



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"LOS ANELIDOS POLIQUETOS ASOCIADOS A SUSTRATOS  
BLANDOS DE LA BAHIA DE CAMPECHE,  
GOLFO DE MEXICO".

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**RICARDO ROJAS LOPEZ**



DIRECTOR DE TESIS: DR. ANDRÉS GRANADOS BARBA  
CODIRECTOR DE TESIS: DR. PABLO GONZÁLEZ ALCANTARA





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Los anélidos Poliquetos Asociados a Sustratos Blandos de  
la Bahía de Campeche, Golfo de México".

realizado por Rojas López Ricardo

con número de cuenta 09521871-9 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dr. Alejandro Granados Barba

Co-Director

Propietario Dr. Pablo Hernández Alcántara

Propietario Dra. Vivianne Solís Weiss

Suplente Biol. Alma Yazmín Pérez Mendoza

Suplente M. en C. Ana Margarita Hermoso Salazar

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA

# DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional, por confiar en mí, por su amor y comprensión. Gracias por estar a mi lado tenerme paciencia y darme la ayuda y confianza para alcanzar mis metas.

A mis hermanos por ser mas que eso, no obstante de ser tan diferentes compartimos muchas cosas y a pesar de discutir tanto siempre estamos juntos.

A mi hermana que me recibe siempre con cariño y una sonrisa que hace que cualquier esfuerzo valga la pena, sigue adelante

A Naye con todo mi cariño, por tu confianza, apoyo y madurez, por estar siempre conmigo en los momentos más importantes, por tantas cosas que compartimos, además de tu grata compañía.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme un espacio y una educación.

A la Dra. Vivianne Solís Weiss por permitirme ser parte del Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y limnología por brindarme el apoyo y las facilidades para la realización de este trabajo.

Al Dr. Alejandro Granados Barba, director de esta tesis, deseo expresar un especial y sincero agradecimiento por su ayuda, enseñanza y formación que ha brindado a lo largo de mi trayectoria dentro de las ciencias del mar, especialmente por su confianza y la amistad que hemos podido cultivar.

Al Dr. Pablo Hernández Alcántara por todo su apoyo, sugerencias y su paciencia en los distintos aspectos académicos que hemos compartido, desde clases hasta proyectos de investigación.

A las revisoras M. en C. Margarita Hermoso y la Biól. Alma Pérez, quienes además de ser grandes compañeras me han brindado un apoyo y amistad de gran valor, gracias por sus acertadas sugerencias y comentarios.

Al los integrantes del laboratorio de fisicoquímica del ICMYL por los determinación de algunos de los parámetros analizados en este estudio.

Compañeros de Laboratorio de Ecología Costera, con los que he convivido tanto tiempo y hemos llegado a formar una bonita amistad, que va mas allá de solo conocernos por trabajar: Nayelita, Agris Almis, Marco, Laura, Cacho, Bety, Margarita, Pablo y Marianita que también es parte del laboratorio. A todos gracias por las charlas y comentarios personales y académicos, me han servido de mucho. Así como a los exintegrantes: Jorge, Sarita, Axa y Vero.

A mis compañeros de otros laboratorios en el Instituto: Chucho, Maru, Carmen, Alex Estradas, Nacho, Alelí, Miguel Díaz, Sergio Castillo, Chalo, Brisia, Ricardo Ruíz, Chave y Toni.

A mi familia y amigos, por su apoyo tanto emocional como académico.

A la Facultad de Ciencias, profesores y compañeros de generación

A la tripulación del B/O “Justo Sierra”, por su profesionalismo y ganas de hacer las cosas bien. Así como a los compañeros que participaron en la Campaña SGM-6.

Al Dr. Felipe Vázquez por el apoyo de beca otorgado para la realización de esta tesis en el “Proyecto Evaluación Prospectiva para el Programa de Monitoreo Continuo del efecto Ambiental de la Actividad Petrolera en el Golfo de México” PEMEX-ICMYL-UNAM N°. PEP-UNAM/001/2001

A todos los que de alguna forma convivieron conmigo en este tiempo y ayudaron a la culminación de este trabajo, y se me olvidó mencionar, perdón pero lo saben . . . . gracias.

## ÍNDICE

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| • RESUMEN.....                                | 2  |
| • INTRODUCCIÓN.....                           | 3  |
| • ANTECEDENTES.....                           | 6  |
| • OBJETIVOS.....                              | 8  |
| • ÁREA DE ESTUDIO.....                        | 9  |
| • METODOLOGÍA.....                            | 12 |
| • RESULTADOS.....                             | 18 |
| ○ Aspectos taxonómicos.....                   | 18 |
| ▪ Generalidades.....                          | 18 |
| ▪ Lista sistemática de especies.....          | 19 |
| ○ Aspectos ecológicos.....                    | 23 |
| ▪ Caracterización ambiental.....              | 23 |
| ▪ Análisis de agrupamiento de parámetros..... | 36 |
| ▪ Análisis faunístico.....                    | 41 |
| • Densidad.....                               | 41 |
| • Importancia de las especies.....            | 43 |
| • Riqueza de especies.....                    | 46 |
| • Diversidad .....                            | 47 |
| • Análisis de regresión múltiple.....         | 53 |
| • Análisis de la composición faunística.....  | 56 |
| • CONCLUSIONES.....                           | 60 |
| • LITERATURA CITADA.....                      | 61 |
| • ANEXOS.....                                 | 71 |
| • ANEXO FOTOGRÁFICO.....                      | 88 |

## RESUMEN

En el presente estudio se analiza la estructura comunitaria de los poliquetos macrobentónicos recolectados en la Bahía de Campeche durante marco del proyecto institucional "Evaluación prospectiva para el programa de monitoreo continuo de la actividad petrolera en el Golfo de México" en su campaña oceanográfica SGM-6, a bordo del B/O Justo Sierra de la UNAM. La campaña fue realizada del 1 al 21 de diciembre de 2001, cubriendo un derrotero de 55 estaciones entre las zonas costeras frente a Coatzacoalcos, Ver. y Laguna de Términos, Cam. Las muestras se recolectaron con un nucleador de caja sobre un intervalo batimétrico de 14 a 1243 m, registrándose datos de profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, carbono orgánico, tipo de sedimento, metales e hidrocarburos. Los organismos fueron recolectados con una densidad de 711 ind/10dm<sup>-3</sup>, identificándose 26 familias y 98 especies; reconociendo un género y 23 especies son potencialmente nuevas para la ciencia. Los datos anteriores representan el 42 % de las familias y el 16 % de las especies de poliquetos registradas para la plataforma continental del Golfo de México, y son una evidencia de la elevada biodiversidad que se presenta en los fondos blandos de la plataforma de Campeche. Se reportan ocho especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia: *Paraprionospio pinnata*, *Paralacydonia paradoxa*, *Magelona* sp. L., *Ninoë leptognatha*, *Nephtys incisa* y *Cossura delta*, destacando *P. pinnata*, quien se establece como la especie numéricamente más importante para la Bahía de Campeche en cualquier temporada del año. En general, no se observó algún patrón claro en cuanto a la distribución espacial de los parámetros ambientales; sin embargo, el contenido de limos y de hidrocarburos totales, así como de cromo, cobalto y níquel parecen tener cierta relevancia a nivel local. Las concentraciones más altas de bario, cadmio, y níquel fueron registrados en el lado este del área de estudio hacia los complejos petroleros. En cuanto a los parámetros estructurales se observa una tendencia a valores más altos de densidad, riqueza de especies y diversidad hacia el oeste de la región y una disminución de los mismos conforme la profundidad aumenta. Es evidente el papel que representan las descargas fluviales sobre la distribución general de los parámetros ambientales y estructurales. Asimismo, y a pesar de que no fue posible evaluar la influencia de los nortes sobre el comportamiento de los parámetros medidos, la gran heterogeneidad en ellos y la falta de algún patrón general claro en el aspecto ecológico, permite suponer su efecto.



## INTRODUCCIÓN

El Golfo de México es una región marina ecológicamente muy especial debido a la mezcla de características de ambientes templados y tropicales únicas. En él se encuentra una gran riqueza de ecosistemas costeros como ríos, estuarios, lagunas, islas y arrecifes de coral, así como zonas de manglar y humedales. En general para nuestro país, el Golfo de México representa un sistema de gran importancia biológica, pesquera e industrial, debido a su alta diversidad de especies, su enorme potencial pesquero y a su gran explotación de hidrocarburos.

En el sur del Golfo de México, la gran riqueza biótica está relacionada con su amplia plataforma continental y su heterogeneidad ambiental, producto de las grandes descargas fluviales que ahí se presentan, entre otros factores. Para nuestro país es una gran fuente de recursos como lo es la pesca del camarón, ostión y pez de escama, así como la industria petrolera en la Sonda de Campeche, una de las zonas petroleras más desarrolladas en esta actividad (Granados Barba, 2001). El desarrollo de estas actividades es necesario debido a la importante fuente de divisas y empleo que representa para el país; sin embargo, se debe evaluar el estado actual de las comunidades marinas para comprender los efectos derivados de dichas actividades sobre el ambiente.

En el medio marino el bentos incluye los organismos que viven toda o la mayor parte de su vida en estrecho contacto con el fondo y cuyas capacidades de natación o motilidad pueden estar reducidas o ausentes. Entre ellos, figuran preponderantemente los anélidos poliquetos por ser los organismos más frecuentes y con mayor número de individuos entre la macrofauna bentónica (Fauchald y Jumars, 1979); generalmente constituyen entre un 50 y 70 % de la fauna béntica bajo condiciones normales y de un 50 a 90 % en ambientes perturbados a contaminados (Zenetos y Bogdanos, 1987). Habitan en todas las latitudes y profundidades y en casi todo tipo de ambientes, ya sean benignos o extremos (González Macías, 1989; 1997; Desbruyères y Toulmond, 1998; Glasby y Read, 1998). Particularmente en el sur del Golfo de México son el grupo dominante (Granados Barba, 2001). Sin embargo su biomasa es generalmente reducida.

Los poliquetos presentan una elevada complejidad morfológica que es el reflejo de los diversos hábitat en los que pueden encontrarse. Una de las características básicas del grupo es el metamerismo, o la división del cuerpo en segmentos o partes similares dispuestos en series lineales a todo lo largo del mismo cuerpo (Barnes, 1984). En cada segmento los parápodos sostienen numerosas setas quitinosas. Presentan una larva de tipo trocófora. Son metazoarios por tener pluricelularidad, heterotrofia, y tener un desarrollo a partir de embriones. Son protostomados porque en su embriogenia presentan una determinación temprana del destino de las células embrionarias y el blastoporo da origen a la boca. Son esquizocelomados por tener una hendidura en el interior de la masa mesodérmica lo que después se agranda para formar el pseudoceloma.

El cuerpo de los poliquetos se divide en tres regiones principales: la anterior o prostomio, que generalmente lleva los órganos sensoriales como antenas, palpos, ojos u órganos nucales; el peristomio, que presenta cirros tentaculares o peristomiales, seguido del cuerpo

o metastomio que puede ser homómero (con los segmentos y apéndices asociados a parápodos) o heterómero (cuando se separan en regiones como tórax y abdomen); y el extremo posterior donde se encuentra el ano que se denomina pigidio (Figura 1).

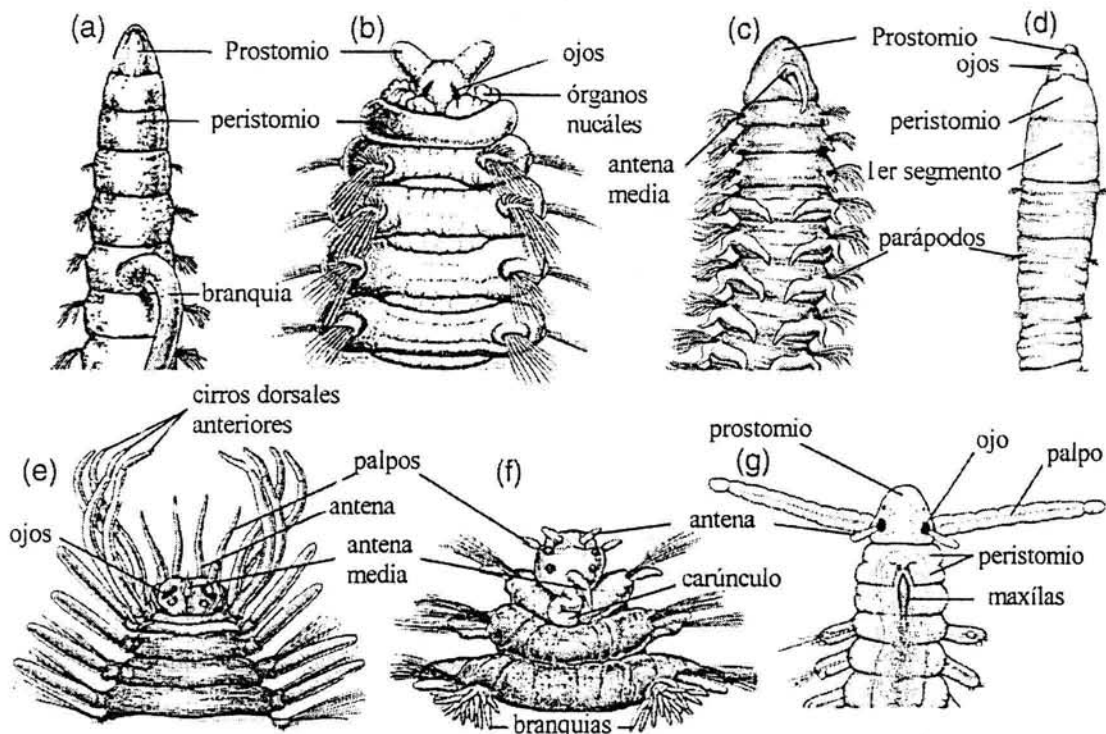


Figura 1.- Algunas estructuras de anélidos poliquetos (a) *Cossuridae*; (b) *Scalibregmatidae*; (c) *Paraonidae*; (d) *Arenicolidae*; (e) *Hesionidae*; (f) *Amphinomidae*; (g) *Dorvilleidae*. Modificados de Rouse, 2000.

Los poliquetos son un tema de interés dentro de la biología, especialmente en la ecología del bentos, ya que son muy abundantes y diversos, así como fundamentales en la estructura, productividad y dinámica de los ambientes bentónicos (Mackie y Oliver, 1996; Mackie *et al.*, 1997; Giangrande, 1997). Su éxito se relaciona con la gran variedad de formas y patrones de vida que presentan (Glasby y Read, 1998).

Debido a sus modos de vida y patrones de alimentación, los poliquetos tienen gran importancia en los ciclos ecológicos al ser modificadores del sustrato en el que se desarrollan, de tal forma que pueden clasificarlo cambiando sus condiciones de oxigenación y heterogeneidad (Rhoads, 1974; Knox, 1977; Fauchald y Jumars, 1979; Mackie y Graham, 1996; Hutchings, 1998). En sustratos duros la modificación del ambiente es resultado de la formación de tubos calcáreos que transforman el sustrato, además influyen en la bioerosión y establecimiento de la flora arrecifal, así como en su fosilización (Vivien y Peirot Clausade, 1974; Taylor, 1976). En los sustratos blandos las modificaciones se deben a la formación de galerías que propician variaciones en las condiciones ambientales del sedimento (Knox, 1977).

También representan un importante papel en las redes tróficas y en la bioquímica de los micro ambientes, ya que registran una elevada producción secundaria (Paiva, 1993; Martín y Gremare, 1997; Méndez *et al.*, 1997, 2001). Asimismo, se han propuesto estudios para evaluar la perturbación ambiental a través de la evaluación de los cambios en su estructura comunitaria (Warwick, 1993; Warwick y Clarke, 1993; Lana *et al.*, 1997). En algunos trabajos se analiza la relación de los poliquetos con el sedimento y la contaminación, con la finalidad de utilizarlos como bioindicadores de la calidad ambiental (Reish, 1957, 1960, 1986), pero la principal dificultad que se ha detectado al realizar estas investigaciones ha sido separar los efectos debidos a variaciones naturales de los producidos por influencia antropogénica (Agard *et al.*, 1993)

## ANTECEDENTES

Entre los estudios sobre poliquetos realizados en la Bahía de Campeche, predominan los trabajos relacionados con aspectos taxonómicos (Granados Barba, 1994; Granados Barba y Solís Weiss, 1994, 1997a, b, 1998; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995a-b) debido a que en la zona, hasta la década de los años ochenta, prácticamente era desconocida esta fauna. Inicialmente se dio prioridad a estudios básicos como elaboración de inventarios faunísticos y claves taxonómicas.

En cuanto a los aspectos ecológicos, se han analizado la abundancia, diversidad y distribución geográfica de algunas de las familias en la región petrolera (Granados Barba, 1991; López Granados, 1993) o del grupo en su totalidad, estableciéndose comparaciones entre diferentes zonas y resaltando que el sedimento y la profundidad son los parámetros más importantes en la distribución y abundancia de las especies de poliquetos (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Granados Barba *et al.*, 2003). También se ha observado que en los poliquetos se registran los valores más altos de densidad y diversidad en la plataforma continental somera de la bahía, registrándose un gradiente hacia el este acorde con el tipo de sedimento, es decir, de ambientes terrígenos a carbonatados (Cruz Abrego, 1984, Cruz Abrego *et al.*, 1991; Granados Barba, 1991, Esparza Castillo, 1992, López Granados, 1993; Aguilar Sosa, 1993, López, 1993; Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Sánchez García, 1995; Hernández Arana, 1995; Hernández Arana *et al.*, 2003; Vázquez Bader, 1996; Granados Barba, 2001).

Desde otro punto de vista, en la Bahía de Campeche se ha descrito la relevancia de la dinámica oceanográfica en el Sur del Golfo de México, proponiéndose mecanismos de acoplamiento entre el bentos y el piélagos, así como modelos tróficos para la plataforma continental (Soto y Escobar, 1995). Otros investigadores (Salas de León *et al.*, 1998) han analizado la influencia de la circulación de la Bahía de Campeche sobre la distribución del plancton, utilizando los resultados obtenidos con modelos numéricos (Monreal Gómez y Salas de León, 1990). En este mismo sentido, Flores Coto *et al.* (2000) encontraron que el comportamiento intranual del ictioplancton representa eventos recurrentes relacionados con los patrones de circulación, las descargas continentales y los procesos de mezcla.

En cuanto a aspectos tróficos, Raz Guzmán-Macbeth (1995), trabajando con isótopos, hizo una caracterización de los componentes dominantes bentónicos en la Laguna de Términos y en la plataforma continental adyacente, concluyendo que ésta laguna no exporta material orgánico a la Sonda de Campeche. Por su parte, Falcón Álvarez (1998) evaluó el consumo de oxígeno y biomasa de la meiofauna encontrando que su distribución y abundancia tienen relación con la biomasa bacteriana, registrando los máximos valores en regiones con influencia fluvial y en sedimentos de la zona de transición; mientras que Escobar Briones y Portilla Bauza (1999) registraron que los organismos con alto contenido calórico se localizaron en fondos más enriquecidos, indicando que las grandes pesquerías en la región concuerdan con zonas donde se registran las más altas biomásas infaunales y tasas metabólicas de bentos.

En cuanto al sedimento en la Bahía de Campeche, se han establecido dos tipos principales: los terrígenos o deltáicos, que son vertidos al océano principalmente por el Río Grijalva-Usumacinta; y los biogénicos o carbonatados, que se originan de la productividad bentónica de la plataforma de Campeche transportados por la Corriente de Yucatán (Campos, 1981; Mendoza Cantú, 1994; Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990). Existe también una región transicional que ha sido definida en función del contenido de carbonatos (Gutiérrez Estrada y Galavíz Solís, 1991; Aguayo Camargo *et al.*, 1991; Carranza Edwards *et al.*, 1993), pero que su principal característica es que su frontera sufre modificaciones producto de la temporalidad vía descarga de aguas continentales y presencia del giro ciclónico en la zona (Granados Barba, 2001).

Geoquímicamente la zona ha sido bien estudiada principalmente por la presencia de actividad petrolera. En algunos de estos estudios, se ha determinado la presencia de metales en los sedimentos de la Sonda y Banco de Campeche buscándose su relación con dicha actividad, sin encontrarse resultados contundentes (Rosales Hoz *et al.*, 1992, 1994; 1999; Méndez Jaime, 1993; Cruz Orozco *et al.*, 1994; Macías Zamora *et al.*, 1999; Villanueva Estrada, 2000).

Se han hecho estudios para establecer si existe una influencia de la actividad petrolera sobre la fauna béntica en la Plataforma de Campeche, sugiriendo que podría haber impacto de la zona de explotación debido a las concentraciones importantes de materia orgánica, metales pesados e hidrocarburos (Carranza Edwards *et al.*, 1993; Méndez Jaime, 1993; Rosales *et al.*, 1992, 1999, Macías Zamora *et al.*, 1999, Villanueva Estrada, 2000).

Sin embargo, algunos autores que han relacionado las comunidades macrobentónicas con la presencia de hidrocarburos, encontraron que no existe un patrón que relacione la distribución de organismos con los hidrocarburos (Ortiz Hernández, 1990, Sánchez García, 1995), mientras que otros mencionan que existen comunidades que se establecen con éxito en zonas de chapopoterías, siendo los hidrocarburos un factor importante en la distribución y abundancia de algunas especies de nematodos (de Jesús Navarrete, 1989, 1993; Herrera Rodríguez, 1992; Gold Bouchot y Herrera Rodríguez, 1996) y poliquetos (González Macías, 1989; 1997). También se ha planteado que los hidrocarburos están funcionando como una fuente alternativa de carbono para bacterias y algunos pastoreadores (Canales Cáceres, 1999).

Estudios microfaunísticos han propuesto la utilización del cociente bacterias hidrocarbonoclasticas-heterótrofas como índice de impacto por petróleo crudo (Lizárraga Partida *et al.*, 1982; 1986; 1991). Sin embargo, a pesar de que la actividad petrolera es intensa, las evaluaciones para determinar el impacto ambiental por hidrocarburos con base en diversos métodos únicamente han logrado determinar niveles que van de "ligeros a moderados" (Ortiz Hernández, 1990; Sánchez García, 1995; Granados Barba, 2001).

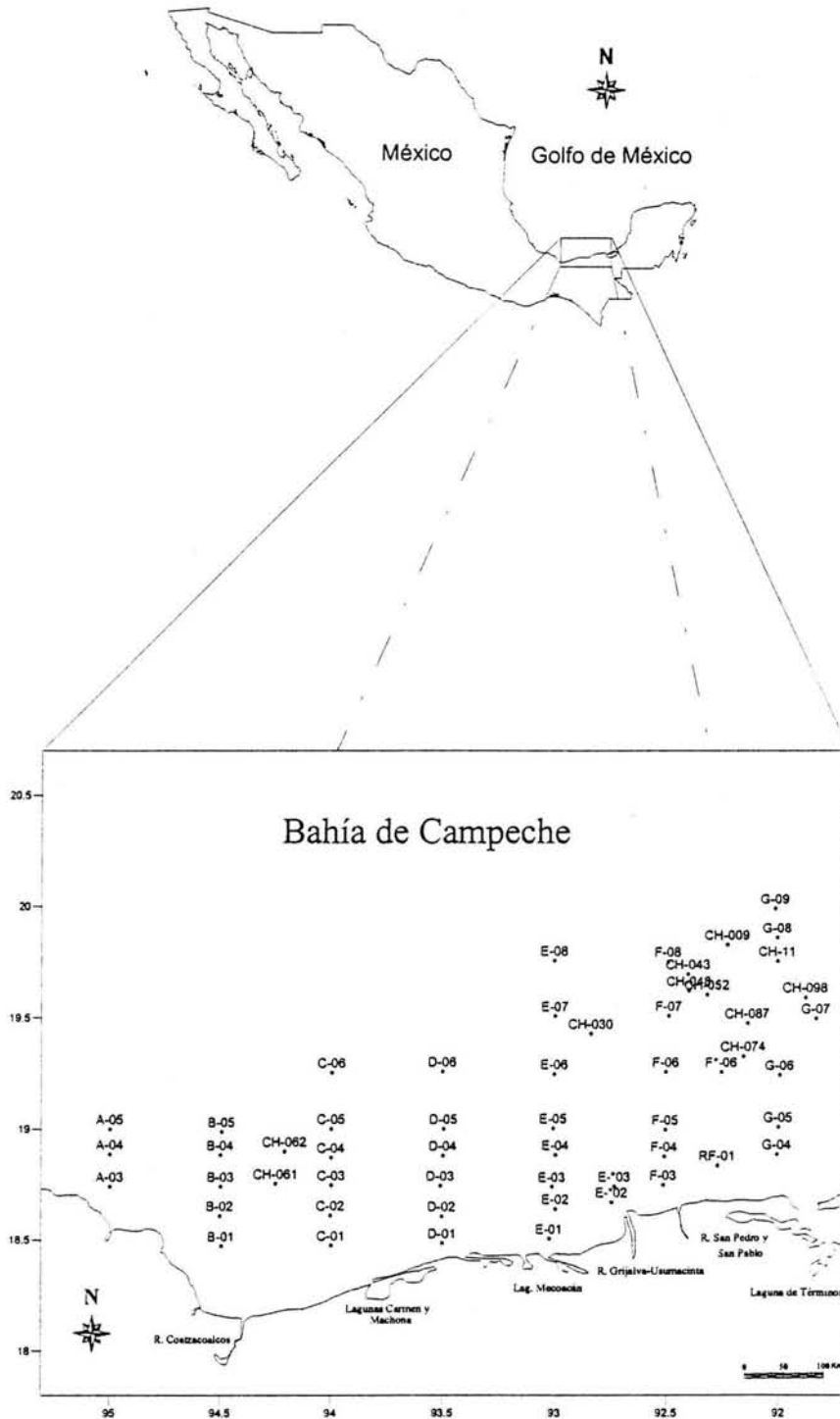
Con base en lo anterior es particularmente interesante confirmar las hipótesis expuestas o los estudios ya realizados con otros que puedan ayudar a entender mejor los mecanismos ecológicos que se presentan en esta región.

## OBJETIVOS

- ❖ Identificar taxonómicamente la fauna poliquetológica de la Bahía de Campeche, y elaborar un inventario faunístico.
- ❖ Caracterizar ambientalmente la región de estudio en función de la profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, carbono orgánico y tipo de sedimento, así como hidrocarburos y los metales: bario, cadmio, cobalto, níquel y cromo.
- ❖ Determinar la estructura comunitaria de los poliquetos bentónicos en términos de la abundancia, riqueza de especies, dominancia y diversidad.
- ❖ Evaluar la relación entre los factores ambientales y la distribución de los poliquetos.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica entre los  $91^{\circ}45'$  y  $95^{\circ}15'$  de longitud y los  $18^{\circ}24'$  y  $33^{\circ}6'$  de latitud en la Bahía de Campeche, situándose frente a la región costera entre Coatzacoalcos, Veracruz y la Boca de Puerto Real en la Laguna de Términos, Campeche.



La Bahía de Campeche es una región donde la variabilidad de los parámetros meteorológicos tiene mucha importancia para entender la dinámica de las aguas marinas que la conforman (Monreal Gómez y Salas de León, 1990; Granados-Barba, 2001). La región suroeste del Golfo de México presenta un tipo de clima Am y Aw, cálido húmedo y subhúmedo respectivamente, con lluvias abundantes en el verano y parte de otoño, con una estación corta, seca, en la mitad del año y una precipitación inferior a los 60 mm en el mes más seco (García, 1987). La precipitación promedio anual es mayor entre septiembre y octubre, y la menor entre marzo y abril, con chubascos intercalados durante los meses de enero a marzo y con menor intensidad de abril a junio.

Las tormentas sobre la superficie marina ocurren generalmente por las tardes durante los meses de junio a septiembre (García, 1987; Carta de Climas INEGI, 1995). La temperatura promedio mensual del agua superficial oscila entre 19 y 28 °C y la anual rebasa los 26 °C, con las temperaturas más altas durante el verano. Las condiciones atmosféricas sobre el Golfo de México son tales que el intercambio entre las masas de aire frío y seco que provienen del continente y las propias masas de aire del golfo de origen marítimo y tropical provocan una fuerte frontogénesis (Nortes), principalmente entre los meses de octubre y abril (Tapanes y González Coya, 1980). Durante el verano, ésta región es afectada por tormentas tropicales, de las cuales el 60 % tiene intensidades de huracán.

En la dinámica del Golfo de México se pueden distinguir giros ciclónicos y anticiclónicos. Los primeros se presentan generalmente en la periferia de la corriente de Lazo, sobre la plataforma de Texas-Louisiana, en la plataforma oeste de Florida y en la Bahía de Campeche; sus características son tan importantes que el surgimiento de la termoclina en el centro del giro es el responsable de las bajas temperaturas, por lo que se les conoce como giros fríos. Los segundos son giros cálidos porque, contrariamente a los ciclónicos, provocan un hundimiento de la termoclina aportando aguas cálidas al núcleo. Los giros anticiclónicos que se desprenden de la corriente de Lazo se trasladan hacia el oeste y juegan un papel importante en el transporte de sal y calor hacia el interior del golfo.

El mecanismo principal para la formación de la circulación en el Golfo de México es el transporte asociado que entra a través del canal de Yucatán y que sale por el estrecho de Florida; por tanto, la dinámica del golfo está condicionada y el transporte de masa entra y sale del golfo por las fronteras abiertas (Monreal y Salas de León, 1997).

En la Bahía de Campeche, la corriente principal fluye con dirección noroeste de agosto a diciembre y, al intensificarse los vientos del Norte en la porción occidental y meridional, la corriente se asocia con el remolino ciclónico y se desvía al este corriendo a lo largo de la costa en dirección contraria (Vidal *et al.*, 1994).

La presencia de nortes durante Otoño e Invierno, son masas de aire frío que salen del casquete polar ártico y se dirigen hacia el sur hasta llegar a las costas del Golfo de México. Éstos pueden combinarse con los anillos ciclónicos y anticiclónicos, para convertirse en los procesos primarios que dominan la circulación superficial en la región noroccidental del golfo (Cochrane y Nelly, 1986)



En la Sonda de Campeche, la termoclina se ubica a los 50 m de profundidad en promedio en la temporada de secas, siendo más somera en la temporada de lluvias (30 m) hasta registrar 22 m en invierno. En el fondo, los valores de temperatura del agua fluctúan dentro del intervalo de 16.5 °C en zonas de entre 150 y 200 m, hasta 28 °C en zonas de entre 15 y 30 m. El agua es más fría, con una temperatura más constante en la temporada de secas que en la temporada de lluvias, con diferencias obvias de 3-4 °C de diferencia entre sí y 30 m de profundidad, lo cual es debido a la descarga de aguas continentales.

En el área de estudio, los sistemas fluviales constituyen una de las redes hidrológicas más complejas del país, debido a que es una de las zonas donde se registran las mayores precipitaciones; estos sistemas se componen de grandes y abundantes escurrimientos superficiales, las características topográficas del terreno sin elevaciones condicionan el curso de los ríos y el depósito de sedimentos, obstruyendo los cauces. Además de esto, los ríos aportan gran cantidad de materia orgánica que en general, altera las condiciones tanto ambientales como sedimentológicas en las zonas donde desembocan. Su influencia modifica la textura y composición química de los sedimentos, disminuye la salinidad y temperatura de las aguas costeras y ocasiona importantes procesos frontogénicos costeros (Czitrom Bauz *et al.*, 1986; Alatorre Mendieta *et al.*, 1989, Shirasago Germán, 1991, Monreal Gómez *et al.*, 1992b). Esto es muy importante para la productividad, distribución e intercambio de biota estuarina y oceánica (Yáñez Arancibia y Sánchez Gil, 1983; Licea Durán y Santoyo, 1991; Soto González y Escobar Briones, 1995; Salas de León *et al.*, 1998; Lara López, 2001), provocando cambios en las comunidades bentónicas (Granados Barba, 2001), influenciando el reclutamiento (Cervantes Hernández, 1999) y producción de camarón (García Salgado, 2001). Particularmente, se ha establecido que los patrones de biomasa y densidad de larvas de peces en las zonas costeras de la bahía están gobernados por el frente costero (Salas de León *et al.*, 1998; Flores Coto *et al.*, 2000).

## METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL, UNAM). El muestreo se llevó a cabo en el marco del proyecto multidisciplinario “Evaluación prospectiva para el programa de monitoreo continuo de la actividad petrolera en el Golfo de México” (SGM), durante la campaña oceanográfica SGM-6, la cual tuvo lugar del 29 de noviembre al 21 de diciembre del 2001 a bordo del buque oceanográfico “Justo Sierra” de la UNAM. Las muestras se recolectaron en 55 estaciones entre 15 y 1243 m (Figura 2), diferenciadas en ocho transectos principales identificados con letras, además de estaciones aisladas y las estaciones denominadas “CH” para distinguir zonas chapopoteras, a través del Sur del Golfo de México, cubriendo la plataforma continental y algunos puntos de mar profundo (Anexo 1).

