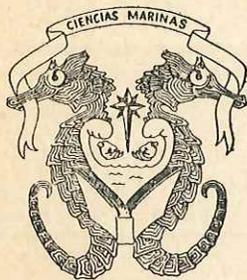


**UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE BAJA CALIFORNIA**



ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

VARIACIONES DIURNAS DE CLOROFILA "a" Y ESTIMACIONES
DE PRODUCTIVIDAD ORGANICA PRIMARIA EN DOS
ANTIESTUARIOS DE BAJA CALIFORNIA
EN OTOÑO E INVIERNO

**TESIS PROFESIONAL
ENRIQUE PARRA VALDEZ**

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, 1976

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

VARIACIONES DIURNAS DE CLOROFILA "a" Y
ESTIMACIONES DE PRODUCTIVIDAD ORGANICA
PRIMARIA EN DOS ANTIESTUARIOS DE BAJA
CALIFORNIA, EN OTONO E INVIERNO.

T E S I S
Que para obtener el título de
O C E A N O L O G O
P r e s e n t a
ENRIQUE PARRA VALDEZ

Ensenada, Baja California 1976.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

DEPENDENCIA: La Dirección de la Unidad
de ciencias Marinas

No. OFICIO : 0105/76/77

Ensenada, B.C. a 10 de Septiembre de 1976.

P.O. ENRIQUE PARRA VALDEZ
P R E S E N T E

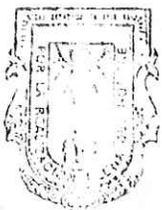
Por medio del presente en mi calidad de Presidente
de la H. Comisión de Tésis , me permito informarle
que el tema:

"VARIACIONES DIURNAS DE CLOROFILA "a"
Y ESTIMACIONES DE LA PRODUCTIVIDAD ORGANICA PRI-
MARIA EN DOS ANTIESTUARIOS DE BAJA CALIFORNIA, EN
OTOÑO E INVIERNO"

ha sido aprobado con fecha 8 de Septiembre de 1976,
por la H. Comisión de Tésis de la Escuela Superior
de Ciencias Marinas.

Sin más por el momento y deseándole éxito, me
despido de Ud. muy atentamente.

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE BAJA CALIFORNIA



ESCUELA SUPERIOR
DE CIENCIAS MARINAS
pat'

"POR LA REALIZACION PLENA DEL HOMBRE"

OCEAN. FRANCISCO AGUILAR RUIZ

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Y A BLANCA

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fué elaborado en el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) en cooperación con la Unidad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Mi reconocimiento y gratitud al Dr. Saúl Alvarez Borrego Director de este Centro por haber hecho posible que este trabajo se realizara. También por su valiosa ayuda y crítica positiva en la preparación final de este escrito.

Agradesco al Ocean. Rubén Lara Lara, el haberme dirigido en los muestreos de campo y análisis de laboratorio, así como también en la preparación del presente escrito.

A los compañeros por su ayuda brindada en los muestreos de campo, Ocean. Manuel Acosta Ruíz, Bernardo Flores, P.O. -- Talpa Lara, Gilberto Gaxiola, Salvador Galindo, Claudia Valdéz, Sila Nájera, Refugio González y Lucía Vargas.

A las personas que de una forma u otra me brindaron su -- ayuda.

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1 Localización de las estaciones muestreadas en Bahía San Quintín. - - - - -	7
2 Localización de las estaciones muestreadas en el Estero de Punta Banda. - - - - -	8
3 Fotosíntesis relativa (R) en función de la radiación total diaria en la superficie del mar, para periodos de dos horas en el día-luz (tomadas de Small, Curl y Glooschenko 1972). - - -	13
4 Variación de clorofila "a", radiación total y altura de marea durante un ciclo diurno de las 19:00 del día 26 a 17:00 hrs. del 27 de Noviembre de 1975, en la boca de Bahía San Quintín. (Est. 2). - - - - -	17
5 Variación de clorofila "a", radiación total y altura de marea durante un ciclo diurno de 10:00 del 17 a 10:00 hrs. del 18 de Diciembre de 1975, en la boca del Estero de Punta Banda. (Est. 1) - - - - -	18
6 Distribución superficial de clorofila "a" -- (mg/m ³) para los cruceros de Otoño e Invierno En Bahía San Quintín. - - - - -	20
7 Distribución superficial de clorofila "a" -- (mg/m ³) para los cruceros de Otoño e Invierno en el Estero de Punta Banda. - - - - -	21
8 Profundidad del disco de Secchi. - - - - -	22

Figuras: 25-X-76

Lista de Figuras y Tablas - página 2

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
9	Variación de clorofila "a" radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las 17:00 del 18 a 18:00 hrs. del 19 de Febrero de 1976 en la boca de Bahía San Quintín (Est. 2). - - - - -	23
10	Variación de clorofila "a", radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las 17:00 del 24 a 13:00 hrs. del 25 de Febrero de 1976 en la boca del Estero de Punta Banda (Est. 1). - - - - -	24

Tabla

1	Cálculo de la radiación total incidente en la superficie del mar por dos métodos: con la ecuación de Berliand (1960) y con un Actinógrafo (g.cal./cm ² /día). - - - - -	15
2	Estimaciones de la productividad orgánica primaria en las bocas de dos Antiestuarios en función del coeficiente de asimilación (A ₂) durante un ciclo anual (los valores de Primavera y Verano tomados de Alvarez Borrego et.al, 1976) P(mg.C/m ³ /día). - - - - -	26

I N D I C E

I.- INTRODUCCION

a).- Antecedentes y Objetivos

II.- MATERIALES Y METODOS

a).- Muestreo

b).- Análisis de Laboratorio

c).- Ecuaciones empleadas para el cálculo de los pigmentos y Producción Primaria.

III.- RESULTADOS

a).- Resultados para Otoño

b).- Resultados para Invierno

IV.- DISCUSIONES

V.- CONCLUSIONES

VI.- BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION.

a).- Antecedentes y objetivos.

Las lagunas costeras, bahías y la zona costera se encuentran entre los principales recursos naturales de cualquier nación que limita con el mar. Estas áreas son importantes en la producción de alimentos y pesquerías. Al menos una tercera parte de la línea de costa de México está formada por lagunas costeras. Estos son cuerpos de agua que tienen comunicación con el mar abierto.

En comparación con el mar, con el que están comunicadas, las lagunas costeras representan ecosistemas menos organizados, que periódicamente ofrecen gran cantidad de alimento -- no consumido directamente en la propia laguna. Por esto constituyen áreas de cría o de alimentación para especies migrantes de amplio espectro ecológico y procedentes del mar. Además pueden utilizarse como centros experimentales para la cría y cultivo de animales marinos potencialmente útiles -- (Margalef, 1969).

La alta productividad potencial de las lagunas costeras no siempre ha sido debidamente apreciada por el hombre, -- quien a menudo las ha clasificado como áreas "sin valor" -- aptas únicamente para verter en ellas materiales de desechos (Odum 1971).

Alvarez y Schwartzlose (1973), al hacer un planteamiento de algunos problemas oceanológicos de los mares adyacentes -- a la península de Baja California mencionan la importancia -- del conocimiento del cuadro ambiental sobre todo de los factores ecológicos, físico-químicos, y biológicos de las bahías y lagunas costeras de la península, como una infraestructura en la que se debe basar el desarrollo de los maricultivos. Así también calcular la producción orgánica primaria para determinar la fertilidad relativa de las diferentes lagunas -- costeras, bahías, y mar abierto.

La Bahía de San Quintín y el Estero de Punta Banda se -- han venido estudiando desde principios de la década pasada -- por algunos investigadores extranjeros y nacionales: Barnard (1962) estudió los organismos bentónicos de la Bahía de San Quintín, en 1964 el mismo autor estudió los anfípodos marinos, Gorsline y Stewart (1960, 1961) estudiaron los --- organismos bentónicos, Chávez de Nishikawa y Alvarez Borrego (1974) y Alvarez Borrego, Ballesteros Grijalva y Chee Barragán (1975) estudiaron la distribución superficial de algunos parámetros físico-químicos durante un ciclo anual, Lara Lara y Alvarez Borrego (1975) estudiaron un ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria; Alvarez Borrego, Lara - Lara y Acosta Ruiz (no publicado) estudiaron los parámetros - relacionados con la productividad orgánica primaria, los tres

últimos autores en 1975 estudiaron la Hidrología de la boca -- de Bahía San Quintín.

En el Estero de Punta Banda han realizado estudios los siguientes investigadores: Benson (1959) estudió la ecología de ostracodos recientes de la Bahía de Todos Santos incluyendo el Estero de Punta Banda; Hubbs y Hubbs (1963) midieron la temperatura superficial durante tres años en diferentes puntos de la costa entre la Jolla California y Punta Eugenia, B. C., tres de sus estaciones estuvieron localizadas en el Estero de Punta Banda. O'Brien y Zeevaert (1969) presentaron un trabajo para la construcción de un puerto para embarcaciones pequeñas en la onceava conferencia de ingeniería costera, en Londres Inglaterra. Acosta Ruíz y Alvarez Borrego (1973) y Celis Ceseña y Alvarez Borrego (1975) estudiaron la distribución superficial de algunos parámetros físico-químicos durante un ciclo anual; Alvarez Borrego, Acosta Ruíz y Lara Lara (no publicado) estudiaron la Hidrología de la boca del Estero de Punta Banda comparándola con la Hidrología de la boca de Bahía San Quintín, los tres últimos autores en ese mismo año estudiaron los parámetros relacionados con la productividad orgánica primaria del Estero de Punta Banda.

La Bahía de San Quintín ha sido escogida como uno de los lugares para el desarrollo de los maricultivos principalmente de algunos moluscos importantes para la economía regional, ---

estableciéndose por parte de la Unidad de Ciencias Marinas un cultivo piloto del Ostión Japonés Crassostrea gigas, obteniéndose resultados satisfactorios, Islas Olivares (no publicado).

