para la cabeza tuvieron un rango de 0.20-1.50 metros (Fig. 9). Con un promedio para toda la serie de 0.60 metros, ha excepción del día ocho que alcanzó un valor de 1.50 metros de intensidad de penetración de la luz.

Se obtuvieron valores para la razón de asimilación, es decir, la productividad orgánica primaria por unidad de concentración de clorofila a ($\text{mgC}(\text{mg-clorof. a})^{-1}\text{hora}^{-1}$), mostrando una secuencia muy similar a la gráfica de la productividad orgánica primaria (Fig. 10).

La serie de tiempo de la velocidad del viento, mostró componentes de variabilidad semidiurna y diurna predominantemente (Fig. 9 y 19). Obteniéndose rangos con valores de 0-5.0 m/s, para la boca, y rangos de 0-7.0 m/s para la cabeza.

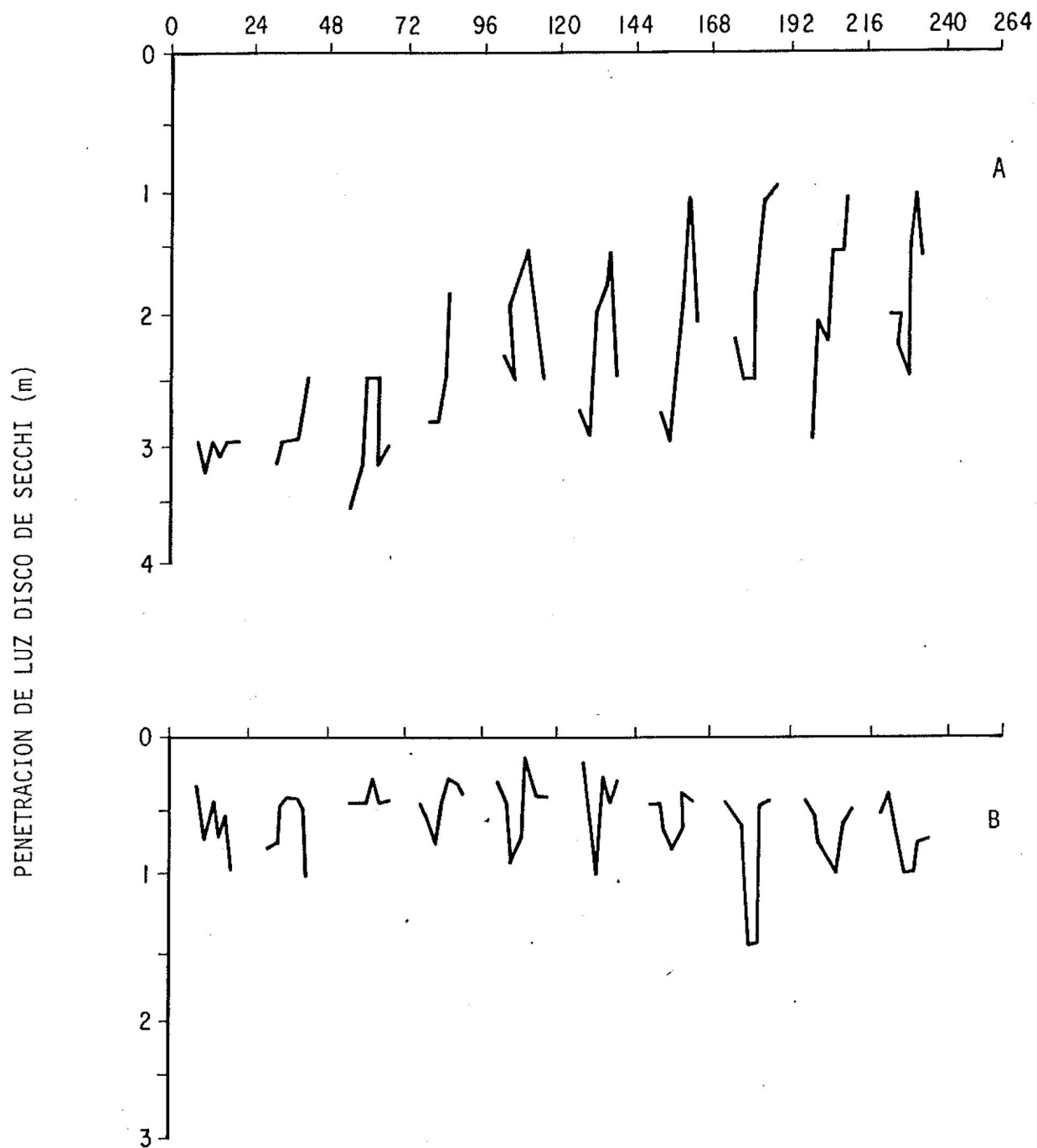


Figura 9. Serie de tiempo de la intensidad de penetración de la luz en metros (disco de Secchi), la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

