

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

"VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA COMPOSICION BIOQUIMICA DEL  
MATERIAL ORGANICO PARTICULADO Y DE LOS EUFAUSIDOS, EN  
RELACION CON LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DEL GOLFO DE  
TEHUANTEPEC DURANTE ENERO DE 1989."

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
O C E A N O L O G O  
PRESENTA:  
MARCO ANTONIO GUERRERO RUIZ

ENSENADA, B.C., MARZO DE 1991.

## RESUMEN

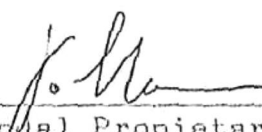
Durante la campaña oceanográfica Tehuanos II, que se llevó a cabo en el Golfo de Tehuantepec en enero de 1989, se obtuvieron muestras de eufáusidos y de material particulado con el objeto de estudiar las relaciones entre la composición bioquímica de los primeros y del alimento a su disposición, y de relacionar las variaciones encontradas con las condiciones oceanográficas en el área de estudio. Para la materia particulada se observó que las estaciones geográficas bajo la influencia de los fuertes vientos tuvieron, en general, una mayor cantidad de proteínas particuladas, indicando una biomasa fitoplanctónica más importante. El mayor porcentaje de proteínas particuladas no correspondió, en forma general, a las estaciones con mayor cantidad de éstas sino a aquellas en donde se observaron las menores cantidades, indicando poblaciones en diferente estado de crecimiento. Los valores de lípidos se mantuvieron moderadamente uniformes en todo el golfo sin presentar alguna tendencia clara. Los carbohidratos particulados presentaron un comportamiento similar al de las proteínas. Por lo que respecta a la composición bioquímica de los eufáusidos, se observó que los organismos con mayores contenidos proteicos se encontraron en las regiones costeras y las que están bajo la influencia de los vientos, disminuyendo al alejarse de la costa. Por otro lado el contenido lipídico de los eufáusidos no mostró algún patrón claro. Para el caso de los carbohidratos se observaron los mayores contenidos en los organismos de las regiones costeras del golfo, y los menores en los organismos de la región central. Las diferencias observadas en la composición bioquímica de las muestras, en los tres sectores previamente definidos del Golfo de Tehuantepec (oeste, central y este), no resultaron estadísticamente significativas, lo cual es probablemente debido a la gran variabilidad de los resultados. Señalada como uno de los factores causantes de la variabilidad bioquímica en el zooplancton, la fuente de alimento para los eufáusidos reflejó en cierto grado dicha variabilidad. La utilización de las proteínas como sustrato metabólico por parte de los eufáusidos está influenciada por la cantidad de materia particulada.

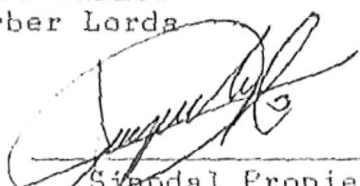
" VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA COMPOSICION BIOQUIMICA DEL MATERIAL ORGANICO PARTICULADO Y DE LOS EUFAUSIDOS, EN RELACION CON LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE ENERO DE 1989."


T E S I S  
QUE PRESENTA:  
MARCO ANTONIO GUERRERO RUIZ


Aprobada por:

  
Presidente del Jurado  
Dr. Jaime Farber Lorda

  
Sinodal Propietario  
Dr. Domenico Voltolina Lobina

  
Sinodal Propietario  
Dr. José Edgar Arroyo Ortega

  
Sinodal Suplente  
M.C. Héctor Bustos Serrano

  
Sinodal Suplente  
M.C. Eduardo Santamaría del Ángel

## D E D I C A T O R I A

Cuando emprendemos algo importante en nuestras vidas no sólo pensamos en el éxito de nosotros mismos sino en el de todas las personas que queremos y, que de alguna manera, forman parte de nosotros. Por eso quiero dedicar este trabajo...

A mis padres, por todo lo que significan para mí, por el ejemplo de tenacidad que me han dado y, sobre todo, por el amor que me han brindado.

A mis hermanos y hermanas, porque a pesar de la distancia siempre sentí su apoyo para salir adelante.

A todos mis familiares y amigos, que siempre tuvieron bonitos detalles que me animaron a seguir adelante.

A mi "pueblo", porque como dice una canción: "pueblo donde se nace, es como el primer beso, no se puede olvidar".

Y a tí Vero, que has estado conmigo estos últimos años y me has brindado palabras de ánimo, porque sin tu compañía y amor lo hoy terminado hubiera sido más difícil de llevar.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Las metas que alcanzamos en nuestra vida no son logros de los que nosotros somos los únicos artífices, sino de una serie de personas que nos tienden la mano a lo largo de todo el camino. Por eso, quiero agradecer sinceramente...

Al Dr. Jaime Farber Lorda, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo, por la acertada dirección del mismo y todas las facilidades prestadas durante todo este tiempo.

Al Dr. Domenico Voltolina, por todas las observaciones hechas para mejorar este trabajo, sobre todo en lo referente a la redacción del mismo.

Al Oc. Edgar Arroyo, al M.C. Eduardo Santamaría y al M.C. Héctor Bustos, por todas las sugerencias hechas para mejorar este trabajo.

A nuestra escuela, la Facultad de Ciencias Marinas representada por su plantel administrativo y docente, por todas las enseñanzas que me transmitieron.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.) por haberme permitido utilizar instalaciones y equipo para realizar este trabajo, especialmente a los Departamentos de Acuacultura y Ecología Pesquera.

A la familia Ruiz Ayala, especialmente a mi tío Luis y mi tía Socorro, porque han sido como mis padres, a los cuales acudí cuando se presentaron algunos obstáculos. Muchas gracias!

A la familia que nos tendió la mano y que nos trató como a una parte de ella misma, la familia García, especialmente a Doña Josefina y Doña Luisa.

A todos los amigos que conocimos al llegar a esta tierra y con los cuales compartimos el mismo ideal: llegar a ser Oceanólogos. Especialmente a aquellos con los que compartimos casa y sustento y con los cuales siempre sentiremos un afecto como de hermanos.

Y sobre todo, GRACIAS A DIOS.

# I N D I C E

	Página
Resumen	I
Página de aprobación	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Indice	V
Lista de Tablas	VII
Lista de Figuras	VIII
Lista de Apéndices	XI
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	7
2. MATERIALES Y METODOS	
2.1. Descripción del área de estudio	8
2.2. Muestreos	12
2.2.1. Variables hidrológicas	13
2.2.2. Material orgánico particulado	13
2.2.3. Eufáusidos	14
2.3. Análisis Bioquímicos	14
2.3.1. Material orgánico particulado	14
2.3.2. Eufáusidos	17
2.4. Análisis de datos	20
2.4.1. Datos hidrológicos	20
2.4.2. Datos bioquímicos	20
2.4.3. Análisis estadísticos	21
3. RESULTADOS	
3.1. Parámetros hidrológicos	22
3.1.1. Temperatura y Salinidad	22
3.1.2. Sigma t	26
3.2. Composición bioquímica del material orgánico particulado	26
3.2.1. Proteínas	30
3.2.2. Lípidos	37
3.2.3. Carbohidratos	40
3.2.4. Materia orgánica particulada total	45
3.2.5. Proporción carbohidratos:proteínas	49

	Página
3.3. Composición bioquímica de los eufáusidos	49
3.3.1. Proteínas	58
3.3.2. Lípidos	59
3.3.3. Carbohidratos	63
3.4. Materia particulada total-Composición bioquímica de eufáusidos	67
3.5. Abundancia total de eufáusidos y Biomasa zooplanctónica total	67
3.6. Análisis estadístico	74
4. DISCUSIONES	76
5. CONCLUSIONES	89
6. BIBLIOGRAFIA	92
APENDICES	104

## LISTA DE TABLAS

	Página
I. Ensayos para la extracción de proteínas en los eufáusidos.	18
II. Composición bioquímica de la materia orgánica particulada del Golfo de Tehuantepec, en cantidades totales ( $\mu\text{g/L}$ ).	28
III. Composición bioquímica de la materia orgánica particulada del Golfo de Tehuantepec, en porcentaje.	31
IV. Proporción carbohidratos:proteínas del material orgánico particulado	51
V. Composición bioquímica de los Eufáusidos del Golfo de Tehuantepec (porcentaje de peso seco).	54
VI. Abundancia total de Eufáusidos y biomasa zooplanctónica total del Golfo de Tehuantepec.	70
VII. Valores de H calc para la prueba de Kruskall-Wallis.	75

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Localización del área de estudio.	9
2. Lagunas costeras del Istmo de Tehuantepec y plan de estaciones de la campaña Tehuanos II.	11
3. Distribución espacial de la temperatura a 15 m de profundidad.	23
4. Distribución espacial de la salinidad a 15 m de profundidad.	23
5. Diagrama T-S de las estaciones de la campaña Tehuanos II.	25
6. Regiones hidrológicas del Golfo de Tehuantepec, definidas en base a la relación T-S.	25
7. Distribución espacial de sigma t a 15 m de profundidad.	27
8a. Distribución espacial de la cantidad de proteínas particuladas	33
8b. Distribución espacial del porcentaje de proteínas del material orgánico particulado	33
9. Perfiles de las proteínas particuladas en los transectos latitudinales, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	35
10. Perfil de las proteínas particuladas en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	36
11a. Distribución espacial de la cantidad de lípidos particulado.	38
11b. Distribución espacial del porcentaje de lípidos del material orgánico particulado.	38
12. Perfiles de los lípidos particulados en los transectos latitudinales, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	39

	Página
13. Perfil de los lípidos particulado en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	41
14a. Distribución espacial de la cantidad de carbohidratos particulados	42
14b. Distribución espacial del porcentaje de carbohidratos del material orgánico particulado.	42
15. Perfiles de los carbohidratos particulados en los transectos latitudinales, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	44
16. Perfil de los carbohidratos particulados en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales, (b) en porcentaje del material particulado.	46
17. Distribución espacial de la cantidad de materia orgánica particulada total.	47
18. Perfiles del total de materia orgánica particulada en los transectos latitudinales.	48
19. Perfil del total de materia orgánica particulada en el transecto longitudinal.	50
20. Distribución espacial de la proporción de carbohidratos:proteínas en el material orgánico particulado.	53
21. Distribución espacial del porcentaje de proteínas en los eufásidos.	57
22. Perfiles del porcentaje de proteínas en los eufásidos de los transectos latitudinales.	58
23. Perfil del porcentaje de proteínas en los eufásidos del transecto longitudinal.	60
24. Distribución espacial del porcentaje de lípidos en los eufásidos.	61
25. Perfiles del porcentaje de lípidos en los eufásidos de los transectos latitudinales.	62
26. Perfil del porcentaje de lípidos en los eufásidos del transecto longitudinal.	64

	Página
27. Distribución espacial del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos.	65
28. Perfiles del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos de los transectos latitudinales.	66
29. Perfil del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos del transecto longitudinal.	68
30. Perfiles del total de material particulado y del porcentaje de proteínas y lípidos de los eufáusidos, (a) en algunos transecto latitudinales, (b) en el transecto longitudinal.	69
31. Distribución espacial de la cantidad de eufáusidos totales.	73
32. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica total.	73

## LISTA DE APENDICES

	Página
I. Datos de temperatura y salinidad registrados con CTD, durante enero de 1989, en el Golfo de Tehuantepec, y valores de sigma t calculados en base a los datos de temperatura y salinidad.	105
II. Coeficientes de correlación entre los componentes bioquímicos del materia orgánico particulado y de los eufáusidos.	108

## 1. INTRODUCCION

El ecosistema marino está caracterizado por cadenas o redes tróficas, dentro de las cuales cada nivel tiene un número de especies con características alimenticias comunes (Cushing, 1975). Las adaptaciones de los organismos a las diferentes condiciones tróficas resultantes de los cambios físicos y químicos en el medio, causan alteraciones en la composición bioquímica de los mismos, cuyo estudio permite conocer los flujos de materia y energía entre los diferentes niveles tróficos. En el plancton, esto lo han comprobado Mayzaud (1980), Mayzaud y Martin (1975) y Mayzaud *et al.* (1985) entre otros.

La materia orgánica particulada, cuyo principal componente es el fitoplancton (Riley, 1970), es importante en las cadenas alimenticias marinas como una fuente potencial de alimento para los productores secundarios y/o terciarios (Tanohue, 1985). El análisis de su composición bioquímica puede proporcionar información sobre su valor nutricional; sin embargo, ésta presenta cambios cualitativos y cuantitativos tanto en el espacio como en el tiempo (Mayzaud *et al.*, 1984).

La mayoría de los trabajos que tratan sobre la composición bioquímica del fitoplancton se refieren a cultivos (Myklestad, 1977; Myklestad y Haug, 1972;

Myklestad *et al.*, 1972; Sakshaug y Holm-Hansen, 1977; Goldman y Mann, 1980; Fabregas *et al.*, 1985; Whyte, 1987; López-Eliás, 1990), más que a investigaciones sobre la composición bioquímica de las complejas comunidades del medio marino (Haug *et al.*, 1973; Mayzaud y Taguchi, 1979; Mayzaud *et al.*, 1984, 1985; De la Bigne, 1985; Lohrenz *et al.*, 1987). Hay que mencionar que la mayoría de tales trabajos en cultivos se han hecho tratando de mantener algunas condiciones lo más cercanas posible a las naturales, por lo que los resultados obtenidos en estos trabajos pueden ser aplicables, hasta cierto punto, a las poblaciones naturales.

Desde sus inicios, los estudios sobre la composición bioquímica del zooplancton se han concentrado sobre los lípidos debido a su importancia como reserva energética y por ser la fracción más variable. Por tal razón los estudios sobre las proteínas y los carbohidratos son más escasos e incompletos (Raymont, 1983). Desde los estudios realizados por Conover y Corner (1968), Ikeda (1974) y Mayzaud (1980), entre otros, se ha señalado la importancia de investigar cada especie singularmente, analizando todas las fracciones bioquímicas mayores, ya que el análisis de un solo constituyente puede dar una representación equivocada de una situación (Raymont *et al.*, 1969). Por

otro lado, un análisis bioquímico completo podría permitir observar la presencia de relaciones entre los componentes bioquímicos y los factores que determinan sus variaciones.

Las proteínas, como moléculas esenciales presentes en las células, juegan varios papeles importantes, regulando el metabolismo (enzimas), proporcionando soporte estructural, actuando como precursores y constituyendo los productos finales de la actividad anabólica (Lehninger, 1980; Clayton *et al.*, 1988). Desde los primeros estudios (Nakai, 1955) se ha reconocido que, excepto cuando el plancton almacena grandes cantidades de lípidos o de carbohidratos, las proteínas son el componente orgánico principal, independientemente de las especies.

Por otro lado, el contenido de lípidos en el plancton es muy variable, pero dado que su contenido calórico es más del doble que el de carbohidratos o proteínas, su síntesis es la forma más eficiente de almacenar energía (Mayzaud y Martin, 1975). En el fitoplancton son generalmente un componente orgánico menor, mientras que en el zooplancton son muy variables.

Los carbohidratos son la fracción orgánica de menor proporción en el zooplancton (<5 % de peso seco), mientras que el fitoplancton está caracterizado por altas concentraciones de estos compuestos (Mayzaud y Martin, 1975).

Las causas que provocan las variaciones observadas en la composición bioquímica dentro de una especie planctónica pueden ser muy diferentes. Existen tanto factores físicos, como la temperatura (Ferguson y Raymont, 1974), químicos como la salinidad y las concentraciones de nutrientes (Fabregas *et al.*, 1985; Borowitzka y Borowitzka, 1986) y biológicos como las diferentes fases de desarrollo en el fitoplancton (Haug *et al.*, 1973; Mykkestad, 1977; Mykkestad *et al.*, 1972; Whyte, 1987, López-Elías, 1990) y para el zooplancton, la disponibilidad de alimento (Raymont y Conover, 1961; Mayzaud *et al.*, 1985).

La composición bioquímica de los eupáusidos ha sido mejor conocida desde los datos proporcionados por Mauchline y Fisher (1969), y es quizás la más estudiada a causa del interés suscitado por el abundante krill del Antártico, *Euphausia superba*, como una fuente potencial de alimento para los animales domésticos e inclusive para el hombre (Raymont *et al.*, 1971; Ferguson y Raymont, 1974; Clarke, 1980; Amsler y George, 1985; Mayzaud *et al.*, 1985; Farber-Lorda, 1986).

Aunque en el pasado la atención se enfocaba en la importancia de los eupáusidos de altas latitudes debido a su papel como alimento de las ballenas, en las últimas décadas se ha demostrado que en los mares tropicales estos

organismos pueden jugar un papel importante en las cadenas tróficas, principalmente con respecto a peces oceánicos como el atún (Raymont, 1983).

La forma de asociación de los eufáusidos, así como sus migraciones verticales y horizontales, están influenciadas por la distribución de la fuente de alimento (materia orgánica particulada), lo cual permite su mejor aprovechamiento. Por esta razón, definir en el campo a la fuente de alimento es difícil, debido a las diferencias espaciales y temporales entre la localización de los eufáusidos al tiempo de la captura y de la fracción particulada de la cual se habían estado alimentando (Mayzaud *et al.*, 1985).

En aguas tropicales casi no existen estudios acerca de la composición bioquímica del plancton, y menos aún estudios que se hayan llevado a cabo, en base a los componentes bioquímicos, sobre las relaciones entre los productores primarios y secundarios o terciarios.

La hidrología del Golfo de Tehuantepec ha sido estudiada por Roden (1961) y Blackburn (1962a, 1962b), y más recientemente por McCreary *et al.* (1989). Estos autores encontraron que los vientos Tehuantepequeros tienen una gran influencia en la zona, originando surgencias costeras.

Se tiene conocimiento de algunos trabajos llevados a cabo por la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.), sobre todo en aspectos biológicos de algunas especies. Más recientemente, Zapatero-Medinilla (1990) reportó la distribución y abundancia de los eufáusidos durante la época de vientos Tehuantepequeros, encontrando que la especie dominante en el golfo durante esta época fue *Euphausia lamelligera*, con más del 90 % del total de eufáusidos. Las muestras utilizadas en este trabajo se obtuvieron en el mismo crucero, y sirven para complementar dicho estudio.

Debido a la importancia que tiene el Golfo de Tehuantepec para importantes pesquerías regionales como la del camarón y la del atún entre otras, y a que es una provincia poco estudiada, es necesario este tipo de estudios para crear información básica en el conocimiento de las cadenas tróficas del golfo y para un mejor aprovechamiento del ecosistema de Tehuantepec.

### 1.1. OBJETIVO

Este trabajo tiene como objetivo describir las variaciones espaciales de los componentes bioquímicos de la materia orgánica particulada y de los eufáusidos, e intentar de relacionarlos con las condiciones hidrológicas prevalecientes en el Golfo de Tehuantepec durante la época de vientos Tehuantepequeros.

Para alcanzar dicho objetivo analizaremos:

a) algunas características hidrológicas del área de estudio

b) la composición bioquímica del alimento potencial de los eufáusidos (material orgánico particulado)

c) la composición bioquímica de los eufáusidos mismos.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Descripción del área de estudio

El Golfo de Tehuantepec está localizado entre  $92^{\circ}09'$  y  $98^{\circ}40'$  de longitud oeste y entre  $14^{\circ}50'$  y  $16^{\circ}00'$  de latitud norte, frente a las costas de los estados mexicanos de Oaxaca y Chiapas, constituyendo una región oceanográfica dentro de la zona económica exclusiva de México. Es una gran ensenada que se extiende entre Puerto Angel y la Barra del Río Suchiate sobre la costa del Pacífico Mexicano, la cual forma el límite sur del Istmo de Tehuantepec en el sureste de México. Es la región geográfica más meridional de la costa del Pacífico Mexicano, la última antes de alcanzar las costas de Guatemala.

La cabeza del Golfo está a sólo 190 km de la costa meridional del Golfo de México. Sobre este estrecho istmo, la cadena montañosa del continente americano tiene su altura más baja en el Paso de Chivela que está a 245 m sobre el nivel del mar (Blackburn, 1962a) (Fig.1).

Prácticamente no existe plataforma continental en la parte oeste del Golfo (al oeste del meridiano  $96^{\circ}$ ) pero una gran porción de la parte noreste tiene una profundidad menor de 360 metros.

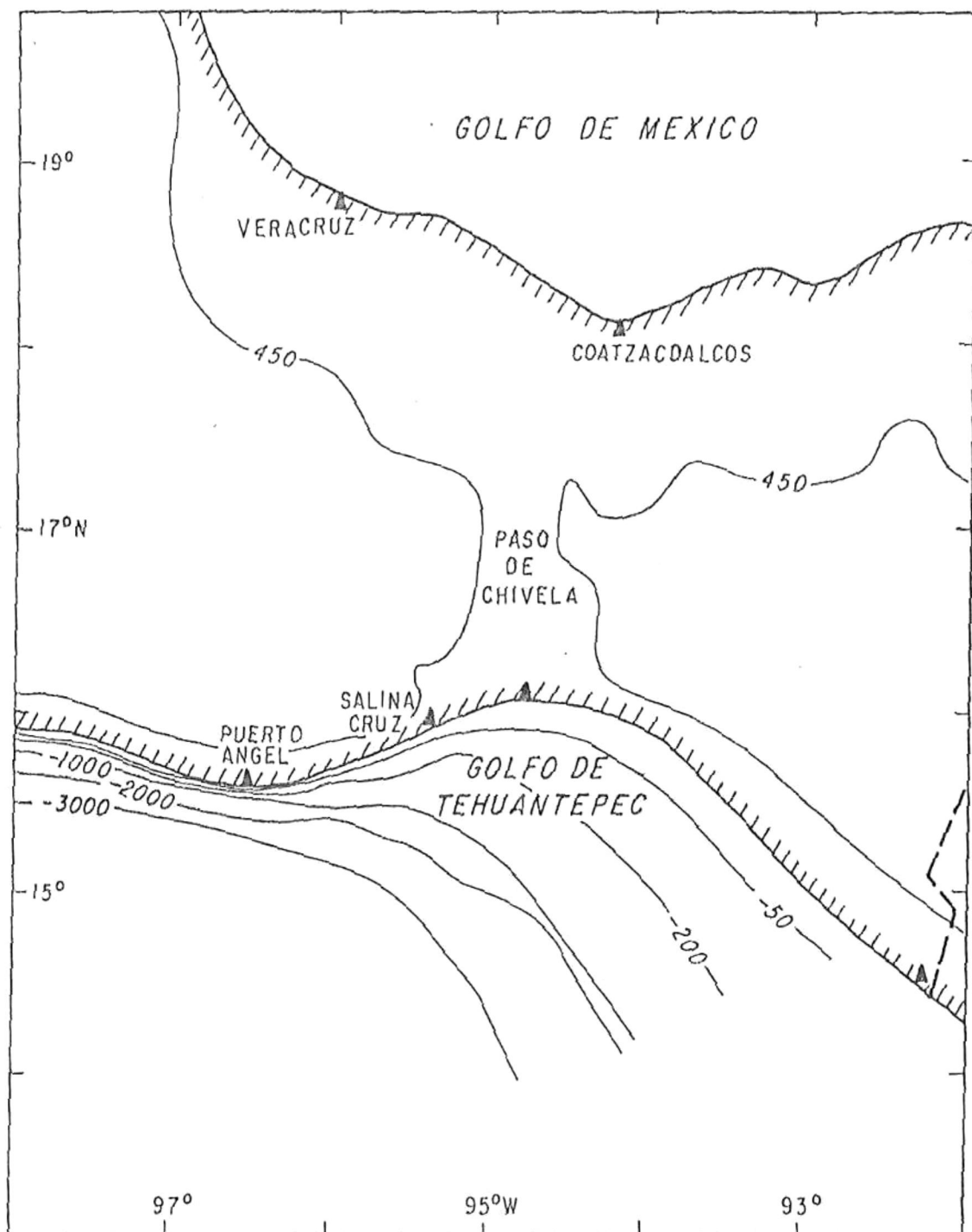


Figura 1. Localización del área de estudio. Se muestra la topografía general del Istmo y del Golfo de Tehuantepec, en metros (tomado de Blackburn, 1962a; complementado de Zapatero-Medinilla, 1990).

Sobre el litoral del Istmo de Tehuantepec se encuentran las siguientes lagunas costeras: Superior o Dicsahuanot, Inferior o Deucquiallat, Tileme, Oriental y la laguna llamada Mar Muerto. Existen pequeñas bahías en Salina Cruz, Puerto Angel y Huatulco (García de Miranda y Falcón de Gyves, 1984) (Fig.2).

Durante el invierno, el Golfo de México, el Golfo de Tehuantepec y las aguas costeras de Costa Rica se encuentran bajo la influencia de los vientos del norte que ocurren como un resultado de la extensión, hacia el sur en el Golfo de México, de fuertes anticiclones que llegan desde las llanuras centrales del noreste de los Estados Unidos (Roden, 1961). Estos vientos del norte tienen más fuerza y frecuencia durante el período de noviembre a febrero (McCreary *et al.*, 1989; Roden, 1961), aunque las condiciones favorables para su desarrollo pueden ocurrir desde octubre hasta abril (Blackburn, 1982a).