La descripción geográfica y condiciones hidrológicas de estas dos lagunas costeras han sido ampliamente descritas en trabajos anteriores (Acosta Ruíz y Alvarez Borrego, 1974; y Chávez de Nishikawa y Alvarez Borrego, 1974).

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Conocer las variaciones de la concentración de clorofila "a" en función del tiempo en Bahía San Quintín y Estero de Punta Banda con el fin de decidir el tipo de ecuación que daba usarse para estimar la productividad orgánica - primaria de estas dos lagunas costeras.
- 2.- Comparar la fertilidad relativa de estos Antiestuarios - con fines futuros para el desarrollo de la maricultura.

II.- MATERIALES Y METODOS

a).- Muestreo

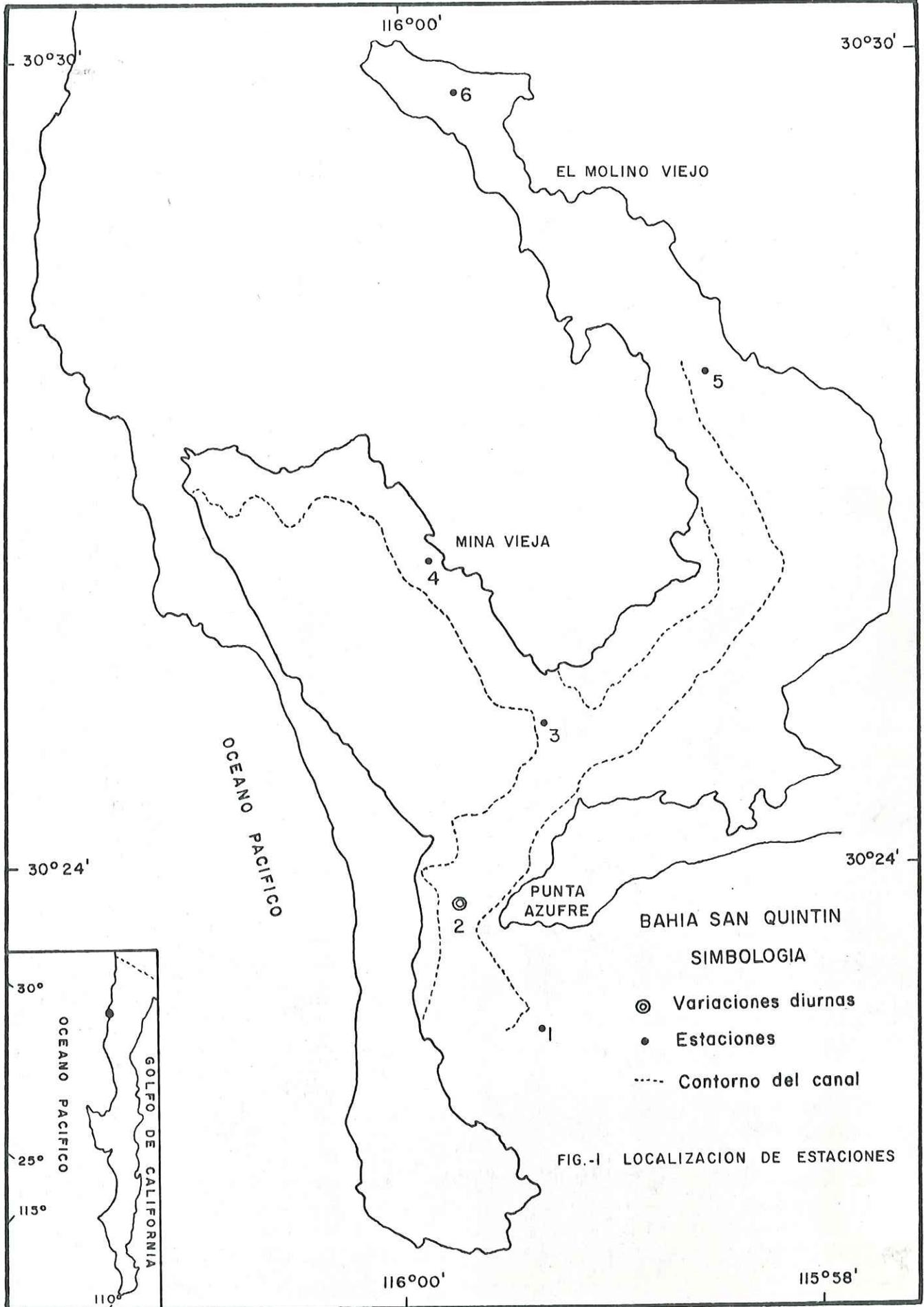
Se realizaron cuatro muestreos, dos en Bahía San Quintín y dos en el Estero de Punta Banda. Los muestreos de Bahía -- San Quintín se cubrieron en los días 26 y 27 de noviembre de

1975 y 18 y 19 de febrero de 1976; los muestreos en el Estero de Punta Banda se llevaron a cabo en los días 17 y 18 de diciembre de 1975 y 24 y 25 de febrero de 1976. Estos muestreos se consideran como representativos de las condiciones de otoño e invierno en una primera aproximación a la realidad.

En cada caso se muestreó un ciclo completo de variación diurna en las bocas de estos dos cuerpos de agua y además se muestrearon estaciones hacia el interior de los mismos --- (Fig. 1 y 2).

En los ciclos de variación diurna se tomaron muestras de agua de mar cada hora para el análisis de clorofilas (a, b y c) además se hicieron determinaciones de la velocidad y dirección de la corriente, temperatura del agua ($T^{\circ}C$), pH, y se tomaron muestras para el análisis de salinidad (S/oo), --- oxígeno disuelto (O_2), nutrientes y fitoplancton. Además se tomaron datos meteorológicos (nubosidad, irradiación solar, temperatura del aire y velocidad y dirección del viento). También se tomaron los porcentajes de nubosidad y -- la lectura del disco de Secchi. En este trabajo sólo se presentan y discuten los resultados de clorofila "a", radiación solar, lectura del disco de Secchi, las otras variables serán discutidas posteriormente en otros trabajos.

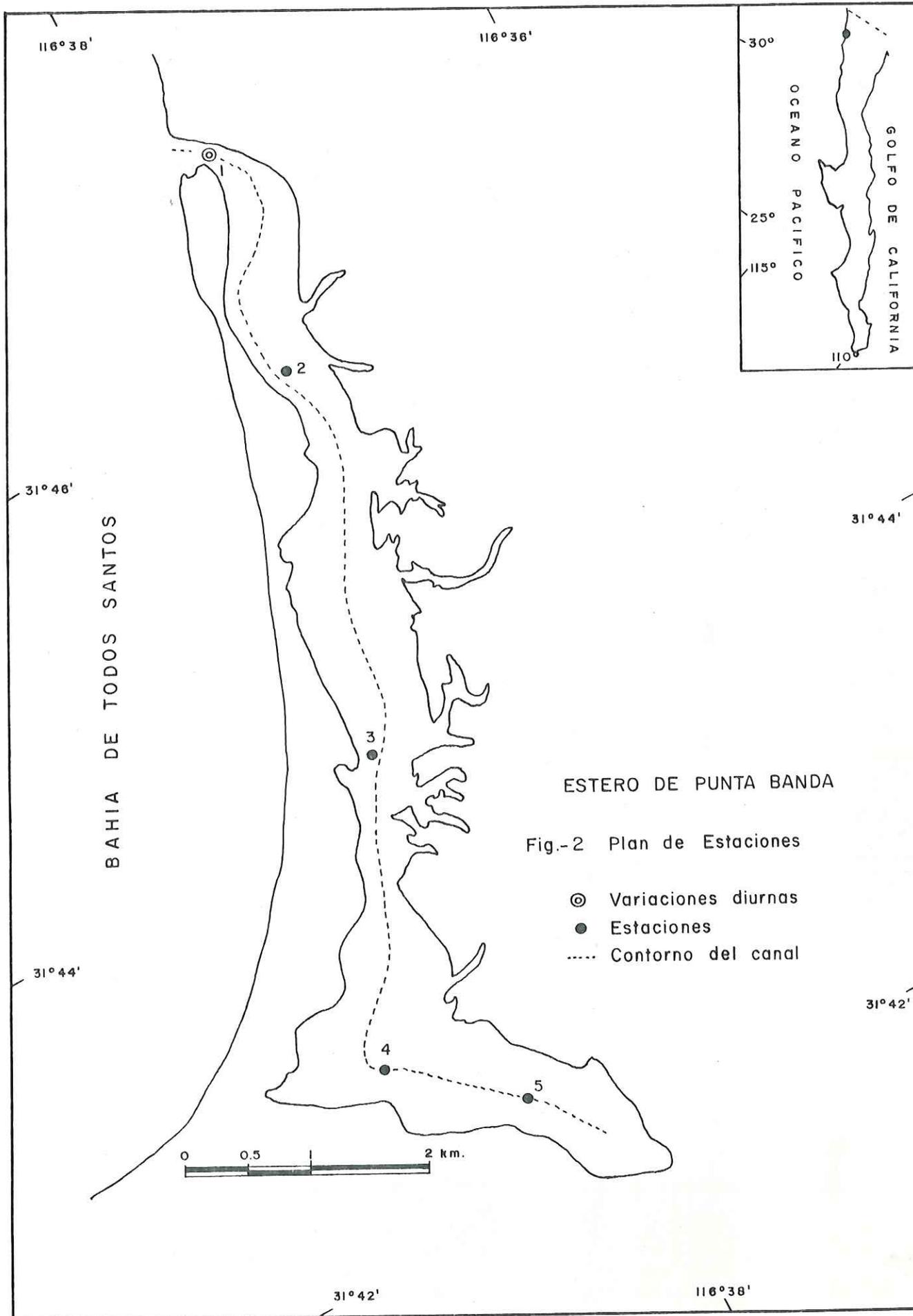
Para el muestreo de los pigmentos fotosintéticos se --- utilizó una botella Van-Dorn de la cual se tomaba de 0.5 a -- 1.0 litros de agua y se guardaba en una botella de plástico -



BAHIA SAN QUINTIN
SIMBOLOGIA

- ⊙ Variaciones diurnas
- Estaciones
- Contorno del canal

FIG.-I LOCALIZACION DE ESTACIONES



ESTERO DE PUNTA BANDA

Fig.-2 Plan de Estaciones

agregando dos gotas de solución saturada de carbonato de magnesio, como preservador de la clorofila, conservándose en una hielera con CO₂ sólido pero sin congelarse. Después de un tiempo no mayor de ocho horas se filtraba por medio de una bomba para producir vacío y con un equipo de filtración "millipore" con filtros de membrana de 0.8^μ de porosidad. Los filtros se colocaban en discos de petri, y se guardaban en un congelador para su posterior análisis en el laboratorio del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE).