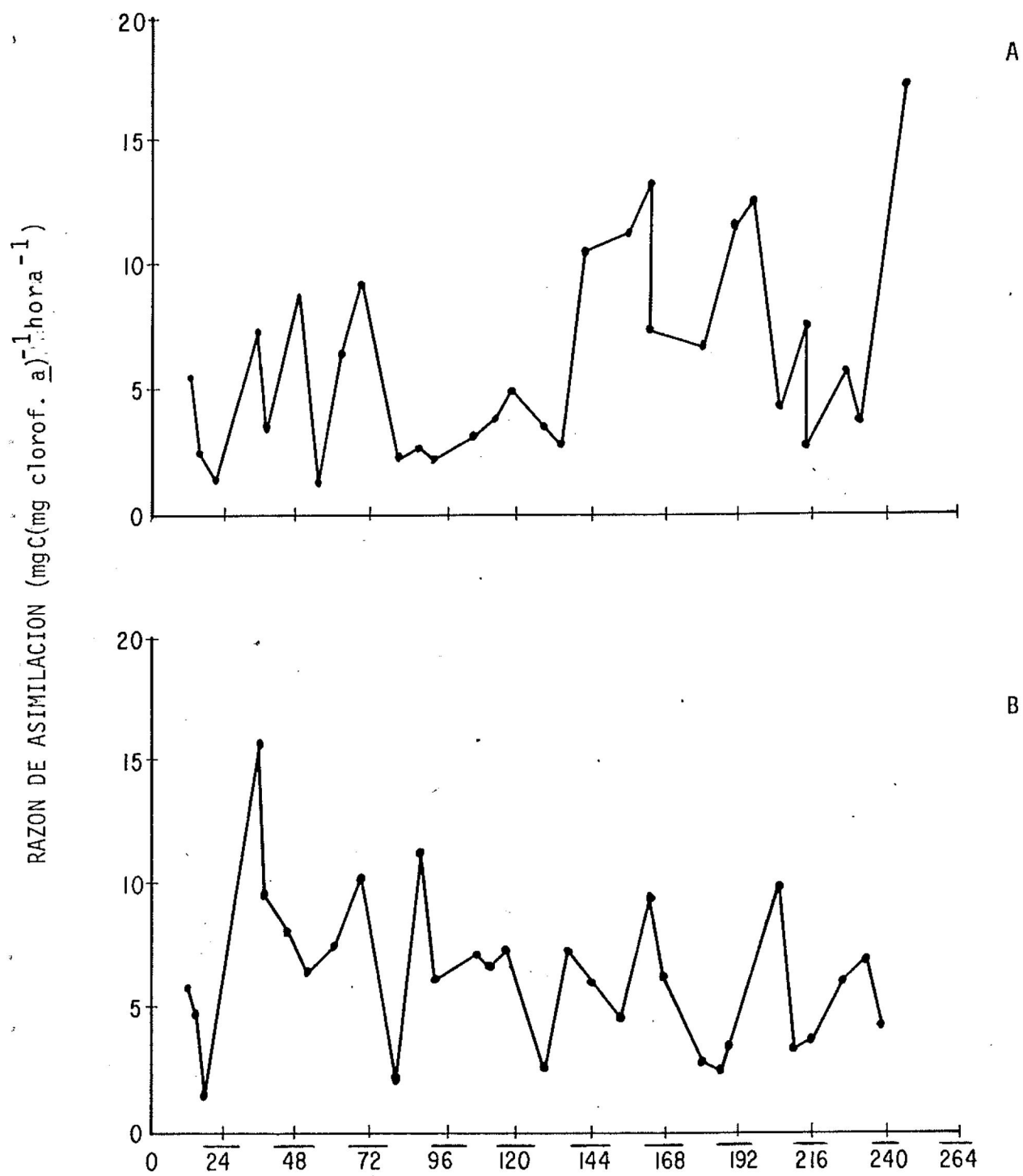


Figura 10. Serie de tiempo de la razón de asimilación (mgC(mg clorof. a)⁻¹ hora⁻¹), la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches. La línea de arriba de los números marcan el período de oscuridad.

ANALISIS ESPECTRAL DE LAS SERIES DE TIEMPO.

El espectro de variancia de la marea mostró tener mayor fluctuación en los períodos diurnos (Freq. ≈ 0.041 cph) y semidiurnas (Freq. ≈ 0.083 cph). El espectro -- de variancia de todas las otras propiedades del agua -- de mar tendieron a demostrar gran variación en los componentes de estas dos frecuencias. La salinidad y la temperatura mostraron una variabilidad semidiurna. El fitoplancton y la concentración de clorofila a mostraron variaciones diurnas y semidiurnas, dependiendo de los procesos biológicos, principalmente fotosíntesis y respiración que dependen de los ciclos de radiación solar y su intensidad de penetración. El viento presentó una alta componente de variación diurna, que está asociado a la secuencia de brisas debido al ciclo diurna y radiación solar. Estas componentes de -- variaciones de baja frecuencia se pueden asociar con la alternancia de mareas vivas y muertas.

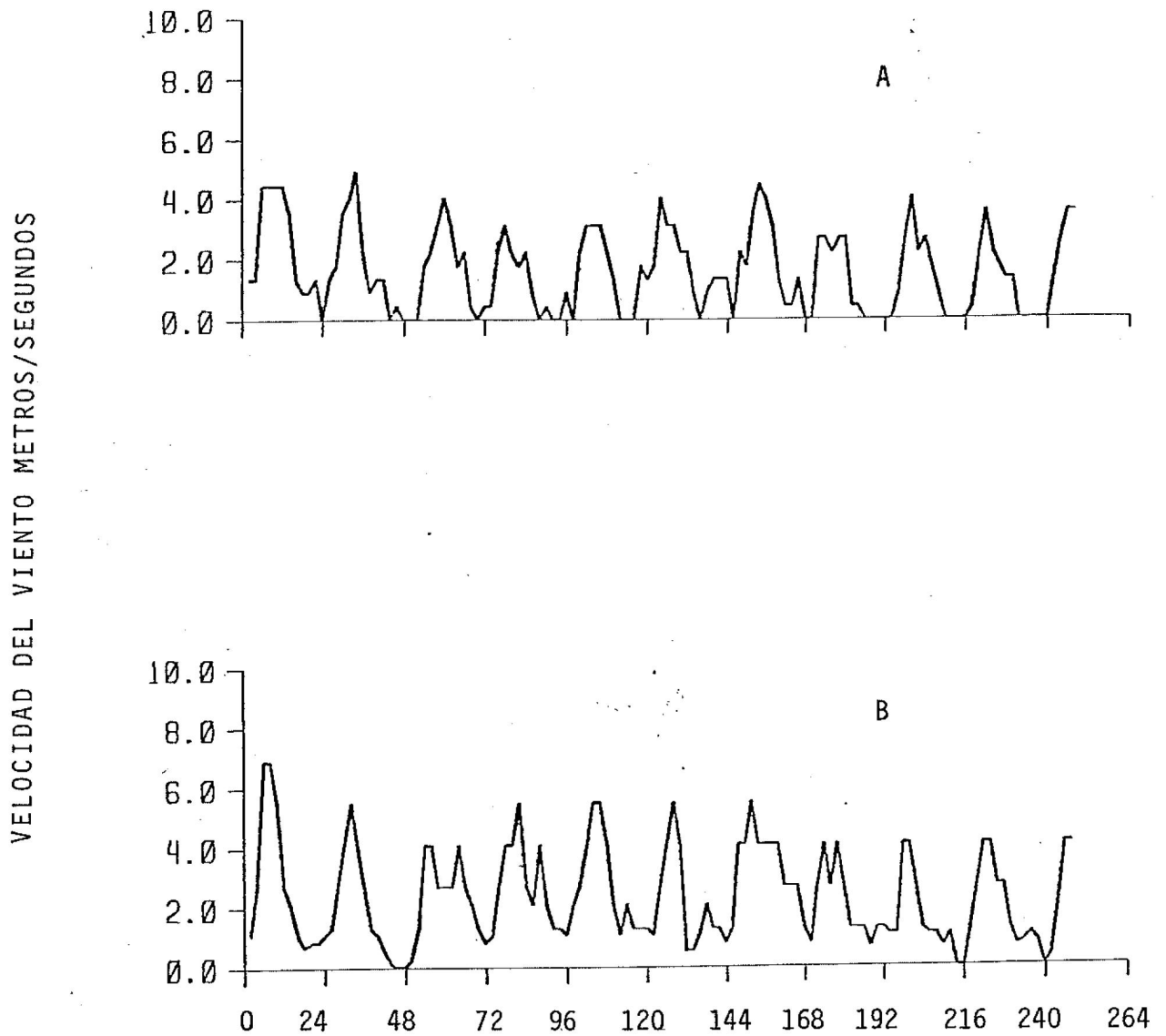


Figura 11. Serie de tiempo de la velocidad del viento (m/s). La A representa la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda. Los números marcan las medias noches.