Los vientos septentrionales de los meses fríos que ocurren en el Golfo de Tehuantepec son conocidos como Tehuantepequeros (Roden, 1961). El Tehuantepequero es, frecuentemente, un viento de mayor fuerza que el viento del norte del Golfo de México del cual se alimenta. Su causa es un fuerte flujo de aire anticiclónico a través del relativamente angosto Paso de Chivela, el cual surge sobre el talud del Pacífico, de donde fluye violentamente a lo

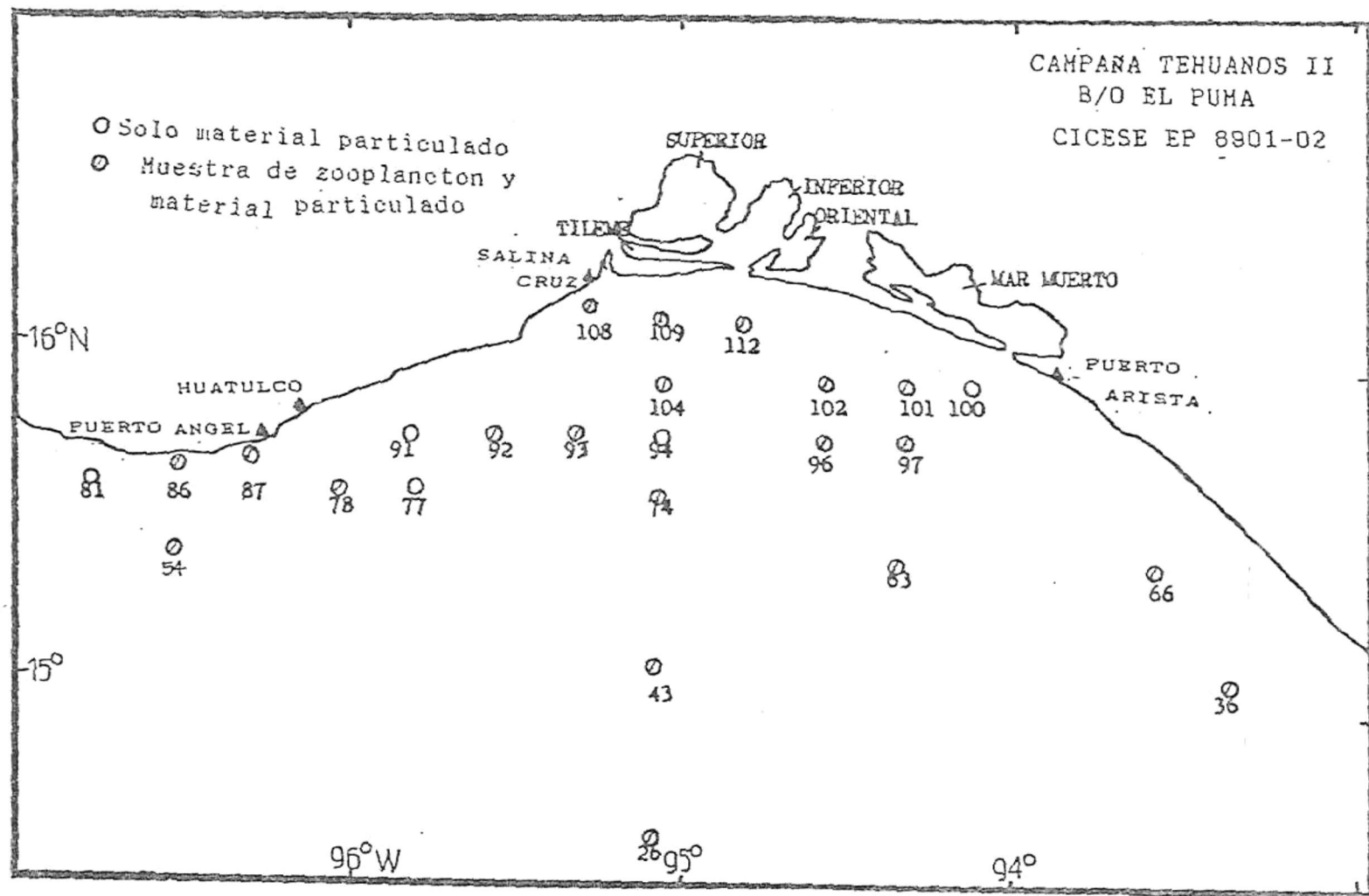


Figura 2. Lagunas costeras del litoral del Istmo de Tehuantepec (tomado de Garcia de Miranda y Falcón de Gyves, 1984); y plan de estaciones de la campaña Tehuanos II.

largo del Golfo de Tehuantepec y, frecuentemente, se extiende por el golfo entero continuándose hacia el suroeste, mar adentro.

En el período de octubre a febrero el agua superficial del golfo es varios grados más fría que en las partes del océano inmediatamente adyacentes. El área de agua más fría se extiende sobre 640 km<sup>2</sup>, aproximadamente, en una dirección sur-suroeste de la cabeza del golfo, en donde existe agua superficial más fría en la mitad oeste que en la mitad este (Blackburn, 1982a).

## 2.2. Muestreos

Los muestreos de material orgánico particulado y de eufáusidos que fueron utilizados para los análisis de composición bioquímica, así como los de los parámetros hidrológicos, fueron realizados a bordo del *B/O EL PUHA* de la U.N.A.M. durante la campaña Tehuanos II, llevada a cabo por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.), durante enero y febrero de 1989 en el Golfo de Tehuantepec.

Se colectó material orgánico particulado en 25 estaciones dentro del golfo, y sólo en 20 de ellas se colectaron eufáusidos (Fig.2).

### 2.2.1. Variables hidrológicas

Los datos de temperatura y salinidad fueron medidos y registrados usando un CTD modelo *Bissett-Berman*, y fueron proporcionados por el Departamento de Oceanografía Física del C.I.C.E.S.E.

### 2.2.2. Material Orgánico Particulado

Las muestras de material orgánico particulado se obtuvieron con dos botellas *Niskin* de 7 L, a una profundidad de 15 m. Todas las muestras de agua fueron prefiltradas a través de una malla de 200  $\mu\text{m}$  para eliminar zooplanctones, y posteriormente filtradas a través de filtros de fibra de vidrio (*Whatman GF/F* de 4.7 cm), previamente puestos en una mufla a 450°C por 6 hr. En total, se realizaron nueve filtraciones por estación, tres para cada componente bioquímico (proteínas, lípidos y carbohidratos). Para las proteínas y los carbohidratos se filtró un litro de agua de mar, y para los lípidos se filtraron dos litros. Una vez obtenidos los filtros de material particulado, estos fueron congelados y almacenados a -20°C hasta su análisis posterior.

### 2.2.3. Eufáusidos

Los eufáusidos fueron separados de las muestras colectadas con red *Bongo*, haciendo arrastres oblicuos desde los 200 m, o desde donde la profundidad lo permitía, hasta la superficie.

Los eufáusidos fueron rápida y cuidadosamente colectados e introducidos dentro de tubos *NUNC* para congelación, siguiéndose el mismo procedimiento de preservación que con los filtros de material particulado.

Las muestras de eufáusidos, una vez en el laboratorio, fueron liofilizadas en un liofilizador *LABCONCO* modelo 18 durante 24 hr.

## 2.3. Análisis Bioquímicos

### 2.3.1. Material Orgánico Particulado

#### a) Proteínas

Las proteínas fueron extraídas de acuerdo a Farber-Lorda (1986), homogenizando cada filtro con 1 mL de NaOH 0.1 N y calentando por 30 minutos a 70°C. La determinación se hizo mediante el método de Lowry *et al.* (1954), modificado por Malara y Charra (1972a), como sigue: después de extraídas las proteínas se agregan 5 mL de la mezcla de carbonato:sulfato:tartrato, agitando

vigorosamente y dejando reposar después por 10 minutos. Pasado este tiempo se agregan 0.5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu agitando vigorosamente para después dejar reposar 90 minutos. Una vez pasado este tiempo la muestra es centrifugada por 15 minutos a 4000 rpm y se mide la absorbancia del sobrenadante a 700 nm. El instrumento empleado para este estudio fue un espectrofotómetro *BAUSCH & LOMB*, modelo Spectronic 210 UV. La curva de calibración se preparó con un estándar de albúmina de res.

#### b) Lípidos

Los lípidos se extrajeron de acuerdo al método de Blight y Dyer (1959) modificado por Chiaverini (1972) como sigue: dada la baja concentración de lípidos, los tres filtros fueron homogenizados en una mezcla de cloroformo:metanol:agua desionizada (2:4:0.6) a baja temperatura mediante un baño de hielo. Una vez homogenizados se centrifuga por 15 minutos a 4000 rpm. El sobrenadante es separado y se le agregan 2 mL de cloroformo, seguido de 2 mL de agua desionizada, y se centrifuga nuevamente. La fase clorofórmica se separa de la acuosa para hacer sobre ella la determinación de los lípidos según el método semi-micro de Pande *et al.* (1963) agregando 3 mL de la solución de dicromato-ácido al 2 % y calentando en un baño maría a 100°C por 15 minutos. Pasado

este tiempo las muestras se enfrían y se agregan 5 mL de agua desionizada, agitando vigorosamente. Las lecturas se hacen al espectrofotómetro a 590 nm. La curva de calibración es preparada con tripalmitina como estándar.

### c) Carbohidratos

Los carbohidratos se determinaron mediante el método de Dubois *et al.* (1959) modificado por Malara y Charra (1972b): se homogeniza cada filtro con 1 mL de agua desionizada y se agrega 1 mL de solución de fenol al 5 %, agitando vigorosamente y dejando reposar después por 40 minutos. Pasado este tiempo se agregan 5 mL de ácido sulfúrico concentrado y se enfría en agua corriente por 10 minutos. Pasado este tiempo la absorbancia de la muestra se lee al espectrofotómetro, primero a 490 nm y después a 600 nm. Para la obtención de la absorbancia corregida se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Abs}_{\text{corr}} 490\text{nm} = [\text{Abs } 490 \text{ nm} \times 1000 - 1.5(\text{Abs } 600 \text{ nm} \times 1000 - 3)] / 1000$$

La curva de calibración se prepara con glucosa como estándar.

### 2.3.2. Eufúsidos

Los análisis bioquímicos de los eufúsidos básicamente fueron hechos en la misma forma que la explicada para la materia particulada, haciendo pequeñas modificaciones:

#### a) Proteínas

Para la extracción de proteínas se siguió también el método descrito por Farber-Lords (1986) ya que probó ser el mejor método de extracción de proteínas en contra de otros procedimientos empleados, como utilizando NaOH a diferentes concentraciones y temperaturas de extracción, o el método descrito por De la Bigne (1985) empleando dodecil sulfato de sodio, o lauril sulfato (SDS). Los resultados de estos ensayos se presentan en la Tabla I. Después de la extracción se agregan 9 mL de agua, se toma 1 mL de esta solución y se determinan las proteínas conforme a lo descrito para el material orgánico particulado.

#### b) Lípidos

Se siguió la misma metodología desarrollada para la materia orgánica particulada.

Tabla I. Ensayos para la extracción de proteínas en eufáusidos, con diferentes soluciones de extracción, a diferentes concentraciones y temperaturas. Las determinaciones fueron hechas en organismos de la misma colecta.

Solución de extracción	Concentración	Temperatura	Porcentaje de proteínas
NaOH	1 N	70°C	22.60
NaOH	0.1 N	70°C	44.53
SDS	3 %	Ambiente	7.69
SDS	3 %	70°C	25.81

c) Carbohidratos

Se determinaron de acuerdo a la misma metodología explicada que para la materia particulada.

d) Cenizas

Las cenizas se determinaron por diferencia de peso entre la muestra antes y después de incinerarla a 450°C por 12 hr.

e) Quitina

La quitina se determinó empleando el método descrito por Farber-Lorda (1986) como sigue: una muestra de peso conocido se extrae con NaOH al 6 % en un baño maría a 100°C por 6 horas. una vez pasado este tiempo se filtra la muestra a través de un filtro *Whatman* de fibra de vidrio (GF/F) de 25 mm previamente preparado (450°C por 6 horas) y pesado. El filtro se lava con ácido clorhídrico al 5 %, agua desionizada y acetona, en este orden; posteriormente se pone en una estufa a 70°C por 4 horas y, por último, se pesa. La diferencia de peso entre el filtro con muestra y el peso inicial es la cantidad de quitina en la muestra.

## 2.4. Análisis de datos

### 2.4.1. Datos hidrológicos

Con los datos de temperatura y salinidad registrados a 15 m, se trazaron la distribuciones de las isolíneas respectivas, y en base a la relación temperatura-salinidad de las estaciones se definieron hidrológicamente diferentes regiones en el golfo.

Para tratar de detectar zonas de posible separación o de mezcla de masas de agua se calcularon los valores de sigma t, en base a los datos de temperatura y salinidad (William *et al.*, 1973).

### 2.4.2. Datos bioquímicos

Para observar en el espacio los resultados de cada fracción bioquímica, tanto de la materia orgánica particulada como de los eufáusidos, se elaboraron los perfiles de cada componente en los diferentes transectos del golfo. Se realizaron sólo aquellos perfiles en donde el número de estaciones fue suficiente.

Se determinó la proporción de carbohidratos a proteínas para evaluar el estado fisiológico de las comunidades fitoplanctónicas.

### 2.4.3. Análisis estadístico

Esperando que las condiciones hidrológicas provocadas por los vientos causen variaciones en los constituyentes bioquímicos, tanto del material orgánico particulado como de los eufáusidos, se ha dividido al Golfo de Tehuantepec en tres regiones (oeste, central y este) tomando como base principalmente la abundancia de eufáusidos reportados por Zapatero-Medinilla (1990) durante la misma campaña oceanográfica, además de la circulación de las corrientes señaladas por investigadores (Roden, 1961; Blackburn, 1982a). La región central corresponde solamente al transecto situado frente al chorro de vientos (95°00'W) y a ambos lados de éste, las regiones oeste y este.

Con el objeto de encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los datos hidrológicos, bioquímicos, de abundancia de eufáusidos y de biomasa zooplanctónica en las diferentes regiones previamente definidas del golfo, se utilizó la prueba de análisis de varianza no paramétrico de una vía de Kruskal-Wallis, empleando un  $\alpha$  del 5 % (Zar, 1984).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Parámetros hidrológicos

##### 3.1.1. Temperatura y Salinidad

Con los datos de temperatura y salinidad registrados por CTD a 15 metros (Apéndice I) se construyeron las isotermas e isohalinas que se presentan en las Figuras 3 y 4, respectivamente. En el sector este se pudieron construir con detalle las isolíneas, gracias a que se proporcionaron los registros hidrográficos de todas las estaciones de este sector, mientras que en el sector oeste sólo se pudieron construir las isolíneas costeras debido a la falta de datos en las estaciones más alejadas de la costa.

En general la temperatura disminuye al aumentar la distancia de la costa, observándose un plegamiento de las isotermas menores de 25°C y mayores de 20°C en el sector este. La falta de datos en el sector oeste dificulta observar algún patrón, lo único que se puede apreciar es que en la región costera de este sector la temperatura es menor que en la del sector oeste.

Por lo que respecta a la salinidad, se observa que los registros más bajos corresponden a las estaciones costeras del sector este, donde es notoria una deformación de las

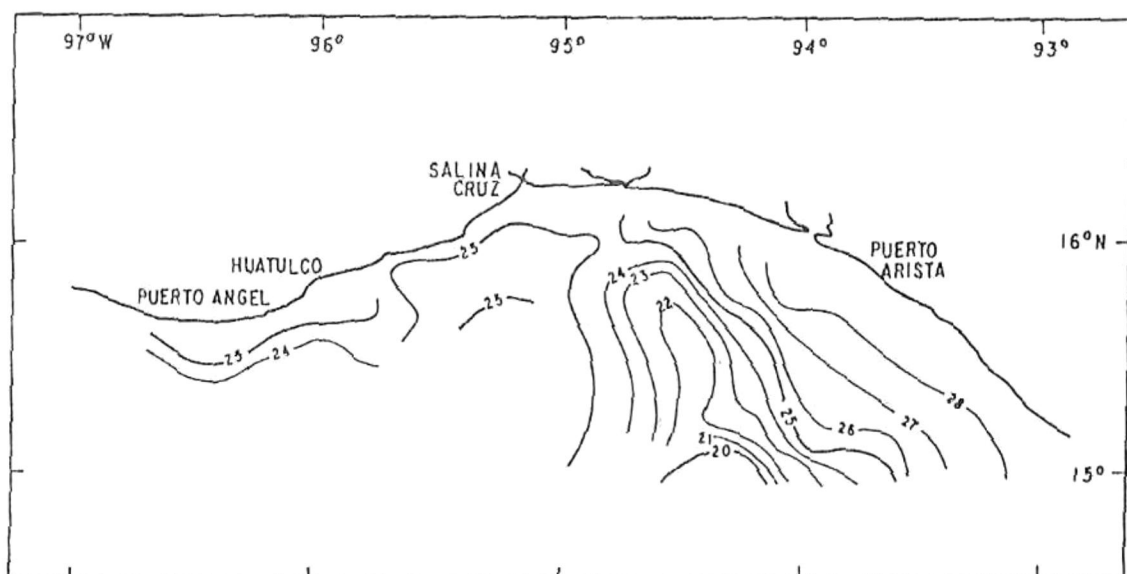


Figura 3. Distribución espacial de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 15 m de profundidad.

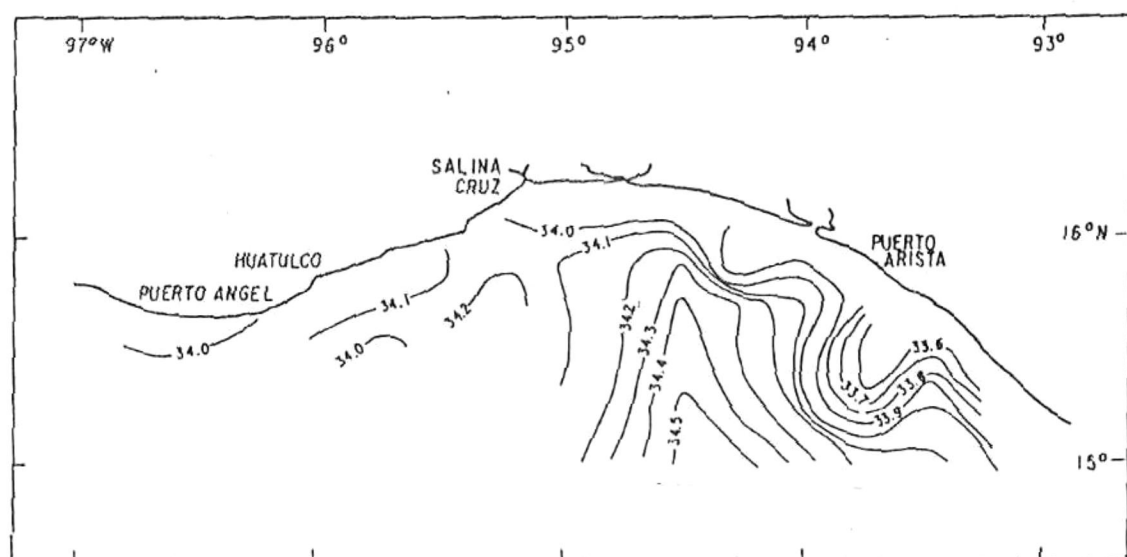


Figura 4. Distribución espacial de la salinidad ( $\text{‰}$ ) a 15 m de profundidad.

isohalinas, mientras que los más altos valores corresponden a las estaciones en donde se observó el plegamiento de las isotermas del sector este.

En el diagrama T-S (Figura 5), se observan cuatro grupos de estaciones definidos por dicha relación. El grupo I corresponde a las estaciones con los valores más bajos de temperatura y los más altos de salinidad; el grupo II presenta registros de temperatura y salinidad contrarios al anterior; el grupo III corresponde a las estaciones que registraron valores de temperatura y salinidad intermedios a los de los dos grupos anteriores; y por último el grupo IV muy similar al anterior pero con registros un poco más bajos de temperatura.

En la Figura 6 se presentan espacialmente los grupos del diagrama T-S. En dicha figura se observa que el grupo I corresponde al grupo de estaciones del sector este en donde se observó el plegamiento de las isolíneas; el 100 % de las estaciones dentro del grupo I del diagrama T-S están representadas dentro de la zona I de la Figura 6. El grupo II corresponde a las estaciones costeras del sector este del golfo estando representadas el 75 % de las estaciones en la relación T-S dentro de la zona correspondiente. El grupo III corresponde a las estaciones del transecto central y de una parte del sector oeste del golfo, siendo esta una área más extensa que las anteriores, estando

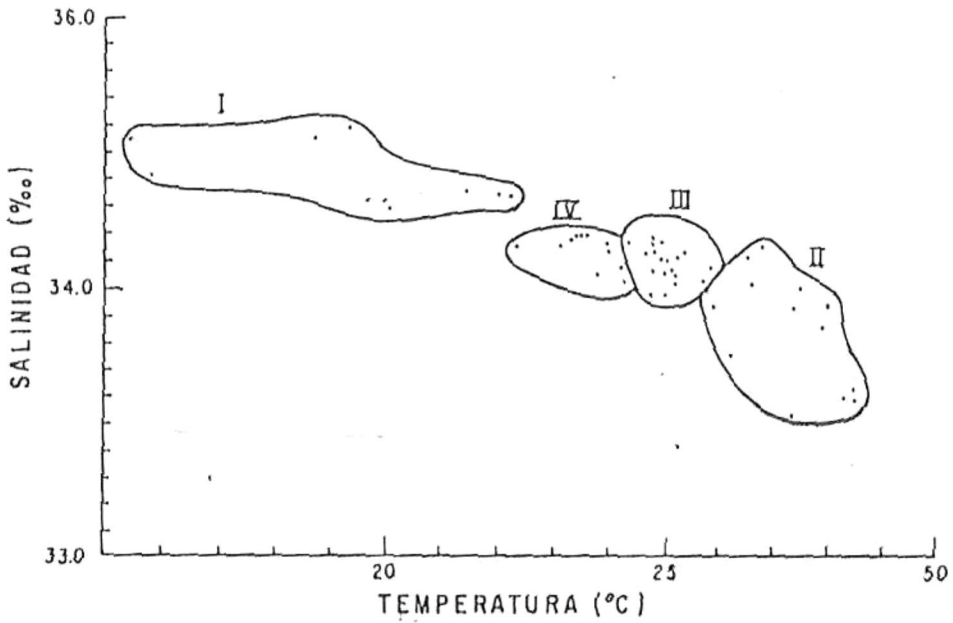


Figura 5. Diagrama T-S de las estaciones de la campaña Tehuanos II.

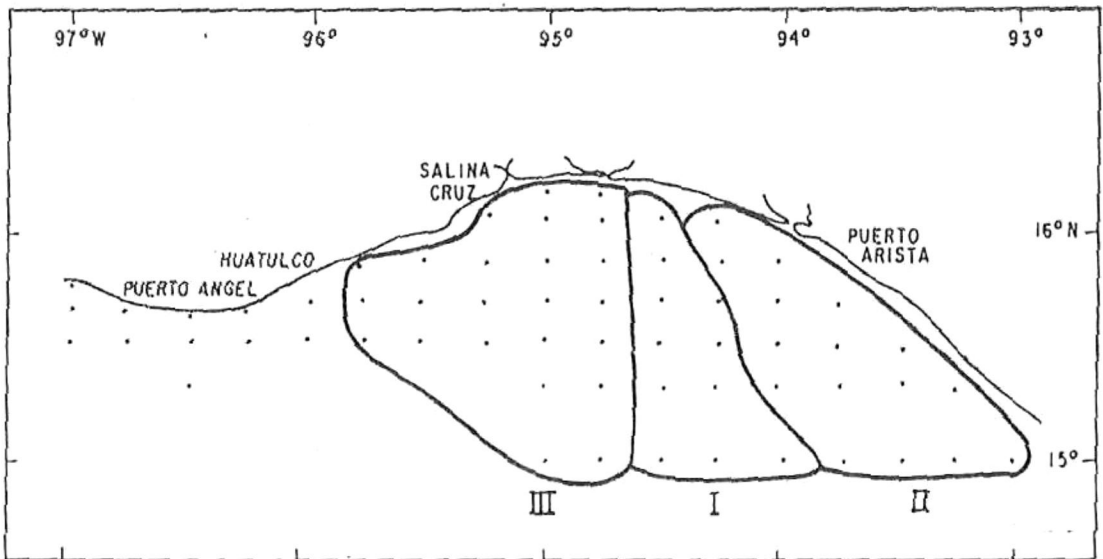


Figura 6. Regiones hidrológicas en el Golfo de Tehuantepec definidas en base al diagrama T-S.

presentes el 88.6 % de las estaciones dentro de la zona correspondiente del diagrama T-S. El grupo IV del diagrama T-S no se encuentra espacialmente representado por alguna región bien definida ya que en este grupo se encuentran estaciones repartidas por todo el golfo.

