



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

" I Z T A C A L A "

***ESTUDIO ECOLOGICO DE LOS POLIQUETOS
(ANNELIDA: POLYCHAETA) DE LAS FAMILIAS:
SPIONIDAE, NEPHTYIDAE Y NEREIDIDAE DE
LA SONDA DE CAMPECHE, 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 :

ERNA MARTHA LOPEZ GRANADOS

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

La tesis "Estudio ecológico de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de las familias: Spionidae, Nephtyidae y Nereididae de la Sonda de Campeche, México" fue realizada en el Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, como parte del Proyecto de Investigación: "Determinación del Impacto Ambiental Provocado por las Actividades de Extracción Petrolera en la Sonda de Campeche a través de Estudios Biológicos, Geoquímicos y Sedimentológicos", y con Apoyo Económico de la Dirección General de Asuntos para el Personal Académico (DGAPA).

"Un poco más avanzado que el caos, tal vez en el primer o segundo día de la creación, tengo un mundo de ideas que chocan, se entrecruzan y, a veces se organizan".

Ernesto Che Guevara

DEDICATORIA

Este es un nuevo esfuerzo, un nuevo logro, un nuevo sueño que dedico con todo mi amor a mis dos columnas más sólidas: mis padres.

A Mónica por enseñarme a realizar mis sueños.

A Lourdes, Hilda, Adriana y Laura, los cuatro elementos más importantes de mi vida y mis principales motores, lo que más quiero.

A Illali, una muestra de la alegría que me transmite.

Con cariño para Raúl y Sergio por su confianza y apoyo.

A Manuel por toda la fuerza y alegría en cada una de las horas de trabajo.

A Pablo por su serenidad en los momentos más difíciles.

A Sofía, Paty, Lety, Laura, Sylvia, Carmen, María Elena y Blanca, mis verdaderas compañeras y amigas por sobre todo.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, principio de mi desarrollo académico.

A la Dra. Viviane Solís W. por su dirección y confianza en la realización de este trabajo.

Al Dr. Guillermo Horta Puga por su amistad, apoyo y valiosa colaboración en la revisión y corrección de este estudio.

Al M. en C. Manuel Elías Gutiérrez por los comentarios aportados a este escrito.

Al Biol. Rafael Chávez López por los comentarios aportados a lo largo del trabajo.

Al M. en C. Javier Alcocer por todos sus comentarios y estímulos en la realización del escrito

Al M. en C. Pablo Hernández Alcántara por la asesoría brindada en todo el desarrollo de la tesis, especialmente en la determinación de los organismos.

A la Lic. en Sistemas Computacionales Ana Laura López Granados por la ayuda en la elaboración de los bocetos de este trabajo.

Al Géog. Manuel Eduardo Mendoza Cantú por la digitalización en computadora de cada uno de los mapas presentados en esta tesis y por todo el apoyo en el mismo.

Mi agradecimiento a Roberto Doger Badillo por el análisis granulométrico realizado en cada estación de muestreo; así como a Susana Santiago Pérez y Susana Arias Reynada por la determinación de materia orgánica y metales pesados.

A Verónica Rodríguez, Luis Antonio Miranda y Sofía Avendaño por los comentarios realizados a lo largo de este trabajo.

Al Biol. Longino Jácome por la edición de esta tesis.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto institucional: "Determinación del impacto ambiental provocado por las actividades de extracción petrolera en la Sonda de Campeche a través de estudios biológicos, geoquímicos y sedimentológicos" y comprende las Campañas Oceanográficas IMCA I e IMCA II, desarrolladas en marzo y septiembre de 1988 a bordo del Buque Oceanográfico "Justo Sierra".

Se colectó en 103 estaciones de muestreo en la zona de estudio, obteniéndose la información necesaria para elaborar un inventario faunístico y aportar datos ecológicos de las especies de Anélidos Poliquetos correspondientes a las familias Spionidae, Nereididae y Nephtyidae, que presentaron las mayores abundancias numéricas en la zona de estudio.

Se determinaron a nivel específico 1,668 individuos, de los cuales 841 corresponden a la familia Spionidae, 230 a la familia Nereididae y 597 a la familia Nephtyidae. Los organismos se encuentran representados en 21 géneros y 37 especies. seis géneros y 19 especies se registran por vez primera para aguas mexicanas.

La familia Spionidae se presentó en el 50% de las especies determinadas. Existen dos especies dominantes en la zona de estudio: *Paraprionospio pinnata* con 33.13 % de la abundancia total y 45.63% de la frecuencia de aparición y *Nephtys incisa* con 30.82% de la abundancia total y 57.28 % de la frecuencia de aparición en todas las estaciones.

En cada estación de muestreo se midió la temperatura, profundidad, contenido de materia orgánica, tipo de sedimento y concentración de metales pesados con el objeto de relacionarlos con las especies determinadas, encontrándose, que en general la distribución de los organismos se encuentra determinada por el tipo de sedimento, la profundidad y la temperatura.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	ii
Índice de figuras	iii
Índice de Tablas	v
Introducción	1
Objetivo General	8
Objetivos Particulares	8
Antecedentes	9
Área de Estudio	12
Materiales y Métodos	15
Resultados y Discusión	27
Parámetros Ambientales	27
Temperatura	27
Profundidad	28
Salinidad	31
Sedimentos	31
Materia Orgánica	35
Metales Pesados	37
Análisis Faunístico	40
Riqueza Específica	40
Problemas Taxonómicos	43
Nuevos Registros	46
Abundancia y Densidad	47
Importancia Relativa de Especies	54
Índice de Similitud	58
Dominancia	60
Coeficientes de Correlación	67
Conclusiones	72
Literatura Citada	73
Anexo	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista dorsal de un organismo del género <i>Nereis</i> , donde se aprecia la estructura general de un poliqueto (Tomado de Barnes, 1989)	2
Figura 2. Estructuras morfológicas del género <i>Nereis</i> (Tomado de Barnes, 1989)	4
Figura 3. Vistas dorsales de ejemplares de las familias de este trabajo	6
Figura 4. Área de estudio	13
Figura 5. Zona de plataformas petroleras de la Sonda de Campeche	16
Figura 6a. Estaciones de muestreo del crucero IMCA I	17
Figura 6b. Estaciones de muestreo del crucero IMCA II	17
Figura 7a. Distribución batimétrica de las estaciones de muestreo del crucero IMCA I	21
Figura 7b. Distribución batimétrica de las estaciones de muestreo del crucero IMCA II	21
Figura 8. Curva Teórica de la relación Abundancia-Diversidad	25
Figura 9a. Distribución sedimentológica en las estaciones del crucero IMCA I	36
Figura 9b. Distribución sedimentológica en las estaciones del crucero IMCA II	36
Figura 10. Estructuras morfológicas de las especies <i>Prionospio</i> (<i>Prionospio</i>) <i>steenstrupi</i> y <i>Prionospio</i> (<i>Prionospio</i>) <i>dubia</i> (Tomado de Maciolek, 1985)	45
Figura 11a. Curva de Abundancia - Diversidad del crucero IMCA I	55
Figura 11b. Curva de Abundancia - Diversidad del crucero IMCA II	56

Figura 12a. Diagrama de Olmstead y Tukey para el crucero IMCA I	62
Figura 12b. Diagrama de Olmstead y Tukey para el crucero IMCA II	63
Figura 13. Distribución de la especie <i>Paraprionospio pinnata</i> en ambos cruceros	65
Figura 14. Distribución de la especie <i>Nephtys incisa</i> en ambos cruceros	66
Figura 15a. Relación de la Temperatura con la Densidad en el crucero IMCA I	69
Figura 15b. Relación de la Temperatura con la Densidad en el crucero IMCA II	69
Figura 16a. Relación de la Profundidad con la Densidad en el crucero IMCA I	70
Figura 16b. Relación de la Profundidad con la Densidad en el crucero IMCA II	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Intervalos de profundidad y temperatura por zona para ambos cruceros	28
Tabla 2. Parámetros físicos registrados en las estaciones del crucero IMCA I	29
Tabla 3. Parámetros físicos registrados en las estaciones del crucero IMCA II	30
Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico (expresado en porcentajes de lodo, arena y grava) y contenido de carbono orgánico en las estaciones de muestreo del crucero IMCA I	32
Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico (expresado en porcentajes de lodo, arena y grava) y contenido de carbono orgánico en las estaciones de muestreo del crucero IMCA II	33
Tabla 6. Porcentaje de aparición de cada clase textural en las estaciones de muestreo	34
Tabla 7. Concentración natural de algunos metales pesados en sedimentos marinos (Tomado de Aquino de Vallejos, 1980; Förstner y Wittmann, 1981)	38
Tabla 8. Concentración de metales pesados en las estaciones de muestreo del crucero IMCA I	39
Tabla 9. Abundancias numéricas correspondientes a cada familia por crucero	40
Tabla 10a. Abundancia faunística en la zona somera del crucero IMCA I	48
Tabla 10b. Abundancia faunística en la zona media del crucero IMCA I	49
Tabla 10c. Abundancia faunística en la zona profunda del crucero IMCA I	49
Tabla 11a. Abundancia faunística en la zona somera del crucero IMCA II	50

Tabla 11b. Abundancia faunística en la zona media del crucero IMCA II	51
Tabla 11c. Abundancia faunística en la zona profunda del crucero IMCA II	51
Tabla 12. Porcentajes de las abundancias correspondientes a cada familia por crucero	52
Tabla 13. Porcentajes de la densidad correspondientes a cada familia por crucero	52
Tabla 14. Valores de Abundancia, Densidad e Índice de Diversidad de la fauna en el crucero IMCA I	53
Tabla 15. Valores de Abundancia, Densidad e Índice de Diversidad de la fauna en el crucero IMCA II	54
Tabla 16. Media estadística y Desviación Estándar del Índice de Diversidad de Shannon y Wiener para cada zona batimétrica	56
Tabla 17a. Índices de Morisita obtenidos entre las diferentes zonas de muestreo del crucero IMCA I	57
Tabla 17b. Índices de Morisita obtenidos entre las diferentes zonas de muestreo del crucero IMCA II	57
Tabla 18a. Índices de Similitud obtenidos entre las tres zonas batimétricas del crucero IMCA I	59
Tabla 18b. Índices de Similitud obtenidos entre las tres zonas batimétricas del crucero IMCA II	59
Tabla 19. Coeficientes de Correlación entre la densidad y los parámetros ambientales medidos en todas las estaciones de muestreo	67
Tabla 20a. Coeficientes de Correlación de las especies dominantes con los parámetros ambientales en el crucero IMCA I	71
Tabla 20b. Coeficientes de Correlación de las especies dominantes con los parámetros ambientales en el crucero IMCA II	71

INTRODUCCIÓN

Como la mayor parte de los países latinoamericanos, México enfrenta la urgente necesidad de evaluar los recursos naturales de su territorio nacional, donde quedan comprendidos alrededor de 10 mil kilómetros de litorales que marcan la frontera entre la superficie continental del país y los espacios marítimos en los que ejerce su soberanía.

La evaluación de los recursos naturales marinos en los litorales mexicanos se ha enfocado básicamente hacia las especies económicamente importantes, pero no ocurre lo mismo en lo que se refiere a los recursos de las comunidades de invertebrados bentónicos en general, siendo en este campo, donde nos encontramos dando los pasos iniciales (Escofet, *et al.*, 1978).

El bentos (de la voz griega *benthós* que significa profundidad) está formado por un grupo de comunidades vegetales y animales que viven en estrecha relación con el fondo marino, ya sea fijándose en él, excavándolo, desplazándose sobre su superficie o nadando sobre sus vecindades, abarcando una distribución desde la línea de playa hasta grandes profundidades, pero con la característica de que los organismos están vinculados íntimamente con el sedimento (Perès, 1961). El bentos incluye a un gran número de especies marinas y algunas dulceacuólicas que poseen escasa o ninguna capacidad de natación, lo cual les permite adoptar formas que no se ajusten a exigencias hidrodinámicas (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1987; Rodríguez, 1972). Estas comunidades tienen la propiedad de estar generalmente bien distribuidas y tener abundancias numéricas elevadas. Sin embargo, a pesar de lo anterior, algunas de las comunidades bénticas son desconocidas para la inmensa mayoría de la personas.

En términos generales, los anélidos forman uno de los Filos más grandes del reino animal (Pettibone, 1982). Son uno de los de mayor abundancia entre los invertebrados vermiformes (Barnes, 1989), además de manifestar una diferenciación estructural muy elevada. Una de las características más notables del Filo es la presencia de metamerismo, que se encuentra en cada una de las clases en las que se divide: Polychaeta (que incluye a las familias

Myzostomida, Poecobiida y Archiannelida), Oligochaeta e Hirudinea (Pettibone, 1982; Barnes, 1989).

En el medio marino los Anélidos más abundantes y diversificados son los poliquetos (Fig. 1) y en muchos casos son más abundantes que cualquier otro grupo béntico (Fauchald, 1977). El poliqueto "típico" es metamérico con segmentos corporales cilíndricos idénticos, provisto cada uno de un par de apéndices corporales laterales parecidos a pequeños remos llamados parapodios, cuyos extremos están invaginados para formar bolsillos o sacos sedales en los que se encuentra una gran cantidad de cerdas quitinosas o setas que son las que dan el nombre a la clase (Fig. 2a). En el extremo anterior del verme se observa una cabeza bien desarrollada conocida como prostomio en la que pueden advertirse órganos sensoriales como ojos, antenas y palpos (Fig. 1). La boca está localizada en el lado ventral del cuerpo entre el prostomio y el primer segmento del tronco que recibe el nombre de peristomio

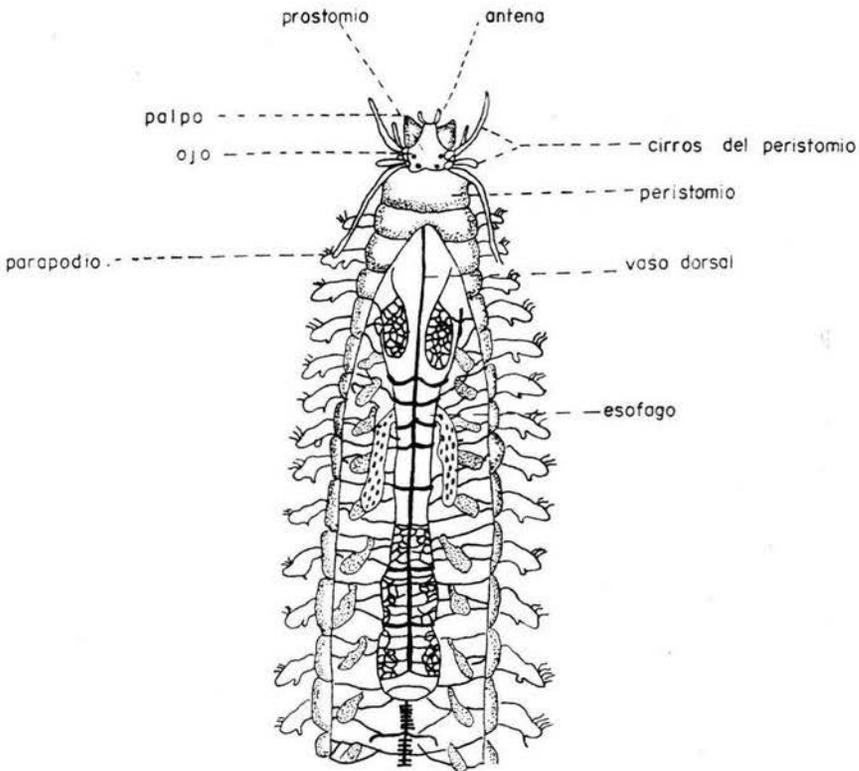


Figura 1. Vista dorsal de un organismo del género *Nereis*, donde se aprecia la estructura general de un poliqueto (Tomado de Barnes, 1989).

(Figs. 2b y c). En el segmento terminal llamado pigidio se localiza el ano (Fig. 1), (Barnes, 1989). La mayoría de los poliquetos poseen esta morfología que puede modificarse ampliamente como resultado de las diversas formas de vida en que estos organismos han desarrollado su historia evolutiva (Salazar-Vallejo *et al.*, 1989).

Algunos poliquetos debido a sus patrones de vida y formas de alimentación provocan efectos importantes sobre el sedimento al cual se asocian, modificando al sustrato duro y blando mediante perforaciones o construcción de tubos. Esto da como resultado la mezcla de sedimento y la transformación de su textura superficial, así como cambios en su constitución granulométrica, mezcla del agua intersticial y modificación en la concentración de los gases disueltos en ella (Salazar-Vallejo *et al.*, 1989).

A nivel de ecología del bentos, los poliquetos son eslabones importantes en las redes tróficas marinas, ya que dentro de la amplia diversidad de especies podemos encontrar a consumidores primarios, secundarios y organismos detritívoros, además de servir ellos mismos de alimento a otros organismos, tales como: turbelarios, hidroideos, anémonas, nemertinos, crustáceos, equinodermos, peces e incluso otros anélidos (Mc.Ginitie y Mc.Ginitie, 1968; Perkins y Savage, 1975).

Es importante mencionar que ciertas especies de poliquetos son a menudo utilizadas como indicadoras de contaminación de tipo orgánico y térmico ya que se presentan y proliferan en algunos medios contaminados por descargas térmicas (Crena y Bonvincini, 1980), por materia orgánica (Reish, 1957) o por hidrocarburos (Pesch y Pesch, 1980).

Algunas especies de nereidos, sílidos y eunícidos sirven de alimento a pueblos samoyanos. Esto se debe a que presentan el fenómeno reproductivo de la epitoquia, durante el cual los organismos abundan en la superficie del mar en lo que se denomina actividad de enjambre, provocando, en donde se presenta un festín para los animales marinos y el ser humano (Salazar-Vallejo, 1985).

La importancia de los poliquetos en el medio marino está relacionada en cierto sentido con la variada riqueza específica de cada familia y con la abundancia numérica que presentan en el sedimento.

Desde el punto de vista de la caracterización de la comunidad entera, no todos los organismos son igualmente importantes. De entre los centenares o

millares de especies de organismos que podrían encontrarse en una comunidad, son por lo regular unas pocas especies o unos pocos grupos de estas, las que ejercen la mayor influencia, en virtud de sus números, su biomasa o su etología (Odum, 1972). En el seno de estos grupos, las especies o los grupos de especies que controlan en gran parte la corriente de energía se designan como dominantes ecológicos (Odum, 1972). Esto no significa que las especies raras, más numerosas, no sean importantes; en efecto, estas son las que ocasionan básicamente la diversidad, aspecto igualmente importante de la estructura de la comunidad (Odum, 1972).