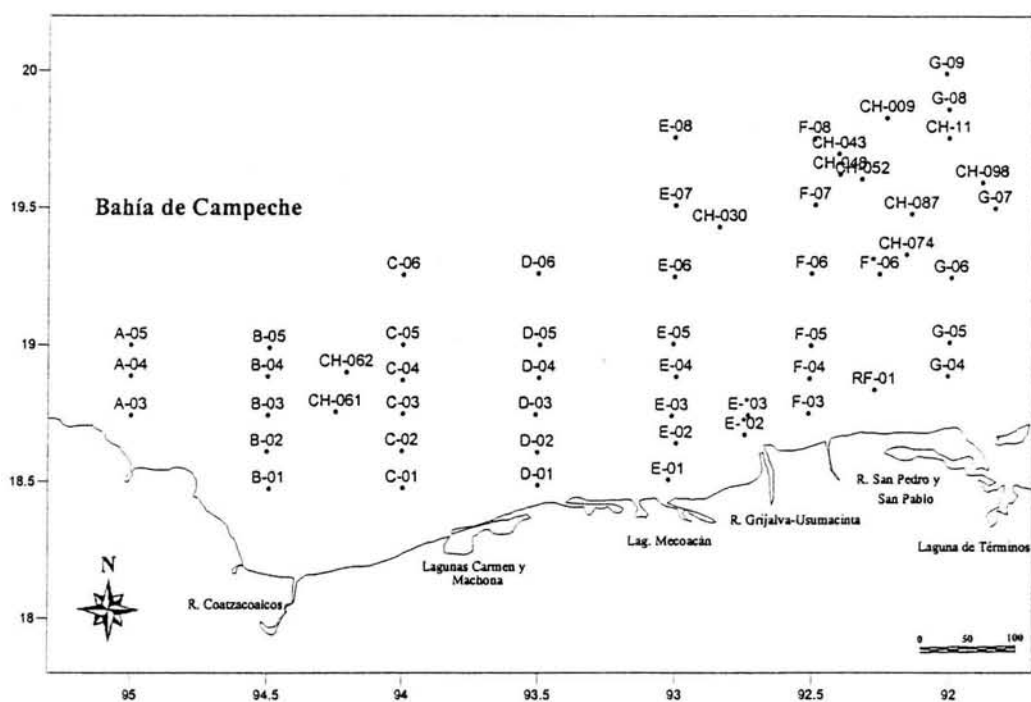


Figura 2.- Localización de las estaciones de muestreo.

El material biológico y sedimentológico se recolectó mediante un nucleador de caja Reineck, tomado una cantidad de 5 L de sedimento sobre un área de 256 cm<sup>2</sup>. Las muestras fueron lavadas y filtradas a través de un tamiz con una abertura de luz de malla de 0.5 mm y colocadas en bolsas de plástico etiquetadas, conteniendo una solución de formol al 10 %.

En todas las estaciones se registraron datos de temperatura, salinidad, pH y profundidad con una sonda C.T.D. Niels Brown. El oxígeno disuelto se valoró a bordo del buque por medio del método Winkler (1888). Los datos de tipo de sedimento, metales, materia orgánica e hidrocarburos se realizaron con las muestras de sedimento obtenidas del nucleador de caja. La posición geográfica se registró mediante un navegador por satélite (GPS).

En el laboratorio, el sedimento se lavó con agua corriente y los organismos fueron separados a grandes grupos utilizando pinzas, charolas de disección y lámparas con lupa para ser colocados en tubos viales etiquetados con alcohol al 70 % para su preservación. Los poliquetos se identificaron al microscopio hasta el nivel taxonómico de especie, utilizando claves especializadas.

Los especímenes se contaron, midieron (largo total, ancho mayor y número de segmentos) y agruparon en los niveles taxonómicos de familia y especie conformando matrices de abundancia. Los valores de abundancia se transformaron, con objeto de estandarizarlos, a densidades expresadas como ind./ 10dm<sup>3</sup>.

Los análisis de carbono orgánico, sedimento, hidrocarburos y metales se realizaron en el Laboratorio de Físicoquímica del ICMYL, UNAM. El análisis del tipo de sedimento se llevó a cabo siguiendo la técnica propuesta por Folk (1969), obteniendo el porcentaje de lodo, arena y grava para cada muestra. El análisis del contenido de carbón orgánico en el sedimento se realizó siguiendo el método propuesto por Walkley-Black (1934). La concentración de metales pesados se determinó por absorción atómica con la propuesta de Tessier *et al.* (1979). La obtención de hidrocarburos totales se obtuvo con la técnica propuesta por Caridol (1980).

## Aspectos Taxonómicos

Durante el proceso de identificación de especímenes, algunos de ellos se mostraban dañados o en mal estado, por lo que no fue posible asignarlos hasta el nivel de especie, dejándose como spp. Por su parte, los especímenes cuyas características no permitieron asignarlas con precisión al taxon en cuestión, aparecen con el prefijo cf. (*conferido a*).

Aquellos ejemplares cuyas características corresponden a las especies registradas, pero no nombradas en la guía taxonómica de Uebelacker y Johnson (1984), se consideraron como potencialmente nuevas para la ciencia. Sin embargo, aparecen con el mismo nombre que en dicha guía taxonómica, es decir, el genero acompañado por letras como A, B, C, o D.

Los especímenes que no pudieron ser asignados a algún taxon específico debido a que sus características no corresponden con a ninguna especie descrita hasta ahora, se consideraron como especies potencialmente nuevas para la ciencia, asignándoles un número consecutivo, según su aparición dentro de cada taxon.

## Análisis de la información

### Caracterización ambiental.

El contar con una descripción de los parámetros ambientales del lugar donde se desarrollan los organismos a estudiar ayuda a comprender sus patrones de distribución y permite un mejor entendimiento de la estructura comunitaria. Se consideró importante establecer una caracterización de los parámetros ambientales registrados en este estudio, a través de mapas para visualizar de manera que se permitiera conocer su distribución sobre el gradiente batimétrico y a lo largo de la plataforma continental, por medio del método de interpolación suavizado “kriging”, el cual minimiza la varianza del error (Quintero Cuevas *et al.*, 1991). Asimismo, se realizaron análisis de clasificación mediante dendrogramas de similitud evaluándola por medio de distancias euclidianas y haciendo una clasificación mediante unión completa lo que permite hacer comparaciones entre parámetros con unidades diferentes. Dichos dendrogramas representan la asociación de estaciones con base en la similitud de lo registrado en las variables ambientales. Con esto se hizo evidente el papel de cada una de las variables permitiendo establecer grupos de localidades en un primer paso para determinar los gradientes ambientales y establecer zonas de comparación en el área de estudio que favoreciera los análisis posteriores.

### Importancia de las especies

Se determinó la importancia relativa de las especies (en términos de abundancia y frecuencia), mediante la Prueba de Asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995), en la cual se graficaron el porcentaje de la frecuencia de aparición de cada especie contra la densidad transformada en logaritmo ( $x + 1$ ); el corte se consideró con las especies que tuvieran más del 10 % de frecuencia, resultando cuatro cuadrantes que caracterizaron a las especies en cuatro tipos: *Raras*, que fueron especies poco abundantes y poco frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante inferior izquierdo; *Comunes*, que fueron especies poco abundantes, pero frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante inferior derecho; *Estacionales*, que son especies abundantes, pero poco frecuentes que en el análisis se ubicaron en el cuadrante superior izquierdo; y *Dominantes*, que fueron especies abundantes y frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante superior derecho.

Se empleó también el Índice de Valor Biológico (IVB) (Sanders, 1960), este método se basa en que la variación de la densidad de las especies es resultado de las condiciones particulares del hábitat en que se establecen, con lo que se asignan puntajes para ordenar la dominancia de las especies: este índice se calcula ordenando valores de importancia de cada especie en función de su densidad relativa en cada localidad de muestreo, y asignándoles jerarquías entre 1 y 10 según su importancia: la posición 1 (la especie más importante) se le asigna el valor de 10 puntos; a la que ocupa en lugar 2 se le asignan 9; la especie que se sitúa en el lugar 10 tiene un puntaje de 1 (Hernández Alcántara, 2002). Estos valores fueron calculados por medio de la siguiente fórmula:

$$IVB_i = \sum_{j=1}^z pun_{ij}$$

**Donde:**

$IVB_i$  = Índice de Valor Biológico de la especie  $i$

$j$  = Localidad de muestreo, desde la localidad 1 hasta la número  $z$ , en cada región

$pun_{ij}$  = "puntaje" de la especie  $i$  en la localidad  $j$

## Diversidad

Las comunidades presentan una serie de características propias que no son evidentes en sus partes individuales tales como la diversidad, especies dominantes, abundancia relativa y estructura trófica (Krebs, 1994; Hutchings, 1998). De todas estas características, la diversidad ha sido la más difícil de definir, ya que es un concepto en el que se toman en cuenta dos aspectos: el número de especies (riqueza de especies) y las abundancias proporcionales de las especies que conforman la comunidad (Magurran, 1988 Gray, 2000).

En general, la diversidad ha sido empleada como un indicador de la variedad de formas de vida y como una medida de la estructura de los grupos de especies que se localizan en una área determinada (Gray, 2000); sin embargo, la forma en que se cuantifica ha estado sometida a fuertes controversias, debido a los problemas metodológicos surgidos al evaluar el número de especies e individuos, así como sus diferentes variaciones en las escalas locales y globales. Por ello durante el proceso de evaluación de la diversidad es necesario definir el nivel jerárquico en que se está trabajando, el cual puede ser desde genes hasta ecosistemas, tomando en cuenta que sus unidades de medición deben ser explícitas (Gray, 1997).

La diversidad, combinación de la riqueza y la abundancia relativa de las especies, ha sido la medida o parámetro de mayor utilización para ayudar a conocer la estructura comunitaria. Generalmente, la comunidad bentónica está conformada por un gran porcentaje de especies representadas por pocos individuos y un bajo porcentaje de especies dominantes, las cuales comparten un mismo espacio y tiempo (Magurran, 1988; Krebs, 1994).

Por otro lado, no todas las especies de una comunidad tienen igual importancia dentro de ésta; por ejemplo las especies dominantes (por su tamaño, número de individuos o de sus actividades) pueden ejercer un control sobre el desarrollo de otras, ya que son las mayores consumidoras de alimento y de espacio, por lo que es de gran importancia evaluar estos parámetros.

En este estudio, se analiza la diversidad en una escala de sitios de muestreo o dentro del hábitat, para evaluar la variedad de especies que se asienta en este ecosistema bentónico y determinar sus cambios espaciales. Para ello, se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1975). Es uno de los más utilizados lo que permite establecer comparaciones con otros estudios.

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

**Donde:**

$H'$  = Diversidad (bits / individuo)

$P_i$  = Proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total.

y la Diversidad Máxima ( $H'_{\max}$ ), que es la medida de la diversidad en condiciones de máxima equidad.

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

**Donde:**

$H'_{\max}$  = Diversidad bajo condiciones de máxima equitatividad.

$S$  = Número de especies.

A partir del índice de Shannon-Wiener se calculó la Equidad ( $J'$ ) de Pielou (1966):

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Con el cual se analiza la forma en que la abundancia está repartida entre las especies, midiendo la proporción entre la diversidad máxima esperada y la observada en la comunidad, a lo que un valor de 1 indica que la diversidad de un área determinada ha alcanzado su máxima diversidad, entonces los individuos se encuentran repartidos en forma equitativa entre las especies; mientras que un valor de cero señala la uniformidad baja, en la cual la mayor parte de los individuos pertenecen a una misma especie (Pielou, 1976).

## Regresiones múltiples

La evaluación del efecto de los factores ambientales sobre la densidad, riqueza y diversidad de especies, se basó en el análisis de regresión múltiple, que comprueba si los cambios de las variables independientes  $X_n$  son la causa de los cambios de la variable dependiente  $Y$ . Debido a la heterogeneidad oceanográfica del golfo, que supondría efectos muy diferentes de cada factor ambiental sobre los parámetros ecológicos, dependiendo de su ubicación en cada región geográfica y en cada intervalo de profundidad, se utilizó una técnica particular de este análisis de regresión múltiple llamado "forward".

Este método de regresión múltiple "paso a paso", de manera exploratoria hace la regresión de una variable  $Y$  sobre varias variables  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , tomando diversas combinaciones de éstas, y agregando, una a una, las variables más importantes hasta que el modelo tenga un mínimo de varianza residual. De esta manera, se obtuvo el algoritmo que representa un mínimo de varianza no explicada en términos de todas las variables independientes, separando las variables que potencialmente no eliminan una porción significativa de la variación (Hernández Alcántara, 2002). Además se incluyó el análisis de varianza respectivo para probar la significancia estadística del modelo.

## Análisis Multivariado

Estos análisis toman en cuenta diversas variables simultáneamente, incrementando la cantidad de información que puede ser analizada en una sola matriz. Para ello, de acuerdo con Sundberg (1983), en éste trabajo se consideró el uso de análisis de *clasificación* con la construcción de dendrogramas para separar grupos de localidades e identificar patrones de concurrencias en datos de especies-estaciones, realizados por medio del índice de similitud Bray-Curtis (1957), el cual representa la similitud absoluta entre las especies presentes en dos muestras (Clarke y Green, 1988). Seguido de esto se realizó un análisis de porcentajes de similitud (SIMPER) mediante el cual se obtuvieron las especies que caracterizan a cada grupo considerando el porcentaje de contribución de cada uno sobre el promedio de similitud dentro de cada grupo y el promedio de disimilitud entre los grupos. El que una especie identifique a un grupo significa que se encuentra en abundancia consistente en el mismo (Clarck y Gorley, 2001).

Además, se realizó un análisis para ordenar muestras a lo largo de un conjunto de ejes de coordenadas que pueden corresponder a gradientes de condiciones ambientales, empleando un Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS por sus siglas en inglés) (Kruskal y Wish, 1991). Se utilizaron los datos de abundancia con una transformación de raíz cuarta (tiene la ventaja de acortar proporcionalmente la escala de valores de los datos, además de tener un efecto similar en la reducción del peso de la especie más abundante, con la ventaja de que el coeficiente de similitud es invariante al cambio de unidades o escala). El MDS, al obtener una ordenación simple, en contraparte de otras técnicas, tiene la ventaja de ser relativamente más flexible, ya que pueden mantenerse separados los datos bióticos de los ambientales por lo que solo se pueden apreciar las congruencias entre ambos si es que las hay (Granados Barba, 2001).

Con el MDS se construyó un mapa de  $n$  estaciones con las dimensiones requeridas a partir de una configuración aleatoria. Se hace una regresión de las correspondientes disimilitudes de las distancias interpuntuales  $y$ , debido a que en los análisis biológicos las relaciones no son usualmente lineales. El análisis hace un ajuste por medio de una regresión general dejando el orden jerárquico de las similitudes como única información usada.

La bondad de ajuste de la regresión se mide mediante un criterio de estrés que valora la distancia estimada para la regresión correspondiente en cada disimilitud. Si el valor de estrés es alto (tiende a uno) el ajuste de las disimilitudes es pobre, pero si es bajo (tiende a cero), indica que las relaciones entre las muestras pueden representarse bien mediante un mapa de estaciones en la dimensión especificada. Este método ha sido utilizado en el área de estudio por Hernández Arana (1995) y Sánchez García (1995); Granados Barba (2001); Hernández Arana *et al.*, (2003).

Los programas empleados para realizar los cálculos y análisis estadísticos de este estudio fueron: WinExcel (Microsoft, 2000), Análisis de Comunidades ANACOM (de la Cruz Agüero, 1994); Statistica para Windows (Statsoft, 1998), WinSurfer 8 (Golden Software, 1999) y PRIMER v.5 (Clarke y Gorley, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aspectos Taxonómicos.

#### Generalidades

Se identificaron 26 familias 59 géneros y 98 especies de poliquetos, con una densidad de 711.1 ind./10dm<sup>3</sup>, en las 45 estaciones procesadas (Tabla 2). Estos números representan aproximadamente el 42 % de las familias y el 16 % de las especies registradas en la Plataforma Continental del Golfo de México, lo cual es importante debido a la temporada en que se realizó el presente trabajo, la cual se encuentra fuertemente influenciada por los nortes y no se tenía información al respecto. Asimismo, en este estudio se determinaron 23 especies y un género que son potencialmente nuevos para la ciencia (Tabla 1).

Tabla 1.- Especies potencialmente nuevas para la ciencia.

| Familia        | Especie                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capitellidae   | Género 1<br><i>Barantolla</i> sp.1                                                                                                                                                                                     |
| Orbiniidae     | <i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.1                                                                                                                                                                                       |
| Paraonidae     | <i>Aricidia (Allia)</i> sp.1<br><i>Aricidia (Allia)</i> sp.2<br><i>Cirroporus</i> sp. 1                                                                                                                                |
| Eunicidae      | <i>Paraeuniphysa</i> sp.1                                                                                                                                                                                              |
| Lumbrineridae  | <i>Scoletoma</i> sp. 1<br><i>Scoletoma</i> sp. 2<br><i>Scoletoma</i> sp. 3                                                                                                                                             |
| Amphinomidae   | <i>Paramphinome</i> sp.B                                                                                                                                                                                               |
| Acoetidae      | <i>Polyodontes</i> sp.1                                                                                                                                                                                                |
| Sigalionidae   | <i>Sthenolepis</i> sp.A                                                                                                                                                                                                |
| Longosomatidae | <i>Heterospio</i> sp.1                                                                                                                                                                                                 |
| Magelonidae    | <i>Magelona</i> sp. L                                                                                                                                                                                                  |
| Spionidae      | <i>Prionospio (Minuspio)</i> sp.1                                                                                                                                                                                      |
| Cirratulidae   | <i>Aphelochaeta</i> sp.1<br><i>Aphelochaeta</i> sp.2<br><i>Aphelochaeta</i> sp.3<br><i>Aphelochaeta</i> sp.4<br><i>Chaetozone</i> sp.1<br><i>Chaetozone</i> sp.2<br><i>Chaetozone</i> sp.3<br><i>Monticellina</i> sp.1 |



Tabla 2.- Lista Sistemática de Especies

**Annelida**  
**Polychaeta**  
**SCOLECIDA**

**Familia Capitellidae Grube 1862**

- Barantolla* sp.1
- Dasibranchus lunulatus* Ehlers, 1887
- Decamastus gracilis* Hartman, 1963
- Género 1
- Mastobranchus variabilis* Ewing, 1984
- Mediomastus californiensis* Hartman, 1944
- Notomastus americanus* Day, 1973
- Notomastus daueri* Ewing, 1982
- Notomastus lineatus* Claparède, 1870
- Notomastus lobatus* Hartman, 1947

**Familia Cossuridae Day, 1963**

- Cossura delta* Reish, 1958

**Familia Opheliidae Malmgren, 1867**

- Armandia maculata* (Webster, 1884)
- Ophelia denticulatus* Verrill, 1875

**Familia Orbiniidae Hartman, 1942**

- Scoloplos (Leodamas)* sp.1
- Scoloplos (Scoloplos) texana* Macioleck y Holland, 1978
- Scoloplos (Scoloplos) treadwelli* Eisig, 1914

**Familia Paraonidae Cerruti, 1909**

- Aricidia (Acmira) cerruti* Laubier, 1966
- Aricidia (Acmira) simplex* Day, 1963
- Aricidia (Acmira) taylori* Pettibone, 1965
- Aricidia (Allia) sp.1*
- Aricidia (Allia) sp.2*
- Aricidia (Allia) quadrilobata* Webster y Benedict, 1887
- Cirroporus armatus* (Glémarec, 1966)
- Cirroporus lyra* (Southern, 1914)
- Cirroporus sp. 1*
- Levinsenia gracilis* (Tauber, 1879)

***Palpata***

**Aciculata**

**Eunicida**

**Familia Eunicidae** Savigny, 1820

- Eunice antennata* (Lamarck, 1818)  
*Lysidice ninetta* Audouin y Milne-Edwards, 1833  
*Marphysa kinbergi* McIntosh, 1910  
*Paraeuniphysa* sp.1

**Familia Lumbrineridae** Malmgren, 1867

- Augeneria bidens* (Ehlers, 1887)  
*Lumbrinerides dayi* Perkins, 1979  
*Lumbrineris cingulata* (Ehlers, 1897)  
*Ninoë leptognatha* Ehlers, 1900  
*Ninoë ningripes* Verrill, 1873  
*Paraninoë brevipes* (McIntosh, 1903)  
*Scoletoma cf. ernesti* (Perkins, 1979)  
*Scoletoma tenuis* (Verrill, 1873)  
*Scoletoma verrilli* (Perkins, 1979)  
*Scoletoma* sp. 1  
*Scoletoma* sp. 2  
*Scoletoma* sp. 3

**Familia Onuphidae** Kinberg, 1865

- Diopatra tridentata* Hartman, 1944  
*Kinbergonuphis cedroensis* (Fauchald, 1968)  
*Kinbergonuphis oligobranchiata* Orensanz, 1971  
*Kinbergonuphis simoni* (Santos, Day y Rice, 1981)  
*Kinbergonuphis* spp.  
*Paradiopatra fragosa* Ehlers, 1887  
*Paradiopatra hartmanae* (Kirkegaard, 1980)  
*Paradiopatra* spp.

**Amphinomida**

**Familia Amphinomidae** Savigny, 1818

- Paramphinome jeffreysi* (McIntosh, 1868)  
*Paramphinome* sp. B Gathof, 1984

**Phyllodocida**

**Familia Acoetidae**

- Acoetes* spp.  
*Polyodontes* sp.1

**Familia Glyceridae** Grube, 1850

*Glycera brevicirris* Grube, 1870  
*Glycera papillosa* Grube, 1957

**Familia Goniadidae** Kinberg, 1866  
*Goniadides carolinae* Day, 1973

**Familia Nephtyidae** Grube, 1850  
*Aglaophamus* cf. *verrilli* (McIntosh, 1885)  
*Aglaophamus verrilli* (McIntosh, 1885)  
*Nephtys incisa* Malmgren, 1865

**Familia Nereididae** Johnston, 1865  
*Ceratocephale oculata* Banse, 1977  
*Ceratonereis irritabilis* (Webster, 1879)  
*Ceratonereis versipedata* (Ehlers, 1887)  
*Drilonereis longa* Webster, 1879  
*Neanthes micromma* Harper, 1979

**Familia Paralacydoniidae**  
*Paralacydonia paradoxa* Fauvel, 1913

**Familia Pilargidae** Saint-Joseph, 1899  
*Ancistrosyllis* spp.  
*Sigambra tentaculata* (Treadwell, 1941)

**Familia Pisionidae** Southern, 1914  
*Pisione wolffi* San Martín *et al.*, 1999

**Familia Polynoidae** Malmgren, 1867  
*Lepidasthenia varius* Treadwell, 1917

**Familia Sigalionidae** Malmgren, 1867  
*Sthenolepis* cf. *grubei* (Treadwell, 1901)  
*Sthenolepis* sp. A Wolf, 1984

**Familia Syllidae** Grube, 1850  
*Exogone* (*Exogone*) *pseudolourei* Berkeley y Berkeley, 1938  
*Typosyllis ortizi* San Martín, 1992

## CANALIPALPATA

### Spionida

**Familia Longosomatidae**  
*Heterospio* sp.1

**Familia Magelonidae**

- Magelona phyllisae* Jones, 1963  
*Magelona polydentata* Jones, 1963  
*Magelona* sp. L Uebelacker y Jones, 1984

**Familia Spionidae** (Grube, 1850)

- Laonice cirrata* (Sars, 1851)  
*Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901)  
*Prionospio (Minuspio) delta* (Hartman, 1965)  
*Prionospio (Minuspio) multibranchiata* (Berkeley, 1927)  
*Prionospio (Minuspio) sp.1*  
*Prionospio (Minuspio) spp.*  
*Spiophanes duplex* Chamberlin, 1919

**Terebellida**

**Familia Cirratulidae**

- Aphelochaeta* sp.1  
*Aphelochaeta* sp.2  
*Aphelochaeta* sp.3  
*Aphelochaeta* sp.4  
*Aphelochaeta* spp.  
*Chaetozone* sp.1  
*Chaetozone* sp.2  
*Chaetozone* sp.3  
*Monticellina baptistae* Blake, 1991  
*Monticellina dorsobranchialis* (Kirkegaard, 1959)  
*Monticellina* sp.1

**Familia Terebellidae** (Malogren, 1867)

- Eupolymnia nebulosa* (Montagu, 1818)  
*Pista cristata* (O.F. Müller, 1776)  
*Polycirrus plumosus* (Wollebaek, 1912)

**Familia Trichobranchidae**

- Terebellides carmenesis* Solís-Weiss *et al.*, 1991  
*Terebellides lanai* Solís-Weiss *et al.*, 1991  
*Terebellides parvus* Solís-Weiss, *et al.*, 1991

## Aspectos Ecológicos

### Caracterización Ambiental.

#### Profundidad.

En este estudio, el muestreo involucró la colecta sobre un gradiente batimétrico preestablecido cuyos valores fluctuaron entre 15 m en la estación E02 y 1,243 m en la estación A05. Cabe destacar que únicamente dos estaciones (A05 y E08) presentan profundidades superiores a 1,000 m, el resto se ubica entre 15 y 983 m (Figura 3).

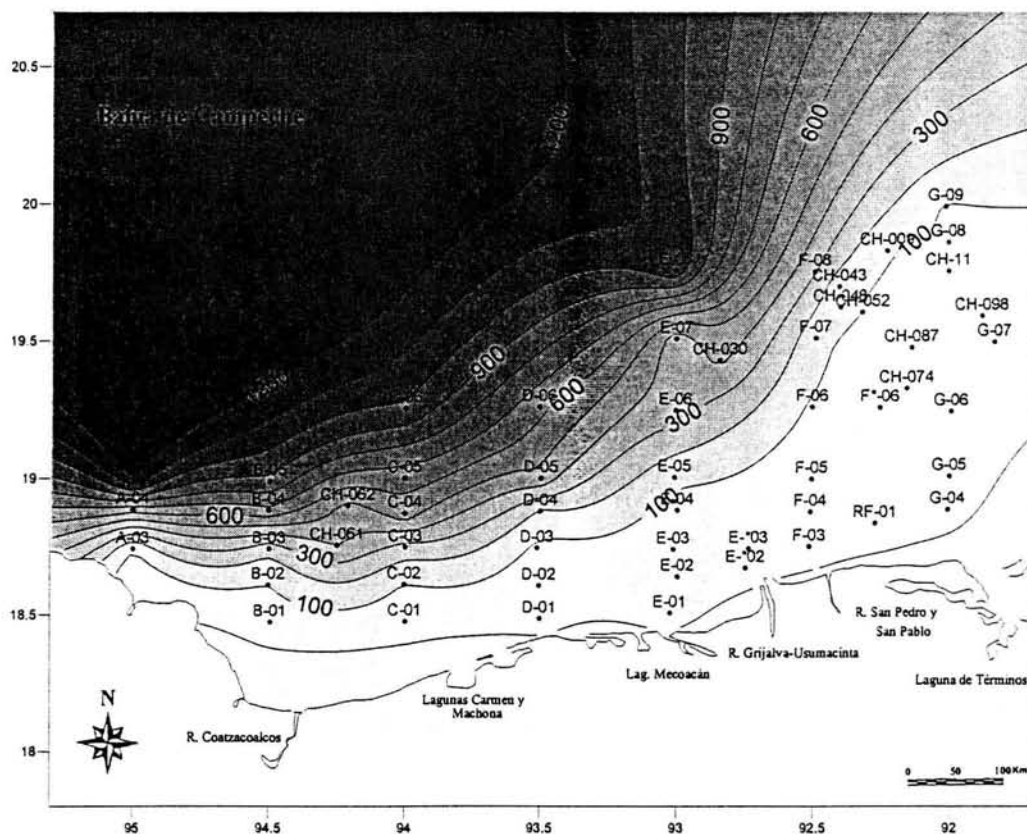


Figura 3.- Ubicación de las estaciones de muestreo sobre el gradiente batimétrico.

La profundidad es un parámetro importante de conocer, ya que ha resultado ser (con el tipo de sedimento) uno de los factores más importantes involucrados en el establecimiento y desarrollo de la macrofauna bentónica que habita la plataforma continental del sur del Golfo de México (Cruz Abrego, 1984; Esparza Castillo, 1992; Aguilar Sosa, 1993; López, 1993; Hernández Arana, 1995; Vázquez Bader, 1996; Hernández Arana *et al.*, 2003) y en particular la de anélidos poliquetos (Granados Barba, 1991, 1994, 2001; López Granados, 1993; Solís Weiss *et al.*, 1994, 1995a-b; Granados Barba *et al.*, 2003) afectando su estructura comunitaria.

## Temperatura.

Los valores de temperatura de agua de fondo fluctuaron sobre un intervalo que va de 4.91 a 26.87 °C, con un promedio de 21 °C. El valor más alto se registró en la estación E01 en una profundidad de 21 m, mientras que el más bajo fue en la estación A05 a una profundidad de 1,243 m. en general se observa una tendencia relacionada directamente con la profundidad, lo cual es un comportamiento comúnmente registrado en la columna de agua (Figura 4) y observado en el presente estudio, donde la temperatura disminuye de manera gradual al alejarse de la costa hacia las estaciones más profundas.

Los valores registrados anteriormente se encuentran en un intervalo muy amplio que va de 16.5 a 28° C (Granados Barba, 2001), en donde se obtuvieron variaciones importantes entre los muestreos realizados en la temporada de secas con respecto a la de lluvias, lo cual resalta la importancia del factor temporalidad.

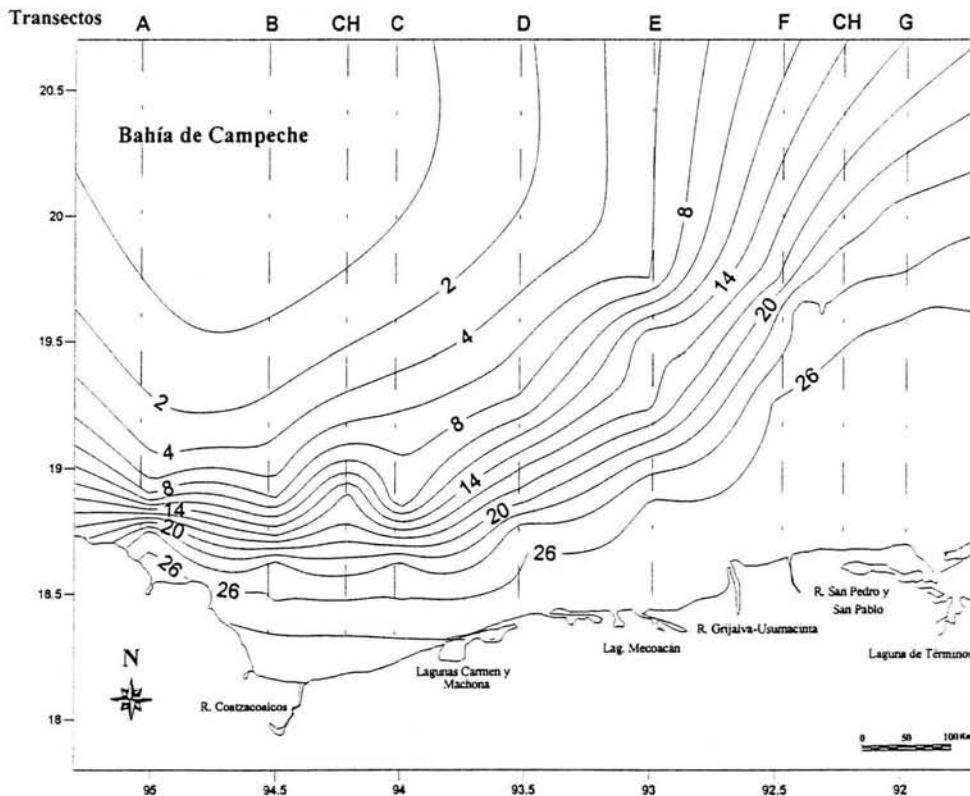


Figura 4.- Temperatura registrada en las localidades de muestreo.

## Salinidad

Los valores de salinidad de agua de fondo fluctuaron en un intervalo que va de 34.95 a 36.63 ups, con un promedio de 36.13 ups, presentándose el valor más alto en las estaciones CH011 y G09 ubicadas frente a la Laguna de Términos, mientras que el valor más bajo se registró en las estaciones B05, E08 y C06, ubicadas del lado oeste del área de estudio. Al

respecto González Macías, (1997) encontró los valores más bajos en la temporada de Nortes (de 35.5 a 36.2 ups), acreditándose al sistema Grijalva-Usumacinta y a una mayor dominancia del giro ciclónico durante esta temporada, a diferencia del presente estudio, cuyos valores más bajos son del lado oeste, en estaciones que presentan la mayor profundidad en su respectivo transecto.

Salas de León *et al.*, (1992b) observaron la relación de disminución de la salinidad, con las descargas de agua de ríos, registrando los valores más evidentes en las zonas cercanas a la costa y a las desembocaduras. En el presente estudio se registraron los valores más bajos de salinidad frente al sistema Grijalva-Usumacinta y Laguna de Términos después se incrementan los valores y comienzan a disminuir conforme el gradiente batimétrico, por la influencia directa de las descargas. En general, los valores de temperatura y salinidad en su conjunto muestran un comportamiento relacionado con la profundidad ya que los registros más altos se encuentran en zonas someras y los más bajos en las zonas más profundas (Figura 5).