ESPECTRO DE VARIANCIA

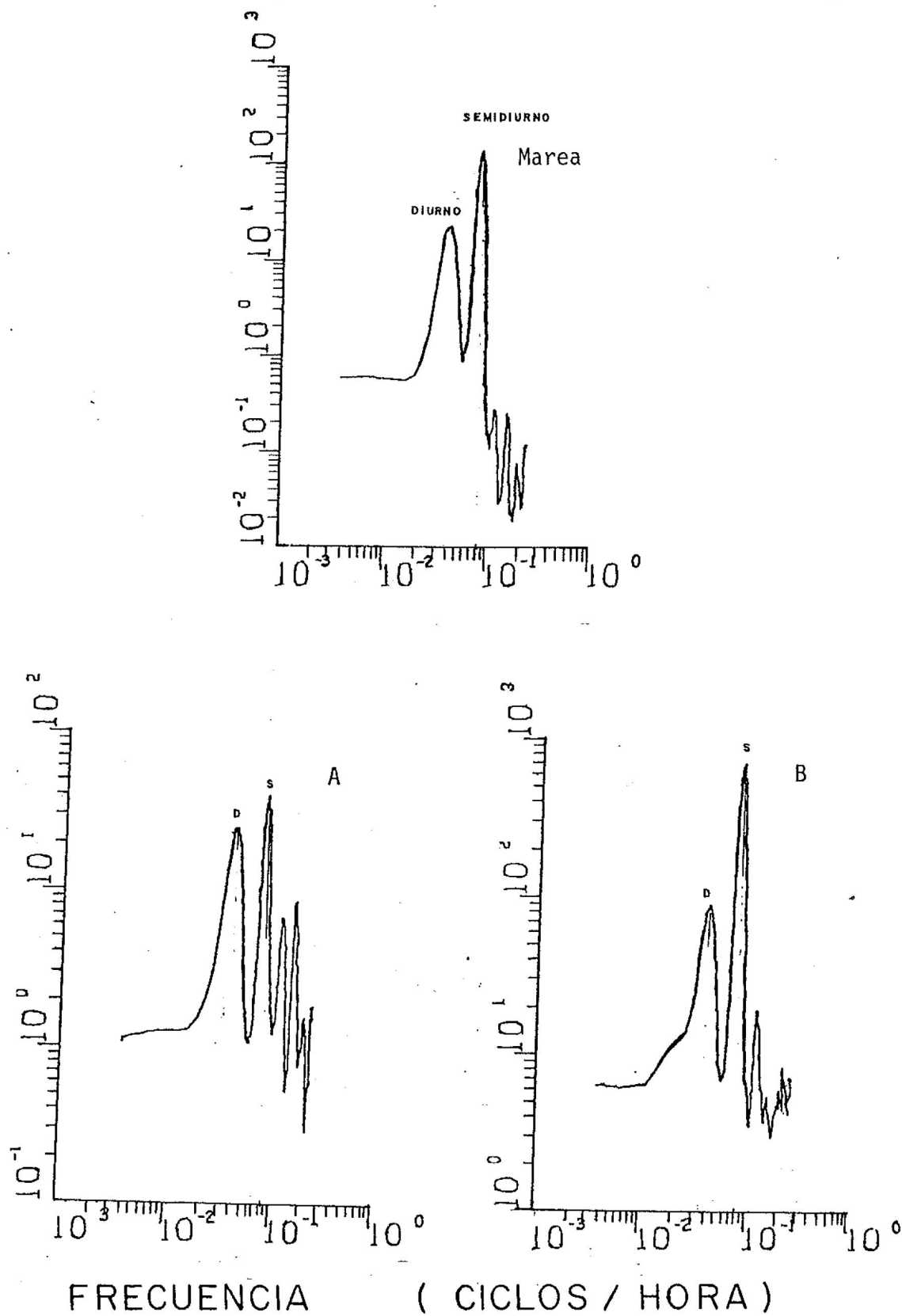


Figura 12. Densidad espectral de marea y salinidad, la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

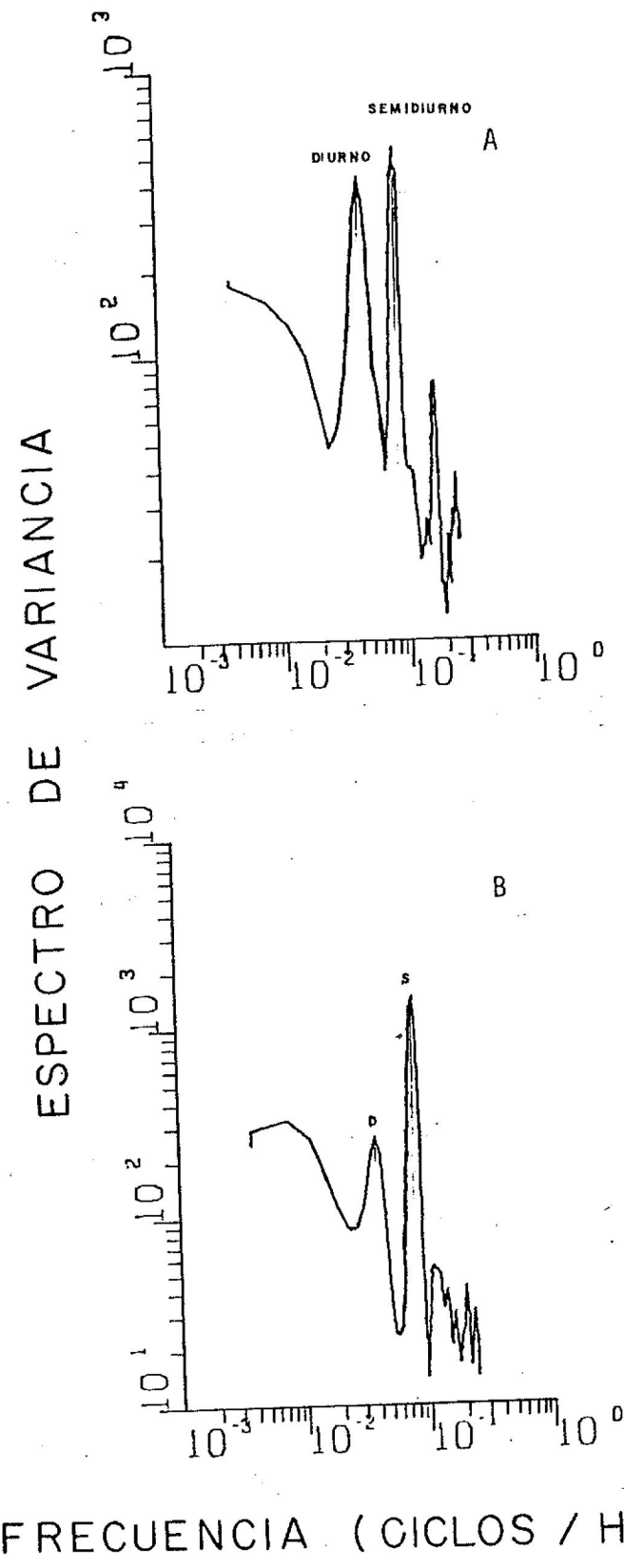


Figura 13. Densidad espectral de la temperatura; la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