### 3.1.2. Sigma t

La región central y el sector oeste del golfo presentaron valores de sigma t muy constantes, mientras que en el sector este se observó que estos eran más variables y con los valores más bajos cerca de la costa (Fig. 7). Aparentemente existe la formación de un frente en la región este del golfo, en donde se observó el plegamiento de las isotermas.

## 3.2. Composición Bioquímica del Material Orgánico Particulado

La composición bioquímica del material orgánico particulado se presenta en la Tabla II, en donde también se presenta la media de cada componente bioquímico en las regiones previamente definidas. Se obtuvo el total de materia orgánica particulada sumando el contenido de cada

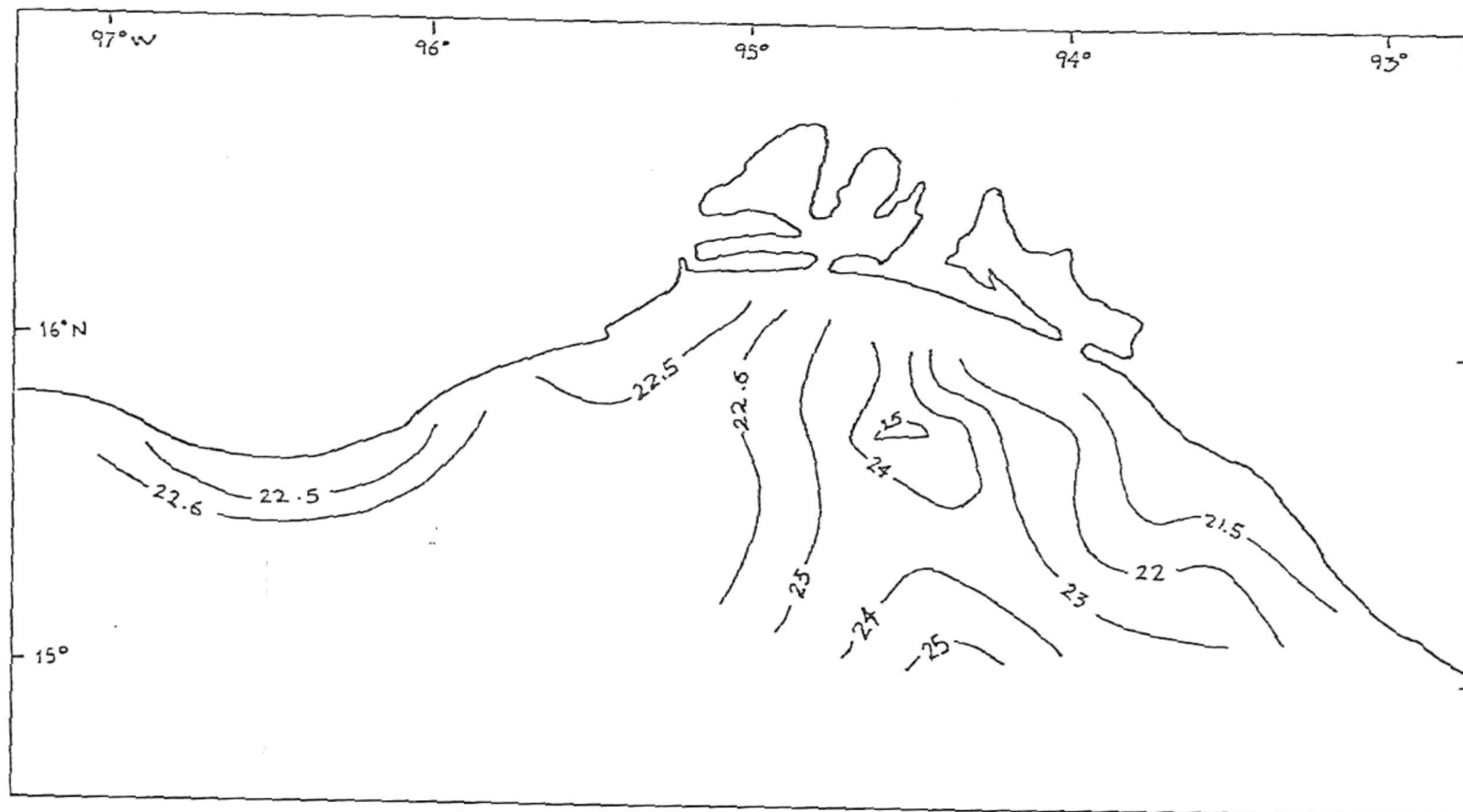


Figura 7. Distribución espacial de Sigma t, calculada en base a los valores de temperatura y salinidad.

Tabla II. Composición bioquímica de la materia orgánica particulada, en las tres regiones definidas del Golfo de Tehuantepec, en cantidades totales.

Región central

Estación	Proteínas ( $\mu\text{g/L}$ )	Lípidos ( $\mu\text{g/L}$ )	Carbohid. ( $\mu\text{g/L}$ )	Mat. Org. Total ( $\mu\text{g/L}$ )
26	120.29 $\pm$ 6.48	43.05	19.57 $\pm$ 0.74	182.88
43	87.52 $\pm$ 4.27	30.89	18.31 $\pm$ 0.42	136.73
74	66.72 $\pm$ 5.56	29.43	26.72 $\pm$ 5.92	122.87
94	130.21 $\pm$ 6.14	39.05	51.37 $\pm$ 1.38	220.63
104	58.37 $\pm$ 2.09	18.35	13.47 $\pm$ 1.20	90.19
109	82.01 $\pm$ 3.00	62.64	24.65 $\pm$ 5.84	169.30
Promedio	90.85 $\pm$ 28.78	37.23 $\pm$ 15.10	25.68 $\pm$ 13.43	153.76 $\pm$ 46.50

Región oeste

54	150.00 $\pm$ 6.78	-	27.04 $\pm$ 7.47	-
77	96.27	39.05	44.89 $\pm$ 5.52	180.21
78	41.41 $\pm$ 7.77	-	23.83 $\pm$ 2.28	-
81	76.48 $\pm$ 7.01	38.63	42.81 $\pm$ 1.13	157.92
86	114.89 $\pm$ 6.42	40.72	41.61 $\pm$ 6.94	197.22
87	99.48 $\pm$ 9.99	111.55	67.70 $\pm$ 9.70	278.73
91	106.54 $\pm$ 6.36	77.10	51.52 $\pm$ 9.86	235.16
92	70.57 $\pm$ 2.71	69.37	19.93 $\pm$ 1.34	158.87
93	100.50 $\pm$ 1.57	38.00	49.58 $\pm$ 4.71	188.08
108	64.53 $\pm$ 4.46	32.57	17.09 $\pm$ 3.60	114.19
Promedio	92.06 $\pm$ 30.29	55.87 $\pm$ 27.70	38.60 $\pm$ 16.20	188.79 $\pm$ 50.42

Tabla II. Continuación...  
Región este

36	82.52 ± 0.18	13.54	12.97 ± 2.35	109.03
63	94.34 ± 3.50	36.12	32.90 ± 2.67	163.27
66	41.41 ± 1.45	20.80	23.21 ± 3.83	85.48
96	64.28 ± 4.72	63.93	20.58 ± 2.27	148.79
97	92.41 ± 0.62	30.27	8.77 ± 0.17	131.45
100	74.55 ± 4.10	40.51	6.49 ± 0.83	121.55
101	69.80 ± 8.73	-	19.25 ± 3.66	-
102	51.05 ± 7.31	-	22.45 ± 4.36	-
112	192.87 ± 0.48	92.16	74.83 ± 9.86	359.86
Promedio	84.80 ± 44.16	42.48 ± 27.16	24.60 ± 40.4	159.90 ± 91.76
excluyendo 112	71.29 ± 18.70	34.20 ± 17.50	18.30 ± 8.60	126.50 ± 27.8

componente bioquímico por cada estación.

La Tabla III presenta el porcentaje de cada componente bioquímico, en base al total de materia particulada.

### 3.2.1. Proteínas

Las Figuras 8(a) y 8(b) presentan la distribución espacial de las proteínas totales y del porcentaje de proteínas del material particulado. En general las estaciones de los sectores oeste y central del golfo presentan cantidades más altas de proteínas particuladas (promedio mayor a 90  $\mu\text{g/L}$ ), mientras que las del sector este presentan cantidades más bajas (promedio de 71  $\mu\text{g/L}$ , cuando no se toma en cuenta la estación 112, que está bajo la influencia directa del complejo de lagunas del istmo).

La materia particulada con el menor porcentaje de proteínas (promedio menor a 50 %) fue la del sector oeste, mientras que en el transecto central y en el sector este se observan porcentajes mayores (promedio mayor a 59 %).

Puede observarse que aproximadamente el 70 % de las estaciones que presentan alta cantidad de proteínas y materia particulada con alto porcentaje de proteínas, siguen la isolínea de 25°C.

Tabla III. Composición bioquímica del material orgánico particulado, en porcentajes.

Región central

Estación	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Carbo. (%)
26	65.77	23.52	10.70
43	64.01	22.59	13.39
74	54.30	23.95	21.75
94	59.02	17.70	23.28
104	64.72	20.34	14.93
109	48.45	37.00	14.55
Promedio	59.37 ± 6.87	24.18 ± 6.69	16.43 ± 4.96

Región oeste

77	53.42	21.67	24.91
81	48.43	24.46	27.10
86	58.25	20.64	21.10
87	35.67	40.02	24.28
91	45.30	32.78	21.90
92	44.42	43.66	11.92
93	53.93	20.20	26.36
108	56.51	28.52	14.97
Promedio	49.42 ± 7.48	28.94 ± 9.04	21.56 ± 5.46

Tabla III. Continuación...

Región este

36	75.68	12.42	11.89
63	57.78	22.12	20.09
66	48.44	24.40	27.15
96	49.48	42.22	8.30
97	70.30	23.02	6.67
100	61.34	33.33	5.34
112	53.59	25.60	20.79
Promedio	59.51 ± 10.34	26.15 ± 9.37	14.31 ± 8.37

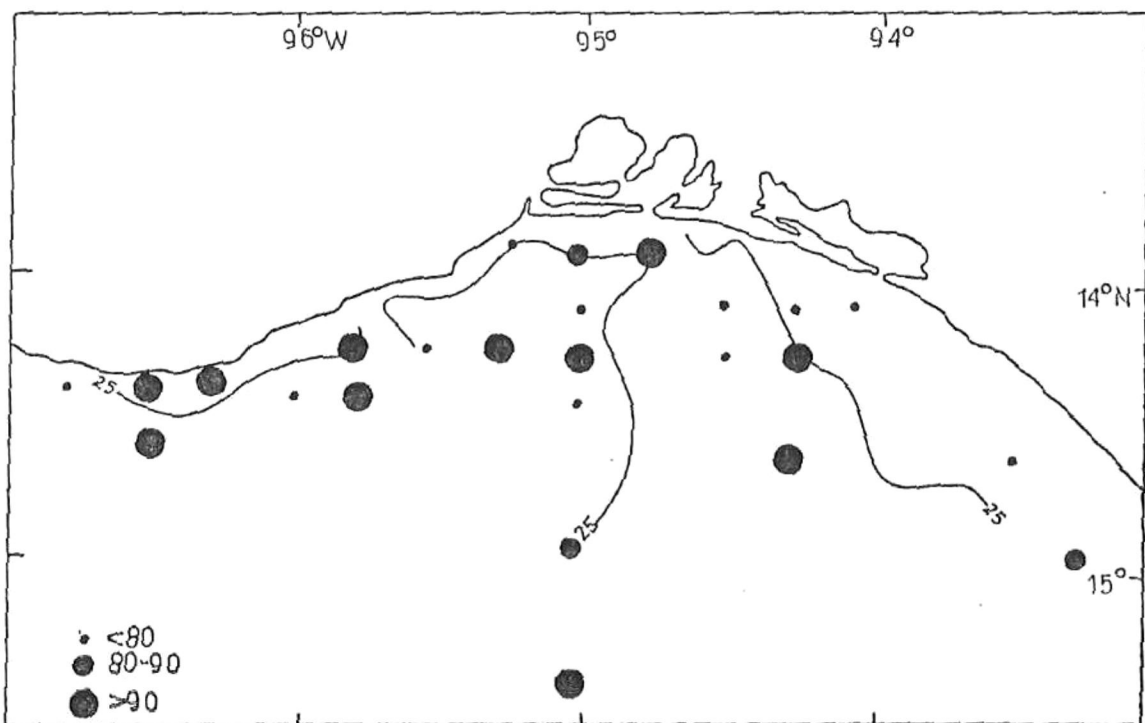


Figura 8a. Distribución espacial de la cantidad de proteínas particuladas ( $\mu\text{g/L}$ ). Se muestra la isoterma de  $25^\circ\text{C}$ .

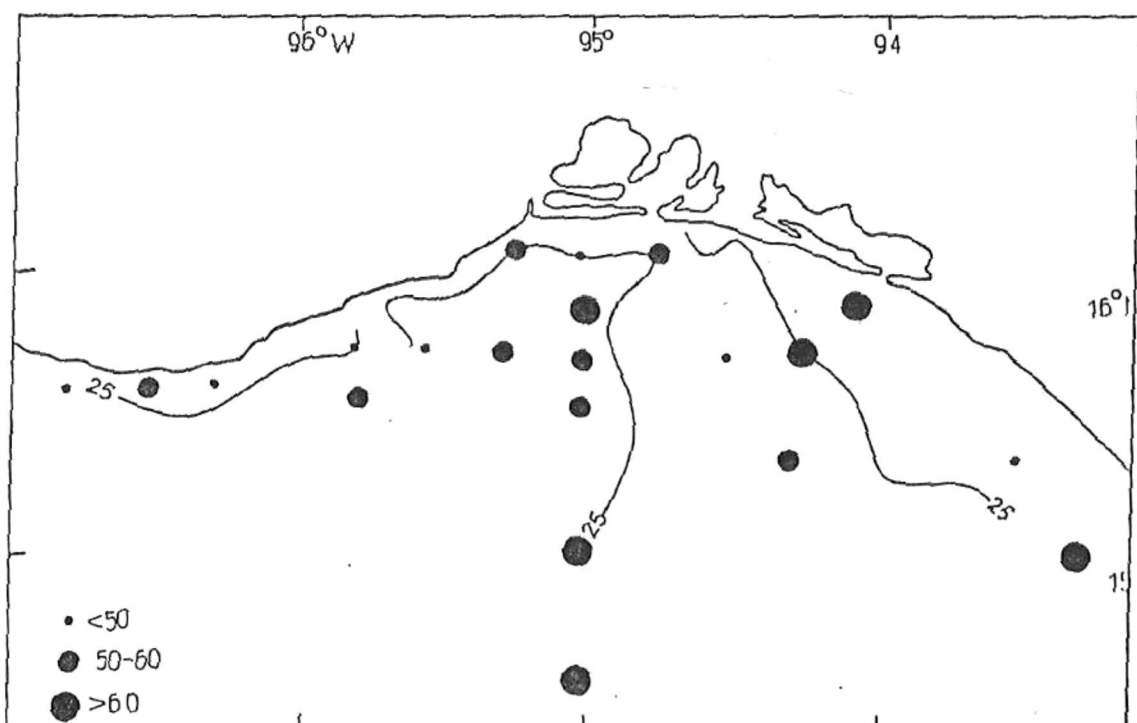


Figura 8b. Distribución espacial del porcentaje de proteínas del material orgánico particulado. Se muestra la isoterma de  $25^\circ\text{C}$ .

a) Transectos latitudinales:

Las Figuras 9(a) y 9(b) muestran los perfiles de las proteínas particuladas y de su porcentaje dentro de la materia orgánica total en los transectos oeste-este del golfo.

Se observa, en general en todos los transectos, que las estaciones del sector este del golfo presentan las menores cantidades de proteínas particuladas, a excepción de la estación 112 ( $16^{\circ}00'N$ ), que de hecho fue la estación con más alta cantidad de proteínas de todo el golfo.

Se observa que en el transecto sobre  $16^{\circ}00' N$  la estación central presenta el menor porcentaje de proteínas. Por otro lado, en el transecto sobre  $15^{\circ}45' N$  se observa que, excepto la estación 86, las estaciones del sector oeste presentaron menor porcentaje de proteínas que las del sector este y central.

b) Transecto longitudinal:

Los perfiles de las proteínas particuladas y del porcentaje proteico en la materia particulada de este transecto norte-sur se presentan en las Figuras 10(a) y 10(b), respectivamente. La estación 94 presentó la mayor cantidad de proteínas, mientras que las estaciones aledañas (104 y 74) presentan cantidades muy similares. Las estaciones contiguas a la 104 y 74 (109 y 43,



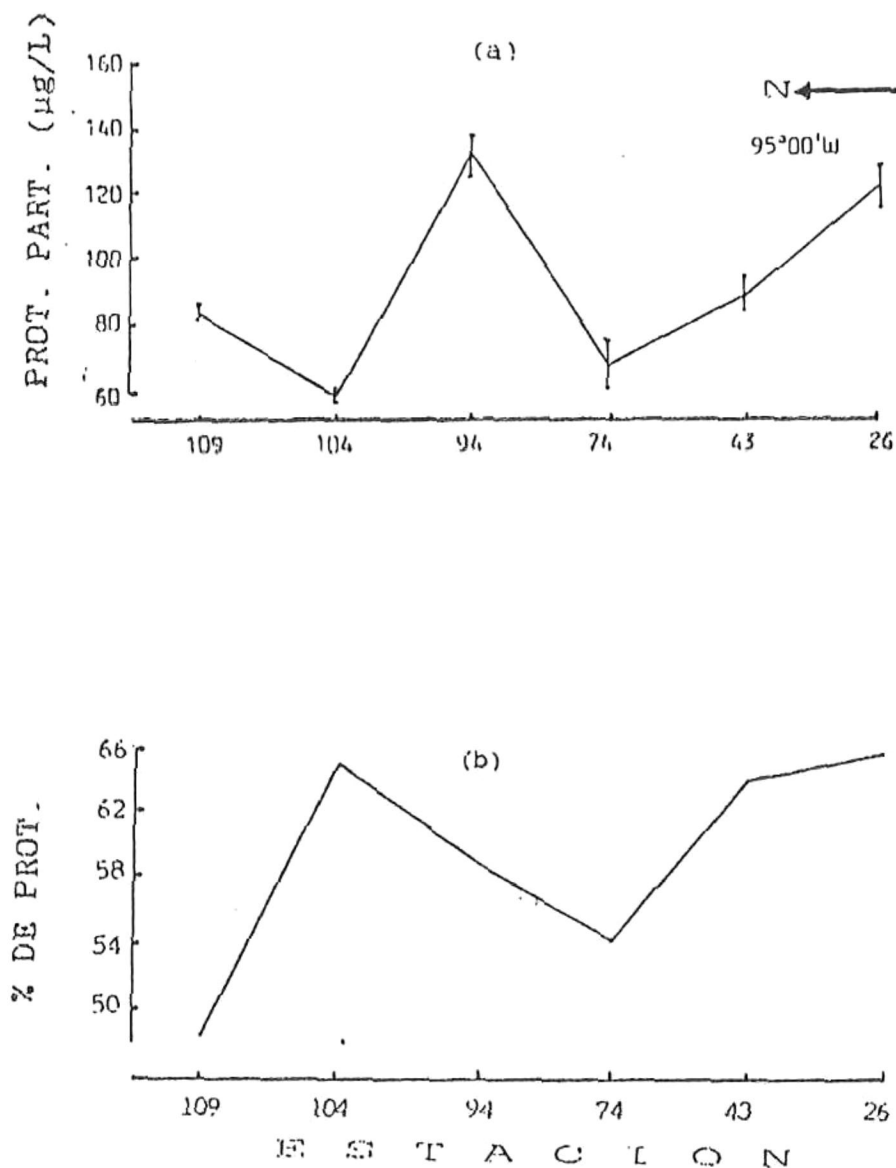


Figura 10. Perfiles de las proteínas particuladas en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales ( $\mu\text{g/L}$ ) con sus intervalos de confianza, y (b) en porcentaje de proteínas del material particulado.

respectivamente) también presentan cantidades de proteínas similares entre sí. Por último la estación 26 presentó una cantidad alta de proteínas.

Se observa que la estación más cercana a la costa (109) tiene el menor porcentaje de proteínas, mientras que la estación cercana a ella (104) y las más alejadas de la costa (43 y 26) presentaron los porcentajes más altos.

### 3.2.2. Lípidos

Las Figuras 11(a) y 11(b) presentan la distribución espacial de los lípidos particulados y del porcentaje de estos dentro de la materia orgánica. En general se observan los mayores valores de lípidos, tanto en cantidad como en porcentaje, en algunas estaciones cercanas a la costa, sobre todo en los sectores oeste y central del golfo. En el transecto central, a excepción de la estación 109, y en el sector este se observan los menores valores de lípidos. Al parecer, al igual que para las proteínas, las mayores cantidades siguen la isolínea de los 25°C.

#### a) Transectos latitudinales:

Los perfiles de los lípidos particulados y del porcentaje de lípidos en la materia particulada, en los transectos oeste-este, se presentan en las Figuras 12(a) y 12(b). Al igual que con las proteínas se observa que, en

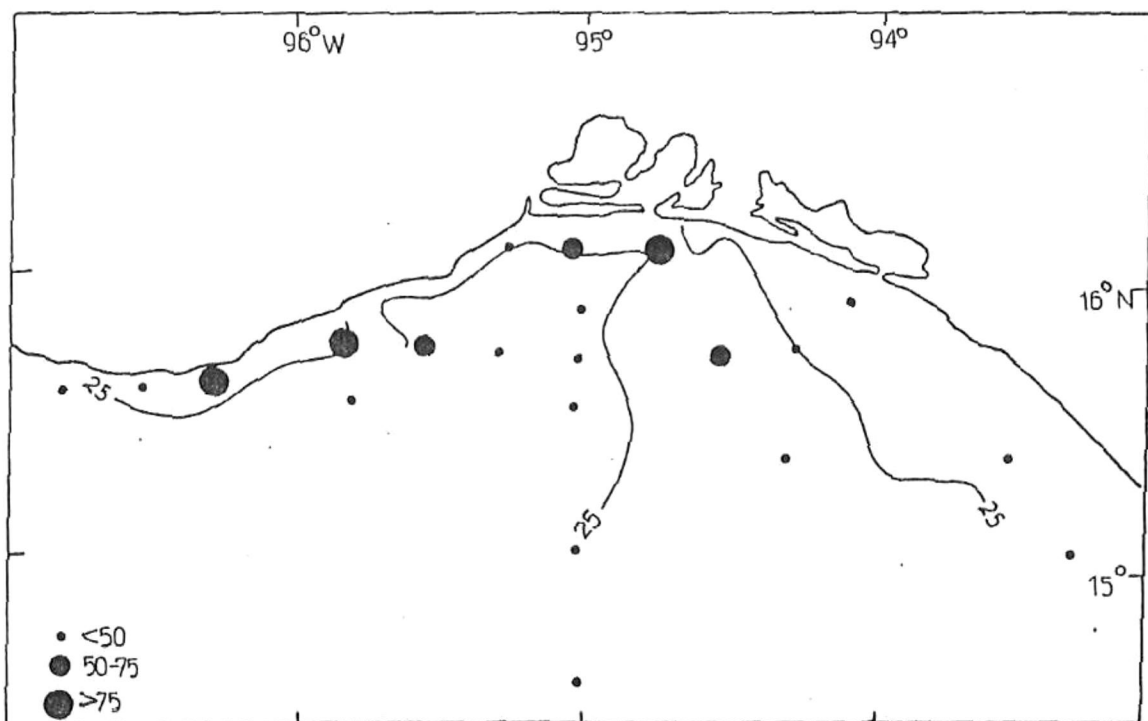


Figura 11a. Distribución espacial de la cantidad de lípidos particulados ( $\mu\text{g/L}$ ). Se muestra la isoterma de  $25^{\circ}\text{C}$ .