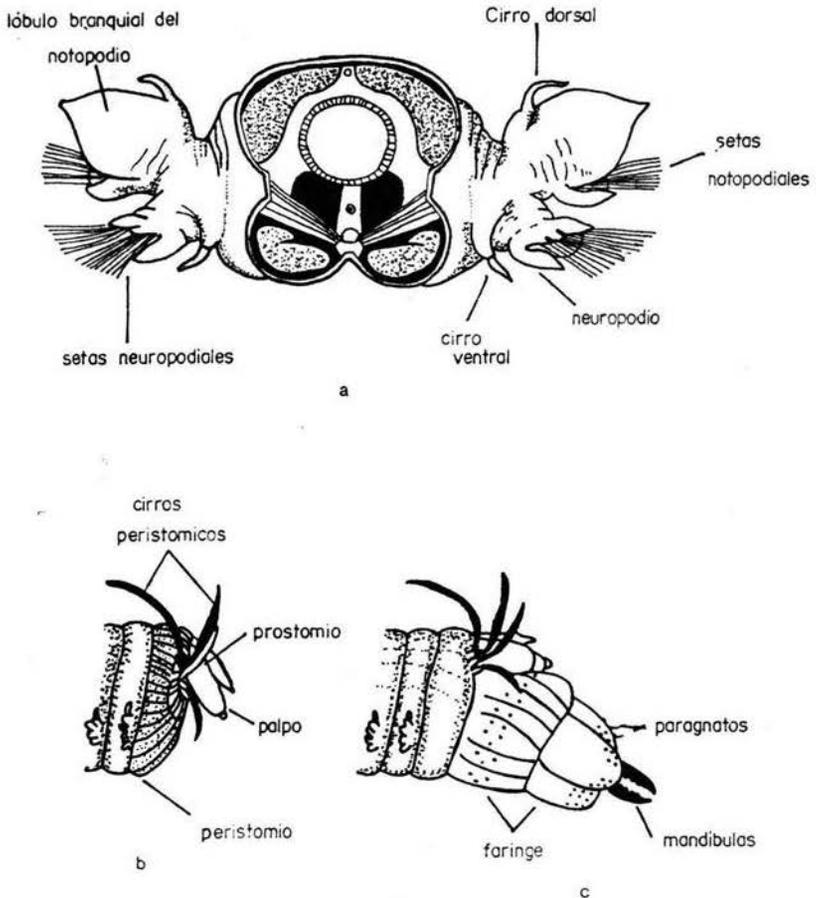


Figura 2. Estructuras morfológicas del género *Nereis* (Tomado de Barnes, 1989):
 a) corte transversal de un metámero parapodial, b) vista lateral del prostomio,
 c) vista lateral de la faringe evertida.

En el presente trabajo se escogieron tres familias de poliquetos: Spionidae, Nephtyidae y Nereididae, que presentaron una abundancia numérica notable, así como una amplia distribución en el área de estudio (Granados-Barba *et al.*, en prensa). Estos organismos fueron recolectados en el marco del proyecto de investigación: "Determinación del impacto ambiental provocado por las actividades de extracción petrolera en la Sonda de Campeche, a través de estudios biológicos, geoquímicos y sedimentológicos" (IMCA).

De los organismos que son analizados en el presente trabajo, la familia Spionidae Grubé, 1850, (Fig. 3a) pertenece a un grupo altamente diversificado de poliquetos que se encuentran comúnmente representados en aguas someras y profundas del Golfo de México. A esta familia, en general, se le ha localizado en todo el mundo y algunas de sus especies tienen distribución mundial. Estos organismos son abundantes en fondos blandos, con una o dos especies dominando a la comunidad béntica de la infauna (Johnson, 1984); además, Fauchald y Jumars (1979) informan que los espionidos (como familia) se alimentan de depósitos de superficie y son capaces de seleccionar a las partículas alimenticias tanto por su tamaño como por su contenido; algunas especies del género *Polydora* son parcial o totalmente filtradoras, ya que ellas mismas son capaces de atrapar a organismos planctónicos con sus palpos. Los espionidos pertenecen a la familia de poliquetos a la que probablemente se ha dedicado una mayor cantidad de estudios, en particular de tipo taxonómico (Johnson, 1984; Fauchald, 1977). Hasta 1982, se habían registrado 32 géneros y 320 especies (Pettibone, 1982). Sin embargo, este número ha aumentado a 33 géneros y 343 especies que han sido registrados en los últimos años por los siguientes autores: Solís-Weiss (1983), Blake (1984 y 1986), Maciolek (1984a, b, y 1985), Imajima y Sato (1984), Dauer (1985), Pleijel (1985), Mackie y Duff (1986), Rozbaczylo y Castilla (1988) y Mackie y Hartley (1990).

La familia Nereididae Johnston, 1845 (Fig. 3b) constituye uno de los grupos de poliquetos mejor distribuidos en el mundo. Su distribución se extiende desde zonas litorales a profundidades abisales. Se encuentran especialmente bien representados en aguas costeras incluyendo algunas especies adaptadas a vivir en agua dulce (Taylor, 1984b). Investigaciones del contenido intestinal indican que la mayoría de las especies que se consideraban como omnívoras, son en realidad selectivas en sus hábitos alimenticios porque su dieta se restringe principalmente a algas y diatomeas (Fauchald y Jumars, 1979); sin embargo, el rango de niveles tróficos en esta familia abarca desde carnívoros y herbívoros altamente especializados hasta omnívoros excavadores. Debido a sus hábitos alimenticios estos organismos son en su mayoría de vida libre, pero llegan a construir refugios temporales que son tubos constitui-

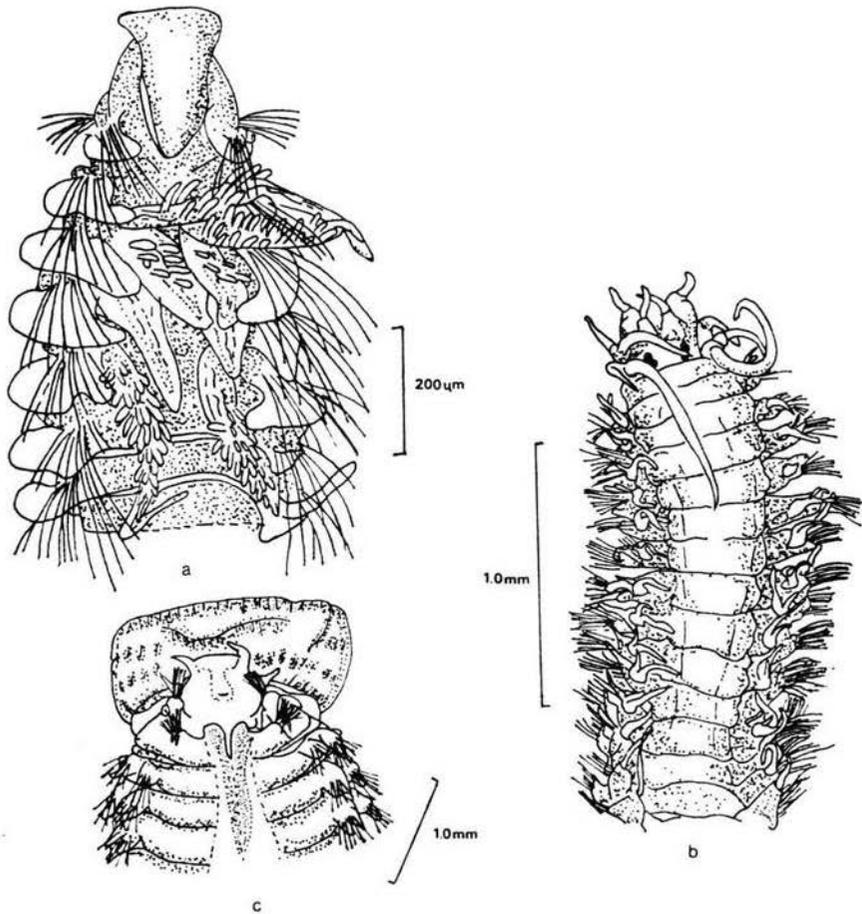


Figura 3. Vistas dorsales de ejemplares de las familias de este trabajo:
 a) Spionidae (Maciolek, 1985), b) Nereididae (Tomado de Hutchings y Reid, 1990)
 y c) Nephtyidae (Perkins, 1980).

dos por moco y arena. Los hábitats donde principalmente se encuentran incluyen sedimentos finos y gruesos, así como rocas, arrecifes y pastos marinos.

Algunas especies de nereidos presentan el fenómeno reproductivo de la epitoquia: se han registrado enjambres de *Neanthes succinea* a lo largo de la costa del Golfo de México (Johnson, 1984). Esta especie ha sido observada en el estado de Luisiana (Estados Unidos) cerca del tiempo de "luna nueva", al final de enero o al comienzo de febrero (Bishop, 1974). Además, los nereidos constituyen una de las familias de poliquetos mejor estudiadas taxonó-

micamente. El número de organismos registrados hasta 1982 era de 37 géneros y 450 especies (Pettibonne, 1982). A partir de entonces se han descrito un género y 11 nuevas especies por los siguientes autores: Da Cunha-Lana y Sovierzoski (1987), Hutchings y Reid (1990, 1991) y el trabajo realizado por Solís-Weiss y Espinasa en 1991 que describen un nuevo género y especie de poliqueto localizado en una caverna mexicana. De esta manera aumenta a 38 el número de géneros y a 461 el número de especies reconocidas en el mundo.

La familia Nephthyidae Grube, 1850 (Fig. 3c) está constituida por algunas especies cosmopolitas, que se localizan en un amplio rango batimétrico. Habitan en estuarios y costas donde son conocidos como nadadores activos y excavadores de vida libre, que pueden formar periódicamente madrigueras pobremente aglutinadas (Fauchald y Jumars, 1979). En muchos estudios han sido considerados como un taxón con el cual se pueden caracterizar hábitats (Taylor, 1984a). Los néftidos son usualmente considerados como carnívoros vágiles, que se comen a pequeños invertebrados entre los que se encuentran moluscos, crustáceos y otros poliquetos (Fauchald y Jumars, 1979). Se han registrado en el mundo 4 géneros y 110 especies (Pettibonne, 1982). Sin embargo, Rainer (1984) describe una especie nueva y los investigadores Imajima y Takeda (1987) proponen un nuevo género para esta familia: *Dentinephtys*, por lo que aumenta a 5 el número de géneros y a 113 el número de especies registradas en el mundo. Los poliquetos han sido objeto de estudios intensivos en los últimos años, obteniéndose una serie de referencias sistemáticas, ecológicas y biológicas que reunidas llegan a sobrepasar el 50-60% de la información obtenida sobre macroinvertebrados de sustratos blandos (Salazar-Vallejo, et al., 1989). Hasta la fecha se conocen aproximadamente diez mil especies de poliquetos en el mundo, de cuyo registro el 13 % también ha sido registrado en las costas de nuestro país (Salazar-Vallejo et al. 1989). Existen pocas especies de poliquetos que poseen un rango de distribución desde la zona costera hasta grandes profundidades (como es el caso de *Paraprionospio pinnata*) ni habitan desde aguas dulces hasta el mar como el nereido *Neanthes succinea*. En esta clase se ha desarrollado una gran variedad de adaptaciones morfofisiológicas para explotar todos los hábitats disponibles en el agua y sedimento, característica que se refleja en la gran diversidad de especies que se encuentran en el mundo.

Lo mencionado anteriormente sirve como referencia en el presente trabajo, ya que en la actualidad existen ambientes marinos en nuestro país que no han sido estudiados en investigaciones poliquetológicas. Un ejemplo de esto se encuentra en la plataforma continental de la Sonda de Campeche, donde los trabajos realizados son escasos (Solís-Weiss et al., 1991). La zona se ca-

racteriza por la importancia económica que tiene para nuestro país como consecuencia de su elevado potencial pesquero y sus recursos energéticos. El estudio de estos organismos en la Sonda de Campeche, reviste un interés especial debido: a) a la heterogeneidad de hábitats que existen en este lugar como resultado del contacto entre la zona terrígena (en la región occidental) y la zona carbonatada (en la región oriental), incluyendo la influencia fluvial de sistemas tan importantes como la Laguna de Términos (el sistema lagunar-estuarino más importante de México) y los ríos que drenan en la zona (Sistema Grijalva-Usumacinta), b) la diversidad potencial de especies que existe en esta zona, y c) al crecimiento industrial de la región principalmente por la explotación petrolera que trae como consecuencia contaminación de tipo orgánico (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986; Solís-Weiss *et al.*, 1991; Rosales-Hoz y Mendez-Jaime, 1991). Como se mencionó anteriormente existen algunas especies de poliquetos indicadoras de este tipo de contaminación.

OBJETIVOS

El presente trabajo es uno de los primeros estudios poliquetológicos que se realiza en la Sonda de Campeche, llevando como objetivo general:

Colaborar al conocimiento de la fauna béntica de Anélidos, Poliquetos de México, pertenecientes a las familias más abundantes recolectadas en la Sonda de Campeche: Spionidae, Nereididae y Nephtyidae.

OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Elaborar un inventario faunístico de las especies de Anélidos, Poliquetos de las familias Spionidae, Nereididae y Nephtyidae de la Sonda de Campeche.
- b) Evaluar la abundancia, frecuencia de aparición y distribución geográfica de estos organismos y relacionar las densidades con algunos parámetros físicos (temperatura y profundidad), químicos (salinidad del agua, contenido de materia orgánica y concentración de metales pesados: Cr, Fe, Mn, Ni y Zn presentes en el sedimento) y granulométricos (clasificación textural del tipo de sedimento).

ANTECEDENTES

El Golfo de México es de vital importancia para nuestro país, debido a su potencial biológico, pesquero y energético (Pequegnat y Chace, 1970). Actualmente, múltiples actividades se desarrollan en toda la región relacionadas con la alimentación, la energía, el transporte, la recreación y el urbanismo (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983; Machain-Castillo, *et al.*, 1991)). Por lo anterior, la zona ha sido objeto de estudios biológicos diversos, enfocados en su mayoría a especies importantes desde el punto de vista económico; sin embargo, las investigaciones relacionadas con algunos Filos de invertebrados bénticos son poco numerosas, problema que se agrava al hablar de la clase Polychaeta, en donde muchas regiones no han sido estudiadas.

Desde el primer registro poliquetológico realizado para México por Ehlers en 1887, el número de trabajos y registros ha venido creciendo gradualmente, hasta llegar a la actualidad donde se conocen para el país, arriba de 1, 300 especies de poliquetos, sin embargo Salazar-Vallejo *et al.*, (1989) mencionan, que fácilmente pueden existir el doble de este número de especies en las aguas mexicanas.

En la parte Norte del Golfo de Mexico existen trabajos taxonómicos generales, que abarcan a diferentes familias de poliquetos. Entre los estudios que podemos mencionar se encuentran los de: Augener (1906 y 1922), Treadwell (1941) que revisa a los poliquetos de la costa del Golfo de México y Centroamérica; Rioja (1946a, 1958 y 1960) que presenta una serie de "Estudios Anelidológicos" para las costas del Golfo abarcando a diferentes familias de esta zona de estudio. Hartman (1951, 1954) estudia a los poliquetos de la zona litoral del Golfo de México. Perkins y Savage (1975) realizan un listado faunístico de las especies registradas desde la Península de Florida hasta la región del Caribe. Uebelacker y Johnson (1984) realizan con otros poliquetólogos una revisión taxonómica extensa de las familias de poliquetos del Norte del Golfo de México. Todos los trabajos mencionados anteriormente, representan un valor taxonómico considerable en el estudio de los poliquetos, debido a que poseen claves de determinación a especie, descripciones taxonómicas e ilustraciones de los organismos.

El mayor número de trabajos realizados sobre este Filo en la parte Sur del Golfo de México (aguas mexicanas) se basa en el estudio de algunas lagunas costeras de nuestro territorio nacional. Estos trabajos poseen un enfoque ecológico y abarcan de manera general a la macrofauna béntica de estos lugares. Entre los estudios que presentan estas características se encuentran los realizados en la Laguna de Términos, sitio que ha sido ampliamente revisado en diferentes investigaciones y que se encuentra cercano a nuestra zona de estudio. Entre los trabajos que podemos mencionar tenemos los de: Carreño-López (1982); Escobar-Briones (1984) Hernández-Alcántara (1985), Solís-Weiss y Carreño-López (1986) y Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (1987). Existen trabajos que abarcan aspectos ecológicos y taxonómicos de la clase Polychaeta, entre los que se encuentran los de Rioja (1946b), Marrón-Aguilar (1976), Ibañez-Aguirre (1983), Reveles-González (1983), Ibañez-Aguirre y Solís-Weiss (1986) y el de Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (1991). También existen otros estudios ecológicos de poliquetos realizados por: García-Izquierdo (1988) en la Laguna de Mecocacán en el estado de Tabasco y el de Nava-Montes (1989) en la Laguna de Tamiahua localizada en el estado de Veracruz. En este mismo estado Moreno-Rivera (1986), describe a algunas especies de poliquetos, así como la relación que guardan con el tipo de sedimento en el sistema estuarino de Tecolutla. Por otro lado, Hernández de Santillana y May-Alfaro (1990) revisan a la comunidad de macroinvertebrados del estero de Yucalpetén en el estado de Yucatán.

En las playas de la plataforma continental del Sur del Golfo de México existen trabajos que también poseen un enfoque ecológico, pero que se refieren al conocimiento de la macrofauna béntica intermareal. Estas investigaciones relacionan la distribución de los organismos bénticos con la granulometría de los sedimentos en la zona de estudio. Los trabajos citados corresponden a Parra (1974), Méndez-Ubach (1983), Chinolla-Rey (1984), Méndez-Ubach *et al.*, (1986) y Méndez-Ubach y Solís-Weiss (1987). Todos estos trabajos fueron realizados en las playas del estado de Veracruz. Existe también la investigación realizada por Arriaga-Becerra (1985) que se enfoca al estudio de algunas playas del estado de Quintana Roo.

Los trabajos poliquetológicos realizados en la plataforma continental mexicana del Golfo de México (parte mexicana), son en su mayoría de origen taxonómico, ofreciéndose a continuación un listado de las investigaciones que se refieren a las familias de este trabajo: Rioja, en sus estudios anelidológicos (1946b y 1947), realiza una investigación de la familia Nereididae; Foster (1969, 1971a y b) realiza diferentes trabajos de las especies de espiónidos que se localizan en el Golfo de México y Mar Caribe, resaltando de estas in-

vestigaciones la publicada en 1969, donde ofrece la descripción de 27 especies y la primera discusión del género *Prionospio*. Tenemos también el trabajo de Horta-Puga (1982) que realiza una descripción taxonómica de los poliquetos localizados en el arrecife de Isla Verde en las costas del estado de Veracruz.

