

ile
100

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS



**ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA
EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MEXICO.
(SEPTIEMBRE DE 1977)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A

JUAN MOULIN RUIZ

México, D. F.

6399

1979

57



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

RESUMEN	Pág.	Pág.
		1
1. INTRODUCCION		2
2. AREA DE ESTUDIO		3
2.a. Localización		3
2.b. Batimetría.		3
2.c. Clima		3
2.d. Corrientes		4
2.e. Antecedentes bibliográficos		4
3. METODOLOGIAS DESARROLLADAS PARA EVALUAR		
LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA		7
3.a. Desaparición de materias primas		8
3.b. Cantidad de producto secundario liberado		8
3.c. Cantidad de materia producida		9
3.d. Materiales radiactivos		10
3.e. Método de la clorofila		11
4. MATERIAL Y METODO		15
5. RESULTADOS		19
6. DISCUSIÓN		23
7. CONCLUSION		27
8. LITERATURA CITADA		28
9. TABLAS Y FIGURAS		32

R E S U M E N

Se presenta la distribución horizontal (2 metros de -- profundidad) de los pigmentos fotosintetizadores (clorofilas a, b, c y carotenoides) en el Golfo de Tehuantepec durante el mes de septiembre de 1977, y el comportamiento de la productividad primaria calculada a partir de la concentración de clorofila a, luz y transparencia de acuerdo con el método de Ryther y Yen---tsch (1957) estableciéndose el estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica en el área por la abundancia relativa de -- pigmentos y su relación con algunos parámetros ambientales como salinidad, temperatura y la disponibilidad de algunas sustan---cias biógenas ($PO_4^{\bar{4}}$, NO_3^- , NO_2^-).

El análisis de los resultados permitió distinguir dos regiones con características ecológicas distintivas: Una zona de afloramiento comprendida por la parte occidental y central del Golfo, con un posible fitoplancton en las primeras fases de florecimiento cuyo valor máximo de productividad fue de 0.12 mg C / m² / día, presentando valores bajos de biomasa y escasa diversidad de especies, y la región oriental, que presentó una comunidad fitoplanctónica más diversificada con valores altos de biomasa y productividad máxima de 1.40 mg C / m² / día.

1. INTRODUCCION

Dada la importancia que se ha reconocido a los estudios del mar, y por la extensión con que de ellos cuenta nuestro país, la Secretaría de Marina, por conducto de la Dirección de Investigaciones Oceanográficas, ha venido desarrollando diversos programas de investigación sobre los recursos marinos a lo largo de nuestros litorales. Entre dichos programas figura el relativo al crucero oceanográfico DGO-MM-77-01 al Golfo de Tehuantepec, efectuado del 2 al 12 de septiembre de 1977. Esta campaña incluyó como actividades interdisciplinarias la oceanografía química, física, geológica y biológica, y dentro de esta última rama, se fijó el objetivo de estimar la productividad primaria y establecer el estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica en esa época del año, tema del presente trabajo.

El estudio de la productividad primaria en el mar (considerada como la velocidad de asimilación de los organismos productores) es de gran importancia ya que contribuye al conocimiento del potencial fitoplanctónico que poseen las aguas para el mantenimiento de la fauna local y en particular - por su importancia económica - de las pesquerías comerciales, dado que en los sistemas acuáticos los organismos del fitopláncton ocupan en forma preponderante el nivel de los productores primarios, nivel que se sitúa en primer plano de la trama trófica o red alimentaria.

2. AREA DE ESTUDIO

2.a. Localización.

El Golfo de Tehuantepec forma parte del litoral del Pacífico de México, y se localiza inmediatamente al sur del istmo del mismo nombre entre Puerto Angel, Oaxaca, y la barra del río Suchiate, en Chiapas (fig. 1). El presente estudio abarcó la zona comprendida entre los 93 y 97° Oeste, y los 14 y 16° Norte-distribuyéndose las 37 estaciones muestreadas en 9 transectos -perpendiculares a la costa, como se muestra en la figura 2.

2.b. Batimetría.

La línea batimétrica que corresponde a 1000 brazas pasa frente a Puerto Angel a una distancia de 12 millas de la costa, y atraviesa el Golfo con ondulaciones hasta llegar a unas -47 millas mar adentro al sureste de la desembocadura del Suchiate. La línea de 20 brazas sigue la línea de la costa paralela--mente, a distancias que varían de 2 millas en la parte occiden--tal del Golfo, hasta 10 millas en la parte norte y sureste del--mismo (Anónimo, 1978 b).

2.c. Clima.

Esta región se encuentra en la zona de temperatura ca--liente. En Salina Cruz, el mes más cálido es mayo con una tempe--ratura media de 28.3°C, y el mes más frío es enero, en que la--

temperatura media es de 24.4° C. Las lluvias son abundantes entre mayo y noviembre, constituyendo el resto del año la temporada de sequías. Los vientos dominantes son del noroeste, tendiendo a ser paralelos a la línea de la costa. Los vientos fuertes del norte ocurren frecuentemente durante los meses fríos del año (Tamayo, 1949).

2.d. Corrientes.

Las corrientes marinas están sujetas principalmente a la influencia de los vientos en la estación de los "nortes", durante los cuales la corriente se desplaza con fuerza hacia el norte y el este en la parte occidental del Golfo, y hacia el norte y el oeste en la parte oriental, pegado a la línea de la costa. En otras ocasiones la corriente se desplaza en dirección opuesta (Anónimo, 1978 a).

Se advierte también asociado con los vientos del norte la presencia de surgencias o afloramientos en la época invernal, lo que trae por consecuencia un enriquecimiento de las aguas o eutroficación invernal (Rodén, 1961; Blackburn, 1963; Stumpf, 1975).

2.e. Antecedentes bibliográficos.

Existen trabajos de carácter general que comprenden el estudio del océano Pacífico del Este, y por inferencia mencionan nuestra área de interés, como son los publicados por el De-

partamento del Interior (Department of the Interior) y el Departamento de Comercio (Department of Commerce) de los Estados Unidos de América, la NASA y otras instituciones (Anónimo, 1970-1975; Eber, 1978), aún cuando poco ha sido reportado de manera particular sobre el área que nos ocupa, no obstante ser considerada entre las regiones de captura importante de camarón y otras especies comerciales (Anónimo, 1975b; Anónimo, 1977).

Entre los estudios realizados en el Golfo de Tehuantepec, se tiene el publicado por Hurd (1929) quien hizo un estudio acerca de los vientos nortes que se presentan estacionalmente y son conocidos como "Tehuantepecanos". Roden (1961) ha publicado un trabajo sobre la circulación y distribución de temperaturas debidas a la influencia de los vientos. Blackburn y colaboradores (1962) presentan los resultados de algunas observaciones físicas, químicas y biológicas en el Golfo, efectuadas durante tres cruces en el período de 1958-59. El mismo autor (1963) relaciona algunas características hidrológicas y biológicas con la distribución de atún en la zona. Stumpf (1975) por medio de imágenes de satélite ha detectado y reportado surgencias en esta región, causadas por los vientos Tehuantepecanos. Cutz (1977) analiza el comportamiento sedimentológico y organico de sedimentos de la parte sureste del Golfo, con objeto de establecer las condiciones sedimentológicas y granulométricas, tipo de minerales existentes y determinar el régimen de corrientes y distribución se-

lectiva de las partículas. Jimenez (1978) ha establecido las --
condiciones microfaunísticas, sedimentológicas, granulométricas
y mineralógicas en el área suroeste del Golfo. La dirección Ge-
neral de Oceanografía de la secretaria de Marina, ha efectuado-
asi mismo trabajos de investigación en esta área incluyendo las
ramas física , química ., biológica y geológica, cuyos resulta--
dos se han publicado parcialmente (Anónimo, 1978b y 1978c.)

3. METODOLOGIAS PARA EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Los organismos productores primarios son capaces de absorber la energía de la luz solar durante la fotosíntesis mediante la clorofila y otros pigmentos, seguida de la conversión de esta energía radiante en energía química. La velocidad a la que esta energía es almacenada por la actividad fotosintética de los organismos productores, en forma de sustancias orgánicas susceptibles de ser utilizadas como material alimenticio por los organismos consumidores o heterótrofos, es lo que se define como PRODUCTIVIDAD PRIMARIA o PRODUCTIVIDAD BASICA de un sistema ecológico, y puede ser expresado en términos de energía (calorías por unidad de superficie y de tiempo) o en términos de materia sinterizada (gramos de materia orgánica o de carbono asimilado por unidad de superficie y de tiempo) (Odum, 1972).

La forma ideal de medir la productividad consistiría en medir el paso de energía a través del sistema, pero esto se ha revelado como difícil de conseguir, y la mayoría de las mediciones se basan en alguna cantidad indirecta, tal como la cantidad de materia prima utilizada, la cantidad de producto secundario liberado, o la cantidad de materia producida. Las diversas metodologías desarrolladas en este sentido presentan algunas ventajas e inconvenientes, dependiendo del medio en que se aplican y de las facilidades con que pueda contarse para su realización, como

se vé en el análisis que diversos autores han hecho de ellas - (Saijo e Ichimura, 1961; Odum, 1972; Ulloa, 1972), refiriéndose a continuación las perspectivas que presentan las más generalizadas.

3.a. Desaparición de materias primas.

En regiones en las que algunos constituyentes como el nitrógeno o el fósforo se suministran, por ejemplo, una sola vez al año o a intervalos, la velocidad a la que decrece su concentración proporciona una medida de la productividad durante el periodo en cuestión. Este método ha sido desarrollado por Wirtki (1964) en aguas de Costa Rica, y empleado por Kwiescinski y Arroyo (1975) en el Golfo de Panamá. Debe emplearse en ecosistemas donde son bien conocidas las variaciones cíclicas, ya que en un estado de equilibrio estable, la cantidad consumida podría quedar compensada por la cantidad liberada o por la que penetra al sistema, y hay que considerar también, que fuerzas inertes pueden causar la desaparición de materiales, sobreestimando el consumo por organismos.

3.b. Cantidad de producto secundario liberado.

Como existe una equivalencia teórica entre el oxígeno y los alimentos elaborados, la producción de oxígeno constituye una base para averiguar la productividad. El método más generalizado es el de las botellas claras y oscuras que fue iniciado-

por Gaarder y Gran en 1927, y consiste en hacer mediciones del oxígeno disuelto en la muestra de agua contenida en una botella clara y otra oscura durante un intervalo de tiempo. La suma del incremento de oxígeno en la botella clara y el oxígeno consumido en la botella oscura es la totalidad del oxígeno producido, que es proporcional a la productividad primaria bruta a nivel de fitopláncton. Entre los autores que han trabajado este método están Cuevas (1975) que lo aplica en un medio dulceacuático, y Bessonov (1965) quien determina la productividad primaria en la parte oeste de la costa africana, encontrando que este método es el más adecuado para esa región. Algunas fuentes de error, de acuerdo a la revisión hecha por Saijo e Ichimura (1961), consisten en subestimaciones del oxígeno producido al alterarse las condiciones de iluminación, circulación, disponibilidad de nutrientes, depredación, y un desarrollo anormalmente alto de bacterias, con el consiguiente aumento en el consumo de oxígeno.

3.c. Cantidad de materia producida.

Consiste en la evaluación, a diversos intervalos de tiempo, de la materia producida mediante el recuento de organismos (densidad numérica), o mediante el peso seco o nivel del producto sedimentado (densidad de la biomasa). Santayo (1972) mediante el recuento de organismos por el método de Utermöhl, ha determinado las épocas de florecimiento del fitoplancton en una

laguna costera. El cálculo de la producción en base al aumento del número de organismos estimado por medio de censos sucesivos raramente es aplicado en la práctica, y se tiene el inconveniente de que la densidad numérica exagera la importancia de los organismos pequeños, en tanto que el peso la subestima, ocurriendo lo contrario en el caso de organismos grandes (Odum, (1972).

3.d. Empleo de materias radiactivos.

Uno de los métodos más sensibles y directos es el del carbono radiactivo, iniciado por Steemann-Nielsen en 1952 (Stemann-Nielsen, 1975). Se practica con botellas con carbono radiactivo (^{14}C) añadido a la muestra en forma de carbonato. Después de un período de tiempo, el plancton se extrae por filtración, se seca y se coloca en un aparato contador. Con cálculos apropiados y una corrección por la "adsorción oscura" (adsorción del ^{14}C en una botella opaca) puede averiguarse la cantidad de carbono fijado durante la fotosíntesis a partir de los cómputos radiactivos efectuados. Con objeto de estandarizar los resultados que por este método se obtienen, se ha creado en Charlottenlund, Dinamarca, la agencia del ^{14}C , que se encarga de proporcionar ampollitas calibradas con carbono radiactivo y de efectuar los cómputos respectivos.

Se ha intentado también el empleo del fósforo radiactivo (^{32}P), aunque no ha proporcionado resultados muy satisfacto--

rios, porque el fosforo en cualquier forma es adsorbido fácilmente por sedimentos y por organismos, resultando difícil distinguir entre asimilación biológica y adsorción física (Odum, 1972).

3.e. Método de la clorofila.

Se basa en las observaciones que demuestran que la productividad primaria es proporcional a la cantidad de clorofila contenida por los organismos productores. Ryther y Yentsch (1957) han estudiado la relación entre la concentración de clorofila a y la velocidad de asimilación del fitopláncton, y han descrito un método por el cual es posible estimar esta velocidad a partir del contenido de clorofila en el medio, la radiación total diaria incidente sobre la superficie del mar, y el coeficiente de extinción de la luz visible en la columna de agua. La relación por ellos encontrada se expresa de la siguiente manera:

$$P = \frac{R}{K} \times C \times n \quad (1)$$

En donde:

P = Productividad de la población de fitopláncton, en miligramos de carbono asimilados por m² por día.