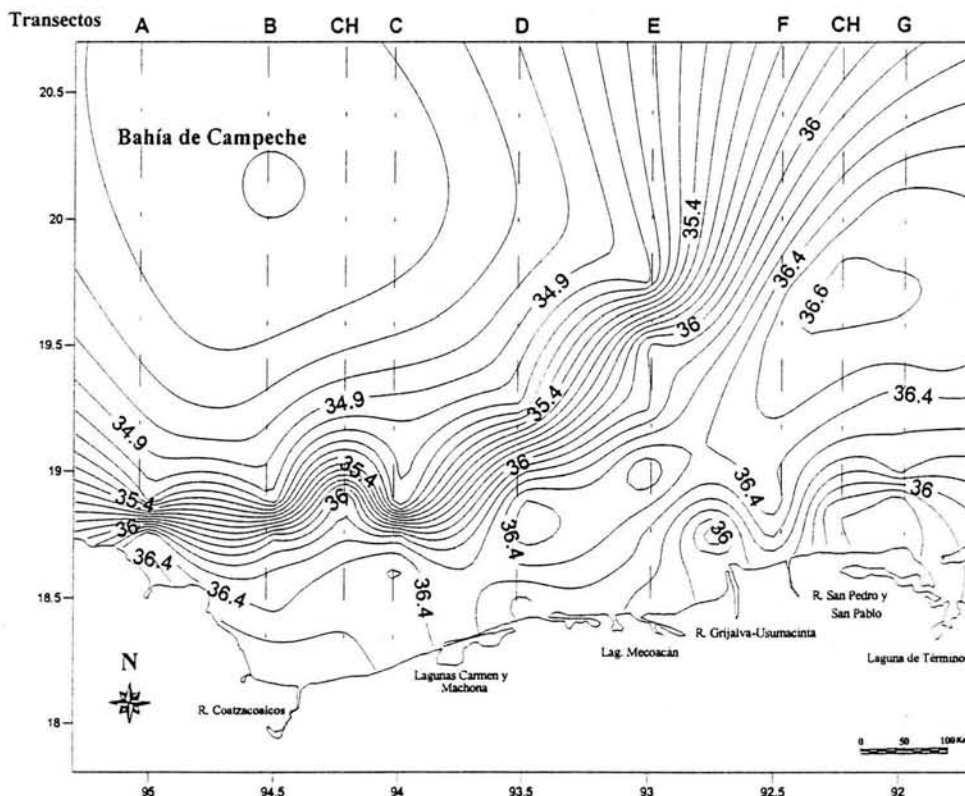


Figura 5.- Salinidad registrada en las localidades de muestreo.

### Tipo de sedimento

En el área de estudio, el sedimento es básicamente homogéneo en cuanto al porcentaje de limos y arcillas, que son los componentes que predominan, encontrándose también que existen zonas cercanas a la costa (estaciones A03 y B01) donde se registra una proporción más alta del porcentaje de arenas, así como zonas hacia el área de exclusión de plataformas petroleras (estación CH074) que registran un porcentaje importante de limos (Figura 6). La

distribución de sedimentos no muestra una mayor cantidad de limos en las estaciones más alejadas de la costa, mientras que las que se encuentran más cercanas tienen menor porcentaje de éstos, especialmente al oeste del área de estudio.

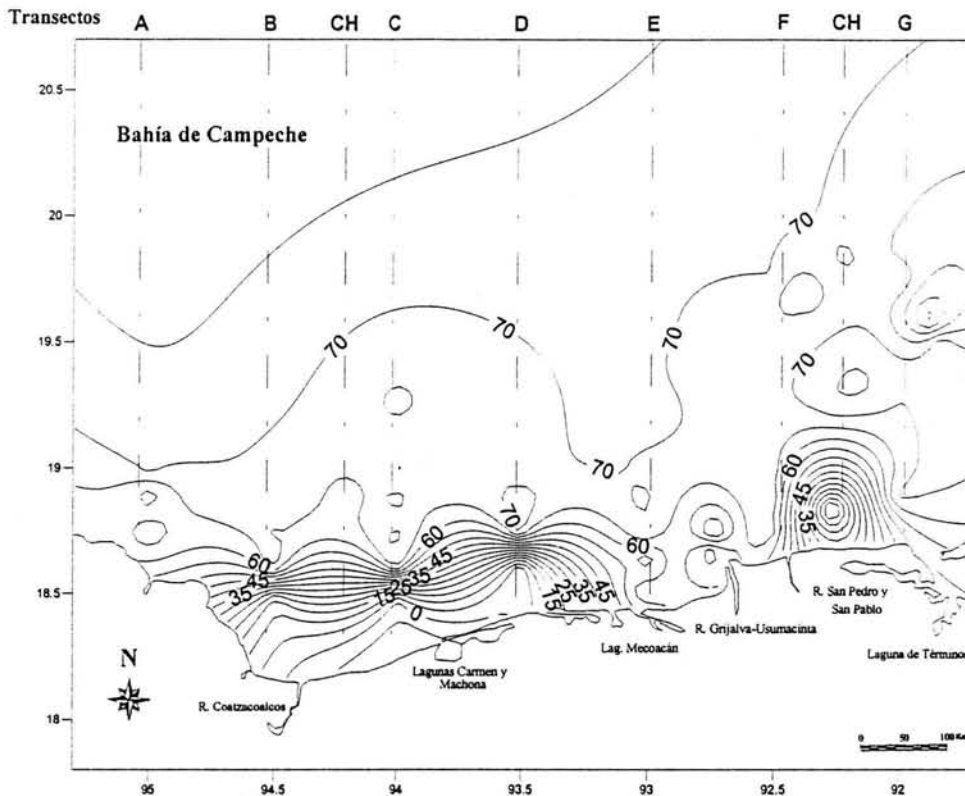


Figura 6.- Porcentaje de limos en el área de estudio.

Las variaciones texturales en el sedimento son importantes debido a que uno de los factores que determina la porosidad del sedimento es el tipo y tamaño de grano. La porosidad influye en la mineralogía de la zona, el contenido de materia orgánica y en la concentración de gases y nutrientes (Gray, 1974; 1981). Las variaciones en todas estas características determinan el establecimiento de organismos.

Gutiérrez Estrada y Galavíz Solís (1991) encontraron que en la parte sureste de la bahía, el sistema Grijalva-Usumacinta es la principal fuente de aporte de sedimento de la plataforma continental desde el litoral hasta los 80 m formando una llanura deltaíca submarina, lo que ocasiona que la pendiente se acentúe conforme la profundidad se incrementa. Relacionado con esto, pero considerando la fauna bentónica asociada a los sedimentos de este sistema, se ha observado su influencia hasta los 100 m de profundidad (Granados Barba, 2001).

Era conocido que en la zona de estudio por algunos llamadas “plataformas” se encuentra muy cerca de la transición entre los sedimentos terrigenos y carbonatados. Debido a esto en lo encontrado podría suponerse la influencia de las plataformas pero no había sido evaluado con anterioridad (Aguayo Camargo *et al.*, 1991, 1999; Carranza Edwards *et al.*, 1993; Mendoza Cantú, 1994; Rosales Hoz *et al.*, 1999; Granados Barba, 2001). La franja de delimitación entre la zona transicional y carbonatada no se ha ubicado consistentemente



con una línea limítrofe (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990; Gutiérrez Estrada y Galavíz Solís, 1991; Carranza Edwards *et al.*, 1993; Mendoza Cantú, 1994; Rosales Hoz *et al.*, 1999; Granados Barba, 2001). Se puede decir que la franja limítrofe tiene fronteras variables a lo largo del año y que pueden estar determinados por la temporalidad y así conformar dos subsistemas ecológicos, la Sonda y el Banco de Campeche, lo cual presenta condiciones diferentes para la fauna (Yáñez Arancibia y Sánchez Gil, 1988; Domínguez y Granadillo, 1995; Granados Barba, 2001).

### Oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto fluctuaron entre 2.78 y 4.97 mL/L, con un promedio de 4.12 mL/L, que son valores altos, ya que generalmente las condiciones hipóxicas se consideran a menos de 2 mL/L (Fitzhugh, 1984). Se registraron los valores más altos en las estaciones E01, F05 y F04 y los más bajos en B03, E06 y E07 (Figura 7). En general, se observa que en las zonas someras se registran los valores más altos de oxígeno disuelto, lo que puede deberse a la oxigenación por acción del viento, mismos que tienden a disminuir con la profundidad; sin embargo, hacia las zonas más profundas los valores se incrementan, la concentración aumenta como consecuencia de las bajas temperaturas y el efecto de las corrientes de fondo (Kinne, 1972).

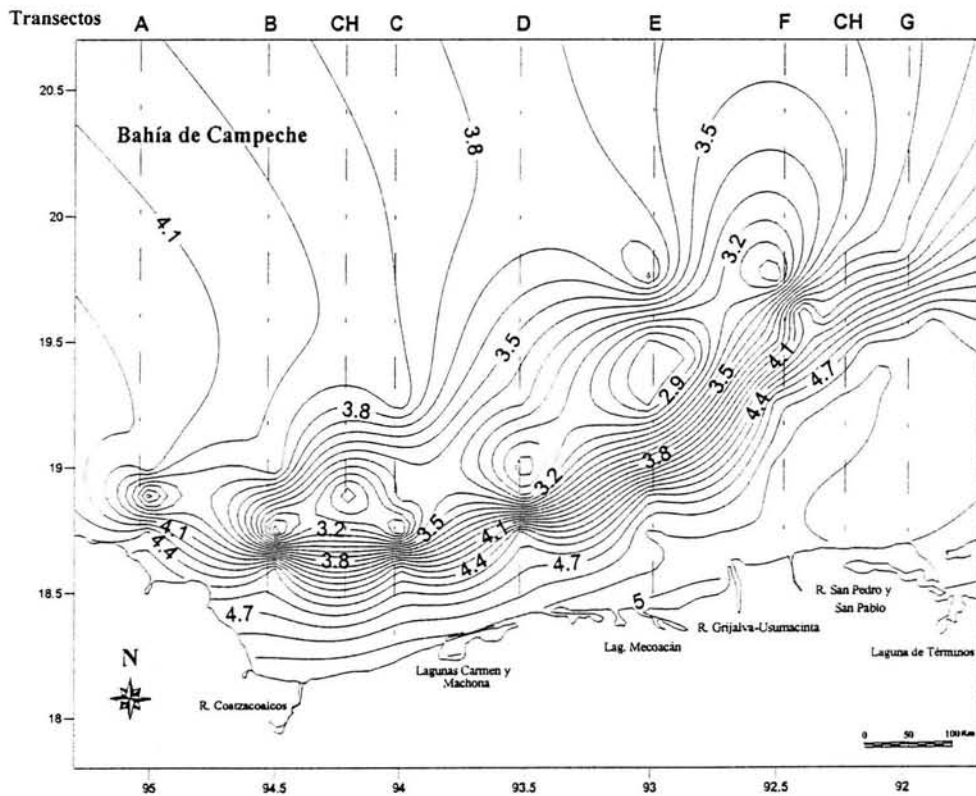


Figura 7.- Valores de oxígeno disuelto registrados en el área de estudio.

## Carbono Orgánico.

El contenido de carbono orgánico deriva de la sedimentación de materiales presentes en la columna de agua (Gray, 1981). Los valores del contenido de este parámetro en el sedimento fluctuaron sobre un intervalo que va de 0 a 4.95 % C con un promedio de 2.76 %C, registrándose los valores más bajos en las estaciones C01, CH098 y F08 con valores de 0 %C, mientras que los valores más altos se registraron en las estaciones G07, F05 y F06 (Figura 8).

No se observa un comportamiento claro que relacione el %C con el gradiente batimétrico, sin embargo, sí existe un cambio en sentido oeste-este. Las estaciones que tienen menor porcentaje del lado oeste son, B03 y C06, mientras que del lado este son E\*02, F08 y G08, todas éstas se encuentran más alejadas de la costa en ambos casos. En general, los porcentajes más altos se encuentran en las estaciones localizadas del lado este frente Los Ríos San Pedro-San Pablo siendo esta el área que tiene mayor influencia de descargas fluviolagunares, por lo que se puede inferir sobre la importancia de estos importantes sistemas sobre la descarga de este material (Soto González y Escobar Briones, 1995).

Granados Barba (2001) registró valores bajos (0.02 y 1.66 % C) en profundidades inferiores a de 15 m y que se incrementan con la profundidad y se invierte con la temporalidad. Cruz Orozco *et al.*, (1994) registran valores de entre 2 y 3 % y los asocian a las descargas de aguas fluviolagunares en sitios cercanos a las bocas de los ríos. Rosales Hoz *et al.*, (1992; 1994) registraron concentraciones más altas cerca de los complejos petroleros intermedios hacia el oeste y menores hacia el este. En este sentido, Méndez Jaime (1993); Rosales *et al.*, (1992; 1999) y Villanueva Estrada (2000) registraron un gradiente de mayor a menor hacia el este con los valores más altos (1.5 % C) en el área de plataformas petroleras.

Los valores de carbono orgánico comúnmente registrados en la región oscilan entre 0.2 y 1.66 %C, con sus valores más altos en el área de plataformas petroleras (Rosales *et al.*, 1992; 1999; Méndez Jaime, 1993; Cruz Orozco *et al.*, 1994; Villanueva Estrada, 2000; Granados Barba, 2001) mismos que son bajos si se comparan con los registrados para las zonas costeras por (Chester, 1990) que son del orden del 1 al 5 %C.

En el presente estudio se registraron los valores más altos del lado este, a partir de Laguna de Mecoacán hasta encontrar sus mayores valores frente a los Ríos San Pedro-San Pablo a profundidades no superiores a los 300 m en la región de plataformas petroleras. Los valores más altos registrados para la zona son de 10.84 y 13.45 % C en la temporada de Nortes y es acreditado a la resuspensión de sedimentos que estos eventos provocan (González Macías, 1997).

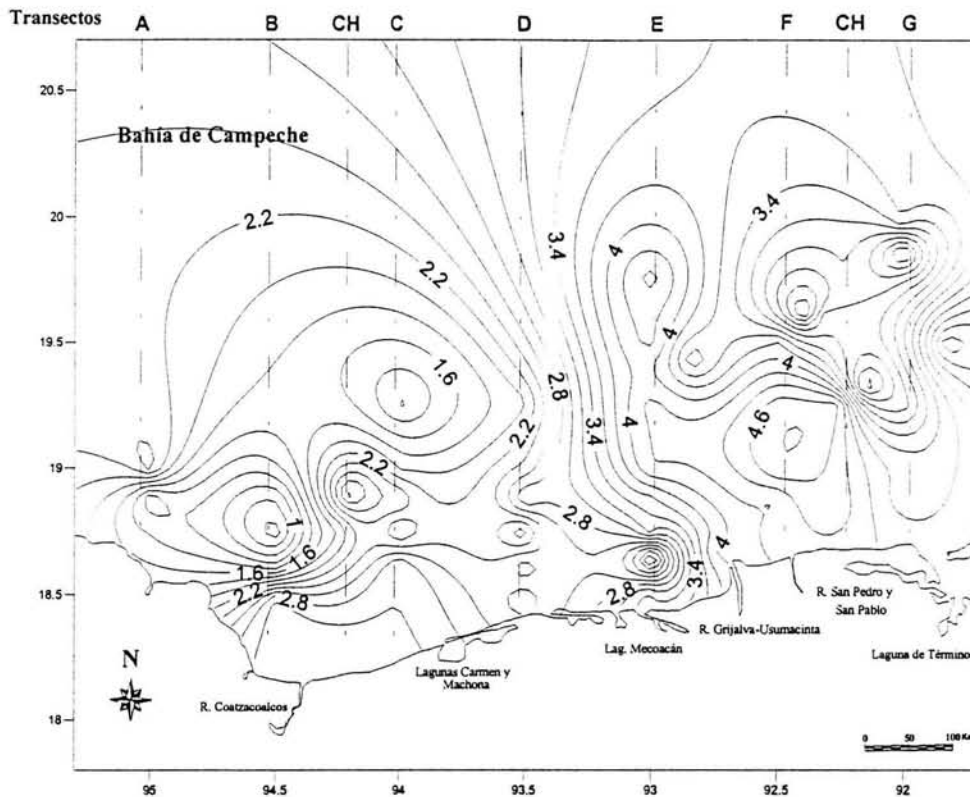


Figura 8.- Porcentaje de Carbono Orgánico registrado en el área de estudio.

### Hidrocarburos.

Los valores registrados en el presente estudio fluctuaron entre los 0 y los 735.074 ppm con un promedio de 29.92 ppm, los valores más altos en las estaciones D01 y D03 ubicadas frente a la laguna Carmen con 735.074 y 156.46 ppm respectivamente y los valores más bajos se presentaron en las estaciones B02 y CH030. Se puede distinguir que los valores más altos se registran del lado este del área de estudio, aunque es difícil de observar en la figura por la presencia de dos valores extremos, donde se encuentra el área de mayor tránsito marino y la zona de plataformas petroleras (Figura 9).

A pesar de la dificultad para detectar los hidrocarburos en la zona y por el gran papel que está jugando la dinámica oceánica en su depuración, se detectaron valores elevados de los mismos, estando por encima de las 70 ppm (UNESCO, 1976) que es la norma para las zonas de plataformas; por ello, en este trabajo se considera que las zonas están contaminadas por hidrocarburos totales (oeste en las estaciones D01 (735.074 ppm) y D03 (156.46 ppm) con una profundidad de 24 y 84 m respectivamente). Estas se encuentran ubicadas frente a las lagunas Carmen y Machona. Cabe resaltar que ambas zonas se localizan fuera del área de los complejos petroleros, por lo que se considera que pueden ser los patrones de circulación del área los que influyen en su distribución.

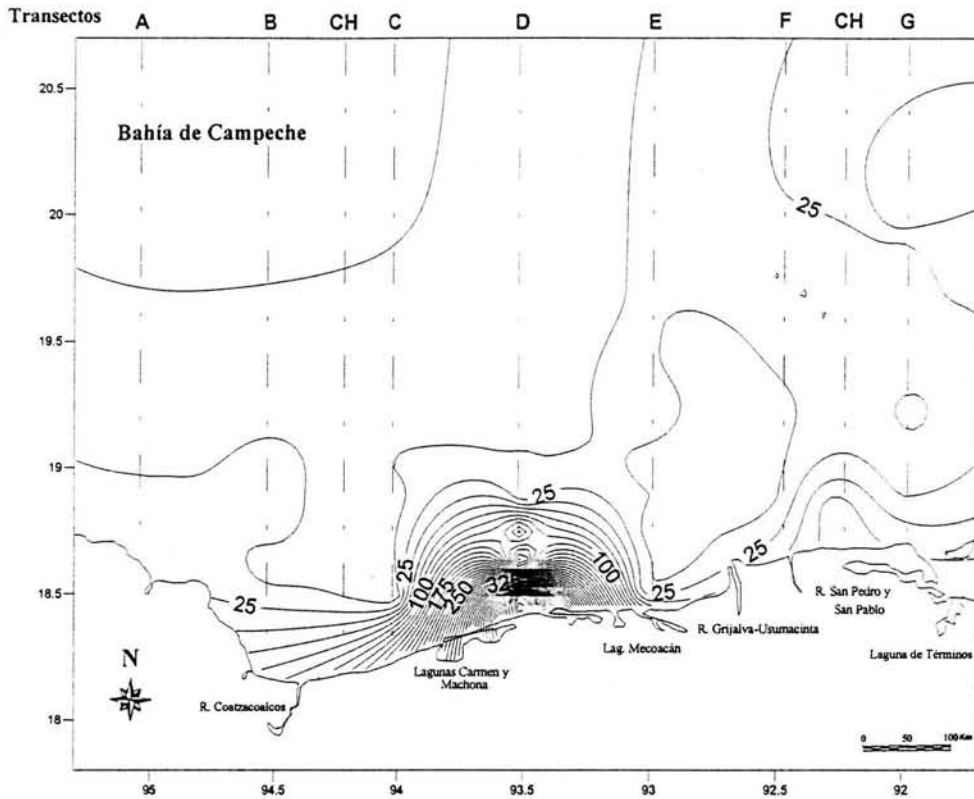


Figura 9.- Valores de hidrocarburos registrados en el área de estudio.

## Metales

Los metales registrados en otros estudios, generalmente se presentan en concentraciones de ppm total; en el presente estudio los valores obtenidos están como ppm en adsorbido, la diferencia principal es que son los que se pertenecen a la capa superficial y se encuentran ahí por procesos de sedimentación. Por ello los resultados no pueden ser directamente comparables con algunos estudios anteriormente realizados, con excepción de De Lorenz Santos (2002) quién hizo una comparación entre ambos tipos de concentración de metales obtenidos del sedimento, encontrando diferencias significativas en algunos de éstos en cuanto a la proporción obtenida en ambos análisis.

## Bario

En el presente estudio, los valores registrados de bario fluctuaron entre 0 y 0.47 ppm con un promedio de 0.20 ppm. Los valores más altos se registraron en las estaciones G09, F04, F\*06 y E\*02, ubicadas al este de la Bahía, cerca de los complejos petroleros (con excepción de G09) mientras que los más bajos corresponden a valores 0 observados en las estaciones C01 y CH098. No se presenta patrón alguno; sin embargo se distinguen varios núcleos de alta concentración que principalmente se ubican del lado este frente al sistema Grijalva-Usumacinta y la Laguna de Mecoacán, en la zona de complejos petroleros (Figura 10).

Los valores de éste metal se puede relacionar directamente con la actividad petrolera de la Sonda de Campeche toda vez que en la zona se utiliza en forma de barita ( $BaSO_4$ ) como un componente importante de los lodos de perforación (Domínguez Brito y Granadillo Pérez, 1995; Granados Barba, 2001). Al analizar si este metal provenía de otro lugar Méndez Jaime (1993) encontró que su presencia en esta zona es la que menos se podría relacionar con el aporte fluvial.

Los valores de Bario registrados para la zona en ppm adsorbidos son de 0.224 ppm a 0.981 ppm con un promedio de 0.596 ppm (De Lorenz Santos, 2002). La distribución es atribuida a aportes fluviales por procesos de lixiviación de sedimentos en la parte continental. En comparación, los encontrados en el presente estudio son muy bajos; sin embargo, presenta una distribución similar con los valores mayores en la zona este, donde además de encontrarse el área de extracción petrolera, está el mayor aporte fluvial de la zona, encontrándose también un gradiente relacionado con la profundidad.

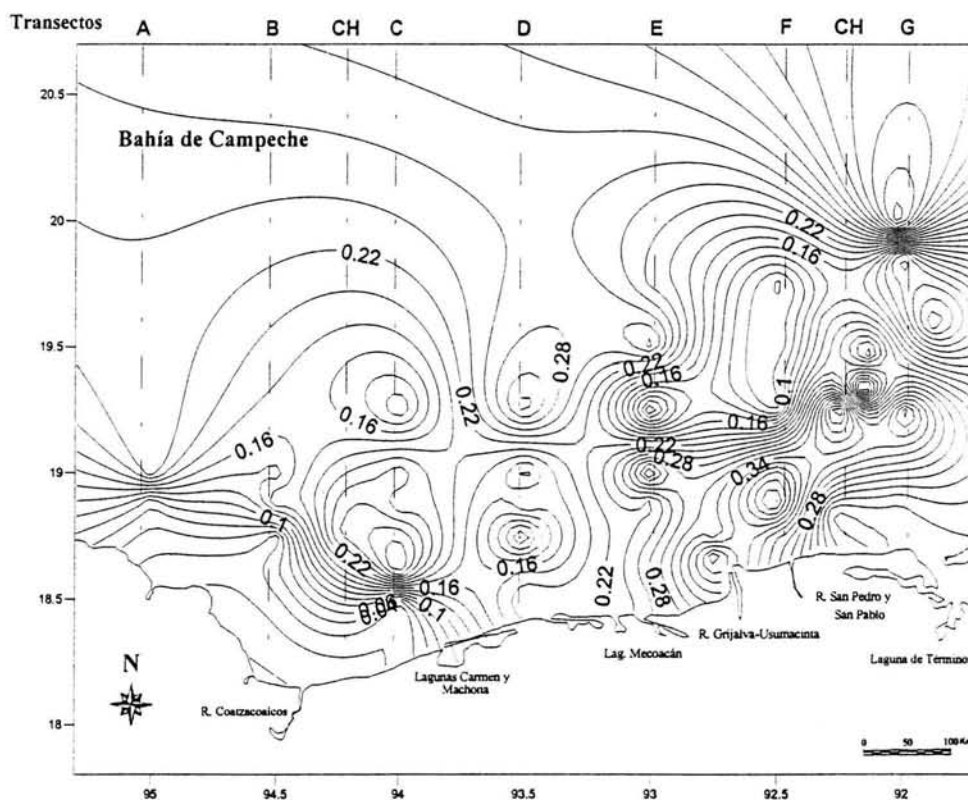


Figura 10. -Valores de bario registrados en el área de estudio.

## Cadmio

El cadmio se presentó con valores de 0.07 ppm en promedio, con sus valores más altos en las estaciones G09, F-04, E\*02, F\*06 al igual que con el Bario, pero cuyos valores no rebasan los 0.19 ppm, sus mayores concentraciones se localizan cerca de los ríos San Pedro y San Pablo y sus valores más bajos son de 0.0 en C01 y CH098 sin algún patrón distinguible (Figura 11). Al igual que el Bario, sus valores más elevados fueron registrados en el lado este del área de estudio. Esto posiblemente se puede atribuir a que son acarreados

por lo ríos, presentando una distribución muy heterogénea y sin patrón alguno, sin embargo se pueden distinguir algunos puntos de mayor concentración en las estaciones más someras, cerca de la zona petrolera y las descargas fluviales más fuertes del área de estudio.

Se ha encontrado la relación de algunos metales con la distribución de los organismos, como el Cadmio y Cobalto en donde se asume que están asociados a detergentes, por lo tanto son ligados a descargas fluviales (Botello *et al.*, 1992, 1996).

Los valores registrados para la zona en ppm adsorbido son de 0.093 ppm y 7.05 ppm con un promedio de 0.201 ppm. Se observó una distribución semejante, más aún en un gradiente de mayor a menor concentración de somero a profundo (De Lorenz Santos, 2002). Se ha registrado que la cantidad de Cadmio en el sedimento es significativa y está directamente correlacionada con su acumulación en los invertebrados bentónicos y su influencia puede ser consistente y específica en la ecología animal de algunos taxa (Warren *et al.*, 1998).

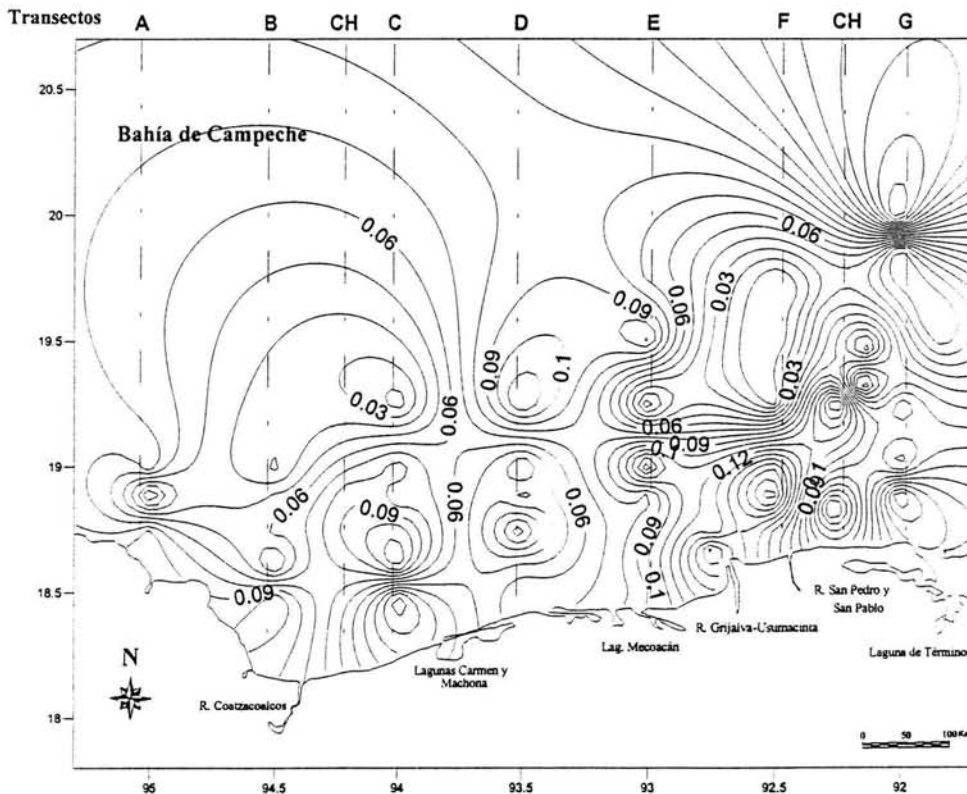


Figura 11.- Valores de cadmio registrados en el área de estudio.

### Cobalto

Presenta sus valores más altos en las estaciones F07, F06, CH074 y E06, todas ellas ubicadas del lado este de la zona de estudio, el valor más alto fue de 0.54 ppm y el más bajo de 0 ppm, el cual se encuentra presente en las estaciones C01 y CH098. Los valores tienen un promedio de 0.20 ppm (Figura 12). La distribución de este metal no presenta un patrón

de distribución particular; sin embargo se puede distinguir que la zona oeste presenta una distribución con menor variabilidad, ya que solo se puede observar un incremento frente a la laguna Carmen y otro en la región más profunda al final del transecto "D". A su vez, el lado este es más heterogéneo presentando los valores más altos, además de las estaciones antes mencionadas, en la zona somera, posiblemente influenciado por las descargas de los ríos, además de la región de plataformas petroleras.

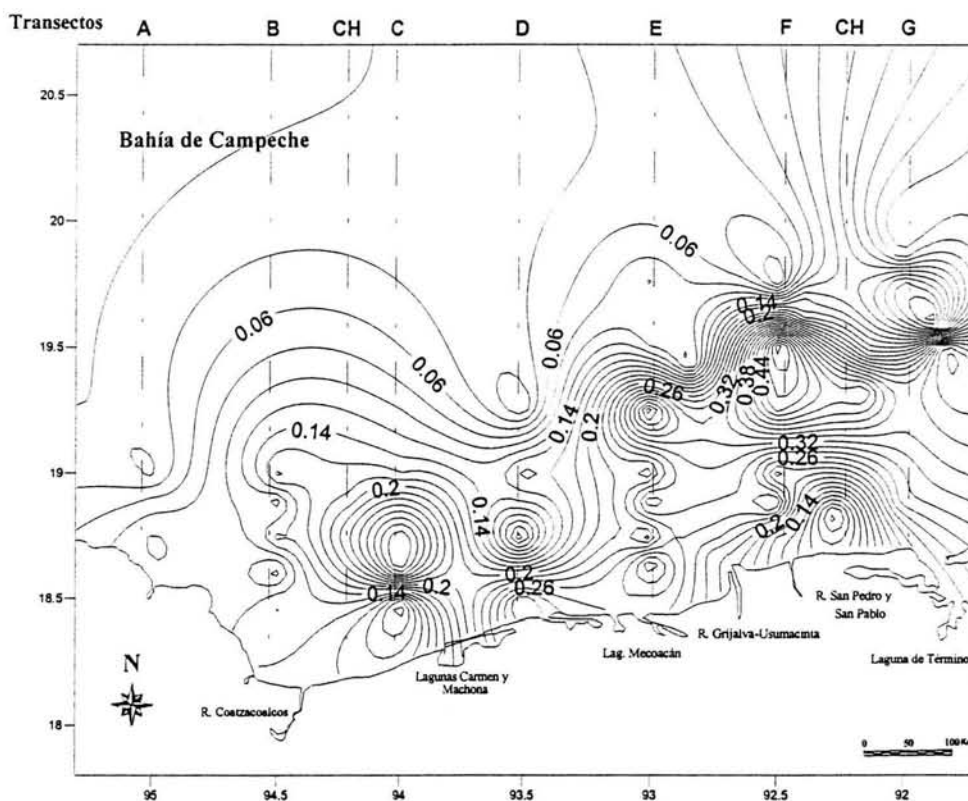


Figura 12.- Valores de cobalto registrados en el área de estudio.

## Níquel

Las concentraciones de este metal fluctuaron entre el 0 en tres estaciones (C01, CH098 y F-03) y 0.042 ppm en la estación G07. El promedio es de 0.0073 ppm siendo el valor más frecuente el de 0.001 ppm, el cual se presenta en 34 estaciones (Figura 13). Este metal presenta una distribución particular en donde se puede distinguir la zona oeste que presenta los valores más bajos y sólo un núcleo donde los valores se incrementan, que se encuentra en el transecto "B" en el lado este tiene una presencia más evidente. Se pueden ubicar varios núcleos de incremento en la concentración de este metal, en las localidades cercanas a la zona petrolera, sin encontrarse alguna relación con la profundidad.