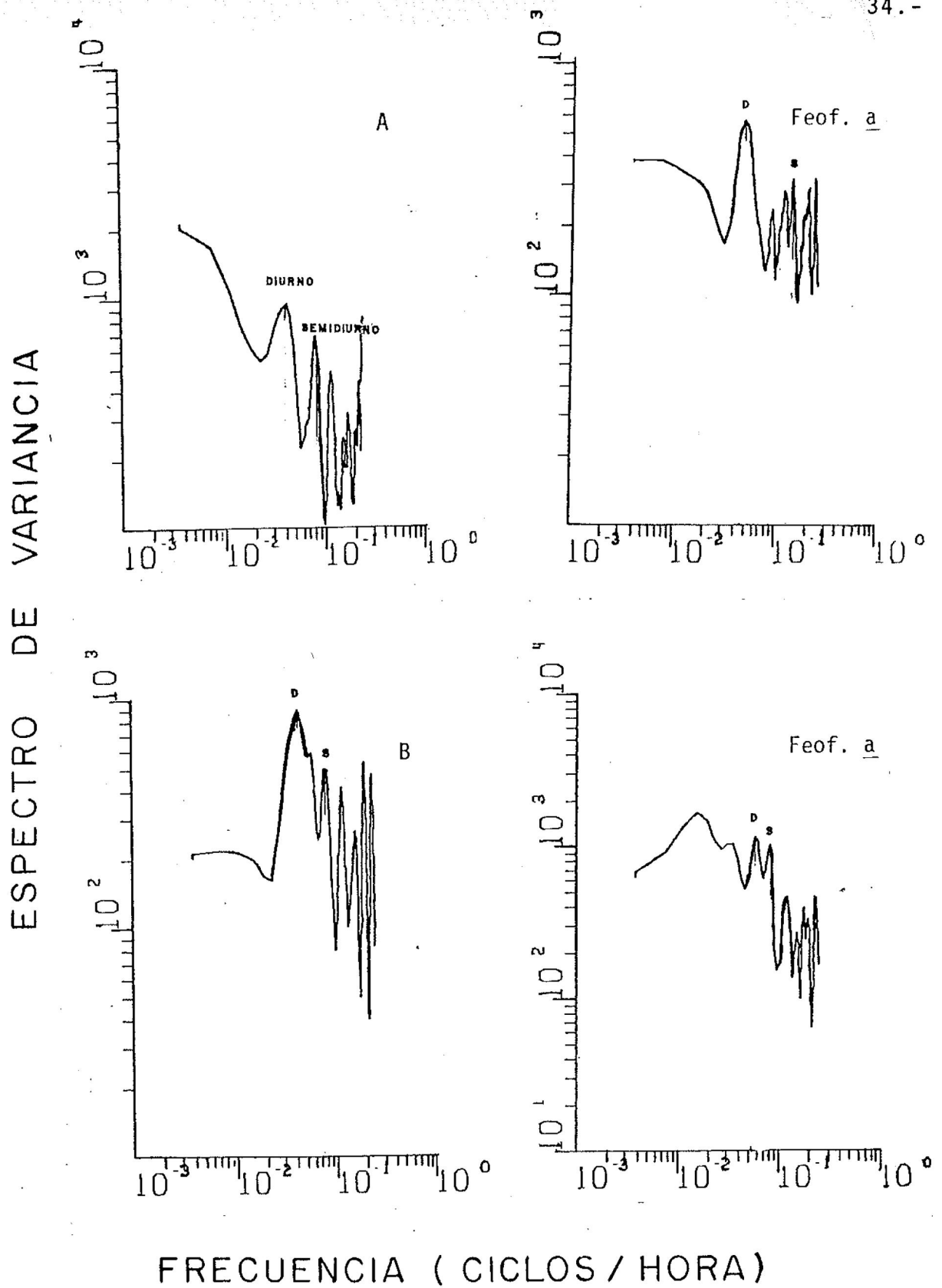


Figura 14. Densidad espectral de la clorofila a y su feofitina; la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

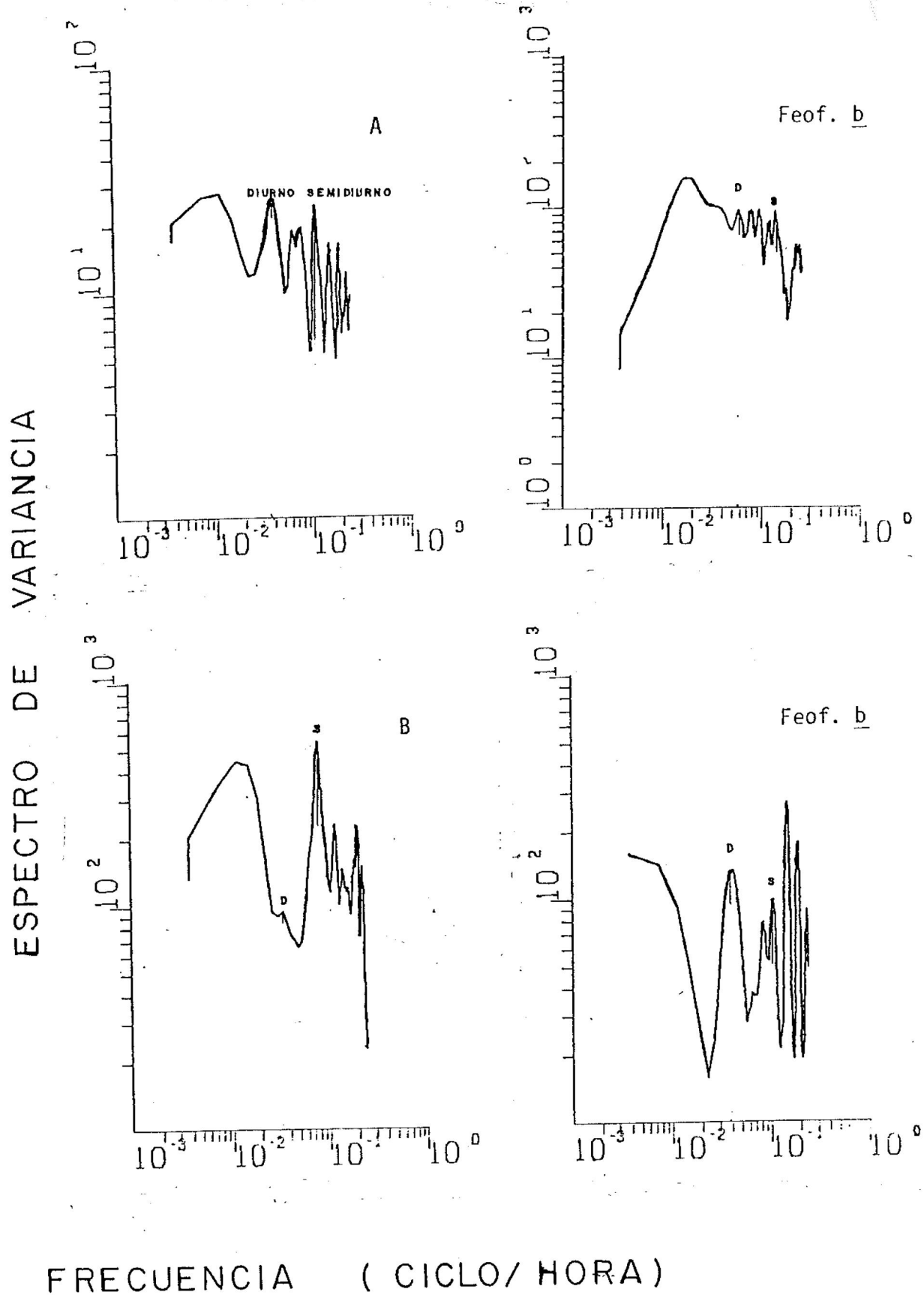