R = Fotosíntesis relativa para el valor apropiado de radiación superficial.

K = Coeficiente de extinción, en metros.

C = Miligramos de clorofila a por m³ en una muestra -
de la población.

n = Relación Fotosíntesis-Clorofila, o número de asi-
milación, en gramos de carbono asimilado por gra-
mo de clorofila, a saturación luminosa.

El método de la clorofila se ha empleado en el estu-
dio del mar y otras grandes extensiones de agua, en donde la -
extracción de clorofila y la medición de la radiación inciden-
te son más baratas y requieren menos tiempo que los métodos -
del carbono radiactivo o del oxígeno, y ha proporcionado resul-
tados aceptables. Entre los trabajos en que ha sido aplicado, -
se tiene el publicado por Forsbergh (1963) quien hace una dis-
cusión de la proporción Fotosíntesis-Clorofila, y estima la -
productividad tomando en cuenta la radiación, transperencia y -
contenido de clorofila en el Golfo de Panamá. Kwiescinski y -
Arroyo (1975) también en el Golfo de Pánama determinaron la -
productividad primaria por este método, en un estudio enfocado
a pesquerías comerciales. Lara y Alvarez (1975) han descrito -
el ciclo anual de la distribución de pigmentos foto sintetiza-
dores superficialmente y utilizando el método de clorofila y -
luz, han estimado la productividad primaria en la bahía de San-
Quintín, B.C.

Para la cuantificación de los pigmentos asimiladores -

del fitopláncton, se han desarrollado varios métodos, como son:- Extracción y análisis espectrofotométrico, cuantificación fluorométrica y métodos cromatográficos. Estos últimos, por razones prácticas, no son recomendables para determinaciones rutinarias. Las determinaciones fluorométricas resultan con un límite de detección mucho más bajo y es posible hacer determinaciones directamente sobre organismos vivos. Se recomienda su uso cuando se cuenta con volúmenes de muestra restringidos, o la zona es caracterizada por sus bajos contenidos de pigmentos. El más generalizado es el análisis espectrofotométrico, cuya técnica ha sido descrita por Richards y Thompson (1952), revisada por Strickland (1960) y estandarizada por el grupo SCOR de la UNESCO (1969).

Consiste en la filtración de un volúmen de agua de mar, obtención de los pigmentos en extracto acetónico empleando acetona al 90%, y cuantificación de su absorbancia a diversas longitudes de onda (750, 663, 645, y 630 nm) que mediante algunas correcciones proporcionan la concentración de pigmentos:

La absorbancia a 750 nm es restada de las absorbancias a 663, 645 y 630 nm, como corrección de turbidez, obteniéndose la concentración de pigmentos clorofílicos en el extracto mediante las siguientes ecuaciones, en las que A_{663} , A_{645} y A_{630} son las absorbancias a las respectivas longitudes de onda:

$$\text{Clorofila } a = 11,64 A_{663} - 2,16 A_{645} + 0,10 A_{630} \quad (2)$$

$$\text{Clorofila } b = 20,97 A_{645} - 3,94 A_{663} - 3,66 A_{630} \quad (3)$$

$$\text{Clorofila } \underline{c} = 54.22 A630 - 14.81 A645 - 5.53 A663 \quad (4)$$

Los pigmentos carotenoides son estimados colectivamente en unidades arbitrarias, el SPU (Specific Plan Unit). Esta unidad es aproximada a un gramo de pigmento seco, y es proporcionada por la ecuación de Richards mediante las absorbancias a 510 y 480 nm (Strinckland y Parsons, 1968):

$$\text{Carotenoides} = 7.6 (A480 - 1.49 A510) \quad (5)$$

La concentración total de pigmentos en el agua de mar se calcula a partir de la igualdad:

$$\text{mg} / \text{m}^3 \text{ ó mSPU} / \text{m}^3 = \frac{Pv}{VL} \quad (6)$$

En la que:

P = Concentración de pigmento en el extracto.

v = Volumen del extracto en mililitros.

V = Volumen de la muestra en litros.

L = Longitud de paso de la celda en centímetros.

4. MATERIAL Y METODO

Para cumplir con el objetivo del presente trabajo, se eligió el método que considera la concentración de los pigmentos fotosintetizadores del fitopláncton, la radiación incidente y - transparencia de las aguas, de acuerdo al proceso siguiente:

Previamente a la colecta, se numeraron los filtros de fibra de vidrio (Millipore AP20) y se lavaron con una suspensión de carbonato de magnesio ($MgCO_3$) con el fin de aumentar la capacidad de retención de filtro y como preservador de los pigmentos, ya que previene la acidificación de la muestra evitando así la formación de feopigmentos. Una vez tratados de esta manera, los filtros fueron desecados y pesados, anotando este dato como peso inicial.

Al efectuarse el muestro, se midió la transparencia -- de las aguas en cada estación considerando la profundidad promedio a la cual desaparece y vuelve a ser visible el disco de Secchi. Las muestras de fitoplancton se obtuvieron mediante el filtrado de agua de mar tomada del nivel superficial (2 metros de profundidad) con una botella tipo Niskin de 5 litros de capacidad, anotando el volumen filtrado, que fue de 4 a 5 litros.

Una vez obtenida la muestra, el filtro se dobló hacia dentro, se colocó en un tubo de vidrio y se guardó en un desecador con gel de sílice, en la oscuridad y en frío para evitar la

degradación de los pigmentos hasta su procesamiento, realizado en el laboratorio del Departamento de Física y Química del Océano de la Dirección de Investigaciones Oceanográficas.

En el laboratorio, cada filtro se pesó y se cortó en fracciones pequeñas, colocándose en frascos de vidrio con tapón. se agregaron 10 mililitros de acetona al 90%, dejándose por 24 horas en la oscuridad y en frío, permitiendo así la extracción de pigmentos. Pasado este tiempo se transfirieron a tubos para centrifugar por 10 minutos a 5 000 rpm. El líquido sobrenadante fue decantado en la celda del espectrofotómetro y se leyeron -- las absorbancias a 750, 665, 645, 630, 510, 480 y 430 nm, utilizando acetona al 90% como blanco. Todas las determinaciones se hicieron en un espectrofotómetro marca Coleman Junior II, modelo -- 6/ 35.

A las absorbancias a 663, 645, 630, 510, 480 y 430 nm, se les restó la absorbancia a 750 nm, como corrección de turbidez, y se obtuvo la concentración de pigmentos en el extracto -- según las ecuaciones de SCOR UNESCO y de Richards (ecuaciones 2, 3, 4 y 5).

La concentración total de pigmentos en el agua de mar -- fue calculada mediante la ecuación 6, y una vez obtenida, se aplicó la ecuación 1 para calcular la productividad. En dicha ecuación, la fotosíntesis relativa (R) se interpoló de la figura 1 de Ryther y Yentsch (1957) de acuerdo al valor de radiación incidente, el-

cual es considerado en 418 calorías por centímetro cuadrado por día, para la latitud que nos interesa, según las tablas del promedio diario de radiación total publicadas por Kimball (1928).

En la misma ecuación, el coeficiente de extinción (K) fue calculado de acuerdo al valor de transparencia según la igualdad $K = 1.7/D$, en la que D es la profundidad en metros de penetración de la luz, medida con el disco de Secchi (Margalef-1970).

El número de asimilación (n) empleado en los cálculos es diferente al de 3.7 g C / g clorofila / hora que Ryther y Yentsch aceptan como valor de trabajo, ya que varios autores lo consideran mayor para el fitoplancton de aguas tropicales, habiendo sido calculado por Forsbergh (1963) en 8.4 g C / g clorofila / hora, para el Golfo de Panamá, siendo éste el aplicado en el presente trabajo.

Con los valores de absorbancia a 430 y 665 nm se calculó el valor del cociente D_{430}/D_{665} , que proporciona información acerca del estado fisiológico de la comunidad de fitoplancton (Margalef, 1970).

Se hizo una apreciación de biomasa del plancton cuantificando el peso seco del material por la diferencia entre peso final y peso inicial del filtro dividido entre el volumen de agua filtrado.

La determinación de los parámetros físicos y químicos

considerados (temperatura, salinidad y nutrientes) estuvo a cargo del personal del Departamento de Física y Química del Océano, y su metodología es detallada en la publicación respectiva (Anónimo, 1978c).

5. RESULTADOS

Los valores obtenidos de concentración de pigmentos - (clorofilas a, b, c y carotenoides), productividad primaria -- (mg. C/m² /día), índice D430/D665 y biomasa (g/m³) son presentados en la tabla 2, mostrándose gráficamente su distribución en las figuras 3 y 9, en que se observa el comportamiento que a -- continuación se describe. Con objeto de facilitar esta descripción de los resultados el área estudiada se ha dividido arbitrariamente en las tres regiones siguientes: La occidental, com--- prendiendo el área frente a Puerto Angel y Salina Cruz. La re-- gión central entre Salina Cruz y la Barra de Tonalá, y la región oriental entre ésta y la Barra del Suchiate, incluyendo en cada región tres transectos.

Clorofila a (fig 3).-- La región que presentó los valores más elevados fue la oriental, con concentraciones mayores - de 7.00 mg/m³ en la estación 68, disminuyendo hacia el oeste y sur de esta región.

Hacia la parte central del Golfo se registró un gra-- diente cuyas concentraciones disminuyen a partir de un valor -- superior a 0.14 mg/m³ en la estación 13, hacia el norte y noroeste, y menos de 0.02 mg/m³ hacia la parte sur.

La región occidental presentó valores bajos, siendo - el mayor de éstos 0.08 mg/m³ en la estación 2, disminuyendo ha-- cia el sur y norte registrándose los valores mínimos hacia la esta

ción 1, con menos de 0.02 mg/m^3 .

Clorofila b (fig 4).- Se registraron dos zonas de valores altos en la región oriental, la primera hacia las estaciones 67 y 68 con 3.00 mg/m^3 , disminuyendo hacia el oeste y sur, y la segunda hacia la estación 45 con 7.00 mg/m^3 , valor que corresponde a la concentración máxima encontrada.

El resto del área muestreada presentó valores menores de 1.00 mg/m^3 .

Clorofila c (fig 5).- Presentó dos zonas de valor considerable en la región oriental. Los valores más altos se presentaron hacia la estación 68, con un máximo de 5.00 mg/m^3 , teniendo en la estación 45 concentraciones ligeramente superiores a 1.00 mg/m^3 .

Las regiones central y occidental presentaron valores más bajos.

Carotenoides (fig 6).- La distribución de estos pigmentos presentó los valores más elevados (4.00 mSPU/m^3) en la estación 68, disminuyendo hacia el oeste y sur.

Hacia la estación 45 se tuvieron valores de 0.50 mSPU/m^3 , y en la región occidental valores entre 0.50 y 1.00 mSPU/m^3 y menos de 0.50 mSPU/m^3 en el resto de la zona muestreada.

Productividad primaria (fig 7).- Su distribución se muestra incompleta (líneas segmentadas en la figura) debido a que no fué posible aplicar la ecuación de productividad en todos los

casos por carecer del dato de penetración de la luz para varias estaciones, cuyo muestreo fué nocturno. Sin embargo, en base a las estaciones diurnas y por comparación con la distribución de clorofila a, se determinaron las zonas de productividad, encontrando que la zona más productiva fué la oriental, con los valores más altos hacia la estación 68, con $1.40 \text{ mg C/m}^2/\text{día}$, disminuyendo hacia el oeste y sur.

La parte occidental del Golfo hacia la estación 1 presentó las tasas de asimilación más bajas, aumentando hacia el centro del Golfo en que se desarrolló un núcleo de valores medios en torno a la estación 13, para la que se obtuvo un valor de $0.12 \text{ mg C/m}^2/\text{día}$.

Índice D430/D665 (fig 8).- Su distribución horizontal mostró los valores más altos en la región oriental, siendo mayores de 30 en las estaciones 42, 67 y 68, de 20 en la estación 64 y menores de 5 hacia la costa.

En la parte central hacia la estación 35, se desarrolló una zona de valores medios (mayores de 15), disminuyendo hacia el oeste y sur.

La región occidental mostró valores bajos: Mayores de 10 hacia la estación 9, y menos de 5 en el resto de la región.

Biomasa (fig 9) .- El valor más alto (8 g/m^3) fué registrado en la parte occidental, disminuyendo hacia la costa y el este hasta 6 y 4 g/m^3 .

La región oriental presentó valores entre 6 y 4 g/m³ - disminuyendo hasta 2 g/m³ en su extremo sur.

La región central presentó valores entre 4 y 2 g/m³, - este último registrado en una pequeña área entorno a la estación 13.

Parámetros ambientales.- En la tabla 3 se muestran los valores superficiales de salinidad (0/00) y temperatura (°C) así como las concentraciones de fósforo considerado en forma de ortofosfato (P-PO₄^F) y de nitrógeno en las formas de nitrato (N-NO₃⁻) y nitrito (N-NO₂⁻) (ug-át/l) obtenidas durante la campaña, ilustrándose su distribución en este nivel en las figuras 10 a 14; - respectivamente. Se omite su descripción ya que como fué señalado anteriormente, los resultados de estas variables forman parte de la publicación Inv. Ocean/Tehua-01-78 (Anónimo, 1978c).

Se graficó la disponibilidad de fósforo (P-PO₄^F) en relación a aquélla de nitrógeno (N-NO₃⁻ + N-NO₂⁻) obteniéndose por el método de mínimos cuadrados la línea de regresión que se muestra en la figura 17, calculándose para esta línea una pendiente de 7.9.

6. DISCUSION

El Golfo de Tehuantepec presentó una marcada heterogeneidad en la distribución de las zonas de productividad primaria, las cuales se presentaron en forma de manchas, como respuesta a las diferencias ambientales que produjeron las condiciones hidrológicas presentes en la época del muestreo.