El níquel, al igual que el bario, está relacionado con la actividad petrolera ya que es un componente de los lodos de perforación utilizado para la extracción y exploración de hidrocarburos (Domínguez Brito y Granadillo Pérez, 1995; Granados Barba, 2001).

Los valores registrados anteriormente son de 0.082 a 0.245 con un promedio de 0.163 ppm, con una gran cantidad de vórtices de alta concentración, atribuidos a la intensa actividad de transporte marino y del lado oeste al aporte del río Coatzacoalcos. También se menciona que las concentraciones bajas de níquel adsorbido en la zona costera se deben a las corrientes de fondo (De Lorenz Santos, 2002).

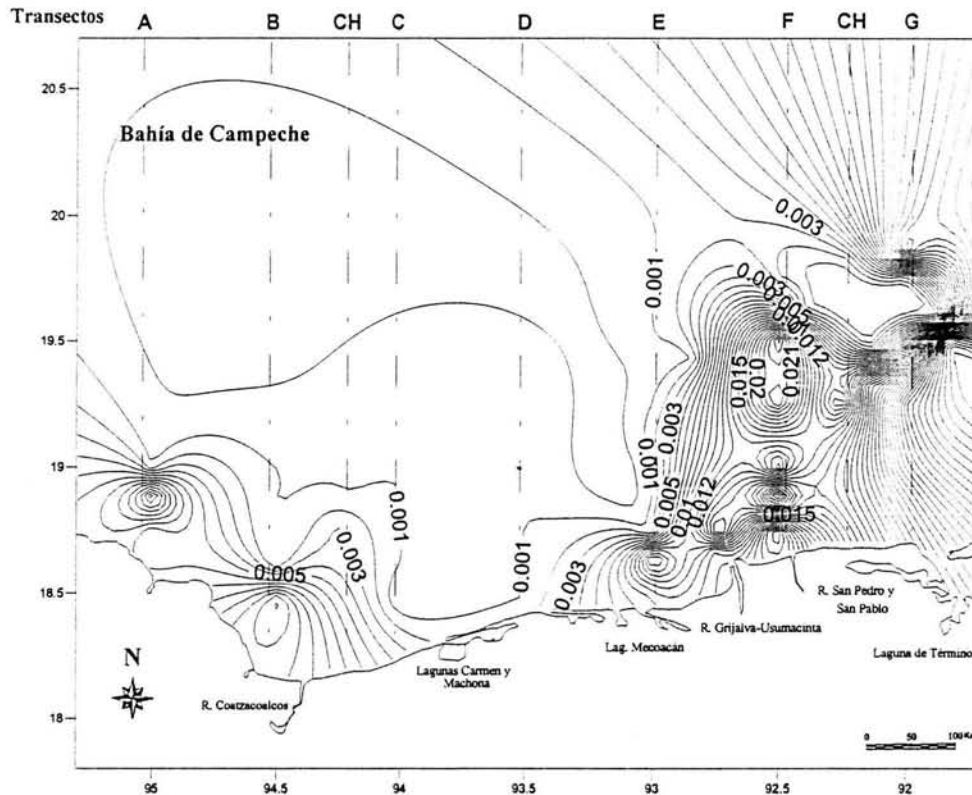


Figura 13.- Valores de níquel registrados en el área de estudio.

### Cromo

Los valores más bajos registrados de este metal son de 0 ppm en las estaciones C01, CH098 y F06; los valores más altos son de 0.66 ppm y 0.33 ppm en las estaciones G07 y G08 respectivamente, con un promedio de 0.08 ppm (Figura 14). Al igual que la concentración de los metales mencionados anteriormente se encontraron los valores más bajos del lado oeste; sin embargo existe un punto de alta concentración frente a la Laguna Carmen y Machona. Además de esta característica, los valores son más homogéneos hasta colindar con el sistema Grijalva-Usumacinta y las concentraciones mayores están en el lado este, en donde las fluctuaciones de la distribución son mayores, sin algún patrón distinguible y con varios núcleos de alta concentración, ubicados en la zona de complejos petroleros.



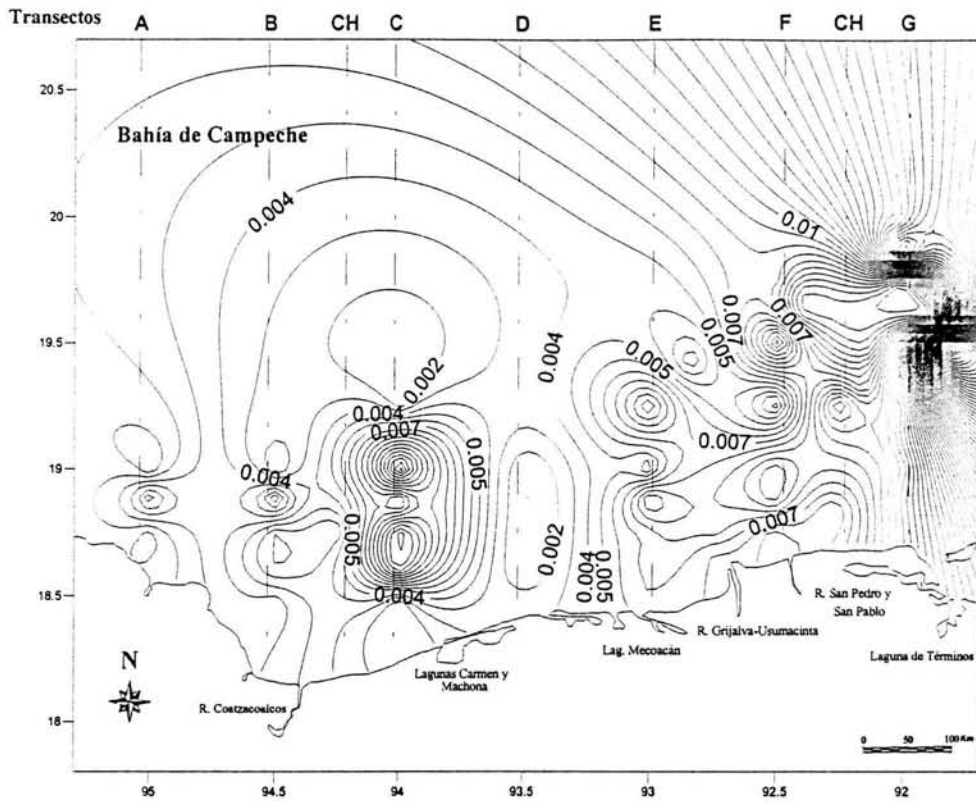


Figura 14.- Valores de cromo registrados en el área de estudio.

Este metal se considera esencial cuando se presenta en muy bajas concentraciones y, dependiendo de la forma en que se encuentra, puede ser soluble y fácilmente asimilable por los organismos (Cromo IV); sin embargo, en su forma hexavalente puede ser muy tóxico. El cromo ha dejado de utilizarse como aditivo en los lodos de perforación (González Macías, 1997) lo que ha sido considerado como la fuente directa de su presencia en la zona.

## Análisis de agrupamiento de parámetros ambientales

El dendrograma de la figura 15 muestra la asociación de las localidades en función de los valores registrados para los parámetros ambientales analizados en este estudio (Anexo 2). En él se observa la conformación de algunos grupos de estaciones con atributos en común, a pesar de que no se puede encontrar algún patrón claro que pueda diferenciar los grupos.

El grupo A está conformado por las estaciones D03, F08 y CH098 que se caracterizan por registrar los valores más bajos de metales y carbono orgánico, mientras que el grupo B asocia las estaciones B01 y D02 que presentaron valores similares en limo temperatura y níquel. El grupo C es muy heterogéneo y contiene 46 de las 55 estaciones analizadas. Por su parte, la estación D01 aparece como una rama única debido a que registra el valor más alto de hidrocarburos; de igual manera sucede con la estación C01 pero, en este caso, se debe a que presenta los valores más bajos en la concentración de los metales registrados. En el grupo D solo se encuentra conformada por dos estaciones (B02 y CH030) se separa fuertemente de los otros por registrar los valores más bajos en hidrocarburos.

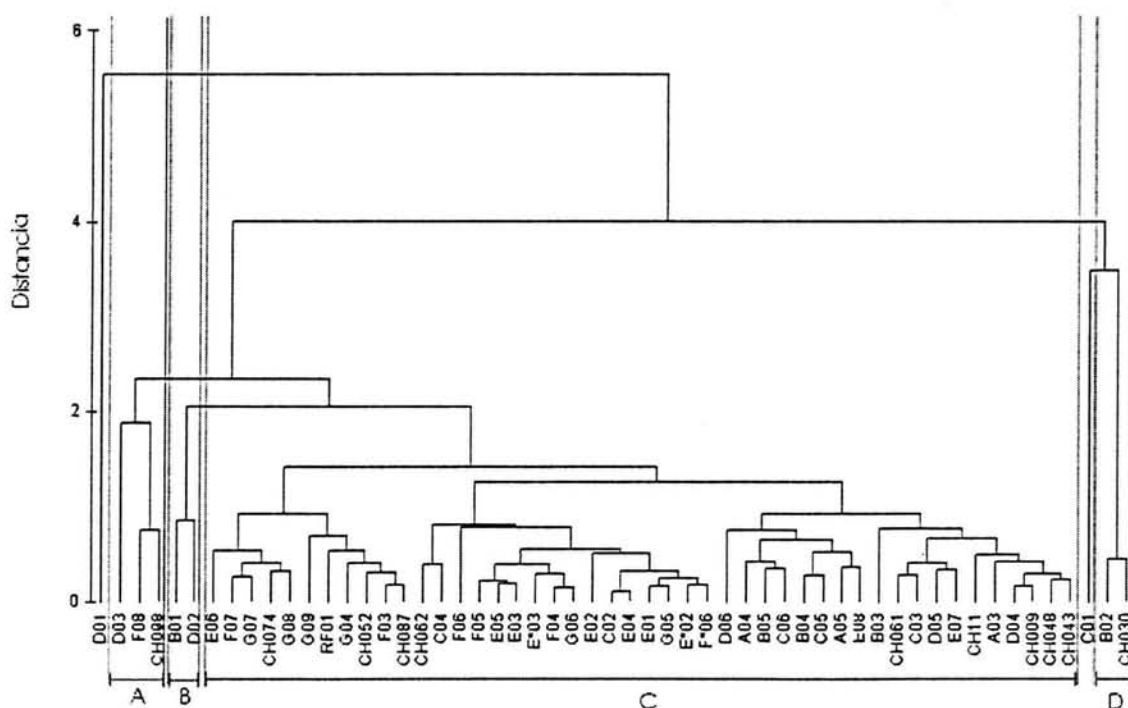


Figura 15.- Dendrograma de agrupamiento de los parámetros ambientales.

Se realizaron dendrogramas adicionales con la finalidad de hacer el análisis más fino, empleándose sólo los parámetros ambientales “básicos” como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, materia orgánica y tipo de sedimento. Se aplicó un análisis clúster de agrupamiento cuyo resultado se muestra a través del dendrograma de la Figura 16. En él se observan tres grupos: en el A, las estaciones B01, D01 y D02, se agrupan por sus valores de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto; el grupo B está compuesto por dos estaciones (F08 y CH098) que se agrupan por su porcentaje de limo y en menor medida por la

salinidad y temperatura. Asimismo, destaca la estación C01, del lado izquierdo en la figura, la cual se separa del conjunto debido a que es la que presenta el menor porcentaje de limos.

En el caso del grupo C, el cual incluye a la mayor parte de las localidades analizadas, las estaciones presentan subgrupos, principalmente cuatro, en los que se puede encontrar un gradiente de mayor a menor de derecha a izquierda, en primer lugar por su mayor contenido de limos, en segundo por salinidad y por último en temperatura. En estos subgrupos se ordenan en conglomerados que tienen valores muy similares en los diferentes parámetros lo que dificulta profundizar más y separarlos.

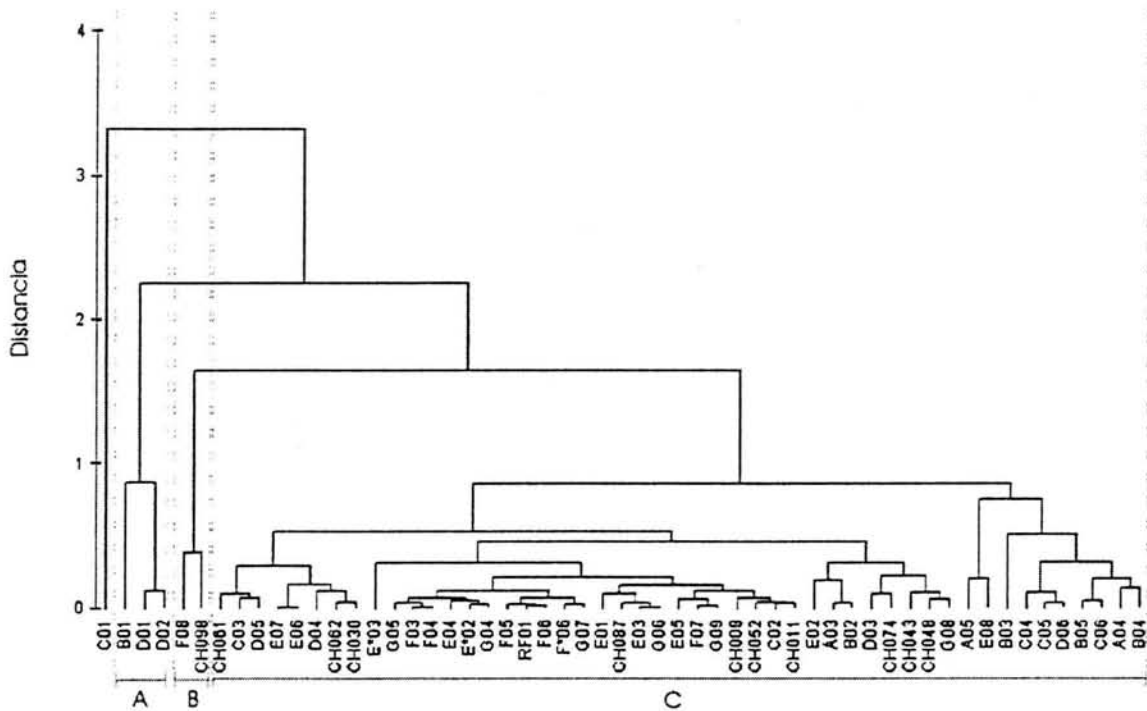
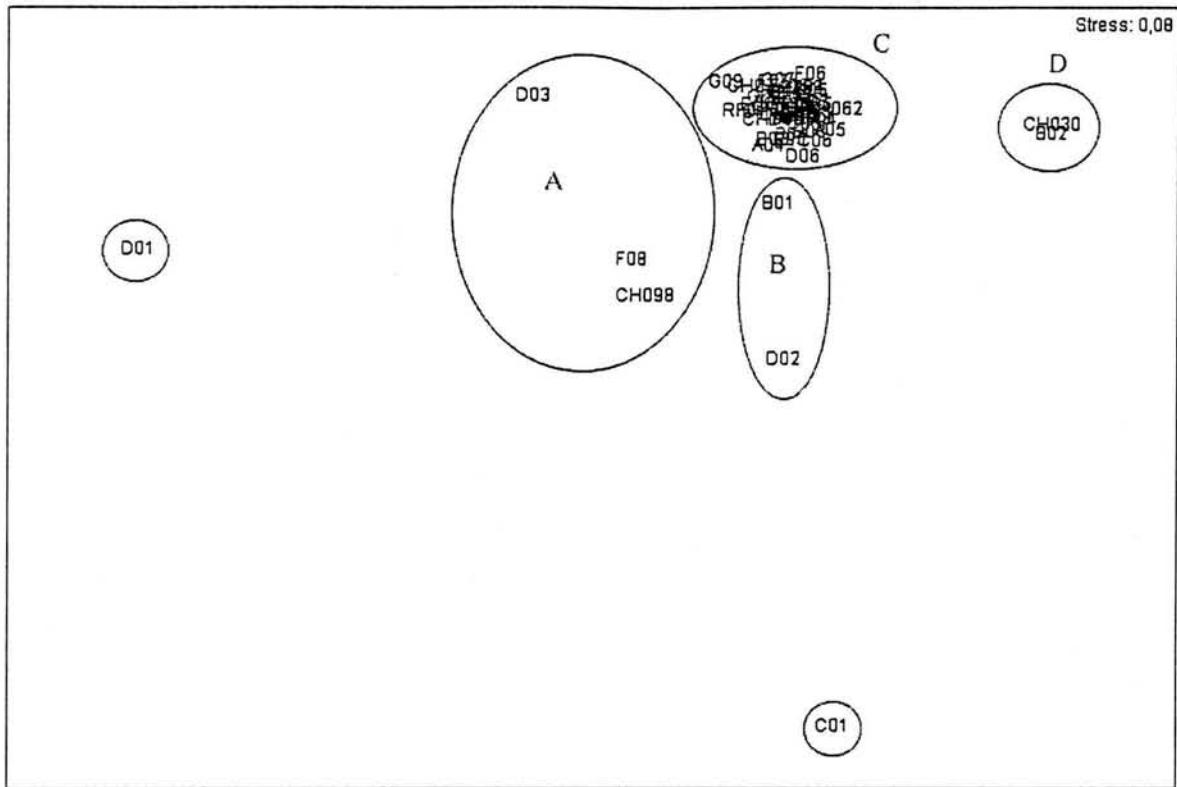


Figura 16.- Dendrograma de agrupamiento de los parámetros oceanográficos básicos ambientales.

Cuando se consideran exclusivamente aquellos parámetros que podrían relacionarse con alguna perturbación antropogénica en la región, como lo son metales e hidrocarburos, los resultados que se observan son de interés (Figura 17). En el dendrograma se muestra la conformación de cuatro grupos, uno muy grande denominado D en el cual se asocian la mayor parte de las estaciones, subagrupadas por sus valores de metales, siendo más bajos hacia la D<sub>1</sub> y más altos hacia D<sub>7</sub>, sin que esto represente alguna tendencia en su distribución geográfica o batimétrica.

Asimismo, siete estaciones se disponen hacia la izquierda de la figura conformando tres agrupaciones. Una de ellas denominada A que incluye las estaciones D01 y D03 caracterizadas principalmente por registrar las concentraciones más altas de hidrocarburos; la otra denominada B, compuesta por las estaciones B02 y CH030 que registran los valores más bajos en Cr, Co, y Ni, mientras que en la otra designada como C, las estaciones C01





**Figura 18.- Escalamiento multidimensional (MDS) obtenido con base en los parámetros ambientales resaltando los grupos del dendrograma general de parámetros ambientales (Figura 15).**

El arreglo gráfico del análisis de escalamiento está relacionado con todos los valores de los parámetros ambientales obtenidos. Se observa que las estaciones más alejadas del conglomerado principal son las mismas que se separan en el dendrograma (Figura 15). Se observa claramente que las estaciones más alejadas son la C01, hacia abajo, por presentar el valor más bajo en el porcentaje de limos, la estación D01 es otra de las más alejadas y esto es por tener el mayor valor de hidrocarburos junto con D03 que se encuentra en la misma dirección que ésta. Sin embargo, existen otras variables como sus valores en concentración de metales que la acercan más al conglomerado general. Hay estaciones del lado derecho arriba que son B02 y CH030 por poseer los valores más bajos en Cromo, Cobalto y Níquel. Las estaciones B01 y B02 hacia arriba presentan de los valores más bajos en limos y además un alto contenido en materia orgánica. Las estaciones CH098 y F08 son las estaciones que presentan los valores más bajos de metales registrados en el presente estudio.

Las demás estaciones se encuentran en el conglomerado C, del mismo modo en que lo hacen en el dendrograma, el mapa presenta la misma distribución, pero con la ventaja de tener varias dimensiones ya que en los análisis biológicos las relaciones no son usualmente lineales. Entonces se dan ordenes jerárquicos de las similitudes, y se puede complementar la información de ambos análisis. Sin embargo el área de estudio es muy compleja: uno de los factores a destacar es que esta región, del lado este, se encuentra ubicada sobre la llamada zona transicional, por el tipo de sedimento, que diferencia a la Bahía y el Banco de

Campeche. Las estaciones correspondientes a ésta son los transectos “F” y “G” que es también donde se encuentra la zona de complejos petroleros, lo que podría tener un efecto sobre el comportamiento de la estructura comunitaria, además de la fuerte influencia de las descargas fluvio-lagunares que pueden aportar diferencias temporales en los parámetros medidos.

La presencia de “nortes” tiene una fuerte interacción adicional con las diferentes variables ambientales, Se han registrado fuertes variaciones en los números de organismos encontrados, y valores más bajos en individuos y familias de la macrofauna además de una alta variabilidad en la estructura comunitaria sin encontrar diferencias consistentes entre los ambientes sedimentarios o profundidad (Hernández Arana *et al.*, 2003).

Esto concuerda con lo registrado en el presente estudio ya que los parámetros ambientales no presentan un patrón en su distribución y siendo éstos de los principales factores que influyen en la distribución de la fauna se podría pensar en que si ésta obedece al comportamiento del ambiente puede existir una inconsistencia en su distribución. También puede considerarse como un comportamiento “normal” para esta temporada, en donde la estructura de la comunidad se ve afectada por las condiciones ambientales que la caracterizan.

## ANÁLISIS FAUNÍSTICO

### Densidad

Los valores registrados oscilan entre 1.4 y 80 ind./10dm<sup>-3</sup> (Anexo 4), siendo la estación G06 (frente a Laguna de Términos) la que registra la mayor densidad, seguida de CH061 (frente al Río Coatzacoalcos) y E02 (frente a la Laguna de Mecoacán) con 70 ind./10dm<sup>-3</sup> (Figura 19). Por su parte, las que presentan una menor densidad son C04, F03 y CH062 con 1.4, 1.6 y 2 ind./10dm<sup>-3</sup> respectivamente. En general se observa un patrón consistente que se relaciona con la profundidad, ya que en las estaciones más someras se registraron los valores más altos de densidad (excepto F03, F04, F05 y E01, ubicadas frente a los ríos San Pedro-San Pablo) y después de los 100 m de profundidad los valores decrecen notablemente (excepto en CH061, ubicada frente al Río Coatzacoalcos). Al respecto, Granados Barba (2001) menciona que el efecto de la profundidad es más notorio en la densidad, que en la riqueza específica.

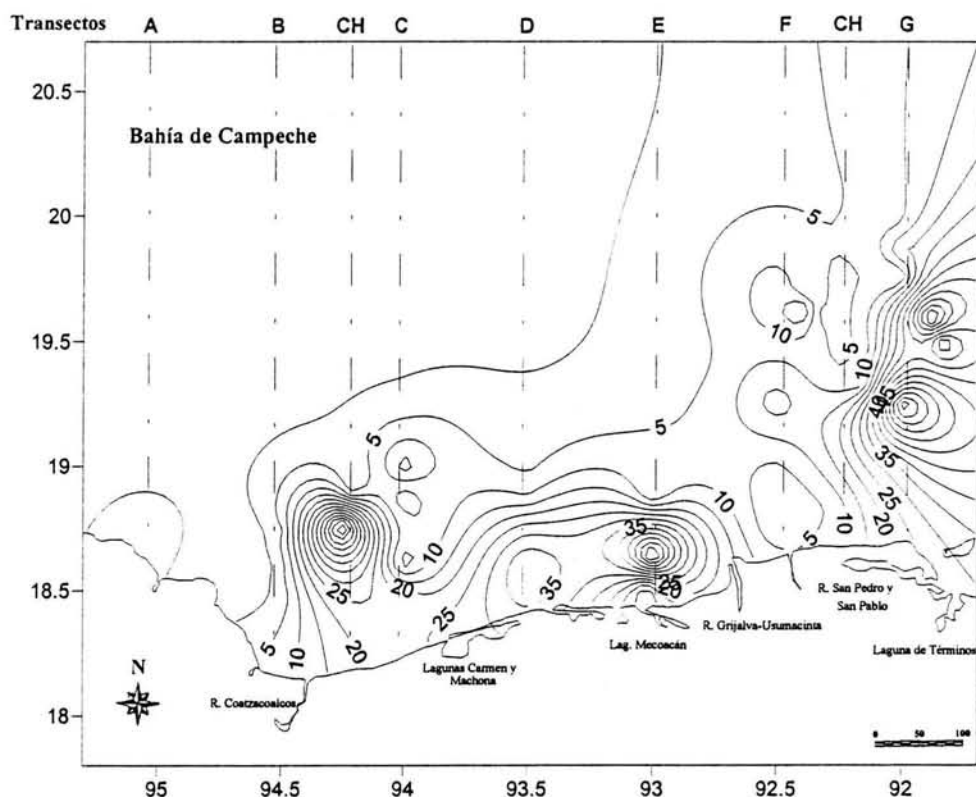


Figura 19.- Distribución de la densidad de especies.

La tendencia mencionada es evidente en toda el área de estudio, a pesar de que hacia el oeste la plataforma continental es más estrecha. En este aspecto, algunos autores (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Granados Barba, 2001) registraron un gradiente oeste-este atribuible a la mayor heterogeneidad en los sedimentos de la región este. En este estudio, la homogeneidad en el sedimento observada en toda el área no evidencia dicho gradiente debido a que no incluye sedimentos carbonatados. Se considera

que la diferencia fundamental está constituida por los intervalos batimétricos empleados en cada muestreo.

Flint (1981) y Fitzhugh (1984) destacan la importancia de los efectos de descargas de aguas continentales sobre las variables ambientales y el sedimento, lo que es consistente con lo encontrado en el área de estudio ya que el lado este presenta los mayores valores de densidad.

Al igual que para la región de plataformas petroleras, en este estudio, los factores más importantes que influyen sobre la densidad y riqueza de especies de poliquetos son la profundidad y el tipo de sedimento (Granados-Barba, 1994; 2001). Al respecto, Alongi (1990) considera que la variación en densidad y riqueza específica en las plataformas continentales de los sistemas tropicales coincide con la gran heterogeneidad de hábitats y condiciones ambientales, adquiriendo más importancia en zonas cercanas a las descargas fluviales.

Un aspecto importante a seguir en futuros estudios es la estacionalidad, ya que se han registrado diferencias claras de verano a invierno (González Macías, 1997), o en secas y lluvias (Granados Barba, 2001). Fitzhugh (1984) también registra tendencias que se relacionan con el grado de variabilidad del gradiente batimétrico, con un decremento en la densidad con el aumento de profundidad, este patrón general de comportamiento de la estructura comunitaria se ha relacionado con cambios en el suplemento alimenticio y calidad del mismo (Hyland *et al.*, 1991).



## Importancia de las especies

Generalmente la comunidad bentónica está conformada por un gran número de especies representadas por pocos individuos y pocas especies dominantes, que comparten un mismo espacio y tiempo (Magurran, 1989; Krebs, 1994).

De acuerdo al Índice de Valor Biológico (IVB, Anexo 5), que es un indicador de la dominancia global de las especies, se encontraron nueve especies consideradas como dominantes que acumularon el 45 % del total de la población (Anexo 6): *Paraprionospio pinnata* (18 % con IVB de 6.33), *Paralacydonia paradoxa* (7 % con IVB de 5.31), *Magelona* sp. L (4.5 % con IVB de 4.32), *Ninoë leptognatha* (3 % con IVB de 3.11), *Nephtys incisa* (3 % con IVB de 1.11), *Cossura delta* (2.5 % con IVB de 1.71), *Paramphinome jeffreysi* (2 % con IVB de 2.41), *Prionospio delta* (2 % con IVB de 1.71) y *Aricidea simplex* (1.5 % con IVB de 3.54). Por su parte, las especies con menor predominio son *Polyodontes* sp. 1 (0.3 % con IVB de 0.82), *Paramphinome* sp. B (0.3 % con IVB de 0.50), *Barantolla* sp. 1 (0.3 % con IVB de 0.54), *Dasybranchus lunulatus* (0.3 % con IVB de 0.28), además de otras 46 especies que solo registran un individuo.

Las peculiaridades de los organismos encontrados representan las características del área de estudio, que distingue a la mayoría de sustratos lodosos finos, con poco porcentaje de arenas y un alto contenido en material orgánico. Esto favorece a los organismos consumidores de sedimento en elevadas densidades (Gray, 1981), y a los carnívoros en menor proporción (Pearson y Rosenberg, 1978). De este modo, los sedimentívoros son el grupo trófico dominante para la Sonda de Campeche por ser una zona limosa principalmente, destacando especies pertenecientes a las especies: *P. pinnata*, *P. paradoxa*, *M. sp. L.*, *N. incisa*, *C. delta*, *P. jeffreysi*, *P. delta* y *A. simplex*, y como *N. Leptognatha* como representante de los carnívoros.

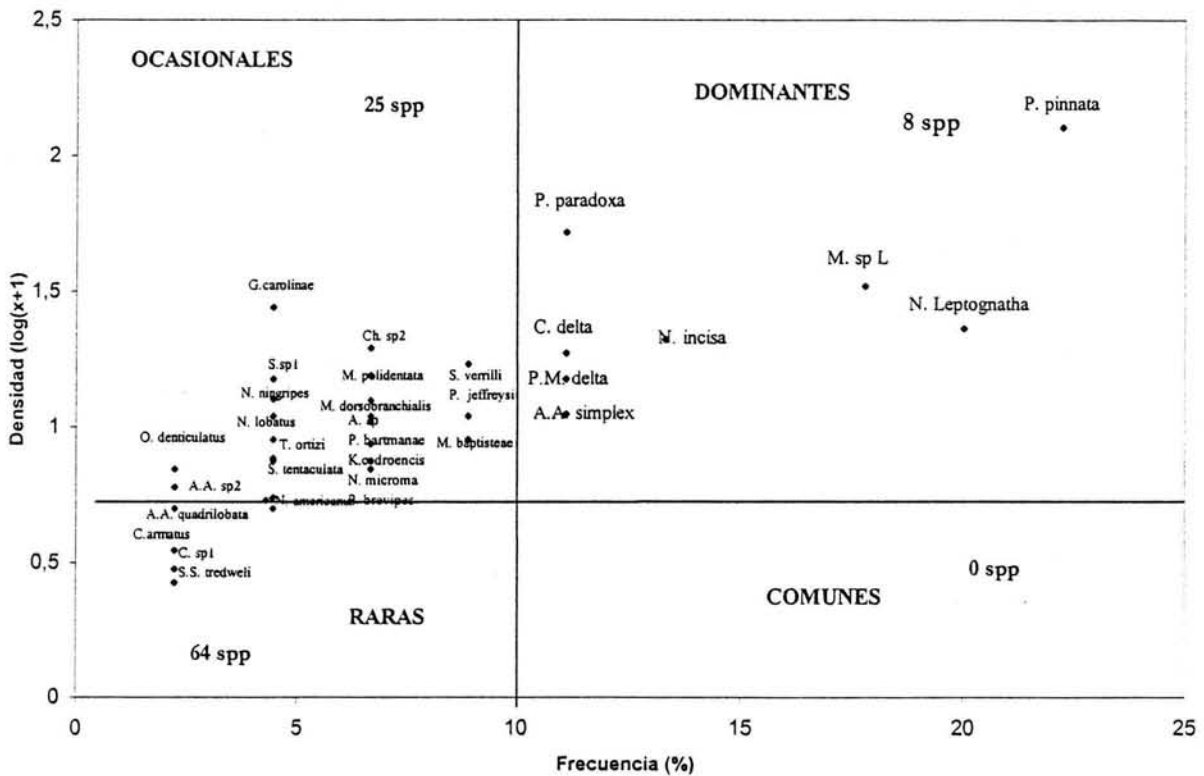
*Paraprionospio pinnata* es la especie numéricamente dominante para la Sonda de Campeche, así como lo es para las plataformas continentales del país, por lo que fue categorizada como especie dominante constante de amplia distribución para las temporadas de secas y lluvias (Granados Barba, 2001). Con los resultados obtenidos en este estudio *P. pinnata* es la especie numéricamente dominante para la región y esto se confirma también para la temporada de Nortes (Anexo7).

También se ha registrado la abundancia de los espionidos con una distribución en un patrón donde son más abundantes en la plataforma media y externa. En donde también *P. pinnata* es claramente la especie dominante en todas las profundidades muestreadas, representando el 75% de los espionidos limitando la presencia de otras especies. Es la única especie del género *Paraprionospio* que frecuentemente es una especie dominante y conspicua en las comunidades marinas bentónicas por lo que se ha considerado como una especie cosmopolita (Hernández Alcántara *et al.*, 1994)

Otros autores la han registrado como una especie cuya presencia se relaciona con los hidrocarburos (Ortiz Hernández, 1990; González Macías, 1997); sin embargo, esto es difícil de observar ya que es una especie con gran abundancia y de amplia distribución en otras regiones del país, lo que obliga a revisar con mayor profundidad el tema (Anexo7).

Otras especies numéricamente importantes en la región son *N. incisa* y *C. delta*. La primera ha sido categorizada por Granados Barba (2001) como la especie más importante en términos de abundancia y biomasa en la Sonda de Campeche. Por su parte, *C. delta* es una especie cuya distribución parece estar relacionada con las descargas de aguas fluvio-lagunares hacia la plataforma continental (Anexo 7).