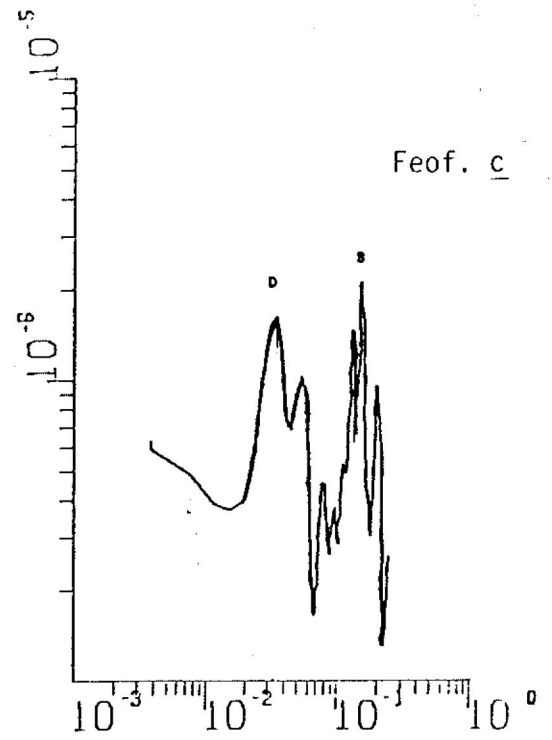
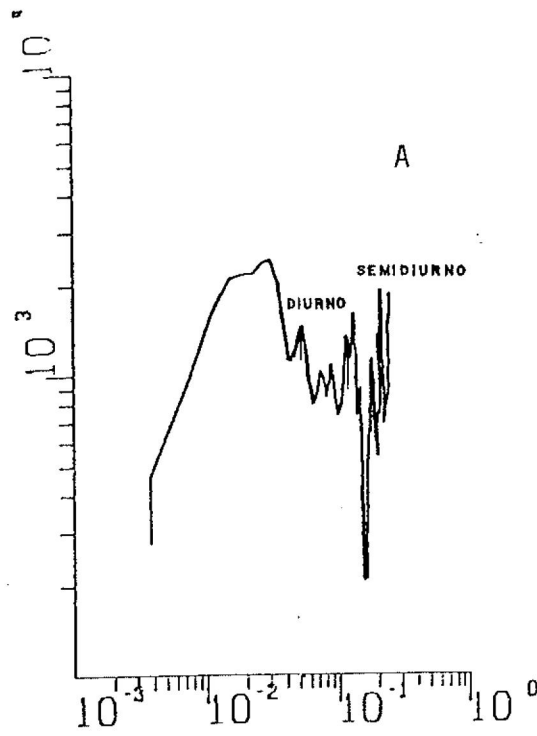
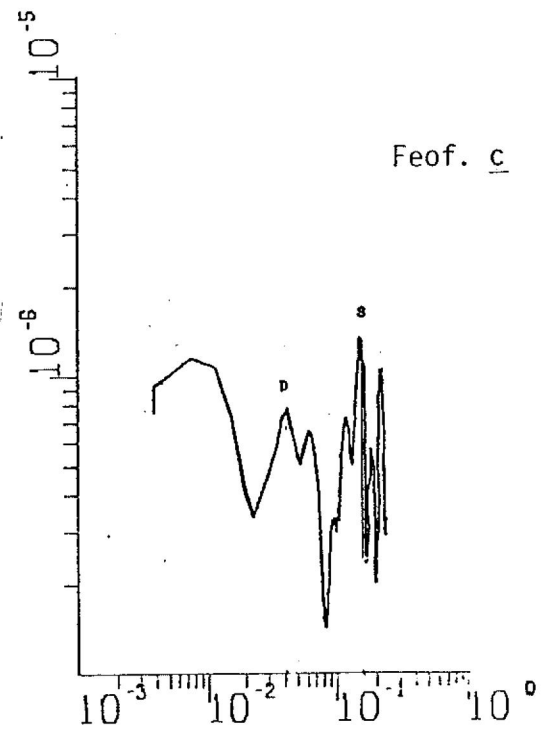
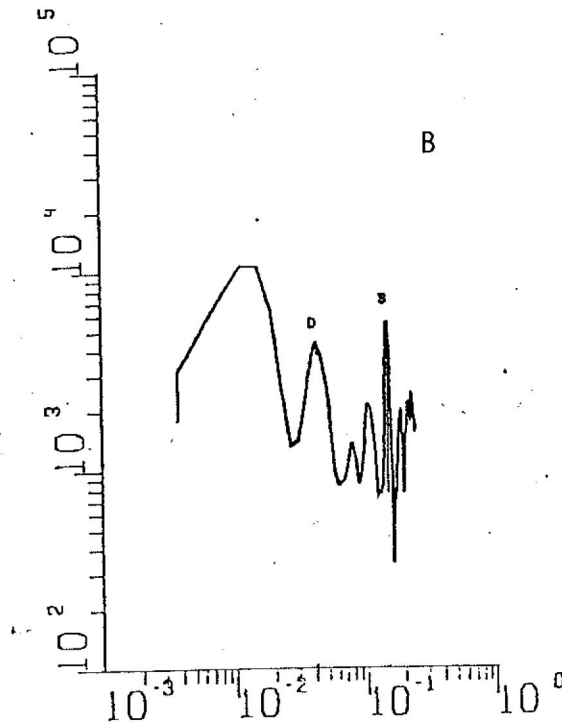