Las regiones occidental y central del Golfo, y en general las zonas más alejadas de la costa, fueron caracterizadas por los valores de productividad menores, y prestaron relativamente mayor abundancia de clorofila a que del resto de los pigmentos cuantificados, con los correspondientes valores del índice de diversidad química (D430/D665) bajos, y valores también bajos de biomasa, lo cual, de acuerdo a Margalef (1960), representa una comunidad fitoplanctónica joven y de baja diversidad de especies. Los resultados biológicos referentes a fitoplácton (Anónimo, 1978b) muestran que en estas zonas la comunidad estuvo integrada predominantemente por dinoflageados del género Peridinium, lo que es concordante con el índice de diversidad química bajo reportado en este trabajo. Este comportamiento es acorde con los resultados hidrológicos obtenidos durante el muestreo (Anónimo, 1978c) en que se señala esta región como zona de afloramiento de aguas profundas, detectándose este fenómeno en la superficie por el comportamiento de temperatura y salinidad (agua relativamente fría y de baja salinidad) que se muestra en las figuras 10 y 11. Estas aguas de afloramiento

aportan sales nutritivas que favorecen el florecimiento de la comunidad fitoplanctónica, principalmente nitrato y nitrito (figs. 13 y 14), y en menor proporción de ortofosfato (fig 12).

La región oriental del Golfo, en que se presentaron los valores más altos de productividad y del índice D430/D665, así como valores altos de biomasa, representó una comunidad en un estado de sucesión más avanzado, apoyando esta afirmación el hecho de presentar una composición de especies más diversificada y densidad de población más alta (Anónimo, 1978b). Para esta parte del Golfo -- Blackburn (1963) reporta para los meses de noviembre-junio la mayor abundancia de zooplancton pequeño, que interpreta como un efecto de producción secundaria en sucesión a una productividad primaria elevada. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten reafirmar la opinión del autor citado.

Este comportamiento es quizá debido a que en esta región, por presentarse una plataforma continental más ancha, la zona nerítica es bastante extensa, caracterizada por aguas típicamente tropicales con valores altos de temperatura y salinidad, y por efecto de mezcla vertical, rica en fósforo y nitrógeno disponibles para el desarrollo del fitopláncton.

En general se observó que los nutrientes considerados mostraron una relación fósforo - nitrógeno ($P-PO_4^{\equiv} : N-NO_3^- + N-NO_2^-$) - de 1 : 7.9 ug-át/l (fig 17) la cual es superior a la requerida para la formación de fitopláncton, que de acuerdo a Chávez (1975) es-

de 1 : 7.2, en peso, por lo que se presume que la disponibilidad de fósforo ha actuado como factor limitante de la actividad metabólica del fitopláncton durante la época en que se efectuó el muestreo, lo cual se manifiesta, como se señaló anteriormente, en la mayor biomasa y productividad más elevada en la región oriental del Golfo, en que se presentan los valores más altos de ortofosfato.

Según los registros en los atlas de EASTROPAC (Anónimo, 1970-1975) en esta época se presentan los valores más bajos de nutrientes, respecto al ciclo anual, por lo que los resultados obtenidos de productividad corresponderán probablemente a los menores en el año, por el limitante expresado antes.

Los parámetros considerados en el cálculo de la productividad primaria (concentración de clorofila y transparencia), se ven afectados por las fluctuaciones diurnas en el contenido de clorofila del fitopláncton (Saijo e Ichimura, 1961) como por la variación en la intensidad luminosa que alcanza la superficie del océano en función de la altura solar sobre el horizonte (Kimball, 1935), lo cual constituye fuente de cierto error en los resultados obtenidos, debido a que el muestreo no fué hecho a una hora determinada del día, no obstante lo cual se consideran válidos y comparables entre sí ya que al representar gráficamente la cantidad de clorofila a respecto a la hora de muestreo (fig 15) se observa que la variación producida por las fluctuaciones diurnas no

enmascaran las altas concentraciones obtenidas en algunas estaciones (67, 68 y 45) debidas a la mayor fertilidad de esa zona.

De igual forma, la gráfica de transparencia contra hora del día (fig 16), muestra que los valores bajos de transparencia obtenidos en la región oriental son debidos a la mayor abundancia de material en suspensión, y no a las variaciones diurnas.

Se considera necesario hacer notar que los valores de productividad reportados en el presente trabajo representan sólo una aproximación de la realidad, ya que no fué evaluado el número de asimilación (n en la ecuación 1) para el fitopláncton autóctono, en lugar de lo cual, como se indicó en la descripción del método, se empleó el calculado para otra región, pudiendo estar sobreestimados los datos obtenidos, teniendo importancia comparativa dentro de la zona estudiada y como referencia para posteriores investigaciones.

7. CONCLUSION

El análisis de los resultados mostró que la distribución del fitoplácton el Golfo de Tehuantepec no fué homogénea en el horizonte muestreado, registrándose básicamente dos zonas ecológicamente diferentes determinadas por sus características hidrológicas:

La región occidental y central, comprendiendo en su mayor parte la zona oceánica, en que se detectó la influencia de aguas de afloramiento con una comunidad fitoplanctónica en las primeras fases de desarrollo, con valores bajos de biomasa e índice de diversidad química bajo, cuya productividad primaria presentó fluctuaciones zonales entre 0.02 y 0.12 mg C / m² / día, y la región oriental, en que la zona nerítica es bastante extensa constituyendo un sistema eutrófico, en que fué registrado el establecimiento de una comunidad en un estado de sucesión más avanzado con los valores mayores de productividad primaria (1.40mg C / m² / día), valores altos de biomasa e índice de diversidad química más alto.

Se considera probable que la época en que se efectuó el muestreo corresponda a la de menor productividad primaria, ya que la disponibilidad de fósforo (P-PO₄[≡]), que fué detectada como factor limitante de la actividad metabólica, presenta en esta época los niveles más bajos respecto al ciclo anual.

8. LITERATURA CITADA

- ANONIMO, 1970-1975. EASTROPAC ATLAS. Love, C.M. (Ed.)
NMF Circs. 1-9 (330) Washington, D.C.
- ANONIMO, 1975. La Economía del Estado de Oaxaca. Colección -
de estudios económicos regionales. Inves-
tigación (11) del Sistema Bancos de Co-
mercio. México. 88p.
- ANONIMO, 1977. Informe general de actividad pesquera en el -
Estado de Chiapas. Departamento de Pesca.
Secretaría General de Recursos Pesqueros.
Dirección General de Tecnología Pesquera.
México. 22 p.
- ANONIMO, 1978 a. Derrotero de las costas sobre el océano Pací-
fico de México, América Central y Colom-
bia. Pub.S.M. No. 102. Secretaría de Ma-
rina. México. 198-199.
- ANONIMO 1978 b. Estudio oceanográfico del Golfo de Tehuante-
pec. Biología Marina. Plancton. Inv. Ocean/tehua
-01-78. Secretaría de Marina. México. 1:46
p. 19 figs. 3 tablas.
- ANONIMO, 1978 c. Estudio oceanográfico del Golfo de Tehuante-
pec. Química Marina. Inv. Ocean/Tehuau-01-78
Secretaría de Marina. México. 2: 60 p. 72
figs! 8 mapas. 1 Tabla.
- BESSONOV, N. M., M.F. FEDOSOV, 1965. Primary production in --
the shelf waters of the west african co-
ast. OCEANOLOGY. 5 (5): 88-93.
- BLACKBURN, M., 1963. Distribution and abundance of tuna rela-
ted to wind and ocean conditions in the -
gulf of Tehuantepec, México. FAO Fishe-
ries Reports No. 6.3. 1557-1582.
- CUEVAS, C., 1975 Variación en la producción primaria y el ci-
clo de los nutrientes en la presa Yosocuta
(Oaxaca, México). Tesis Profesional. Uni-
versidad Autónoma de Guerrero. México. 44
p.

- CUTZ, N. J. E., 1977. Comportamiento sedimentológico y orgánico de sedimentos en la parte sureste del - Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional.- E.S.F.A., I.P.N. México. 80 p.
- CHAVEZ, G., 1975. Elementos de oceanografía. C E C S A. México. 256 p.
- EBER, L.E., 1968. Monthly mean charts sea surface temperatures north Pacific ocean 1949-62. U.S. Fish, Wildl. Serv. Circ. 258. 6 p. 168 figs.
- FORSBERGH, E.D., 1963. Some relationships of meteorological, - hidrographic and biological variables in - the gulf of Panama. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 7. 1: 1-109.
- HURD, W., 1929. Northers of the gulf of Tehuantepec. Mon. Weath. Rev. May 192-194.
- JIMENEZ, C., 1978. Estudio sedimentológico y microfaunístico - del suroeste del golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional. E.S.I.A., I.P.N. México.- 87. p.
- KIMBALL, H. H., 1928. Amount of solar radiation that reaches - the surface of the earth on the land and - on the sea, and the methods by which it is measured. Mon. Weath. Rev. 56: 393-398.
- 1935. Intensity of solar radiation at the surface - of the earth and its variations with latitude, season and time of the day. Mon. Weath. Rev. 63 (1) : 1-4.
- KONDRATIEVA, T.I., E. SOSA, 1967. Productividad primaria en -- las aguas cubanas. ESTUDIOS, Inst. Oceanol. Acad. Cien. Cuba. 2 (2) : 21-44.
- KWIESCINSKI, B., D. ARROYO, 1975. Producción primaria en el -- golfo de Panamá. In: Perez-Rodriguez (Ed).- Mem. I Simp. Lat. Ocean. Biol. (México). -- 201-219.

- LARA, J., S. ALVAREZ, 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, B.C. CIENCIAS MARINAS. 2 (1): 77-96.
- MARGALEF, R., J.H. RYTHER, 1960. Pigment composition and productivity as related to succession in experimental populations of phytoplankton. Biol. Bull. 119: 326-327.
- MARGALEF, R., 1970. El ecosistema. In: Ecología marina. Fundación La Salle de ciencias naturales (Ed). Caracas. 377-453.
- ODUM, E., 1972. Ecología. Interamericana. México. 66-67.
- RICHARDS, F.A., T.G. THOMPSON, 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis II. A spectrophotometric - - method for the estimation of plankton pigments. J. Mar. Res. 11: 156-172.
- RODEN, G., 1961. On the wind driven circulation in the gulf - of Tehuantepec and its effect upon surface temperatures. GEOFISICA INTERNA CIONAL 1 (3):55-72..
- RYTHER, J.H., C.S. YENTSCH, 1957. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. Limnol. Oceanogr. 2 - (3): 281-286.
- SAIJO, Y., S. ICHIMURA, 1961. A review of the recent development of techniques measuring primary production. In: Proceedings of the conference - on primary productivity measurements, marine and freshwater held at the university of Hawaii, august 21- September 6, 1961. 91-96.
- SANTOYO, R.H., 1972. Variación estacional del fitoplancton y la hidrología en la laguna de Yavaros, Son. Tesis Profesional. U.N.A.M. México. 71.pp.
- SCOR-UNESCO WORKING GROUP 17., 1969. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monogr. Oceanogr. Method. 1. UNESCO. Paris. 69 pp.

- SUSHCHENYA, L.M., Z.Z. FINENKO, 1966. Concentration of suspended matter in tropical atlantic water and some quantitative relationships of its --- components. OCEANOLOGY. 6 (5): 682-692.
- STEEMANN-NIELSEN, E., 1975. Marine Photosynthesis. Elsevier -- Scientific Publishing Company. Nueva York. 10-11, 35.
- STRICKLAND, J.D., T.R. PARSONS, 1968, A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167. 185-206.
- STUMPF, H., 1975, Satellite detection of upwelling in the gulf of Tehuantepec, México. Jour. Phys.Oceanogr. 5: 363-388.
- TAMAYO, J.L., 1949. Geografía general de México. Talleres Gráficos de la Nación. México. 2:583 pp.
- ULLOA, A., W. SILVA, 1972. Interpretación matemática del método de Gaarder y Gran para la estimación de la productividad primaria acuática a nivel de fitoplancton. Organo informativo científico del ministerio de pesquerías. Documento 18. Lima.
- WIRTKI, K., 1964. Upwelling in the Costa Rica dome. U.S.Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 63. (2):355-372.