La radiación solar se midió con un Actinógrafo de gráfica continua marca Kalsico No. 01AM100. Este se colocaba en la playa cerca del lugar donde se tomaban las muestras de agua.

b).- Análisis de laboratorio

Para determinar la concentración de los diferentes pigmentos fotosintéticos se utilizaron los métodos espectrofotométricos descritos por Strickland y Parsons (1968), y Lorenzen (1967).

El análisis de los diferentes pigmentos se llevó a cabo en el laboratorio del CICESE. Para la extracción de los pigmentos se utilizó acetona al 90% (grado espectrofotométrico) usándose tubos de centrifuga de 15 ml. Después de un tiempo de 16 a 20 horas de extracción en la oscuridad, se



centrifugaba la muestra de 3000 a 4500 r.p.m. durante 15 --- minutos; inmediatamente después se determinaba la absorbancia de cada muestra contra acetona al 90% en un espectrofotómetro digital modelo Spectronic UV-210 a las siguientes longitudes de onda: 750, 665, 645 y 630 nm. Se hicieron correcciones - por error de celda a celda y por turbidez, utilizándose la -- lectura a 750 nm. Se usaron celdas de un centímetro de longi tud de paso con una capacidad de 4 ml.

c).- Ecuaciones empleadas para el cálculo de los -- pigmentos y Producción Primaria.

Para el cálculo de las concentraciones de clorofilas -- (a, b y c) se emplearon las ecuaciones tricromáticas (1, 2 y 3) de Richards y Thompson (1952), modificadas por Parsons y Strickland (1963).

$$\text{mg. de pigmento/m}^3 = \frac{C}{V}$$

donde:

V = Volumen de agua filtrada en (lts.)

C = Valor obtenido de las siguientes ecuaciones.

$$C \text{ (Clorofila } \underline{a}) = 11.6A_{665} - 1.31A_{645} - 0.14A_{630} \quad (1)$$

$$C \text{ (Clorofila } \underline{b}) = 20.7A_{645} - 4.34A_{665} - 4.42A_{630} \quad (2)$$

$$C \text{ (Clorofila } \underline{c}) = 55A_{630} - 4.64A_{665} - 16.3A_{645} \quad (3)$$

donde:

A_{665} , A_{645} y A_{630} corresponden a las máximas absorbancias de las clorofilas a, b y c respectivamente.

Ecuación empleada para el cálculo de la Productividad Orgánica Primaria:

$$P_{d2} = R_{d2} \cdot C_{d2} \cdot A_2 \quad \text{---} \quad (4)$$

donde:

P_{d2} = Fotosíntesis para un incremento de dos horas del período de luz a la profundidad d (expresada en $g. C/m^3/2$ hrs.).

R_{d2} = Fotosíntesis relativa para un incremento de dos horas a la profundidad d -- ($R/m^3/2$ hrs.).

C_{d2} = Concentración de clorofila "a" para un incremento de dos horas a la profundidad d ($g. Cl-a/m^3$).

A_2 = Razón máxima de fotosíntesis/clorofila para un incremento de dos horas ---- ($g. C/2$ hrs./ $g. Cl-a$) en condiciones de saturación de luz. A_2 es el número o cociente de asimilación.

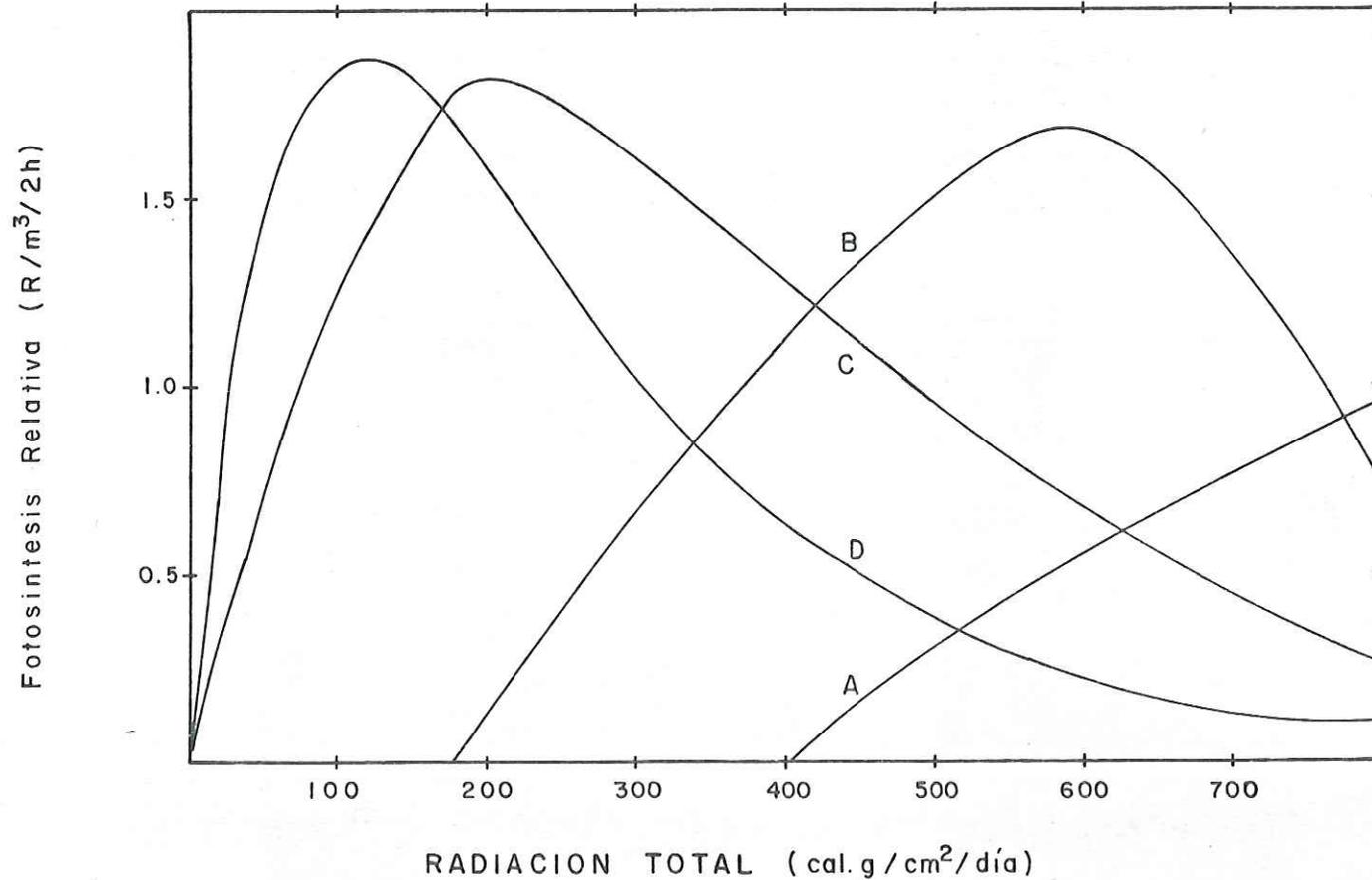
La ecuación anterior es una versión revisada por --- Small, Curl y Glooschenko (1972), de la ecuación original de Ryther y Yentsch (1957) para estimar la producción orgánica primaria por fitoplancton. La modificación principal consiste en tomar en cuenta el cambio de concentración de clorofila "a" en función del tiempo. La nueva ecuación (4) estima la producción primaria para intervalos de cada dos horas.

La fotosíntesis relativa R_{d2} se calculó a intervalos de dos horas de acuerdo con las figuras desarrolladas por Small, Curl y Glooschenko (1972) (Fig. 3). Para esto fué necesario estimar la radiación solar sobre la superficie del mar en estos dos lugares. Usándose un Actinógrafo de gráfica continua nos fué posible medir la radiación total, y los valores obtenidos se compararon con los valores calculados con una de las mejores ecuaciones desarrolladas en función de la radiación total bajo un cielo sin nubes y basadas en los coeficientes latitudinales Berliand (1960).

Ecuación para el cálculo de la radiación total incidente sobre la superficie del mar con un Actinógrafo:

$$Q_2 = S \cdot Kt$$

Fig.-3 FOTOSÍNTESIS RELATIVA como función de la Radiación total diaria en la superficie del mar para periodos de 2 hrs. en el DIA-LUZ. (Small, Curl y Glooschenko, 1972).



A = 04:00 - 06:00 a 18:00 - 20:00 hrs.
B = 06:00 - 08:00 a 16:00 - 18:00 "
C = 08:00 - 10:00 a 14:00 - 16:00 "
D = 10:00 - 12:00 a 12:00 - 14:00 "

donde:

Q_2 = Radiación total incidente

S = Area bajo la curva del Actinograma

K_t = Factor de corrección por temperatura ambiental.

Ecuación para el cálculo de la radiación total incidente sobre la superficie del mar, Berliand (1960):

$$Q_1 = Q_0 \left[1 - (a + bn)n \right]$$

donde:

Q_1 = Radiación total incidente

Q_0 = Radiación total incidente bajo un cielo sin nubes. Tabla 1.

n = Nubosidad expresada del 0 al 1

a y b = Coeficientes adimensionales

a = 0.36

b = 0.38

Los resultados de la radiación solar total (Q_1) calculados con la ecuación de Berliand (1960), y los resultados obtenidos mediante un Actinógrafo (Q_2), se muestran en la -- Tabla 1.