Lo observado con el IVB resulta consistente cuando se compara con la prueba de asociación de Olmstead y Tukey (Figura 20) donde se registran ocho especies consideradas como *dominantes* las cuales representan el 9 % del total de las especies recolectadas. En este caso, *P. jeffreysi* no aparece como dominante debido a que presenta una frecuencia inferior al 10 %; sin embargo en el IVB aparece como dominante en la posición nueve, sobresaliendo de las siguientes.



7

Figura 20.- Diagrama Olmstead y Tukey.

En este estudio 25 especies, se consideran *ocasionales*, y otras 64 (65 %) *raras*. A diferencia de otros estudios (Rodríguez Villanueva, 1993; López Granados, 1993; Miranda Vásquez, 1993; Castañeda Sarabia, 1996; Gonzáles Macías, 1997; Granados Barba, 1991, 2001), llaman la atención los bajos porcentajes de dominancia (siendo generalmente del orden de 28 a 40 % en otros trabajos en la región), el alto porcentaje de especies

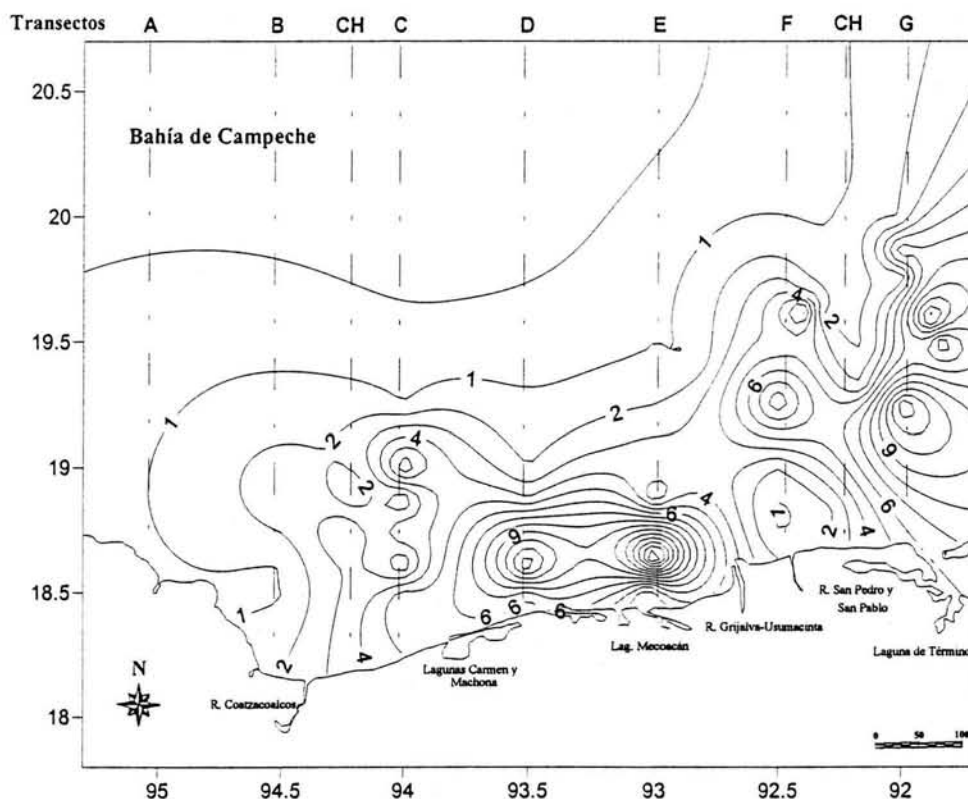
*ocasionales* o *temporales* y la ausencia de especies *comunes*, no así la alta presencia de especies *raras* que siempre se registran en este tipo de estudios.

El alto número de especies ocasionales podría deberse a que después de un evento de disturbio, como los “nortes”, las especies “oportunistas” tienden a incrementar en número (Okay, 1997; Hernández Arana *et al.*, 2003). Es bien sabido que las especies que presentan mayor abundancia a lo largo del año disminuyen normalmente durante invierno, lo que da lugar a un patrón de colonización-mortalidad post-disturbios en ambientes bentónicos (Grassle y Grassle, 1974; MaCall, 1977; Pearson y Rosenberg, 1978; Rhoads *et al.*, 1978; Rhoads y Boyer, 1982).

Al respecto, Cognetty (1992) menciona que existen especies que colonizan ambientes contaminados, las cuales pueden tener respuestas particulares a ciertos eventos impredecibles de las condiciones ambientales.

## Riqueza de especies

La riqueza total de especies registrada para el presente estudio es de 98, observándose valores mínimos de 1 en las estaciones A03, B01, B02, C02, C04, C06, CH009, CH030, CH062, E07, F-03 y F-04 y de 12 (CH098), 13 (D02, G06) y 17 (E02) como máximos (Figura 21). Esta riqueza representa el 17 % de las especies registradas para la plataforma continental del Golfo de México, siendo a su vez, un 8 % mayores que las registradas por González Macías (1997) y un 27 % menores que las registradas por Granados Barba (2001) que muestreo en dos temporadas del año (secas y lluvias). Estos valores son indicativos de la alta variedad de poliquetos existente en la Sonda de Campeche.



**Figura 21.- Distribución de la riqueza de especies.**

En términos generales no hay tendencias en cuanto a la distribución de este parámetro, sin embargo, de manera particular se distinguen núcleos de alta riqueza de especies principalmente hacia el este del área de estudio, enfrente de la zona costera entre los sistemas fluvio-lagunares de Mecoacán y Grijalva-Usumacinta y uno más frente a la Boca del Carmen y hacia la zona de plataformas petroleras.

En estudios anteriores es muy mencionado el encontrar un gradiente en sentido oeste-este atribuido, a las provincias sedimentarias (de terrígenos a carbonatados) y a la mayor heterogeneidad de los sedimentos en la región este (López Granados, 1993; Rodríguez

Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Castañeda Sarabia, 1996; Granados Barba, 1991; 2001), en este trabajo no se puede observar dicho gradiente, ya que el área de estudio no contempla la zona carbonatada, sin embargo los valores superiores se registran hacia el este.

Destacan los bajos valores registrados en las zonas costeras cercanas a los ríos Coatzacoalcos y San Pedro-San Pablo, a pesar del patrón antes mencionado. Otro punto importante observado en este estudio es que las estaciones donde la riqueza se incrementa no necesariamente corresponden con las que poseen la mayor densidad como en D01 o CH061 que generan núcleos de alta densidad, sin embargo no así en su riqueza.

### Diversidad

Los valores de la diversidad de Shannon ( $H'$ ) oscilaron entre las estaciones que solo presentan un organismo, en 12 estaciones y un valor de 3.73 en la estación E02 localizada enfrente de Mecoacán con un total de 17 especies que representa el 17.3 % del total de especies obtenidas, sigue la estación D02 (3.57) frente a Laguna Machona, F06 (3.17) y G06 (3.11) ubicadas entre el sistema Grijalva-Usumacinta y los ríos San Pedro y San Pablo. Las estaciones que registran bajos valores de diversidad son CH087, RF01, G09 y F05 con valores cercanos a 1 (Tabla 3).

Tabla 3.- Valores obtenidos con el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y equidad de Pielou ( $J'$ ).

| Estaciones | Nº especies | Índice de Shannon-Wiener |          |      |
|------------|-------------|--------------------------|----------|------|
|            |             | $H'$                     | $H'$ máx | $J'$ |
| E-02       | 17          | 3.74                     | 4.09     | 0.91 |
| D-02       | 13          | 3.58                     | 3.70     | 0.97 |
| F-06       | 9           | 3.17                     | 3.17     | 1.00 |
| G-06       | 13          | 3.11                     | 3.70     | 0.84 |
| D-03       | 9           | 2.99                     | 3.17     | 0.94 |
| CH-048     | 8           | 2.85                     | 3.00     | 0.95 |
| G-08       | 7           | 2.65                     | 2.81     | 0.94 |
| C-05       | 7           | 2.64                     | 2.81     | 0.94 |
| G-05       | 9           | 2.61                     | 3.17     | 0.83 |
| C-01       | 6           | 2.46                     | 2.59     | 0.95 |
| CH-098     | 12          | 2.41                     | 3.59     | 0.67 |
| C-03       | 4           | 2.00                     | 2.00     | 1.00 |
| F-07       | 4           | 2.00                     | 2.00     | 1.00 |
| CH-061     | 6           | 1.93                     | 2.59     | 0.75 |
| D-04       | 4           | 1.92                     | 2.00     | 0.96 |
| E-05       | 4           | 1.92                     | 2.00     | 0.96 |
| D-01       | 6           | 1.87                     | 2.59     | 0.72 |
| G-07       | 4           | 1.73                     | 2.00     | 0.87 |
| B-04       | 3           | 1.59                     | 1.59     | 1.00 |
| E-01       | 3           | 1.59                     | 1.59     | 1.00 |
| CH-074     | 3           | 1.50                     | 1.59     | 0.95 |
| CH-043     | 3           | 1.50                     | 1.59     | 0.95 |
| F-08       | 3           | 1.46                     | 1.59     | 0.92 |
| B-03       | 2           | 1.00                     | 1.00     | 1.00 |
| CH-052     | 2           | 1.00                     | 1.00     | 1.00 |

|        |   |      |      |      |
|--------|---|------|------|------|
| CH-11  | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| D-05   | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| E-04   | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| E-06   | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| F-05   | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G-09   | 2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| RF-01  | 2 | 0.92 | 1.00 | 0.92 |
| CH-087 | 2 | 0.81 | 1.00 | 0.81 |
| A-03   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| B-01   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| B-02   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| C-02   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| C-04   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| C-06   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| CH-009 | 1 | 0    | 0    | 0    |
| CH-030 | 1 | 0    | 0    | 0    |
| CH-062 | 1 | 0    | 0    | 0    |
| E-07   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| F-03   | 1 | 0    | 0    | 0    |
| F-04   | 1 | 0    | 0    | 0    |

En general, se observa una distribución irregular de la diversidad, ya que existen núcleos particulares sin un patrón claro (Figura 22); no obstante, se observa una mayor fluctuación en los valores del lado oeste del área de estudio, valores altos que se registran hacia la costa y una disminución hacia zonas más profundas. Se localizan núcleos de mayor diversidad frente a la desembocadura del Río San Pedro-San Pablo y del Sistema Fluviolagunar de Mecoacán.

Las altas diversidades se encuentran relacionadas con la estabilidad y la complejidad estructural de los agrupamientos faunísticos (Mackie *et al.*, 1997), estos valores pueden indicar una tolerancia de las comunidades al impacto de disturbios ambientales, al grado tal de poder valorar la calidad del ambiente sedimentario (Molvaer, 1997).

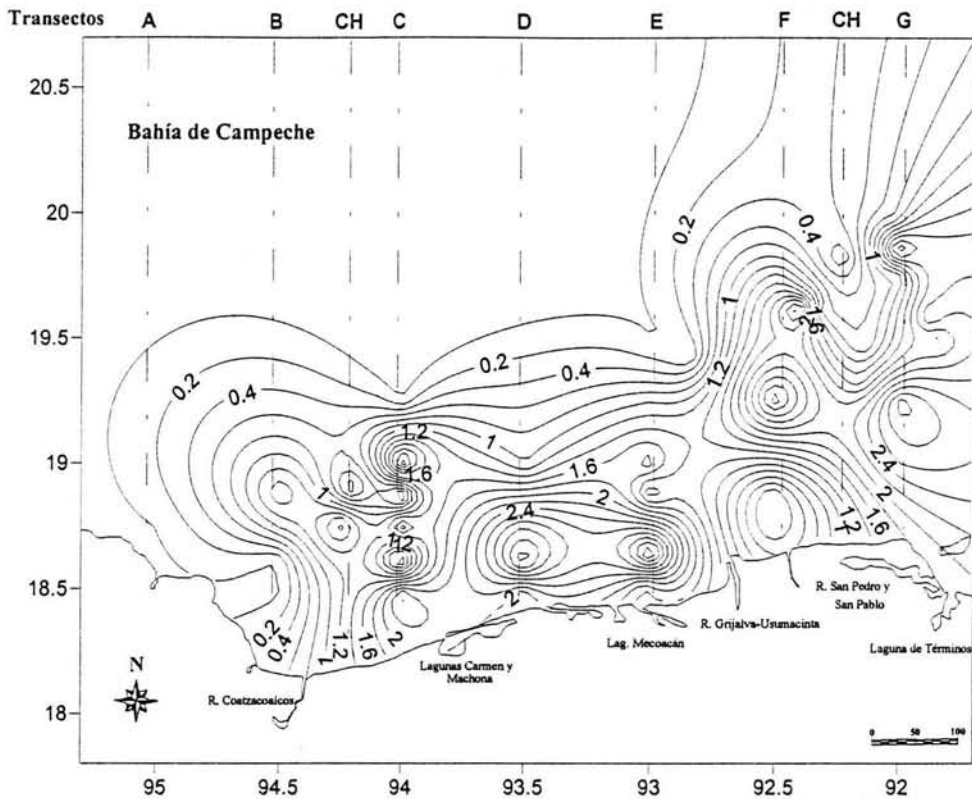
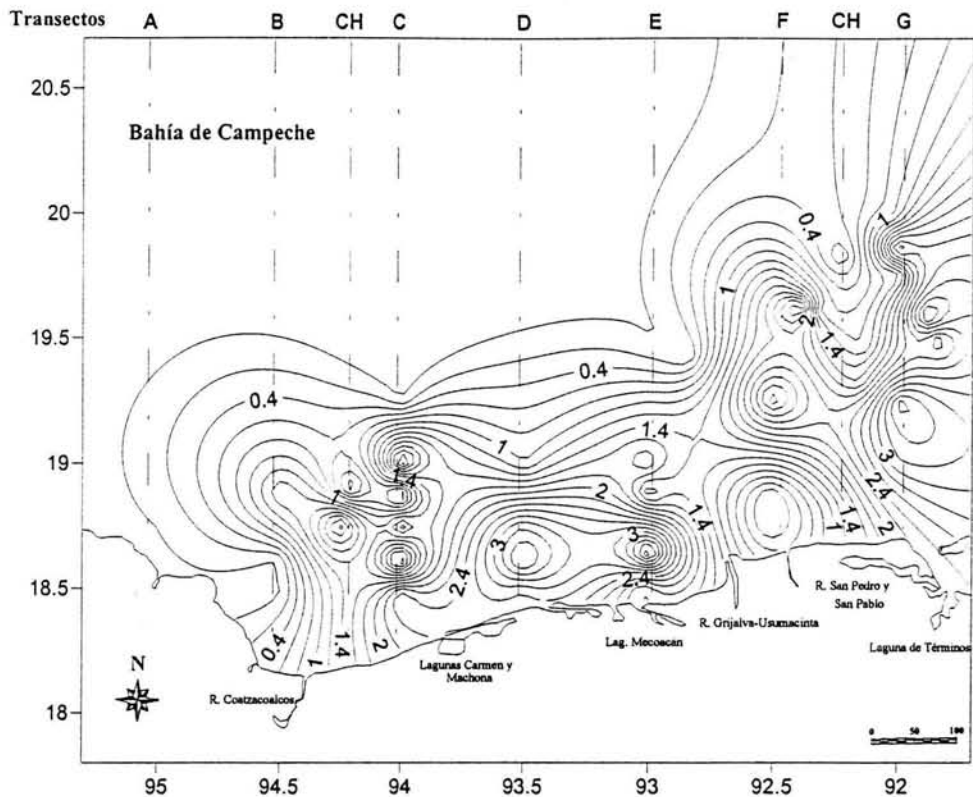


Figura 22.- Distribución de la diversidad.

Por su parte, con base en los valores de diversidad máxima, que fluctúan entre los de un individuo a un valor de 4.87, puede reconocerse un gradiente cuyos valores tienden a decrecer conforme la profundidad aumenta (Figura 23). Se observan dos centros de mayor diversidad máxima: uno debido al alto valor registrado en la estación CH048, a una profundidad de 130 m, y el otro cercano a la costa, al igual que otros dos costeros ubicados, hacia la zona oeste que son consistentes con lo observado en cuanto a diversidad: uno frente a Laguna de Mecoacán y el otro frente a Laguna Machona.

La diversidad máxima es el mayor valor posible del índice de Shannon-Wiener, es decir el valor máximo de diversidad que puede presentar una localidad, mismo que puede alcanzarse si todas las especies son igualmente abundantes y los individuos de la especies están uniformemente repartidos (Pielou, 1969, 1975; Clarke y Gorley, 2001). En la zona de estudio hay elevada equidad y pocas especies abundantes, por lo que los valores de diversidad son muy cercanos a la diversidad máxima.



**Figura 23.- Distribución de la diversidad máxima.**

En cuanto a la equidad, se observan valores altos en la mayoría de las estaciones los individuos están uniformemente repartidos entre las especies.

También se pudo reconocer un gradiente batimétrico en el que se puede diferenciar una menor equidad a menor profundidad, destacándose tres centros de alta equidad, uno frente al Río Coatzacoalcos, el otro frente a la Laguna Mecocán y uno más frente al Grijalva y Laguna de Términos (Figura 24). Esto indica que la diversidad de las especies frente a las descargas fluvio-lagunares está repartida equitativamente entre el número de individuos encontrados.



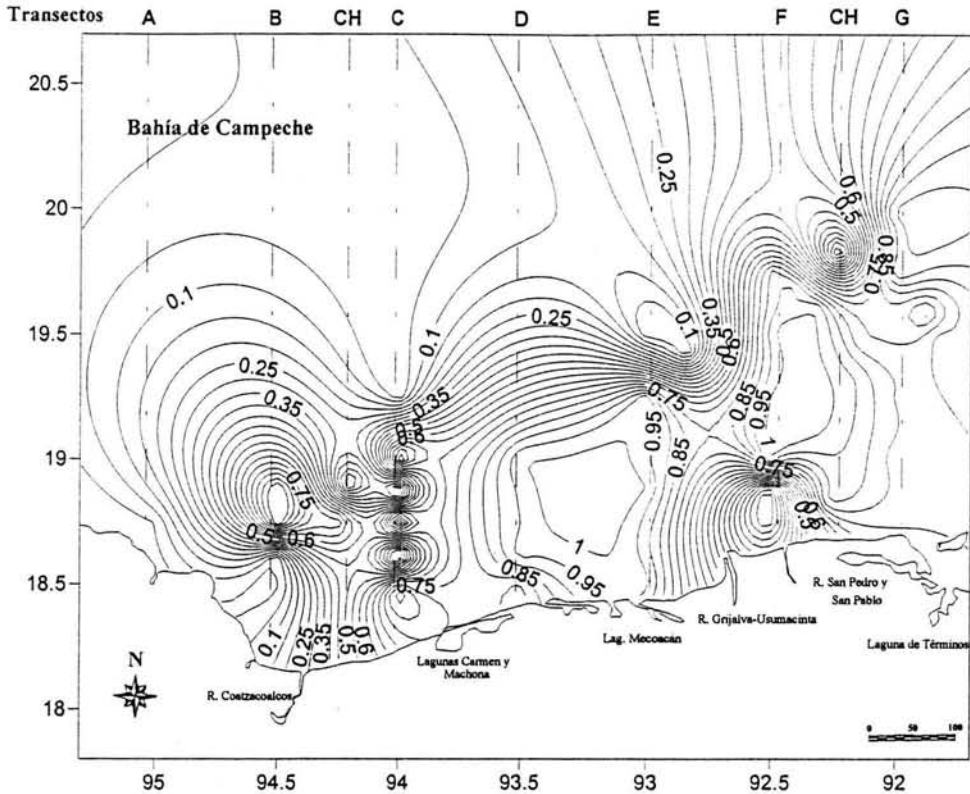


Figura 24.- Distribución de la equidad.

Entre los estudios anteriormente realizados, a menos que se detecte algún otro efecto físico adicional que esté involucrado, la profundidad y el tipo de sedimento (tanto por el efecto del tamaño de grano como de su composición) son los factores más importantes involucrados en el desarrollo de la macrofauna bentónica (Warwick, 1988a-c; Agard *et al.*, 1993), particularmente de la plataforma continental del Golfo de México (Flint, 1981; Fitzhugh, 1984; Granados Barba, 1991; López Granados, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Rodríguez Villanueva, 1993; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995a; Corona Rodríguez, 1997).

Un aspecto importante a considerar para explicar estas inconsistencias es el efecto de la temporada en la que se muestree, ya que se sabe de la importancia de este factor sobre la fauna bentónica. Por ejemplo entre secas y lluvias considerando el efecto de éstas sobre las descargas fluviales (Granados Barba, 2001). En la temporada de nortes, la fuerza del viento y su efecto sobre la mezcla en columna de agua, además de la remoción de sedimentos en el fondo (Monreal Gómez *et al.*, 1992) pueden estar relacionados con la carencia de patrones en el caso de este estudio.

Los nortes también resuspenden y transportan la macroinfauna (Oliver *et al.*, 1980; Okay, 1997), además causan mortalidad por suspensión de alimento (Posey *et al.*, 1996). Es tan grande esta influencia que pueden controlar la estructura ecológica del área (Yáñez Arancibia y Sánchez Gil, 1983; Fuentes Yaco *et al.*, 2001), siendo tal que en esa temporada se registran los valores más bajos en individuos y familias, sin encontrar diferencias entre

los ambientes sedimentarios o profundidad, que son los factores de mayor influencia comúnmente encontrados (Hernández Arana, 2003).

Además en la zona transicional cuyos límites estacionales son variables a lo largo del año tienen lugar cambios importantes en la estructura comunitaria de los poliquetos (Granados Barba, 2001).

En la plataforma continental, el peso de los factores ambientales que influyen sobre los sistemas bentónicos es muy diverso (Feder *et al.*, 1994), principalmente en la Bahía de Campeche, debido a sus características físicas, químicas y sedimentarias. Las variaciones en las escalas a nivel de localidad de muestreo y la gran amplitud de sus fluctuaciones parecen ser las condiciones que determinan el establecimiento y desarrollo de las comunidades bentónicas.

## Análisis de regresión múltiple

El empleo de regresiones múltiples para la valoración de los parámetros ambientales en la búsqueda de su relación con la distribución de los diferentes parámetros biológicos medidos puede ser de gran importancia para encontrar evidencias de la existencia de patrones en la distribución de los organismos cuando éstos no son muy claros.

Con base en este análisis se hizo evidente que los metales como el bario y el cadmio, así como el porcentaje de carbono orgánico son los parámetros ambientales que están teniendo una mayor influencia sobre la riqueza de especies (Tabla 4). El modelo explica un 38 % de los cambios de la riqueza de especies y el análisis de varianza probó la significancia estadística del modelo (Tabla 4). El bario muestra una correlación positiva, es decir que a una mayor concentración de bario se encuentra una mayor riqueza específica como en las estaciones G06, D02 y E02; en cambio en el caso de el cadmio y carbono orgánico, se obtuvo una correlación negativa, indicativa de que a una mayor concentración de éstos, se encuentra una menor riqueza específica, como en las estaciones; B01, E06 y G09.

Tabla 4.- Regresión múltiple de parámetros ambientales contra la riqueza y análisis de varianza.

### Análisis de varianza

|           | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados de medias | F        | Nivel (p) |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------|----------|-----------|
| Regresión | 250.3961          | 7                  | 35.77088            | 3.200664 | 0.009420  |
| Residual  | 413.5150          | 37                 | 11.17608            |          |           |
| Total     | 663.9111          |                    |                     |          |           |

Regresión múltiple  $R = 0.61412792$   $R^2 = 0.37715310$   $p < 0.00942$  E: 3.3431

|                | BETA      | Error BETA | t (37)   | Nivel (p) |
|----------------|-----------|------------|----------|-----------|
| Intercepción   |           |            | 1.80684  | 0.078925  |
| O <sub>2</sub> | 0.065748  | 0.186800   | 0.35197  | 0.726855  |
| Cd             | -0.743325 | 0.258465   | -2.87592 | 0.006646  |
| Ba             | 0.672950  | 0.267166   | 2.51884  | 0.016226  |
| C. Orgánico    | -0.327503 | 0.151762   | -2.15800 | 0.037489  |
| Profundidad    | -0.237919 | 0.188234   | -1.26395 | 0.214152  |
| Ni             | 0.280135  | 0.153590   | 1.82391  | 0.076250  |
| Sedimento      | -0.267293 | 0.147788   | -1.80862 | 0.078642  |

En el caso de la densidad de organismos, el análisis de regresión múltiple de los parámetros analizados arroja como resultado que no determinan los cambios en la densidad de los organismos, ya que el modelo no puede explicar los cambios de densidad de especies y por tanto el análisis de varianza no probó su significancia estadística (Tabla 5) Esto nos indica que los parámetros ambientales analizados no se relacionan con la densidad ni la distribución registrada en el presente estudio.

Tabla 5.- Regresión múltiple de parámetros ambientales contra la densidad y análisis de varianza.

## Análisis de varianza

|           | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados de medias | F        | Nivel (p) |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------|----------|-----------|
| Regresión | 3906.53           | 4                  | 976.6337            | 2.556860 | 0.053407  |
| Residual  | 15278.64          | 40                 | 381.9660            |          |           |
| Total     | 19185.18          |                    |                     |          |           |

Regresión múltiple R= 0.45124558 R<sup>2</sup>= 0.20362257 p<.05341 E: 19.544

|              | BETA      | Error BETA | t (40)   | Nivel (p) |
|--------------|-----------|------------|----------|-----------|
| Intercepción |           |            | 2.99825  | 0.004652  |
| Ni           | 0.502539  | 0.189441   | 2.65276  | 0.011394  |
| Sedimento    | -0.272600 | 0.145371   | -1.87520 | 0.068079  |
| Cr           | -0.191686 | 0.187544   | -1.02208 | 0.312884  |
| C. Orgánico  | -0.149885 | 0.148937   | -1.00636 | 0.320289  |

El mismo análisis realizado para la diversidad (H'), da como resultado que el bario, cadmio y carbono orgánico son los parámetros ambientales que están influyendo sobre la diversidad de especies (Tabla 6). Al igual que en la riqueza de especies, el bario muestra una correlación positiva, es decir que a una mayor concentración de bario se encuentra una mayor diversidad (estaciones; G06, E06 y C02). En cambio para el cadmio y carbono orgánico, se obtuvo una correlación negativa, indicativa de que a una mayor concentración de éstos, se encuentra una menor diversidad (estaciones F02, F03 y F04). El modelo explica un 42 % de los cambios en la diversidad de especies y el análisis de varianza probó la significancia estadística del modelo.

Tabla 6.- Regresión múltiple de parámetros ambientales contra la diversidad y análisis de varianza.

## Análisis de varianza

|          | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados de medias | F        | Nivel p  |
|----------|-------------------|--------------------|---------------------|----------|----------|
| Regres.  | 23.56586          | 7                  | 3.366552            | 3.972703 | 0.002492 |
| Residual | 31.35457          | 37                 | .847421             |          |          |
| Total    | 54.92044          |                    |                     |          |          |

Regresión múltiple R= 0.65505033 R<sup>2</sup>= 0.42909094 p<.00249 E: 0.92055

|                    | BETA             | Error BETA      | t (37)          | Nivel (p)       |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| intercept          |                  |                 | 2.35776         | 0.023783        |
| <b>Cd</b>          | <b>-0.948610</b> | <b>0.248207</b> | <b>-3.82184</b> | <b>0.000491</b> |
| Ni                 | 0.284437         | 0.142204        | 2.00020         | 0.052859        |
| <b>Ba</b>          | <b>0.772923</b>  | <b>0.254429</b> | <b>3.03787</b>  | <b>0.004352</b> |
| Sedimento          | -0.227286        | 0.136282        | -1.66776        | 0.103806        |
| <b>C. orgánico</b> | <b>-0.337890</b> | <b>0.144751</b> | <b>-2.33428</b> | <b>0.025118</b> |
| Profundidad        | -0.721497        | 0.441894        | -1.63274        | 0.111007        |
| T °c               | -0.454299        | 0.444798        | -1.02136        | 0.313716        |

De acuerdo con las observaciones realizadas en esta investigación es evidente que, en la Bahía de Campeche, la composición y la dominancia de las especies se registran amplias variaciones espaciales que no necesariamente tienen un patrón claro con respecto a la distribución de los parámetros ambientales; sin embargo, existen algunos, como el cadmio, bario, carbono orgánico o la profundidad, que tienen una influencia mayor en el desarrollo de algunas de las especies en ciertas localidades de muestreo. El conjunto de estas características, con la variabilidad en las formas de vida y hábitos alimenticios de la macrofauna bentónica, señalaría en primera instancia, que la estructura de las comunidades presenta un patrón de distribución geográfica heterogéneo.

## Análisis de la composición faunística para determinar gradientes ambientales

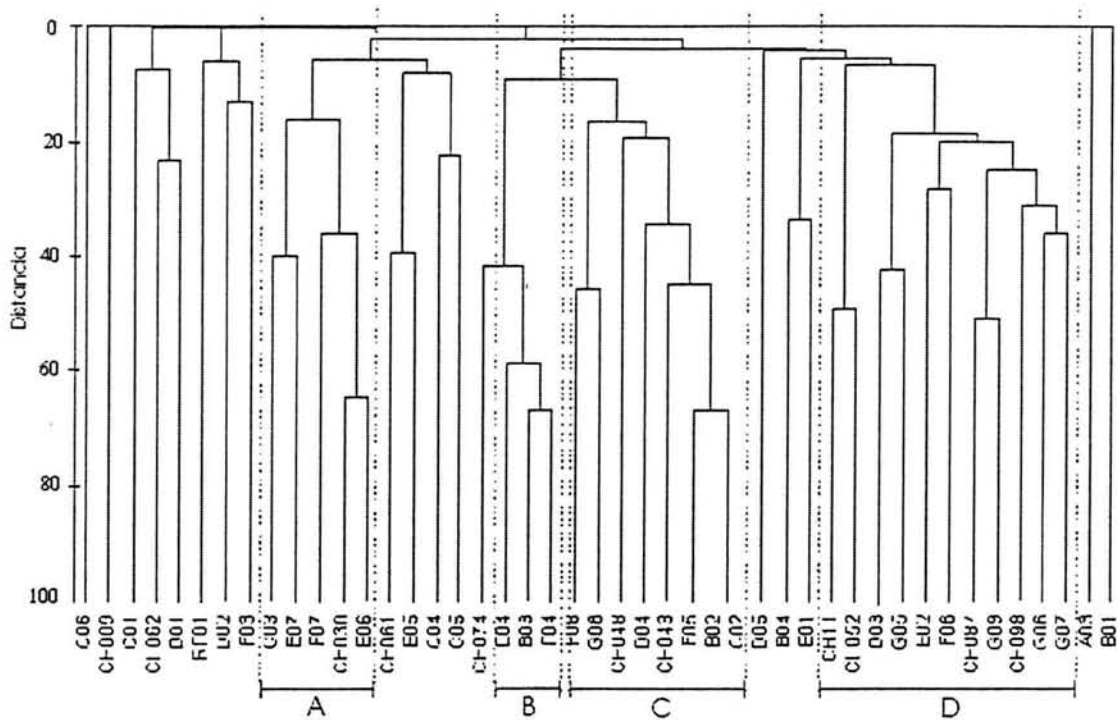


Figura 25.- Dendrograma de agrupamiento de especies.

La figura 25 muestra el resultado de un análisis de clasificación en el que se asocian las estaciones de muestreo en función de los valores de densidad registrados para las especies obtenidas durante el presente estudio. Se encontró un gran número de especies con bajas densidades por lo que el dendrograma no presenta divisiones grandes; sin embargo, se pueden observar algunas diferencias que ubican a las estaciones en grupos pequeños. Para poder determinar que especies diferencian a los grupos se empleó el método SIMPER, que es el porcentaje de contribución de la especie en la formación del grupo.

El grupo A lo conforman las estaciones C03, E07, F07, CH030 y E06, las cuales principalmente se encuentra unidas por *Aricidea simplex* (85.3 %) y *Paraninoë brevipes* (14.6 %). El grupo B (CH074, E04, B03, F04) se encuentra conformado por *Nephtys incisa* (100 %), la cual presenta una distribución del lado este del área de estudio restringida en parte a la región de plataformas y a la zona donde se encuentran las mayores descargas de aguas continentales.

Las estaciones F08, G08, CH048, D04, CH43, F05, B02 y C02 se encuentran en el grupo C constituido principalmente por la presencia de *N. leptognatha* (94.6 %). Finalmente, en el grupo D (CH11, CH052, D03, G05, E02, F06, CH087, G09, CH098, G06, G07) se asocian el mayor número de estaciones caracterizadas, en orden de importancia, por *P. pinnata* (46.2 %), *Kinbergonuphis cedroensis* (14 %), *Magelona* sp. L (13.4 %), *Scoletoma verrilli*

(5.1 %), *P. Delta* (4.8 %), *C. Delta* (3.8 %), *Monticellina baptistae* (2.4 %) y *Aglophamus cf. verrilli* (1.4 %). Todas estas especies, principalmente *C. delta*, presentan una distribución relacionada con las descargas fluviolagunares de la región este del área de estudio (Anexo 7).