9. TABLAS Y FIGURAS.

ESTACION	LOCALIZACION		HORA DE MUESTREO
	LATITUD N.	LONGITUD W.	
01	15 ^º 31' 00"	96 ^º 31' 00"	1740
02	15 ^º 22' 30"	96 ^º 30' 12"	2200
03	15 ^º 06' 48"	96 ^º 32' 36"	0255
04	15 ^º 21' 00"	96 ^º 07' 00"	0740
05	15 ^º 35' 30"	96 ^º 01' 00"	1102
06	15 ^º 44' 30"	96 ^º 02' 00"	1430
07	15 ^º 54' 48"	95 ^º 34' 00"	1810
08	15 ^º 46' 30"	95 ^º 34' 00"	2030
09	15 ^º 37' 00"	95 ^º 35' 00"	2250
10	15 ^º 26' 36"	95 ^º 33' 48"	0205
11	15 ^º 36' 00"	95 ^º 08' 30"	0640
12	15 ^º 45' 00"	95 ^º 09' 00"	0835
13	15 ^º 56' 42"	95 ^º 08' 30"	1025
14	16 ^º 05' 42"	95 ^º 08' 06"	1435
21	15 ^º 38' 24"	94 ^º 39' 18"	0120
22	15 ^º 48' 36"	94 ^º 39' 06"	0345
23	15 ^º 59' 00"	94 ^º 39' 00"	0620
24	15 ^º 50' 24"	94 ^º 38' 36"	0800
31	15 ^º 16' 30"	94 ^º 09' 00"	1850
32	15 ^º 31' 36"	94 ^º 10' 24"	2100
33	15 ^º 40' 18"	94 ^º 09' 06"	2300
34	15 ^º 50' 42"	90 ^º 08' 42"	0127
35	16 ^º 01' 30"	94 ^º 09' 00"	0245
42	15 ^º 17' 30"	93 ^º 43' 00"	1140
43	15 ^º 27' 24"	93 ^º 43' 00"	1319
44	15 ^º 36' 48"	93 ^º 43' 30"	1450
45	15 ^º 47' 30"	93 ^º 43' 00"	1602
52	14 ^º 41' 30"	93 ^º 19' 30"	0200
53	14 ^º 56' 12"	93 ^º 20' 00"	0420
54	15 ^º 08' 00"	93 ^º 19' 30"	0645
55	15 ^º 18' 54"	93 ^º 19' 30"	0825
56	12 ^º 19' 06"	93 ^º 10' 00"	1210
64	14 ^º 21' 00"	93 ^º 02' 06"	2215
65	14 ^º 35' 42"	93 ^º 02' 30"	1137
66	14 ^º 44' 18"	93 ^º 02' 30"	0342
67	14 ^º 55' 30"	93 ^º 02' 30"	0610
68	15 ^º 06' 30"	93 ^º 02' 36"	0740

TABLA No. 1 DATOS DE LAS ESTACIONES.

ESTACION	CLOROFILA a	CLOROFILA b	CLOROFILA c	CAROTENOIDES	D430/D665	PRODUCTIVIDAD	BIOMASA
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	μSPU/m ³		mg C/m ² /día	g/m ³
01	0.000	0.000	0.000	0.025	0.0	0.000	4.67
02	0.084	0.023	0.079	1.231	5.8	-	5.25
03	0.028	0.138	0.521	0.075	9.0	-	8.65
04	0.068	0.158	0.387	0.112	6.4	0.043	6.90
05	0.070	0.014	0.281	0.062	4.7	0.045	7.17
06	0.071	0.131	0.326	0.150	9.2	0.048	6.00
07	0.060	0.077	0.296	0.137	7.5	0.031	6.52
08	0.106	0.044	0.135	0.106	3.3	0.056	4.22
09	0.020	0.111	0.460	0.112	14.0	0.013	3.27
10	0.000	0.066	0.140	0.031	0.0	0.000	4.75
11	0.003	0.000	0.000	0.031	-	0.002	6.50
12	0.086	0.158	0.294	0.137	7.8	0.061	4.50
13	0.151	0.035	0.422	0.112	3.4	0.126	1.62
14	0.045	0.045	0.412	0.100	9.3	0.035	4.65
21	0.113	0.232	0.377	0.106	4.5	-	2.92
22	0.073	0.000	0.219	0.087	5.7	-	5.15
23	0.055	0.000	0.482	0.100	12.6	-	4.17
24	0.078	0.071	0.287	0.131	5.8	0.059	3.77
31	0.033	0.000	0.000	0.062	12.0	-	5.25
32	0.059	0.083	0.211	0.081	5.7	-	6.25
33	0.122	0.174	0.000	0.112	4.7	-	4.05
34	0.134	0.188	0.476	0.150	3.8	-	3.30
35	0.011	0.042	0.199	0.068	20.0	0.006	3.62
42	0.005	0.107	0.152	0.081	35.0	0.004	6.85
43	0.047	0.041	0.012	0.062	6.3	0.038	5.65
44	0.126	0.118	0.215	0.100	3.0	0.089	3.65
45	1.321	0.747	1.044	0.818	3.7	0.366	5.57
52	0.097	0.000	0.000	0.037	3.2	-	4.65
53	0.000	0.000	0.000	0.050	-	0.000	6.07
54	0.022	0.118	0.075	0.081	12.5	0.015	6.67
55	0.094	0.000	0.006	0.037	4.8	0.078	3.60
56	0.122	0.139	0.277	0.156	4.7	0.078	5.07
64	0.008	0.086	0.006	0.056	24.0	-	1.70
65	0.079	0.000	0.000	0.037	3.7	-	3.67
66	0.054	0.000	0.025	0.050	6.0	-	2.45
67	5.440	3.081	0.000	3.312	34.2	-	5.10
68	7.104	3.589	5.595	4.687	32.0	1.404	3.52

TABLA NO. 2 PIGMENTOS, PRODUCTIVIDAD Y BIOMASA.

ESTACION	TEMPERATURA	SALINIDAD	P-PO ₄	N-NO ₃	N-NO ₂
	°C		0/00	ug-ft/1	ug-ft/1
01	>30.50	34.05	0.111	0.885	0.000
02	30.09	34.09	0.111	15.718	0.000
03	-	34.01	-	34.506	0.000
04	29.88	33.72	0.230	19.287	0.000
05	30.40	34.32	0.239	0.997	0.000
06	29.95	34.08	0.111	1.666	0.000
07	30.27	34.21	0.111	0.889	0.000
08	29.84	34.18	0.000	1.775	0.112
09	29.80	34.02	0.000	1.331	0.000
10	30.08	33.58	0.000	0.550	0.000
11	30.04	33.41	0.000	4.097	0.000
12	30.08	33.41	0.000	1.666	0.000
13	30.09	33.48	0.000	2.112	0.000
14	30.49	33.70	0.230	0.000	0.000
21	29.52	33.45	0.000	0.128	0.000
22	29.64	33.55	0.000	12.917	0.996
23	29.89	33.82	0.230	3.650	0.000
24	29.99	33.67	0.000	0.173	0.287
31	29.30	33.70	0.707	0.142	0.000
32	>30.50	-	0.000	0.821	0.170
33	>30.50	-	0.230	1.657	0.000
34	30.47	36.47	0.000	0.368	0.000
35	30.07	36.62	0.000	0.250	0.077
42	>30.50	36.21	0.000	0.079	0.182
43	>30.50	36.36	0.000	0.128	0.000
44	>30.50	36.43	0.000	1.087	0.170
45	>30.50	36.44	0.000	0.000	0.112
52	>30.50	36.00	0.000	0.000	0.519
53	>30.50	35.91	0.230	1.486	0.170
54	>30.50	36.01	0.040	0.000	0.170
55	>30.50	35.96	0.000	0.000	0.136
56	>30.50	35.92	0.000	0.182	0.000
64	>30.50	35.83	1.302	13.853	0.229
65	>30.50	-	0.111	0.000	0.000
66	>30.50	-	0.111	1.705	0.000
67	>30.50	35.80	0.111	1.675	0.000
68	>30.50	35.76	0.326	1.646	0.000

TABLA No. 3 PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.

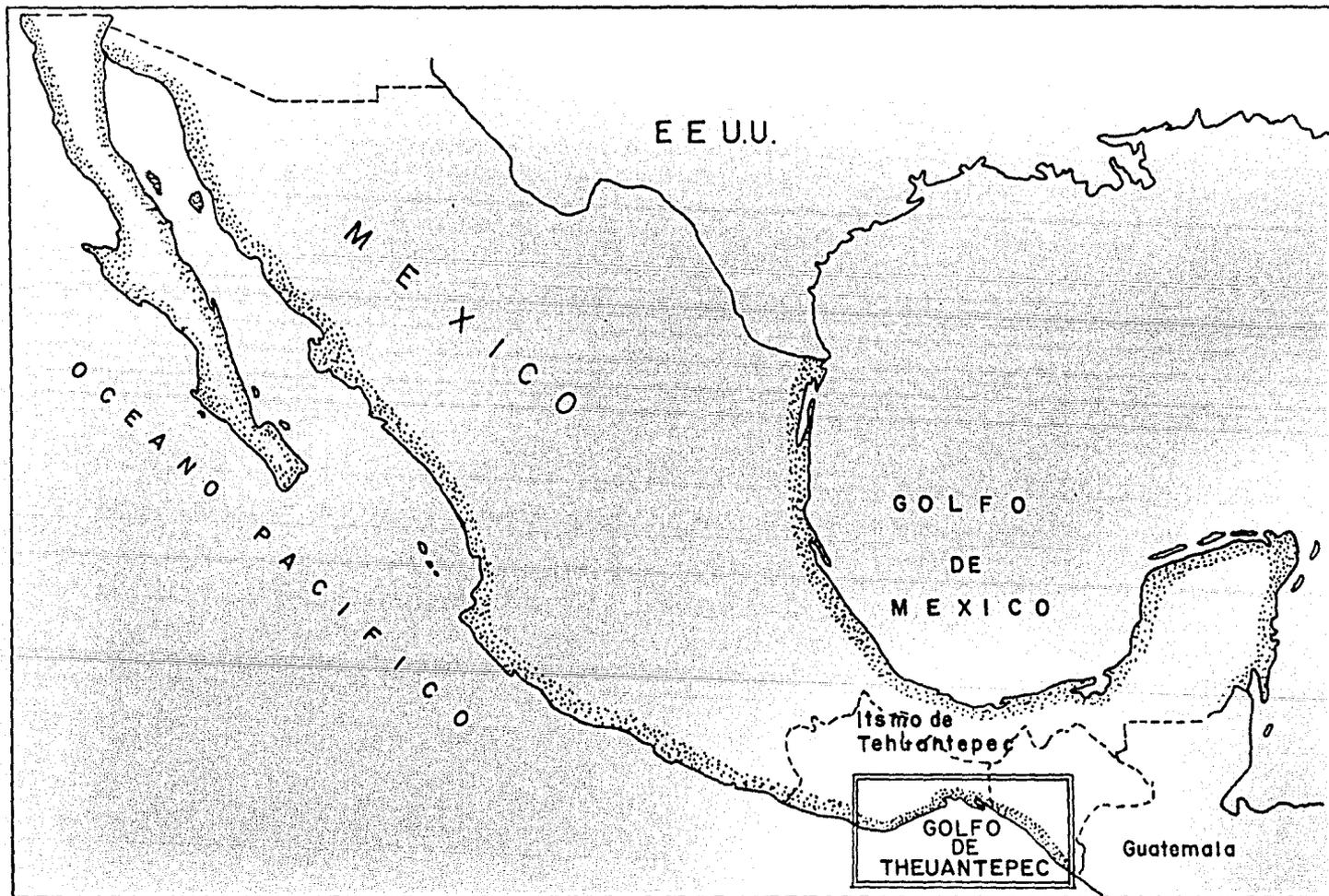


Fig. 1.- Localización del área de estudio.

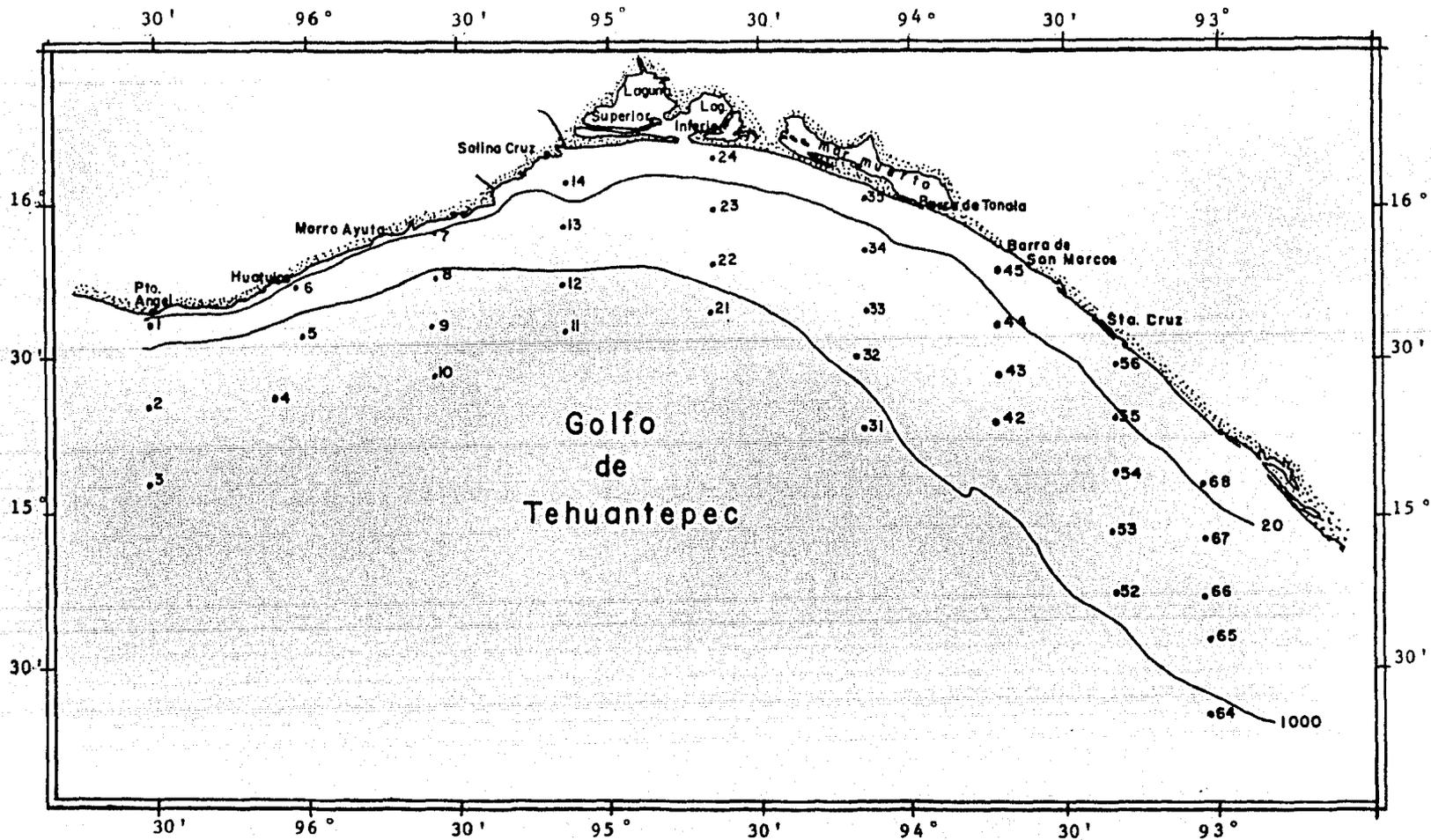


Fig. 2.- Toponimia y distribución de las estaciones.