TABLA 1. Cálculo de la radiación total incidente en la superficie del mar por dos formas: con la ecuación de Berliand (1960) y con un Actinógrafo.

Q_0 = Radiación total incidente bajo un cielo sin nubes.

Q_1 = Radiación total incidente calculada con la ecuación de Berliand (1960).

Q_2 = Radiación total incidente medida con un Actinógrafo.

Q_3 = Radiación solar utilizable por las plantas (50% de Q_2)

BAHIA SAN QUINTIN

FECHA DE CRUCERO	NUBOSIDAD	g. cal./cm ² /día			
		Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
26 y 27 NOVIEMBRE	0.9	430.92	160	204	102
18 y 19 FEBRERO	0.4	509.80	342	374	187

ESTERO DE PUNTA BANDA

17 y 18 DICIEMBRE	0.0	372.2	378	390	195
24 y 25 FEBRERO	0.0	509.8	509	524	262

III.- RESULTADOS

a).- Resultados para otoño.

En noviembre, en la boca de Bahía San Quintín, la variación de clorofila "a" presentó dos máximos: uno a las 24:00 - horas y el segundo a las 13:00 horas del día 27 con valores - de 5.1 y 5.3 mg/m³ respectivamente, el mínimo fué de 1.0 --- mg/m³ se presentó a las 21:00 horas del día 26 (Fig. 4). La radiación solar estuvo disminuida por neblina en períodos de horas durante todo el día. En las primeras horas del mues- treo la variación de clorofila presentó una estrecha correla- ción con el ciclo de marea, con los valores de clorofila --- aumentando al subir la marea.

En el muestreo de diciembre en la boca del Estero de -- Punta Banda la concentración de clorofila "a" presentó un --- máximo bien marcado con un valor de 8.2 mg/m³ a las 02:00 - hrs. del segundo día del muestreo que coincide con la marea - más baja de este día, el mínimo se registró a las 21:00 hrs. con un valor de 3.5 mg/m³ (Fig. 5) que coincide con la -- marea alta. El día fué claro con sol resplandeciente, la - curva de radiación solar no presentó ninguna correlación --- aparente con la variación de clorofila.

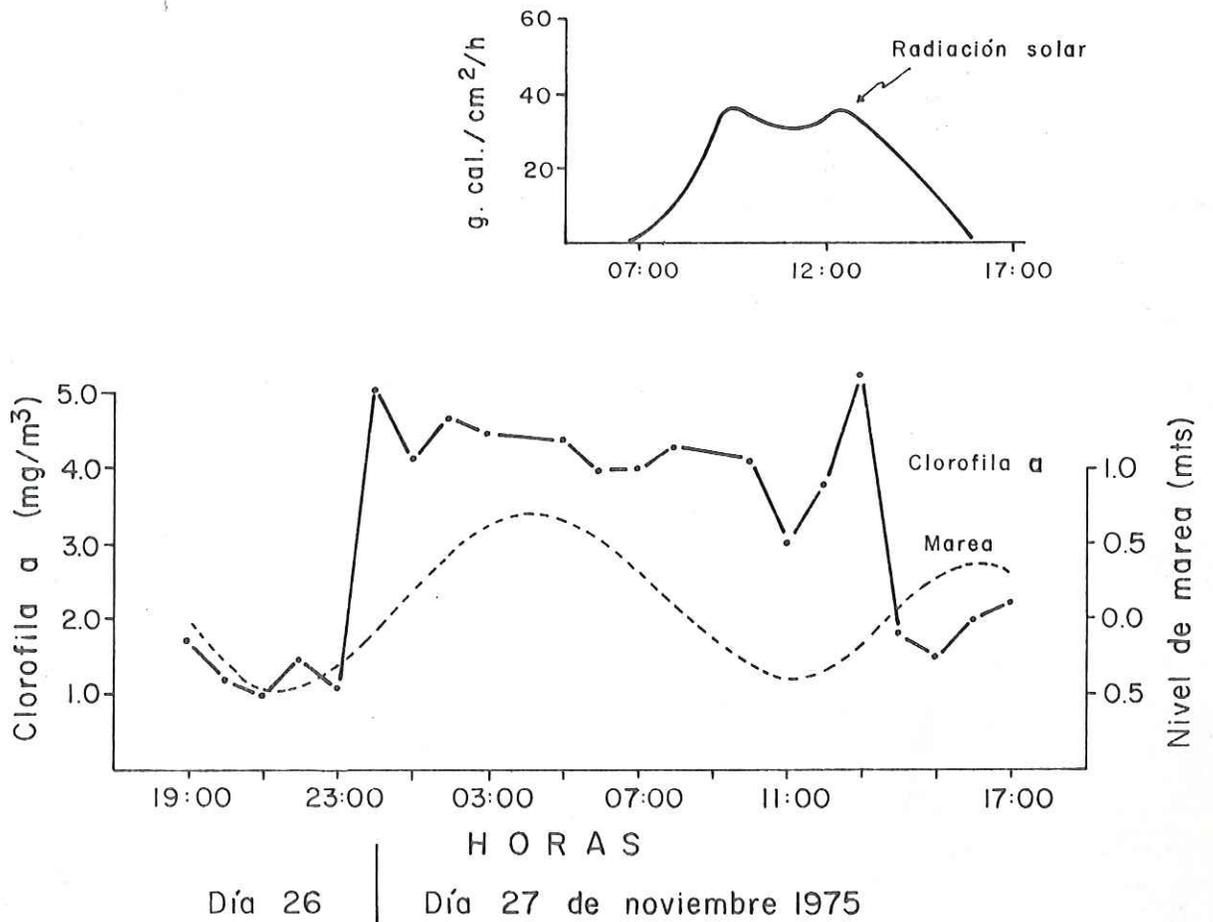


Fig.- 4 Variación de clorofila a, radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las 19:00 del 26 a 17:00 del 27 de noviembre de 1975, en la boca de Bahía San Quintín, Estación 2.

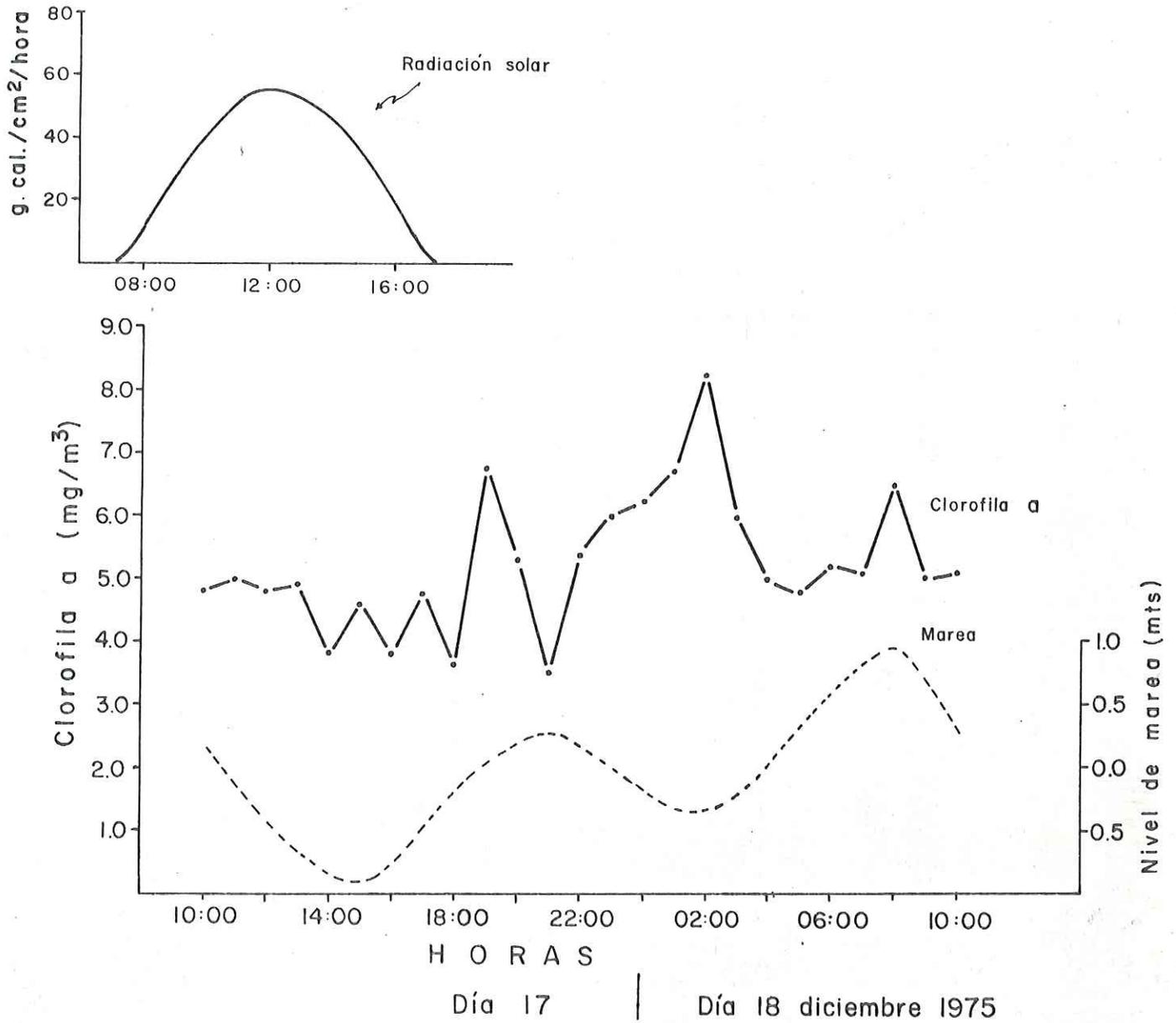


Fig.- 5 Variación de clorofila a, radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las 10:00 del 17 a 10:00 del 18 de diciembre de 1975, en la boca del Estero de Punta Banda, Estación I.