Figura 15. Densidad espectral de la clorofila b y su feofitina, la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

ESPECTRO DE VARIANCIA



ESPECTRO DE VARIANCIA



FRECUENCIA (CICLOS / HORA)

Figura 16. Densidad espectral de la clorofila c y su feofitina; la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

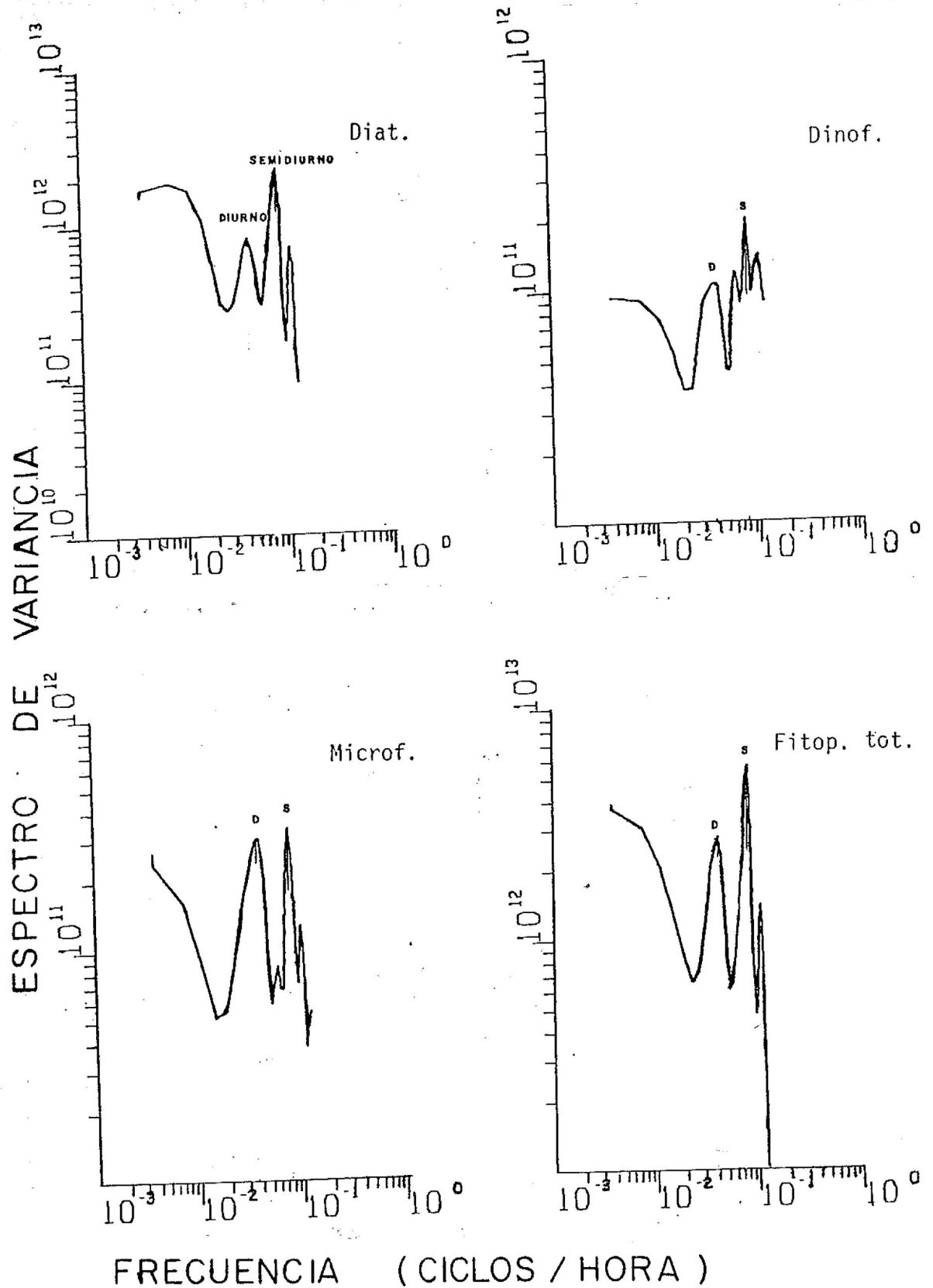
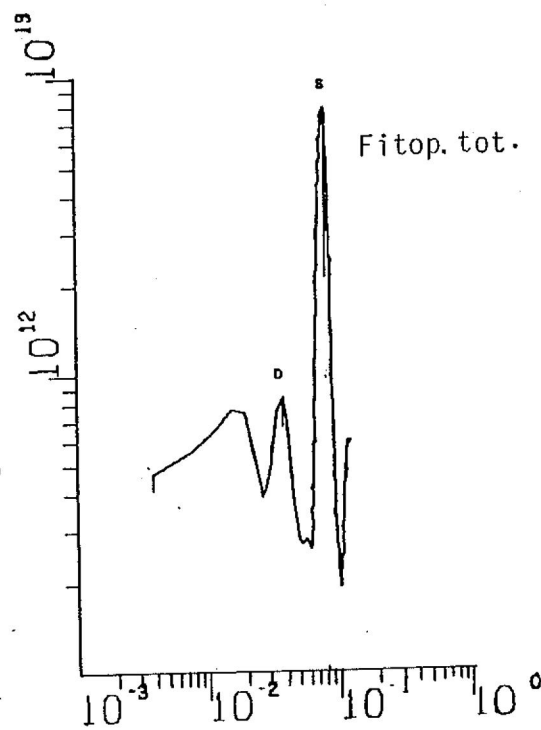
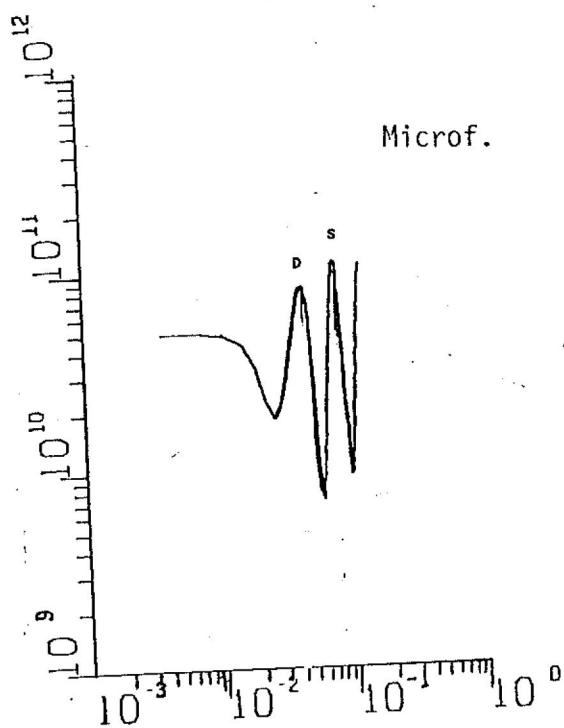
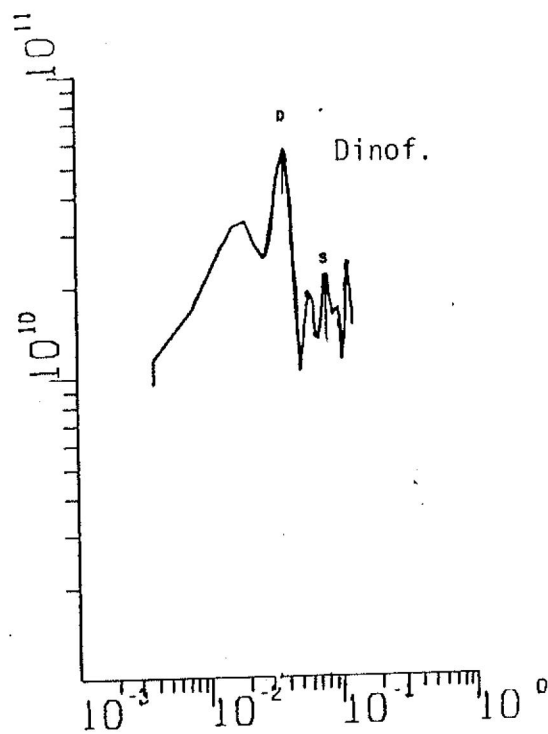
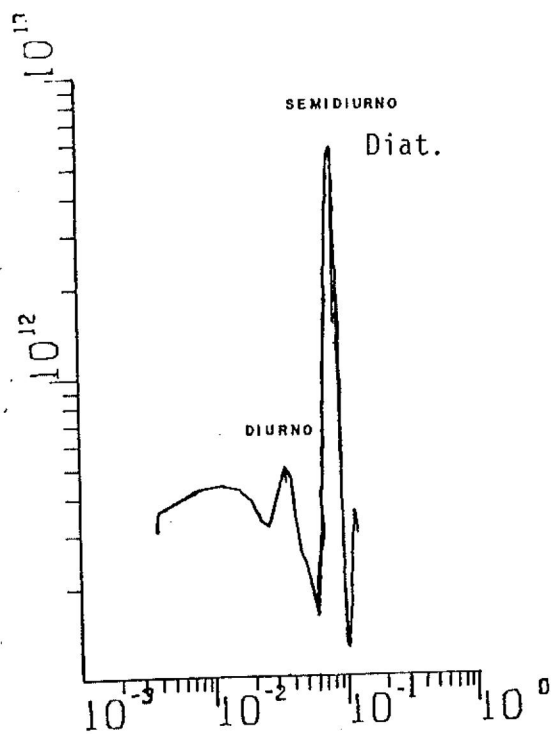


Figura 17: Densidad espectral de las Diatomeas, Dinoflagelados, Microflagelados y Fitoplancton total; correspondientes a la boca del Estero de Punta Banda.