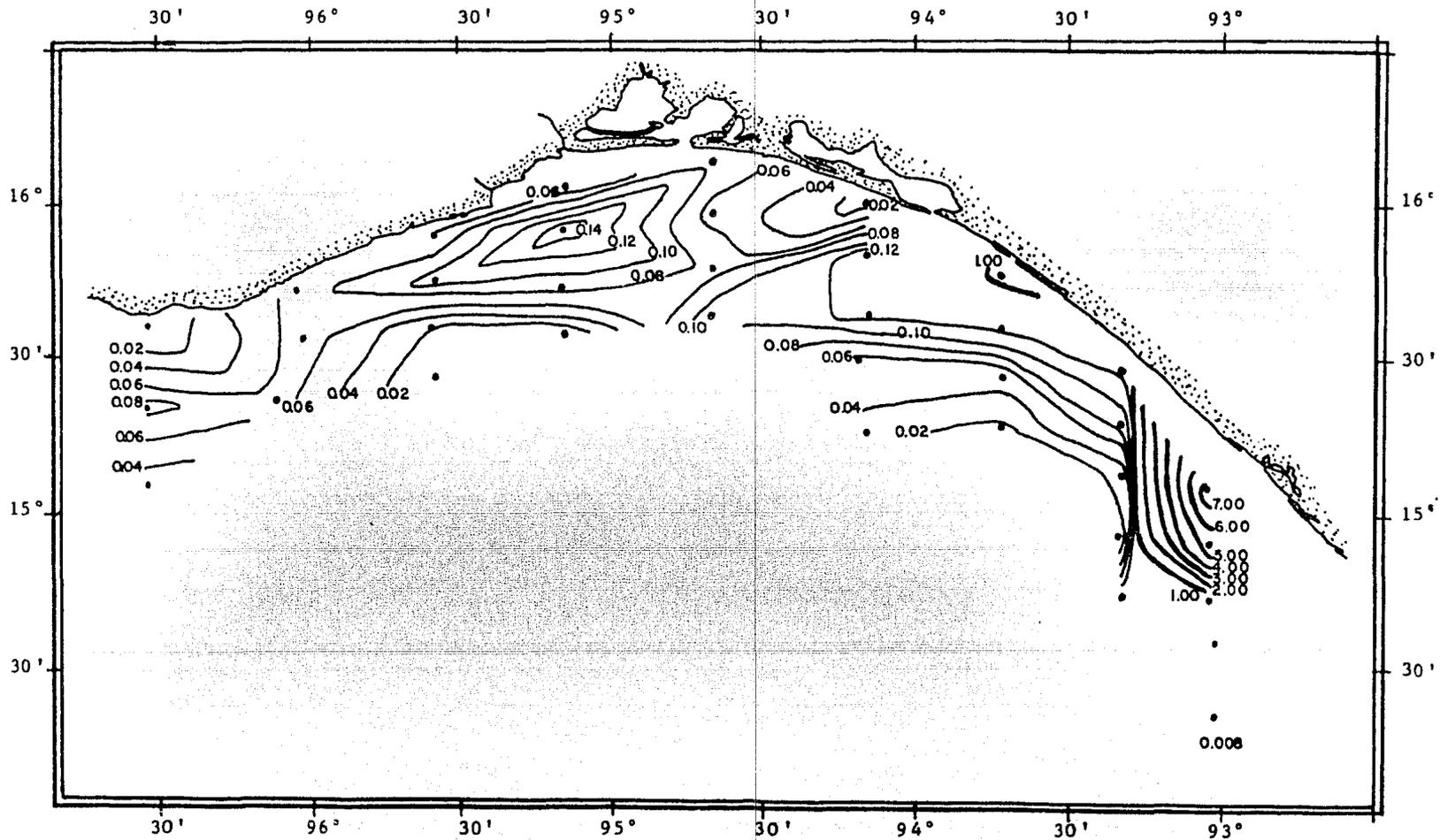


Fig. 3.- Distribución de Clorofila *a* mg/m³.

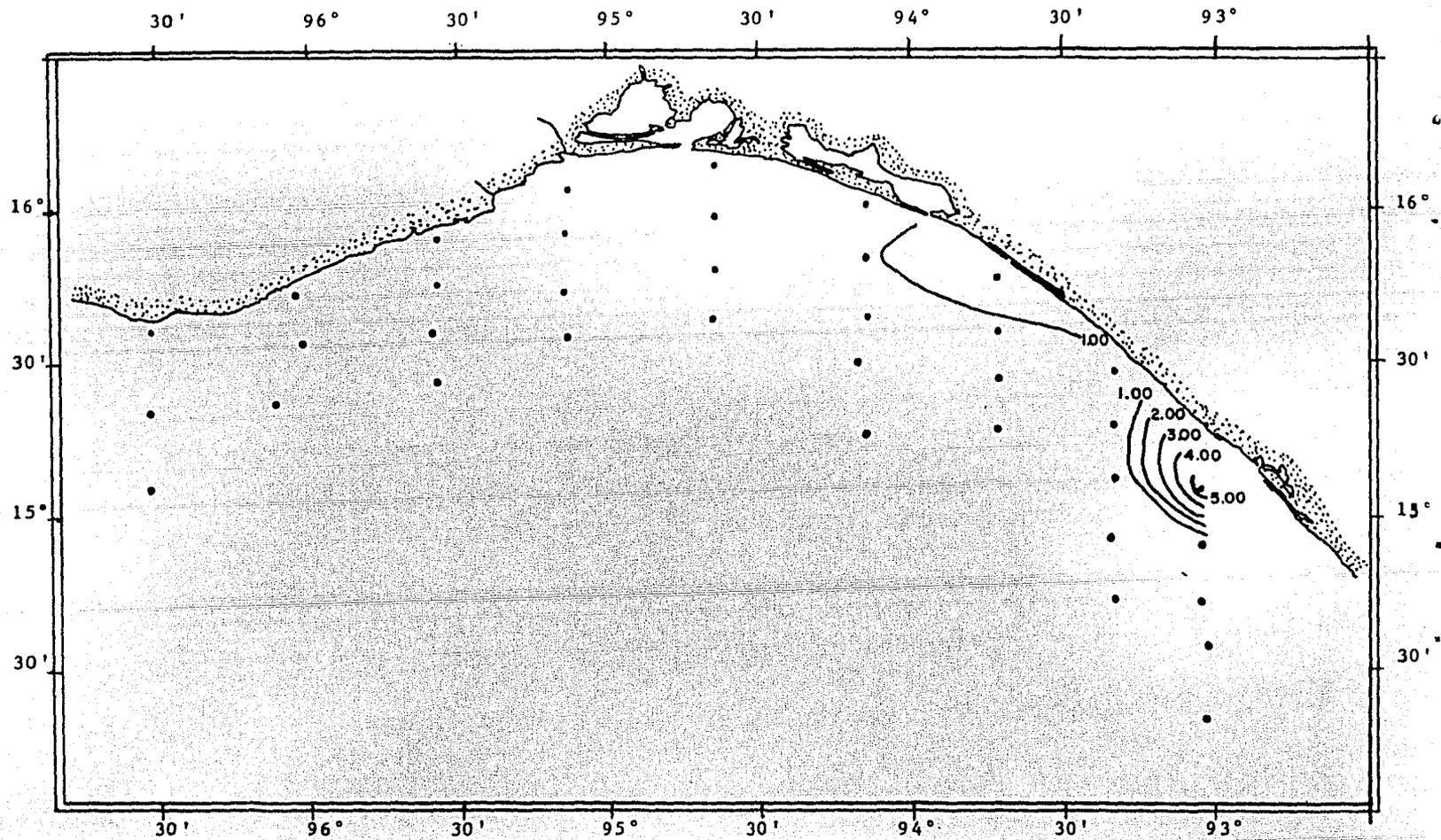


Fig. 5.- Distribución de clorofila *c* mg/m³

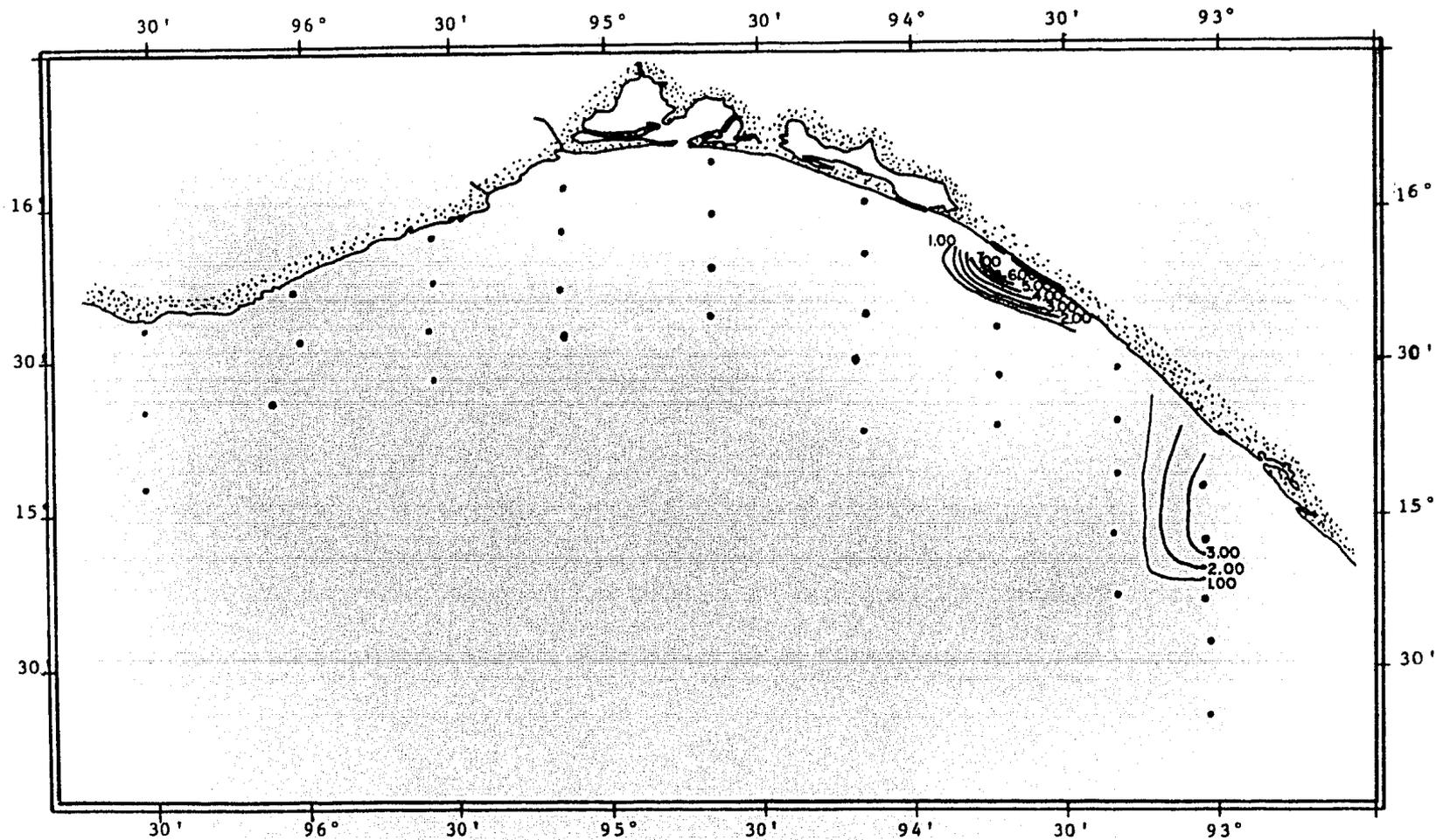


Fig. 4.- Distribución de clorofila b mg/m³.