La distribución espacial de clorofila para el muestreo de noviembre en Bahía San Quintín, presentó valores mínimos de -- 1.8 mg/m³ en la boca y hacia fuera de la Bahía (Fig. 6). El valor máximo fué 3.0 mg/m³ y se registró en el brazo oeste. En general el brazo Este presentó valores muy homogéneos.

En el Estero de Punta Banda la distribución espacial de -- clorofila en el muestreo de diciembre presentó valores más -- altos en la boca respecto a las demás estaciones con un valor máximo de 5.0 mg/m³ (Fig. 7), con un gradiente de valores -- descendentes hacia el interior del Estero.

La profundidad del disco de Secchi para el muestreo de -- otoño, fué siempre mayor en el Estero de Punta Banda que en -- Bahía San Quintín (Fig. 8).

b).- Resultados para invierno.

En el ciclo de variación diurna estudiado en el mes de -- febrero en la boca de Bahía San Quintín, la concentración de -- clorofila "a" presentó un máximo de 3.4 mg/m³ a las 17:00 hrs. del día 18 (Fig. 9), y un mínimo de 0.8 mg/m³ a las 18:00 -- hrs. del mismo día que coincide con un mínimo de marea. La va -- riación de clorofila es muy irregular sin presentar correlación aparente con el ciclo de irradiación solar y marea.

En el muestreo de febrero realizado en la boca del Este -- ro de Punta Banda la concentración de clorofila presentó un va -- lor mínimo de 1.0 mg/m³ a las 23:00 hrs. del día 24 que corres -- ponde a un mínimo de marea y un valor máximo de 4.2 mg/m³ -- (Fig. 10) que corresponde a las 06:00 hrs. del segundo día --

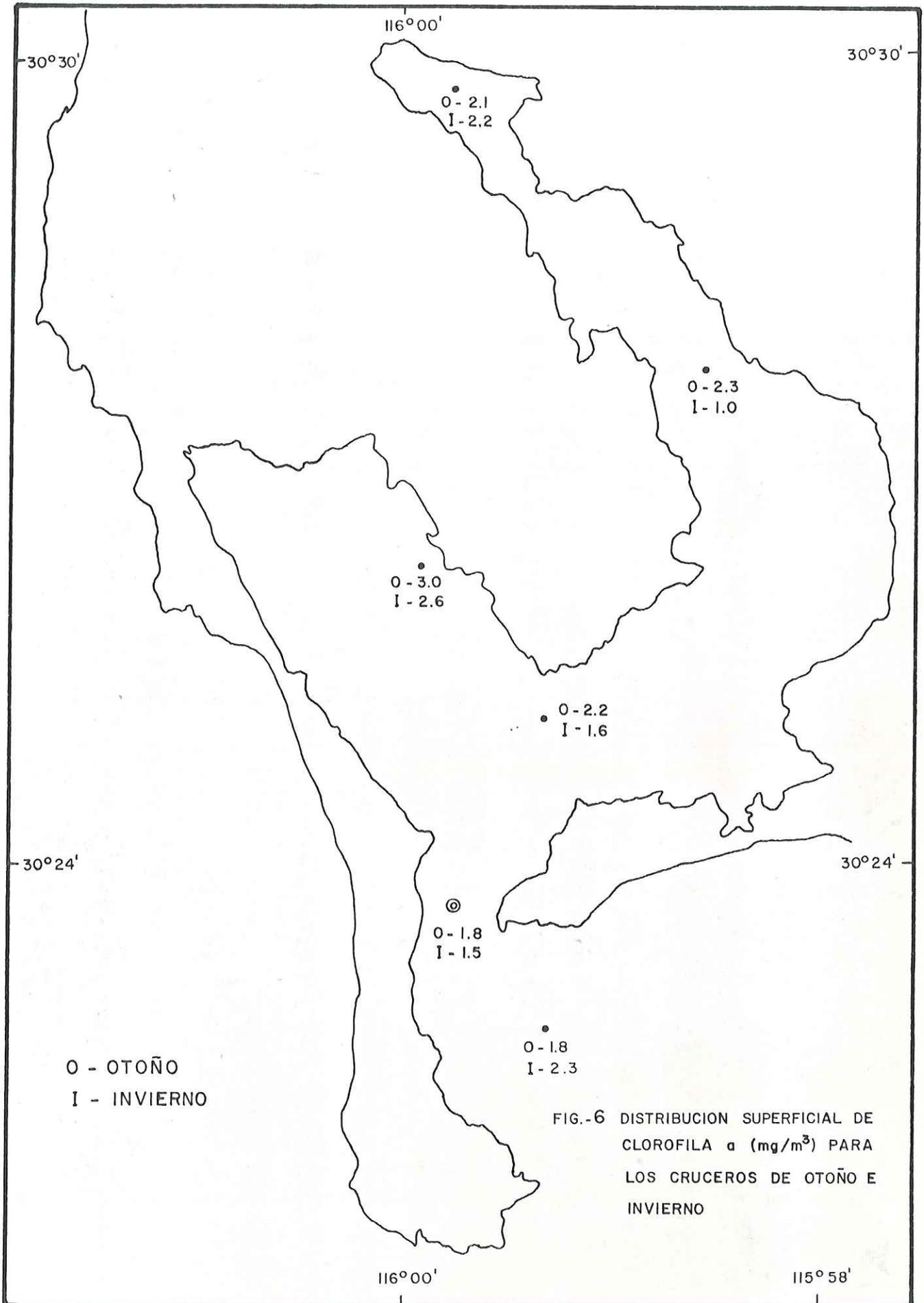


FIG.-6 DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE CLOROFILA a (mg/m^3) PARA LOS CRUCEROS DE OTOÑO E INVIERNO

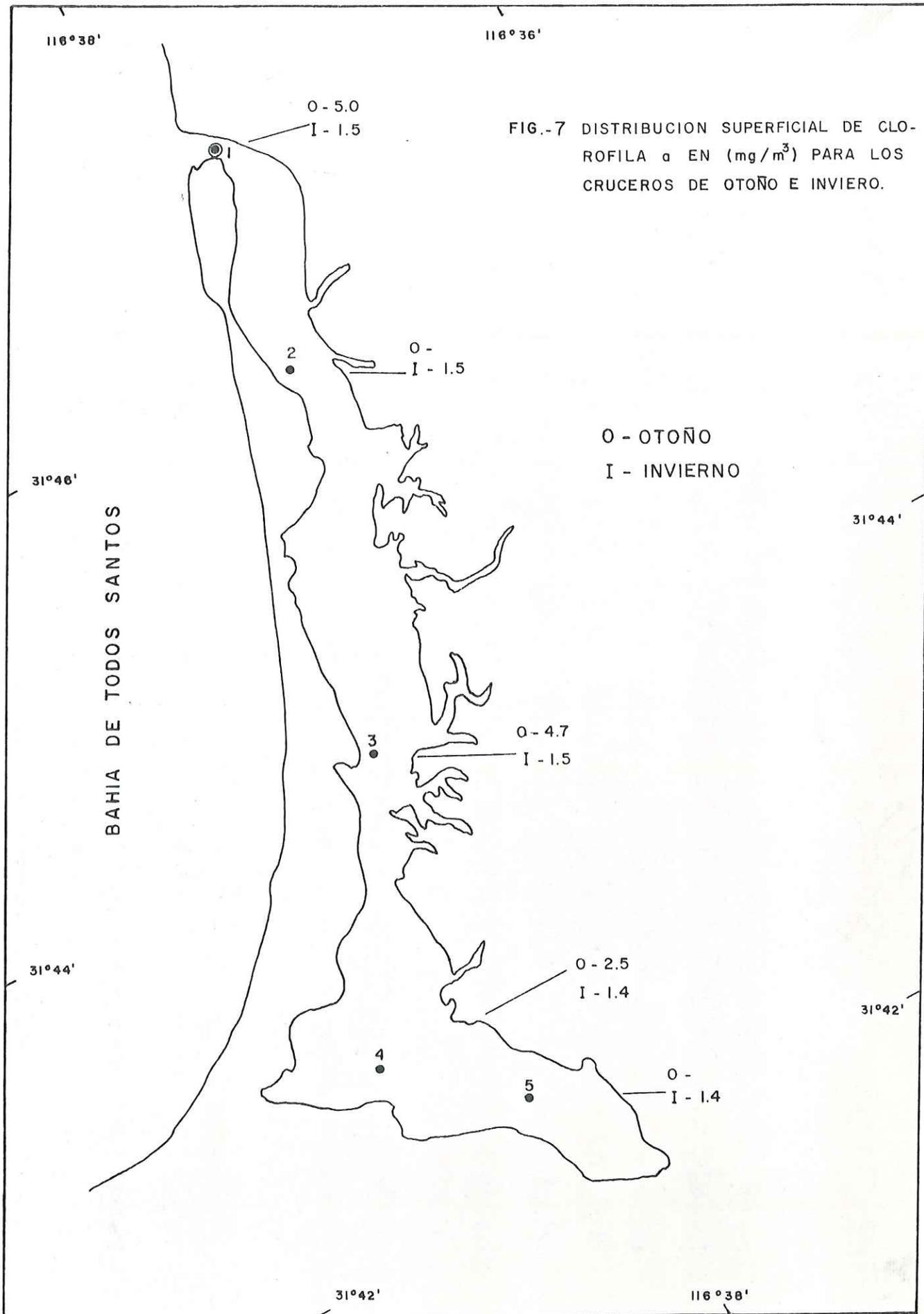


FIG.-7 DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE CLO-ROFILA a EN (mg/m³) PARA LOS CRUCEROS DE OTOÑO E INVIERNO.