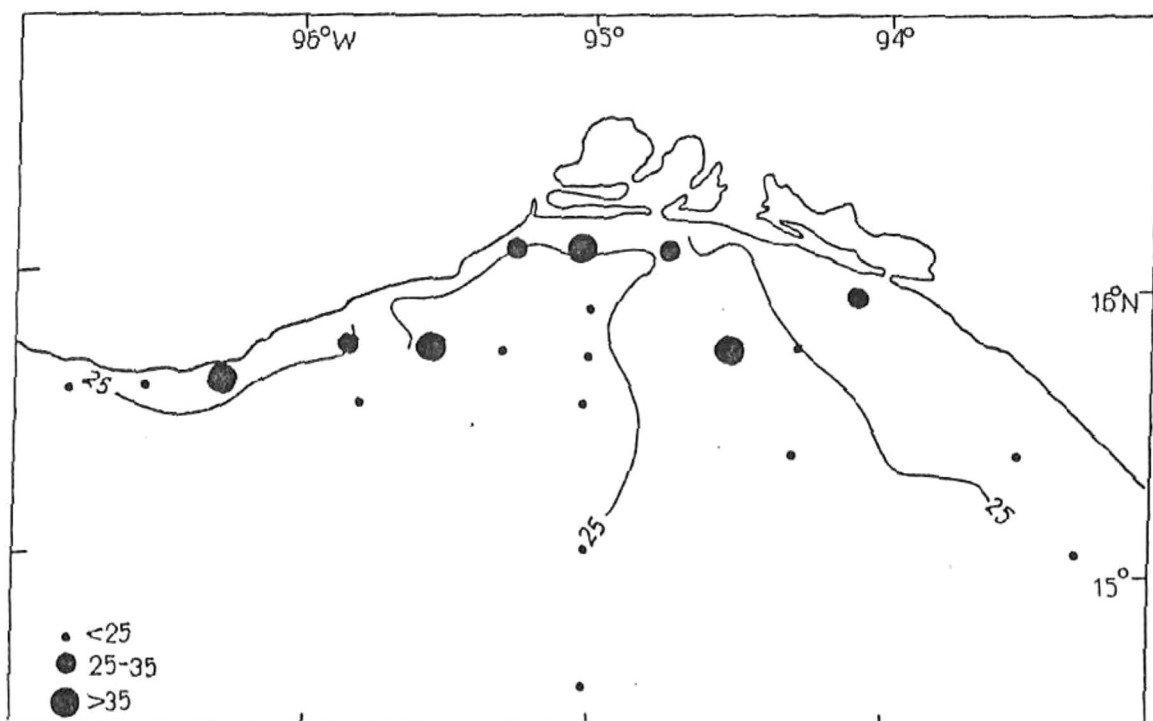


Figura 11b. Distribución espacial del porcentaje de lípidos del material orgánico particulado. Se muestra la isoterma de  $25^{\circ}\text{C}$ .

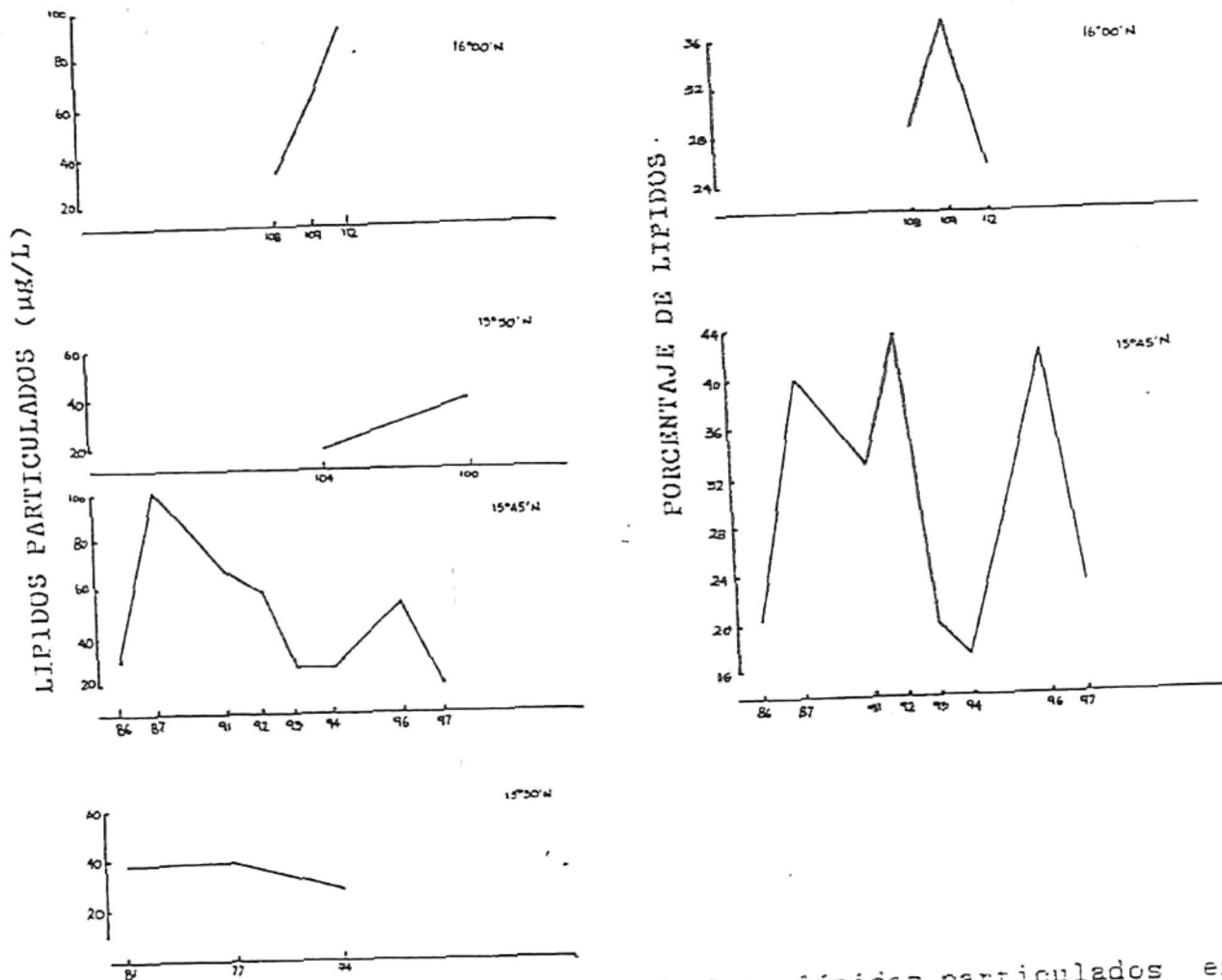


Figura 12. Perfiles de los lípidos particulados en los transectos latitudinales, (a) en cantidades totales ( $\mu\text{g/L}$ ) y (b) en porcentaje de lípidos del material particulado.

general, las estaciones del sector oeste presentan mayor cantidad de lípidos que las estaciones del sector este y del transecto central, excepto, de nuevo, la estación 112.

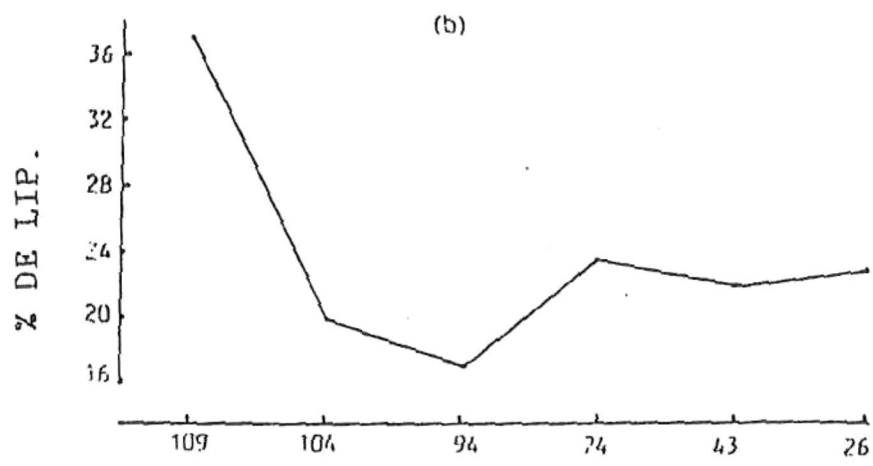
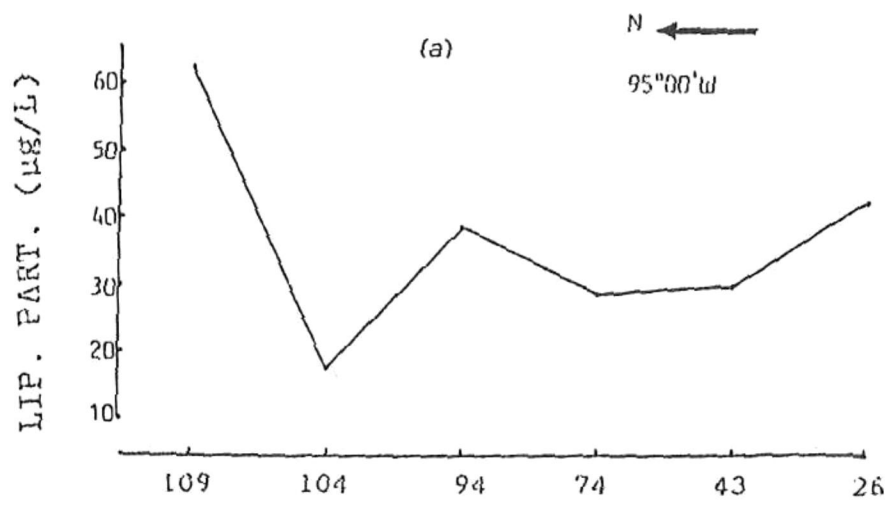
En cuanto al porcentaje de lípidos se observa un comportamiento contrario al de las proteínas: en donde aumenta el porcentaje de proteínas disminuye el de los lípidos y viceversa.

b) Transecto longitudinal:

Las Figuras 13(a) y 13(b) muestran el perfil de los lípidos, tanto en cantidad como en porcentaje, en la materia orgánica particulada de este transecto norte-sur del golfo. Exceptuando las estaciones 109 y 104, que presentan cantidades y porcentajes de lípidos contrastantes entre sí, estos tienden a mantenerse moderadamente constantes en las estaciones de este transecto.

### 3.2.3. Carbohidratos

Las Figuras 14(a) y 14(b) presentan la distribución espacial de los carbohidratos particulados y del porcentaje de carbohidratos en la materia particulada, respectivamente. Las mayores cantidades de carbohidratos se observaron en el sector oeste del golfo (promedio mayor a 38  $\mu\text{g/L}$ ). Por otro lado las cantidades menores se presentaron en el sector este y en el transecto central (promedio menor a 26  $\mu\text{g/L}$ ).



E S T A C I O N

Figura 13. Perfiles de los lípidos particulados en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales (µg/L) y (b) en porcentaje de lípidos del material particulado.

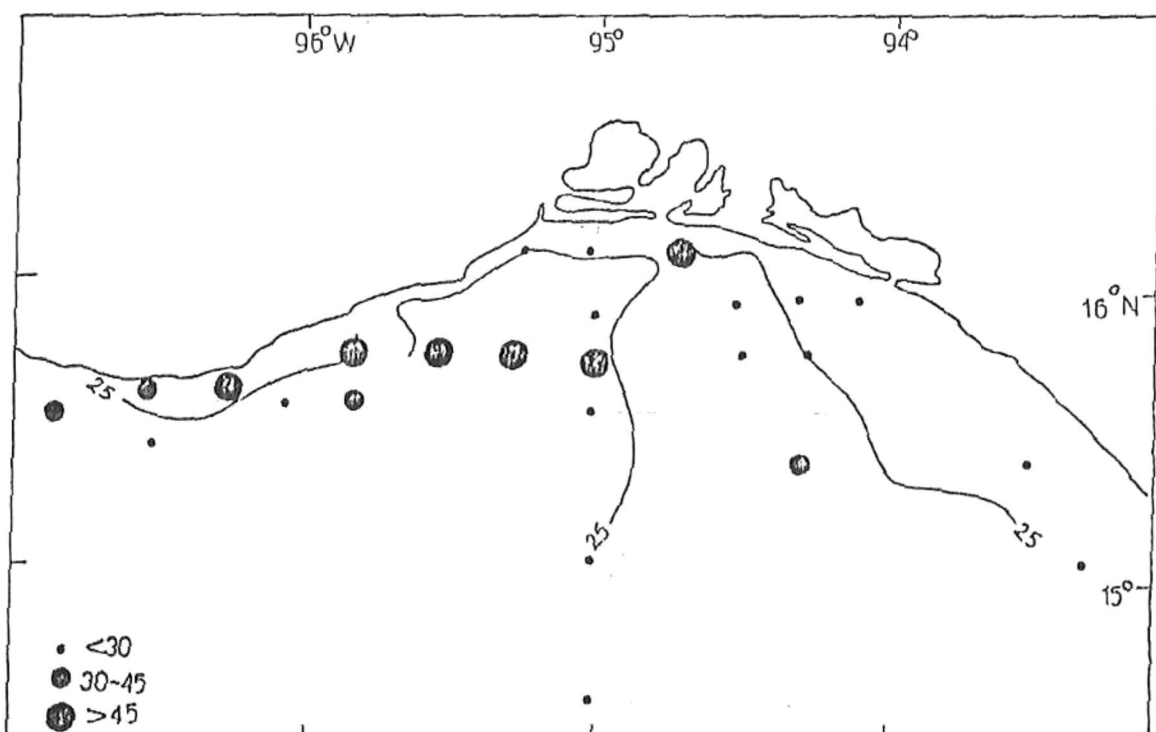


Figura 14a. Distribución espacial de la cantidad de carbohidratos particulados ( $\mu\text{g/L}$ ). Se muestra la isoterma de  $25^{\circ}\text{C}$ .

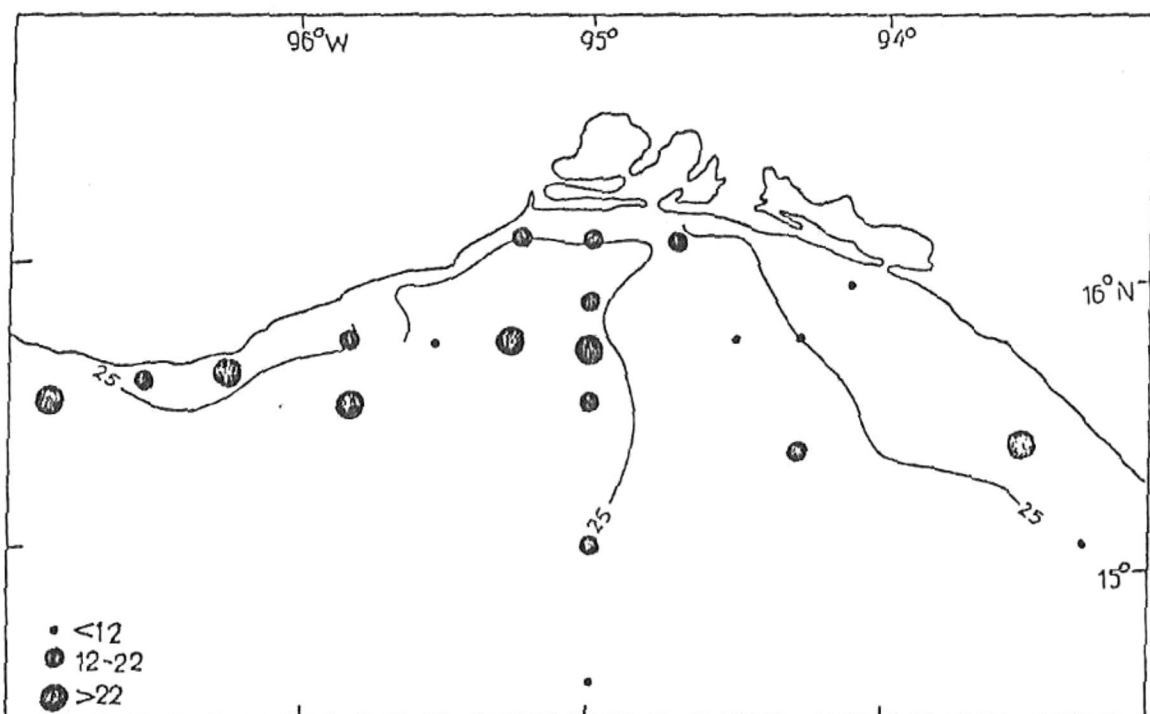


Figura 14b. Distribución espacial del porcentaje de carbohidratos del material orgánico particulado. Se muestra la isoterma de  $25^{\circ}\text{C}$ .

En cuanto al porcentaje de carbohidratos de la materia particulada se observa, en general, que la materia particulada con mayor porcentaje de carbohidratos se encuentra en la región oeste y en la parte central del golfo, mientras que en el sector este se observaron los porcentajes menores.

Al parecer, las estaciones con la mayor cantidad de carbohidratos siguen, al igual que los otros componentes bioquímicos, la isolínea de los 25°C, aunque algunas estaciones con valores menores también se presentaron sobre esta isolínea.

a) Transectos latitudinales:

Las Figura 15(a) y 15(b) muestran los perfiles de los carbohidratos particulados y del porcentaje de estos en la materia particulada de los transectos oeste-este del golfo. Se observa, al igual que con los anteriores componentes bioquímicos, que las estaciones del sector oeste presentan una mayor cantidad de carbohidratos que las del sector este y del transecto central del golfo. La excepción vuelve a ser la estación 112 que presentó la mayor cantidad de carbohidratos de todo el golfo.

El porcentaje de carbohidratos de la materia particulada en general muestra un comportamiento muy similar al mostrado por el total de carbohidratos particulados.

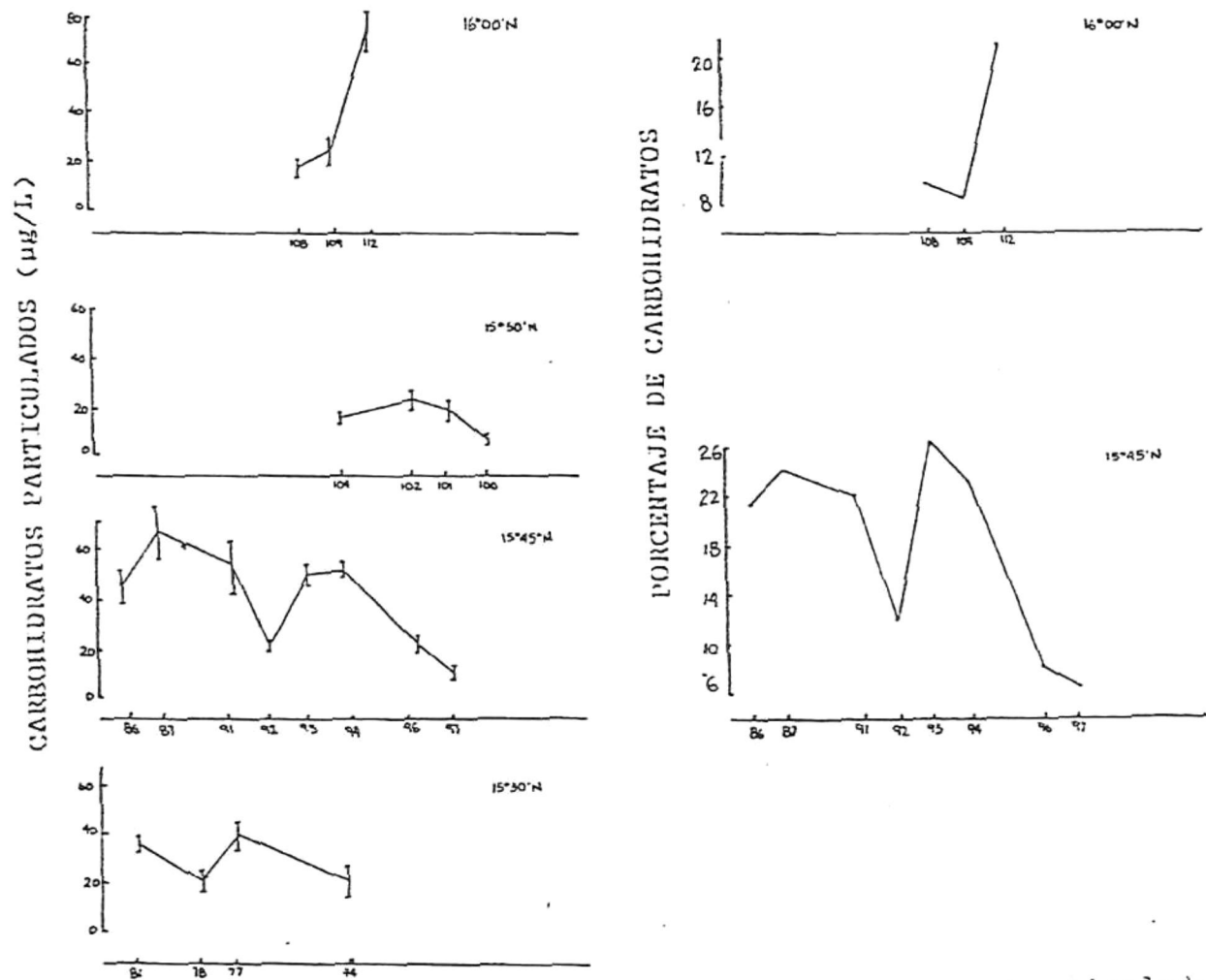


Figura 15. Perfiles de los carbohidratos particulados en los transectos latitudinales, (a) en cantidades totales ( $\mu\text{g/L}$ ) con sus intervalos de confianza, y (b) en porcentaje de carbohidratos del material particulado.

b) Transecto longitudinal:

Las Figuras 16(a) y 16(b) presentan los perfiles de los carbohidratos, tanto en cantidad como en porcentaje, en el transecto sobre 95°00' de longitud oeste. Se observa que las estaciones con mayor cantidad y porcentaje de carbohidratos son las estaciones 94 y 74. A ambos lados de éstas los carbohidratos son menores.

#### 3.2.4. Materia Orgánica Particulada Total

La Figura 17 muestra la distribución espacial de la materia orgánica particulada total. Las estaciones con la mayor cantidad son la 112 y la 87 ( $>250 \mu\text{g/L}$ ), y las estaciones con la menor cantidad son la 86 y la 104 ( $<100 \mu\text{g/L}$ ). Se observa una mayor concentración en el sector oeste y en algunas estaciones costeras de la región central. Por otro lado, en el sector este se observaron las menores concentraciones.

Como en los casos de las diferentes fracciones bioquímicas examinadas las mayores concentraciones se encuentran cerca de la isoterma de 25°C.

a) Transectos latitudinales:

Los perfiles de la materia orgánica particulada total en los transectos oeste-este del golfo se presentan en la Figura 18. A excepción de la estación 112, se observa en general en todos los transectos una concentración de

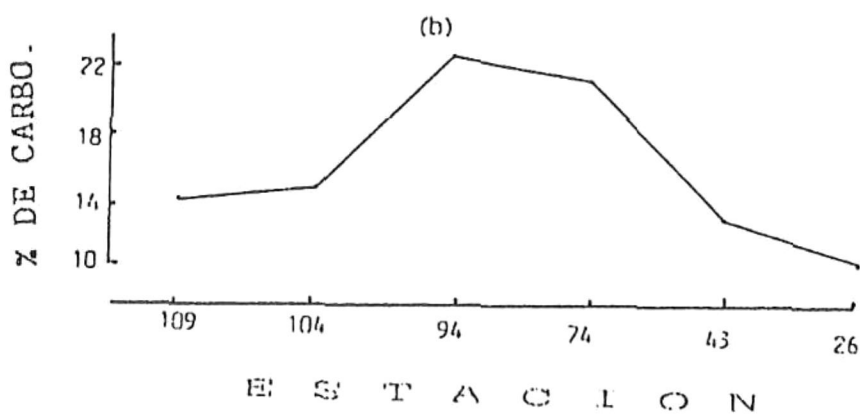
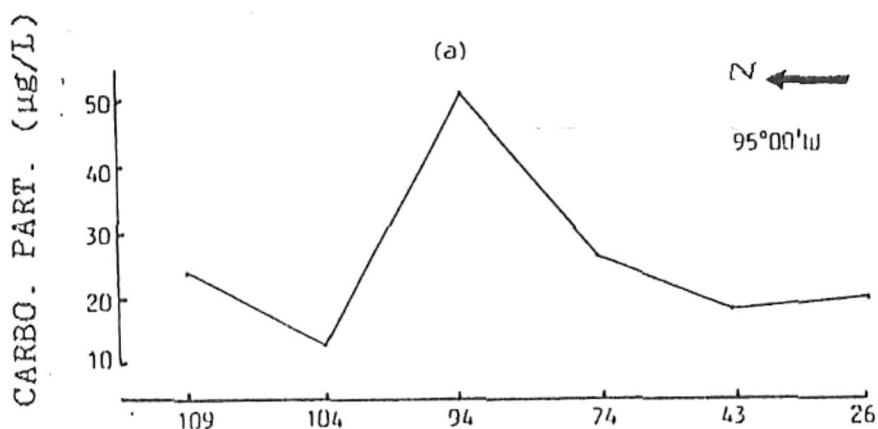


Figura 16. Perfiles de los carbohidratos particulados en el transecto longitudinal, (a) en cantidades totales ( $\mu\text{g/L}$ ) y (b) en porcentaje de carbohidratos del material particulado.