La formación de los grupos se encuentra relacionada con su distribución en el perfil batimétrico, en donde se distinguen principalmente dos divisiones: la primera (por orden de profundidades) conformada por los grupos de estaciones A y C con profundidades entre 98 y 420 m y la segunda por los grupos B y D que son los de menores profundidades, de 20 a 66 m, con solo una estación de 237 m (B03) que se aleja de esta división y se encuentra ubicada frente al río Coatzacoalcos, en donde la pendiente de la plataforma continental es más pronunciada. También destaca la estación G08 (89 m) que pertenece al grupo C; sin embargo se agrupa con las estaciones de menor profundidad (Figura 26).

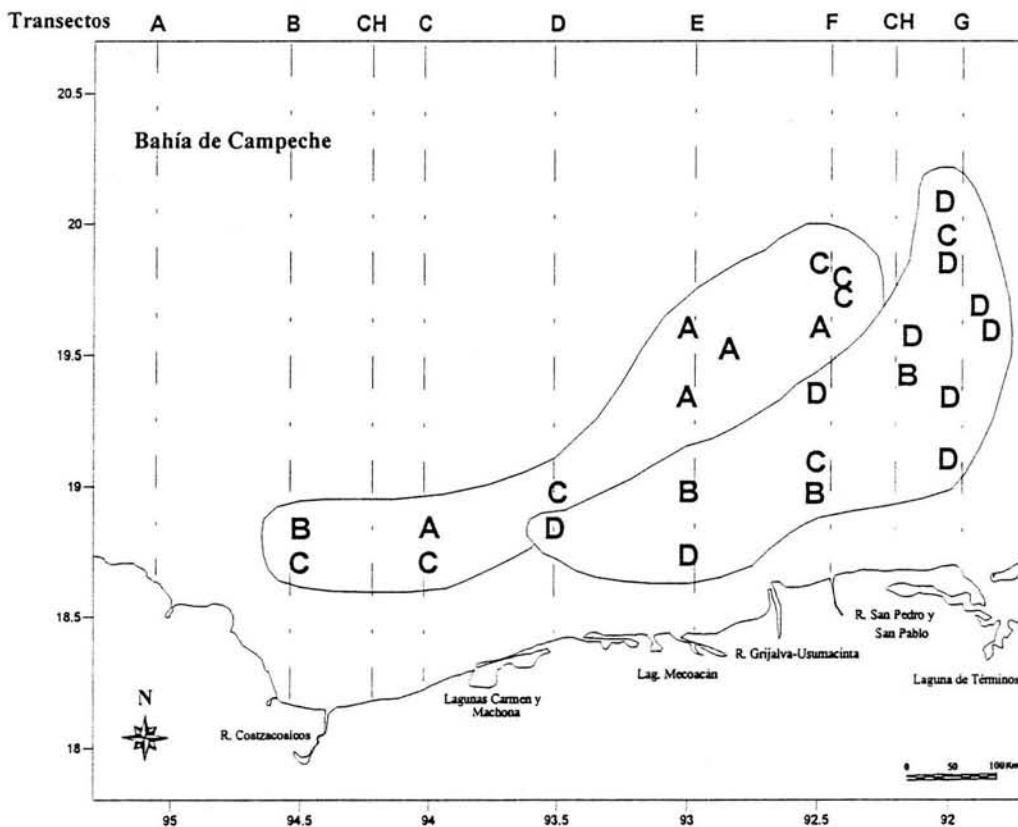


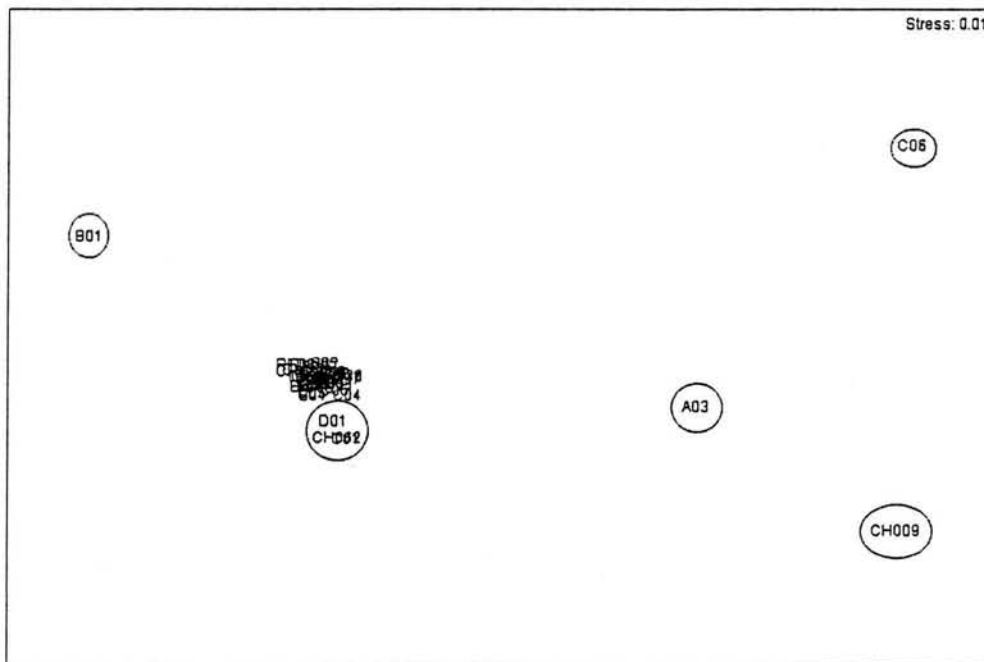
Figura 26.- Distribución geográfica de los grupos de especies obtenidos.

*Paraprionospio pinnata* es la especie dominante, presenta una distribución restringida al este del área de estudio, principalmente se distribuyó frente a laguna de Términos y los ríos San Pedro y San Pablo en el transecto "G" y en una estación frente a laguna de Mecoacán, en profundidades de 20 a 138 m. Esto concuerda con lo que se ha registrado para esta especie, ya que se menciona que sus densidades disminuyen en aguas someras, es decir, son

más abundantes en la plataforma media y externa, particularmente mencionan que su abundancia se incrementa con la profundidad (Hernández Alcántara *et al.*, 1994).

En el dendrograma también se pueden diferenciar algunas estaciones aisladas: por ejemplo C06 caracterizada por la presencia única de *Decamastus gracilis* en esta estación, CH009 por *Paraeuniphysa* sp.1, C01 se conforma por cinco especies que no se encuentran en ninguna otra estación y RF01 caracterizada por *Cirrophorus furcatus*, mientras que D05, A03 y B01 lo son por *Lysidice ninetta*.

Cuando procesamos la información mediante un análisis de ordenación (Figura 27), se observa que la mayoría de las estaciones se concentran en un conglomerado, con excepción de las estaciones B01, CH009, C06, A03 y C01, las cuales se caracterizan por presentar solo una especie, diferente en cada una de ellas, y única en esa estación. Esto propicia su localización en sitios diferentes del plano. De esta forma, las estaciones C01, D01 y CH062 se disponen inmediatamente al margen del grupo concéntrico, además de esto se agrupan por tener en común la presencia de *G. brevicirris*.



**Figura 27.- Diagrama resultado del análisis de escalamiento multidimensional obtenido con base en la composición de especies dentro de cada estación.**

Es evidente que en la composición y la dominancia de las especies se registran amplias variaciones espaciales que no tienen un patrón con los parámetros ambientales, en donde algunos de estos permiten las condiciones necesarias para el desarrollo de algunas especies. El conjunto de estas características, señala que la estructura de las comunidades puede presentar un patrón de distribución geográfica heterogéneo.



Con base en los resultados obtenidos en este trabajo, se considera relevante que estudios posteriores consideren como clave el aspecto de la temporalidad, ya que los Nortes parecen tener una fuerte y variable influencia sobre la estructura comunitaria bentónica de la región.

## CONCLUSIONES

- ❖ Se identificaron 26 familias 59 géneros y 98 especies de poliquetos. Entre éstas 23 especies y un género son potencialmente nuevos para la ciencia, lo cual es indicativo de la alta biodiversidad presente en la plataforma continental del sur Golfo de México.
- ❖ *Paraprionospio pinnata*, *Paralacydonia paradoxa*, *Magelona sp. L*, *Ninoë leptognatha*, *Nephtys incisa* y *Cossura delta* son las especies dominantes en la región; *P. pinnata* se establece como la especie numéricamente más importante en la Bahía de Campeche en cualquier época del año.
- ❖ No se observó algún patrón general claro en cuanto a la distribución espacial de los parámetros ambientales y estructurales; sin embargo, el contenido de limos e hidrocarburos totales, así como la concentración de cromo, cobalto y níquel parecen tener cierta relevancia a nivel local.
- ❖ Las concentraciones más altas de bario, cadmio, y níquel fueron registrados hacia los complejos petroleros, lo cual sustenta la relación que existe entre estos metales y la actividad petrolera.
- ❖ En cuanto a los parámetros estructurales se observó una tendencia a valores más altos de densidad, riqueza de especies y diversidad hacia el oeste de la región y una disminución de los mismos conforme la profundidad aumenta.
- ❖ La composición faunística presentó una distribución relacionada con el perfil batimétrico formando principalmente dos divisiones, una de 20 a 66 m y la segunda de 98 a 420 m.
- ❖ Los observado en este estudio sustenta la importancia de la presencia de “nortes” en la distribución de las variables ambientales y parámetros medidos, originando una distribución discontinua en los mismos que resulta en la carencia de un patrón claro.

En la Bahía de Campeche existe una fuerte interacción entre las variables ambientales naturales e inducidas; se sabe de la importancia del factor temporalidad sobre la estructura de la comunidad de los poliquetos bentónicos en la temporada de secas y de lluvias, la cual rige también, como vimos en este estudio, durante la temporada de nortes donde la fuerza del viento y su efecto sobre la mezcla en columna de agua, así como el efecto físico a través de la remoción de sedimentos parecen tener relación con la carencia de patrones claros.

## LITERATURA CITADA

- Agard, J. B., J. Gobin & R. M. Warwick. 1993. Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 233-243.
- Aguilar Sosa, J. 1993. Algunos aspectos ecológicos acerca de la distribución y abundancia de los moluscos (Mollusca: Bivalvia) en la porción Sureste del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias pesqueras, Universidad Autónoma del Carmen.* 129 pp.
- Alatorre, M. A., F. Ruiz & D. Salas de León. 1989. Efectos del paso de frentes atmosféricos sobre la Bahía de Campeche. 186-193 pp. *In: González J., F. Medina, M. Romo & M. Martínez (eds.) Mem. de la Rev. Unión Geofísica Mexicana 1987.*
- Alongi, D. M. 1990. The Ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 28: 381-496.
- Ayala Castañares, A. & M. Gutiérrez Estrada. 1990. Morfología y sedimentos superficiales de la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche. México, *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 17(2):163-190
- Aguayo Camargo, E., A. Márquez García, R. Salas Colunga, M. Mendoza Cantú, A. Carrillo Bañuelos & A. Pérez Rojas. 1991. Proyecto DINAMO. Subproyecto Geología. Primer Informe Técnico. *In: Solís Weiss, V. Dinámica Oceánica y su relación con el deterioro ambiental en la porción Sur del Golfo de México.* Proyecto DGAPA/UNAM, IN209789.
- Aguayo Camargo, J. E., Gutierrez Estrada, M. A., Araujo Mendieta, J., Sandoval Ochoa, J. H., & Vazquez Gutierrez, F. 1999. Geodinamica Holocénica reciente del sistema fluvio-deltaico Grijalva-Usumacinta, suroeste del Golfo de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. 49, pp. 29-44.*
- Botello, A. V. 1992. Coastal pollution in the Mexican region of the Gulf of Mexico: A diagnosis. *Frente Marit. Vol. 11, pp. 129-137. 1992*
- Botello, A. V., G. Ponce V. Y S. A. Macko, 1996. Niveles de concentración de hidrocarburos en el Golfo de México, p. 225-253. *In: Botello A. V., J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez, D. Zárate Lomelí (eds.) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias.* Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 5: 666.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.

- Campos, J. C. 1981. *Contribución a la sedimentología y morfología de la plataforma continental frente a las costas de Campeche, México*. Primera y 2a. parte. Secretaría de Marina, Dir. Gral. de Oceanografía.
- Canales Cáceres, A. 1999. Utilización bacteriana y meiobéntica de hidrocarburos fósiles en la Sonda de Campeche, México. *Tesis Maestría, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades, Univ. Nal. Autón. México*, 77 pp.
- Carranza Edwards, A, L. Rosales Hoz & A. Monreal Gómez. 1993. Suspended sediments in the southeastern Gulf of Mexico. *Mar. Geol.* 112: 257-269.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. (Unwayn Hyman: London) 710 pp.
- Clarke, K. R. & R. H Green. 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 213-226.
- Clarke, K. R. & K. N. Gorley. 2001. Manual del usuario Primer V. 5.0. Primer-E, Ltd.
- Cognetti, G. 1992. Colonization of stressed coastal environments. *Mar. Pollut. Bull.* 24(1): 12-14.
- Corona Rodríguez, A. 1997. Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma de Yucatán. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. México*. 163 pp.
- Cruz Abrego, F. M. 1984. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Sonda de Campeche. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. México*. 123 pp.
- Cruz Abrego, F. M., F. Flores Andolais & V. Solís Weiss. 1991. Distribución de moluscos y caracterización ambiental en zonas de descargas de aguas continentales del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 18(2): 247 pp.
- Cruz Orozco, R., A. Machado Navarro, F. Ley Luo & V. M. Alba Cornejo. 1994. Textura, mineralogía y algunos parámetros fisicoquímicos de los sedimentos de la Sonda de Campeche, México. *In: Los Sistemas Litorales. Serie Grandes Temas de Hidrobiología. UAM-I, UNAM*, (2):14-155.
- Czitrom Baus, S. P., F. Ruiz, M. A. Alatorre Mendieta & A. R. Padilla Pilotze. 1986. Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, Mexico. *In: Nihoul J. C. J. (ed.). Marine Interfaces Ecohydrodynamics. Elsevier Oceanography Series (42):301-311.*
- De la Cruz-Agüero, 1994. Manual del Usuario: Sistema para el Análisis de Comunidades (ANACOM), v. 3.0, Depto. de Pesquerías y Biol. Marina CICIMAR-IPN.

- De Jesús Navarrete, A. 1989. Evaluación de los Niveles de Hidrocarburos Totales en los Sedimentos de la Sonda de Campeche, México, y su posible efecto sobre la comunidad de nematodos bénticos. *Tesis de Maestría. CINVESTAV*. 144pp.
- De Jesús Navarrete, A., 1993. Distribución, abundancia y diversidad de los nemátodos (Phylum: Nematoda) bénticos de la Sonda de Campeche, México, *Rev. Biol. Trop.* 41 (1): 57-63.
- De Lorenz Santos, F. 2002. Determinación de metales en sedimentos en la Sonda de Campeche, Camp. *Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores, Aragón*. México. 43 pp.
- Desbruyeres, D. & A. Toulmond. 1998. A new species of hesionid worm, *Hesiocaeca methanicola* sp. Nov. (Polychaeta: Hesionidae), living in ice-like methane hydrates in the deep Gulf of Mexico. *Cah. Biol. Mar.* 39: 93-98.
- Domínguez Brito, C. & I. Granadillo Pérez. 1995. Impacto Ambiental en la Sonda de Campeche Debido a Operaciones de Perforación de Pozos Petroleros. *Tesis Profesional, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Campeche*. México. 134 pp.
- Escobar, B.E. & Portilla Bauza, M. 1999. Energy content of macrobenthic infauna from the continental shelf environment in the southwestern Gulf of Mexico. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* Vol. 49, pp. 147-152. 1999.
- Esparza Castillo, L. 1992. Variación estacional de la microfauna de ostrácodos de la zona de plataformas petroleras del sur del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México*. México. 92 pp.
- Falcón Álvarez, L. 1998. Consumo de oxígeno y biomasa de la infauna de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México y Península de Yucatán. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México*. México. 78 pp.
- Feder, H. M., A. S. Naidu, S. C. Jewett, J. M. Hameedi, W. R. Johnson & T. E. Whitledge. 1994. The northeastern Chukchi Sea: benthos-environmental interactions. *Mar.Ecol. Progr. Ser.* 111:171-190.
- Fauchald, K. & P. A. Jumars. 1979. The diet of worms: A study of polychaeta feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 17: 193-284.
- Fitzhugh, K. 1984. Temporal and spatial patterns of the polychaete fauna on the central Northern Gulf of Mexico continental shelf. In: Hutchings, P. A. (ed.). *Proc. First Int. Pol. Conf., Sydney*. The Linnean Society of new South Wales, Australia. 211-225.

- Flint, R. W. 1981. Gulf Mexico outers shelf benthos: Macroinfaunal-environmental relationships. *Biol. Ocean.* 1 (2): 135-155.
- Flores Coto, C. Martínez Gutiérrez, R. Gonzáles Félix, M. Sanvicente Añorve, L. & Zavala García, F. 2000. Annual Variation of Ichthyoplankton Assemblages in Neritic Waters of the Southern Gulf of México. *In Carib. J. Sci.* 36 (3-4), 233-243
- Folk, R. L. 1969. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill, Austin, Texas. 182 pp.
- García, E. 1980. Apuntes de climatología. 3ª. ed. Univ. Nal. Autón. México. 153 pp.
- García Salgado, M. 2001. Relación entre la producción de camarón, la descarga de los ríos y la precipitación pluvial en el Golfo de México. *Tesis de Maestría, Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nal. Autón. México.* México. 84 pp.
- Giangrande, A. 1997. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 35: 323-386.
- Glasby, C. J. & G. Read. 1998. Polychaete worms: a diverse yet poorly known group. *Wat. & Atmos.* 6 (4): 7-9.
- Gold Bouchot, G. & M. Herrera Rodríguez. 1996. Efectos de los hidrocarburos sobre la comunidad de nemátodos bénticos de la Sonda de Campeche. 279-296 pp. *In:* Botello A. V., J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez, D. Zárate Lomelí (eds.) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 5: 666.
- González Macías, M. C. 1989. Las comunidades bentónicas y su relación con afloramientos naturales de hidrocarburos en el Golfo de México: Crucero Chapo I. *Univ. Cienc.* 6 (11): 17-28
- González Macías, M. C. 1997. Análisis de la comunidad bentónica en una chapopotera del Golfo de México y sus relaciones con la presencia crónica de hidrocarburos del petróleo. *Tesis Maestría, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.* 114 pp
- Granados Barba A. 1991. Algunos aspectos ecológicos de los anélidos poliquetos (orden: Eunicida) de la región de plataformas petroleras y áreas adyacentes en la sonda de Campeche, Golfo de México. Tesis licenciatura. ENEP-Iztacala. *Univ. Nal. Autón. México.* 99 pp.
- Granados Barba, A. 1994. Estudio sistemático de los anélidos poliquetos de la región de plataformas petroleras del Sur del Golfo de México. *Tesis Maestría, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.* 287 pp.

- Granados Barba, A. 2001. Los poliquetos bénticos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: estructura comunitaria e impacto ambiental. *Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México*. México. 149
- Granados Barba, A. & V. Solís Weiss. 1994. New records of the polychaetous annelids (order: Eunicida) from the Southeastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 54 (2): 420-427.
- Granados Barba, A. & V. Solís Weiss. 1997a. The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae & Pilargidae, with description of *Ophioglycera lyra* a new species and comments on *Goniada distorta* Moore and *Scoloplos texana* Maciolek & Holland, Orbiniidae. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 110(3):457-470.
- Granados Barba, A. & V. Solís Weiss. 1997b. The polychaetous annelids of the oil platforms area from the southeastern Gulf of Mexico: Orbiniidae and Cossuridae. *Bull. Mar. Sci.* 61 (3): 549-557.
- Granados Barba, A. & V. Solís Weiss. 1998. Les Spionidae (Annélides, Polychètes) de la zone des puits pétroliers de la région méridionale du Golfe du Mexique. *Vie Milieu*, 48(2):111-119.
- Grassle, J. F. & J. P. Grassle. 1974. Opportunistic life histories and genetic system in marine polychaetes. *J. Mar. Res.* 32: 253-284.
- Gray, J. S. 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 223-261.
- Gray, J. S. 1981. Ecology of Marine Sediments. *Cambridge University Press*. 185 pp.
- Gray, J. S. 1997. Gradients in marine biodiversity. *Mar. Biod.: Pat. and Procs.* pp. 18-34.
- Gray, J. S. 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 250:23-49.
- Gutiérrez Estrada & Galaviz Solís. 1991. Clasificación binaria de los sedimentos superficiales del Suroeste del Golfo de México. *Jaina*, 2 (2): 6.
- Hernández Alcántara, P. 2002. Composición y estructura de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) benticos de la plataforma continental del Golfo de California. Tesis de Doctorado. *Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México*. 196pp.
- Hernández Alcántara, P., L. González Ortiz & V. Solís Weiss. 1994. Los espionidos (Polychaeta: Spionidae) del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, México. *Rev. Biol. Trop.* 42 (3): 567-577.

- Hernández Arana, H. A. 1995. El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bénticas tropicales. *Tesis Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida*. México. 204 pp.
- Hernández Arana, H. A., A. A. Rowden, M. J. Atrill, R. M. Warwick, G. Gold Bouchot. 2003. Large-scale environmental influences on the benthic macroinfauna of the southern Gulf of Mexico. *Est. Coast. Shelf. Sci.* 58: 825-841.
- Herrera Rodríguez, M. 1992. Evaluación de los efectos de los hidrocarburos sobre la comunidad de nemátodos bénticos de vida libre de la plataforma continental de la Península de Yucatán. *Tesis Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida*. México. 161 pp.
- Hutchings, P. A., 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and Conservation*. 7: 1133-1145.
- Kinne, O. 1972. *Marine Ecology: A comprehensive, integrates tretise of life in oceans and coastal waters*.
- Kruscal B. S. & M. Wish. 1991. *Multidimensional scaling*. Quantitative applications in the social sciences. Beverly Hill, California, Sage Publications, 16 edition, USA.
- Knox, G. A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. *In: Reish, D. J. & K. Fauchald (eds.) Essays on the polychaetous annelids on the memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Found., L. A: 547-604.
- Krebs, C. J. 1994. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins College Publishers, New York. 801pp.
- Lana, P.C., E.C.G.Couta and M.V.O.Almeida. 1997. Polychaetes distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá (SE Brazil). *Bull.Mar.Sci.* 60(2): 433-442.
- Licea, S. y H. Santoyo. 1991. Algunas características ecológicas del fitoplancton de la región central de la Bahía de Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 18(2):157-167.
- Lizárraga Partida, M. L., H. Rodríguez Santiago & J. Romero Jarero. 1982. Effects of the Ixtoc I blowout on heterotrophic bacteria. *Mar. Pollut. Bull*, 13: 67-70.
- Lizárraga Partida, M. L., J. Porrás Aguirre, F. B. Izquierdo Vicuña & M. C. Rosano Hernández. 1986. bacteriology of the Southern Gulf of Mexico and Yucatan Channel area. *Cienc. Mar.* 12: 21-34.
- Lizárraga Partida, M. L., F. B. Izquierdo Vicuña y I. Wong Chang. 1991. Marine bacteria on the Campeche Bank oil field. *Mar. Pollut. Bull.* 22(8): 401-405.



- López, P. 1993. Algunos aspectos ecológicos acerca de la distribución y abundancia de los moluscos (Mollusca: Gasteropoda y Scaphopoda) en la porción Sureste del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Pesqueras, Universidad Autónoma del Carmen*. 126 pp.
- Lopez Granados, E. M. 1993. Estudio ecológico de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de las familias: Spionidae, Nephtyidae y Nereididae de la Sonda de Campeche, México. *Tesis Profesional. E.N.E.P. Iztacala. Univ. Nal. Autón. México*. 90pp.
- Macías Zamora, J. V., J. A. Villaescusa Celaya, A. Muñoz Barbosa & G. Gold Bouchot. 1999. Trace metals in sediment cores from the Campeche Shelf, Gulf of Mexico. *Environ. Pollut.* 104(1): 69-77.
- McCall, P.L. 1977. Community patterns and adaptive strategies of the infaunal benthos of Long Island Sound. *J. Mar. Res.* 35. 221-226
- Mackie, A. S. & O. P. Graham. 1996. Marine macrofauna: polychaetes, mollusks and crustaceans. Chapter 21, 263-284. In: Hall G. S. (ed.) *Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments*. Cabs international, U. K.
- Mackie, A. S. Y., C. Parmiter & L. K. Y. Tong. 1997. Distribution and diversity of Polychaeta in the southern Irish Sea. *Bull. Mar. Sci.* 60 (2): 467-481.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. *Croom Helm*. Londres. 179 pp.
- Méndez N., J. Romero & J. Flos. 1997. Population Dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona (Spain, NW Mediterranean). *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 218 (1997) 263-284.
- Méndez, N., I. Linke-Gamenick., V. E. Forbes & D. J. Baird. 2001. Sediment processing in *Capitella* spp (Polychaeta: Capitellidae): strain-specific differences and effects of the organic toxicant fluoranthene. *Mar. Biol.* 138: 311-319.
- Méndez Jaime, C. G. 1993. Estudio químico de sedimentos recientes en la porción sur del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Química, Univ. Nal. Autón. México*. México. 71 pp.
- Mendoza Cantú, M. E. 1994. Estudio geomorfológico de la porción sureste del golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, Univ. Nal. Autón. México*. México. 69 pp
- Miranda Vázquez, L. A. 1993. Estudio de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Plataforma Continental externa del Sur del Golfo de México. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias Univ. Nal. Autón. México*. 148 pp.

- Molvaer, J. 1997. Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. *Statens forurensingstilsyn*. 97(3): 1-34.
- Monreal Gómez, M. A., D. A. Salas de León, A. R. Padilla Pilotze & M. A. Alatorre. 1992. Hidrografía y estimación de corrientes de densidad en el sur de la Bahía de Campeche. *Cienc. Mar.* 18 (4): 115-133.
- Monreal Gómez, M. A. & D. A. Salas de León. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. In: Lavín M. F. (ed.) Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. pp. 183-199.
- Oliver, J. S., Slattery, P. N. & Nybakken, J. W. 1980. Relationships between wave disturbance and zonation of benthic invertebrate communities along a subtidal high-energy beach in Monterey Bay, California. *Fish. Bull.*, 78(2), 437-454.
- Ortiz Hernández, M. C. 1990. Los poliquetos de la Sonda de Campeche y Canal de Yucatán. Su relación con los hidrocarburos. *Tesis de Maestría, CINVESTAVP, IPN*. Mérida, Yucatán. 99 pp.
- Paiva, P. C. 1993. Trophic structure of a shelf polychaete taxocoenosis in southern Brazil. *Cah. Biol. Mar.* 35:39-55.
- Pearson, T. H. & R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16. 229-311
- Pielou, E. C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons. New York.
- Posey, M., Alphin, T., Cahoon, L., Lindquist, D. & Becker, M. 1996. Top-down and bottom-up control of benthic communities. Annu. Benth. Ecol. Meeting, Columbia, SC (USA), 7-10.
- Quintero Cuevas, M. & F. Jaime Enriquez. 1992. Procesamiento y comparación de la configuración de datos oceanográficos desde un punto de vista topográfico. *Tesis Profesional. Fac. Ingeniería. Univ. Nal. Autón. México*. 195 pp.
- Raz Guzmán MacBeth, M. L. A. 1995. Caracterización trófica de los componentes dominantes de las comunidades bentónicas en la Laguna de Términos Campeche y en la plataforma continental adyacente. *Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Univ. Nal. Autón. México*. 85 pp.

- Reish, D. J. 1957. The relationship of the polychaetous annelids *Capitella capitata* to waste discharge of biological origin. In: *Biological Problems in Water Pollution*, U.S. 195-200.
- Reish, D. J. 1986. Benthic invertebrates as indicators of marine pollution: 35 years of study. IEEE Oceans '86 Conference Proceedings, Washington, D. C., September 23-25. 1986.
- Rhoads, D. C. 1974. Organism-Sediment Relations on the Muddy Sea Floor. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 263-300.
- Rhoads, D. C., McCall, P.L. & Y.Y. Yingst. 1978. Disturbance and production on the estuarine seafloor. *Am. Sci.* 66: 577-586.
- Rhoads, D.C. & L.F. Boyer. 1982. The effects of marine benthos on physical properties of sediments: a successional perspective. In McCall, P. L. & M. J. S. Tevesz (eds.) *Animal-Sediment Relations: The biogenic Alteration of Sediments*. Plenum Press, New York. pp. 3-43.
- Rodríguez Villanueva, L. V. 1993. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México; abundancia, distribución y diversidad. *Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.* 128 pp.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, C. G. Méndez Jaime & M. A. Monreal Gómez. 1999. Metal in shelf sediments and their association with continental discharges in a tropical zone. *Mar. Freshwater Res.*, 50: 189-196.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, S. Santiago Pérez, C. Méndez Jaime & R. Doger Badillo, 1994. Study of anthropogenically induced trace metals on the continental shelf in the southeastern part of the Gulf of Mexico. *Rev. int. Cont. Ambient.*, 10(1): 9-13.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, C. G. Méndez Jaime & M. A. Monreal Gómez, 1999. Metal in shelf sediments and their association with continental discharges in a tropical zone. *Mar. Freshwater Res.* 50: 189-196.
- Rouse, G. 2000. Classification of the Annelida and Polychaeta. pp. 51-52. In: Bessley, P. L., G. J. B. Ross & C. J. Glasby (eds.) *Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula.* CSIRO Publishing: Melbourne xii 465 pp.
- Salas de León, D. A., M. A. Monreal Gómez y G. Colunga Enríquez, 1992. Hidrografía de la Bahía de Campeche. *Geofis. Int.* 31(3): 315-323

- Salas de León, D. A., M. A. Monreal Gómez, L. Sanvicente Añorve & C. Flores Coto. 1998. Influence de la circulation à long terme sur la répartition des organismes zooplantiques dans la Baie de Campeche, Mexique. *Oceanol. Acta*. 21(1):87-93.
- Sánchez García, L. 1995. Efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del Banco de Campeche, México. *Tesis Maestría, CINVESTAV – IPN – Mérida*. México. 178 pp.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* 5: 138-153.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.* 102: 243-282
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. ed. Blume, Madrid, España. 832 pp.
- Solís Weiss, V., P. Hernández Alcántara, A. Granados Barba, E. M. López Granados, L. A. Miranda Vázquez, V. Rodríguez Villanueva & V. Ochoa Rivera. 1991. Estudio de la macrofauna béntica: las poblaciones de anélidos poliquetos de la plataforma continental del Sur del Golfo de México y su relación con el deterioro ambiental. In: Solís Weiss, V. *Dinámica oceánica y su relación con el deterioro ambiental en la porción Sur del Golfo de México*. Primer Informe Técnico, Proyecto DINAMO, DGAPA/Univ. Nal. Autón. México IN209789. pp. 135-172.
- Solís Weiss, V., V. Rodríguez Villanueva, A. Granados Barba, V. Ochoa Rivera, L. Miranda Vázquez, & P. Hernández Alcántara. 1994. The annelid polychaete populations of the order Eunicida from the southern Gulf of Mexico. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.* 162: 559-566.
- Solís Weiss, V., A. Granados Barba, V. Rodríguez Villanueva, L. Miranda Vázquez, V. Ochoa Rivera & P. Hernández Alcántara. 1995. The lumbrinerids of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 92: 61-75.
- Solís Weiss, V., P. Hernández Alcántara & T. A. Solís Marín. 2000. Muestreo del Bentos. 353-398. In: Granados Barba, A. V. Solís Weiss & R. G. Bernal Ramírez (eds.) *Métodos de muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nal. Autón. México, México. 448pp.
- Soto González, L. A. & E. Escobar Briones. 1995. Coupling Mechanisms Related to Benthic Production in the SW Gulf of México. Pp. 234-242. In: A. Eleftheriou *et al.* (ed) *Biol. Ecol. Shall. Coast. Wat.* 28 EMBS Symposium, Crete, Greek. Publ. Olsen and Olsen, Denmark.
- Sundberg, P. 1983. Multivariate analysis in marine pollution studies, *Par. Pollut. Bull.*, 14 (6):208-209.