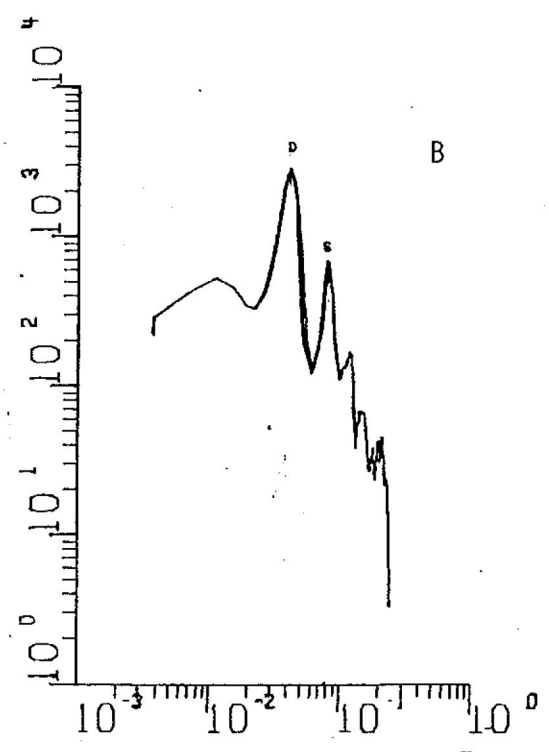
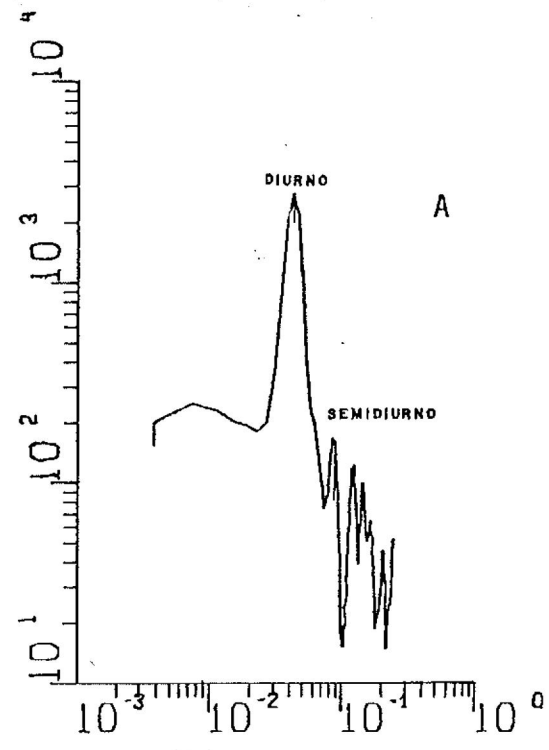
ESPECTRO DE VARIANCIA



FRECUCENCIA (CICLOS/HORA)

Figura 18. Densidad espectral de las Diatomeas, Dinoflagelados, Microflagelados y Fitoplancton total; correspondientes a la cabeza del Estero de Punta Banda.

ESPECTRO DE VARIANCIA



FRECUENCIA (CICLOS / HORA)

Figura 19. Densidad espectral de la velocidad del viento, la A representa a la boca y la B a la cabeza del Estero de Punta Banda.

D I S C U S I O N E S.

La generación de series de tiempo para estudiar la variabilidad de las propiedades del agua de mar, -- realmente es una vieja técnica. Legendre (1908) se -- basó en variaciones de oxígeno, temperatura, densidad y salinidad, en una zona costera de Concarneau, Fran-- cia en terminos de marea y ciclos de radiación solar -- para generar series de tiempo de 22 días. Concluyendo que la fotosíntesis fue el factor de variación más im-- portante para la concentración de oxígeno, la aereación y turbulencia inducida por el viento fueron secundarias.

En el Estero de Punta Banda los valores de salini-- dad y temperatura del punto A y B actuaron inversamente con respecto a la marea, es decir, a mareas altas corres-- pondieron valores bajos de salinidad y temperatura, y vi-- ceversa. El rango diurno de salinidad mostró un descen-- so en ambos puntos hacia el final del muestreo. Al co-- mienzo de las mareas vivas que coincidió con el comienzo del muestreo mismo, se observaron los más amplios rangos de salinidad en la boca. Esto fue debido a que con las mareas muy bajas el agua que llegaba a la boca provenía del extremo interno del Estero, donde la salinidad se -- incrementa por evaporación y la temperatura por la inten-- sidad de la luz solar. Durante mareas vivas la renova-- ción del agua del Estero es mayor, que durante mareas -- muertas, debido a ésto los rangos diurnos de salinidad -- disminuyeron. Durante mareas muertas estos rangos dismi

nuyeron aún más, ya que en mareas bajas el agua que --
llega a la boca del Estero proviene de una porción cer-
cana a si misma. Los valores de salinidad y temperatu-
ra de verano tomados durante este estudio fueron mayo-
res que los reportados por Alvarez Borrego, Acosta ---
Ruíz, Lara Lara (1977), durante la misma época, también
fueron mayores que los reportados por Célis Ceseña y --
Alvarez Borrego (1975), durante la época de otoño, así
como valores reportados por Zertuche González y Alva--
rez Borrego (1978) en la boca del Estero. Los valores
de salinidad en la parte interna del Estero, son meno-
res que los de Bahía San Quintín en su parte interna.
Posiblemente ésto se debe a la mayor evaporación, tiem-
po de residencia y mayor distancia que tiene que reco-
rrer la masa de agua hasta llegar a la parte interna -
de la Bahía de San Quintín. Los valores de temperatu-
ra del Estero para este estudio en la parte interna --
fueron mayores que los de la cabeza de Bahía San Quin-
tín, posiblemente ésto se debe a que durante mareas --
muertas en el Estero la luz solar provoca un mayor ca-
lentamiento durante un mayor tiempo de residencia del
agua.

Las concentraciones de fitoplancton y clorofila -
a en los puntos A y B, mostraron una secuencia muy si-
milar a la marea, es decir, concentraciones altas du-
rante mareas altas y viceversa. Durante las mareas --

vivas se observaron los rangos más pequeños de fitoplancton en la boca, debido principalmente a la menor abundancia de organismos fitoplanctónicos de la bahía que dentro del Estero. Durante mareas muertas las concentraciones y rangos del fitoplancton aumentaron debido a una mayor temperatura y mayor tiempo de residencia del fitoplancton dentro del Estero. La concentración del fitoplancton en el punto B fue menor que en el punto A, esto posiblemente se debe a la poca profundidad y poca penetración de luz a mayor turbidez, donde existe similar concentración de clorofila en los dos puntos, esto significa que aunque existe mayor abundancia de fitoplancton en el punto a, la concentración de clorofila por célula, son muy similares en los dos puntos. Resultados similares fueron obtenidos por Millán Núñez, Alvarez Borrego y Nelson (en prensa) --- para la boca y los extremos de Bahía San Quintín. Los valores de clorofila a para la boca en este estudio, fueron mayores que los reportados en primavera y verano por Alvarez Borrego, Lara Lara y Acosta Ruiz (1978) para la boca del Estero de Punta Banda. Los valores de fitoplancton total, diatomeas y dinoflagelados en verano tomados durante este estudio para la boca fueron mayores que los reportados en invierno, por Alvarez Borrego y Nájera de Muñoz (1979) para la boca del Estero. Con menor abundancia de microflagelados para

este estudio, que los reportados por estos autores en invierno, los mismos valores de fitoplancton total, diatomeas, dinoflagelados y microflagelados para este estudio en la boca fueron mayores que los reportados en invierno, por Alvarez Borrego y Nájera de Muñoz (1979) para la boca de Bahía San Quintín y menores que los reportados por Millán Núñez, Alvarez Borrego y Nelson (en prensa) en verano para la boca de Bahía San Quintín. Posiblemente ésto se debió a la incidencia de eventos de surgencias en Bahía San Quintín. Aunque los valores en la parte interna del Estero fueron mayores que los de la cabeza en Bahía San Quintín.