O - OTOÑO
I - INVIERNO

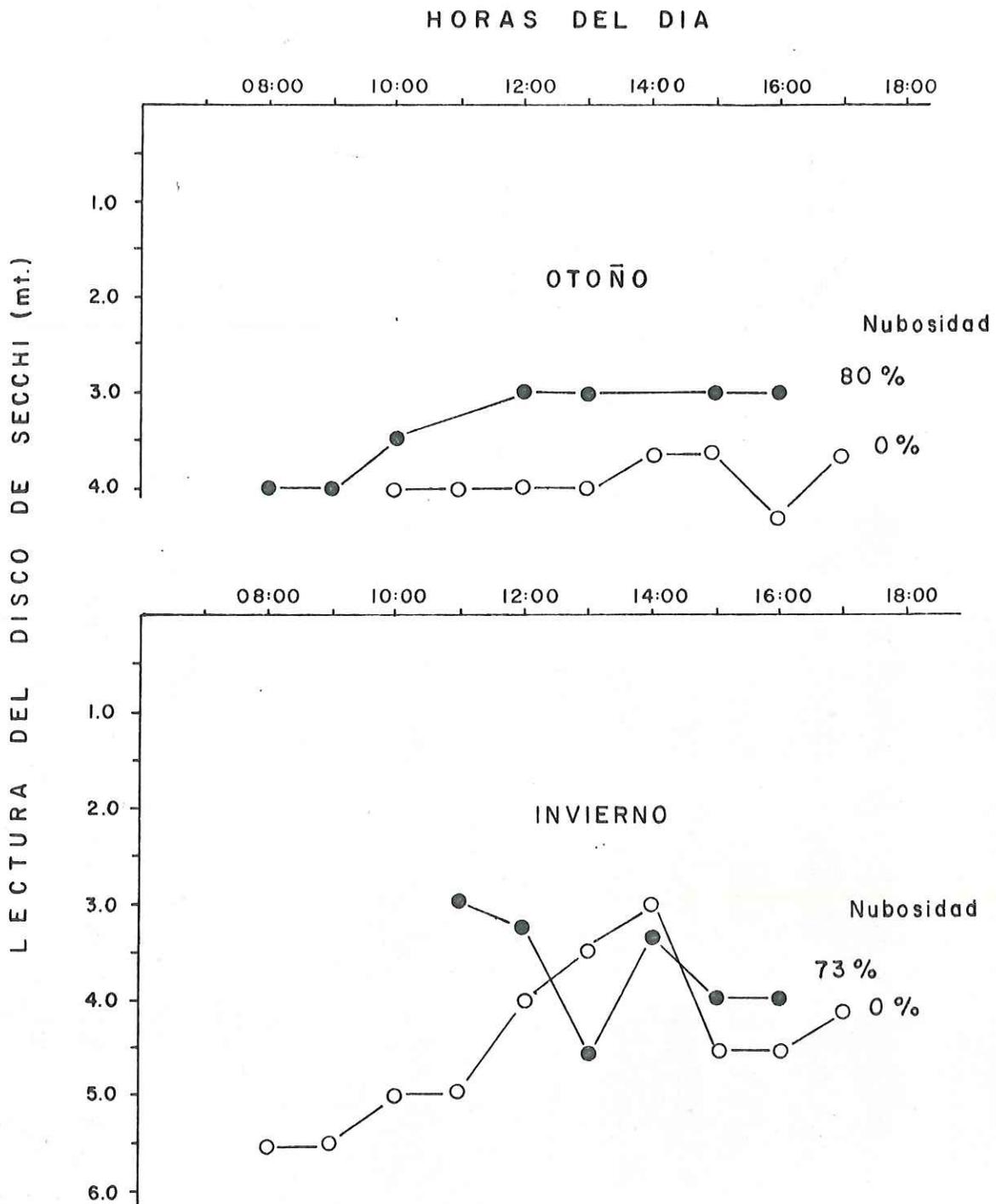


Fig.- 8 Lectura del disco de Secchi

- Bahía San Quintín
- Estero de Punta Banda

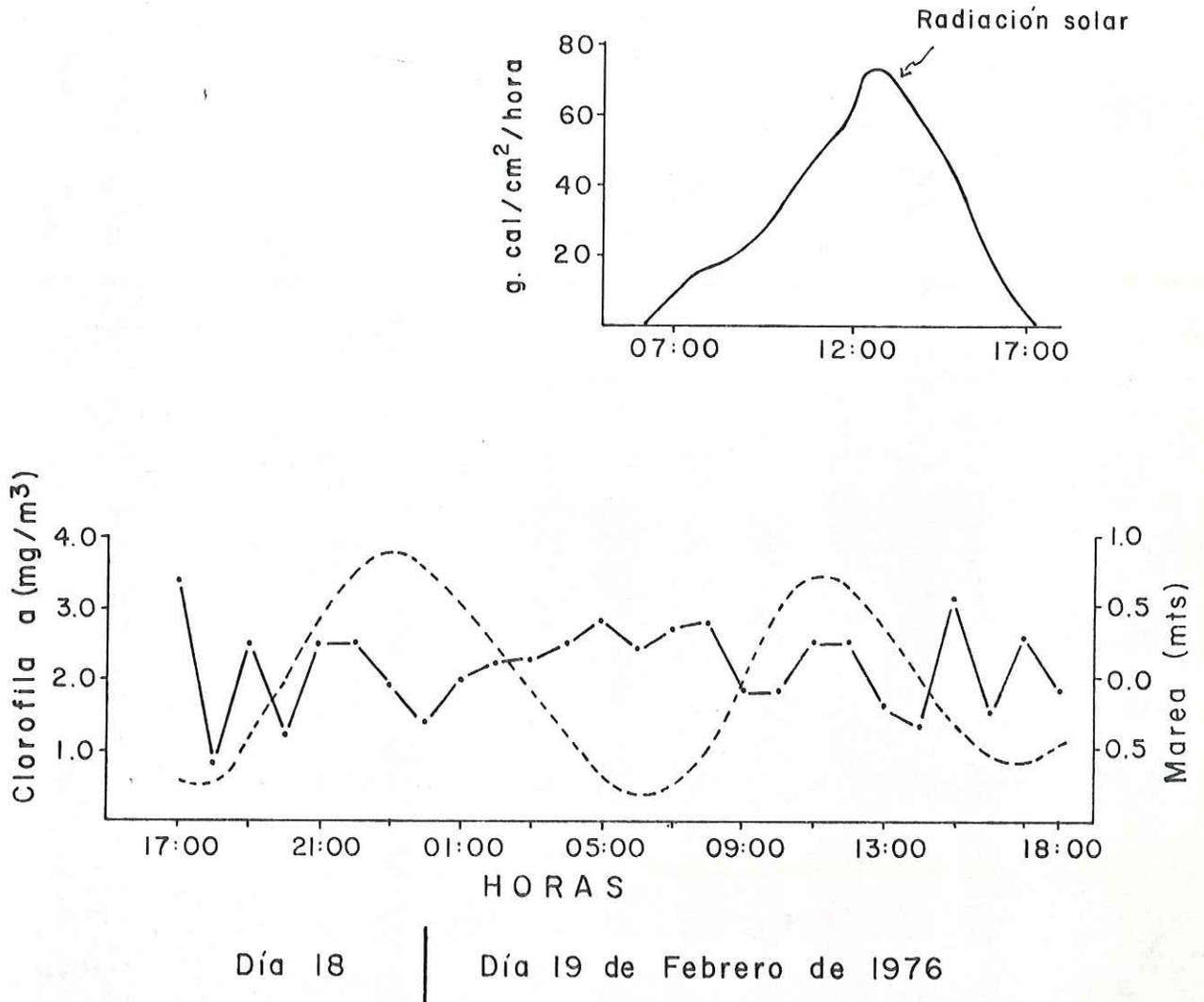


Fig.-9 Variación de clorofila a, radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las (17:00 del 18 a 18:00 del 19 de febrero de 1976) en la boca de Bahía San Quintín. Estación 2.