- Tapanes, J. J. & Gonzales Coya, F. 1980. Hydrometeorology of the Gulf of Mexico and Campeche Bank. *Geofis. Int.*, vol. 19, no. 4, pp. 335-354, 1980
- Taylor, J. D., 1976. Habitats, Abundance and Diets of Muricacean gastropods at Aldabra Atoll. *J. Linn. Soc. London.* 59:155-193.
- Tessier, A., P. G. C. Campbell, M. Bisson, 1979. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. *Anal. Chem.* 51 (7): 844-851.
- Uebelacker, J.M. & P.G. Johnson (eds.). *Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico*. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor and Associates, Inc., Mobile, Alabama. 2-1,3-0.
- Vázquez-Bader, A. R. 1988. Comunidades de macroinvertebrados benthicos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México: Abundancia, Distribución y Asociaciones faunísticas. Tesis Maestría. UACPYP-CCH. *Univ. Nal. Autón. México.* pp. 134.
- Vázquez Bader, A. R. 1996. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el suroeste del Golfo de México. *Tesis Doctoral, UACPYP-CCH, Univ. Nal. Autón. México.* México. 279 pp.
- Villanueva Estrada, R. E. 2000. Evaluación de metales pesados en el área de plataformas petroleras de la Bahía de Campeche. *Tesis Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México.* México. 134 pp.
- Vivien, M. L. & M. Pierrot Clausade, 1974. Comparative Study of the feeding behavior of three coral reef fishes (Holocentridae), with special reference to the Polychaeta of the reef cryptofauna as prey. *Proceedings of The Second International Symposium on Coral Reefs.* 2: 179-192.
- Walkley, A. & I. A. Black, 1934. An Examination of the Degthareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 27: 29-38.
- Warren, L. A. Tessier, A., & Hare L 1998. Modelling cadmium accumulation by benthic invertebrates in situ: The relative contributions of sediment and overlying water reservoirs to organism cadmium concentrations. *Oceanogr. Vol. 43, no. 7, pp. 1442-1454.*
- Warwick, R. M. 1988a. The level taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.* 19: 259-268.
- Warwick, R. M. 1988b. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 167-170

- Warwick, R. M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Austral. J.Ecol.* 18: 63-90.
- Warwick, R. M., & K. R. Clarke. 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 221-231.
- Winkler, L. W. 1888. The determination of dissolved oxygen in water. *Berlin. Deut. Chem. Ges.* 21: 2843.
- Yáñez Arancibia, A. & P. Sánchez Gil. 1983. Environment behavior of Campeche Sound ecological system, off Terminos Lagoon, Mexico; preliminary results. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 10 (1): 117-136.
- Zenetos, A. & C. Bogdanos, 1987. Benthic community structure as a tool in evaluation effects of pollution in Elefsis Bay. *Thalassographica*, 10(1): 7-21.

# ANEXOS

*Anexo 1.- Posición y profundidad de las localidades de muestreo.*

|    | <b>Estación</b> | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> | <b>Profundidad (m)</b> |
|----|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|
| 1  | <b>A-03</b>     | 18,7426667     | 95,0000000      | 102                    |
| 2  | <b>A-04</b>     | 18,8873167     | 95,0002000      | 640                    |
| 3  | <b>A-05</b>     | 18,9996666     | 95,0000333      | 1213                   |
| 4  | <b>B-01</b>     | 18,4734500     | 94,4958500      | 60                     |
| 5  | <b>B-02</b>     | 18,6101333     | 94,5033500      | 100                    |
| 6  | <b>B-03</b>     | 18,7426667     | 94,5000000      | 237                    |
| 7  | <b>B-04</b>     | 18,8846500     | 94,5006667      | 681                    |
| 8  | <b>B-05</b>     | 18,9887000     | 94,4953333      | 873                    |
| 9  | <b>C-01</b>     | 18,4761667     | 94,0000000      | 43                     |
| 10 | <b>C-02</b>     | 18,6118500     | 94,0033500      | 98                     |
| 11 | <b>C-03</b>     | 18,7483500     | 93,9994167      | 261                    |
| 12 | <b>C-04</b>     | 18,8720167     | 94,0008333      | 561                    |
| 13 | <b>C-05</b>     | 19,0003333     | 94,0000000      | 640                    |
| 14 | <b>C-06</b>     | 19,2545333     | 93,9980000      | 983                    |
| 15 | <b>CH-009</b>   | 19,8287000     | 92,2300500      | 112                    |
| 16 | <b>CH-030</b>   | 19,4294000     | 92,8412667      | 420                    |
| 17 | <b>CH-043</b>   | 19,6973333     | 92,4053667      | 138                    |
| 18 | <b>CH-048</b>   | 19,6228000     | 92,4011000      | 130                    |
| 19 | <b>CH-052</b>   | 19,6053333     | 92,3202667      | 102                    |
| 20 | <b>CH-061</b>   | 18,7555000     | 94,2505000      | 410                    |
| 21 | <b>CH-062</b>   | 18,8999667     | 94,2099500      | 468                    |
| 22 | <b>CH-074</b>   | 19,3281833     | 92,1580333      | 460                    |
| 23 | <b>CH-087</b>   | 19,4764167     | 92,1396833      | 54                     |
| 24 | <b>CH-098</b>   | 19,5920333     | 91,8819333      | 50                     |
| 25 | <b>CH-11</b>    | 19,7547000     | 92,0057667      | 80                     |
| 26 | <b>D-01</b>     | 18,4859000     | 93,5030167      | 24                     |
| 27 | <b>D-02</b>     | 18,6072667     | 93,5051667      | 38                     |
| 28 | <b>D-03</b>     | 18,7449333     | 93,5114833      | 84                     |
| 29 | <b>D-04</b>     | 18,8798500     | 93,4994000      | 185                    |
| 30 | <b>D-05</b>     | 19,0000167     | 93,4971167      | 471                    |
| 31 | <b>D-06</b>     | 19,2590000     | 93,5026333      | 627                    |
| 32 | <b>E-*02</b>    | 18,6711667     | 92,7474500      | 15                     |
| 33 | <b>E-*03</b>    | 18,7426167     | 92,7353333      | 20                     |
| 34 | <b>E-01</b>     | 18,5064333     | 93,0250000      | 21                     |
| 35 | <b>E-02</b>     | 18,6398333     | 92,9978833      | 27                     |
| 36 | <b>E-03</b>     | 18,7402000     | 93,0133333      | 38                     |
| 37 | <b>E-04</b>     | 18,8831167     | 92,9980500      | 66                     |
| 38 | <b>E-05</b>     | 19,0028833     | 93,0083333      | 126                    |
| 39 | <b>E-06</b>     | 19,2476833     | 93,0039500      | 344                    |
| 40 | <b>E-07</b>     | 19,5079333     | 93,0010500      | 333                    |
| 41 | <b>E-08</b>     | 19,7569333     | 93,0042167      | 1080                   |
| 42 | <b>F*-06</b>    | 19,2579000     | 92,2551500      | 37                     |
| 43 | <b>F-03</b>     | 18,7496833     | 92,5150000      | 16                     |
| 44 | <b>F-04</b>     | 18,8772000     | 92,5106833      | 26                     |
| 45 | <b>F-05</b>     | 18,9969833     | 92,5061000      | 32                     |
| 46 | <b>F-06</b>     | 19,2592667     | 92,5039667      | 88                     |
| 47 | <b>F-07</b>     | 19,5104667     | 92,4912167      | 134                    |



---

|    |              |            |            |     |
|----|--------------|------------|------------|-----|
| 48 | <b>F-08</b>  | 19,7524000 | 92,4949333 | 314 |
| 49 | <b>G-04</b>  | 18,8862333 | 92,0086667 | 17  |
| 50 | <b>G-05</b>  | 19,0078833 | 92,0025167 | 20  |
| 51 | <b>G-06</b>  | 19,2441000 | 91,9954833 | 26  |
| 52 | <b>G-07</b>  | 19,4973333 | 91,8350833 | 45  |
| 53 | <b>G-08</b>  | 19,8596833 | 92,0068500 | 89  |
| 54 | <b>G-09</b>  | 19,9903167 | 92,0171000 | 93  |
| 55 | <b>RF-01</b> | 18,8360167 | 92,2734333 | 18  |

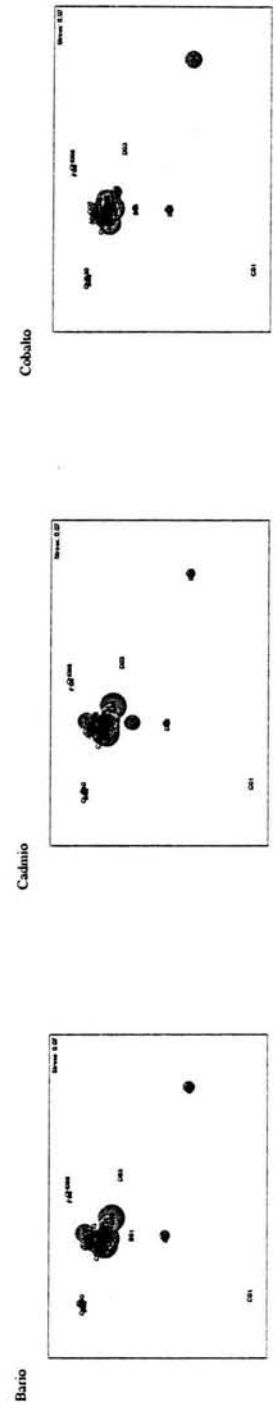
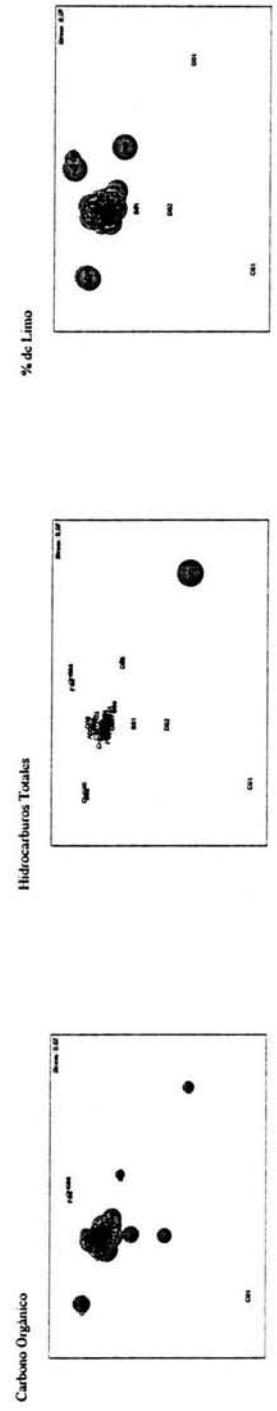
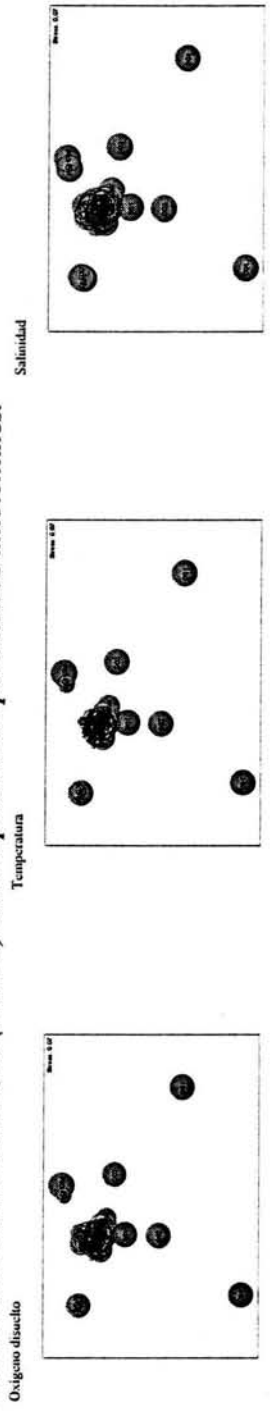
---

**Anexo 2.- Parámetros ambientales analizados.**

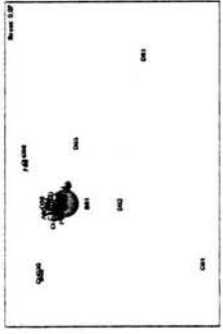
| Estación | Prof (m) | O2 (mL/l) | T (°C) | Salinidad | C. Org. | HC     | Limo (%) | Bario | Cadmio | Cobalto | Cromo | Niquel |
|----------|----------|-----------|--------|-----------|---------|--------|----------|-------|--------|---------|-------|--------|
| A03      | 102      | 4,45      | 25,31  | 36,48     | 1,39    | 11,28  | 68,79    | 0,032 | 0,094  | 0,103   | 0,008 | 0,005  |
| A04      | 640      | 3,39      | 8,24   | 35,06     | 1,07    | 15,89  | 56,76    | 0,067 | 0,004  | 0,067   | 0,001 | 0,014  |
| A05      | 1213     | 4,19      | 4,91   | 34,98     | 2,49    | 7,31   | 71,75    | 0,236 | 0,078  | 0,014   | 0,008 | 0,001  |
| B05      | 873      | 3,98      | 5,66   | 34,95     | 1,33    | 15,67  | 67,78    | 0,131 | 0,028  | 0,187   | 0,001 | 0,001  |
| B04      | 681      | 3,45      | 7,96   | 35,03     | 0,83    | 13,16  | 67,9     | 0,181 | 0,052  | 0,090   | 0,009 | 0,001  |
| B03      | 237      | 2,78      | 15,37  | 36,07     | 0,5     | 16,33  | 64,65    | 0,008 | 0,063  | 0,145   | 0,001 | 0,001  |
| B02      | 100      | 4,51      | 25,52  | 36,30     | 1,25    | 0,00   | 67,4     | 0,036 | 0,035  | 0,047   | 0,001 | 0,001  |
| B01      | 60       | 4,61      | 25,82  | 36,37     | 3,08    | 19,68  | 12,8     | 0,011 | 0,111  | 0,123   | 0,005 | 0,012  |
| CH061    | 410      | 2,82      | 16,43  | 36,23     | 1,81    | 6,97   | 62,9     | 0,260 | 0,089  | 0,219   | 0,001 | 0,003  |
| CH062    | 468      | 2,82      | 16,43  | 36,23     | 3,14    | 2,98   | 63,2     | 0,252 | 0,085  | 0,184   | 0,005 | 0,001  |
| C01      | 43       | 4,65      | 25,94  | 36,41     | 0       | 1,49   | 0        | 0,000 | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| C02      | 98       | 4,35      | 25,00  | 36,52     | 3,02    | 10,77  | 69,5     | 0,325 | 0,120  | 0,354   | 0,015 | 0,001  |
| C03      | 261      | 2,82      | 16,46  | 36,22     | 1,93    | 10,37  | 70,5     | 0,296 | 0,106  | 0,360   | 0,016 | 0,001  |
| C04      | 561      | 3,36      | 8,43   | 35,08     | 2,61    | 5,63   | 63,33    | 0,223 | 0,072  | 0,262   | 0,006 | 0,001  |
| C05      | 640      | 3,35      | 8,46   | 35,08     | 1,96    | 11,40  | 70,45    | 0,255 | 0,087  | 0,158   | 0,019 | 0,001  |
| C06      | 983      | 3,97      | 5,72   | 34,96     | 1,16    | 7,65   | 63,6     | 0,101 | 0,014  | 0,100   | 0,001 | 0,001  |
| D04      | 185      | 3,09      | 19,26  | 36,51     | 3,02    | 9,11   | 70,98    | 0,189 | 0,056  | 0,119   | 0,001 | 0,001  |
| D05      | 471      | 2,82      | 16,38  | 36,18     | 2,46    | 15,02  | 67,75    | 0,127 | 0,026  | 0,170   | 0,001 | 0,001  |
| D06      | 627      | 3,32      | 8,63   | 35,10     | 1,96    | 15,02  | 67,33    | 0,333 | 0,124  | 0,000   | 0,003 | 0,001  |
| E08      | 1080     | 3,93      | 5,87   | 34,95     | 4,48    | 11,77  | 71,22    | 0,214 | 0,067  | 0,102   | 0,004 | 0,001  |
| E07      | 333      | 2,79      | 15,68  | 36,12     | 4,27    | 12,06  | 72,61    | 0,312 | 0,114  | 0,095   | 0,004 | 0,001  |
| CH030    | 420      | 2,82      | 16,34  | 36,20     | 3,23    | 0,00   | 67       | 0,166 | 0,045  | 0,067   | 0,001 | 0,001  |
| E06      | 344      | 2,79      | 15,54  | 36,09     | 4,27    | 22,88  | 72,45    | 0,013 | 0,001  | 0,439   | 0,012 | 0,001  |
| E05      | 126      | 3,88      | 23,32  | 36,61     | 4,18    | 5,76   | 68,86    | 0,389 | 0,150  | 0,201   | 0,003 | 0,001  |
| D01      | 24       | 4,80      | 26,38  | 36,16     | 2,25    | 735,07 | 1,1      | 0,218 | 0,069  | 0,353   | 0,002 | 0,001  |
| D02      | 38       | 4,68      | 26,02  | 36,37     | 2,76    | 23,11  | 1,6      | 0,186 | 0,054  | 0,183   | 0,001 | 0,001  |
| D03      | 84       | 4,55      | 25,63  | 36,53     | 1,84    | 156,47 | 71,81    | 0,050 | 0,001  | 0,001   | 0,001 | 0,001  |
| E04      | 66       | 4,67      | 25,99  | 36,43     | 3,56    | 10,64  | 70,47    | 0,230 | 0,075  | 0,324   | 0,011 | 0,001  |
| E03      | 38       | 4,92      | 26,71  | 36,29     | 3,2     | 5,17   | 69,8     | 0,257 | 0,088  | 0,188   | 0,007 | 0,001  |
| E02      | 28       | 4,84      | 26,50  | 36,26     | 1,42    | 10,63  | 51,9     | 0,285 | 0,101  | 0,342   | 0,008 | 0,016  |
| E01      | 21       | 4,97      | 26,87  | 36,18     | 3,23    | 14,48  | 63,5     | 0,249 | 0,084  | 0,276   | 0,007 | 0,008  |

|       |     |      |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| E*02  | 15  | 4,92 | 26,74 | 36,03 | 4,03 | 13,17 | 72,82 | 0,442 | 0,175 | 0,206 | 0,006 | 0,008 |
| E*03  | 20  | 4,90 | 26,67 | 35,77 | 3,88 | 8,53  | 48    | 0,329 | 0,122 | 0,244 | 0,008 | 0,020 |
| F03   | 16  | 4,91 | 26,68 | 36,33 | 4,27 | 19,50 | 68,84 | 0,327 | 0,121 | 0,144 | 0,004 | 0,000 |
| RF01  | 18  | 4,83 | 26,46 | 35,82 | 4,54 | 34,28 | 67,97 | 0,385 | 0,148 | 0,009 | 0,001 | 0,005 |
| F04   | 26  | 4,93 | 26,74 | 36,49 | 4,18 | 6,96  | 69,34 | 0,475 | 0,191 | 0,320 | 0,011 | 0,029 |
| F05   | 32  | 4,93 | 26,76 | 36,41 | 4,77 | 5,60  | 67,4  | 0,410 | 0,160 | 0,188 | 0,012 | 0,009 |
| F06   | 88  | 4,74 | 26,21 | 36,53 | 4,68 | 6,12  | 68,96 | 0,062 | 0,001 | 0,474 | 0,000 | 0,025 |
| F07   | 134 | 3,79 | 22,95 | 36,56 | 3,77 | 15,32 | 65,9  | 0,065 | 0,001 | 0,543 | 0,016 | 0,026 |
| CH052 | 102 | 4,03 | 23,90 | 36,60 | 3,1  | 26,67 | 66,43 | 0,169 | 0,046 | 0,197 | 0,001 | 0,001 |
| CH048 | 130 | 4,34 | 24,97 | 36,60 | 2,11 | 11,99 | 64,91 | 0,112 | 0,019 | 0,183 | 0,001 | 0,001 |
| CH043 | 138 | 3,77 | 22,87 | 36,59 | 2,49 | 7,62  | 58,8  | 0,094 | 0,010 | 0,166 | 0,001 | 0,001 |
| F08   | 314 | 2,90 | 17,62 | 36,38 | 0    | 25,81 | 69,82 | 0,053 | 0,001 | 0,001 | 0,007 | 0,001 |
| CH009 | 112 | 3,76 | 22,83 | 36,61 | 3,02 | 9,78  | 70,75 | 0,169 | 0,046 | 0,128 | 0,008 | 0,001 |
| CH087 | 54  | 4,86 | 26,55 | 36,54 | 3,05 | 19,41 | 73,11 | 0,305 | 0,110 | 0,224 | 0,003 | 0,001 |
| CH074 | 47  | 4,90 | 26,67 | 36,44 | 2,43 | 25,49 | 76,24 | 0,040 | 0,001 | 0,444 | 0,008 | 0,022 |
| F*06  | 38  | 4,92 | 26,74 | 36,43 | 4,66 | 15,55 | 74,43 | 0,460 | 0,160 | 0,412 | 0,016 | 0,008 |
| G06   | 26  | 4,84 | 26,51 | 36,31 | 3,14 | 7,10  | 69,5  | 0,397 | 0,089 | 0,344 | 0,015 | 0,035 |
| G05   | 20  | 4,83 | 26,46 | 36,27 | 3,94 | 14,32 | 66,2  | 0,259 | 0,052 | 0,299 | 0,013 | 0,031 |
| G04   | 17  | 4,82 | 26,43 | 35,72 | 3,88 | 24,90 | 70,82 | 0,182 | 0,154 | 0,289 | 0,014 | 0,027 |
| G07   | 45  | 4,83 | 26,45 | 36,60 | 4,95 | 17,01 | 73,24 | 0,083 | 0,005 | 0,408 | 0,066 | 0,043 |
| CH098 | 50  | 4,82 | 26,45 | 36,57 | 0    | 23,84 | 46,8  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| CH11  | 80  | 4,10 | 24,16 | 36,64 | 2,97 | 18,74 | 70,51 | 0,080 | 0,004 | 0,052 | 0,001 | 0,001 |
| G08   | 89  | 3,79 | 22,96 | 36,53 | 2,08 | 17,61 | 63,38 | 0,042 | 0,001 | 0,215 | 0,033 | 0,021 |
| G09   | 93  | 3,76 | 22,85 | 36,61 | 3,59 | 52,06 | 65,54 | 0,478 | 0,192 | 0,244 | 0,021 | 0,017 |

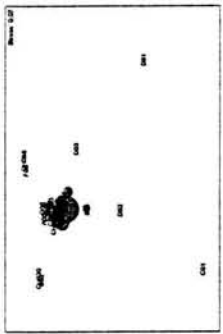
### Anexo 3.- Distribución de las estaciones (NMDS) con respecto a los parámetros ambientales.



Cromo



Níquel



ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

*Anexo 4.- Densidad de organismos por estación y transformación para análisis.*

| <b>Estación</b> | <b>Densidad</b> | <b>Raíz cuarta</b> |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1 G06           | 80,00           | 2,990697562        |
| 2 CH061         | 74,00           | 2,932972088        |
| 3 E02           | 70,00           | 2,892507609        |
| 4 CH098         | 70,00           | 2,892507609        |
| 5 D02           | 40,00           | 2,514866859        |
| 6 D01           | 37,50           | 2,47461600         |
| 7 G05           | 36,00           | 2,449489743        |
| 8 D03           | 28,00           | 2,300326634        |
| 9 C01           | 24,00           | 2,213363839        |
| 10 G07          | 24,00           | 2,213363839        |
| 11 CH048        | 22,00           | 2,165736771        |
| 12 G08          | 20,00           | 2,114742527        |
| 13 F06          | 18,00           | 2,059767144        |
| 14 C05          | 18,00           | 2,059767144        |
| 15 F08          | 12,00           | 1,861209718        |
| 16 D04          | 10,00           | 1,77827941         |
| 17 E05          | 8,33            | 1,699044245        |
| 18 CH074        | 8,00            | 1,681792831        |
| 19 CH087        | 8,00            | 1,681792831        |
| 20 G09          | 8,00            | 1,681792831        |
| 21 F07          | 8,00            | 1,681792831        |
| 22 CH043        | 8,00            | 1,681792831        |
| 23 C03          | 8,00            | 1,681792831        |
| 24 RF01         | 6,00            | 1,56508458         |
| 25 E01          | 6,00            | 1,56508458         |
| 26 B04          | 6,00            | 1,56508458         |
| 27 CH009        | 5,00            | 1,495348781        |
| 28 F05          | 4,00            | 1,414213562        |
| 29 E04          | 4,00            | 1,414213562        |
| 30 CH11         | 4,00            | 1,414213562        |
| 31 B03          | 4,00            | 1,414213562        |
| 32 D05          | 4,00            | 1,414213562        |
| 33 CH052        | 3,33            | 1,351200155        |
| 34 E06          | 3,33            | 1,351200155        |
| 35 CH030        | 2,50            | 1,25743343         |
| 36 F03          | 2,00            | 1,189207115        |
| 37 F04          | 2,00            | 1,189207115        |
| 38 B01          | 2,00            | 1,189207115        |

---

|    |              |      |             |
|----|--------------|------|-------------|
| 39 | <b>C02</b>   | 2,00 | 1,189207115 |
| 40 | <b>B02</b>   | 2,00 | 1,189207115 |
| 41 | <b>A03</b>   | 2,00 | 1,189207115 |
| 42 | <b>E07</b>   | 2,00 | 1,189207115 |
| 43 | <b>C06</b>   | 2,00 | 1,189207115 |
| 44 | <b>CH062</b> | 1,67 | 1,136219366 |
| 45 | <b>C04</b>   | 1,43 | 1,093265114 |

---

**Anexo 5.- Valores obtenidos mediante el Índice de Valor Biológico (IVB) de Sanders.**

| Índice Biológico de Sanders (IVB)    |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <i>Paraprionospio pinnata</i>        | 199 6.330 |
| <i>Ninoë leptognatha</i>             | 167 3.117 |
| <i>Magelona sp.L</i>                 | 136 4.326 |
| <i>Nephtys incisa</i>                | 113 1.113 |
| <i>Paralacydonia paradoxa</i>        | 98 5.312  |
| <i>Aricidea (Acmira) simplex</i>     | 96 3.594  |
| <i>Cossura delta</i>                 | 95 1.718  |
| <i>Prionospio (M.) delta</i>         | 83 3.022  |
| <i>Paramphinome jeffreysi</i>        | 76 2.417  |
| <i>Monticellina dorsobranchialis</i> | 68 1.908  |
| <i>Monticellina baptistae</i>        | 61 1.749  |
| <i>Scoletoma verrilli</i>            | 60 1.113  |
| <i>Paradiopatra hartmanae</i>        | 59 2.640  |
| <i>Kinbergonuphis cedroensis</i>     | 58 1.145  |
| <i>Aglaophamus spp.</i>              | 56 3.053  |
| <i>Mediomastus californiensis</i>    | 56 1.781  |
| <i>Paraninoë brevipes</i>            | 56 1.113  |
| <i>Magelona polydentata</i>          | 55 1.781  |
| <i>Chaetozone sp.2</i>               | 54 2.163  |
| <i>Neanthes micromma</i>             | 51 1.877  |
| <i>Aphelochaeta sp.3</i>             | 42 1.940  |
| <i>Glycera brevicirris</i>           | 39 1.050  |
| <i>Ninoë ningripes</i>               | 36 1.240  |
| <i>Notomastus daueri</i>             | 36 1.845  |
| <i>Typosyllis ortizi</i>             | 36 1.145  |
| <i>Goniadides carolinae</i>          | 35 1.145  |
| <i>Lepidasthenia varius</i>          | 35 1.622  |
| <i>Scoletoma sp.1</i>                | 35 0.636  |
| <i>Aphelochaeta sp.2</i>             | 33 0.636  |
| <i>Notomastus lobatus</i>            | 33 1.781  |
| <i>Sthenolepis sp.A</i>              | 30 0.604  |
| <i>Lumbrinerides dayi</i>            | 28 1.336  |
| <i>Notomastus americanus</i>         | 27 0.636  |
| <i>Scoletoma tenuis</i>              | 27 0.604  |
| <i>Chaetozone sp.1</i>               | 26 0.891  |
| <i>Scoletoma sp.3</i>                | 24 1.050  |
| <i>Sigambra tentaculata</i>          | 24 0.541  |
| <i>Aphelochaeta spp.</i>             | 20 0.859  |
| <i>Cirrophorus furcatus</i>          | 20 0.636  |
| <i>Cirrophorus lyra</i>              | 20 0.413  |
| <i>Decamastus gracilis</i>           | 20 0.859  |
| <i>Lysidice ninetta</i>              | 20 0.954  |
| <i>Ophelia denticulatus</i>          | 20 0.763  |
| <i>Paraeuniphysa sp.1</i>            | 20 0.763  |
| <i>Aricidea (Acmira) cerruti</i>     | 19 0.413  |
| <i>Aricidea (Allia) sp.2</i>         | 19 0.445  |
| <i>Barantolla sp.1</i>               | 19 0.541  |
| <i>Glycera papillosa</i>             | 19 0.413  |



|                                        |    |       |
|----------------------------------------|----|-------|
| <i>Polyodontes sp.1</i>                | 19 | 0.827 |
| <i>Scoloplos (Scoloplos) tredwell</i>  | 19 | 0.350 |
| <i>Terebellides parvus</i>             | 19 | 0.382 |
| <i>Cirrophorus sp.1</i>                | 18 | 0.509 |
| <i>Lumbrineris cingulata</i>           | 18 | 0.286 |
| <i>Marphysa kinbergii</i>              | 18 | 0.541 |
| <i>Paradiopatra fragosa</i>            | 18 | 0.318 |
| <i>Aglaophamus verrilli</i>            | 17 | 0.254 |
| <i>Aricidea (Allia) quadrilobata</i>   | 17 | 0.477 |
| <i>Augeneria bidens</i>                | 17 | 0.509 |
| <i>Ceratonereis versipedata</i>        | 17 | 0.636 |
| <i>Chaetozone sp.3</i>                 | 17 | 0.573 |
| <i>Eupolymnia nebulosa</i>             | 17 | 0.573 |
| <i>Scoloplos (Leodamas) sp.1</i>       | 17 | 0.509 |
| <i>Acoetes sp.</i>                     | 16 | 0.604 |
| <i>Aricidea (Allia) sp.1</i>           | 16 | 0.541 |
| <i>Armandia maculata</i>               | 16 | 0.541 |
| <i>Eunice antennata</i>                | 16 | 0.350 |
| <i>Pisione wolffi</i>                  | 16 | 0.604 |
| <i>Aphelochaeta sp.1</i>               | 15 | 0.191 |
| <i>Ceratocephale oculata</i>           | 15 | 0.477 |
| Género 2                               | 15 | 0.604 |
| <i>Levinsenia gracilis</i>             | 15 | 0.509 |
| <i>Paramphinome sp.B</i>               | 15 | 0.318 |
| <i>Polycirrus plumosus</i>             | 15 | 0.509 |
| <i>Heterospio sp.1</i>                 | 14 | 0.477 |
| <i>Kinbergonuphis oligobranchiata</i>  | 14 | 0.318 |
| <i>Kinbergonuphis simoni</i>           | 14 | 0.573 |
| <i>Sthenolepis cf. Grubei</i>          | 14 | 0.636 |
| <i>Ceratonereis irritabilis</i>        | 13 | 0.541 |
| <i>Cirrophorus armatus</i>             | 13 | 0.477 |
| <i>Scoletoma cf. Ernesti</i>           | 13 | 0.477 |
| <i>Scoletoma sp.2</i>                  | 13 | 0.445 |
| <i>Spiophanes duplex</i>               | 13 | 0.636 |
| <i>Laonice cirrata</i>                 | 12 | 0.477 |
| <i>Pista cristata</i>                  | 12 | 0.413 |
| <i>Prionospio (M.) sp.1</i>            | 12 | 0.286 |
| <i>Mastobranchnus variabilis</i>       | 11 | 0.382 |
| <i>Scoloplos (Scoloplos) texana</i>    | 11 | 0.413 |
| <i>Aricidea (Acmira) taylori</i>       | 10 | 0.159 |
| <i>Dasybranchus lunulatus</i>          | 10 | 0.286 |
| <i>Notomastus lineatus</i>             | 10 | 0.445 |
| <i>Drilonereis longa</i>               | 9  | 0.445 |
| <i>Exogone (Exogone) pseudolourei</i>  | 9  | 0.254 |
| <i>Prionospio (M.) multibranchiata</i> | 9  | 0.382 |
| <i>Aphelochaeta sp.4</i>               | 8  | 0.127 |
| <i>Terebellides carmenensis</i>        | 8  | 0.604 |
| <i>Monticellina sp.1</i>               | 6  | 0.573 |
| <i>Diopatra tridentata</i>             | 5  | 0.604 |
| <i>Terebellides lanai</i>              | 4  | 0.541 |

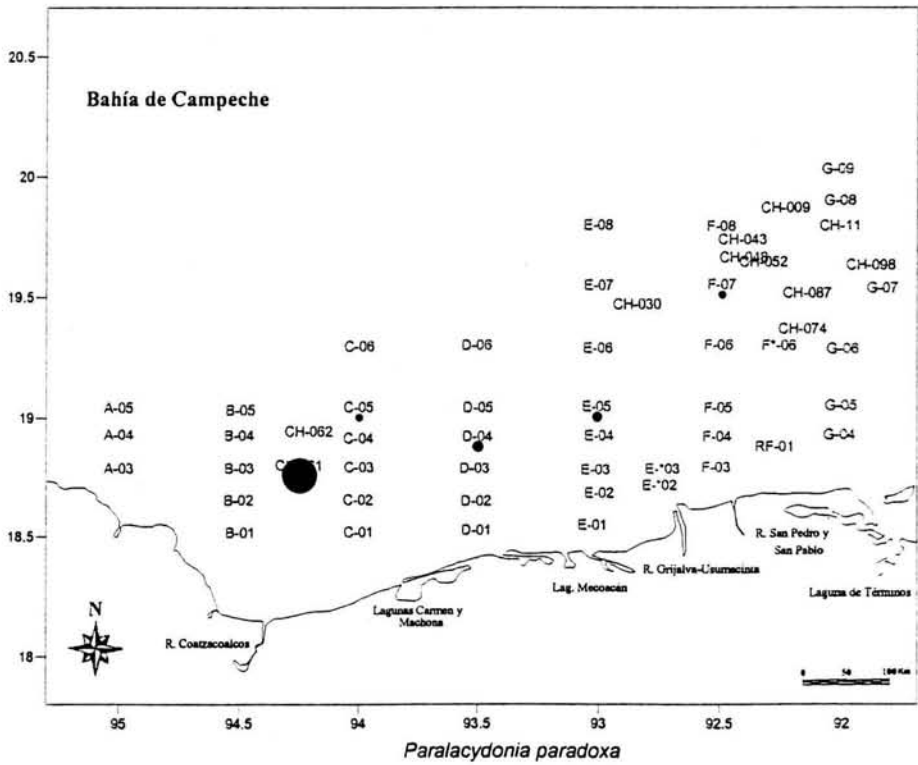
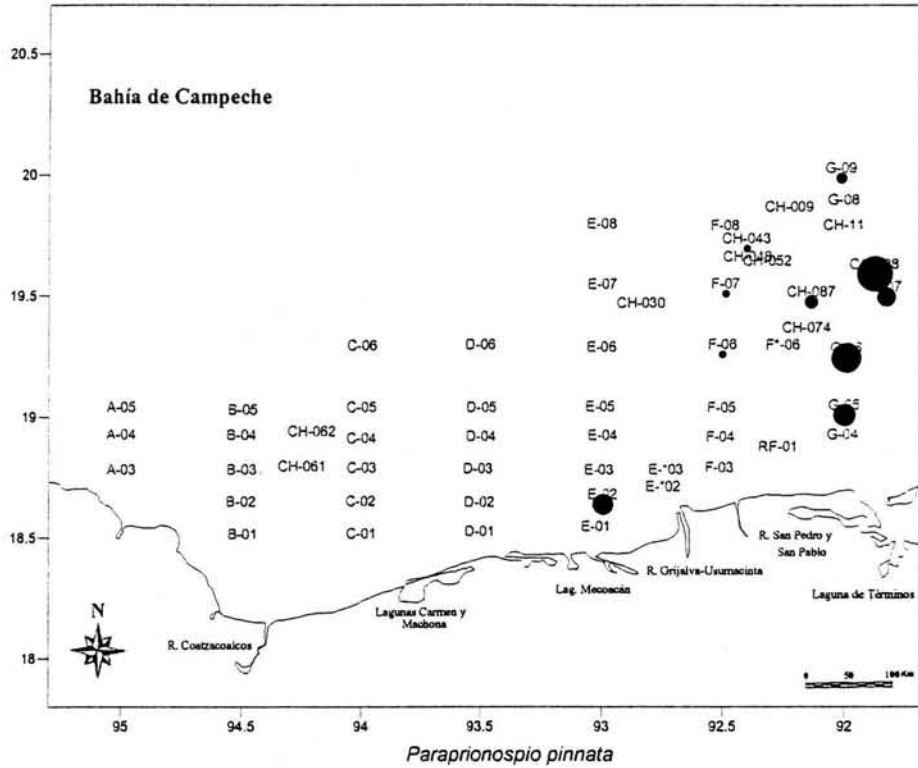
## Anexo 6.- Densidad de especies.