Al enfocarnos a nuestra zona de estudio, descubrimos que existe un reducido número de estudios relacionados con las comunidades de poliquetos, encontrándose la siguiente bibliografía sobre el tema: González-Macías (1989) con un trabajo efectuado sobre la comunidad béntica asociada a un afloramiento natural de hidrocarburos. La tesis de maestría realizada por Ortiz-Hernández (1990) que analiza la relación entre la diversidad y abundancia de las especies de poliquetos determinadas en su estudio con los valores de hidrocarburos, materia orgánica y granulometría de la zona de plataformas petroleras de la Sonda de Campeche. En la tesis profesional de Granados-Barba (1991) se estudia al orden Eunicida de la zona de nuestro trabajo. También se ha realizado el Primer Informe Técnico del Proyecto de Investigación: Dinámica Oceánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción Sur del Golfo de México. En este estudio se presentan resultados preliminares de la primera parte de los muestreos realizados en la zona y se ofrece un listado de las familias determinadas en los diferentes muestreos (Solís-Weiss *et al.*, 1991). Existen además otros trabajos que fueron presentados recientemente en el XI Congreso Nacional de Zoología y que tienen como finalidad relacionar la distribución y abundancia de las familias de Anélidos Poliquetos en la Plataforma Continental de la zona de estudio Miranda-Vázquez *et al.*, (1991), Rodríguez-Villanueva *et al.*, (1991) y Granados-Barba *et al.*, (en prensa). En la misma área de estudio López-Granados *et al.*, (1991) presentan un trabajo sobre el comportamiento ecológico de la familia Spionidae en el Sureste del Golfo de México. Ochoa-Rivera *et al.*, (1991) trabajan con poliquetos arrecifales localizados en esta zona de trabajo.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México es un cuerpo de agua parcialmente encerrado que se extiende desde la Bahía de Florida en Estados Unidos, hasta Cabo Catoche en el Noreste de la Península de Yucatán, México; abarca una superficie cercana a los dos millones de kilómetros cuadrados con una capacidad de veinte millones de kilómetros cúbicos (Salas de León *et al.*, 1991) en los cuales predominan zonas de procesos tropicales y subtropicales.

El Golfo de México ha sido dividido en tres zonas geológicas de interés especial: en el Norte se localiza la plataforma continental de la Península de Florida; en el centro la plataforma continental influenciada por el delta del Río Mississippi y en el Sur la Sonda de Campeche. Estas zonas geológicas se destacan por su configuración fisiográfica (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). Las tres regiones poseen importantes recursos pesqueros de crustáceos, moluscos y peces, perteneciendo al Suroeste del Golfo de México el 33% de la producción pesquera nacional (Sánchez-Martínez y Soto-González, 1987).

La zona de estudio de este trabajo se localiza en la Sonda o Banco de Campeche sobre la plataforma continental de esta bahía y frente a la Laguna de Términos (Fig. 4), entre 18° 15.2' de latitud Norte y 94° 11.4' de longitud Oeste y 20° 11.5' de latitud Norte y 91° 32.8' de longitud Oeste, entre el Río Grijalva en el estado de Tabasco y el Río Champotón en el estado de Campeche; recibe el área de estudio la influencia de estos ríos, así como del complejo Usumacinta que constituye el sistema de ríos más grande que desembocan en la zona (alrededor de 5, 941.933 kilómetros cúbicos en promedio al año), así como el Río Grijalva (que drena alrededor de 50 000 kilómetros cúbicos al año) y el Río Champotón (40.781 kilómetros cúbicos al año) (Yáñez-Correa, 1969). La zona de estudio se caracteriza como un sistema deltaico con un considerable aporte de terrígenos con materia orgánica (Sánchez-Martínez y Soto-González, 1987).

En la Laguna de Términos y áreas adyacentes, el clima predominante es Amw, es decir, cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981), con

condiciones climatológicas bien definidas en la Sonda, donde la época de nortes abarca de noviembre a febrero, la época de secas de marzo a mayo y la de lluvias de junio a octubre (Pemex, 1985). La variación térmica anual de toda el área está regida por las condiciones meteorológicas de la región, ya que durante la época de lluvias conocidas como "Nortes" la temperatura del agua superficial llega a descender hasta los 25 °C, con una oscilación térmica anual del agua entre 25 y 29 °C (Soberón-Chávez, 1985). La salinidad al igual que la temperatura varía muy poco anualmente. Los valores de este parámetro en las masas de agua de fondo se encuentran entre 36.6 a 37 ‰ (Soberón-Chávez, 1985).



Figura 4. Area de estudio.

La Sonda de Campeche está caracterizada por dos sistemas de corrientes bien definidas: La Corriente de Lazo que se encuentra al Este y que es formada por la corriente que entra por el Canal de Yucatán y que sale por el Estrecho de Florida. Además, la zona de estudio se caracteriza por giros ciclónicos pequeños que se desplazan hacia el Oeste. Estos sistemas son periódicamente modificados por el paso de tormentas tropicales y huracanes que penetran en el Golfo y que se forman en latitudes más bajas (Salas de León *et al.*, 1991).

Desde el punto de vista geológico, la zona presenta interés especial por la variedad de procesos de sedimentación que forman la región de transición entre los sedimentos carbonatados de origen biogénico de la plataforma de Yucatán y los sedimentos terrígenos de origen fluvial de los Ríos Grijalva-Usumacinta que se encuentran al Oeste del Golfo de México (Aguayo-Carmargo, *et al.*, 1991). La zona de transición es una franja angosta de mezcla que mide aproximadamente 40 kilómetros y que se encuentra frente a la Laguna de Términos (Soberón-Chávez, 1985).

Por otra parte, la plataforma continental de esta bahía ha sido explorada sísmológicamente, encontrándose un importante complejo de campos productores de petróleo con yacimientos formados de rocas de gran espesor y porosidad (Pemex, 1985); gracias a la información obtenida de éstos estudios se han llegado a comprender procesos geológicos ocurridos hace 150 millones de años, donde la erosión, arrastre y sedimentación formaron una plataforma con terrazas y cañadas en las partes altas y con abanicos y montículos en sus taludes y partes bajas, creando en conjunto características propicias para la acumulación de hidrocarburos (Pemex, 1985). La Sonda de Campeche es en la actualidad una de las provincias petroleras más importantes del mundo, habiéndose perforado hasta la fecha 86 pozos productores de crudo ligero y pesado que están repartidos en un área de 700 kilómetros cuadrados (Fig. 5), en donde se localizan los siguientes campos petroleros: Akal, Nohoch, Abtrakum, Ixtoc, Ku, Chuc, Pal, Pich y Yum (Pemex, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación forma parte del proyecto institucional: "Determinación del impacto ambiental provocado por las actividades de extracción petrolera en la Sonda de Campeche a través de estudios biológicos, geoquímicos y sedimentológicos", (IMCA), durante el cual se trabajó a bordo del Buque Oceanográfico "Justo Sierra" de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En las Campañas Oceanográficas IMCA I y II se realizaron un total de 103 estaciones de muestreo para la captura de organismos bénticos, eligiéndose estas estaciones con un plan de derrotero elaborado para cubrir zonas de colecta en áreas influenciadas por las plataformas petroleras (Fig. 5), así como profundidades específicas (15, 30, 50 y 100 metros). En el muestreo se utilizaron dragas Van Veen y Smith McIntyre para obtener un volumen de sedimento de 40 litros, siendo la dimensión de la muestra el resultado de relacionar el más bajo esfuerzo requerido y la necesidad de operar con números satisfactorios desde el punto de vista del método estadístico utilizado (Hernández-Alcántara, com. pers.).

Los cruceros se realizaron en dos de las épocas climáticas de la región, como sigue:

- Campaña Oceanográfica IMCA I. Efectuada del 4 al 12 de marzo de 1988, durante la época de secas, cubriéndose una red de 46 estaciones (Fig. 6a).

- Campaña Oceanográfica IMCA II. Realizada del 19 al 29 de septiembre de 1988 en lo que se considera la época de lluvias, con un muestreo de 57 estaciones (Fig. 6b).

En cada estación de muestreo se efectuó la medición de algunos de los parámetros físicos y químicos presentes en la zona de estudio. Los registros de temperatura y salinidad se obtuvieron con una sonda C.T.D. Niels Brown. La profundidad de cada localidad se registró con una ecosonda Simrad EK 400. El posicionamiento de todos los muestreos se efectuó mediante el uso del navegador por satélite.

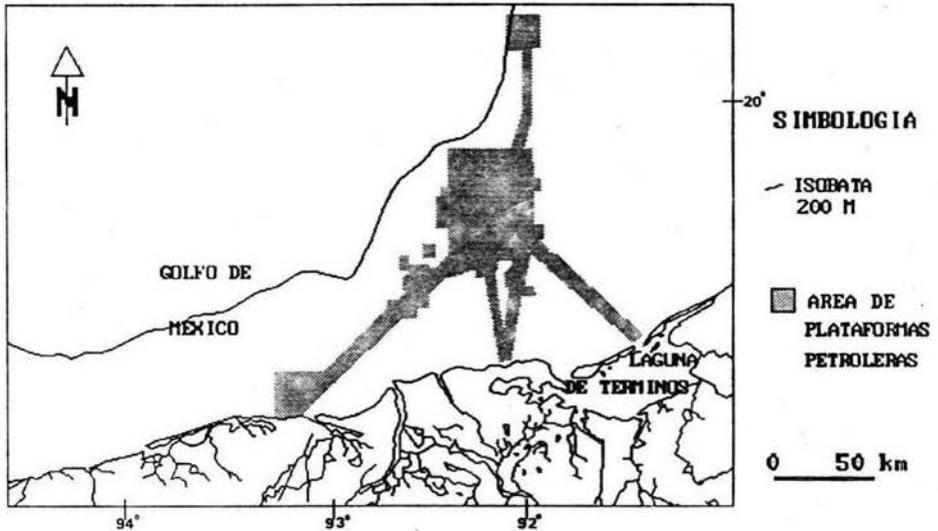


Figura 5. Zona de plataformas petroleras de la Sonda de Campeche.

MANEJO DE LAS CAPTURAS DE ORGANISMOS BÉNTICOS

Las muestras obtenidas fueron procesadas lavando y filtrando el sedimento a través de tamices metálicos con una abertura de malla de 0.5 y 1 mm para capturar a la macrofauna presente; una vez realizada la filtración, el material retenido se colocó en bolsas de plástico debidamente etiquetadas con formol al 10 %. En el laboratorio las muestras recolectadas se lavaron con agua corriente para eliminar el formol y realizar la separación de los organismos a nivel taxonómico de Filo. Los organismos encontrados se colocaron en frascos de vidrio con alcohol etílico diluido al 70 % y se etiquetaron con los datos de la colecta para cada estación. Es importante mencionar que durante el crucero IMCA I esta separación se realizó a bordo del buque oceanográfico.

A continuación, estos organismos fueron determinados hasta el nivel taxonómico de familia con ayuda de las claves dicotómicas de Fauchald (1977) y Salazar-Vallejo *et al.*, (1989); estas claves se basan en la revisión de características morfológicas externas, como son los apéndices localizados en el prosomio, tales como antenas, cirros y palpos, a los cuales se les observa su

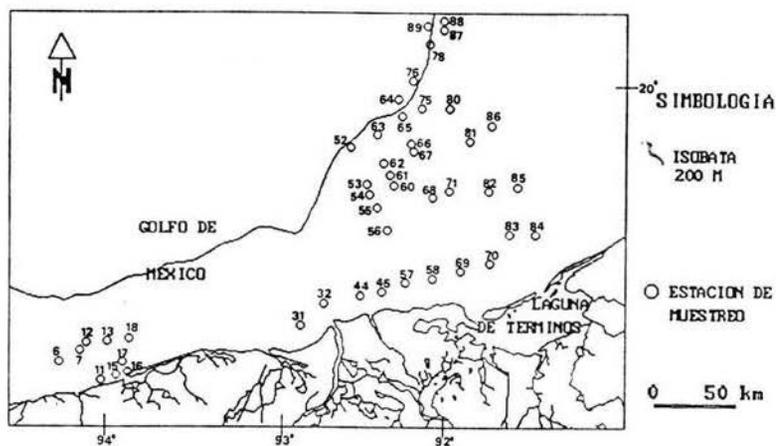


Figura 6a. Estaciones de muestreo del crucero IMCA I.

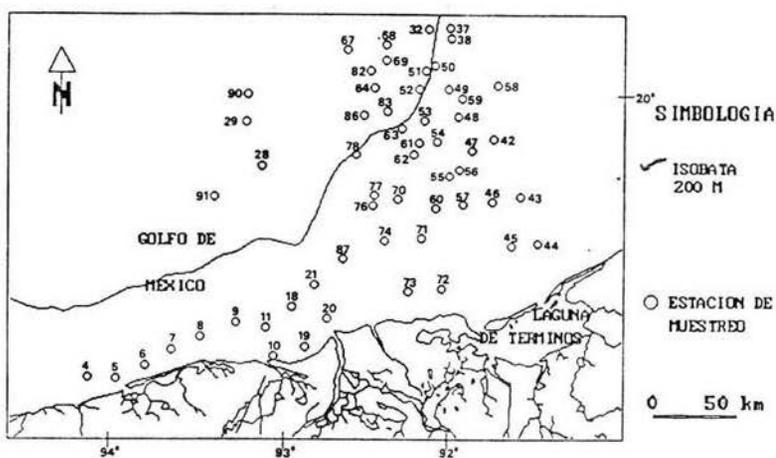


Figura 6b. Estaciones de muestreo del crucero IMCA II.

posición y número (Fig. 2b). Otra característica taxonómica en los organismos es la forma de los parapodios, que en algunas familias sirven para diferenciar tórax y abdomen. Los individuos determinados se colocaron en frascos viales con alcohol al 70 %, junto con los datos de la estación y la familia a la que pertenecen.

Realizada la determinación anterior, se eligieron las muestras que contenían a las familias Spionidae, Nephtyidae y Nereididae, que fueron determinadas hasta el nivel taxonómico de especie. Con este fin se realizó una observación más detallada de las estructuras morfológicas correspondientes: parapodios, lóbulos, cirros, branquias y setas (Fig. 2a); estructuras prostomiales (Figs. 2b y c), antenas, cirros, palpos y ojos, así como aparatos mandibulares cuando fué necesario, analizando la presencia y distribución de mandíbulas, papilas y paragnatos. A continuación se menciona la literatura especializada utilizada durante la revisión de los organismos:

Spionidae: Foster (1971a), Light (1977, 1978), Fauchald (1977), Blake y Kudenov (1978), Hutchings y Turvey (1984), Maciolek (1984a) y Johnson (1984).

Nereididae: Ehlers (1887), Fauvel (1923), Rioja (1946a y b), Reish (1957), Day (1967), Hartman (1968), Pettibone (1971), Perkins y Savage (1975), Gardiner (1976), Fauchald (1977), Harper (1979), Hutchings y Turvey (1982) y Taylor (1984b).

Nephtyidae: Hartman (1938 y 1950), Day (1967), Gardiner (1976), Taylor (1984a).

Realizada la determinación, las especies fueron incorporadas a la Colección de Referencia de Poliquetos en el Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM).

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO

En cada estación de colecta se tomaron muestras sedimentológicas con el fin de relacionar este parámetro con la distribución de especies.

Dentro de los análisis realizados al sedimento se encuentra el denominado análisis granulométrico, que atiende al tamaño o diámetro que presentan las partículas en la muestra. Esta prueba fué realizada por el personal del Labo-

ratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, empleándose la técnica de tamizado en seco. Este es un procedimiento mecánico por el cual las partículas del tamaño de arenas y gravas de una muestra, son convenientemente separadas en diferentes clases o grados de tamaño por una serie de tamices sobrepuestos de manera decreciente, de tal forma que la medida de un menor tamaño se localiza en el fondo (Doyle y Feldhausen, 1981). Posteriormente se obtuvo el porcentaje de la fracción gruesa (arena y grava) y de la fracción fina (limo + arcilla); (Márquez-García y Morales de la Garza, 1984).

El personal del Laboratorio de Química Marina y Contaminación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología realizó la cuantificación de metales pesados a través del método propuesto por Loring y Rantala (1977), donde la extracción se realiza en bombas de digestión ácida bajo condiciones de alta temperatura y presión, produciéndose la recuperación y cuantificación de los metales en los sedimentos.

Para determinar la concentración de materia orgánica se utilizó el método de titulación indicado por Walkley y Black (1934) y modificado posteriormente por Jackson (1958).

Una referencia más extensa de las técnicas sedimentológicas y químicas mencionadas anteriormente se pueden consultar en el Anexo.

ANÁLISIS ECOLÓGICO DE LA COMUNIDAD

Para un manejo sencillo de la información se elaboraron tablas con los datos físicos, químicos y sedimentológicos de cada crucero. Asimismo se incluyen tablas por crucero donde se consideran a las especies determinadas, su abundancia por estación y frecuencia de aparición.

DIVISIÓN BATIMÉTRICA

El área de estudio se dividió batimétricamente con la finalidad de comparar las diferentes zonas de muestreo y observar su comportamiento. La división se basa en lo propuesto por Sánchez-Martínez y Soto-González (1987) que al estudiar a la plataforma continental de la Sonda de Campeche la dividen en tres zonas (Figs. 7a y b):

a) Somera (10 a 50 m): esta zona se caracteriza por su cercanía a la costa y la presencia de aguas turbias debido a la descarga de los ríos que drenan la zona. Los sedimentos son predominantemente areno-lodosos, con un regular contenido de materia orgánica.

IMCA I:

6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 31, 32, 44, 45, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 67, 68, 69, 70, 71, 82, 83, 84, 85 y 86.

IMCA II:

4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 19, 20, 21, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 70, 71, 72, 73, 74, 82, 83, 86 y 87.

b) Media (de 51 a 100 m): se caracteriza por contener a la zona de plataformas petroleras, tiene la presencia de aguas claras y sedimentos lodosos con elevados contenidos de materia orgánica.

IMCA I:

53, 54, 61, 62, 65, 66, 75, 80, 81, 87 y 88.

IMCA II:

32, 37, 38, 48, 53, 54, 61, 62, 69, 76 y 77.

c) Profunda (de 100 m en adelante): esta zona se encuentra alejada de la costa y fuera de la descarga de aguas continentales. Se caracteriza por ser típicamente marina, con presencia de aguas claras. El sedimento es lodoso con bajos contenidos de materia orgánica.

IMCA I:

52, 63, 64, 76, 78 y 89.

IMCA II:

28, 29, 49, 50, 51, 52, 63, 64, 67, 68, 78, 90 y 91.

Durante el crucero oceanográfico IMCA II se muestrearon tres estaciones (82, 83 y 86), situadas en la vecindad de algunos Cayos Arrecifales, por lo que a pesar de estar ubicadas después de la isobata de 200 m, registran profundidades someras (12-28 m).