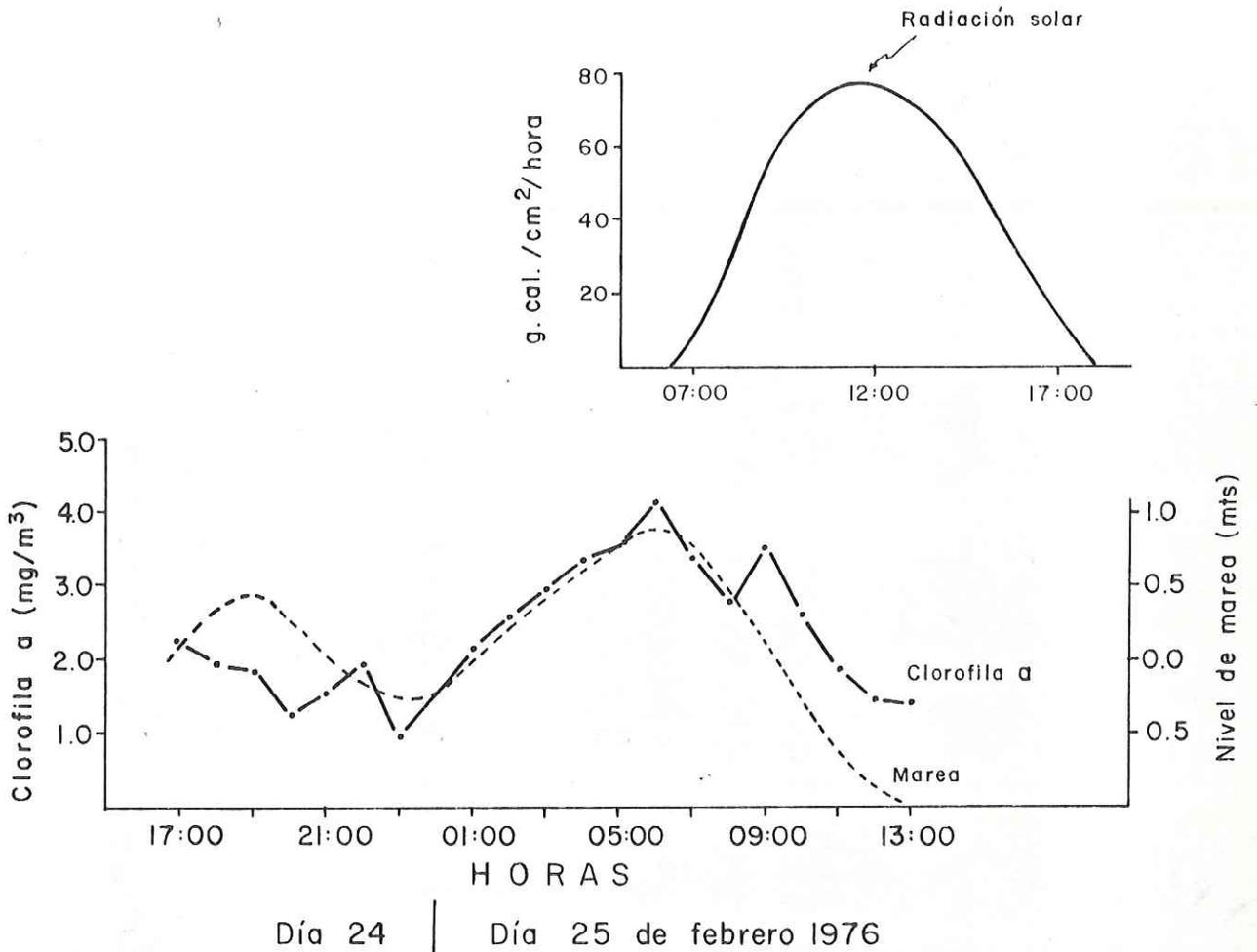


Fig.- 10 Variación de clorofila a, radiación solar y altura de marea durante un ciclo diurno de las 17:00 del 24 a 13:00 del 25 de febrero de 1976 en la boca del Estero de Punta Banda, Estación I.

del muestreo y coincide con la marea más alta para este día. En este muestreo no se alcanzó a cubrir el ciclo completo de variación diurna debido a una falla en el equipo. El cielo para este muestreo estuvo muy claro, sin nubes, como se puede ver en la curva de radiación solar (Fig. 10). En general la variación de clorofila presentó una correlación muy estrecha con el ciclo de marea mientras que en Bahía San Quintín los valores fueron muy irregulares.

En la distribución espacial de clorofila, en febrero en Bahía San Quintín, se observó una disminución en la concentración hacia el interior del brazo Este con excepción de la Est. 6 que presentó un valor de 2.2 mg/m^3 (Fig. 6) el valor mínimo fué 1.0 mg/m^3 (Est. 5).

En el Estero de Punta Banda la distribución espacial de clorofila en el muestreo de febrero presentó valores muy homogéneos con un rango de 1.4 a 1.5 mg/m^3 con una disminución de los valores de la boca hacia la cabeza del Estero (Fig. 7). En general como se dijo anteriormente los valores de la distribución espacial de clorofila fueron más homogéneos en el Estero que en Bahía San Quintín, en lo que respecta al muestreo de invierno.

La profundidad del disco de Secchi para el muestreo de invierno, en general fué mayor en el Estero de Punta Banda que en Bahía San Quintín con excepción de las primeras horas de la tarde donde fue todo lo contrario (Fig. 8).

En la Tabla 2 se muestra los resultados de la Productividad Orgánica Primaria en las bocas de los dos Antiestuarios, en función del coeficiente de asimilación (A_2).

TABLA 2. Estimaciones de la Productividad Orgánica Primaria en las bocas de dos Antiestuarios en función del coeficiente de asimilación (A_2) durante un ciclo anual, los valores de Primavera y Verano tomados de Alvarez Borrego et. al. (1976).

P (mg C/m³/día)

ESTACIONES DEL AÑO	BAHIA SAN QUINTIN	E. DE PUNTA BANDA
PRIMAVERA	39.9 A_2	9.9 A_2
VERANO	23.6 A_2	7.2 A_2
OTOÑO	10.6 A_2	20.2 A_2
INVIERNO	9.0 A_2	8.5 A_2

IV. DISCUSIONES.

En aguas costeras se han realizado investigaciones sobre la variación diurna de la concentración de clorofila "a" --- (Glooschenko, Curl y Small, 1972), sin embargo las conclusiones por ellos obtenidas están muy lejos de poder aplicarse a los sistemas antiestuarinos. Al igual que los resultados reportados por Alvarez Borrego, Lara Lara y Acosta Ruiz (1976) para primavera y verano, los resultados para otoño e invierno (Figs. 4, 5, 9 y 10) muestran que los efectos combinados por irradiación solar y por el efecto de mareas se ven oscurecidos por la variación no periódica debido quizás a una distribución en forma de manchas de poblaciones de fitoplancton.

Las variaciones diurnas de la concentración de clorofila para otoño e invierno en la boca de Bahía San Quintín muestran una secuencia de los resultados reportados anteriormente para primavera y verano (Alvarez Borrego et. al., no publicado), - presentando valores máximos en primavera con mínimos en invierno y con valores intermedios para verano y otoño (Figs. 4, 5, 9 y 10). Por el contrario en el Estero de Punta Banda mostró un comportamiento diferente al de Bahía San Quintín, anteriormente se habían reportado valores bajos tanto en primavera -- como en verano (Alvarez Borrego et. al., no publicado), en el muestreo de otoño se observaron los valores máximos del ciclo anual, seguidos de los de invierno.

Quizás la diferencia de los ciclos anuales de ambos antiestuarios se deba a las situaciones de las bocas con respecto de las zonas de surgencia. El Estero de Punta Banda está situado a unas diez millas náuticas de la zona de surgencia de Punta Banda (Chávez García, 1975), mientras que la boca de Bahía San Quintín se encuentra inmediatamente adyacente a un área de surgencias intensas (Dawson, 1951).

Small, Curl y Glooschenko (1972), presentaron una versión revisada de la ecuación original de Ryther y Yentsch (1957) para estimar la productividad orgánica primaria. La modificación principal consiste en tomar en cuenta el cambio de concentración de clorofila "a" en función del tiempo. La nueva ecuación (4) estima la producción primaria para intervalos de cada dos horas durante el día-luz. La ventaja del método de clorofila-luz para estimar la productividad orgánica primaria rutinariamente, en lagunas costeras como Bahía San Quintín y el Estero de Punta Banda, sobre otros métodos como los de Carbono-14 y Oxígeno, consiste en que no tendrían que realizarse incubaciones, teniendo solamente que tomarse una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio. Con el fin de encontrar el número de asimilación (A_2) se realizaron experimentos por los métodos de Oxígeno y pH en estas dos lagunas costeras, sin embargo no se llegó a ningún resultado satisfactorio; por lo tanto uno de los temas de investigación que está realizando el CICESE, es el de encontrar este número

de asimilación (A_2). Al no contar todavía con valores confiables de A_2 para este tipo de cuerpo de agua, nos vemos precisados a expresar la productividad orgánica primaria --- dejando a A_2 sin sustituir. Los coeficientes de A_2 se -- calcularon utilizando las curvas "fotosíntesis relativa: -- radiación total diaria" (Fig. 3) de Small, Curl y Glooschenko (1972) y con nuestros resultados de clorofila.

En lo que corresponde al muestreo de invierno en el -- Estero de Punta Banda al no contar con datos de clorofila "a" para el período de la tarde se estimó la producción para medio día el cual se multiplicó por dos, considerándose así, el -- mismo valor de la mañana para la tarde lo cual nos da resultados muy burdos.

Los coeficientes de A_2 en Bahía San Quintín presentaron valores decrecientes de primavera a invierno, en el Estero de Punta Banda la variación durante el ciclo anual se observó -- con los valores más altos en otoño seguido de primavera, --- invierno y verano (Tabla 2). Durante todo el ciclo anual -- los coeficientes de A_2 para Bahía San Quintín, fueron mucho mayores que los del Estero de Punta Banda, esto quizá sea un índice de mayor productividad en Bahía San Quintín que en el Estero de Punta Banda.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



ESCUELA SUPERIOR DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA

Tal vez la diferencia de los ciclos anuales de clorofila y, -
productividad de estos antiestuaricos se deba como se dijo an-
teriormente a la situación de sus bocas con respecto a las --
zonas de surgencias.

La radiación solar total superficial fue estimada por --
medio de un Actinógrafo de gráfica continua y con una ecua-
ción en función de la nubosidad y coeficientes latitudinales
(Berliand, 1960). De acuerdo a los resultados obtenidos --
(Tabla 1) se observa que cuando la nubosidad es considerable
con tendencia hacia el 100% de cobertura, existe mayor discre-
pancia entre los valores calculados con la ecuación y los va-
lores medidos con el Actinógrafo, mientras que cuando la ---
nubosidad tiende hacia el 0% de cobertura, se tienen valores
muy similares entre ambos métodos. Esto es muy significativo
si tenemos en cuenta que no siempre se puede contar con un --
aparato que nos registre la cantidad de radiación solar total,
por el contrario la nubosidad siempre la podemos determinar --
para aplicar la ecuación de Berliand (1960) y determinar --
facilmente la radiación solar total incidente.

V. CONCLUSIONES

- 1.- Las variaciones diurnas muestran que para el cálculo
de la Productividad Orgánica Primaria por el método

de Clorofila-Luz es necesario tomar en cuenta la variación en la concentración de clorofila "a" en función del tiempo.

- 2.- En general en estos dos cuerpos de agua el rango en la variación de concentración de clorofila "a" fué más amplio en otoño que en invierno.
- 2.- Los coeficientes del número de asimilación A_2 fueron en general mayores en Bahía San Quintín que en el Estero de Punta Banda, con excepción de otoño en que ocurrió lo contrario.
- 4.- Se comprobó que la ecuación basada en datos de nubosidad para estimar la radiación solar total de Berliand (1960) da resultados muy similares a los registrados con un Actinógrafo.