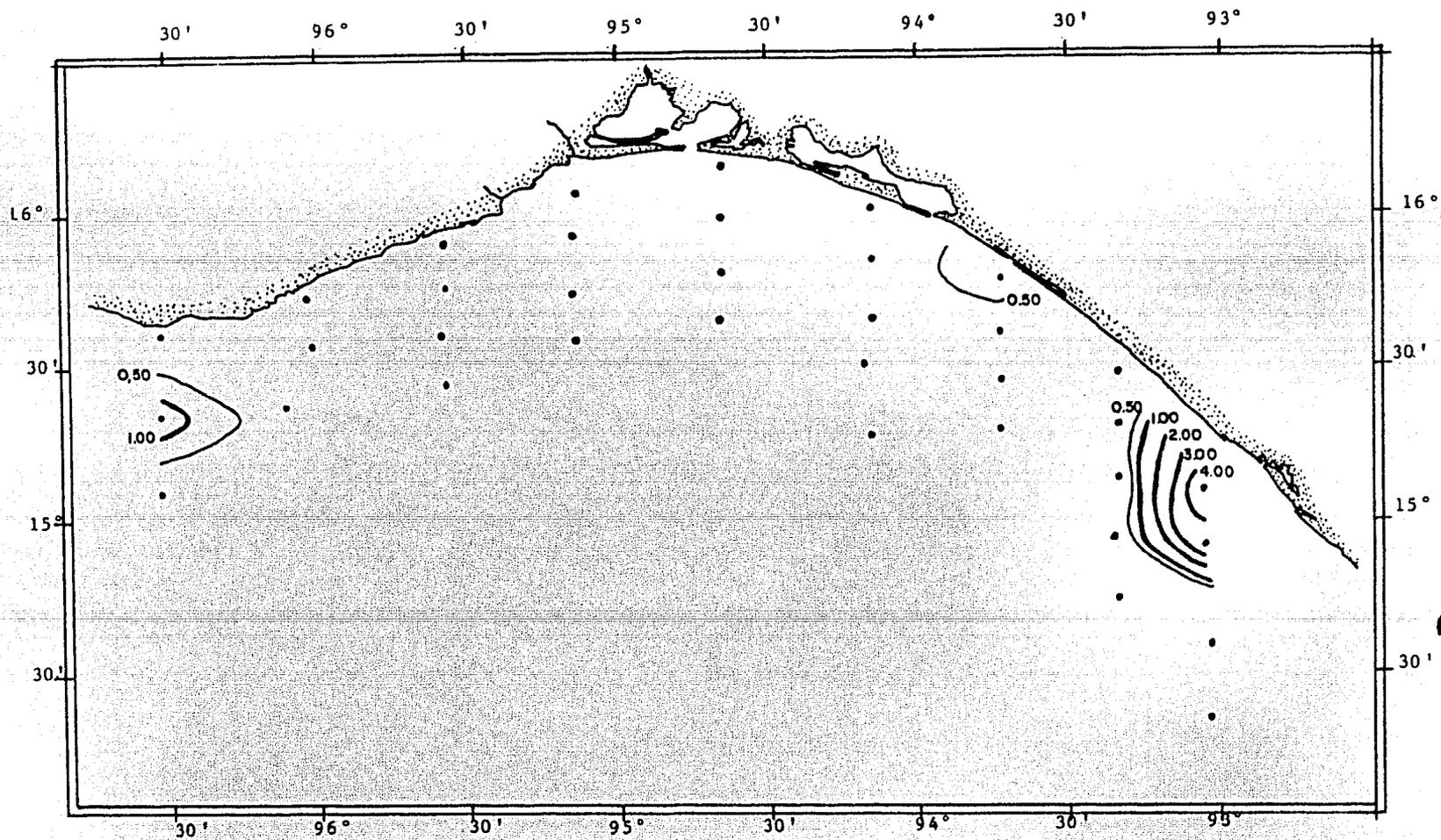


Fig. 6.- Distribución de pigmentos carotenoides m SPU/m³.

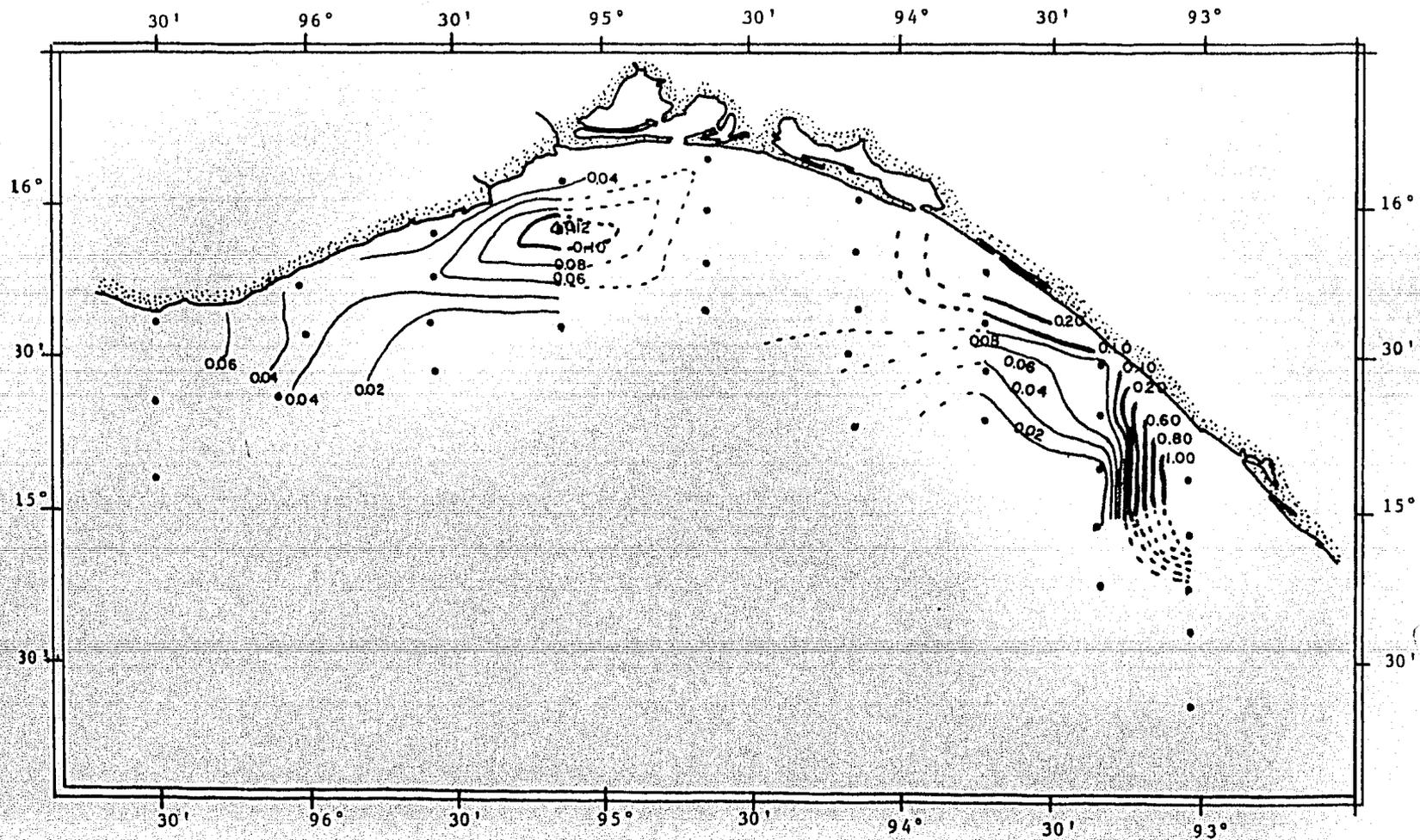


Fig. 7.- Distribución de Productividad primaria mg C/m²/día.

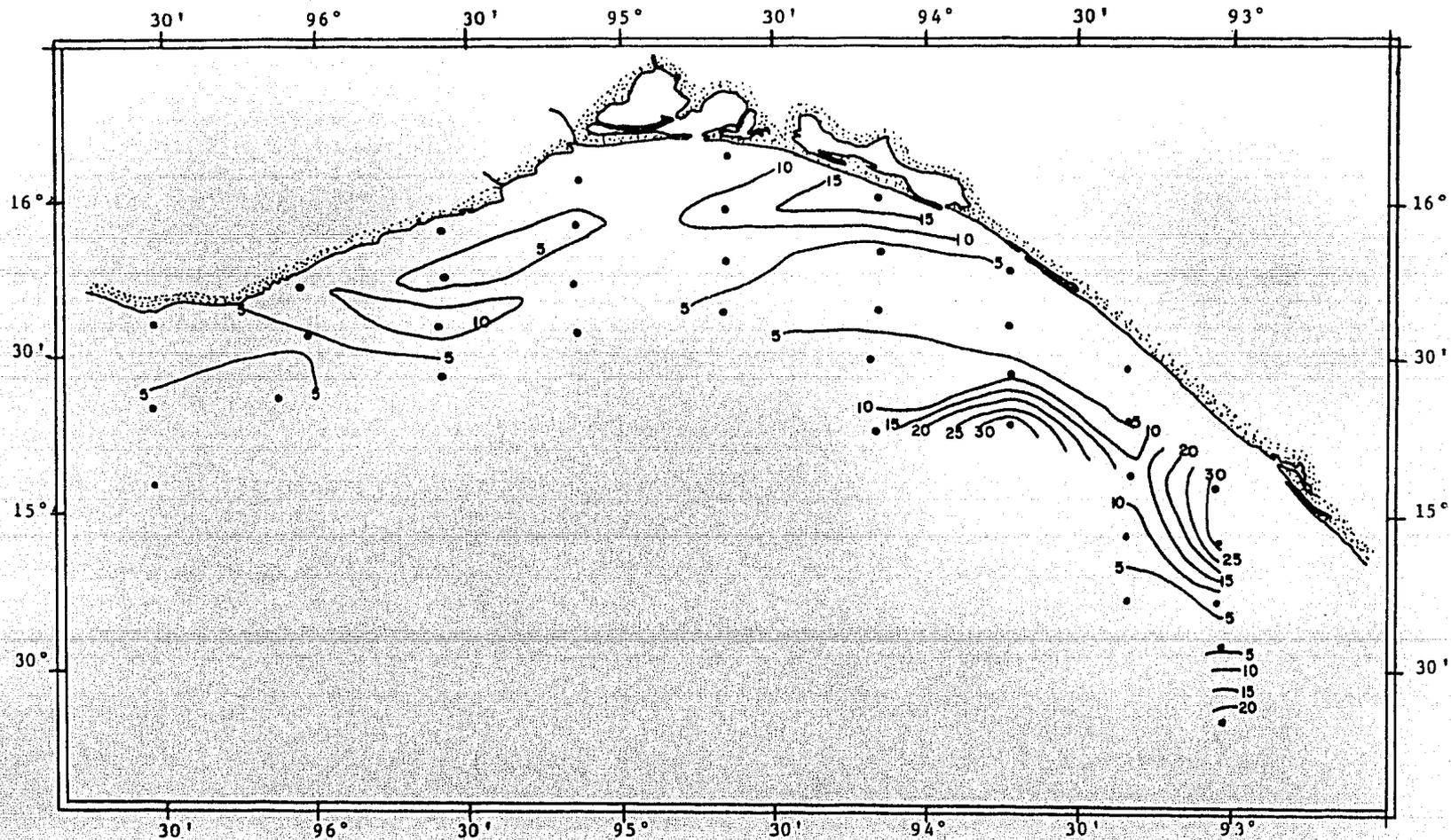


Fig. 8.- Indice D430/D665.