ABUNDANCIA

La abundancia de los organismos se presenta en términos de densidad. Anteriormente se había mencionado que el volumen de sedimento necesario para tener una muestra representativa de poliquetos es de 40 litros; sin embargo, durante la colecta no siempre se puede dragar este volumen, ya sea

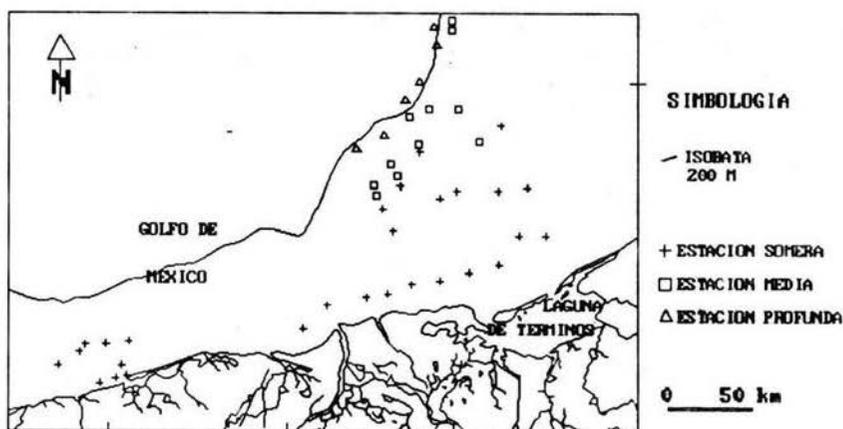


Figura 7a. Distribución batimétrica de las estaciones de muestreo del crucero IMCA I.

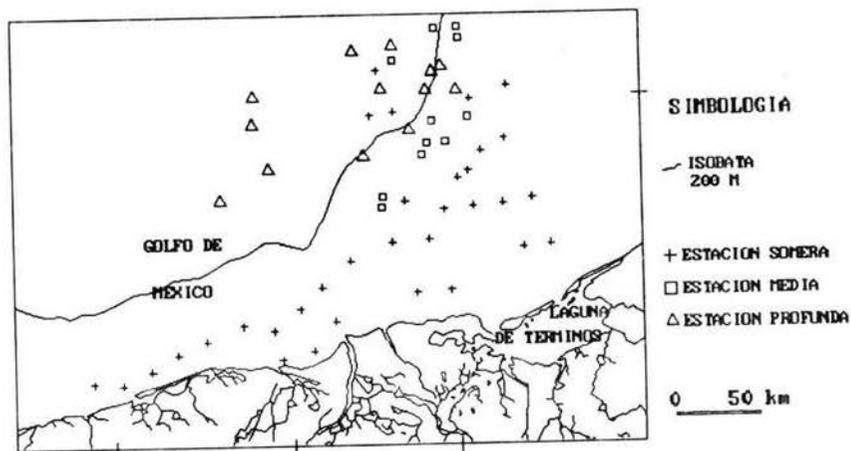


Figura 7b. Distribución batimétrica de las estaciones de muestreo del crucero IMCA II.

por el tipo de sedimento que en ocasiones por su dureza impide la penetración de la draga, por el tiempo establecido para la realización de cada estación o por condiciones climáticas adversas que no permiten un muestreo adecuado. Por ello, con fines comparativos es necesario estandarizar las abundancias con ayuda de la densidad, definida como el número de individuos por unidad de volumen (Krebs, 1978), en este caso número de organismos por litro.

DIVERSIDAD

La diversidad se consideró para comparar entre las diferentes zonas del muestreo (somera, media y profunda). Para esta función se utilizó el Índice de Shannon y Wiener, que combina dos componentes de la diversidad: 1) la riqueza, que se basa en el número total de especies, y 2) la uniformidad, que se basa en la distribución de individuos en las diversas especies (Krebs, 1978 y Odum, 1972) según la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^n (n_i/n) \log_2 (n_i/n)$$

H' = índice de diversidad de la especie.

n_i = número de organismos de la especie "i".

n = número total de organismos.

En esta función un mayor número de especies hace que aumente el Índice de Diversidad; también una distribución uniforme entre las especies ocasiona que aumente el valor del Índice (Krebs, 1978), adicionalmente es uno de los mejores para efectuar comparaciones cuando no se tiene interés en separar componentes de la Diversidad.

ÍNDICE DE MORISITA

Es una medida de similaridad entre dos comunidades o subcomunidades (Brower y Zar, 1977), está basado en el Índice de Dominancia de Simpson " Ω ", del que obtenemos la probabilidad de que dos organismos elegidos al azar de la misma comunidad sean de la misma especie:

$$\Omega_i = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N_i} \frac{(X_i - 1)}{(N_i - 1)}$$

La fórmula anterior es el Índice de Dominancia para la comunidad 1, donde:

X_i = Número de organismos en la especie i en la comunidad 1.
 N = Número total de organismos en la comunidad 1 ($N_1 = X_i$).

De la misma manera:

$$\Omega_2 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N_2} \frac{(Y_i - 1)}{(N_2 - 1)}$$

Ω_2 = Índice de Dominancia de Simpson.
 Y_i = Número de organismos en la especie i en la comunidad 2.
 $N_2 = Y_i$, número total de organismos en la comunidad 2.

El Índice de Morisita para la similaridad de una comunidad, también llamado Índice de Morisita de Sobrelapado se representa con la fórmula:

$$I_M = \frac{2 \sum_{i=1}^n X_i Y_i}{(\Omega_1 + \Omega_2) N_1 N_2}$$

El rango de este Índice es desde 0 (comunidades no similares) hasta aproximadamente 1.0 (comunidades similares).

ÍNDICE DE SIMILITUD

Con la finalidad de conocer el grado de afinidad de especies entre las distintas zonas de colecta, se utilizó el Índice de Similitud propuesto por Sorensen (Krebs, 1978), que se basa en la presencia o ausencia de especies:

$$\text{Índice de Similitud} = \frac{2 C}{A + B}$$

A y B = Número de especies de cada zona de estudio.

C = Número de especies que se encuentran presentes en ambas zonas de estudio.

FRECUENCIA

La frecuencia (**F**) de aparición se consideró como la relación porcentual del número (**N**) de estaciones de muestreo en que apareció una especie determinada, con respecto al total (**t**) de estaciones de cada crucero (Krebs, 1978):

$$F = \left(\frac{N}{t}\right) 100$$

IMPORTANCIA RELATIVA DE ESPECIES

Para conocer el comportamiento de la abundancia de organismos con respecto a la diversidad de especies, se utilizó La Curva Relativa de Abundancia, también llamada Curva de Importancia de Especies (Krebs, 1978), en la cual se grafican a las especies en secuencia desde 1 a *s*, donde "*s*" es el número de especies consideradas en total. La especie más abundante recibe el rango número uno, la segunda especie con mayor abundancia recibe el rango número dos y así sucesivamente hasta graficar a la especie con menor abundancia. En esta gráfica es posible colocar a especies que tuvieron un gran número de individuos. Un ejemplo de esta gráfica se observa en la Figura 8, que nos muestra dos diferentes tipos de curva que pueden resultar de acuerdo a la comunidad estudiada.

Una comunidad con un alto grado de diversidad y una abundancia semejante en cada una de las especies tiende a comportarse como la curva denominada "*a*" que es característica de comunidades donde existe una alta diversidad y una baja dominancia (como los arrecifes de coral). La curva "*b*" se encuentra en contraposición con la anterior, debido a que existe una cantidad mínima de especies con una abundancia notable, como es el caso de comunidades en que dominan pocas especies (por ejemplo ecosistemas contaminados).

ESPECIES DOMINANTES

Para determinar la importancia relativa de cada especie se consideraron dos variables ecológicas importantes, que son las que ayudan a determinar a las especies dominantes de los muestreos realizados:

- a) Densidad numérica.
- b) Frecuencia de aparición.

Ambas variables se relacionan utilizando el Test de Asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1979) donde se grafican a ambas variables en un plano cartesiano dividido en cuatro cuadrantes, denominados I, II, III, IV (Figs. 12a y b). De acuerdo al acomodo que sufran las especies dentro de la gráfica se explica su papel ecológico dentro de la comunidad:

- Cuadrante I: Especies dominantes.
- Cuadrante II: Especies ocasionales.
- Cuadrante III: Especies raras.
- Cuadrante IV: Especies constantes.

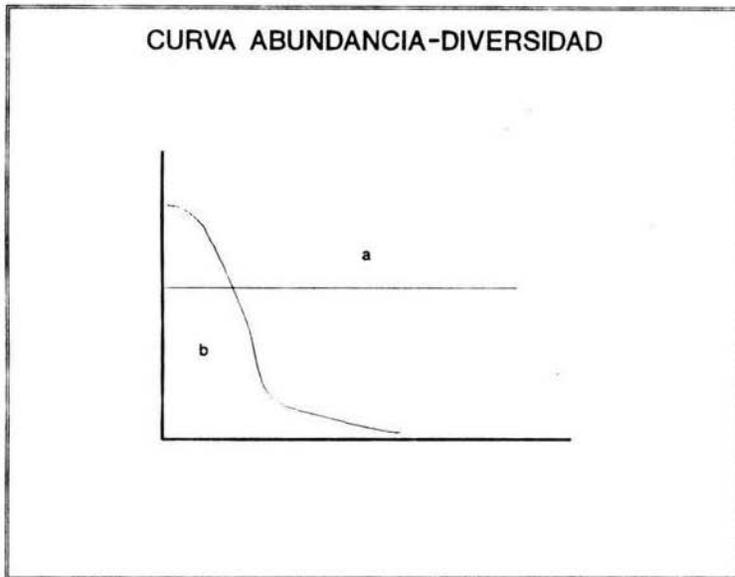


Figura 8 Curva Teórica de la relación Abundancia - Diversidad:
 a) representa una comunidad diversificada, sin especies dominantes.
 b) representa una comunidad dominada por unas cuantas especies.

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN

Para establecer el grado de relación entre los parámetros físicos y químicos con la densidad de la comunidad de especies en general y con las especies dominantes se aplicó el análisis estadístico de correlación.

Esta relación se expresa mediante el coeficiente (r) que puede tomar valores desde -1 hasta +1. El coeficiente 1 (signo positivo o negativo) representa una correlación perfecta directa o inversamente proporcional entre dos variables. En cambio, un coeficiente de cero sugiere una falta completa de correlación (Scheffler, 1981).

La fórmula que se utilizó para obtener la correlación fue:

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X^2 \sum Y^2 / N)}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / N)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N)}}$$

en donde "X" y "Y" son las variables que se desean correlacionar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PARÁMETROS AMBIENTALES

Existe en la naturaleza una gran variedad de factores físicos y químicos que actúan como limitantes en la distribución de especies biológicas. La temperatura, salinidad, luz y profundidad se consideran como las principales barreras ecológicas que se oponen a la distribución de los organismos marinos (Odum, 1972). Sin embargo, cuando se estudia los animales benthicos, se puede hablar de dos factores adicionales que influyen notablemente en la distribución de las especies que conforman a estas comunidades: el tipo de sedimento y el contenido de materia orgánica (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1987). La influencia de la composición del sustrato sobre la distribución de los organismos es fundamental puesto que por definición la fauna benthica vive en estrecha relación con el sedimento.

En el presente estudio hablaremos de cada uno de estos factores en la zona de trabajo, así como de su relación con algunas de las especies determinadas.

TEMPERATURA

Es uno de los factores principales que limitan la distribución de los animales. Suele actuar en cualquier etapa del ciclo vital y afectar las funciones de supervivencia, reproducción y desarrollo de cualquier organismo (Krebs, 1978) en especial, cuando la temperatura del cuerpo sigue aproximadamente a la temperatura del ambiente (animales poiquilotermos)

En la zona de estudio los valores más bajos se encuentran en las estaciones de la zona profunda (Tabla 1), correspondiendo a la estación 29 del crucero IMCA II la menor temperatura de todo el muestreo con un registro de 5.13 °C a los 980.5 m de profundidad (Tabla 3).

TABLA I
INTERVALOS DE PROFUNDIDAD Y TEMPERATURA
POR ZONA PARA AMBOS CRUCEROS

ZONAS	PROFUNDIDAD m		TEMPERATURA °C	
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
SOMERA	11.7	49.65	21.71	28.22
MEDIA	66.44	102.65	19.97	24.44
PROFUNDA	113.10	980.65	5.13	20.49

Los valores más altos se encuentran en la zona somera de ambos cruceros (Tabla 1), correspondiendo a la estación 45 del IMCA II el valor de 28.22 °C (Tabla 3). Las estaciones que se localizan frente a la Laguna de Términos, se caracterizan por presentar los valores más elevados de temperatura en ambos muestreos. En esta zona se encuentran las profundidades más someras de todo el muestreo. Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) registraron valores similares en esa zona durante la misma época del año.

Los valores de la temperatura son, en general, menores en la primera campaña oceanográfica, a la que le corresponde una media de 21.9 °C (Tabla 2). En la segunda campaña, en cambio, la media tiene un valor de 23.7 °C. Esta diferencia de casi 2 °C entre ambos cruceros, se atribuye a la diferencia de épocas climáticas en que se realizaron los muestreos. El IMCA I se realizó a finales del invierno y el IMCA II al término del verano.

PROFUNDIDAD

La profundidad limita a la distribución de los organismos al actuar como barrera ecológica en la dispersión de estos. En la zona de estudio las estaciones realizadas en el muestreo se encuentran en un intervalo de profundidad desde 11.2 m hasta 153 m en la plataforma continental. Además se realizaron 4 estaciones en zonas profundas (de 640 m a 980.6 m) y que corresponden a las estaciones 28, 29, 90 y 91 del crucero IMCA II.

El agua oceánica tiene una marcada tendencia a resistir pérdidas o ganancias de calor por breves períodos de tiempo (Weihaupt, 1984). Se observan cambios menos bruscos de temperatura en la parte marina de nuestro planeta que los que ocurren en las zonas continentales alejadas de la influencia marina (Margalef, 1974), esto es consecuencia del elevado calor específico de este líquido.

Sin embargo se ha establecido en condiciones de laboratorio que el agua marina que se encuentra en reposo total presenta un gradiente de temperatura, que disminuye conforme aumenta la profundidad, debido a la diferencia en la radiación absorbida por el agua que se encuentra a distintos niveles en la columna de líquido (Margalef, 1974). Este gradiente es más marcado

TABLA 2
PARÁMETROS FÍSICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES
DEL CRUCERO IMCA 1

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
6	18 23.0	94 11.6	41.450	22.170	36.306
7	18 26.5	94 04.9	37.700	22.210	36.332
11	18 17.9	93 58.2	22.750	21.710	35.200
12	18 29.1	94 03.3	43.200	22.200	36.314
13	18 29.3	93 56.7	40.750	22.430	36.352
15	18 18.6	93 52.5	13.650	23.870	34.889
16	18 19.7	93 49.0	16.250	23.490	34.836
17	18 22.2	93 49.7	26.500	22.070	35.351
18	18 29.8	93 49.5	36.600	22.730	36.314
31	18 34.2	92 52.3	15.600	22.960	36.341
32	18 41.8	92 44.8	13.300	23.150	36.457
44	18 44.3	92 32.7	12.650	23.680	36.502
45	18 46.8	92 25.5	12.500	24.470	37.026
52	19 31.6	92 34.5	154.800	14.210	35.840
53	19 19.1	92 29.6	91.200	20.730	36.420
54	19 16.1	92 28.2	71.700	22.310	36.560
55	19 11.9	92 24.3	49.650	23.120	36.713
56	19 5.7	92 23.3	31.550	23.890	36.882
57	18 49.0	92 16.3	12.200	24.830	36.989
58	18 50.4	92 06.9	12.340	24.660	37.193
59	19 11.0	92 14.4	25.500	23.980	36.914
60	19 19.0	92 20.3	45.650	23.210	36.721
61	19 22.7	92 21.2	67.000	22.740	36.630
62	19 26.7	92 22.8	99.400	21.220	36.440
63	19 38.8	92 26.3	149.650	14.580	35.890
64	19 46.9	92 20.4	146.800	16.100	36.120
65	19 40.8	92 18.1	93.700	20.240	36.380
66	19 32.4	92 14.5	73.150	22.150	36.550
67	19 25.3	92 11.2	47.750	22.230	36.724
68	19 15.3	92 07.1	25.650	23.940	36.868
69	18 52.7	91 58.0	17.350	23.870	34.889
70	18 54.3	91 47.2	14.500	24.720	37.207
71	19 17.1	91 53.4	26.500	24.090	36.892
75	19 44.3	92 11.9	87.300	21.020	36.450
76	19 52.4	92 14.7	147.400	15.690	36.050
78	20 02.2	92 08.8	138.100	16.480	36.200
80	19 43.8	92 1.6	79.000	22.010	36.550
81	19 33.8	91 55.1	52.200	22.910	36.661
82	19 18.2	91 49.2	27.300	24.070	36.884
83	19 04.3	91 42.1	11.250	24.520	37.060
84	19 04.5	91 33.0	12.450	24.440	37.088
85	19 19.3	91 39.5	28.150	24.070	36.923
86	19 38.0	91 48.3	45.950	23.090	36.704
87	20 08.4	92 03.7	75.700	22.080	36.590
88	20 10.2	92 06.8	95.650	19.970	36.450
89	20 09.9	92 09.8	143.200	15.490	36.060

TABLA 3
PARÁMETROS FÍSICOS REGISTRADOS EN LAS
ESTACIONES DEL CRUCERO IMCA II

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)
4	18 22.3	94 04.7	31.40	27.020	35.883
5	18 21.0	93 55.4	29.75	27.490	35.956
6	18 24.8	93 45.0	27.60	27.090	35.964
7	18 30.1	93 36.5	29.15	27.180	36.145
8	18 34.3	93 27.6	27.05	27.190	35.981
9	18 39.3	93 15.8	28.15	27.080	36.160
10	18 28.1	93 02.6	16.50	27.380	35.891
11	18 36.9	93 05.4	27.70	27.390	36.214
18	18 44.4	92 56.7	25.90	27.480	36.196
19	18 31.5	92 52.4	12.10	27.580	35.638
20	18 41.0	92 44.7	11.90	27.370	35.718
21	18 49.4	92 52.0	28.95	26.850	36.156
28	19 28.3	93 06.4	550.45	7.490	34.960
29	19 43.1	93 13.4	980.65	5.130	34.920
32	20 11.5	92 10.2	93.80	22.090	36.510
37	20 10.9	92 07.1	93.20	21.740	36.510
38	20 08.4	92 03.6	70.60	22.980	36.500
42	19 37.4	91 48.1	44.30	26.770	36.229
43	19 19.3	91 39.4	25.10	27.490	35.678
44	19 04.6	91 32.8	12.35	27.680	35.514
45	19 04.4	91 42.0	11.70	28.220	34.287
46	19 18.3	91 49.8	26.30	27.590	35.623
47	19 34.0	91 55.7	46.30	27.550	36.432
48	19 44.4	92 1.4	70.70	24.080	36.420
49	19 53.3	92 4.5	101.25	21.501	36.500
50	20 03.3	92 09.2	143.70	18.680	36.420
51	19 58.4	92 12.8	187.50	16.340	36.150
52	19 51.6	92 14.1	134.45	19.100	36.420
53	19 44.1	92 11.8	93.45	21.930	36.500
54	19 37.0	92 08.6	70.70	23.490	36.470
55	19 29.5	92 03.0	48.05	27.570	36.449
56	19 27.8	92 00.8	42.90	27.660	36.273
57	19 16.9	91 58.3	23.65	27.850	35.447
58	18 54.7	91 47.3	12.65	27.890	35.226
59	18 50.9	91 58.7	13.00	27.760	35.364
60	19 15.5	92 07.4	30.10	26.860	35.940
61	19 36.0	92 13.6	68.95	24.100	36.390
62	19 32.5	92 14.6	69.85	23.820	36.430
63	19 40.5	92 20.1	113.10	20.410	36.460
64	19 46.6	92 20.7	132.60	19.040	36.410
67	19 39.2	92 25.9	131.65	20.490	36.470
68	19 26.9	92 24.6	106.30	21.400	36.500
69	19 23.0	92 21.3	66.44	24.440	36.280
70	19 19.0	92 21.0	47.55	25.580	36.276
71	19 06.2	92 12.7	25.70	27.230	35.800
72	18 50.1	92 05.4	12.40	27.920	35.259
73	18 49.5	92 17.2	16.90	27.330	35.614
74	19 06.7	92 24.7	32.00	25.480	36.220
76	19 16.3	92 28.3	73.35	22.910	36.440
77	19 19.1	92 29.7	98.05	21.130	36.520
78	19 32.0	92 34.5	153.85	17.550	36.290
82	18 58.2	92 30.1	28.25	26.180	36.132
83	18 46.6	92 25.0	12.85	27.510	35.587
86	18 44.8	92 33.2	12.20	27.100	35.905
87	18 57.1	92 39.8	36.00	24.250	36.302
90	19 15.3	93 12.2	698.70	6.750	34.920
91	19 18.7	93 26.1	640.70	7.100	34.930

en aguas costeras debido a las partículas en suspensión que se presentan en estos lugares (Margalef, 1972).