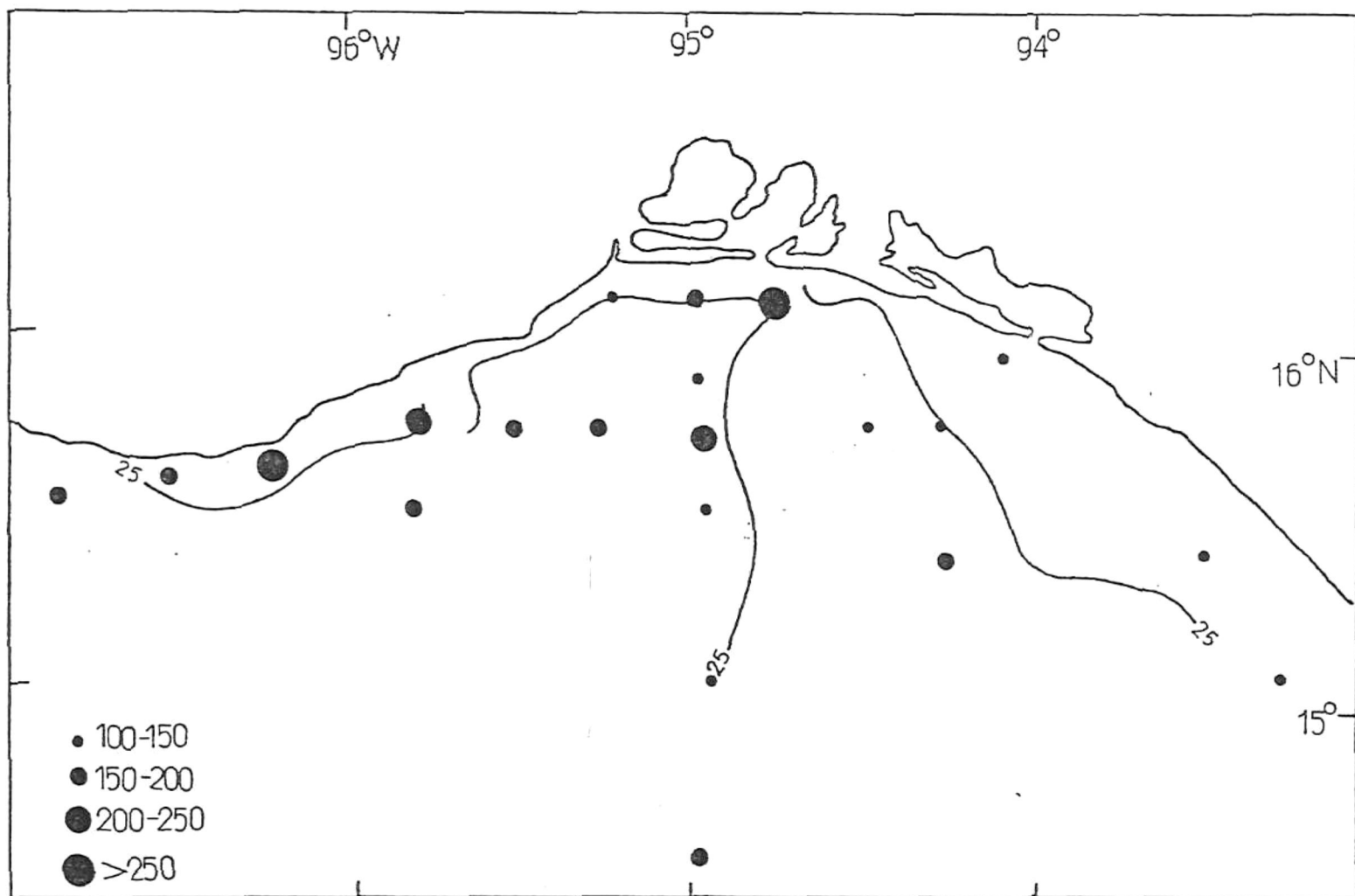


Figura 17. Distribución espacial de la materia orgánica particulada total ( $\mu\text{g/L}$ ). Se muestra la isoterma de  $25^{\circ}\text{C}$ .

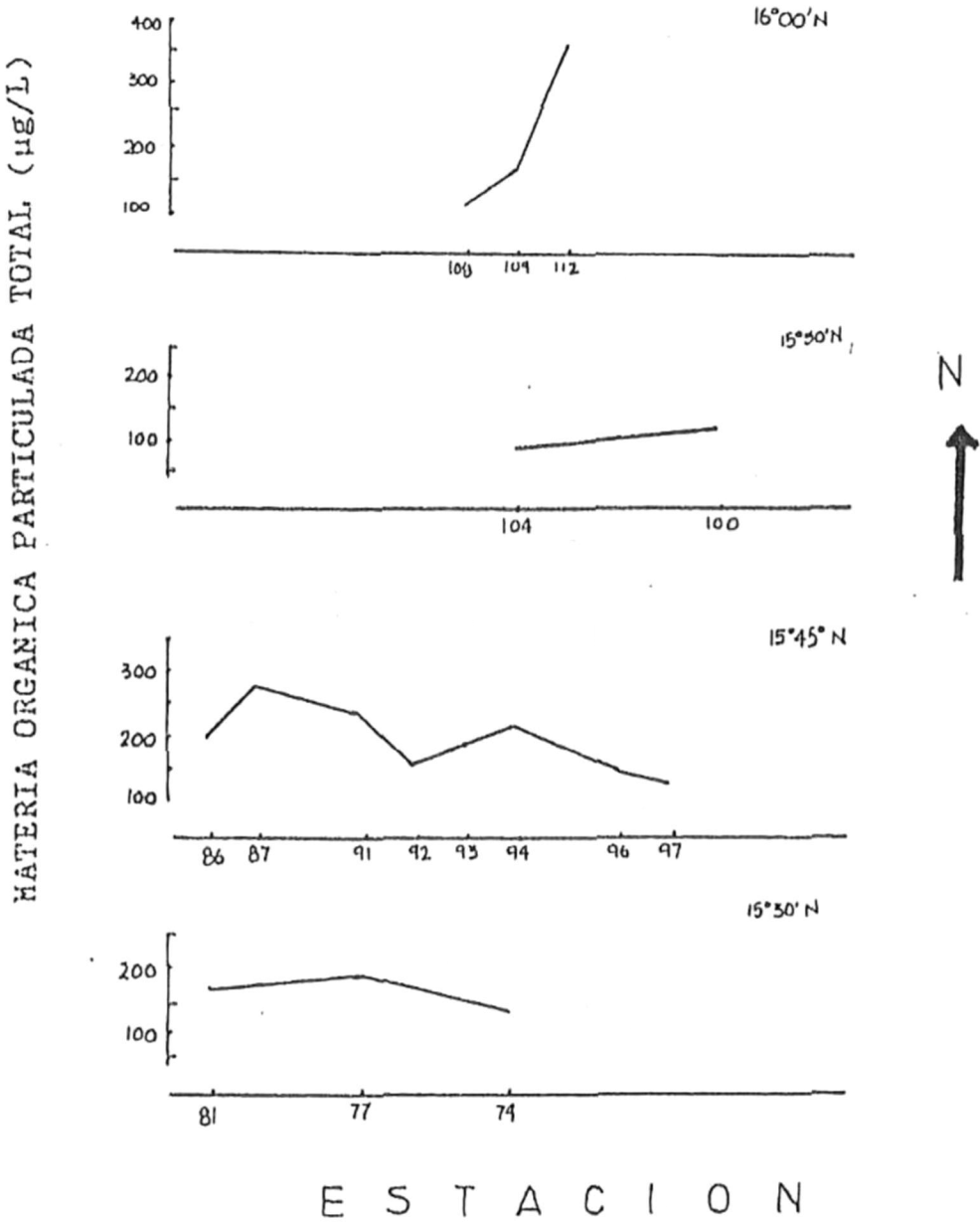


Figura 18. Perfiles del total de materia orgánica particulada en los transectos latitudinales.

materia orgánica total aproximadamente constante. En el transecto sobre los 15°45'N se observan concentraciones de materia particulada ligeramente mayores en las estaciones del sector oeste.

b) Transecto longitudinal:

La Figura 19 muestra el perfil de la materia orgánica particulada total en el transecto sobre los 95°00' de longitud oeste. Se observa un máximo en la estación 94, con una disminución en las estaciones aledañas, más marcada hacia el norte (104) que hacia el sur (74) y con un aumento en ambos sentidos después de éstas.

### 3.2.5. Proporción Carbohidratos:Proteínas

La Tabla IV presenta las razones carbohidratos:proteínas en las estaciones muestreadas, y la Figura 20 muestra la distribución espacial de esta razón, en la cual se observa que, en general, en la región oeste del golfo se encontraron los más altos valores y que la proporción fue menor y aproximadamente constante en el resto del golfo.

### 3.3. Composición Bioquímica de los Eufáusidos

La Tabla V presenta la composición bioquímica de los eufáusidos (como porcentaje de peso seco) en las estaciones

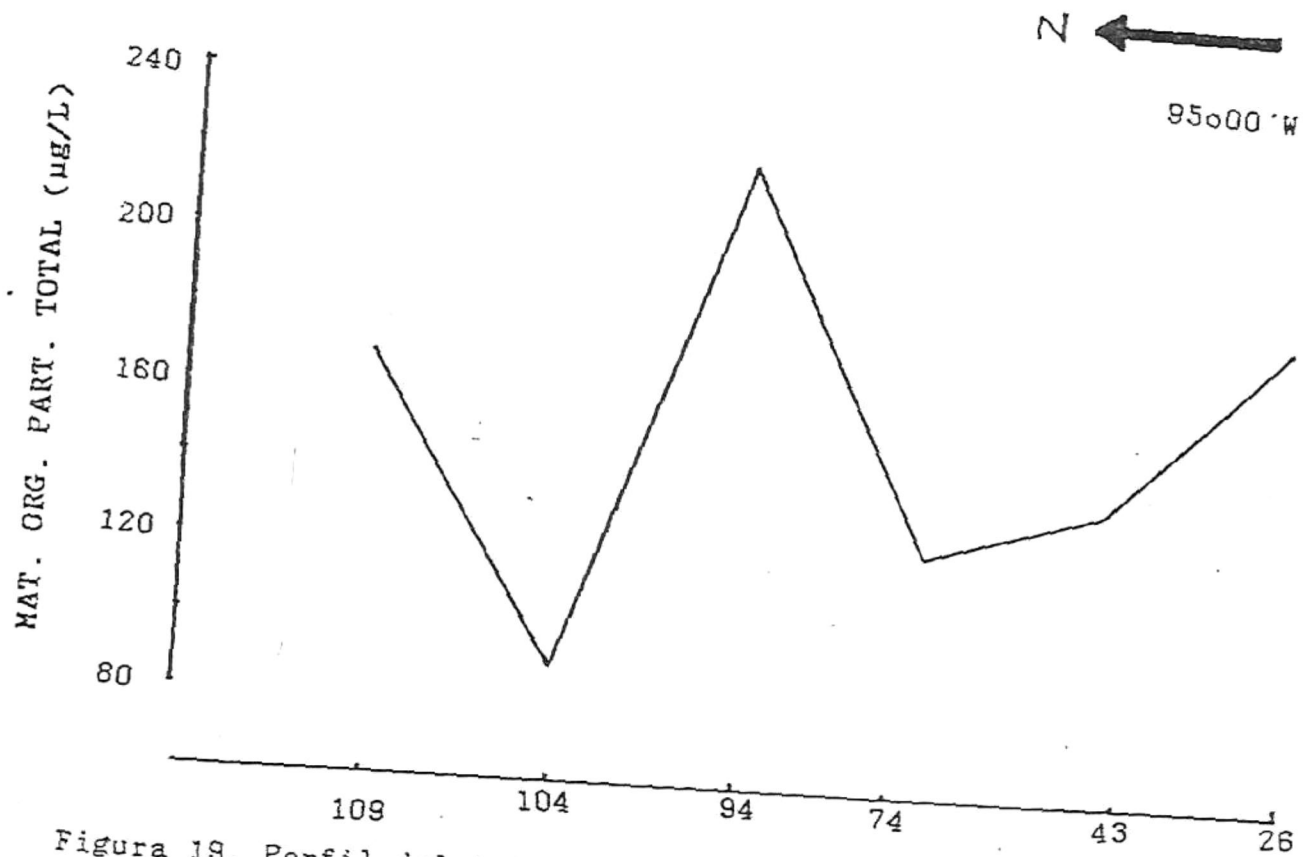


Figura 19. Perfil del total de materia orgánica particulada en el transecto longitudinal.

Tabla IV. Proporción de carbohidratos a proteínas del material orgánico particulado en las regiones definidas del Golfo de Tehuantepec.

Región central

Estación	Carbo:Prot.
26	0.162
43	0.209
74	0.400
94	0.394
104	0.230
109	0.300
Promedio	0.282 ± 0.09

Región oeste

54	0.180
77	0.466
78	0.575
81	0.559
86	0.362
87	0.680
91	0.483
92	0.645
93	0.493
108	0.264
Promedio	0.452 ± 0.16

Tabla IV. Continuación...

Región este

36	0.157
63	0.347
66	0.560
96	0.167
97	0.094
100	0.087
101	0.275
102	0.439
112	0.387
Promedio	0.283 ± 0.15



Tabla V. Composición bioquímica (en porcentaje de peso seco) de los eufáusidos del Golfo de Tehuantepec.

Región central

Estación	Proteínas	Lípidos	Carbo.'s	Cenizas	Quitina
26	52.52 ± 3.83	16.06 ± 1.05	2.83 ± 0.04	17.82	8.95
43	53.18 ± 2.30	11.32 ± 0.10	2.58 ± 0.17	15.66	8.39
74	53.58 ± 4.19	12.38 ± 0.46	3.53 ± 0.08	15.84	4.79
104	56.28 ± 3.89	11.20 ± 0.87	3.49 ± 0.32	18.06	10.98
109	56.24 ± 5.65	13.82	3.29	-	-
Promedio	54.36 ± 1.77	12.95 ± 2.02	3.14 ± 0.42	16.84 ± 1.27	8.27 ± 2.57

Región oeste

54	54.78 ± 2.60	9.37 ± 0.58	4.33 ± 0.20	-	-
78	60.93 ± 1.09	9.46 ± 0.94	4.13 ± 0.47	18.84	7.09
86	54.15 ± 2.22	9.86 ± 1.15	3.14 ± 0.14	16.34	9.91
87	51.80 ± 4.20	15.44 ± 3.52	2.68 ± 0.25	17.65	9.79
92	52.79 ± 7.64	10.68 ± 0.54	2.70 ± 0.46	17.88	7.10
93	57.61 ± 1.51	9.18 ± 0.59	3.63 ± 0.28	16.73	-
108	59.25 ± 2.93	13.04 ± 1.23	4.21 ± 1.18	15.22	7.74
Promedio	56.48 ± 4.09	11.01 ± 2.19	3.60 ± 0.84	16.77 ± 1.46	8.23 ± 1.30

Tabla V. Continuación...

## Región este

36	55.83 ± 2.61	10.29 ± 1.81	3.09 ± 0.01	19.27	4.63
63	51.26 ± 3.82	11.63 ± 0.66	3.60 ± 0.30	14.87	5.61
66	60.66 ± 4.38	9.05 ± 0.30	3.96	-	-
96	49.52 ± 2.81	12.02 ± 0.55	4.04 ± 0.50	18.48	10.28
97	59.30 ± 3.50	9.78 ± 0.48	3.60 ± 0.20	16.24	6.42
101	52.50 ± 2.87	16.06 ± 1.30	2.40 ± 0.09	16.97	7.08
102	63.98	7.66	4.09	-	-
112	45.88 ± 1.78	17.35 ± 3.40	3.24 ± 0.08	14.56	11.52
Promedio	54.61 ± 5.85	11.83 ± 2.99	3.68 ± 0.67	16.98 ± 1.87	7.59 ± 2.72

muestreadas. Se indican los intervalos de confianza en aquellas estaciones en donde hubo suficientes eufáusidos para hacer tres análisis por cada componente bioquímico, y los porcentajes de cenizas y quitina en las estaciones en donde hubo el material suficiente para hacer estos análisis.

### 3.3.1. Proteínas

La Figura 21 presenta la distribución espacial del porcentaje de proteínas en los eufáusidos. En general se observan los más altos porcentajes en los eufáusidos de las regiones costeras, sobre todo en la parte central del golfo y en algunas estaciones del este (36 y 66) y del oeste (78). Los eufáusidos de las estaciones más alejadas de la costa presentaron los porcentajes más bajos.

La mayoría de las estaciones en donde se observaron eufáusidos con porcentajes más altos de proteínas (>55 %) se encontraron en aguas con temperaturas de 25°C o mayores.

#### a) Transectos latitudinales:

La Figura 22 presenta los perfiles del porcentaje proteico en los eufáusidos de los transectos oeste-este del golfo. Se observa que, a excepción de las estaciones 102 y 97, los eufáusidos del sector este presentan un menor porcentaje de proteínas que los del transecto central y los del sector oeste.

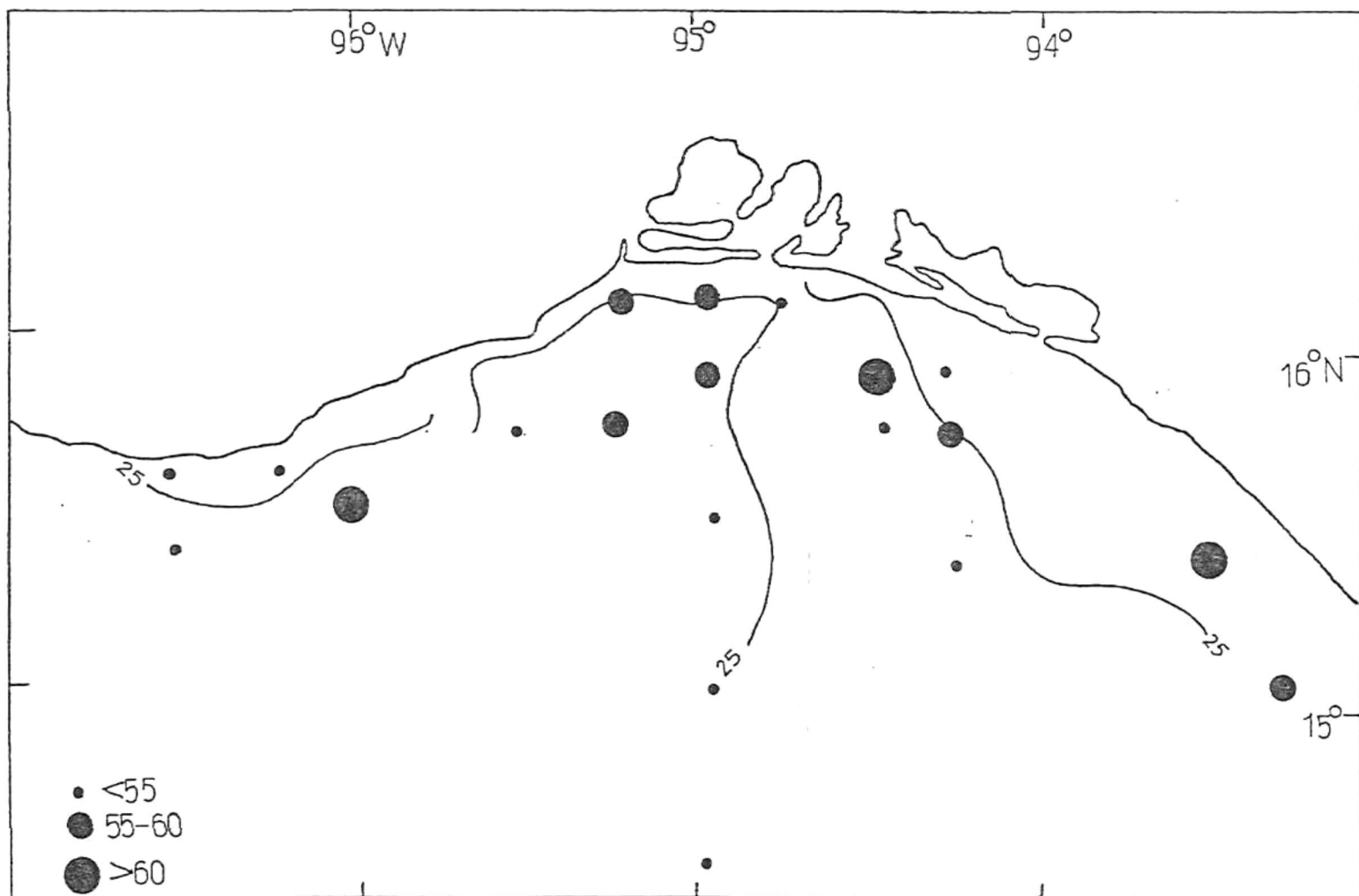


Figura 21. Distribución espacial del porcentaje de proteínas (porcentaje de peso seco) en los euphausiidos. Se muestra la isoterma de 25°C.

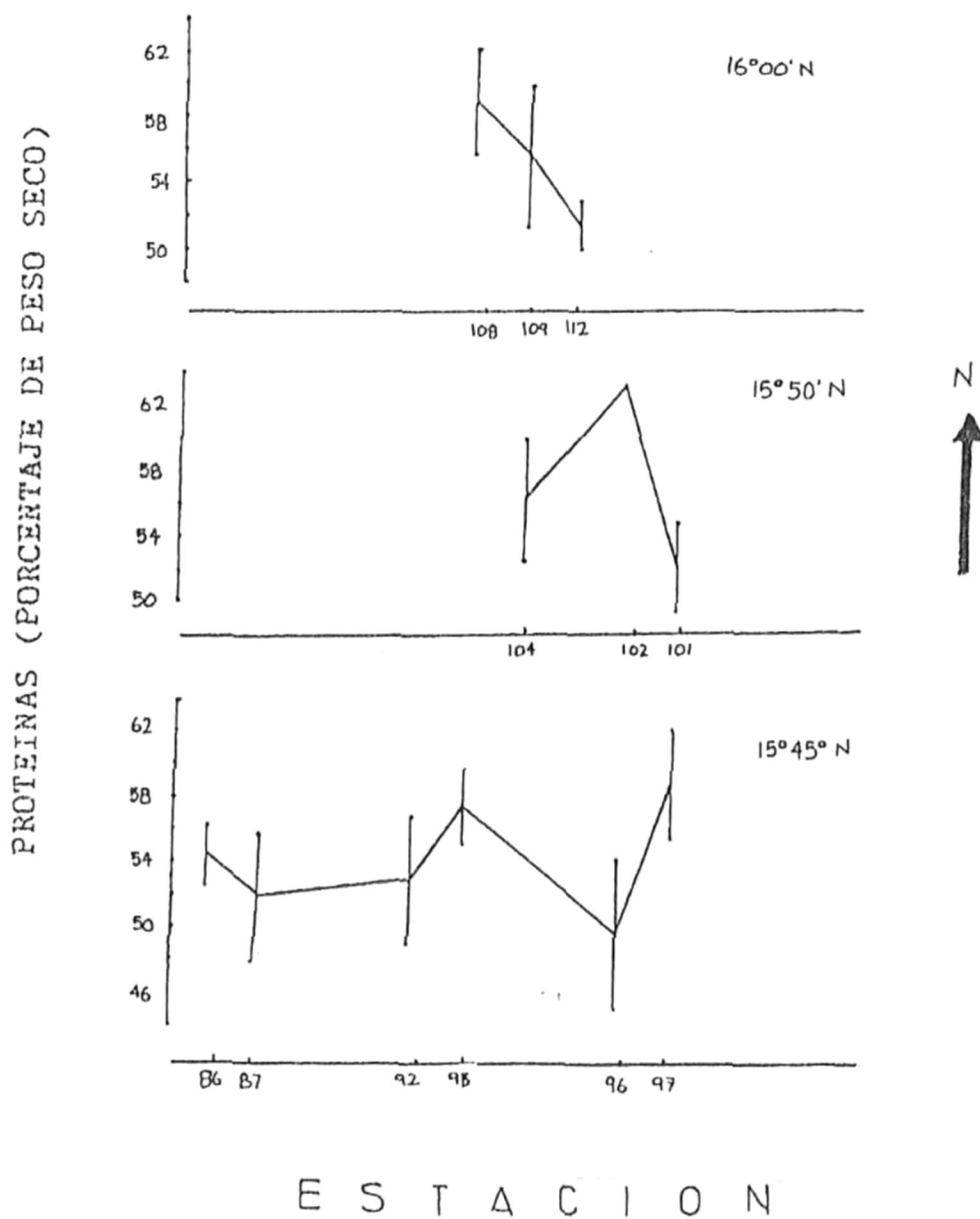


Figura 22. Perfiles del porcentaje de proteínas, con sus intervalos de confianza, en los eufáusidos de los transecto latitudinales.

b) Transecto longitudinal:

La Figura 23 presenta el perfil de proteínas de los eufáusidos en las estaciones del transecto central. Se observa que el contenido de proteínas se mantiene aproximadamente constante en los organismos de todo el transecto disminuyendo ligeramente hacia los de las estaciones más alejadas de la costa.