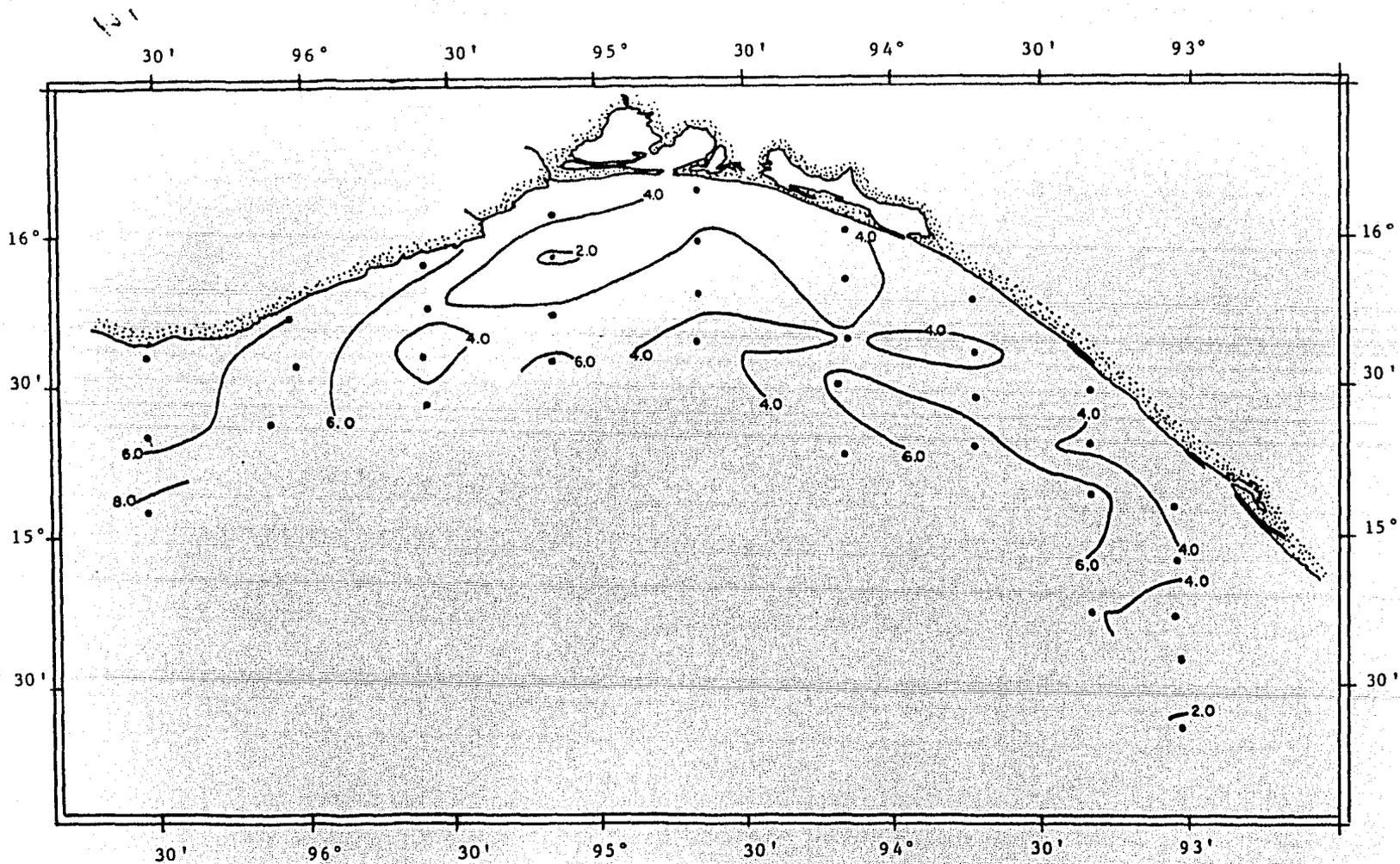


Fig. 9.- Distribución de Biomasa g/m^3

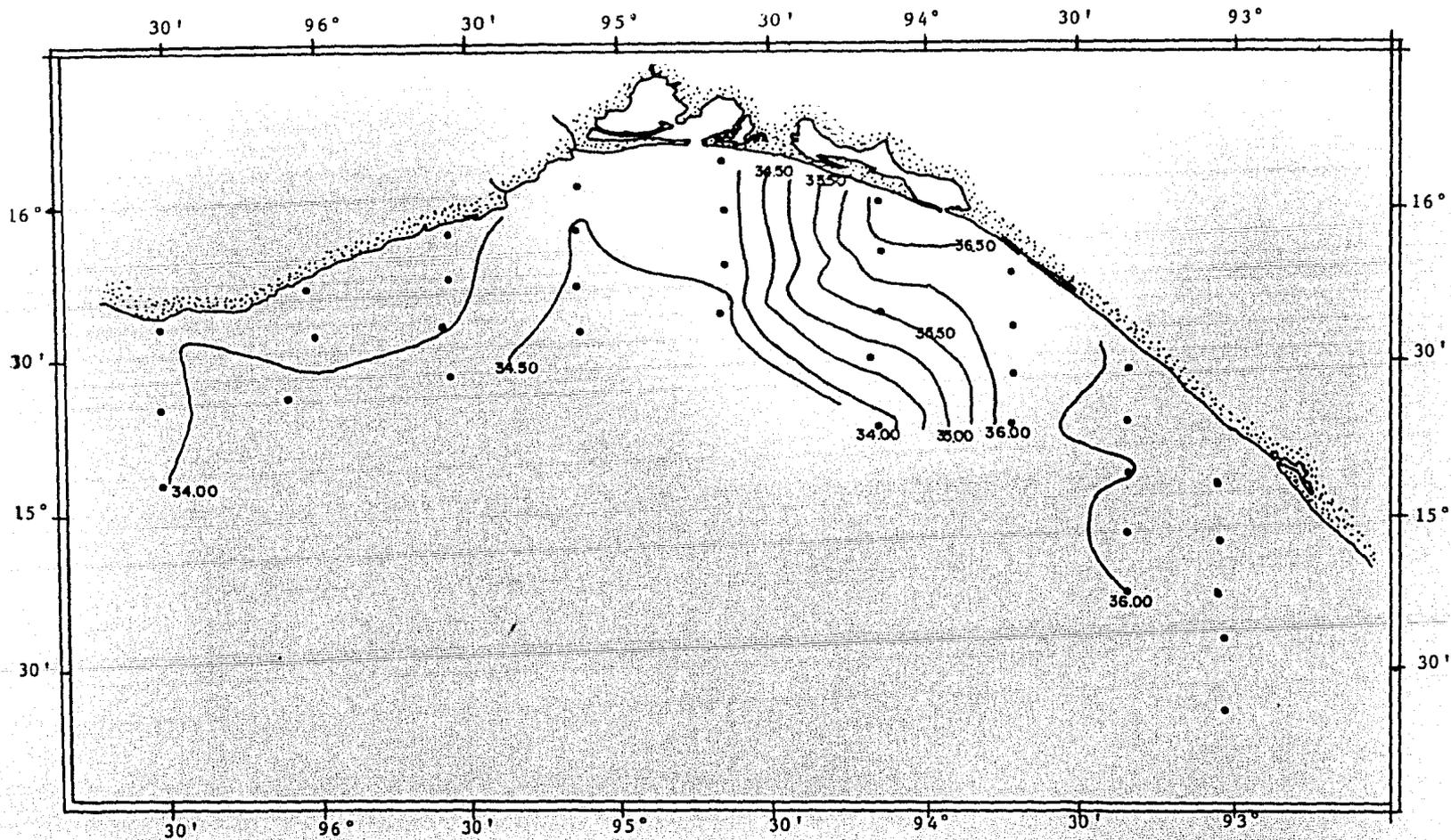


Fig. 10.- Distribución de salinidad o/oo

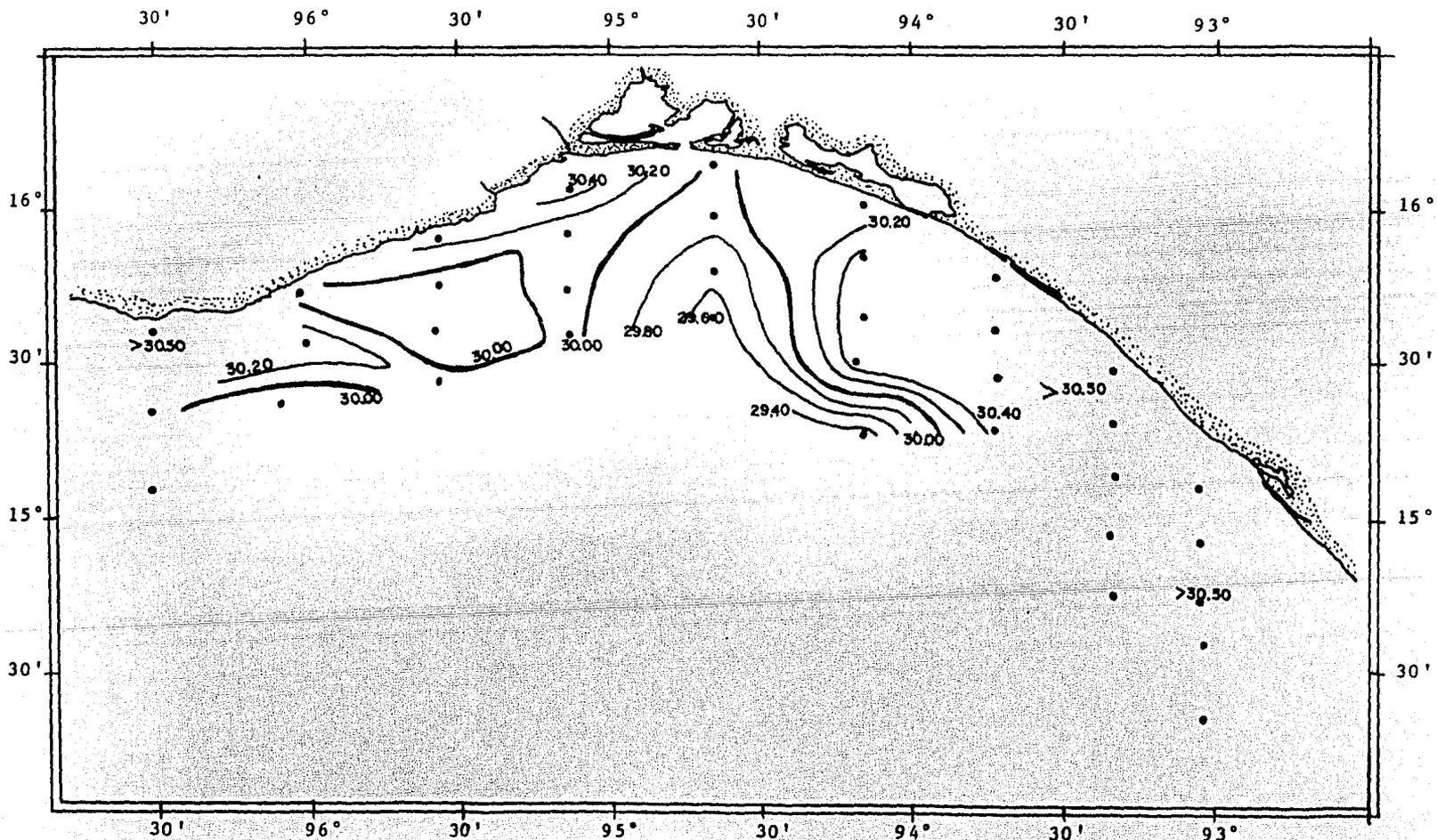


Fig. 11.- Distribución de Temperatura °C.

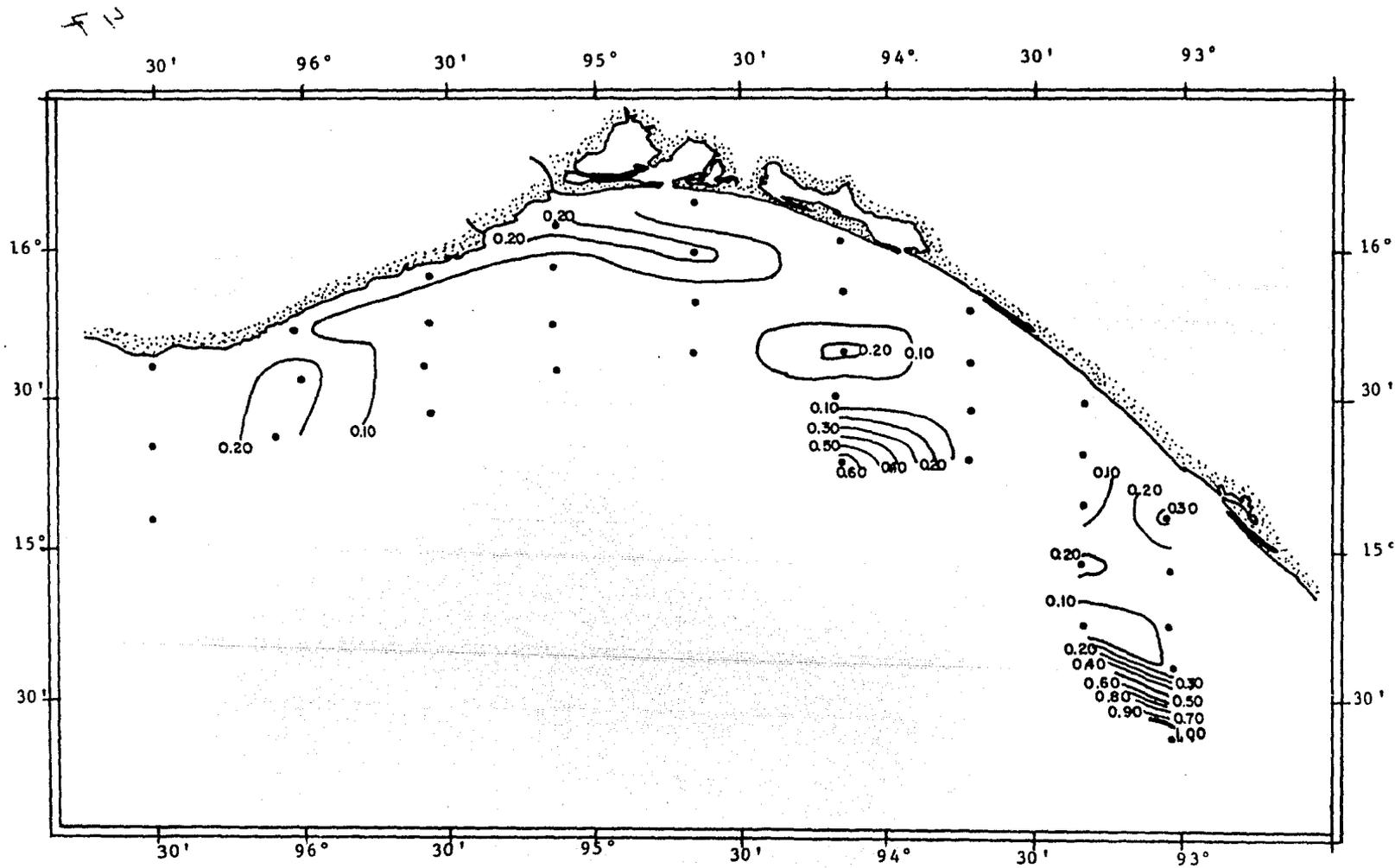


Fig. 12.- Distribución de fósforo (P-PO₄) ug-at/l.