SALINIDAD

Se conoce con el nombre de salinidad a la cantidad de sólidos disueltos que se encuentran en un kilogramo de agua de mar (Fraga, 1972). Esta concentración de sales es de vital importancia en los seres vivos, porque produce presión osmótica sobre las paredes de las células de los organismos que en ella viven: cada especie llega a prosperar en el medio líquido que tiene una presión osmótica a la cual está adaptada. La distribución de los organismos se ve limitada por su capacidad para soportar los cambios osmóticos producidos por las variaciones diarias y estacionales de la salinidad.

La mayoría de las características físicas y químicas del agua de mar dependen de la cantidad de sales en solución, y su conocimiento exacto es particularmente importante en oceanografía. En efecto, es uno de los factores que provoca el movimiento de la circulación marina (Fraga, 1972).

De acuerdo con los datos obtenidos (Tabla 2 y 3), se observa que en general no existe una variación significativa de la salinidad en ambos muestreos, registrándose el valor más bajo en la estación 45 del crucero IMCA II, en que se presenta un valor de 34.287 ‰ y con el registro más elevado en la estación 58 del primer muestreo con 37.193 ‰. En el primer crucero se registraron en general valores superiores de salinidad (con un valor medio de 36.441 ‰). Creemos que estos valores se relacionan con la época en que se realizó el muestreo (época de secas), que ocasiona disminución en la cantidad de agua que llega de los ríos y que influye en la distribución de la salinidad (Soberón-Chávez, 1985).

SEDIMENTOS

Se da el nombre de sedimento marino, a los depósitos de origen detrítico, químico u orgánico, que son el resultado de la destrucción mecánica o alteración química de las rocas, la precipitación de elementos disueltos en el agua o de la acumulación de materia orgánica en el mar (Margalef, 1972).

El interés por el conocimiento del fondo marino es de tipo geológico, oceanográfico y ecológico, debido a que el sedimento es parte fundamental en el establecimiento y desarrollo de poblaciones benthicas (Petzall, 1972).

TABLA 4
RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(EXPRESADO EN PORCENTAJES DE LODO, ARENA Y GRAVA)
Y CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EN LAS
ESTACIONES DEL CRUCERO IMCA 1

Estación	Lodo (%)	Areña (%)	Grava (%)	Tipo de sedimento	Carbono Org. (%)
6	1.42	95.62	2.96	Arenoso	0.10
7	1.03	81.73	17.24	Arena con grava	0.00
11	0.85	97.49	1.66	Arenoso	0.00
12	0.95	91.18	7.87	Arenoso	0.05
13	1.56	95.63	2.60	Arenoso	0.00
15	9.95	90.03	0.01	Arenoso	0.15
16	12.01	87.79	0.20	Areno-lodoso	0.08
17	75.16	24.76	0.03	Lodo-arenoso	0.64
18	1.80	87.40	10.80	Arena con grava	0.00
31	95.97	4.03	0.00	Lodoso	0.67
32	97.45	2.52	0.03	Lodoso	1.05
44	99.16	0.77	0.07	Lodoso	0.39
45	95.85	3.89	0.26	Lodoso	0.25
52	96.58	3.33	0.02	Lodoso	1.03
53	99.87	0.13	0.00	Lodoso	1.18
54	99.19	0.69	0.12	Lodoso	1.27
55	99.60	0.37	0.03	Lodoso	1.36
56	99.43	0.53	0.03	Lodoso	1.33
57	97.05	2.88	0.07	Lodoso	1.12
58	98.56	1.24	0.20	Lodoso	0.83
59	99.78	0.22	0.00	Lodoso	1.30
60	99.50	0.41	0.09	Lodoso	1.51
61	99.75	0.24	0.01	Lodoso	1.33
62	99.63	0.36	0.00	Lodoso	1.18
63	92.97	6.93	0.10	Lodoso	1.12
64	87.83	11.73	0.43	Lodo-arenoso	0.98
65	59.34	36.29	4.36	Lodo-arenoso	0.83
66	99.32	0.59	0.09	Lodoso	1.36
67	99.44	0.53	0.02	Lodoso	1.42
68	99.71	0.28	0.01	Lodoso	1.12
69	98.28	1.36	0.36	Lodoso	0.75
70	94.15	5.76	0.09	Lodoso	0.65
71	99.21	0.63	0.16	Lodoso	0.93
75	98.74	1.24	0.02	Lodoso	1.15
76	86.72	12.85	0.43	Lodo-arenoso	0.96
78	99.37	0.62	0.01	Lodoso	1.05
80	99.68	0.31	0.01	Lodoso	1.00
81	94.84	5.08	0.08	Lodoso	1.10
82	98.92	0.50	0.58	Lodoso	1.05
83	98.08	1.92	0.00	Lodoso	0.36
84	92.10	6.63	1.25	Lodoso	0.39
85	99.02	0.82	0.14	Lodoso	1.11
86	80.66	17.06	2.27	Lodo-arenoso	1.11
87	95.41	4.53	0.06	Lodoso	1.14
88	99.48	0.50	0.01	Lodoso	1.16
89	99.48	0.50	0.01	Lodoso	1.05

TABLA 5
RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(EXPRESADO EN PORCENTAJE DE LODO, ARENA Y GRAVA)
Y CONTENIDO DE CARBONO EN LAS ESTACIONES DE
MUESTREO DEL CRUCERO IMCA II

Estación	Lodo (%)	Arena (%)	Grava (%)	Tipo de sedimento (%)	Carbono Org. (%)
4	1.88	97.16	0.97	Arenoso	0.22
5	70.78	29.22	0.00	Lodo-arenoso	0.73
6	0.86	67.06	32.08	Arena con grava	0.06
7	82.44	17.55	0.01	Lodo-arenoso	0.12
8	1.30	86.76	11.94	Areno-lodoso	0.09
9	1.39	97.07	1.53	Arenoso	0.12
10	20.56	79.39	0.06	Arena-lodosa	0.26
11	1.64	75.11	0.00	Arena con grava	0.51
18	83.99	16.01	0.00	Lodo-arenoso	1.00
19	92.11	7.89	0.00	Lodoso	1.40
20	93.95	6.05	0.00	Lodoso	1.26
21	94.25	5.64	0.11	Lodoso	1.06
28	97.97	2.03	0.00	Lodoso	1.28
29	99.59	0.41	0.00	Lodoso	0.94
32	99.59	0.41	0.00	Lodoso	1.27
37	99.44	0.56	0.00	Lodoso	1.13
38	92.20	7.80	0.00	Lodoso	1.04
42	87.71	12.13	0.16	Lodo-arenoso	1.31
43	98.49	1.34	0.17	Lodoso	1.24
44	86.01	13.93	0.06	Lodo-arenoso	0.39
45	94.83	5.16	0.01	Lodoso	0.37
46	99.30	0.70	0.00	Lodoso	1.00
47	97.74	2.26	0.00	Lodoso	1.37
48	99.79	0.21	0.00	Lodoso	1.18
49	98.88	0.85	0.27	Lodoso	1.21
50	99.61	0.39	0.00	Lodoso	1.24
51	99.06	0.7	0.24	Lodoso	1.24
52	98.49	1.51	0.00	Lodoso	1.33
53	99.52	0.48	0.00	Lodoso	1.05
54	99.81	0.19	0.00	Lodoso	1.24
55	99.30	0.70	0.00	Lodoso	1.45
56	95.62	1.99	2.39	Lodoso	1.48
57	98.56	1.30	0.14	Lodoso	0.78
58	91.92	8.08	0.00	Lodoso	0.34
59	97.77	2.22	0.01	Lodoso	0.69
60	99.52	0.48	0.00	Lodoso	1.34
61	99.66	0.34	0.00	Lodoso	1.39
62	99.00	1.00	0.00	Lodoso	1.33
63	86.34	12.26	1.40	Lodo-arenoso	0.97
64	43.85	48.02	8.13	Areno-lodoso	0.67
67	92.41	7.47	0.12	Lodoso	1.12
68	99.53	0.47	0.00	Lodoso	0.93
69	99.79	0.21	0.00	Lodoso	1.12
70	99.53	0.47	0.00	Lodoso	1.27
71	99.01	0.91	0.08	Lodoso	1.60
72	98.15	1.85	0.00	Lodoso	1.04
73	96.91	3.04	0.05	Lodoso	0.76
74	99.53	0.47	0.00	Lodoso	0.20
76	99.93	0.07	0.00	Lodoso	1.51
77	99.41	0.59	0.00	Lodoso	1.66
78	99.58	0.42	0.00	Lodoso	1.15
82	98.32	1.65	0.03	Lodoso	1.32
83	97.56	2.40	0.04	Lodoso	1.21
86	99.27	0.73	0.00	Lodoso	1.26
87	99.12	0.88	0.00	Lodoso	1.10
90	99.50	0.50	0.00	Lodoso	1.40
91	98.49	1.51	0.00	Lodoso	1.26

Así bien, los resultados del análisis granulométrico, establecen en la zona de estudio cinco clases texturales que agrupan a todas las estaciones del muestreo:

- 1) **Arena con grava:** el porcentaje de arena se encuentra entre el 50% y 90%, mientras que el de grava se encuentra entre el 10% y el 50%, (ver Tablas 4 y 5).
- 2) **Arena:** el porcentaje de arena es mayor al 90%.
- 3) **Arena lodosa:** el porcentaje de arena se encuentra entre el 50% y el 90% y el de lodo entre el 10% y 50%.
- 4) **Lodo arenoso:** el porcentaje de lodo se encuentra entre el 50% y 90% y el de arena entre el 10% y el 50%.
- 5) **Lodo:** el contenido de lodo es superior al 90%.

Con el fin de conocer la clase textural predominante en la zona de muestreo, se obtuvo el porcentaje de estaciones que se presentaron con cada tipo de sedimento, obteniéndose la siguiente tabla:

TABLA 6
PORCENTAJE DE APARICIÓN DE CADA CLASE TEXTURAL
EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO

	IMCA I	IMCA II	AMBOS CRUCEROS
TIPO DE SEDIMENTO	%	%	%
Arena con grava	4.44	5.17	4.85
Arena	11.11	3.44	6.79
Arena lodosa	2.22	3.44	2.91
Lodo arenoso	11.11	10.34	10.67
Lodo	71.11	77.58	74.75

A la clase textural lodo le corresponde la mayoría de las estaciones muestreadas (74.5 %). Se refleja así el aporte de terrígenos provenientes del continente a través de la Laguna de Términos y del complejo Grijalva-Usumacinta (Aguayo-Camargo *et al.*, 1991).

Sin embargo, se observa que en la zona somera, localizada al Oeste, la extensión de lodo se encuentra con el resto de las clases texturales registradas, en donde predominan las estaciones arenosas y lodo-arenosas (Tablas 4 y 5). Esto se atribuye a que cerca de esta zona se encuentra la barrera de la Laguna Carmen y Machona formada por arenas y gravas.

En este lugar, los sedimentos forman dos grandes parches en la zona de estudio (Figs. 9a y b). El primero, localizado al Suroeste, compuesto principalmente de arenas y gravas; el segundo, localizado hacia la zona Este en donde se observa el predominio de sedimento lodoso. Se puede advertir que las estaciones situadas cerca de la Laguna de Carmen y Machona son aquellas donde prevalecen las arenas. Estos datos concuerdan con el comportamiento del diagrama de Hjulstrom (Krumbein y Sloss, 1963) que relaciona la erosión, el transporte y la depositación de partículas sedimentarias con su diámetro. Este diagrama explica un sistema que contiene diferentes tamaños de partículas, donde se depositan primero las que poseen un diámetro mayor, siendo este el caso de las arenas y gravas; en cambio las arcillas que poseen un tamaño menor pueden ser transportadas hacia aguas más profundas (Weihsaupt, 1984).

En los mapas sedimentológicos (Fig. 9a y b) existen zonas que no fueron muestreadas en el presente trabajo. Sin embargo, los registros de composición textural se obtuvieron del Primer Informe Técnico del Proyecto de Investigación Dinámica Oceánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción Sur del Golfo de México (Sofis-Weiss *et al.*, 1991).

MATERIA ORGÁNICA

Muchos de los organismos bénticos (a excepción de los autótrofos y cazadores) se alimentan del material suspendido o depositado en el fondo del mar, material que pueden clasificar internamente y así separar al material orgánico del inorgánico para poder alimentarse (Weihsaupt, 1984). La concentración de esta materia orgánica influye en la distribución de especies, ya que por ejemplo, aquellos animales que se alimentan de detritos o depósitos solo pueden vivir en sedimentos que contengan cierto porcentaje de carbono orgánico (Rodríguez, 1972).

En este sentido, la concentración de carbono orgánico se presenta en el sedimento para ambos cruceros en las Tablas 4 y 5. El valor más alto se presenta en la estación 77 de la campaña realizada en septiembre; sin embargo, el valor más bajo (0 %) se registra en las estaciones 7, 11, 13 y 18 del crucero realizado en marzo. En ambos muestreos las más bajas concentraciones de materia orgánica se localizan frente a las Lagunas de Carmen y Machona, lugar donde también prevalecen los sedimentos más gruesos. Se encontró una relación directa e inversamente proporcional entre el diámetro del sedimento y el porcentaje de materia orgánica. Lo anterior concuerda con lo registrado por Weihsaupt (1984) al notar que el tamaño (o diámetro) de grano también es importante en la conservación de la materia orgánica, ya que al

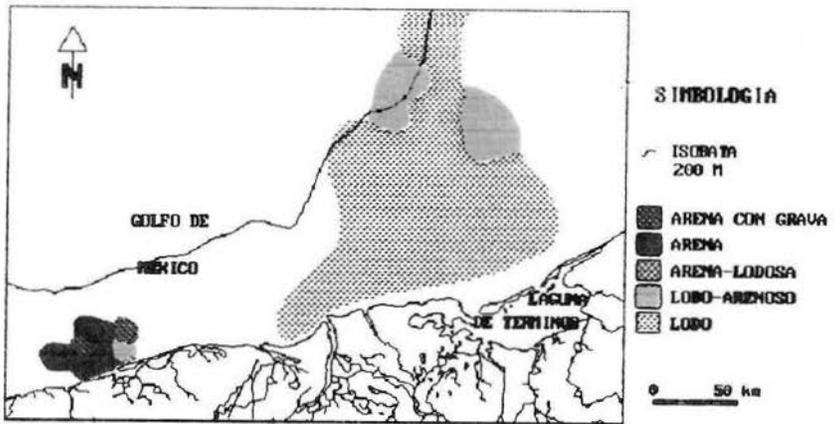


Figura 9a. Distribución sedimentológica en las estaciones del crucero IMCA I.

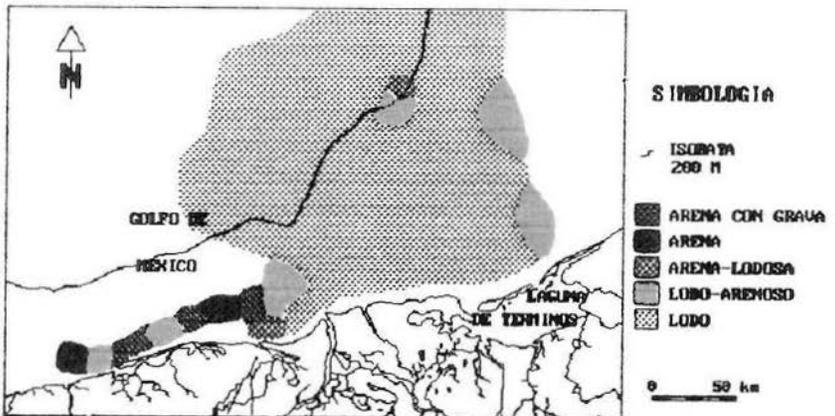


Figura 9b. Distribución sedimentológica en las estaciones de muestreo del crucero IMCA II.

ser cubierta por sedimento fino lo ayuda a protegerse de la oxidación (Weihaupt, 1984). En cambio, la zona donde se presentaron las mayores concentraciones de carbono orgánico se encuentra en la zona media que engloba a las plataformas petroleras de la Sonda de Campeche; creemos que estas influyen en la concentración del parámetro debido a que todos los desechos humanos que se forman en ellas van a dar directamente al mar (Solís-Weiss *et al*, 1991).

METALES PESADOS

Los metales traza son elementos que se encuentran en la hidrósfera en concentraciones del orden de microgramos por litro, permanecen en el ambiente de manera indefinida y generalmente tienen un peso específico mayor de 5, por lo que son conocidos también con el nombre de metales pesados (Álvarez-Rivera, 1983).