Los valores de productividad obtenidos en este estudio para la boca fueron mayores que los reportados en primavera y verano por Alvarez Borrego, Lara Lara y Acosta Ruíz (1977) para la boca del Estero. Y ligeramente menores que los reportados en verano por Millán Núñez, Alvarez Borrego y Nelson (en prensa).

Se calculó la razón de asimilación, es decir, la productividad orgánica primaria por unidad de concentración de clorofila a ($\text{mgC}(\text{mg clorof. a})^{-1}\text{hora}^{-1}$), encontrándose una secuencia muy similar a la concentración de fitoplancton y a la productividad orgánica. Debido a que las células posiblemente se acondicionaron a una menor intensidad de luz produciendo más clorofilas por

célula que aquellos que están en lugares con mayor intensidad y penetración de luz.

En lo que respecta a las series de tiempo de clorofila b, del punto A y B mostraron valores mínimos -- ésto es debido posiblemente al número escaso de especies que la contienen.

Mientras que la serie de tiempo de la clorofila c del punto A y B mostraron valores mayores que la clorofila a, posiblemente se debió a que entre el fitoplancton colectado, hay especies que contienen gran cantidad de este pigmento. Resultados similares han sido reportados por Richards, Thompson y Thomas (1952), Millán Núñez, Alvarez Borrego y Nelson (en prensa).

En general las feofitinas son muy abundantes en su concentración, pero muy esporádicas, siguiendo una secuencia de la clorofila que le dió origen. Posiblemente pudo deberse al rápido decaimiento de la célula o al gran pastoreo debido al zooplancton.

C O N C L U S I O N.

- 1) En general la variabilidad de las propiedades físico-químicas del agua de mar en la boca del Estero de Punta Banda fue más influenciada por los procesos semidiurnos, mientras que en la cabeza, la variabilidad diurna fue más dominante.
- 2) La intensidad de penetración de luz y marea fueron los factores más importantes para la abundancia del fitoplancton y la productividad orgánica.
- 3) La productividad orgánica primaria en el Estero de Punta Banda, durante verano puede ser comparada con zonas muy productivas que tienen influencia de surgencias.
- 4) Los grupos taxonómicos más dominantes en verano para el Estero de Punta Banda, fueron las diatomeas seguidas por microflagelados y por último los dinoflagelados.

B I B L I O G R A F I A.

- Acosta Ruíz, M. J. y S. Alvarez Borrego, 1974. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B. C., en otoño e invierno. Ciencias Marinas Vol. 1 (I):16:45.
- Acosta Ruíz M. J. y Lara Lara J. R. 1978. Resultados físico-químicos en el estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B. C. S., - Ciencias Marinas, Vol. 5 (I): 37-46.
- Alvarez Borrego S., 1977. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. - Discusiones Internas sobre Labores de Investigación y Docencia del 17 al 20 de febrero de 1977, pp. 50-57.
- Alvarez Borrego S., M. J. Acosta Ruíz y J. R. Lara Lara, 1977. Hidrología comparativa de las dos bocas de dos antiestuarios de Baja California. --- Ciencias Marinas, Vol. 4: (I) 1-12.
- Alvarez Borrego S., J. R. Lara Lara y M. J. Acosta Ruíz, 1977. Parámetros relacionados con la productividad orgánica primaria en dos antiestuarios de Baja California. Ciencias Marinas, Vol. 4 (I) 12-22.
- Alvarez Borrego S., y S. Nájera de Muñoz, 1979. Series de tiempo de Fitoplancton en dos Lagunas Costeras de Baja California. Ciencias Marinas, Vol. 6. (1,2) 75-88.

- Ceceña Célis R., y S. Alvarez Borrego, 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos Físicos y Químicos en el Estero de Punta - Banda, B. C., Ciencias Marinas (Méx.) Vol. 2 (I) 98-105.
- Lara Lara, J. R. y S. Alvarez Borrego, 1975. Ciclo -- anual de clorofila y producción orgánica primaria en la Bahía de San Quintín, B. C., Ciencias Marinas, Vol. 2 (I): 77-97.
- Lara Lara, J. R. y S. Alvarez Borrego and L. F. Small, 1980. Variability and Tidal Exchange of Ecological properties in a Coastal Lagoon. Estuarine -- and Coastal Marine Science (1980), II, 613-637.
- Legendre, R. 1908. Recherches océanographiques faites dans la région littorale de Concarneau pendant -- l'été de 1907 (In French). Bulletin de L' Institut Océanographique III: 1-29.
- Margalef R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. Memorias del Simposio Internacional -- sobre Lagunas Costeras U.N.A.M., UNESCO, México, D. F. Nov. 28-30 pp. 545-562.
- Millán Núñez, R. y S. Alvarez Borrego, 1978. Series -- de tiempo de clorofilas a, b y c y sus feofitinas en las bocas de dos lagunas costeras. Ciencias -- Marinas. Vol. 5 (2): 41-52.
- Millán Núñez R, y S. Alvarez Borrego, 1978. Ecuaciones espectrofotométricas tricromáticas para la deter-- minación de clorofilas a, b y c y sus feofitinas. Ciencias Marinas. Vol. 5 (I): 47-55.

- Millán Núñez, R., Alvarez Borrego, S. y Nelson. Effects of Physical phenomena on the Distribution of Nutrients and phytoplankton productivity in a Coastal Lagoon. Estuarine Coastal Marine Shell (en prensa)
- O'Brien, M. P. y Zeevaert, L. P. 1969. Design a Small tidal inlet. Actas de la Onceava Conferencia sobre Ingeniería Costera. Londres, Inglaterra, Sept. -- 1968. Publicada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.
- Platt, T. and K. L. Denman, 1975. Spectral analysis -- in Ecology. Ann Rev. of Ecol. and Systematic 6: - 189-210.
- Richards, A. Francis and Thompson, G. Thomas, 1952. The Estimation and Characterization of Plankton population by pigments analysis. Journal of Marine Research XI, 2 156-171.
- Shoaf, W. T. and B. W. Lium, 1976. Improved extraction - of chlorophyll "a" and "b" from algae using dimethyl sulfoxide. Limnology and Oceanography, Vol. 21 (6): 926-928.
- Steemann Nielsen, E. 1952. The use of Radio-Active - - (C^{14}) for Measuring Organic Production in the Sea. Journ. Cons. Internat. Explor. Mer. Vol. 18: 117-140.
- Strickland and T. R. Parsons, 1972. A practical handbook of Seawater analysis. Fisheries Research board of Canada Ottawa. pp. 311.

Ütermohl, J. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton Methodik (Ing. german). -- Mitt. Int. verain theor. Angew. Limnol. 9, - 1-38.

Vannuci, M. 1969. Citado por Saúl Alvarez Borrego en: CICESE, Discusiones Internas sobre Labores de Investigación y Docencia del 17 al 20 de febrero - - pp. 50-57.

Zertuché González, J. A. y S: Alvarez Borrego, 1978. - Series de tiempo de variables físico-químicas en - las bocas de dos antiestuarios de Baja California. Ciencias Marinas. (Méx.), Vol. 5 (I): 91-103.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y AVANCES CIENTÍFICOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS
CARRERA DE CIENCIAS MARINAS
CALLE DE LA INVESTIGACION 1055
MEXICO, D.F.