### 3.3.2. Lípidos

La distribución espacial del porcentaje de lípidos en los eufáusidos se presenta en la Figura 24. Se observa una distribución muy variable, ya que tanto en las estaciones costeras así como en las más alejadas de la costa se observan eufáusidos con porcentajes altos de lípidos.

No se observa un patrón claro con respecto a la distribución de la temperatura.

a) Transectos latitudinales:

La Figura 25 presenta los perfiles del porcentaje de lípidos en los eufáusidos de los transectos oeste-este del golfo. En general, no se observa un patrón claro en los transectos. Es de notarse como eufáusidos de estaciones cercanas entre sí presentan porcentajes muy contrastantes, como las estaciones 102 y 101 ( $15^{\circ}50'N$ ) y las estaciones 86 y 87 ( $15^{\circ}45'N$ ).

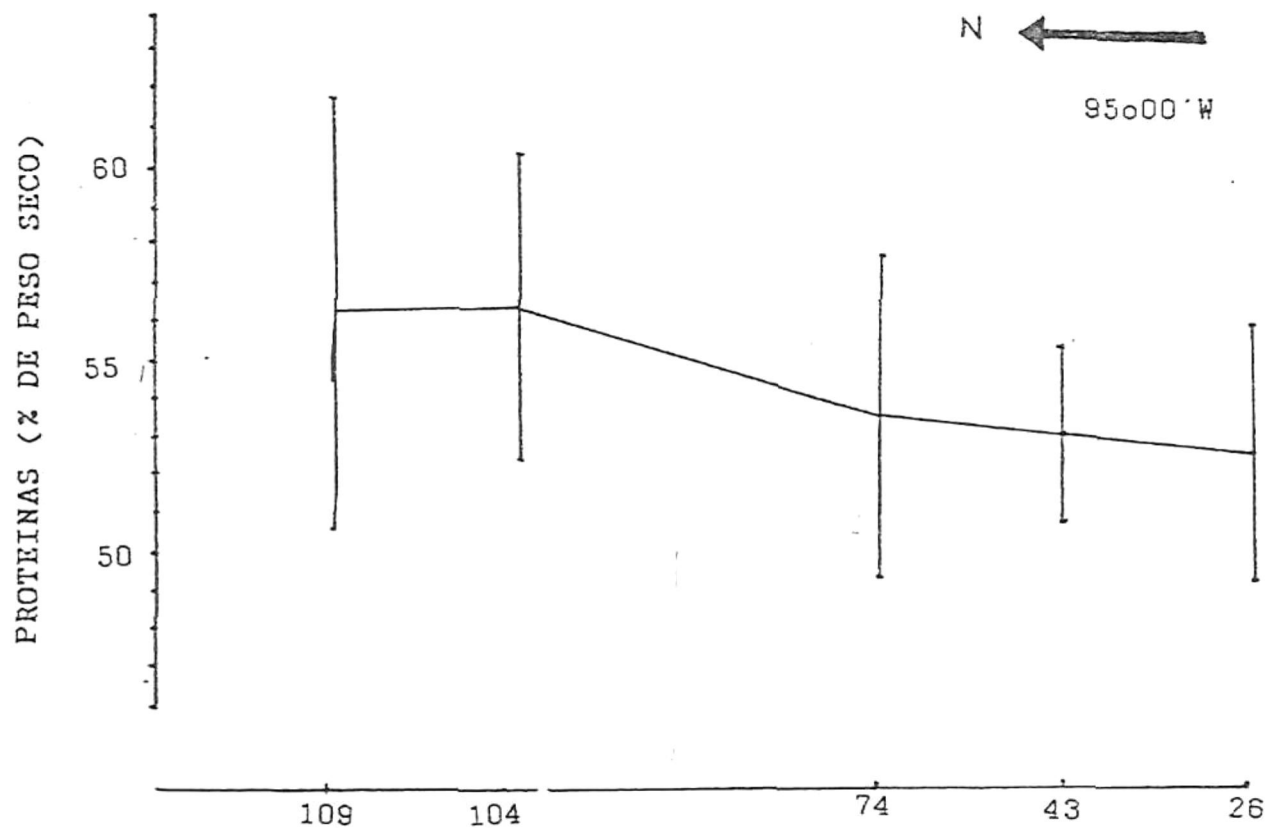


Figura 23. Perfil del porcentaje de proteínas, con sus intervalos de confianza, en los eufáusidos del transecto longitudinal.



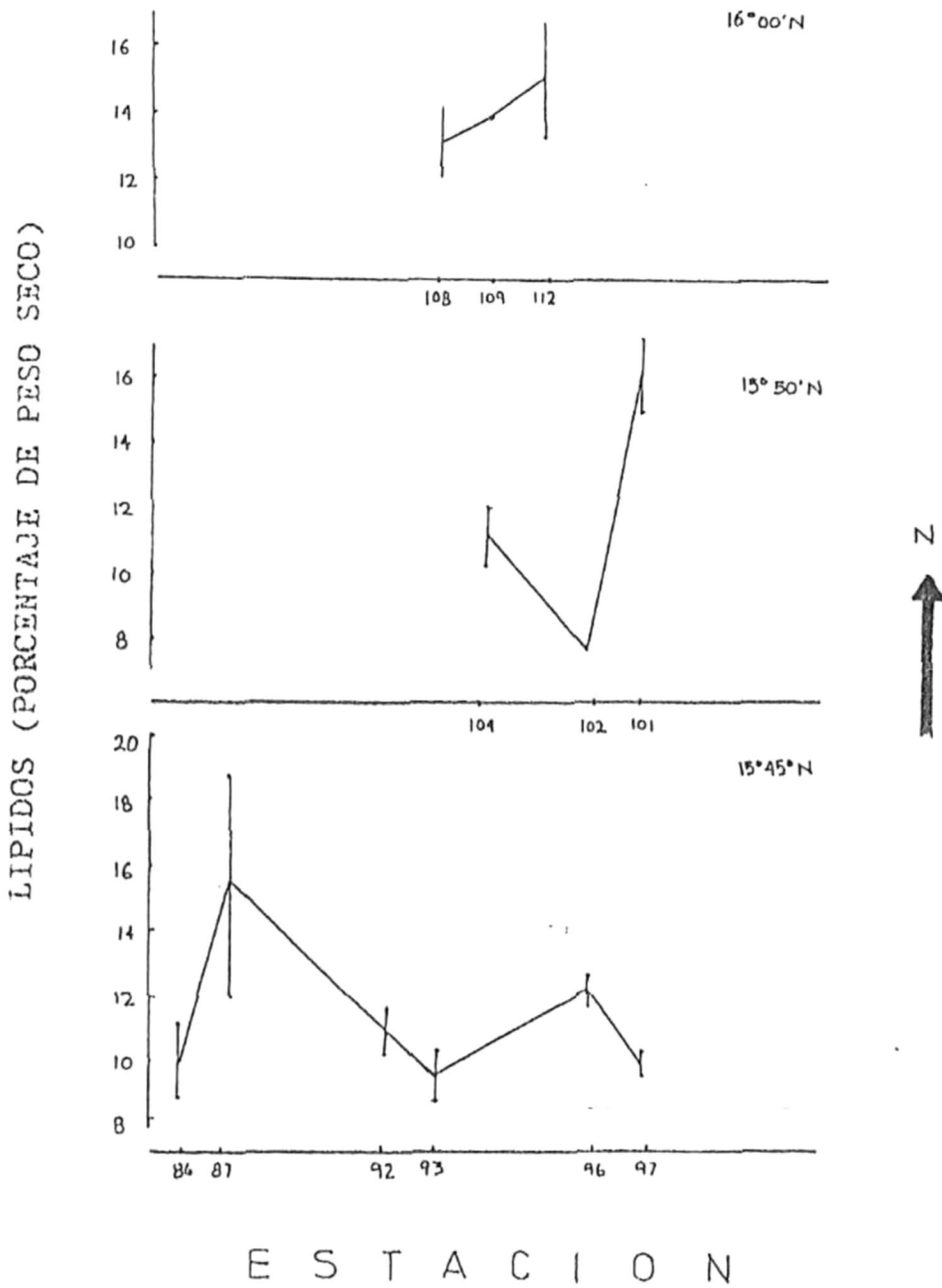


Figura 25. Perfiles del porcentaje de lípidos, con sus intervalos de confianza, en los eufáusidos de los transectos latitudinales.

b) Transecto longitudinal:

La Figura 26 presenta el perfil del porcentaje lipídico en los eufáusidos del transecto central. A excepción de los organismos de las estaciones extremas del transecto, que presentan porcentajes más altos, en el resto de las estaciones los organismos mantienen un porcentaje aproximadamente constante.

3.3.3. Carbohidratos

La Figura 27 presenta la distribución espacial del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos. En el transecto central se midieron contenidos de carbohidratos menores a 3.7 %, y en los sectores este y oeste se obtuvieron valores superiores a éste. No obstante, en estaciones de estos sectores se encontraron también los eufáusidos con el menor porcentaje de carbohidratos de todo el golfo, como en las estaciones 87, 92 y 101 con menos del 3 % de carbohidratos.

a) Transectos latitudinales:

La Figura 28 presenta los perfiles del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos de los transectos oeste-este del golfo. No se observa algún patrón definido en los transectos, ya que existen porcentajes altos en organismos tanto del sector oeste como del sector este.

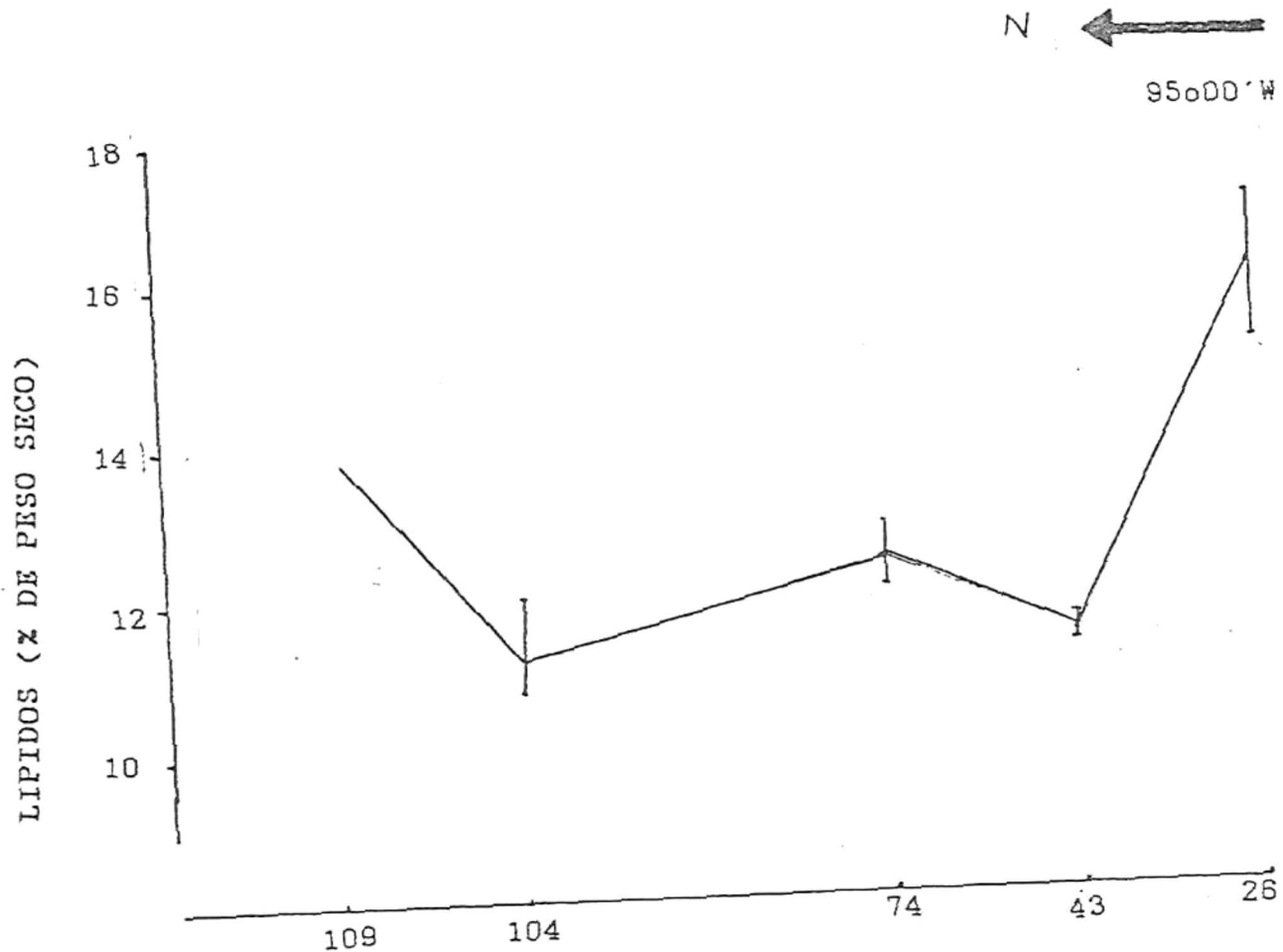


Figura 26. Perfil del porcentaje de lípidos, con sus intervalos de confianza, en los eufáusidos del transecto longitudinal.

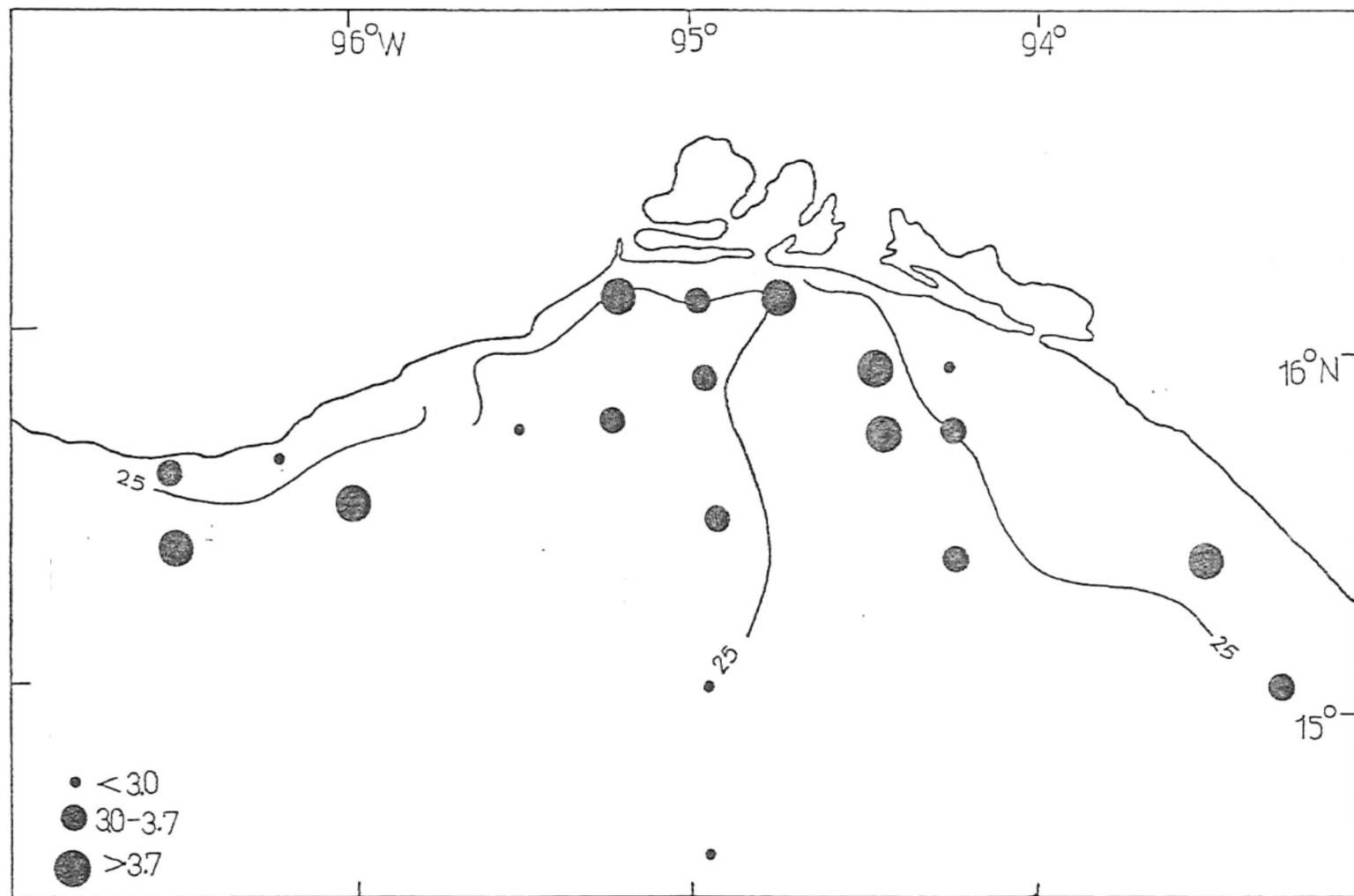


Figura 27. Distribución espacial del porcentaje de carbohidratos (porcentaje de peso seco) en los euphausiidos. Se muestra la isoterma de 25°C.

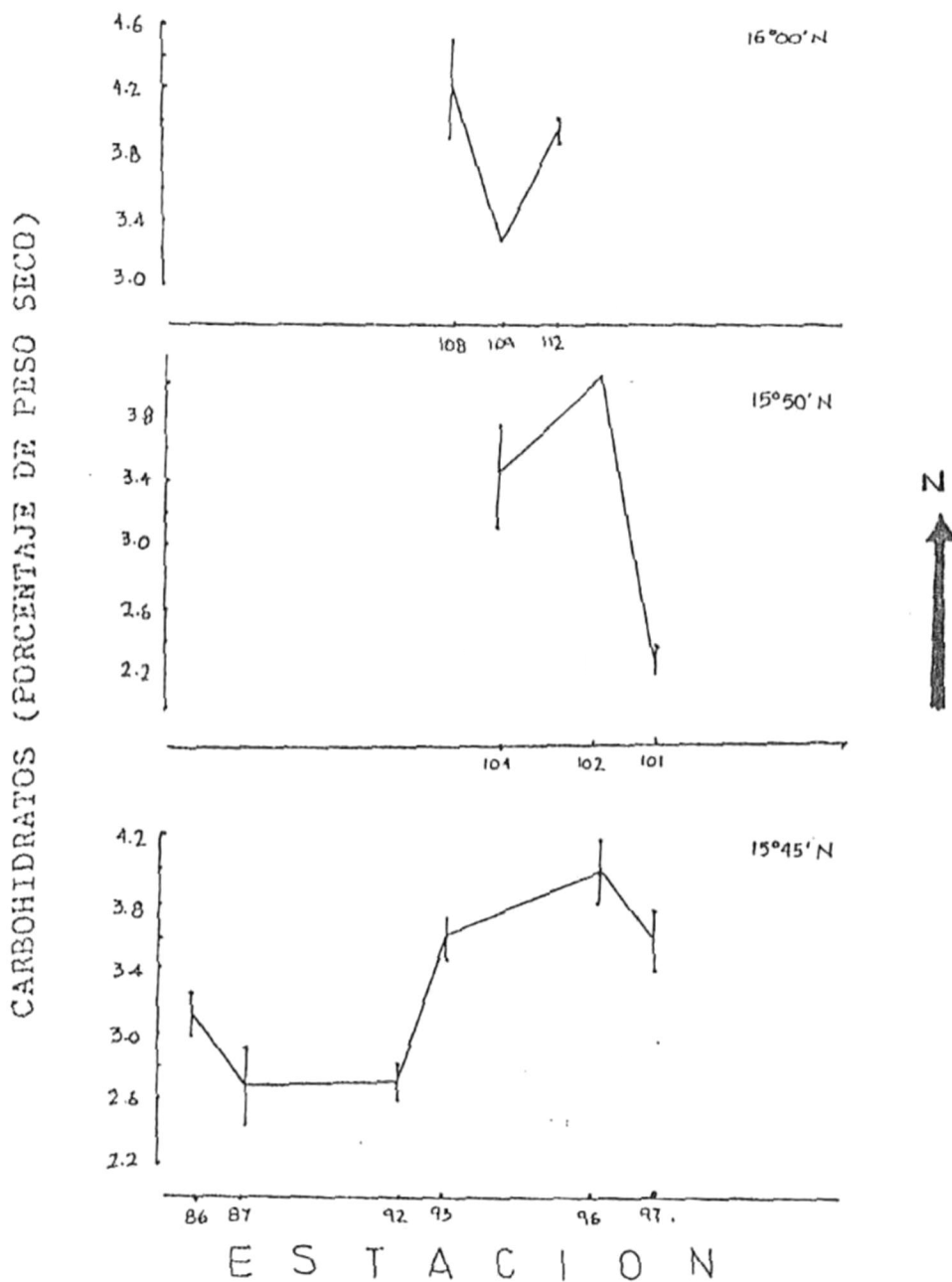


Figura 28. Perfiles del porcentaje de carbohidratos, con sus intervalos de confianza, en los eufáusidos de los transectos latitudinales.

b) Transecto longitudinal:

La Figura 29 presenta el perfil del porcentaje de carbohidratos en los eufáusidos del transecto central. Los eufáusidos de las estaciones más costeras presentan un contenido mayor de carbohidratos que los de las estaciones más alejadas de la costa.

### 3.4. Materia Particulada Total-Composición Bioquímica de Eufáusidos

La Figura 30 presenta algunos perfiles del total de material particulado y el porcentaje de proteínas y lípidos en los eufáusidos. Se observa que, en general, al haber un aumento en la cantidad de materia particulada existe un decremento en el porcentaje de proteínas y un aumento en el de lípidos.

### 3.5. Abundancia Total de Eufáusidos y Biomasa Zooplanctónica Total

La Tabla VI presenta los valores de abundancia total de eufáusidos y biomasa total de zooplancton por estación. Los datos de abundancia de eufáusidos ya habían sido presentados por Zapatero-Medinilla (1990), mientras que los

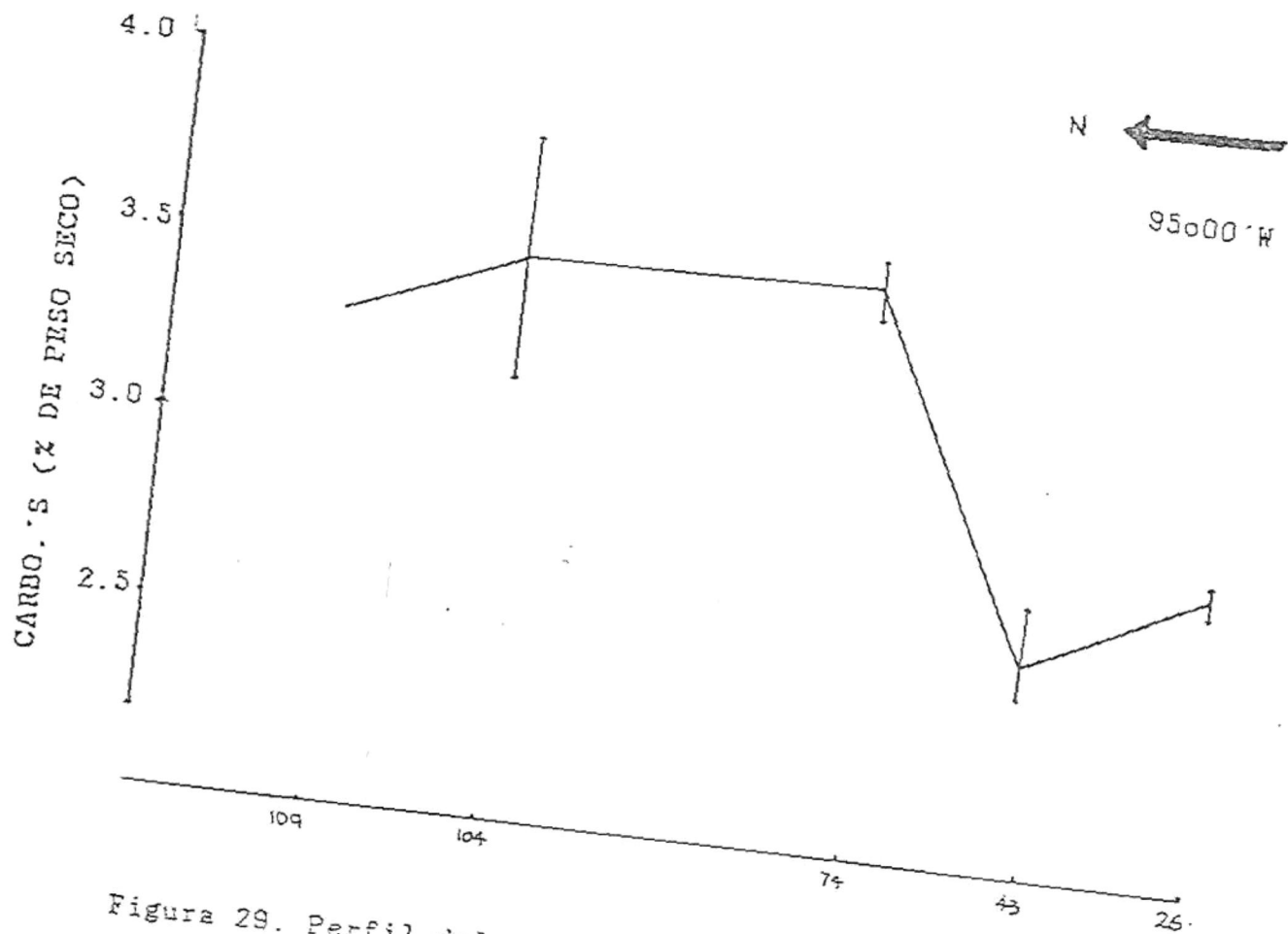


Figura 29. Perfil del porcentaje de carbohidratos, con sus intervalos de confianza, en los eufásidos del transecto longitudinal.