La presencia de metales traza tales como Mn, Fe, Cu y Zn en el medio acuático, es esencial para el desarrollo de la vida (Bryan, 1976); sin embargo, cuando su concentración en los organismos excede los valores requeridos por factores que van de 40 a 200 veces, se vuelven tóxicos.

La concentración de estos metales en el mar depende de dos fuentes: las litogénicas y las antropogénicas. Las últimas se introducen en los océanos a través de la atmósfera, los vientos y los ríos. Estos elementos pueden ser concentrados independientemente de su origen por los organismos marinos como por ejemplo los ostiones (Aquino de Vallejos, 1980) y por algunos poliquetos, como el nereido *Nereis diversicolor*.

La mayoría de los metales son bioacumulables en uno o más componentes de la cadena alimenticia marina y no pueden destruirse, pero, pueden llegar a formar sustancias orgánicas complejas y sumamente tóxicas, como el cloruro de metilmercurio responsable de la tragedia en la Bahía de Minamata (Aquino de Vallejos, 1980).

El orden de toxicidad de los metales pesados para los organismos marinos, es el siguiente: Hg, Ag, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, As, Cr, Sn, Fe, Mn, Al, Be y Li (Aquino de Vallejos, 1980). Los valores que se observan en la Tabla 7 representan las concentraciones naturales de estos elementos en el sedimento marino.

Los sedimentos representan el destino final de los metales disueltos y suspendidos en el océano, por lo que las concentraciones serán más elevadas en este medio que en el agua de mar. Asimismo, su estudio permite identificar áreas importantes de depósito de metales en los océanos (Rosales-Hoz y Mendez-Jaime, 1991).

Por esta razón se ha creado una tabla estándar mundial de las concentraciones básicas requeridas para decir que un sedimento no está contaminado. El estándar se encuentra elaborado en base a ciertos tipos de sedimentos (Tabla 7), ya que la concentración de metales traza depende del diámetro de partícula que tenga el lugar donde precipita.

De acuerdo con el orden de toxicidad descrito anteriormente, en el área de estudio se encontraron presentes los siguientes metales pesados: Cr, Fe, Mn, Ni, Zn, correspondiendo las mayores concentraciones a Mn, Cr y Ni, como indica la Tabla 8.

TABLA 7
CONCENTRACIÓN NATURAL DE ALGUNOS METALES PESADOS
EN SEDIMENTOS MARINOS, SEGÚN AQUINO DE VALLEJOS (1980);
FÖRSTNER Y WITTMANN (1982)

METAL	LIMO $\mu\text{g/g}$	ARCILLA $\mu\text{g/g}$
Cr	90	90
Fe	100	--
Mn	850	6700
Ni	68	225
Zn	95	165

Las concentraciones de metales en la zona de estudio (a excepción del Cr) presentan valores menores que los registrados en la tabla de valores estándar, por lo que la zona no se encuentra contaminada por metales pesados en el sedimento.

Las mayores concentraciones de Hierro y Zinc (Tabla 8) se encuentran en la zona costera, frente a los ríos Usumacinta y Grijalva, diluyéndose a partir de esta área y hacia mar adentro. Sucede de la misma manera con la concentración de Cr y Ni (Tabla 8), por lo que se cree que el origen de estos metales es principalmente de tipo continental, más que un aporte de las plataformas petroleras. Lo anterior está asociado al hecho de que las mayores

concentraciones se encuentran relacionadas con la cantidad de materia orgánica detectada en el área. Ello hace posible que la presencia de estos componentes se deba al aporte de los ríos (Rosales-Hoz y Méndez-Jaime, 1991). Es importante mencionar que a excepción del Cromo los metales hallados en la zona de estudio no sobrepasan los valores estándar de la Tabla 7.

TABLA 8
CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LAS
ESTACIONES DE MUESTREO DEL CRUCERO IMCA 1

Est.	Cr µg/g	Fe µg/g	Mn µg/g	Ni µg/g	Zn µg/g
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	42.0	5.0	352.0	5.1	7.0
11	28.5	1.3	324.0	2.0	27.3
12	9.4	2.5	162.0	2.0	6.4
13	26.0	6.2	142.0	1.3	15.0
15	188.0	32.0	611.0	25.0	75.5
16	110.0	48.4	731.0	44.0	93.0
17	104.0	31.3	373.0	37.0	92.0
18	15.0	7.7	159.0	1.3	12.5
31	339.0	24.5	748.0	156.0	83.5
32	328.0	35.4	825.0	189.0	105.0
44	232.0	24.6	737.0	165.0	91.0
45	242.0	28.1	814.0	145.0	93.0
52	172.5	27.7	671.0	91.0	115.0
53	169.0	27.7	726.0	102.0	107.5
54	188.0	24.2	693.0	138.0	104.0
55	207.0	26.0	726.0	155.0	95.5
56	180.0	18.1	594.0	115.0	84.0
57	131.0	11.1	561.0	92.0	61.5
58	133.5	3.4	495.0	71.0	41.5
59	153.0	5.6	484.0	94.0	63.5
60	204.0	20.8	726.0	150.0	90.0
61	220.0	25.5	781.0	149.0	100.0
62	196.0	26.1	847.0	154.0	103.0
63	177.0	22.8	671.0	128.0	98.0
64	156.5	22.7	649.0	124.0	96.0
65	158.0	9.6	759.0	120.0	92.5
66	196.0	26.7	781.0	163.0	96.7
67	187.0	20.8	646.0	155.0	87.0
68	168.0	10.8	517.0	93.0	52.5
69	147.0	6.9	229.0	52.0	26.5
70	169.0	7.3	251.0	96.0	41.5
71	205.5	20.8	913.0	138.0	91.5
75	163.0	21.1	986.0	129.0	87.5
76	182.0	24.8	781.0	151.0	101.0
78	236.0	24.0	858.0	167.0	94.5
80	190.0	17.6	605.0	134.0	73.5
81	134.0	5.0	251.0	98.0	50.0
82	80.0	5.7	144.0	34.0	13.0
83	101.0	5.9	133.0	29.0	18.0
84	120.0	10.3	215.0	113.0	41.0
85	247.0	19.9	660.0	125.0	61.2
86	134.0	8.4	517.0	152.0	58.0
87	153.0	12.3	616.0	147.0	80.0
88	215.0	17.1	704.0	145.0	102.0

ANÁLISIS FAUNÍSTICO

RIQUEZA ESPECÍFICA

Se registraron un total de 5,433 organismos en ambos cruceros; de estos, 709 fueron capturados en la campaña oceanográfica IMCA I y los 4,724 restantes durante el crucero oceanográfico IMCA II. De ambos cruceros 1,668 individuos (30.70%) corresponden a las familias aquí estudiadas y fueron escogidas por pertenecer a las más abundantes de todo el muestreo, distribuyéndose numéricamente de la siguiente manera:

TABLA 9
ABUNDANCIAS NUMÉRICAS CORRESPONDIENTES A CADA FAMILIA POR CRUCERO

CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA	TOTAL		
	IMCA I	IMCA II	TOTAL
FAMILIA	No. Ind.	No. Ind.	No. Ind.
Spionidae	51	790	841
Nephtyidae	65	532	597
Nereididae	12	218	230
Total	128	1540	1668

Los organismos determinados se encuentran representados por 21 géneros y 37 especies de las cuales:

- 17 especies corresponden a la familia Spionidae.
- 14 especies corresponden a la familia Nereididae.
- 6 especies corresponden a la familia Nephtyidae.

A continuación se presenta una lista de las especies identificadas para cada familia, asignando a cada especie un número consecutivo que servirá para localizarlas en las tablas de este trabajo. Se registran especies con la notación sp. A, sp. B, etc., que corresponden a especies así designadas por Maciolek (1985) para los espionidos, y por Taylor (1984b) para nereidos. Las especies indicadas con sp. 1, son las que no se pudieron determinar a nivel específico en este trabajo.

Familia Spionidae

En la Tabla 9 se observa que los espionidos son la familia de poliquetos que presentan la mayor abundancia en este trabajo, además poseen la riqueza específica más elevada de las tres familias, abarcando el 46.10 % de la abundancia numérica total (841 organismos) y el 50 % de las especies encontradas (18 especies). En la literatura se registra a estos organismos como uno de los grupos mejor representados en aguas del Golfo de México (Johnson, 1984). A continuación se presenta una lista de las especies encontradas dentro de esta familia:

- 1 *Dispio uncinata* Hartman, 1951.
- 2 *Laonice cirrata* (Sars, 1851).
- 3 *Malacoceros* sp. 1
- 4 *Malacoceros (Malacoceros) vanderhorsti* (Augener, 1927)
- 5 *Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901).
- 6 *Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata* Day, 1961.
- 7 *Prionospio (Minuspio) ligthi* Maciolek, 1985
- 8 *Prionospio (Minuspio) sp. A*
- 9 *Prionospio (Minuspio) sp. B*
- 10 *Prionospio (Prionospio) cristata* Foster, 1971.
- 11 *Prionospio (Prionospio) ehlersi* Fauvel, 1928.
- 12 *Prionospio (Prionospio) fallax* Soderstrom, 1921.
- 13 *Prionospio (Prionospio) steenstrupi* Malmgren, 1867.
- 14 *Pseudomalacoceros* sp. 1
- 15 *Scolecipis (Paraescolecipis) texana* Foster, 1971.
- 16 *Spiophanes bombyx* (Claparede, 1870).
- 17 *Spiophanes missionensis* Hartman, 1941.
- 18 *Spiophanes wigleyi* Pettibone, 1962.

A la familia Spionidae le corresponde también la especie con mayor abundancia de todo el muestreo *Paraprionospio pinnata*. Esta especie presentó 644 individuos que conforman más de la tercera parte de los organismos capturados (39 %). Otra característica que pertenece a esta especie es el aparecer en el 51.46 % de las estaciones muestreadas en ambos cruceros. Una particularidad de la familia es el poseer a una o dos especies dominando a la comunidad béntica de la infauna (Johnson, 1984). Lo anterior es apoyado por Miranda-Vázquez *et al.*, (1991) y Rodríguez-Villanueva, *et al.* (1991) que obtienen en la misma zona de muestreo a *Paraprionospio pinnata* como especie dominante en sus muestreos. Asimismo, material determinado en el proyecto "Dinámica oceánica y su relación con el deterioro ecológico en el Sur del Golfo de México" revela que una de las especies dominantes es *Paraprio-*

nospio pinnata. (Sóls-Weiss *et al.*, 1991). Sin embargo, Ortiz-Hernández (1990) que trabajó en la Sonda de Campeche registra a esta especie con abundancias muy bajas. La causa posiblemente sea el volumen de la muestra obtenida (250 g), que no fué adecuado para representar a toda la comunidad de poliquetos. Sin embargo, *Paraprionospio pinnata* fué una de las especies con mayor Dominancia Ecológica de su muestreo.

Familia Nereididae

Esta familia presenta las abundancias y frecuencias más bajas de todo el muestreo, con un valor de 16.38% en abundancia total (230 organismos). Esta familia tiene el 34.21% de la riqueza específica de ambos cruceros. En la zona de estudio se encuentra representada por las siguientes especies:

- 19 *Ceratonereis irritabilis* (Webster, 1879).
- 20 *Ceratonereis longicirrata* Perkins, 1980.
- 21 *Ceratonereis mirabilis* Kinberg, 1866.
- 22 *Ceratonereis* sp. A
- 23 *Ceratonereis* sp. B
- 24 *Eunereis* sp. I
- 25 *Kinberginereis* sp. I
- 26 *Leonnates* sp. I
- 27 *Neanthes micromma* Harper, 1979.
- 28 *Nereis grayi* Pettibone, 1956.
- 29 *Rullierinereis ca. mexicana* (Treadwell, 1942).
- 30 *Unanereis* sp. I
- 31 *Websterinereis tridentata* (Webster, 1880).

Familia Nephtyidae

La familia Nephtyidae presenta el 37.51% de abundancia total y el 15.78% de las especies encontradas, siendo la familia en que se obtuvo menor número de especies de este trabajo. Esto es debido a que tiene una menor riqueza específica a nivel mundial en comparación con las dos familias anteriores. Es de interés mencionar que la familia Nephtyidae tiene reconocidos cinco géneros en todo el mundo, siendo registrados por primera vez cuatro de ellos para una misma zona de muestreo en nuestro país.

Esta familia tuvo la aparición de *Nephtys incisa* en el 58.25% de las estaciones muestreadas en ambos cruceros, siendo esta especie la que tiene la mayor frecuencia de este trabajo.

Especies determinadas de la familia Nephtyidae:

32 *Aglaophamus verrilli* (Mc.Intosh, 1885).

33 *Inermonephtys inermis* (Ehlers, 1887).

34 *Micronephtys minuta* (Théel, 1879).

35 *Nephtys incisa* Malmgren, 1865.

36 *Nephtys simoni* Perkins, 1980.

37 *Nephtys squamosa* Ehlers, 1887.

PROBLEMAS TAXONÓMICOS

Existieron algunos problemas en la determinación a especies que se atribuyen a diferentes causas:

- 1) Las relacionadas con el estado de deterioro de los organismos.
- 2) Los individuos que presentaron un tamaño reducido que no permitió realizar las disecciones necesarias para la observación de estructuras morfológicas importantes en la determinación.
- 3) La presencia de organismos juveniles que no tienen todas las características morfológicas.
- 4) La ausencia de bibliografía especializada que impidió finalizar la determinación a nivel específico.
- 5) La presencia de organismos con características intermedias entre dos especies cercanas.

A continuación se presentan los problemas específicos que existieron en la determinación a especie.

SPIONIDAE

La especie *Prionospio (Minuspio) cirrifera* Wirén 1883, ha sido registrada en todo el mundo y una gran variabilidad morfológica se ha descrito en torno a ella. Esta confusión existe debido a que el nombre parece ser aplicado a cualquier *Prionospio* que tenga varios pares de branquias lisas. Maciolek (1985) realizó una amplia revisión de la especie, donde analizó material publicado anteriormente y del cual concluyó que un complejo de especies diferentes ha sido registrado bajo el nombre de *Prionospio (Minuspio) cirrifera*.

Maciolek (1985), al analizar a estos organismos los separó en diferentes especies en base a características muy específicas como son la forma y número

de branquias, el número de dientes que poseen los ganchos cubiertos, así como el setígero en el cual comienzan estos ganchos y las setas sable. Las características descritas anteriormente se encuentran localizadas dentro de ciertos rangos estrictos para la determinación a especie. Por ello, las especies denominadas *Prionospio (Minuspio) sp. A* y *Prionospio (Minuspio) sp. B* no se determinaron a nivel específico debido a que no se encuentran dentro de los rangos especificados por Maciolek (1985).

Al analizar los organismos correspondientes a las especies *Prionospio (Prionospio) steenstrupi* y *Prionospio (Prionospio) dubia* Day, (1961), se presentaron problemas taxonómicos debido a la presencia de algunas características morfológicas intermedias entre ambas especies: la primera especie (Maciolek, 1985) presenta cuatro pares de branquias, el primero y cuarto par presentan una longitud similar (Fig. 10a); se observan crestas dorsales bien desarrolladas, en un número variable de segmentos, a partir del setígero siete. Adicionalmente las lamelas notopodiales y neuropodiales de setígeros posteriores tienen una forma triangular (Fig. 10b); *Prionospio (Prionospio) dubia* también posee cuatro pares de branquias, pero el primer par es mucho más largo que los posteriores (Fig. 10c), no presenta crestas dorsales y la forma de la lamela en los parapodios posteriores es redonda (Fig. 10d). Por su parte, los organismos analizados en este trabajo tienen la cuarta branquia más pequeña que la primera, las crestas dorsales se presentan en un número variable de segmentos, comenzando en el setígero sexto o séptimo (hay que aclarar que estas lamelas o crestas se encuentran poco desarrolladas). Además la forma de la lamela posterior es redondeada. Debido a las consideraciones anteriores, se decidió incluir a los organismos con estas características morfológicas intermedias bajo el nombre de *Prionospio (Prionospio) steenstrupi*, resaltando la necesidad de realizar estudios taxonómicos más detallados para aclarar las confusiones antes mencionadas. El organismo denominado *Pseudomalacoceros sp. A* no llegó a determinarse a nivel de especie debido a que no correspondía con las características de cuatro de las especies descritas para el género; las tres especies restantes fueron registradas en artículos muy antiguos que fué imposible conseguir. La ausencia de bibliografía afectó también la determinación específica del género *Malacoceros sp. 1*.

NEREIDIDAE

Una de las características morfológicas importantes para la determinación a nivel específico del género *Ceratonereis*, es el número y ubicación de los paragnatos en el anillo maxilar de la proboscis. En el caso de *Ceratonereis sp. A* y *Ceratonereis sp. B* los organismos examinados presentaban un tamaño reducido siendo imposible la observación de los paragnatos por disección de

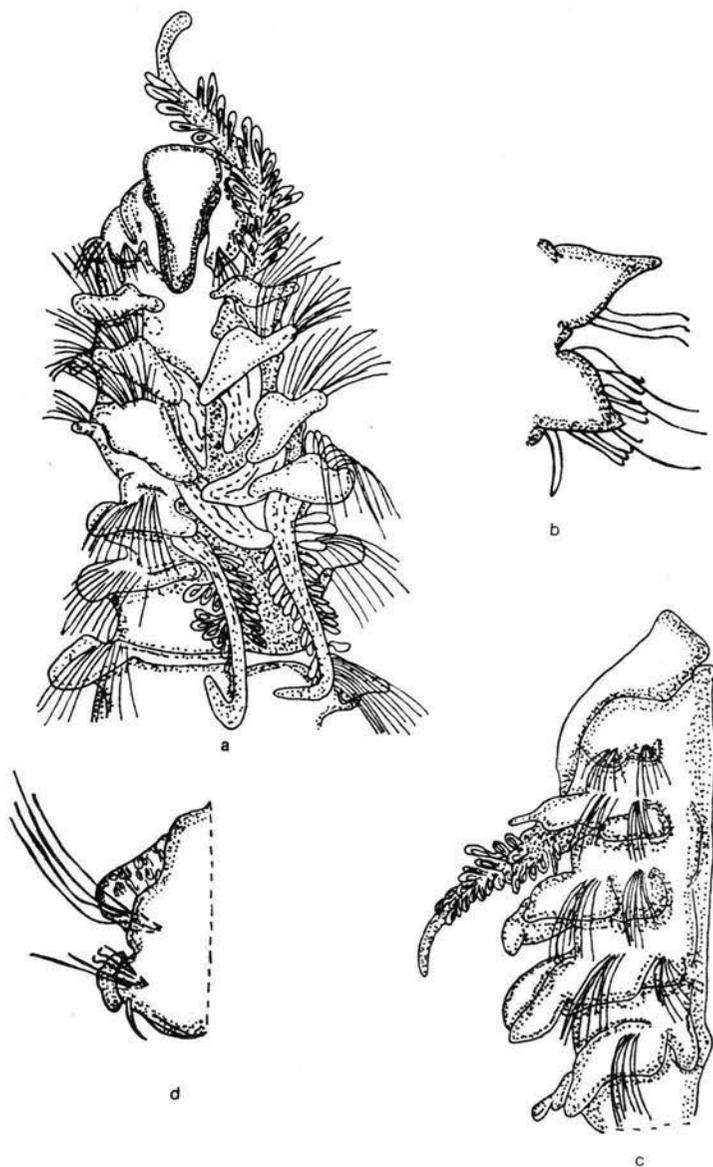


Figura 10. Estructuras morfológicas de las especies
 a) *Prionospio (Prionospio) steenstrupi*, b) Parapodio posterior de *P. (Min.) steenstrupi*
 c) *Prionospio (Prionospio) dubia*, d) Parapodio posterior de *P. (P.) dubia*
 (Tomado de Maciolek, 1985).

proboscis o aclaramiento con lactofenol. Sin embargo, en características sexuales y forma del parapodio ambas especies se asemejan a *Ceratonereis irritabilis* (Webster, 1879).