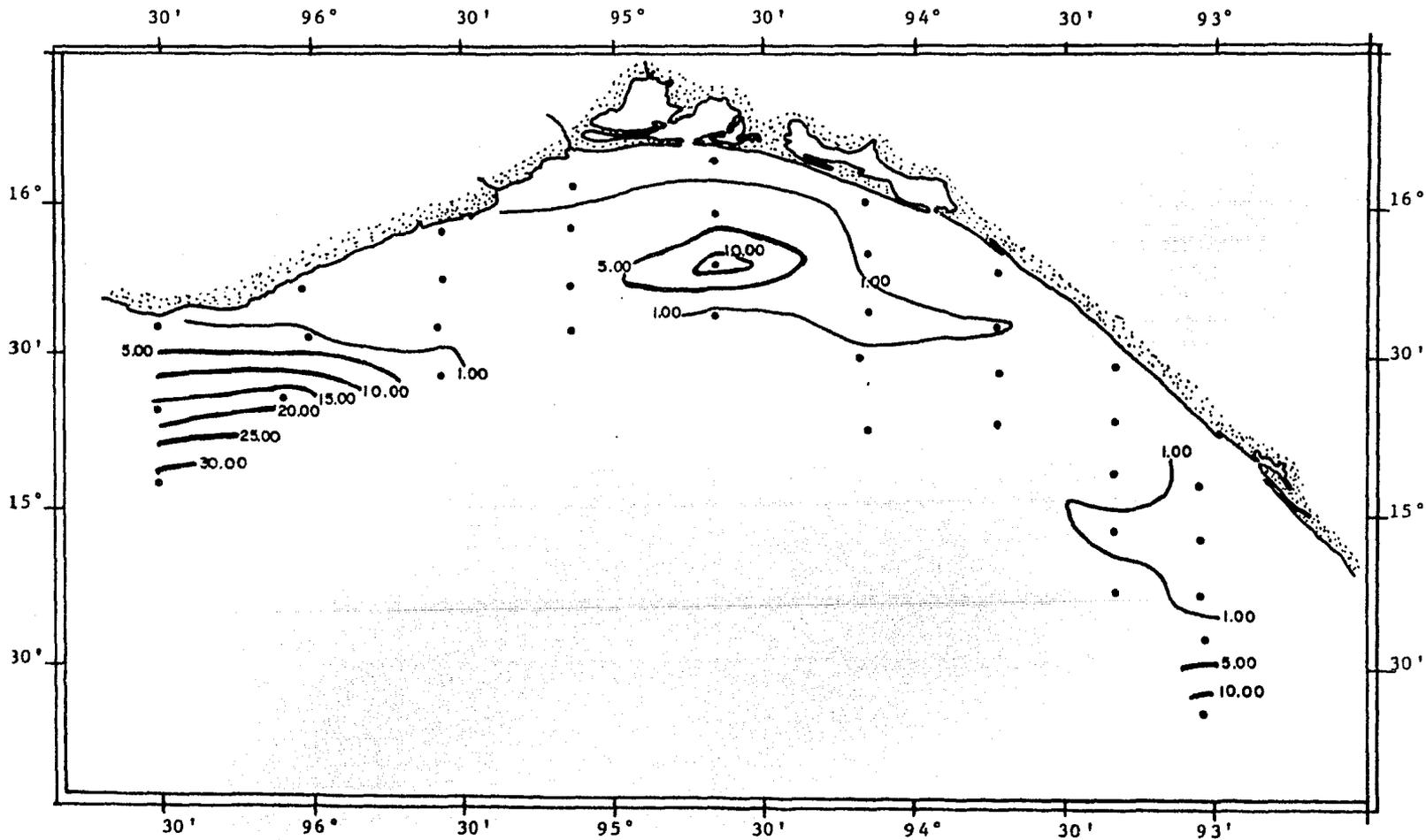


Fig. 13.- Distribución de nitrógeno (N-NO₃) ug-at/l.

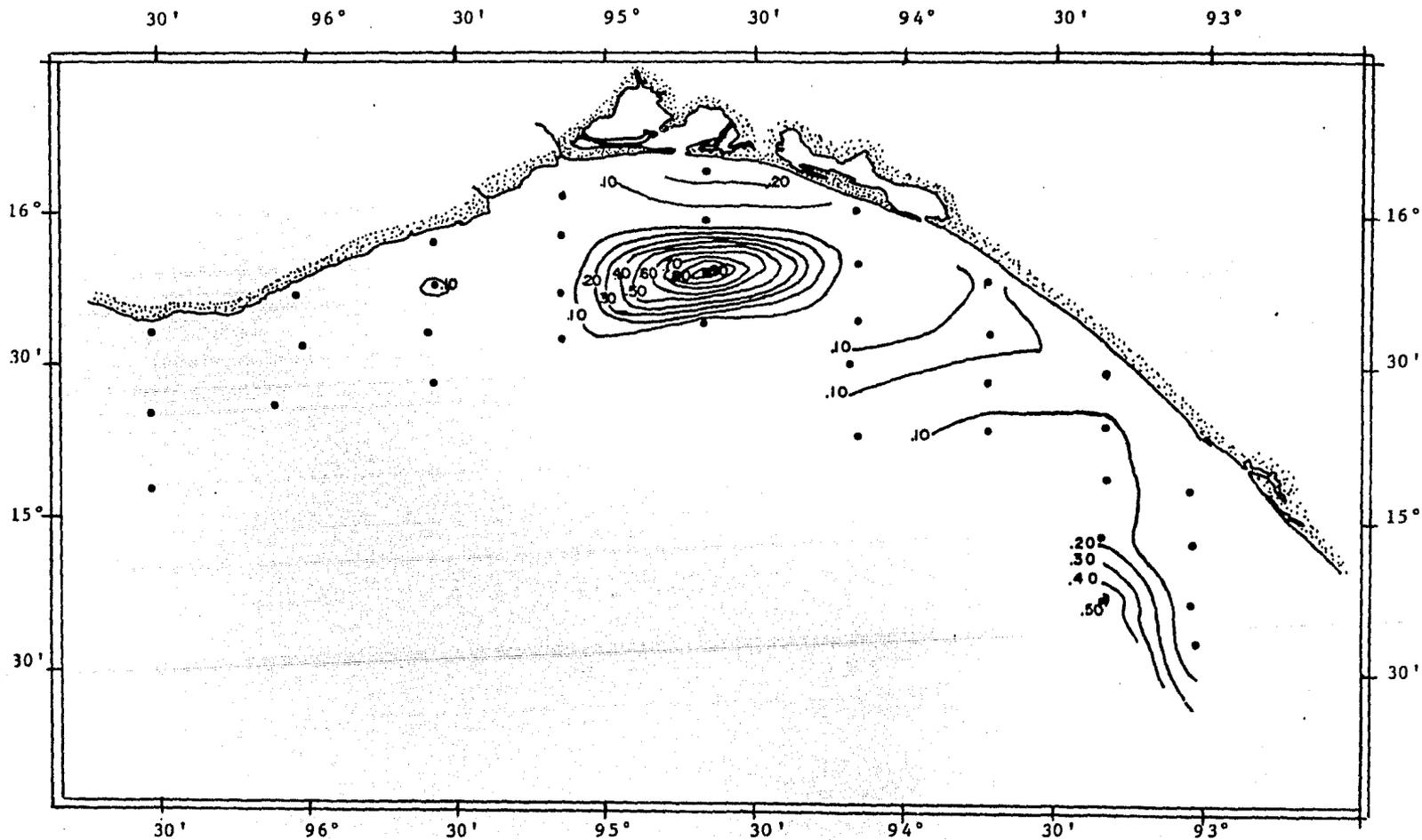
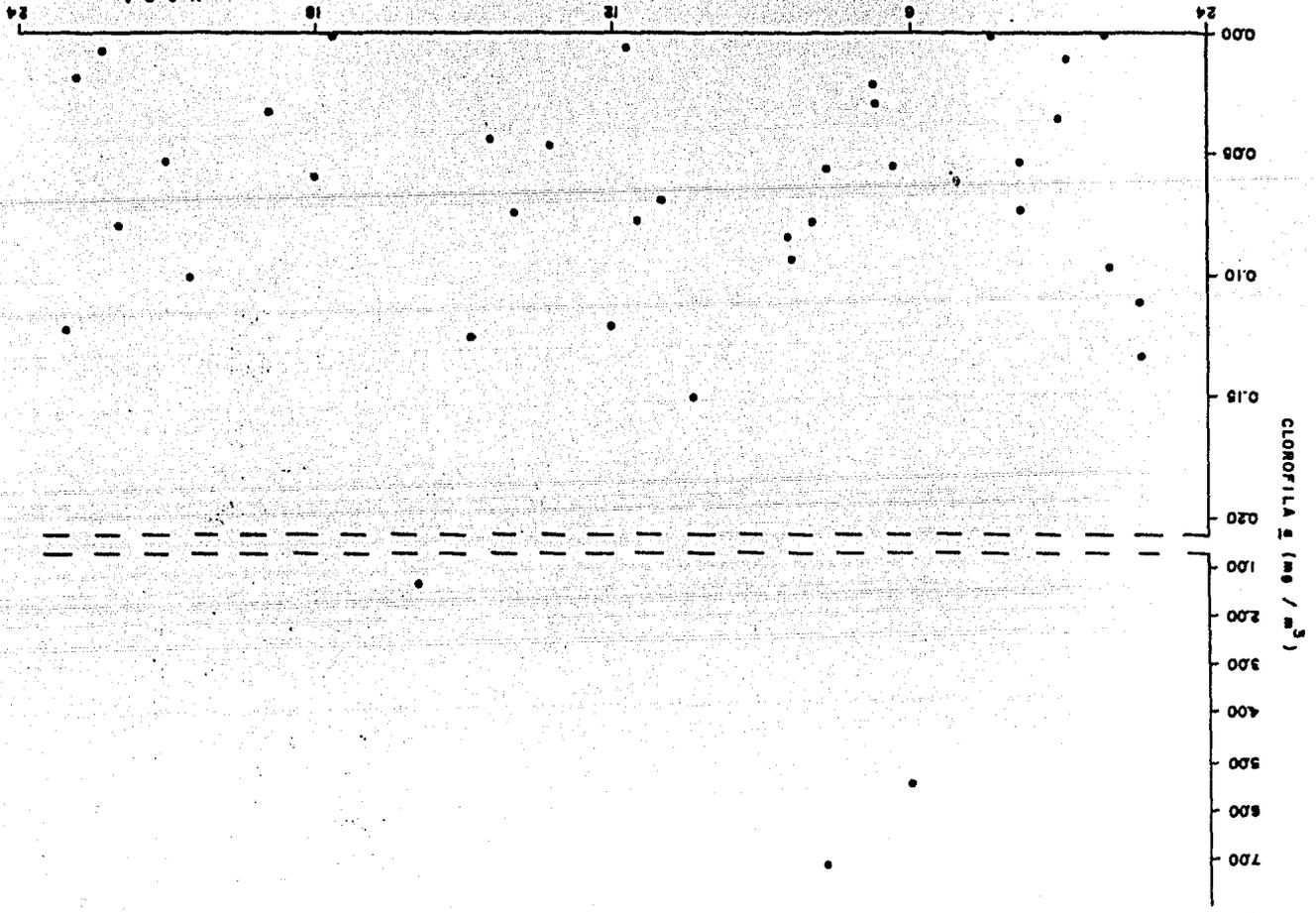


Fig. 14.- Distribución de Nitrógeno (N-NO₂) ug-át/l.

Fig. 15.- Concentración de clorofila \bar{a} vs. Hora de muestreo.



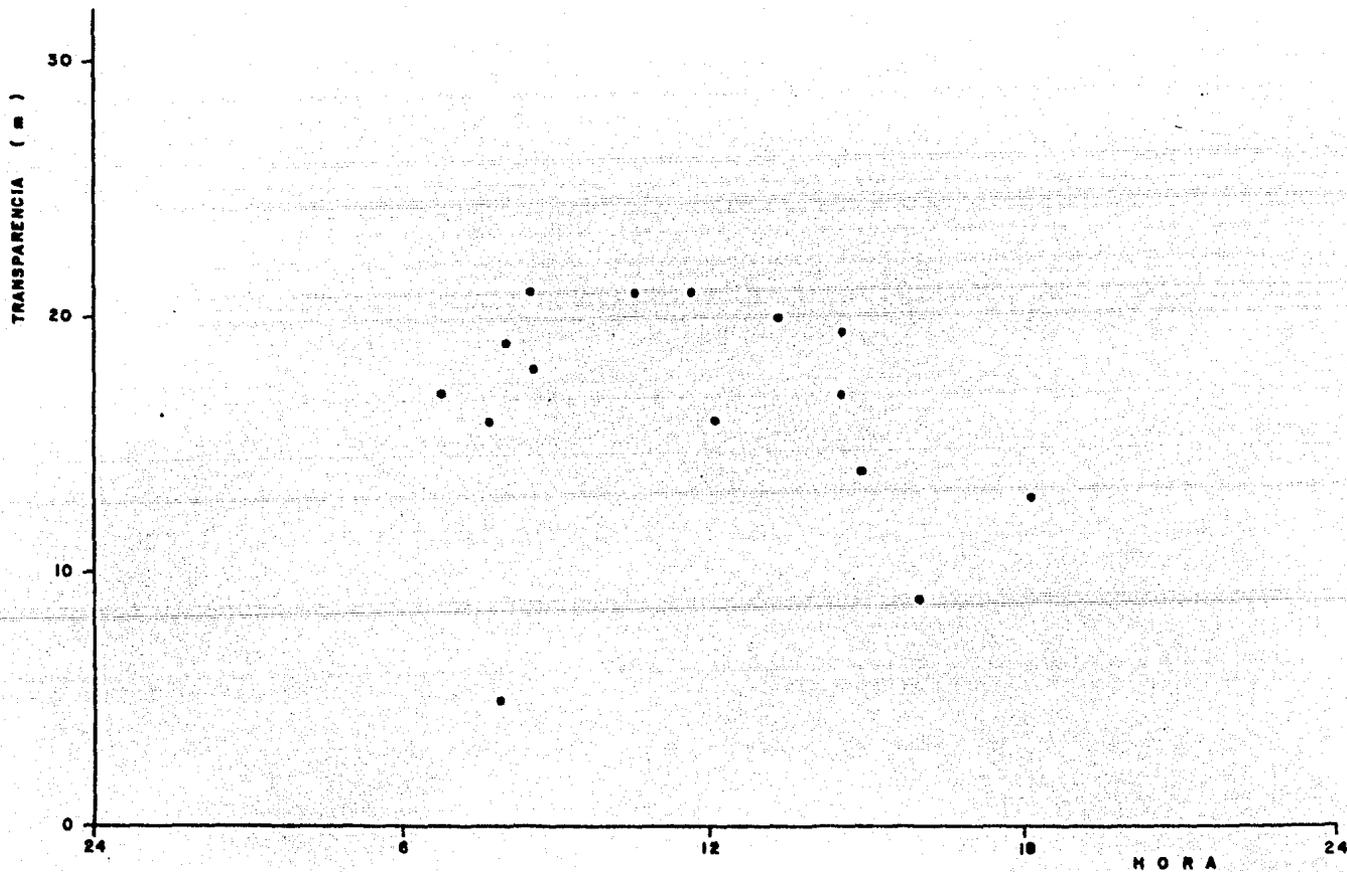


Fig. 16.- Transparencia vs. Hora de muestreo.