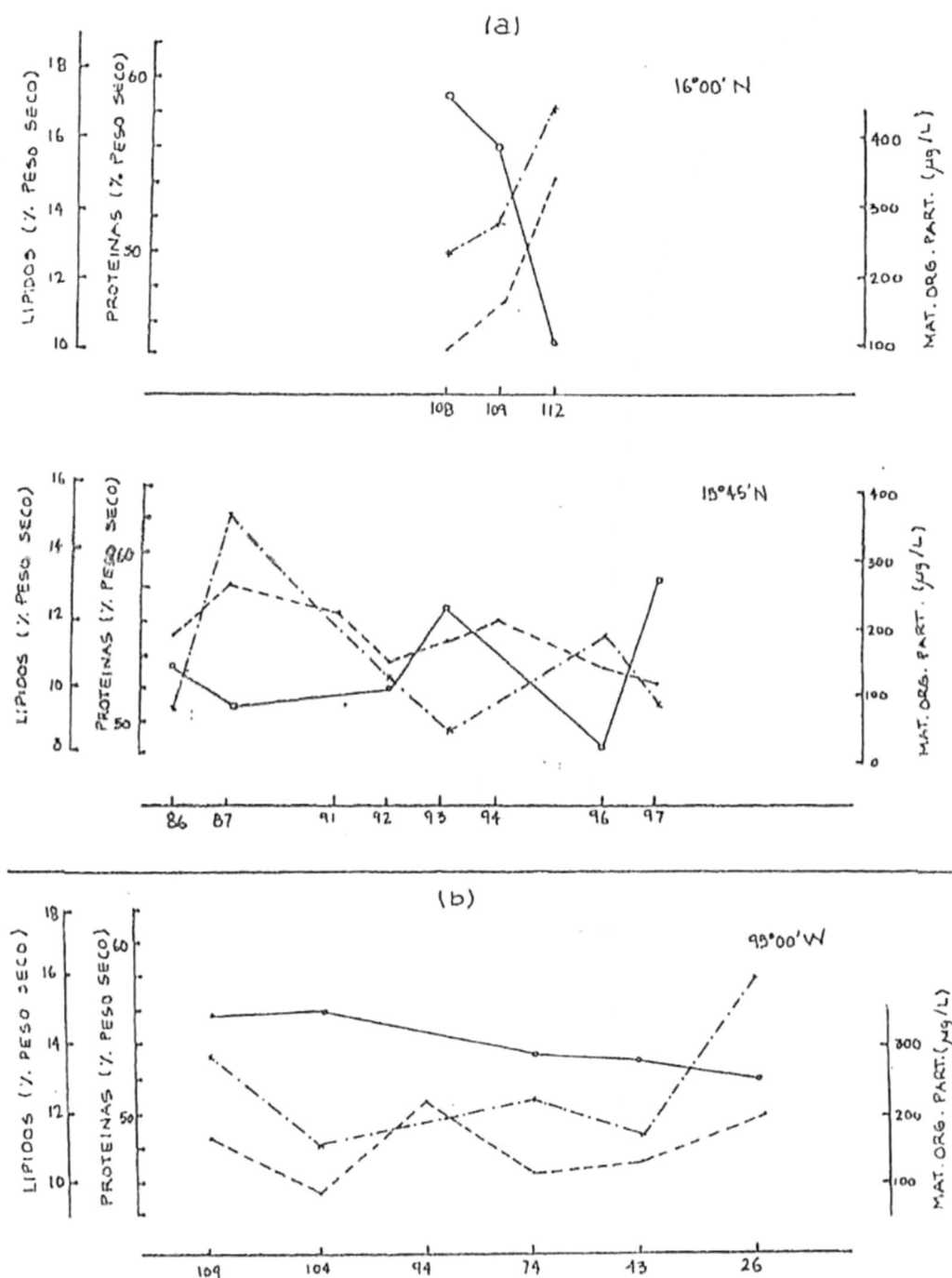


Figura 30. Perfiles del total de material particulado ( $\mu\text{g/L}$ ) y del porcentaje de proteínas y lípidos (porcentaje de peso seco) de los eufáusidos, en (a) algunos transectos latitudinales y (b) el transecto longitudinal. (---) material orgánico particulado, (- - - -) porcentaje de lípidos de los eufáusidos, (—) porcentaje de proteínas de los eufáusidos.

Tabla VI. Abundancia total de Eufáusidos y Biomasa zooplanctónica en las regiones definidas del Golfo de Tehuantepec.

Región central

Estación	Eufáusidos (org/1000 m <sup>3</sup> )	Zooplancton (gr/1000 m <sup>3</sup> )
26	10,749	12.310
43	6,663	16.915
74	7,977	18.469
104	4,179	11.863
Promedio	7,384 ± 2,739	14.889 ± 3.302

Región oeste

54	28,076	15.381
77	98,535	14.387
78	31,767	27.742
81	13,736	23.210
84	19,985	10.769
86	14,754	12.984
92A	14,429	12.708
92B	29,413	35.380
108	51,945	66.668
Promedio	33,389 ± 27,588	24.358 ± 17.868

Tabla VI. Continuación...

Región este

36	5,056	17.893
63	3,953	6.012
66	11,048	37.797
96	4,480	4.288
97	3,878	6.093
100	7,577	9.559
101	30,800	24.079
102	1,056	7.535
112	38,737	30.866
113	19,084	27.778
114	19,328	11.290
Promedio	13,181 ± 12,379	16.653 ± 11.702

de biomasa zooplanctónica total, aunque fueron obtenidos por él mismo, se presentan, por primera vez, en este trabajo.

La Figura 31 muestra la distribución espacial de los eufáusidos totales, en donde se observa que la mayor concentración de eufáusidos se encontró en las estaciones del sector oeste ( $>20,000$  org/1000 m<sup>3</sup>), que en el transecto central se observó la menor concentración de eufáusidos ( $<10,000$  org/1000 m<sup>3</sup>), y que en el sector este las concentraciones variaron ampliamente. Las concentraciones superiores a 20,000 org/1000 m<sup>3</sup> siguen la isolínea de 25°C aunque también se observan concentraciones menores a los 10,000 org/1000 m<sup>3</sup> sobre esta isoterma.

La Figura 32 muestra la distribución espacial de la biomasa total del zooplancton. Se observa que las mayores biomásas se encontraron en las regiones costeras de todo el golfo, pero más marcadamente en la cabeza del golfo y en el sector oeste. En general en el sector este es donde se observan las menores biomásas ( $<15$  g/1000 m<sup>3</sup>), aunque en la estación 86 se observó una biomasa superior a 30 g/1000 m<sup>3</sup>. Las biomásas más altas se encuentran alrededor de la isoterma de 25°C o a temperaturas mayores, como la estación 86 que se encuentra sobre la isoterma de 27.5°C.

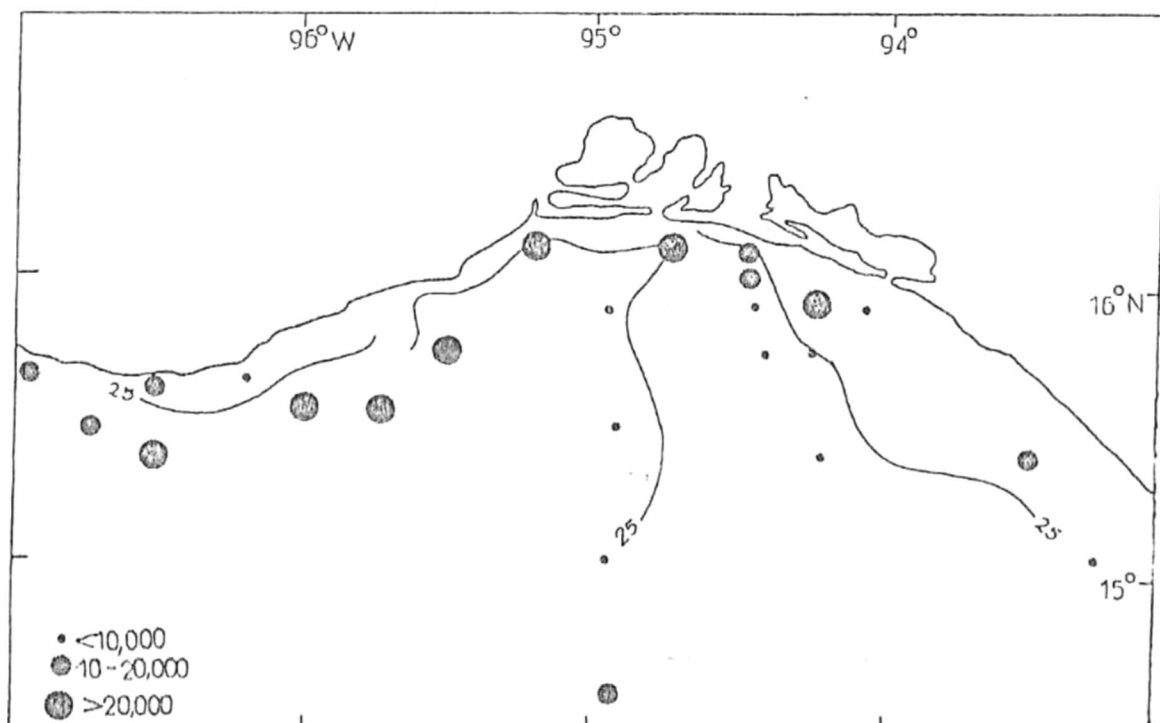


Figura 31. Distribución espacial de la cantidad de eupáusidos totales (organismos/1,000 m<sup>3</sup>). Se muestra la isoterma de 25°C.

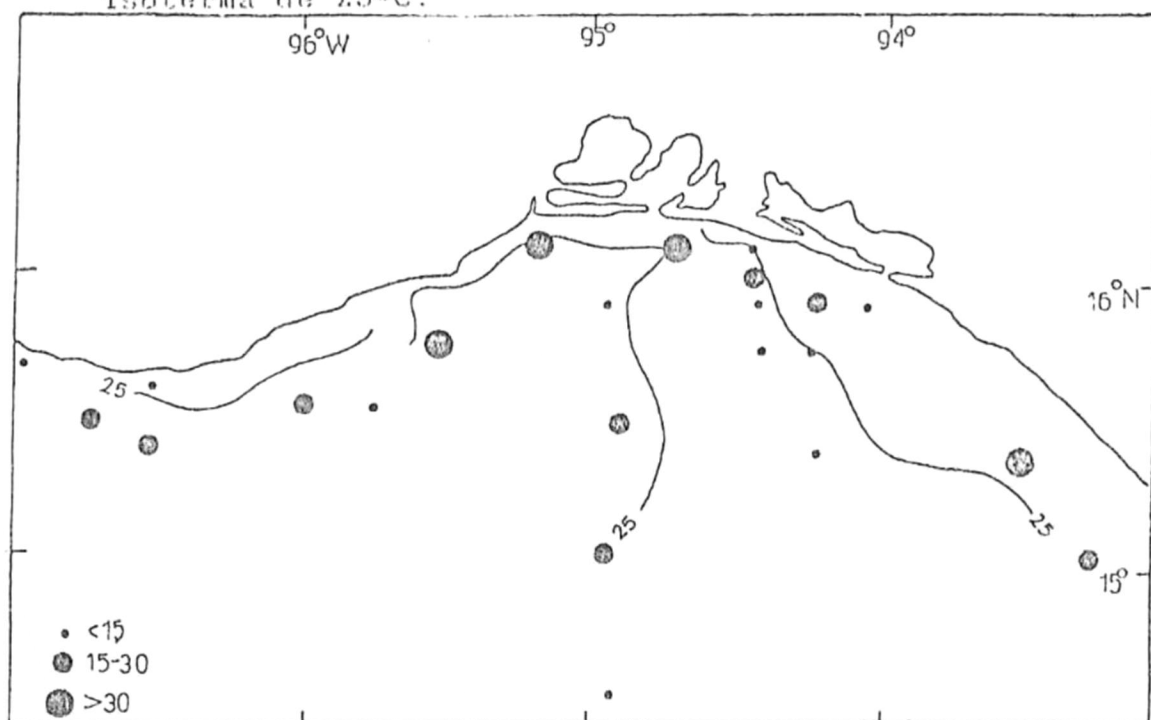


Figura 32. Distribución espacial de la biomasa total zooplánctónica, como peso libre de cenizas (g/1,000 m<sup>3</sup>). Se muestra la isoterma de 25°C.

### 3.6. Análisis Estadísticos

Comparando los datos, tanto hidrológicos como bioquímicos, relativos a las tres áreas en la cual se subdividió el área de estudio, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los resultados de los análisis estadísticos se presentan en la Tabla VII.

Tabla VII. Valores de la prueba de Kruskal-Wallis, para los datos hidrográficos, bioquímicos, de abundancia de eufáusidos y biomasa zooplanctónica. Se presentan los valores de  $H_{calc}$  para un  $\alpha$  del 5 %, el valor de  $X_{0.2}^2 = 5.99$ .

Parámetros	$H_{calc}$
Temperatura	2.462
Salinidad	1.518

#### Material Orgánico Particulado

Prot. part. ( $\mu\text{g/L}$ )	1.793
Lip. part. ( $\mu\text{g/L}$ )	1.727
Carb. part. ( $\mu\text{g/L}$ )	5.845
Mat. part. total ( $\mu\text{g/L}$ )	2.474
Proteínas (%)	5.180
Lípidos (%)	1.089
Carbo.'s (%)	1.284

#### Eufáusidos

Proteínas (%)	1.970
Lípidos (%)	2.605
Carbo.'s (%)	2.503
Abundancia total de eufáusidos	5.718
Biomasa Zooplanctónica	1.827

#### 4. DISCUSIONES

En la época de los vientos Tehuantepequeros se forman dentro del Golfo de Tehuantepec regiones definidas por sus características hidrológicas. La parte central del golfo, afectada por los vientos, presenta rugosidad superficial (Valle-Le Vinson, 1985) y una fuerte mezcla vertical que llega a alcanzar hasta los 30 m haciendo el medio homogéneo desde la superficie hasta esta profundidad (Blackburn, 1962a). Los datos hidrológicos (temperatura, salinidad y  $\sigma_t$ ) a 15 m, que se presentan en las Figuras 3, 4 y 7, muestran el grado de homogeneidad espacial (horizontal) de la región situada frente al chorro de vientos (95°00'W) reflejado en los valores constantes de estos parámetros.

La formación de dos giros a ambos lados del eje del viento (Roden, 1961; Blackburn, 1962a) sumado a otro efecto de los vientos como es el movimiento de agua hacia el suroeste, provoca surgencias costeras más fuertes en las regiones del golfo en las cuales la plataforma continental es menos extensa. Esto trae como consecuencia la disminución de la temperatura en esas áreas (Stumpf y Legeckis, 1977).

El patrón de temperatura superficial presentado por Zapatero-Medinilla (1990), durante el mismo tiempo del presente estudio, muestra que los valores más bajos de temperatura se encuentran en la región central del golfo, y que el agua en la parte este del mismo es más caliente que en el oeste. En general, la distribución de la temperatura a los 15 m presenta un comportamiento similar a la superficial, sobre todo en las regiones este y oeste, aunque existen diferencias de aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  en la vertical.

Las isohalinas y los valores de  $\sigma_t$  (Fig. 4 y 7) indican que existe la posibilidad de una intrusión de una masa de agua en la región costera oriental. En esta región se encontraron los valores de salinidad y  $\sigma_t$  más bajos y se observó además la deformación de las isohalinas. El Río Suchiate tiene su desembocadura en los límites con Guatemala, aproximadamente sobre  $14^{\circ}30'$  de latitud norte; esta agua dulce podría ser transportada a lo largo de la costa este por el sistema de corrientes que se forman durante esta época de vientos y que ya han sido señaladas, entre otros, por Roden (1961). Además, en la región este del golfo no se presenta el fuerte proceso de mezcla vertical que ocurre en el resto del mismo, facilitándose la

formación de frentes, los cuales son señalados por el acercamiento de las isopícnas horizontales que se presenta en esta región.

Las regiones previamente definidas no correspondieron a las definidas por la relación T-S. Como podemos observar, la *región central* y la *oeste* estuvieron definidas por los mismos valores de temperatura y salinidad, mientras que la *región este* presentó dos grupos con relación T-S diferentes. Creemos que lo anterior se debe a que la *región central* y la *oeste* presentan las mismas características hidrológicas como consecuencia de la formación de surgencias en estas zonas, mientras que la *región este* presenta diferentes características hidrológicas como consecuencia de la formación de los frentes de masas de agua mencionados anteriormente.

Por lo que respecta a la materia orgánica particulada, las estaciones costeras presentaron cantidades más altas de cada uno de los constituyentes bioquímicos, excepto en la *región este*, y asociadas a la isoterma de 25°C (Fig. 8a, 11a, 14a y 17). En contraparte, las estaciones más oceánicas presentaron biomásas más bajas, lo cual concuerda con lo señalado por Mayzaud *et al.* (1984), en el sentido de que las aguas costeras tienen un mayor contenido de material orgánico particulado y una mayor diversidad de partículas, que los sistemas oceánicos.

Benítez-Torres *et al.* (1988) señalaron que existe una relación directa entre la densidad fitoplanctónica y el fenómeno de surgencias en el Golfo de Tehuantepec. La mayor cantidad de material particulado en las estaciones del oeste reflejan la formación de surgencias en esta zona costera, provocadas probablemente por el transporte de Ekman y/o por las corrientes de restitución perpendiculares al chorro de vientos.

Es notoria, por otro lado, la gran cantidad de material particulado en la estación 112 de la región este, que aumenta considerablemente las cantidades promedio de los diferentes constituyentes bioquímicos en este sector (Tabla III). La causa de esta gran cantidad de materia particulada se debe, tal vez, a un aporte considerable por parte del sistema de lagunas costeras situadas frente a esta estación y que, como ha sido señalado por Riley (1970), puede ser una fuente muy importante a nivel local de este tipo de material.

Las variaciones espaciales y temporales en la composición bioquímica del material orgánico particulado están influenciadas fuertemente por las condiciones ambientales (Mykkestad *et al.*, 1972; Sakshaug y Holm-Hansen, 1977; Dortch, 1987) como la temperatura, que provoca el aumento o decremento en los constituyentes celulares del fitoplancton (Goldman y Mann, 1980).

La región oeste, que presentó la más alta cantidad de proteínas particuladas ( $92 \mu\text{g/L}$ ), presentó también la materia particulada con más bajo porcentaje de estas (49.4 %); además también en esta región se presentaron las mayores cantidades de carbohidratos particulados ( $38 \mu\text{g/L}$ ) y el más alto porcentaje de estos en la materia particulada (21.5 %). Mayzaud y Martin (1975) señalaron que el estado fisiológico del fitoplancton afecta su composición bioquímica, y que la proporción de carbohidratos a proteínas es un buen índice de tal estado. La combinación de bajo porcentaje de proteínas y alto porcentaje de carbohidratos en la materia particulada de la región oeste se ve reflejada en una proporción de carbohidratos:proteínas más alta (0.45) que en el resto del golfo (0.28)(Fig.20). Lo anterior probablemente nos indica la presencia de comunidades fitoplanctónicas maduras, cuya *tasa de crecimiento empieza de declinar* (López-Elías, 1990).

En los otros sectores del golfo la materia particulada presentó un porcentaje de proteínas más alto (59 %) y un porcentaje de carbohidratos más bajo (< 16 %) que la de la región oeste. Lo anterior se ve reflejado en una proporción de carbohidratos:proteínas más baja; esto indica, probablemente, comunidades fitoplanctónicas más jóvenes o

en fase de crecimiento exponencial (Myklestad, 1977; Myklestad y Haug, 1972; Mayzaud y Taguchi, 1977; Mayzaud y Martin, 1975; Mayzaud *et al.*, 1985; Whyte, 1987).

Sería de gran ayuda conocer la concentración de los nutrientes en el golfo ya que, como algunos autores lo han reportado (Mayzaud, 1980; Lohrenz *et al.*, 1987; Clayton, 1988), estos afectan el contenido de proteínas en el fitoplancton, y en general afectan toda la producción en el mar (Cushing, 1975). Los reportes que se han hecho al respecto, por parte del Grupo de Ecología del Plancton del C.I.C.E.S.E., indican un fuerte acoplamiento entre la biomasa y la productividad fitoplanctónica y las concentraciones de nutrientes en el Golfo de Tehuantepec (Lara-Lara *et al.*, 1990).

Otro factor importante que hubiera podido ocasionar las diferencias observadas, podría ser la presencia de diferentes especies fitoplanctónicas (Liebezeit, 1987) en la comunidad muestreada. Las diatomeas por ejemplo, presentan una gran cantidad de carbohidratos en comparación con los dinoflagelados (Haug *et al.*, 1973); esto podría ocasionar que poblaciones que se encuentren en el mismo estado fisiológico presenten diferente razón de carbohidratos a proteínas.

Los investigadores frecuentemente asumen que las mediciones hechas para caracterizar la materia particulada en el mar (biomasa particulada, concentración de proteínas, lípidos o carbohidratos, niveles de ATP, etc.) tienen alguna relación constante entre sí y con la materia particulada que está siendo estudiada, a pesar de las amplias diferencias cualitativas reconocidas en la fracción viviente y en su proporción del total (Mayzaud y Taguchi, 1979).

En las figuras que presentan la distribución espacial de cada uno de los componentes bioquímicos, en cantidades totales [Fig. 8(a), 11(a) y 14(a)], así como las que presentan los perfiles entre los diferentes transectos [Fig. 9(a), 10(a), 12(a), 13(a), 15(a) y 16(a)], se observa en general el comportamiento similar presentado por cada componente bioquímico y, como consecuencia, por la materia orgánica particulada total (Fig. 17, 18 y 19). Los coeficientes de correlación entre los diferentes componentes de la materia particulada, en cantidades totales [Apéndice II(a)], indican que a un aumento de biomasa total de material particulado corresponde, evidentemente, un aumento en las diferentes fracciones bioquímicas que la componen. Esta relación es principalmente observada entre los carbohidratos particulados y el total de material particulado [Fig.

intervalos establecidos para el zooplancton en general (Nakai, 1955; Raymont *et al.*, 1967; Mayzaud, 1980; Mayzaud y Martin, 1975; Reinhardt y Van Vleet, 1986) y para los eufáusidos específicamente (Raymont *et al.*, 1964, 1968, 1969; Ferguson y Raymont, 1974; Clarke, 1980; Mayzaud *et al.*, 1985; Farber-Lorda, 1986).

Las proteínas fueron siempre el componente orgánico principal, como ya ha sido señalado por la mayoría de los autores antes mencionados. Se observó que los organismos con porcentajes más altos de proteínas se encontraron en la cabeza del golfo, entre 94°30'W y 95°30'W y 15°30'N y 16°00'N (Fig. 21).

Los lípidos presentaron la distribución más variable de todas las fracciones bioquímicas de los eufáusidos (Fig.24): se encontraron organismos con más altos porcentajes de lípidos tanto en la región oeste como en la central y este, y tanto en estaciones costeras como en oceánicas. Esto está de acuerdo con lo que ha sido señalado en la literatura, en el sentido de que ésta es la fracción más variable en todo el zooplancton en general (Raymont *et al.*, 1969, 1971; Mayzaud y Martin, 1975; Mayzaud *et al.*, 1985).

Por otra parte, los carbohidratos fueron siempre el componente orgánico menor ya que, como ha sido reportado, estos compuestos representan menos del 5 % de peso seco en

los organismos zooplanctónicos (Raymont y Conover, 1961; Raymont y Krishnaswamy, 1960; Mayzaud y Martin, 1975; Mayzaud *et al.*, 1985).

Como se ha mencionado anteriormente, desde los primeros estudios (Nakai, 1955) se ha conocido la relación inversa que existe entre las proteínas y los lípidos. Los valores obtenidos para estas dos fracciones bioquímicas, en los diferentes transectos del golfo, muestran dicha relación (Fig. 22, 23, 25, 26, 28 y 29) y el coeficiente de correlación lo apoya [Apéndice II(c)].