La ausencia de literatura especializada influyó en la determinación de los géneros *Eunereis* sp. 1, *Leonnates* sp. 1 *Unanereis* sp. 1 y , siendo imposible finalizar su revisión al nivel de especie.

NUEVOS REGISTROS

En el presente trabajo, se registran por vez primera para la República Mexicana 6 géneros y 19 especies que conforman el 47.5% de las especies encontradas en los muestreos:

GÉNEROS

Familia Spionidae

Pseudomalacoceros sp. 1

Familia Nereididae

Kinberginereis sp. 1

Unanereis sp. 1

Websterinereis tridentata Pettibone 1971.

Familia Nephtyidae

Inermonephtys inermis Fauchald, 1968.

Micronephtys minuta Friedrich, 1937.

ESPECIES

Familia Spionidae

Prionospio (Minuspio) lighti Maciolek, 1985.

Prionospio (Prionospio) cristata Foster, 1971.

Prionospio (Prionospio) fallax Soderstrom, 1920.

Scolelepis texana Foster, 1971.

Spiophanes wigleyi Pettibone, 1962.

Familia Nereididae

- Ceratonereis longicirrata* Perkins, 1980.
Neanthes micromma Harper, 1979.
Nereis grayi Pettibone, 1956.
Websterinereis tridentata (Webster, 1880).

Familia Nephtyidae

- Inermonephtys inermis* (Ehlers, 1887).
Micronephtys minuta (Théel, 1879).
Nephtys incisa Malmgren, 1865.
Nephtys simoni Perkins, 1980.

Nuevos registros para la porción mexicana del Golfo de México.

Las siguientes especies se registran por vez primera para las aguas mexicanas del Golfo de México, debido a que anteriormente se habían observado en el Océano Pacífico. Estas especies corresponden al 21.6% de la riqueza específica total de ambos cruceros.

Familia Spionidae

- Laonice cirrata* Malmgren, 1867.
Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata Day, 1961.
Prionospio (Prionospio) ehlersi Fauvel, 1928.
Prionospio (Prionospio) steenstrupi Malmgren, 1867.
Spiophanes missionensis Hartman, 1941.

Familia Nereididae

- Ceratonereis mirabilis* Kinberg, 1866.
Rullierinereis ca. mexicana (Treadwell, 1942).

Familia Nephtyidae

- Aglaophamus verrilli* (Mc.Intosh, 1885)

ABUNDANCIA Y DENSIDAD

Se identificaron 1,668 individuos recolectados en 90 estaciones de las 103 realizadas para ambas campañas oceanográficas (Tablas 10a, b, c y 11a, b, c). En las 13 estaciones restantes (12.62%) no se presentaron las familias de este trabajo. Pertenecen a la campaña IMCA I las estaciones: 12, 13, 15, 55, 56, 57, 69, 70, 78, 80, 82, 88 y para el IMCA II: 91. La ausencia de organismos podría ser el resultado de la combinación de una serie de factores (probablemente durante el dragado) que impiden una recolección correcta

TABLA 10 a
 ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA SOMERA DEL CRUCERO IMCA I

ESTACION	6	7	11	12	13	15	16	17	18	31	32	44	45	55	56	57	58	59	60	67	68	69	70	71	82	83	84	85	86	TOTAL	
																													ABUND.		
FAMILIA SPIONIDAE																															
<i>Malacoceros (Malacoceros) vanderhorsti</i>																											1				1
<i>Parapriospio pinnata</i>								14					1					4	1					2		3	1	1	2	29	
<i>Priospio (Minuspio) cirrobranchiata</i>	1																													1	
<i>Priospio (Minuspio) lighti</i>																												1		1	
<i>Priospio (Minuspio) sp. A</i>																								1			1			2	
<i>Spiophanes wigleyi</i>									1													1								2	
FAMILIA NEREIDIDAE																															
<i>Eunereis sp. 1</i>												2	1																	3	
<i>Kinberginereis sp. 1</i>																														2	2
<i>Rullierinereis ca. mexicana</i>																			1						1					2	
FAMILIA NEPHTYIDAE																															
<i>Aglaophamus verilli</i>			3				2	6																			5	2		18	
<i>Micronephtys minuta</i>											1						2								1					4	
<i>Nephtys incisae</i>		7	3							1								9	3	1	3			2		2				31	
<i>Nephtys simoni</i>								1																						1	
TOTAL																															97
No. de especies	1	1	2	0	0	0	1	3	1	1	1	1	2	0	0	0	1	2	3	1	2	0	0	5	0	4	4	1	2		
Total de organismos por estacion	1	7	6	0	0	0	2	21	1	1	1	2	2	0	0	0	2	13	5	1	4	0	0	7	0	11	5	1	4	97	

TABLA 10 b
 ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA MEDIA DEL CRUCERO IMCA I

ESTACION	53	54	61	62	65	66	75	80	81	87	88	TOTAL
FAMILIA SPIONIDAE												
<i>Paraprionospio pinnata</i>					1		1		3			5
<i>Prionospio (Minuspio) sp. A</i>						1						1
<i>Prionospio (Prionospio) fallax</i>					1	2						3
<i>Spiophanes missionensis</i>							3					3
FAMILIA NEREIDIDAE												
<i>Kinberginereis sp. 1</i>				1								1
<i>Nereis grayi</i>				1								1
<i>Rullierinereis ca. mexicana</i>			1									1
FAMILIA NEPHTYIDAE												
<i>Inermonephtys inermis</i>										2		2
<i>Micronephtys minuta</i>	2		1									3
<i>Nephtys incisa</i>		1				2	1		1			5
TOTAL												25
No. de especies	1	1	2	2	2	3	3	0	2	1	0	
Total de organismos por estacion	2	1	2	2	2	5	5	0	4	2	0	25

TABLA 10 c
 ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA PROFUNDA DEL CRUCERO IMCA I

ESTACION	52	63	64	76	78	89	TOTAL
FAMILIA SPIONIDAE							
<i>Paraprionospio pinnata</i>	1	2		1		1	5
FAMILIA NEPHTYIDAE							
<i>Nephtys incisa</i>			1				1
TOTAL							6
No. de especies	1	1	1	1	0	1	
Total de organismos por estacion	1	2	1	1	0	1	6

TABLA 11 a
ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA SOMERA DEL CRUCERO IMCA II

ESTACION	4	5	6	7	8	9	10	11	18	19	20	21	42	43	44	45	46	47	55	56	57	58	59	60	70	71	72	73	74	82	83	86	87	TOTAL	
FAMILIA SPIOIDAE																																			
<i>Diaplo uncinata</i>			1																																1
<i>Laonice cirrata</i>	1	3	6	1	1	1	2						8						5																28
<i>Malacoceros sp. 1</i>							2																												2
<i>Malacoceros (Malacoceros) vanderhorsti</i>					1																														1
<i>Parapriospio pinnata</i>			21	7		1	5	7	45	4	8	28	9	14	12	25	37	3	11	43		9		17	17		1	47	3	1				375	
<i>Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata</i>	2				3	2																													8
<i>Prionospio (Minuspio) lighti</i>																1																			1
<i>Prionospio (Minuspio) sp. A</i>	2					2						8	2		12	4	2			3								1						36	
<i>Prionospio (Minuspio) sp. B</i>	1																																	1	
<i>Prionospio (Prionospio) ehlersi</i>					1																														1
<i>Prionospio (Prionospio) fallax</i>	16		1	16	3	8	2												1	6														53	
<i>Prionospio (Prionospio) steenstrupi</i>	1	1	1	1	1	1						1																							6
<i>Scoletepis texana</i>	1	1																																	2
<i>Spiophanes bombyx</i>																			1																1
<i>Spiophanes missionensis</i>					2																1														3
<i>Spiophanes wigleyi</i>	3		2	2					1																	1									9
FAMILIA NEREIDIDAE																																			
<i>Ceratonereis irritabilis</i>	3		20	1																															24
<i>Ceratonereis longicirrata</i>	3			1																															4
<i>Ceratonereis mirabilis</i>	1			35	10																														46
<i>Ceratonereis sp. A</i>				70	18																														88
<i>Ceratonereis sp. B</i>																													1					1	
<i>Kinberginereis sp. 1</i>	1												1																					2	
<i>Leonnates sp. 1</i>	1		7			1	2					1									1		1											14	
<i>Neanthes micromma</i>				1																															1
<i>Nereis grayi</i>		1							1																										2
<i>Rullienereis ca. mexicana</i>	1		3	4	1														1											1				11	
<i>Unanereis sp. 1</i>	1																																	1	
<i>Websterinereis tridentata</i>	3			6																															9
FAMILIA NEPHTYIDAE																																			
<i>Aglaophamus verrilli</i>		1				2	7								5		4																		44
<i>Nephtys incisa</i>		2	1			2	2	2	17	1	10	19	7	8		1	27	14	4	15	40	1		37	15	2	6	56	24	6	2	12		333	
<i>Nephtys squamosa</i>			8		2																														10
TOTAL																																			1118
Total de organismos por estacion	41	28	59	144	8	49	17	13	64	5	26	50	26	13	14	29	57	54	13	27	94	1	11	37	17	33	26	7	##	29	7	2	12	1118	

POLOJETOS DE LA SONDA DE CAMPECHE

POLIQUETOS DE LA SONDA DE CAMPECHE

TABLA 11 b
ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA MEDIA DEL CRUCERO IMCA II

ESTACION	32	37	38	48	53	54	61	62	69	76	77 TOTAL ABUND
FAMILIA SPIONIDAE											
<i>Laonice cirrata</i>							1		1		2
<i>Malacoceros vanderhorsti</i>										1	1
<i>Paraprionospio pinnata</i>	1	4		15		14	55	18	83	26	3 219
<i>Prionospio (Minuspio) sp. A</i>							1				
<i>Prionospio (Prionospio) fallax</i>				14			1			2	17
<i>Pseudomalacoceros sp. 1</i>				1							1
<i>Spiophanes bombyx</i>						1					1
<i>Spiophanes missionensis</i>				1							1
FAMILIA NEREIDAE											
<i>Rullierinereis ca. mexicana</i>	1		1				1				3
FAMILIA NEPHTYIDAE											
<i>Aglaophamus vermili</i>							1				1
<i>Nephtys incisa</i>	3	2	6	11	3	10	11	16	14	27	8 111
TOTAL											358
No. de especies	3	2	5	2	1	3	7	2	3	4	2
Abundancias y densidades totales	5	6	23	26	3	25	71	34	98	56	11 358

TABLA 11 c
ABUNDANCIA FAUNÍSTICA EN LA ZONA PROFUNDA DEL CRUCERO IMCA II

ESTACION	28	29	49	50	51	52	63	64	67	68	76	90	91	TOTAL	ABUND.
FAMILIA SPIONIDAE															
<i>Laonice cirrata</i>							2	2						4	
<i>Paraprionospio pinnata</i>			1	6					1	2	1			11	
<i>Prionospio (Prionospio) cristata</i>							2							2	
<i>Prionospio (Prionospio) fallax</i>						1	3		1					5	
<i>Prionospio (Prionospio) steenstrupi</i>			1											1	
<i>Spiophanes missionensis</i>						2		3						5	
FAMILIA NEREIDAE															
<i>Ceratonereis mirabilis</i>								3						3	
FAMILIA NEPHTYIDAE															
<i>Nephtys incisa</i>				6	7	5	3		1	9	2			33	
TOTAL														64	
No. de especies			1	1	3	2	3	1	2	2	3	1	2	1	0
Total de organismos por estacion	1	1	14	8	10	3	5	5	3	9	4	1	0	64	

del sedimento, ocasionando algunas veces que el volumen de la muestra no sea el adecuado para encontrar en él a todas las familias que habitan en esa zona. También hay que considerar que la ubicación de los organismos en el sustrato es por parches y no de manera homogénea.

Sin embargo, existen estaciones que poseen un número de organismos bastante elevado, siendo la abundancia la manera de estimar la Importancia Relativa de las diferentes especies que componen a una comunidad (Pianka, 1977). Se observa que en general, al aumentar la abundancia numérica de los organismos por estación aumenta también su número de especies.

En la Tabla 12 que se presenta a continuación se observan los porcentajes de las abundancias correspondientes a cada familia en ambas campañas oceanográficas. Es posible observar que los porcentajes del primer crucero son menores a los encontrados durante el segundo muestreo:

TABLA 12
PORCENTAJES DE LAS ABUNDANCIAS CORESPONDIENTES A CADA FAMILIA POR CRUCERO

FAMILIAS	CAMPANA OCEANOGRÁFICA	
	IMCA I	IMCA II
	%	%
Spionidae	39.88	51.29
Nephtyidae	50.74	34.55
Nereididae	9.38	14.16

Anteriormente se había mencionado que el volumen de sedimento necesario para tener una muestra representativa de poliquetos es de 40 litros. Sin embargo, durante el muestreo no siempre se draga este volumen, por lo que es necesario estandarizar las abundancias con ayuda de la densidad, que nos indica la magnitud de la abundancia en relación con una unidad de espacio. Las Tablas 14 y 15 muestran los valores de Densidad de cada estación al dividir el número de organismos en un litro de muestra. Obtenidas las densidades, procedimos a calcular los porcentajes de cada campaña oceanográfica de manera similar a la Tabla 12:

TABLA 13
PORCENTAJES DE LA DENSIDAD CORRESPONDIENTES A CADA FAMILIA POR CRUCERO

FAMILIAS	CAMPANA OCEANOGRÁFICA	
	IMCA I	IMCA II
	%	%
Spionidae	31.83	44.54
Nephtyidae	64.01	32.28
Nereididae	4.16	23.18

La comparación de los datos registrados en las tablas 12 y 13, muestra que existen diferencias entre los porcentajes de abundancia y densidad, debido al sesgo que se introduce al recolectar diferentes volúmenes de sedimento.

TABLA 14
VALORES DE ABUNDANCIA, DENSIDAD E ÍNDICE DE
DIVERSIDAD DE LA FAUNA EN EL CRUCERO IMCA I

ESTACIÓN	ABUNDANCIA	DENSIDAD ORG./l	H'
6	1	0.06	0.00
7	7	1.04	0.00
11	6	1.33	1.00
12	0	0.00	0.00
13	0	0.00	0.00
15	0	0.00	0.00
16	2	0.31	0.00
17	21	1.91	1.12
18	1	0.09	0.00
31	1	0.03	0.00
32	1	0.03	0.00
44	2	0.05	0.00
45	2	0.05	1.00
52	1	0.03	0.00
53	2	0.33	0.00
54	1	0.03	0.00
55	0	0.00	0.00
56	0	0.00	0.00
57	0	0.00	0.00
58	2	0.05	0.00
59	13	0.33	0.89
60	5	0.03	1.37
61	2	0.03	1.00
62	2	0.05	1.00
63	2	0.06	0.00
64	1	0.03	0.00
65	2	0.05	1.00
66	5	0.13	1.52
67	1	0.03	0.00
68	4	0.13	0.81
69	0	0.00	0.00
70	0	0.00	0.00
71	7	0.28	2.23
75	5	0.33	1.37
76	1	0.03	0.00
78	0	0.00	0.00
80	0	0.00	0.00
81	4	0.05	0.81
82	0	0.00	0.00
83	11	0.61	1.78
84	5	0.17	1.92
85	1	0.03	0.00
86	4	0.10	1.00
87	2	0.05	0.00
88	0	0.00	0.00
89	1	0.03	0.00

TABLA 15
 VALORES DE ABUNDANCIA, DENSIDAD E ÍNDICE DE
 DIVERSIDAD DE LA FAUNA EN EL CRUCERO IMCA II

ESTACIÓN	ABUNDANCIA No. ORG.	DENSIDAD ORG./l	DIVERSIDAD H'
4	41	2.56	3.22
5	28	0.78	1.27
6	59	1.93	2.95
7	144	4.72	2.25
8	8	0.39	2.16
9	49	2.58	2.71
10	17	0.85	2.01
11	13	0.33	1.73
18	64	1.60	1.05
19	5	0.13	0.72
20	26	0.65	1.58
21	50	1.67	1.34
28	1	0.02	0.00
29	1	0.11	0.00
32	5	0.17	1.37
37	6	0.12	0.92
38	23	0.46	1.53
42	26	0.65	1.84
43	13	0.34	0.96
44	14	0.40	0.00
45	29	1.53	1.62
46	57	1.16	1.41
47	54	1.17	1.16
48	26	0.74	0.98
49	14	0.32	0.00
50	8	0.19	0.54
51	10	0.22	1.49
52	3	0.07	0.00
53	3	0.07	0.00

IMPORTANCIA RELATIVA DE ESPECIES

El comportamiento de la diversidad dentro de una comunidad, puede describirse mediante las Curvas de Importancia de Especies (Pianka, 1977). Esta curva relaciona gráficamente a los parámetros Abundancia y Riqueza Específica (Figs. 11a y b). Las curvas resultantes son similares a la que se forman cuando una comunidad está siendo dominada numéricamente por sólo unas cuantas especies, mientras que las restantes tienen una baja abundancia (Fig. 8). Odum (1972) indica que del número total de especies de una comunidad sólo un porcentaje relativamente pequeño suele ser abundante o dominante y está representado por una gran cantidad de organismos, correspondiendo el mayor porcentaje a las especies poco abundantes.