VI. BIBLIOGRAFIA

Acosta Ruíz, M. de 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, No. 1:16-45.

Alvarez Borrego S., R. Lara Lara y M. de J. Acosta Ruíz --- (no publicado). Parámetros relacionados con la Productividad Orgánica Primaria en dos --- Antiestuarios de Baja California. Calcofi -- Reports.

Alvarez Borrego, S. y R. Schwartzlose. 1973. Algunos problemas oceanológicos de los mares adyacentes a la Península de Baja California. CALAFIA, - Vol. II, No. 2:37-39.

Barnard, L. 1962. Benthic marine exploration of Bahía de San Quintín. Baja California. 1960-61. --- Pacific Naturalist. Vol. 3, No. 8:249-274.

Benson, R. H. 1959. Ecology of recent Ostracodes of the -- Todos Santos Bay Region, Baja California, --- México. The University of Kansas Paleontological Contributions. Arthropoda. Vol. 1:1-80.

- Budyko, M. I. 1974. Climate and Life. Academic Press N. Y. and London., Vol. 18:1-508.
- Chávez García, M. D. C. 1975. Algunas condiciones de surgencia durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, B. C. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. -- Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada.
- Chávez de Nishikawa, A. G. y S. Alvarez Borrego. 1974. Hidrología de la Bahía de San Quintín, Baja California en invierno y primavera. Ciencias Marinas, Vol. 1, No. 2:31-62.
- Dawson, E. Y. 1951. A Further Study of Upwelling and Vegetation along Pacific Baja California, México. Journal of Marine Research, Vol. 10, No. 1:39-58
- Gorsline, D. F. y R. A. Stewart. 1962. Benthic marine --- exploitation of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960-61. Marine and Quaternary Geology. Pacific Naturalist, Vol. 2 No. 4:283-319.
- Glooschenko, W. A., H. Curl, Jr., y L. F. Small. 1972. Diel periodicity of chlorophyll a concentration in Oregon coastal waters. Journal of Fishery --- Research Board Canada, Vol. 29:1253-1259.

- Hubbs, C. L. y L. C. Hubbs. 1963. Shoreline Surface water temperature data between La Jolla, California and Punta Baja, Baja California. Reporte de datos de la Institución de Oceanografía Scripps
- Islas, Olivares. R. Programa de estudios para Bahía San Quintín, B. C. Sección Ostricultivo I (1973) Unidad de Ciencias Marinas, U.A.B.C., reporte realizado para Instituto Nacional de Pesca de la S.I.C. y la Dirección de Acuacultura. (no publicado).
- Islas, Olivares. R. Programa de estudios para Bahía San Quintín, B. C. Sección Ostricultivo II (1974) Unidad de Ciencias Marinas, U.A.B.C., reporte realizado para Instituto Nacional de Pesca de la S.I.C. y la Dirección de Acuacultura. (no publicado)
- Lara Lara, J. R., y S. Alvarez Borrego. 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía de San Quintín, B. C. Ciencias Marinas, Vol. 2, No. 1 (en prensa).
- Lorenzen, J. C. 1967. Determination of chlorophyll and Pheo-Pigments: spectrophotometric equations. Limnology and Oceanography, Vol. 12, No. 2: 343-346.

- Margalef, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. Memorias del Simposio Internacional -- sobre Lagunas costeras, U.N.A.M., U.N.E.S.C.O., México, D. F. noviembre 28-30:545-569.
- Odum, P. E. 1969. Ecología. editorial Interamericana, S. A. Tercera edición :1-639.
- Richards, F. A. y T. G. Thompson. J. 1952. The estimation - and characterization of plankton populations - by pigment analyses II. A spectrophotometric - method for the estimation of plankton pigments. Journal of Marine Research. Vol. 11. No. 8: 156-172.
- Ryther, J. H. 1956 Photosynthesis in the Oceans as a function of light intensity. Limnology and Oceanography, Vol. 1, No. 1:61-70.
- Ryther, J. H. y C. S. Yentsch. 1957. The estimation of --- phytoplankton production in the ocean from --- chlorophyll and light data. Limnology Oceanography Vol. 2 No. 3:281-286.
- Small, L. F., H. Curl, Jr., y W. A. Glooschenko. 1972. Estimates of primary production off Oregon Using an - Improved chlorophyll light technique. Journal - Fishery Research Board of Canada, Vol. 29. -- No. 9:1261-1267.

Steeman-Nielsen, E. J. 1952. The use of radio-active carbon -
C¹⁴ for measuring organic production in the --
sea. J. Cons. Explor. Mer., Vol. 18, No. 2:
117-140.

Strickland, J. D. H., y T. R. Parsons. 1968. A practical --
handbook of seawater analysis, Fishery Research
Board of Canada, Bulletin No. 167:1-311.

A N E X O

TABLAS DE CONCENTRACIONES DE CLOROFILAS Y
ALGUNAS VARIABLES RELACIONADAS CON LA --
PRODUCTIVIDAD ORGANICA PRIMARIA.

TABLA 2. Fecha de muestreo: 17 y 18 de Diciembre de 1975.
Lugar: Boca del Estero de Punta Banda.

Hora	Clorofilas (mg/m ³)		
	a	b	c
10:00	4.8	0.5	3.6
11:00	5.0	0.7	3.3
12:00	4.8	0.5	3.5
13:00	4.9	0.3	3.1
14:00	3.8	0.3	2.6
15:00	4.6	0.6	3.7
16:00	3.8	0.6	0.4
17:00	4.8	0.6	2.0
18:00	3.6	0.6	0.6
19:00	6.8	0.0	1.4
20:00	5.3	0.7	3.2
21:00	3.5	1.4	5.1
22:00	5.4	0.5	3.1
23:00	6.0	0.8	4.2
24:00	6.2	0.9	4.4
01:00	6.7	0.1	3.7
02:00	8.3	0.2	10.5
03:00	6.0	0.4	3.4
04:00	5.0	0.5	3.7
05:00	4.8	1.2	4.6
06:00	5.2	1.0	4.2
07:00	5.2	0.8	3.0
08:00	6.5	2.4	2.6
09:00	5.0	0.5	3.7
10:00	5.1	1.3	5.3

TABLA 3. Fecha de muestreo: 18 y 19 de Febrero de 1976.
Lugar: Boca de Bahía San Quintín.

Hora	Clorofilas (mg/m ³)		
	a	b	c
17:00	3.4	-	-
18:00	0.8	0.6	1.8
19:00	2.5	2.7	7.7
20:00	1.2	0.8	2.7
21:00	2.5	0.8	3.1
22:00	2.6	0.7	2.5
23:00	1.8	0.7	1.8
24:00	1.4	0.9	2.0
01:00	2.0	0.7	2.7
02:00	2.2	0.6	2.7
03:00	2.2	1.2	2.4
04:00	2.5	0.9	1.8
05:00	2.8	1.1	3.3
06:00	2.4	1.3	2.7
07:00	2.7	0.8	1.7
08:00	2.8	1.3	3.0
09:00	1.8	0.7	1.1
10:00	1.8	0.7	1.1
11:00	2.5	1.0	2.3
12:00	2.5	0.9	1.8
13:00	1.6	1.4	3.1
14:00	1.3	0.7	3.3
15:00	3.2	1.4	3.4
16:00	1.5	1.0	3.4
17:00	2.6	1.0	2.2
18:00	1.8	0.9	3.9

TABLA 6. Fecha de muestreo: 27 de Nov. de 1975.

Lugar: Interior de Bahía San Quintín,
distribución superficial.

Est.	Hora	Clorofilas (mg/m ³)		
		a	b	c
1	13:00	1.8	1.3	4.9
2	14:00	1.8	1.0	3.3
3	13:30	2.2	1.7	5.2
4	13:55	3.3	3.2	10.2
5	14:20	2.3	1.7	4.0
6	14:40	2.1	1.4	5.4

Fecha de muestreo: 18 de Dic. de 1975.

Lugar: Interior del Estero de Punta Banda,
distribución superficial.

Est.	Hora	Clorofilas (mg/m ³)		
		a	b	c
1	10:00	5.0	1.1	5.3
2	-	-	-	-
3	09:50	4.7	1.1	6.0
4	10:10	2.5	1.0	4.7

TABLA 7. Fecha de muestreo: 19 de Feb. de 1976.

Lugar: Interior de Bahía San Quintín,
distribución superficial.

Est.	Hora	Clorofilas (mg/m ³)		
		a	b	c
1	10:55	2.3	1.0	2.7
2	11:00	1.5	0.1	1.0
3	11:45	1.6	0.5	2.2
4	13:43	2.6	2.4	8.3
5	12:13	1.0	0.8	2.5
6	12:50	2.2	0.7	2.7

Fecha de muestreo: 25 de Feb. de 1976.

Lugar: Interior del Estero de Punta Banda,
distribución superficial.

Est.	Hora	clorofilas (mg/m ³)		
		a	b	c
1	12:00	1.5	0.5	2.2
2	12:13	1.5	0.6	2.8
3	11:42	1.4	0.8	2.0
4	10:30	1.4	0.8	2.0

TABLA 5. Algunas variables relacionadas con la Productividad Orgánica Primaria en las bocas de estos dos lugares. La clorofila "a" es el valor promedio obtenido durante el día-luz.

LUGAR	Radiación total (g.cal./cm ² /día)	Clorofila "a" (mg/m ³)	Fotosíntesis relativa (R/m ³ /día)	Producción primaria P(mg.C/m ³ /día)
Bahía San Quintín (26 y 27 de Nov.)	204	3.27	3.27	10.6 A2
Estero de Punta Banda. (17 y 18 de Dic.)	390	4.80	4.20	20.2 A2
Bahía San Quintín (18 y 19 de Feb.)	374	2.20	4.18	9.0 A2
Estero de Punta Banda. (24 y 25 de Feb.)	524	2.68	4.92	8.5 A2