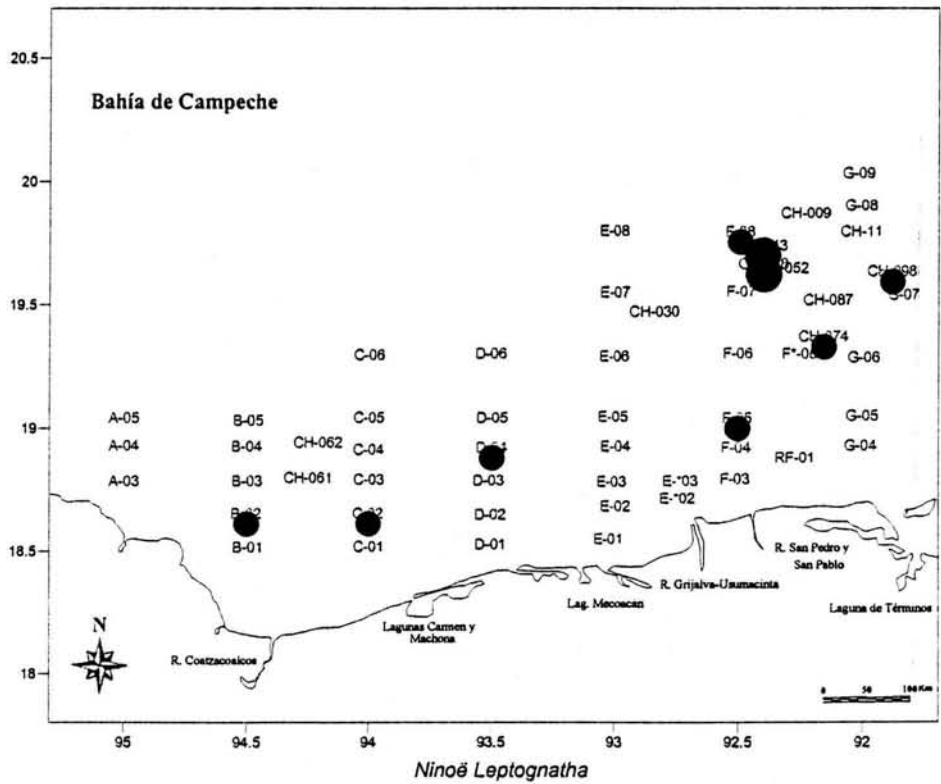
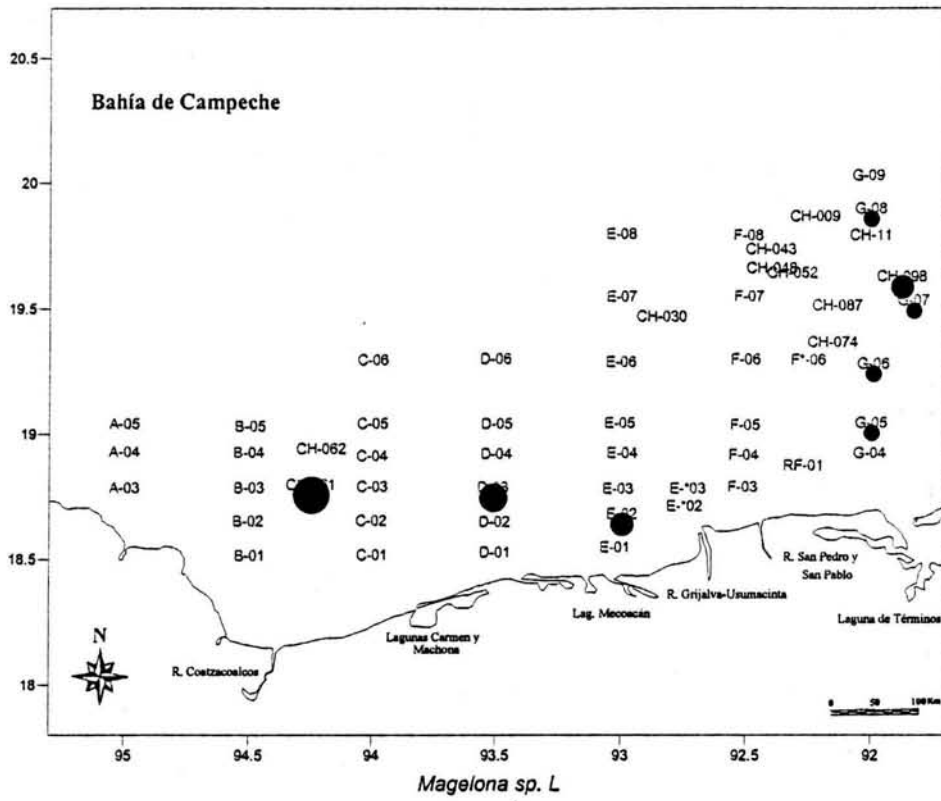
|    | Especies                             | Densidad | Raíz 4 | % densidad | %acumulado |
|----|--------------------------------------|----------|--------|------------|------------|
| 1  | <i>Paraprionospio pinnata</i>        | 126,00   | 3,35   | 17,72      | 17,72      |
| 2  | <i>Paralacydonia paradoxa</i>        | 51,33    | 2,68   | 7,22       | 24,94      |
| 3  | <i>Magelona sp.L</i>                 | 32,00    | 2,38   | 4,50       | 29,44      |
| 4  | <i>Goniadides carolinae</i>          | 26,50    | 2,27   | 3,73       | 33,16      |
| 5  | <i>Ninoë leptognatha</i>             | 22,00    | 2,17   | 3,09       | 36,26      |
| 6  | <i>Nephtys incisa</i>                | 20,00    | 2,11   | 2,81       | 39,07      |
| 7  | <i>Chaetozone sp.3</i>               | 18,50    | 2,07   | 2,60       | 41,67      |
| 8  | <i>Cossura delta</i>                 | 17,67    | 2,05   | 2,48       | 44,16      |
| 9  | <i>Paramphinome jeffreysi</i>        | 16,00    | 2,00   | 2,25       | 46,41      |
| 10 | <i>Scoletoma verrilli</i>            | 16,00    | 2,00   | 2,25       | 48,66      |
| 11 | <i>Magelona polydentata</i>          | 14,50    | 1,95   | 2,04       | 50,70      |
| 12 | <i>Scoletoma sp.1</i>                | 14,00    | 1,93   | 1,97       | 52,67      |
| 13 | <i>Prionospio (M.) delta</i>         | 14,00    | 1,93   | 1,97       | 54,63      |
| 14 | <i>Ninoë ningripes</i>               | 11,67    | 1,85   | 1,64       | 56,27      |
| 15 | <i>Mediomastus californiensis</i>    | 11,50    | 1,84   | 1,62       | 57,89      |
| 16 | <i>Aricidea (Acmira) simplex</i>     | 10,17    | 1,79   | 1,43       | 59,32      |
| 17 | <i>Monticellina dorsobranchialis</i> | 10,00    | 1,78   | 1,41       | 60,73      |
| 18 | <i>Aglaophamus c.f. verrilli</i>     | 10,00    | 1,78   | 1,41       | 62,13      |
| 19 | <i>Lepidasthenia varius</i>          | 10,00    | 1,78   | 1,41       | 63,54      |
| 20 | <i>Paradiopatra hartmanae</i>        | 9,43     | 1,75   | 1,33       | 64,87      |
| 21 | <i>Notomastus daueri</i>             | 8,00     | 1,68   | 1,13       | 65,99      |
| 22 | <i>Notomastus lobatus</i>            | 8,00     | 1,68   | 1,13       | 67,12      |
| 23 | <i>Monticellina baptistae</i>        | 8,00     | 1,68   | 1,13       | 68,24      |
| 24 | <i>Kinbergonuphis cedroensis</i>     | 7,67     | 1,66   | 1,08       | 69,32      |
| 25 | <i>Glycera brevicirris</i>           | 6,67     | 1,61   | 0,94       | 70,26      |
| 26 | <i>Neanthes micromma</i>             | 6,50     | 1,60   | 0,91       | 71,17      |
| 27 | <i>Typosyllis ortizi</i>             | 6,50     | 1,60   | 0,91       | 72,09      |
| 28 | <i>Aphelochaeta sp.3</i>             | 6,00     | 1,57   | 0,84       | 72,93      |
| 29 | <i>Glycera papillosa</i>             | 6,00     | 1,57   | 0,84       | 73,77      |
| 30 | <i>Paraninoë brevipes</i>            | 6,00     | 1,57   | 0,84       | 74,62      |
| 31 | <i>Ophelia denticulatus</i>          | 6,00     | 1,57   | 0,84       | 75,46      |
| 32 | <i>Cirrophorus lyra</i>              | 6,00     | 1,57   | 0,84       | 76,30      |
| 33 | <i>Paraeuniphysa sp. 1</i>           | 5,00     | 1,50   | 0,70       | 77,01      |
| 34 | <i>Aricidea (Allia) sp.2</i>         | 5,00     | 1,50   | 0,70       | 77,71      |
| 35 | <i>Lumbrinerides dayi</i>            | 4,50     | 1,46   | 0,63       | 78,34      |
| 36 | <i>Notomastus americanus</i>         | 4,00     | 1,41   | 0,56       | 78,91      |
| 37 | <i>Aphelochaeta sp.2</i>             | 4,00     | 1,41   | 0,56       | 79,47      |
| 38 | <i>Chaetozone sp.2</i>               | 4,00     | 1,41   | 0,56       | 80,03      |

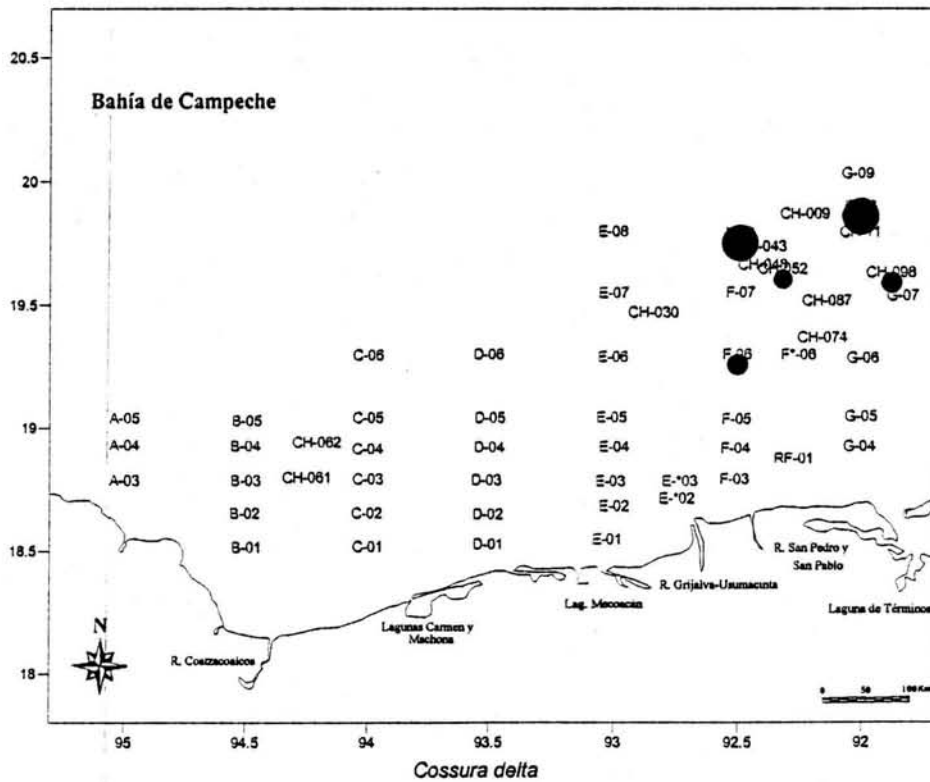
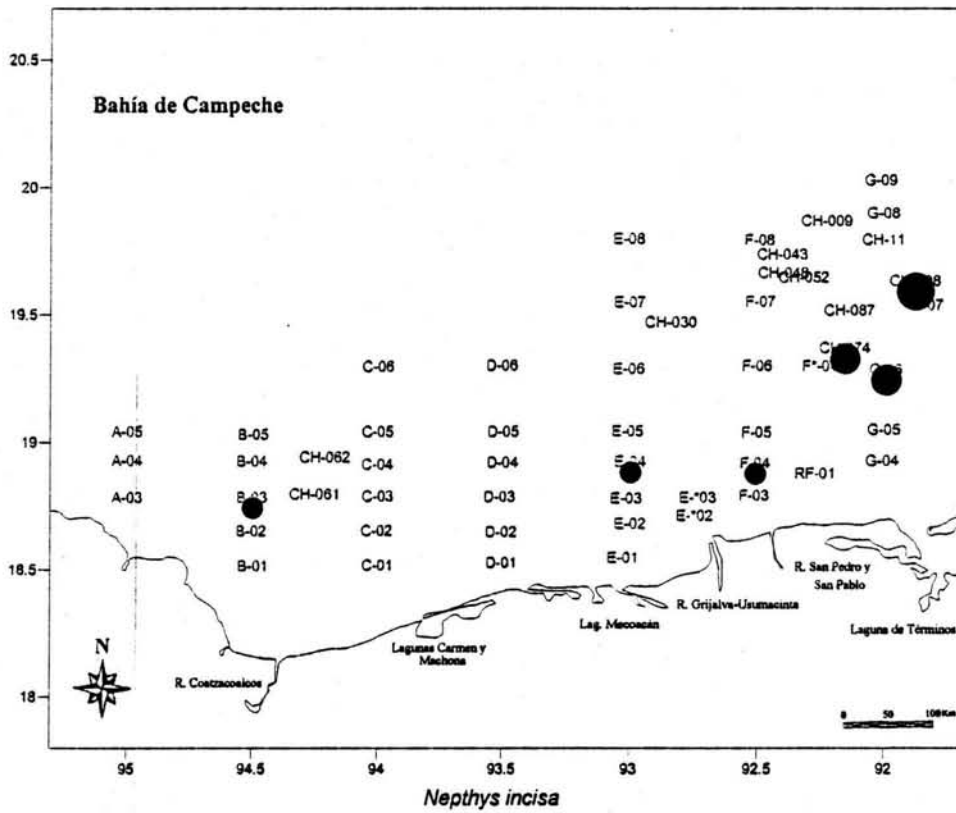
|    |                                       |      |      |      |       |
|----|---------------------------------------|------|------|------|-------|
| 39 | <i>Scoletoma cf. ernesti</i>          | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 80,59 |
| 40 | <i>Scoletoma sp.3</i>                 | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 81,16 |
| 41 | <i>Scoletoma sp.4</i>                 | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 81,72 |
| 42 | <i>Scoletoma tenuis</i>               | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 82,28 |
| 43 | <i>Aricidea (Allia) quadrilobata</i>  | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 82,84 |
| 44 | <i>Cirrophorus furcatus</i>           | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 83,41 |
| 45 | <i>Sigambra tentaculata</i>           | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 83,97 |
| 46 | <i>Sthenolepis sp.A</i>               | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 84,53 |
| 47 | <i>Eupolymnia nebulosa</i>            | 4,00 | 1,41 | 0,56 | 85,09 |
| 48 | <i>Mastobranchnus variabilis</i>      | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 85,44 |
| 49 | <i>Ceratonereis versipedata</i>       | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 85,80 |
| 50 | <i>Kinbergonuphis simoni</i>          | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 86,15 |
| 51 | <i>Aricidea (Acmira) taylori</i>      | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 86,50 |
| 52 | <i>Cirrophorus armatus</i>            | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 86,85 |
| 53 | <i>Pisione wolffi</i>                 | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 87,20 |
| 54 | <i>Laonice cirrata</i>                | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 87,55 |
| 55 | <i>Exogone (Exogone) pseudolourei</i> | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 87,91 |
| 56 | <i>Polycirrus plumosus</i>            | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 88,26 |
| 57 | <i>Terebellides carmenensis</i>       | 2,50 | 1,26 | 0,35 | 88,61 |
| 58 | <i>Polyodontes sp.1</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 88,89 |
| 59 | <i>Acoetes sp.</i>                    | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 89,17 |
| 60 | <i>Paramphinome sp. B</i>             | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 89,45 |
| 61 | <i>Barantolla sp.1</i>                | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 89,73 |
| 62 | <i>Dasybranchus lunulatus</i>         | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 90,02 |
| 63 | <i>Decamastus gracilis</i>            | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 90,30 |
| 64 | Género 2                              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 90,58 |
| 65 | <i>Notomastus lineatus</i>            | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 90,86 |
| 66 | <i>Aphelochaeta sp.1</i>              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 91,14 |
| 67 | <i>Aphelochaeta sp.4</i>              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 91,42 |
| 68 | <i>Aphelochaeta sp.</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 91,70 |
| 69 | <i>Chaetozone sp.4</i>                | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 91,98 |
| 70 | <i>Monticellina sp.2</i>              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 92,27 |
| 71 | <i>Eunice antennata</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 92,55 |
| 72 | <i>Lysidice ninetta</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 92,83 |
| 73 | <i>Heterospio sp.1</i>                | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 93,11 |
| 74 | <i>Lumbrineris cingulata</i>          | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 93,39 |
| 75 | <i>Aglaophamus verrilli</i>           | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 93,67 |
| 76 | <i>Ceratocephale oculata</i>          | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 93,95 |
| 77 | <i>Ceratonereis irritabilis</i>       | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 94,23 |
| 78 | <i>Drilonereis longa</i>              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 94,52 |
| 79 | <i>Diopatra tridentata</i>            | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 94,80 |

|    |                                        |      |      |      |        |
|----|----------------------------------------|------|------|------|--------|
| 80 | <i>Kinbergonuphis oligobranchiata</i>  | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 95,08  |
| 81 | <i>Paradiopatra fragosa</i>            | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 95,36  |
| 82 | <i>Armandia maculata</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 95,64  |
| 83 | <i>Scoloplos (Leodamas) sp.1</i>       | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 95,92  |
| 84 | <i>Scoloplos (Scoloplos) texana</i>    | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 96,20  |
| 85 | <i>Aricidea (Acmira) cerruti</i>       | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 96,48  |
| 86 | <i>Aricidea (Allia) sp.1</i>           | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 96,77  |
| 87 | <i>Cirrophorus sp.1</i>                | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 97,05  |
| 88 | <i>Levinsenia gracilis</i>             | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 97,33  |
| 89 | <i>Sthenolepis cf. Grubei</i>          | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 97,61  |
| 90 | <i>Prionospio (M.) multibranchiata</i> | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 97,89  |
| 91 | <i>Prionospio (M.) sp.2</i>            | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 98,17  |
| 92 | <i>Spiophanes duplex</i>               | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 98,45  |
| 93 | <i>Pista cristata</i>                  | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 98,73  |
| 94 | <i>Terebellides lanai</i>              | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 99,02  |
| 95 | <i>Terebellides parvus</i>             | 2,00 | 1,19 | 0,28 | 99,30  |
| 96 | <i>Marphysa kinbergii</i>              | 1,67 | 1,14 | 0,23 | 99,53  |
| 97 | <i>Augeneria bidens</i>                | 1,67 | 1,14 | 0,23 | 99,77  |
| 98 | <i>Scoloplos (Scoloplos) tredwelli</i> | 1,67 | 1,14 | 0,23 | 100,00 |

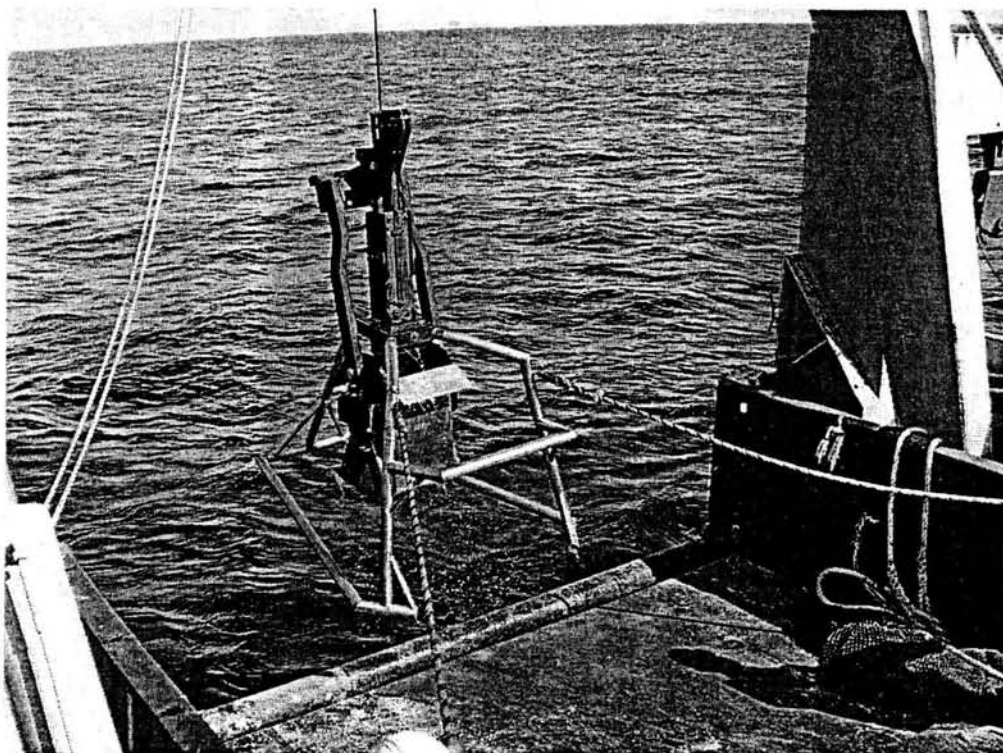
Anexo 7.- Distribución de las especies dominantes.







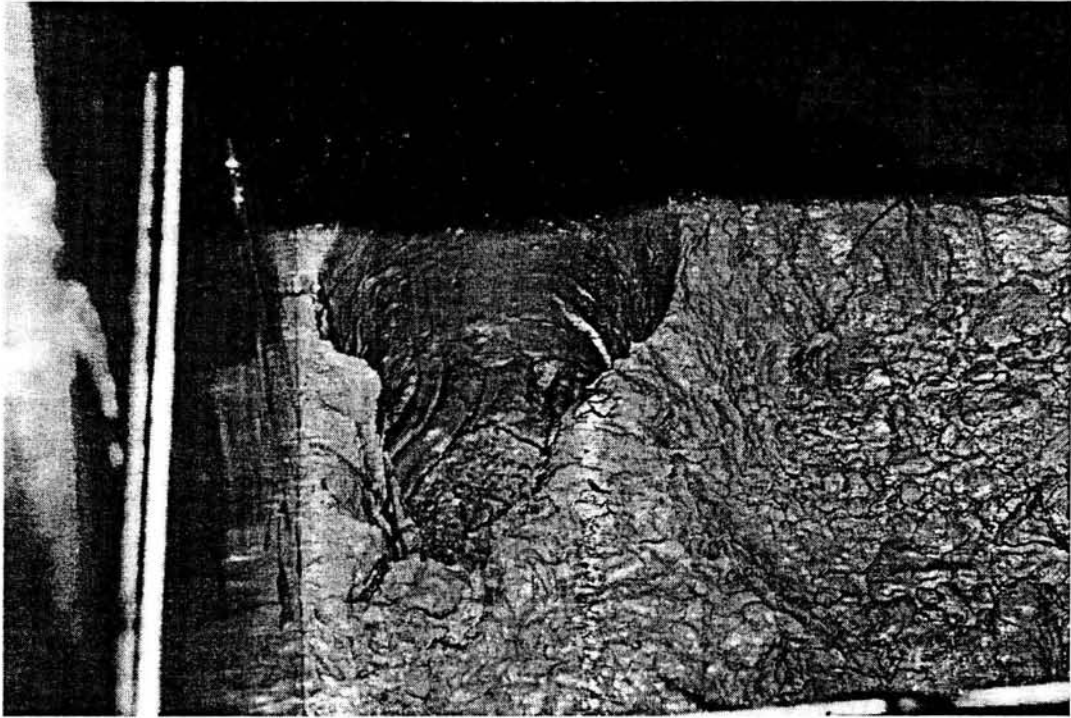
## Del Trabajo de Campo



Toma de sedimento con el nucleador Reineck.

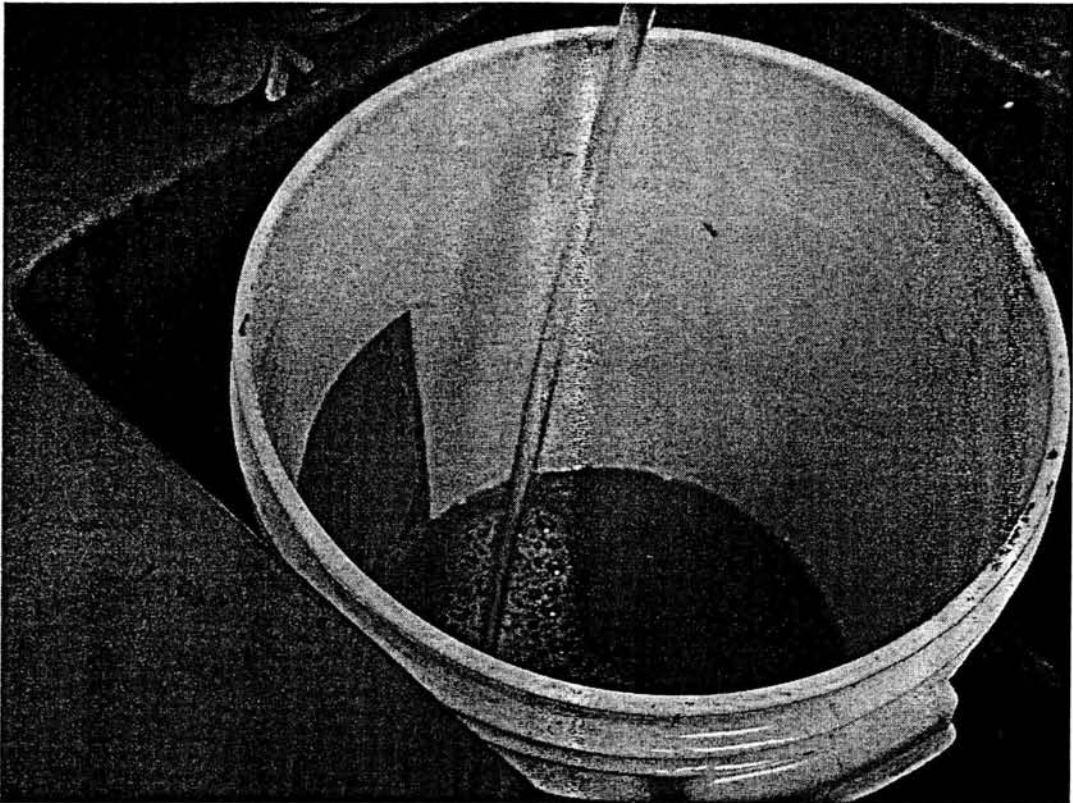


# ANEXO FOTOGRAFICO



Toma de muestra del nucleador.





**Tamizado del sedimento**

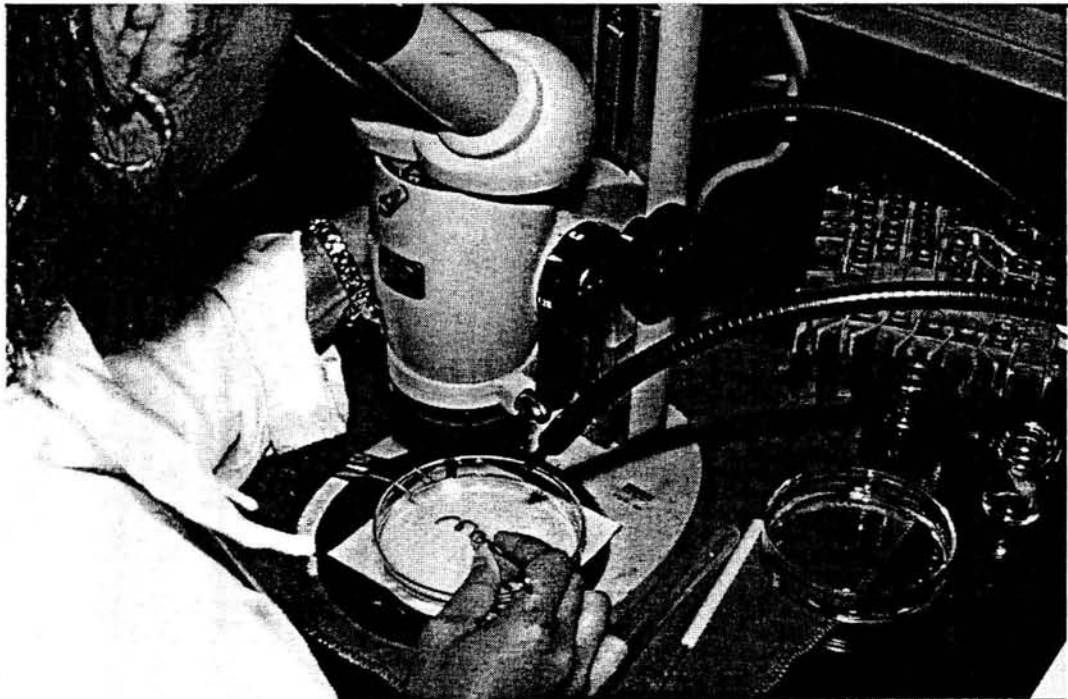


**Fijación y preservación de la muestra**

## Del Trabajo de Laboratorio



Lavado de formol de la muestra.



Identificación taxonómica de los organismos.

Complejos petroleros en la Sonda de Campeche.