La distribución espacial de la abundancia de eufáusidos presentada por Zapatero-Medinilla (Fig. 31), mostró que las más altas concentraciones ocurrieron en las regiones costeras, sobre todo en las del oeste. Este autor señaló como una posible causa de esto el acarreo producido por el sistema de giros y corrientes ocasionadas por los fuertes vientos; nosotros podemos señalar, además, que posiblemente también está influenciada por la distribución de la fuente de alimento ya que en esta región también se observaron las más altas cantidades de material orgánico particulado. Aunque no se observó un patrón bien definido, en general las más altas biomásas zooplanctónicas (Fig. 32) se presentaron en la región influenciada por los Tehuantepequeros, en donde el viento induce la formación de surgencias, observaciones que concuerdan con lo señalado

por Benítez-Torres *et al.* (1988) que encontraron las mayores densidades zooplanctónicas en el Golfo de Tehuantepec, en época de vientos, en áreas fuertemente influenciadas por estos.

Como señalaron Conover y Corner (1968), la composición bioquímica de un organismo reflejará, en cierto grado, la composición de su alimento. Esto nos sugiere la hipótesis de que si la fuente potencial de alimento para los eufáusidos, en el Golfo de Tehuantepec, presenta diferencias cualitativas y cuantitativas, éstas podrían verse reflejadas en la composición bioquímica de los mismos.

En la Figura 30 que presenta los perfiles de la cantidad total de material particulado y las fracciones bioquímicas (proteínas y lípidos) de los eufáusidos, se observa en general que cuando hay mayor cantidad de material particulado se presenta una disminución en el porcentaje de proteínas en los eufáusidos y un aumento en el de lípidos. Los coeficientes de correlación entre la cantidad de cada fracción bioquímica en la materia orgánica particulada y en los eufáusidos [Apéndice II(d)] indican lo anterior. Como ha sido señalado por Whyte *et al.* (1987), el alimento influye en el almacenamiento de reservas energéticas, que para los eufáusidos y los crustáceos en general, son los lípidos (Farber-Lorda\*, *com. pers.*). Por

\*JAIIME FARBER-LORDA. CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA. ESPINOZA 843. ENSENADA, B.C. MEXICO.

otro lado, los carbohidratos no mostraron algún patrón de comportamiento como el anteriormente citado, atribuido probablemente a la baja proporción de éstos en los eufáusidos y a su relativa insignificancia como sustrato metabólico (Ikeda y Mitchell, 1982).

Ha sido señalado por Conover y Corner (1968) que la excreción de nitrógeno aumenta al incrementar la concentración de alimento, y sabemos que la mayor parte del nitrógeno excretado por todos los organismos heterótrofos es de origen protéico (Lehninger, 1980). En base a lo anterior se puede establecer que cuando hay mayor cantidad de alimento disponible se han de utilizar muy probablemente las proteínas como sustrato metabólico (catabolismo), y esto debe reflejarse en una mayor excreción de nitrógeno y, por lo tanto, un menor porcentaje de proteínas en los eufáusidos. En esta situación de abundancia alimenticia los organismos deben aprovechar para incrementar su propia productividad a través del almacenamiento de reservas energéticas, lípidos principalmente (Cowey y Corner, 1963) y a través de un crecimiento más rápido, incrementando también su tasa reproductiva (Conover, 1966).

Creemos que para conocer el tipo de adaptaciones alimenticias que están realizando los eufáusidos, como respuesta a los cambios en la cantidad y calidad del alimento en el Golfo de Tehuantepec, necesitaríamos

estudiar los tipos y los niveles de actividad de las enzimas digestivas (Mayzaud *et al.*, 1985), por que sabemos que éstas están reguladas, en cierta medida, por la fuente de alimento (Mayzaud, 1980; Mayzaud y Poulet, 1978) y de ello depende la hidrólisis de las macromoléculas como primer paso importante para la asimilación del alimento; sin embargo, estudios más recientes (Mayzaud, 1986) han demostrado que no existe un patrón general, sino que cada especie puede presentar adaptaciones diferentes.

Es de suponerse que un organismo tendrá diferentes alternativas alimenticias, las cuales pueden cambiar su carácter con el tiempo; los eufáusidos, por ejemplo, pueden comer fitoplancton (materia orgánica, particulada), copépodos o material detrítico (Cushing, 1975). Por último, si por alguna razón la fuente de alimento llegase a ser inadecuada o las condiciones intolerables, los organismos responderían a tales circunstancias con mecanismos adaptativos como la reducción de su metabolismo o diapausa (Conover, 1984; Cushing, 1975; Hochachka, 1984).

En este trabajo no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los datos obtenidos en cada una de las regiones previamente definidas del Golfo de Tehuantepec. Esto creemos que tampoco es indicativo de igualdad entre ellos, sino más bien de la variabilidad de las características de cada una de ellas.

## 5. CONCLUSIONES

Durante la época de Tehuantepequeros el Golfo de Tehuantepec se encuentra bajo condiciones oceanográficas que, de alguna manera, causan alteraciones en todos los parámetros, tanto físicos como químicos y biológicos.

En el presente trabajo, se distinguen diferentes regiones hidrológicas dentro del golfo. La primera, en la parte más profunda del golfo, comprende la región que se encuentra bajo la acción directa de los fuertes vientos (sobre el meridiano  $95^{\circ}00'W$ ) y todo el sector al oeste de esta. Esta es una región aparentemente bien mezclada que presenta valores de temperatura, salinidad y  $\sigma_t$  constantes y con intervalos pequeños.

La segunda región, en la parte más somera del golfo, comprende todo el sector al este del meridiano  $95^{\circ}00'W$ . El hecho que esta región no se encuentra bajo la acción directa de los vientos, y que aparentemente existe la intrusión a lo largo de la costa de alguna masa de agua, de procedencia no determinada, posiblemente facilita la formación de diferentes masas de agua, difícilmente diferenciables por los amplios intervalos de los valores de sus características hidrológicas.

Estas regiones muestran también variaciones en la composición bioquímica del material orgánico particulado. La región costera que se encuentra bajo la acción de los fuertes vientos junto con la que se encuentra al oeste de esta, presentaron cantidades más altas de material orgánico particulado, observadas principalmente en el volumen de las proteínas y de los carbohidratos particulados, que reflejan la presencia de surgencias costeras en esta parte del golfo. La región este del golfo, que no está influenciada por los vientos, y la más alejada de la costa (bajo la influencia de los vientos), presentaron menores cantidades de material orgánico particulado, indicando biomasa fitoplanctónica más bajas.

Por otro lado, en la región costera influenciada por el viento y al oeste de esta, la biomasa fitoplanctónica está aparentemente constituida por comunidades más viejas, dada la mayor proporción de carbohidratos en el material particulado, mientras que en la parte de esta región más alejada de la costa, y en la que no está influenciada por los vientos, las comunidades fitoplanctónicas presentaron mayor proporción de proteínas, indicando comunidades más jóvenes.

Por lo que respecta a la composición bioquímica de los euphausíidos (principalmente *Euphausia lamelligera*), esta está influenciada por la cantidad de alimento disponible,

observándose un decremento en el porcentaje de proteínas de esta especie al haber una mayor cantidad de material orgánico particulado y un incremento en las reservas energéticas (lípidos) de los organismos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Amsler, M.O. y R.Y. George. 1985. Changes in the biochemical composition of *Euphausia superba* Dana embryos during early development. *Polar Biology*. 4: 61-63.
- Benítez-Torres, J. A., C. F. Dávila-Arteaga y A. Montalvo-Arrieta. 1988. Ciclo anual del plancton en la Bahía de Salina Cruz, Oaxaca y zonas adyacentes (febrero 84-enero 85). En: Compendio de Estudios Oceanográficos. Dir. Gral. de Ocean. Naval. Sría. de Marina. Salina Cruz, Oaxaca, 1988. 191 p.
- Blackburn, M. 1962a. An oceanographic study of the Gulf of Tehuantepec. Special Scientific Report Fisheries. No. 104. Unites States Department of the Interior Fish and Wildlife Service. 27 p.
- \_\_\_\_\_. 1962b. Distribution and abundance of tuna related to wind and ocean conditions in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. World Scientific Meeting on the Biology of Tunas and related species. La Jolla, CA. July, 1962. Sec. 1. Exp. Pap. 33:28 p.
- Blight, E.G. y W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.

- Borowitzka, M.A. y L.J. Borowitzka (Eds.). 1986. Micro-algal Biotechnology. Cambridge University Press. Cambridge and New York. 477 p.
- Chiaverini, J. 1972. Techniques d'extraction et d'analyse des lipides. Station Zoologique de Villefranche-Sur-Mer. Université de Paris VI. Notes de Travail No. 12. 12 p.
- Clarke, A. 1980. The biochemical composition of krill, *Euphausia superba* Dana, from South Georgia. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 43:221-238.
- Claustre, H., J. C. Marty y L. Cassiani. 1989. Intraspecific differences in the biochemical composition of a diatom during bloom in Villefranche-sur-Mer Bay, Mediterranean Sea. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 129:17-32.
- Clayton, J. R., Q. Dortch, S. S. Thoresen y S. I. Ahmed. 1988. Evaluation of methods for the separation and analysis of proteins and free aminoacids in phytoplankton samples. *J. Plankton Res.* 10(3):341-358.
- Conover, R. J. 1964. Food relations and nutrition of zooplankton. Proceedings of Symposium on Experimental Marine Ecology. Occasional Publ. No. 2. Graduate School of Oceanography. University of Rhode Island.

- Conover, R. J. 1966. Factors affecting the assimilation of organic matter by zooplankton and the question of the superfluous feeding. *Limnol. Oceanogr.* 11:346-354.
- Conover, R. J. y E. D. S. Corner. 1968. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 48:49-75.
- Cowey, C. B. y E.D.S. Corner. 1963. On the nutrition and metabolism of zooplakton. II. The relationship between the marine copepod *Calanus helgolandicus* and particulate material in Plymouth sea water, in terms of aminoacids composition. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 43:495-511.
- Cushing, D. H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press. London, New York, Melbourne. 278 p.
- De la Bigne, C. 1985. Etude du métabolisme nutritionnel et des variations spatio-temporelles de l'environnement trophique potentiel de *Meganyctiphanes norvegica* (Euphausiacea) en mer Ligure. Thèse de Doctorat de la Université Pierre et Marie Curie. Paris VI. 137 p.
- Dortch, Q. 1987. The biochemical composition of plankton in a subsurface chlorophyll maximum. *Deep-Sea Res.* 34(5/6):705-712.

- Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers y F. Smith. 1959. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356.
- Fabregas J., C. Herrero, J. Abalde y B. Cabezas. 1985. Growth, chlorophyll *a* and protein of the marine microalga *Isochrysis galbana* in batch cultures with different salinities and high nutrient concentrations. *Aquaculture.* 50:1-11.
- Farber-Lorda, J. 1986. Etudes biologiques, energetiques et biochimiques du krill antarctique *Euphausia superba* et *Thysanoessa macrura* recolte au cours de la Campagne Fibex (Février 1981). Thèse de Doctorat de la Université d'Aix-Marseille II. 214 p.
- Ferguson, C.F. y J.K.B. Raymont. 1974. Biochemical studies on marine zooplankton. XII. Further investigations on *Euphausia superba* Dana. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 54:719-725.
- García de Miranda, E. y Z. Falcón de Gyves. 1984. Atlas. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. Editorial Porrúa. 6a. Ed. 219 p.
- Goldman, J.C. y R. Mann. 1980. Temperature-influenced variations in speciation and chemical composition of marine phytoplankton in outdoor mass cultures. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 46:29-39.

- Haug, A., S. Myklestad y E. Sakshaug. 1973. Studies on the phytoplankton ecology of the Trondheimsfjord. I. The chemical composition of phytoplankton populations. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 11:15-26.
- Hochachka P.W. y G.N. Somero. 1984. Biochemical Adaptation. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey. 538 p.
- Ikeda, T. 1974. Nutritional ecology of marine zooplankton. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 22:1-97.
- Ikeda, T. y A.W. Mitchell. 1982. Oxigen uptake, ammonia excretion and phosphate excretion by krill and other Antarctic zooplankton in relation to their body size and chemical composition. *Mar. Biol.* 71:283-298.
- Lara-Lara, J. R., E. G. Robles-Jarrero y C. Bazán-Guzmán. 1990. Productividad primaria por clase de tamaño durante el invierno de 1989 en el Golfo de Tehuantepec. Resumen del VIII Congr. Nal. de Oceanogr. Escuela de Ciencias del Mar. U.A.S. 159 p.
- Lehninger, A.L. 1980. Bioquímica. 2a. Edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. 1117 p.
- Liebezeit, G. 1987. Particulate carbohydrate fluxes in the Bransfield Strait and the Drake Passage. *Marine Chemistry.* 20:255-264.

- Lohrenz, S.E., C.D. Taylor y B.L. Howes. 1987. Primary production of protein: II. Algal protein metabolism and its relation to particulate organic matter composition in the surface mixed layer. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 40:175-183.
- López-Elías, J.A. 1990. Cultivos semicontinuos de cuatro especies de microalgas con medios simplificados: evaluación de técnicas analíticas y de producción. Tesis de Maestría. C.I.C.E.S.E. 163 p.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr y R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 93:265-275.
- Malara, G. y R. Charra. 1972a. Dosage des proteines particulaires selon la méthode de Lowry. Station Zoologique de Villefranche-Sur-Mer. Université de Paris VI. Notes de Travail No. 5. 11 p.
- \_\_\_\_\_ 1972b. Dosage des glucides particulaires du phytoplancton selon la méthode de Dubois. Station Zoologique de Villefranche-Sur-Mer. Université de Paris VI. Notes de Travail No. 6. 12 p.
- Marshall, S.M. y A.P. Orr. 1962. Carbohydrate as a measure of phytoplankton. *J. mar. biol. Assoc. U. K.* 42:511-519.

- Mauchline, J. y L.R. Fisher. 1969. The Biology of Euphausiids. En: Advances in Marine Biology. Vol. 7. Part. II. Sir Frederick S. Russell y Sir Maurice Yonge [Ed]. Academic Press. Londres. 371-677.
- Mayzaud, P. 1980. Etude du métabolisme nutritionnel du zooplancton. Essai de définition biochimique de la matière organique particulaire (siston) et de ses voies de transformation au sein d'un écosystème marin nèritique. Thèse de Doctorat d'état de la Université Pierre et Marie Curie. Paris VI. 250 p.
- \_\_\_\_\_ 1986. Digestive enzymes and their relation to nutrition. En: The Biological Chemistry of Marine Copepods. E.D.S. Corner y C.M. O'Hara [Eds]. Clarendon Press. Oxford. 165-225.
- Mayzaud, P., J. Farber-Lorda y M.C. Corre. 1985. Aspects of the nutritional metabolism of two Antarctic Euphausiids: *Euphausia superba* and *Thysanoessa macrura*. En: Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. W.R. Siegfried, P.R. Condy y R.M. Laws [Ed]. Proc. 4th SCAR. Symp. Antarctic Biol., Springer Verlag, berlin, Heidelberg, New York. 330-338.
- Mayzaud, P. y J.L.M. Martin. 1975. Some aspects of the biochemical and mineral composition of marine plankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 17:297-310.

- Mayzaud, P. y S.A. Poulet. 1978. The importance of the time factor in the response of zooplankton to varying concentrations of naturally occurring particulate matter. *Limnol. Oceanogr.* 23(6):1144-1154.
- Mayzaud, P. y S. Taguchi, 1979. Spectral and biochemical characteristics of the particulate matter in Bedford Basin. *J. Fis. Res. Board Can.* 36(2): 211-218.
- Mayzaud, P., S. Taguchi y Ph. Laval. 1984. Seasonal patterns of seston characteristics in Bedford Basin, Nova Scotia, relative to zooplankton feeding: a multivariate approach. *Limnol. Oceanogr.* 29(4):745-784.
- McCreary, J.P., H.S. Lee y D.B. Enfield. 1989. The response of the coastal ocean to strong offshore winds: with application to circulations in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo. *J. mar. res.* 47:81-109.
- Myklestad, S. 1977. Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. II. Influence of the N/P ratio in the growth medio on the assimilation ratio, growth rate, and production of cellular and extracellular carbohydrates by *Chaetoceros affinis* var. *Willei* (Gran) Hustedt and *Skeletonema costatum* (Grev) Cleve. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 29:161-179.
- Myklestad, S. y A. Haug. 1972. Production of carbohydrates by the marine diatom *Chaetoceros affinis* var. *Willei*

- (Gran) Hustedt. I. Effect of the concentration of nutrients in the culture medium. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 9:125-136.
- Myklestad, S., A. Haug y B. Larsen. 1972. Production of carbohydrates by the marine diatom *Chaetoceros affinis* var. *Willei* (Gran) Hustedt. II. Preliminary investigations of the extracellular polysaccharide. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 9:137-144.
- Nakai, Z. 1955. The chemical composition, volume, weight and size of the important marine plankton. *Spec. Publs., Tokai Fish. Res. Lab.* 5:12-24.
- Pande, S.V., R.P. Khan y T.A. Venkitasubramanian. 1963. Microdetermination of lipids and serum total fatty acid. *Analyt. Biochem.* 6:415-423.
- Raymont, J.E.G. 1983. Plankton and Productivity in the Oceans. 2nd. Ed. Vol. 2: Zooplankton. Pergamon Press. Gran Bretaña. 824 p.
- Raymont, J.E.G., J. Austin y E. Linford. 1964. Biochemical studies on marine zooplankton. I. The biochemical composition of *Neomysis integer*. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 28:354-363.
- 
1967. The biochemical composition of certain oceanic zooplanktonic decapods. *Deep-Sea Res.* 14:153-155.

- 
1968. Biochemical studies on marine zooplankton. V. The composition of the major biochemical fraction in *Neomysis integer*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 48:735-760.
- Raymont, J.E.G. y R.J. Conover. 1961. Further investigations on the carbohydrate content of marine zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 6:154-164.
- Raymont, J.E.G. y S. Krishnaswamy. 1960. Carbohydrate in some marine plankton animals. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 39:154-164.
- Raymont, J.E.G., R.T. Srinivasagam y J.K.B. Raymont. 1969. Biochemical studies on marine zooplankton. IV. Investigations on *Meganycthiphanes norvegica* (M. Sars). *Deep-Sea Res.* 16:141-156.
- 
1971. Biochemical studies on marine zooplankton. IX. The biochemical composition of *Euphausia superba*. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 51:581-588.
- Reinhardt, S.B. y E.S. Van Vleet. 1968. Lipid composition of twenty-two species of Antarctic midwater zooplankton and fish. *Mar. Biol.* 91:149-159.
- Riley, G.A. 1970. Particulate organic matter in sea water. En: *Advances in Marine Biology*. Vol 8. Sir Frederick S. Russell y Sir Maurice Yonge [Ed]. Academic Press. London. 118 p.

- Roden, G.I. 1961. Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. *Geofísica Internacional*. 1(3):55-72.
- Sakshaug, E. y O. Holm-Hansen. 1977. Chemical composition of *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve and *Pavlova (Monochrysis) lutheri* (Droop) Green as a function of nitrate-, phosphate-, and iron-limited growth. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 29:1-34.
- Stumpf, H. G. y R. V. Legeckis. 1977. Satellite observations of mesoscale eddy dynamics in the eastern tropical Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.* 7:648-658.
- Tanohue, E. 1985. Distribution and chemical composition of particulate organic matter in the pacific sector of the antarctic ocean. *Trans. Tokyo. Univ. Fish.* 6:43-57.
- Valle-Le Vinson, A. 1985. Corrientes costeras frente a Salina Cruz, Oax. Tesis de Licenciatura de la Escuela Superior de Ciencias Marinas. U.A.B.C. 58 p.
- Whyte, J.N.C. 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. *Aquaculture*. 60:341-358.
- Whyte, J.N.C., N. Bourne y C.A. Hodgson. 1987. Assessment of biochemical composition and energy reserves in larvae of the scallop *Patinopecten yessoensis*. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 113:13-124.

- William, J., J.J. Higginson y J.D. Rohrbough. 1973. Sea & Air. The Marine Environment. 2nd. Ed. Naval Institute Press. Annapolis, Maryland. 338 p.
- Zapatero-Medinilla, M.A. 1990. Distribución y abundancia de *Eufáusidos en el Golfo de Tehuantepec y su relación con las condiciones hidrológicas durante enero de 1989*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 88 p.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2th Edition. Prentice-Hall, Inc. 718 p.

A P P E N D I C E S

Apéndice I. Datos de temperatura y salinidad registrados con CTD durante enero de 1989 en el Golfo de Tehuantepec, y valores de sigma t calculados en base a los datos de temperatura y salinidad (William *et al.*, 1980)

Estación	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)	Sigma t
26	22.386	34.346	23.676
36	26.772	34.006	22.125
37	24.089	34.136	23.000
38	22.564	34.147	23.470
39	21.687	34.348	23.823
40	15.546	34.538	25.500
41	18.800	34.555	24.700
42	23.000	34.333	23.411
43	24.854	34.125	22.750
54	23.428	34.170	23.205
60	25.367	34.100	22.265
61	24.300	34.250	23.000
62	22.000	34.500	23.830
63	22.211	34.333	23.638
64	24.396	34.016	22.812
65	28.521	33.570	21.187
66	27.661	33.984	21.812
67	28.592	33.594	21.150
68	28.667	33.577	21.156
69	27.561	33.524	21.500
70	26.640	34.098	22.218
71	20.251	34.284	24.194
72	21.800	34.430	23.850
73	24.000	34.200	23.050

## Apéndice I. Continuación...

74	25.473	34.117	22.593
77	24.917	33.974	22.593
78	23.295	34.151	23.235
79	23.560	34.184	23.205
80	25.229	33.967	22.547
81	25.975	33.965	22.562
82	25.175	34.055	22.593
83	25.288	34.016	22.625
84	25.401	33.398	22.062
85	23.948	34.056	23.000
86	24.310	34.073	22.906
87	26.987	34.170	22.093
88	24.917	34.145	22.718
91	24.547	34.170	22.875
92	24.985	34.137	22.687
93	24.093	34.149	23.000
94	25.115	34.097	22.625
95	23.686	34.182	23.176
96	15.909	34.403	25.325
97	19.673	34.321	24.305
98	25.041	34.170	22.718
99	28.045	33.852	21.560
100	27.553	33.900	21.781
101	26.456	33.739	22.000
102	20.127	34.300	24.222
103	23.686	34.182	23.176
104	25.022	34.109	22.687
105	25.367	34.032	22.550
106	25.996	34.079	22.343

## Apéndice I. Continuación...

108	25.838	34.000	22.375
109	25.228	34.052	22.562
110	24.981	34.052	22.625
112	24.811	34.120	22.750
113	19.441	34.581	24.621

Apéndice II. Coeficiente de correlación (r) entre los componentes bioquímicos (a) del material orgánico particulado, en cantidades totales, (b) del material orgánico particulado, en porcentaje, (c) de los eufáusidos, (d) del material particulado, en cantidades totales, y de los eufáusidos. Se muestran también los coeficientes de correlación con la temperatura y la salinidad. (\*) 95 % nivel de confianza, (\*\*) 99 % nivel de confianza, (+) no significativo.

(a) Material Orgánico Particulado (cantidades totales)

MATERIAL ORGANICO PARTICULADO						
M A T . O R G .		PROT. 'S	LIPIDOS	CARBO. 'S	TEMP.	SALINI.
	PROT. 'S				-0.052+	0.277+
	LIPIDOS	0.499*			0.016+	0.001+
	CARBO.S	0.603**	0.616**		0.254+	-0.058+
	TOTAL	0.878**	0.822**	0.833**	0.105+	0.093+

(b) Material Orgánico Particulado (porcentajes)

MAT. ORG. PART.					
M A T . O R G		PROT. 'S	LIPIDOS	TEMP.	SALINI.
	PROT. 'S			-0.139+	0.026+
	LIPIDOS	0.709**		-0.210+	0.006+
	CARBO.S	-0.503*	-0.255+	0.405+	-0.253+

(c) Eufáusidos

E U F A U S I D O S					
E U F A U S		PROT. 'S	LIPIDOS	TEMP.	SALINI.
	PROT. 'S			0.188+	-0.190+
	LIPIDOS	0.515**		0.052+	-0.014+
	CARBO.S	0.498**	-0.295+	-0.287+	0.029+

Apéndice II. Continuación...

(d) Material Orgánico Particulado-Eufáusidos

MATERIAL ORGANICO PARTICULADO					
E U F A U S		PROT. 'S	LIPIDOS	CARBO.S	TOTAL
	PROT. 'S	-0.460*	-0.547*	-0.308+	-0.500*
	LIPIDOS	0.314+	0.617**	0.285+	0.566*
	CARBO.S	-0.006+	-0.168+	0.009+	-0.111+