La Riqueza Específica y la Abundancia Relativa, son dos parámetros de la comunidad que se combinan en el Índice de Diversidad de Especies. El valor del Índice aumenta, al aumentar la Riqueza Específica o al aumentar la

TABLA 15
(CONTINUACIÓN)
VALORES DE ABUNDANCIA, DENSIDAD E ÍNDICE
DE DIVERSIDAD DE LA FAUNA EN EL CRUCERO
IMCA II

ESTACIÓN	ABUNDANCIA No. ORG.	DENSIDAD ORG./l	DIVERSIDAD H'
54	25	0.66	1.18
55	13	0.33	1.82
56	27	0.66	1.18
57	94	2.29	1.60
58	1	0.02	0.00
59	11	0.29	0.86
60	37	0.93	0.00
61	71	1.78	1.13
62	34	0.76	0.99
63	5	0.14	0.97
64	5	0.22	0.97
67	3	0.07	1.58
68	9	0.24	0.00
69	98	2.28	0.67
70	17	0.32	0.00
71	33	0.73	1.16
72	26	0.68	0.39
73	7	0.15	0.59
74	105	2.44	1.13
76	56	1.40	1.29
77	11	0.28	0.84
78	4	0.10	1.00
82	29	0.67	0.84
83	7	0.16	0.70
86	2	0.05	0.00
87	12	0.30	0.00
90	1	0.01	0.00
91	0	0.00	0.00



Figura 11a. Curva de Abundancia - Diversidad del crucero IMCA I.

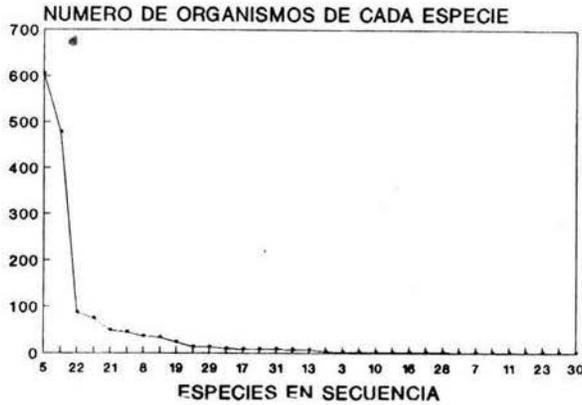


Figura 11b. Curva de Abundancia - Diversidad del crucero IMCA II.

Abundancia Relativa entre los miembros de una comunidad (Pianka, 1977). Por esta razón y con el fin de conocer su comportamiento en las tres zonas de estudio se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon y Wiener (Tablas 14 y 15) de cuyos datos se elaboró la Tabla 16 que muestra la media estadística de cada una de las zonas de muestreo de ambos cruceros, así como su desviación estándar para realizar un análisis comparativo entre ellos.

TABLA 16
MEDIA ESTADÍSTICA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL ÍNDICE DE
DIVERSIDAD DE SHANNON Y WIENER PARA CADA ZONA BATIMÉTRICA

ZONAS	CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA			
	IMCA I		IMCA II	
	H'	σ	H'	σ
Zona Somera	0.468	0.681	1.335	0.856
Zona Media	0.609	0.585	0.993	0.392
Zona Profunda	0	0	0.572	0.587

Las mayores diversidades se localizaron en la zona media durante el crucero IMCA I y en la zona somera durante el crucero IMCA II. Anteriormente se había mencionado (en la sección de Abundancia) que en el crucero IMCA I existieron 10 estaciones en las cuales no se encontraron las familias de este trabajo. El problema pensamos que se debe al volumen dragado para la muestra (en estas estaciones fué menor del requerido). Ocho de estas esta-

ciones se encuentran dentro de la zona somera, por lo tanto creemos que el volumen de sedimento afectó los valores de diversidad correspondientes a este crucero. La zona profunda del crucero IMCA I tiene una media estadística en el Índice de Diversidad de cero, debido a que en cada estación solo se registraron uno o dos organismos de la misma especie.

En el segundo crucero la mayor diversidad correspondió a la zona de mayor heterogeneidad sedimentaria. Según Pianka (1977) una plataforma costera que cuente con una gran variedad de tamaños de partículas y tipos de sustratos, presenta más especies que las que habitan en el fango o en un lodazal homogéneo, ya que los hábitats estructuralmente complejos ofrecen una mayor variedad de microhábitats distintos que los hábitats sencillos.

Las estaciones con el menor Índice de Diversidad corresponden a la zona profunda (Tablas 14 y 15). Esta zona se caracteriza por poseer un sólo individuo en toda la muestra, esto nos ocasiona un valor de cero en estas estaciones. Las estaciones en que presentó este valor en el IMCA I, son: 6, 18, 31, 32, 52, 54, 64, 67, 76, 85 y 89, que corresponden al 15 % de las estaciones de este crucero. Como se puede observar los valores de diversidad en este crucero son menores que los del segundo muestreo, donde el número de estaciones que presentan este valor se reduce a 4 (Tabla 14 y 15), siendo para el IMCA II: 28, 29, 58, y 90, que forman un porcentaje del 7.01 %. Estas estaciones se caracterizan por poseer un volumen incompleto de sedi-

TABLA 17a
ÍNDICES DE MORISITA OBTENIDOS ENTRE LAS
DIFERENTES ZONAS DE MUESTREO DEL CRUCERO IMCA I

ZONA DE MUESTREO	MEDIA	PROFUNDA
SOMERA	0.812	0.680
MEDIA	*	0.522

TABLA 17b
ÍNDICES DE MORISITA OBTENIDOS ENTRE LAS
DIFERENTES ZONAS DE MUESTREO DEL CRUCERO IMCA II

ZONA DE MUESTREO	MEDIA	PROFUNDA
SOMERA	0.875	0.888
MEDIA	*	0.719

mento ya que algunas de ellas presentan los mayores valores de profundidad del muestreo que dificulta la extracción de un volumen de muestra representativo.

Como se puede observar, existe una similitud muy alta entre las tres zonas de muestreo. Esto se debe a que en las diferentes zonas batimétricas tenemos presentes a las especies dominantes (Figs. 12a, b y Tablas 10a, b, c y 11a, b, c) que son las que dan el parecido entre las diversas zonas.

ÍNDICE DE SIMILITUD

Una vez conocido el comportamiento de la Diversidad, se aplicó entre ambos cruceros el Índice de Similitud, propuesto por Krebs (1972), del que obtenemos:

$$\text{ÍNDICE DE SIMILITUD} = \frac{26}{17 + 33} = 0.52$$

Es decir, que ambos cruceros comparten el 52 % de sus especies, apareciendo las restantes solo en uno de ambos cruceros. Los organismos que sólo aparecen en un crucero, son en su mayoría los que pertenecen a las denominadas especies raras (ver Dominancia). Sin embargo las especies identificadas con los números 2 y 34 (*Laonice cirrata* y *Micronephrys minuta*) corresponden a la clasificación de constantes y la que recibe el nombre de *Ceratonereis* sp. A (número 22) y corresponde a las especies conocidas como estacionales, es decir que aparecen sólo en una de las épocas del año (Figs. 12a y b).

Este análisis, se realizó también entre las tres zonas de muestreo (somera, media y profunda) para saber el número de especies que compartían entre ellas resultando los cuadros que se presentan a continuación:

TABLA 18a
ÍNDICES DE SIMILITUD OBTENIDOS ENTRE LAS TRES ZONAS
BATIMÉTRICAS DEL CRUCERO IMCA I

	SOMERA	MEDIA	PROFUNDA
SOMERA	1.000	0.521	0.142
MEDIA	*	1.000	0.181
PROFUNDA	*	*	1.000

TABLA 18b
ÍNDICES DE SIMILITUD OBTENIDOS ENTRE LAS TRES ZONAS
BATIMÉTRICAS DEL CRUCERO IMCA II

	SOMERA	MEDIA	PROFUNDA
SOMERA	1.000	0.476	0.263
MEDIA	*	1.000	0.555
PROFUNDA	*	*	1.000

Como se puede observar, la mayor asociación se encuentra entre la zona somera y media del primer crucero y la zona media y profunda del segundo muestreo. Esto es resultado de la presencia de las especies que se ubican en ambas zonas: *Prionospio (Minuspio) sp B*, *Leonnates sp. 1*, *Rullierinereis ca. mexicana* y *Micronephtys minuta* son las especies que se presentaron en la zona somera y media del primer crucero; *Laonice cirrata*, *Pseudomalacoceros sp. A* y *Ceratonereis sp. A* son especies comunes entre la zona media y profunda del segundo crucero.

Existen cinco especies que se localizan en las tres zonas del muestreo: *Paraprionospio pinnata*, *Prionospio (Prionospio) steenstrupi*, *Spiophanes wigleyi*, *Nephtys incisa* y *Laonice cirrata*.

Sin embargo se puede observar que existe zonación por parte de algunas especies, que únicamente se ubican en la zona somera de este trabajo, y corresponden al 56.76 % de las especies determinadas, son:

Familia Spionidae

Dispio uncinata

Malacoceros sp. A

Malacoceros vanderhorsti

Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata

Prionospio (Minuspio) lighti

Prionospio (Minuspio) ehlersi

Prionospio (Prionospio) fallax

Spiophanes bombyx

Familia Nereididae

Ceratonereis irritabilis

Ceratonereis longicirrata

Ceratonereis mirabilis

Ceratonereis sp. B

Eunereis sp. A

Kimberginereis sp. A

Neanthes micromma

Nereis grayi

Unanereis sp. A

Websterinereis tridentata

Familia Nephtyidae

Nephtys simoni

Nephtys squamosa

La única especie que tiene preferencia solamente por la zona profunda es: *Prionospio (Prionospio) cristata*. En efecto, no se encontró en las estaciones que corresponden a la zona somera y media.

DOMINANCIA

Para estudiar este parámetro se realizaron Diagramas de Olmstead y Tukey en cada crucero, que relacionan a la densidad de especies con el porcentaje de la frecuencia de aparición (Figs. 12a y b).

Primer Cuadrante

(Especies Dominantes)

En el primer cuadrante se encuentran las especies llamadas dominantes, porque son las que controlan en gran parte la corriente de energía de la co-

munidad, ya que la eliminación de estos organismos se traduciría en cambios importantes no solo en la comunidad biótica, sino también en el medio físico (Odum, 1972). En este cuadrante se localizan las especies que poseen una densidad y frecuencia de aparición mayor a la media de la comunidad. Corresponden a la Campaña Oceanográfica IMCA I las siguientes especies:

Micronephtys minuta
Paraprionospio pinnata
Nephtys incisa
Laonice cirrata

y para el IMCA II:

Prionospio (Prionospio) steenstrupi
Aglaophamus verrilli
Paraprionospio pinnata
Prionospio (Minuspio) sp. A
Nephtys incisa
Aglaophamus verrilli

Como se puede observar, en este cuadrante conviven dos especies, que juntas comparten el 70.14 % de la abundancia total para ambos cruceros.

Es claro que la especie *Paraprionospio pinnata* es por mucho la especie típica del Golfo de México, como lo reportan Miranda-Vázquez, *et al.*, 1991 y Rodríguez-Villaseñor, *et al.*, 1991, ya que aparte de representar alrededor del 78.00 % de la fauna de espiónidos, representa cerca del 33.13 % del total de poliquetos recolectados. Esta especie es considerada como cosmopolita, habitante de una gran cantidad de sustratos, con la característica de ser euribática, con un rango de distribución desde los 3 hasta los 1,300 metros (Foster, 1971a). En la zona de estudio esta especie se encuentra bien distribuida, encontrándose en el 51.92 % de las estaciones en la zona de estudio (Fig. 13); es importante mencionar que en las estaciones donde este organismo se encontraba dominando numéricamente, el tamaño de estos era tres o cuatro veces mayor al del resto de las especies encontradas.

Nephtys incisa, es la especie que tiene la mejor distribución (Fig. 14), ya que se encuentra en el 56.73 % de las estaciones muestreadas, por lo que tiene un amplio rango batimétrico y es capaz de habitar en diferentes tipos de sustratos, pero especialmente en ambientes arenosos (Gardiner, 1976) como

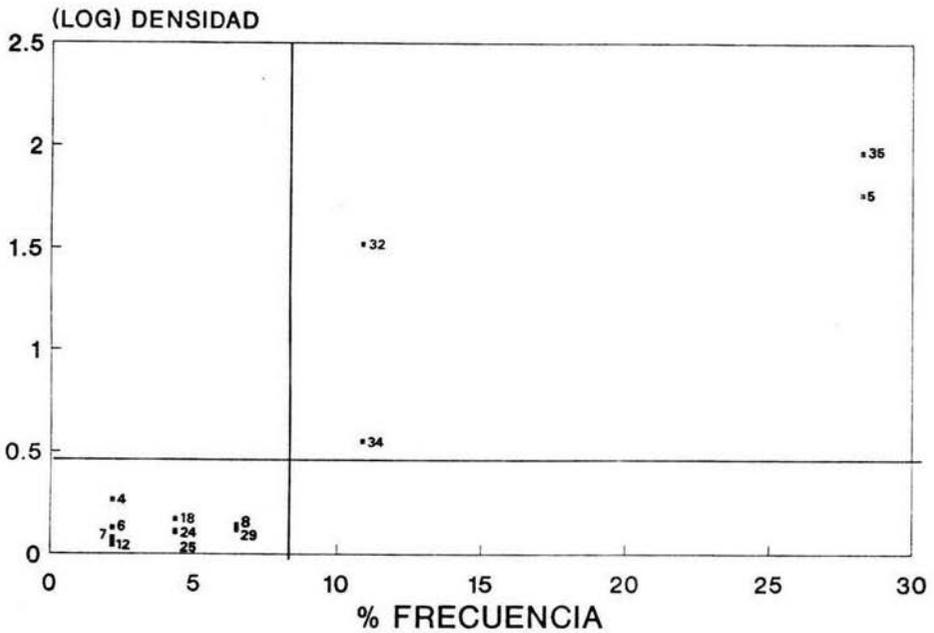


Figura 12a. Diagrama de Olmstead y Tukey para el crucero IMCA I.

los que se encuentran cerca de la Laguna de Carmen y Machona. Esta especie representa además el 30.81 % de la abundancia total de ambos muestreos.

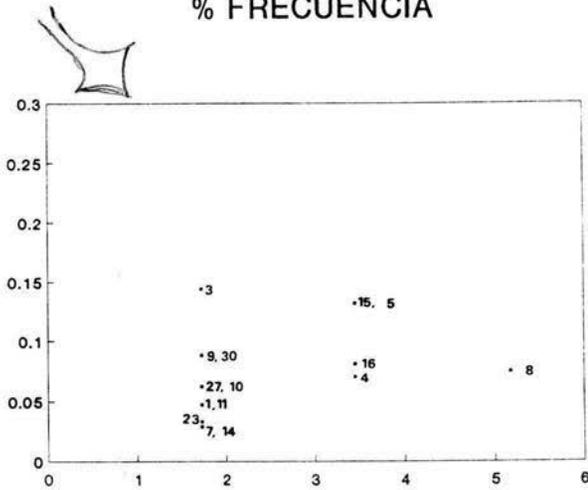
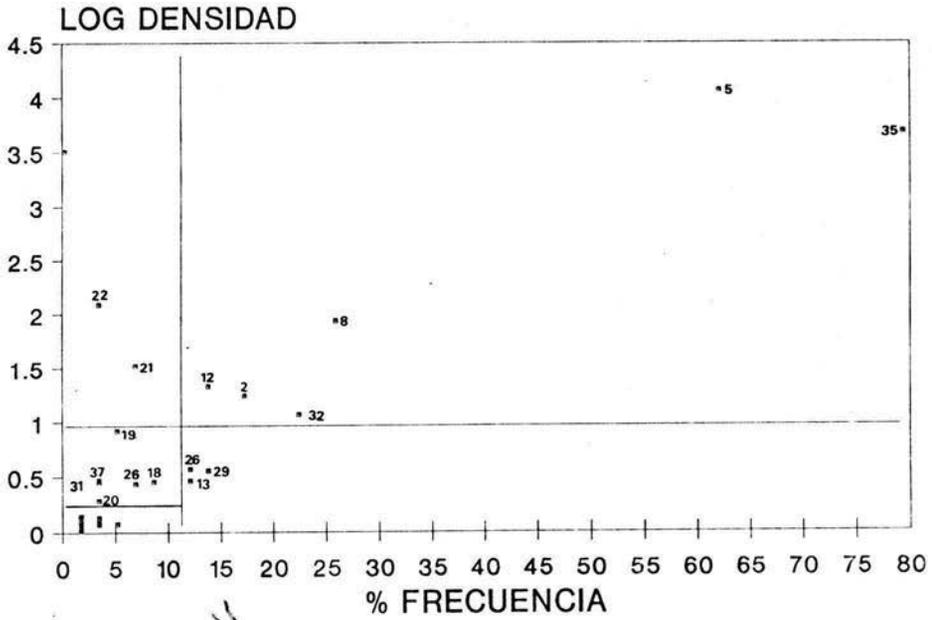


Figura 12b. Diagrama de Olmstead y Tukey para el crucero IMCA II.

La especie *Aglaophamus verrilli*, se encuentra como dominante en los dos muestreos, pero con la característica de habitar en profundidades desde los 11 hasta los 67 metros y en diferentes tipos de sedimentos, lo que le confiere ventaja sobre otras especies. Este organismo ha sido registrado viviendo en sustratos que son de arena, arena lodosa y arena mezclada con partículas de cuarzo así como conchas y fragmentos de coral. En la zona de estudio se encuentra principalmente en ambientes arenosos y areno-lodosos.

Segundo Cuadrante

(Especies Ocasionales)

Se ubican en este cuadrante, las especies que presentan un porcentaje de frecuencia bajo y una densidad mayor al valor de la media, teniendo el crucero IMCA II, la presencia de dos especies ocasionales: *Ceratonereis* sp. A y *Ceratonereis* sp. B.

Tercer cuadrante

(Especies raras)

Como se mencionó anteriormente las especies consideradas como dominantes son la que controlan en gran parte la corriente de energía de cada grupo trófico, correspondiendo al gran número de especies raras el condicionar la riqueza específica de algunos grupos tróficos. Las especies que el IMCA I tiene en este cuadrante son las siguientes:

Malacoceros vanderhorsti
Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata
Prionospio (Minuspio) lighti
Prionospio (Minuspio) sp. A
Prionospio (Minuspio) steenstruppi
Ceratonereis irritabilis
Kimberginereis sp. 1
Leonnates sp. 1
Rullierinereis ca. mexicana

y para el IMCA II:

Dispio uncinata
Malacoceros sp. A

Malacoceros vanderhorsti
Prionospio (Minuspio) cirrobranchiata
Prionospio (Minuspio) lighti
Prionospio (Minuspio) sp. B
Prionospio (Prionospio) cristata
Prionospio (Prionospio) ehlersi
Prionospio (Prionospio) fallax
Scolecopsis (Paraescolelepis) texana
Spiophanes bombyx
Spiophanes missionensis
Spiophanes wigleyi
Ceratonereis irritabilis
Ceratonereis longicirrata
Ceratonereis mirabilis
Eunereis sp. 1
Kinberginereis sp. 1
Leonnates sp. A
Neanthes succinea
Nereis grayi
Unanereis sp. 1
Websterinereis tridentata
Aglaophamus verrilli
Nephtys squamosa

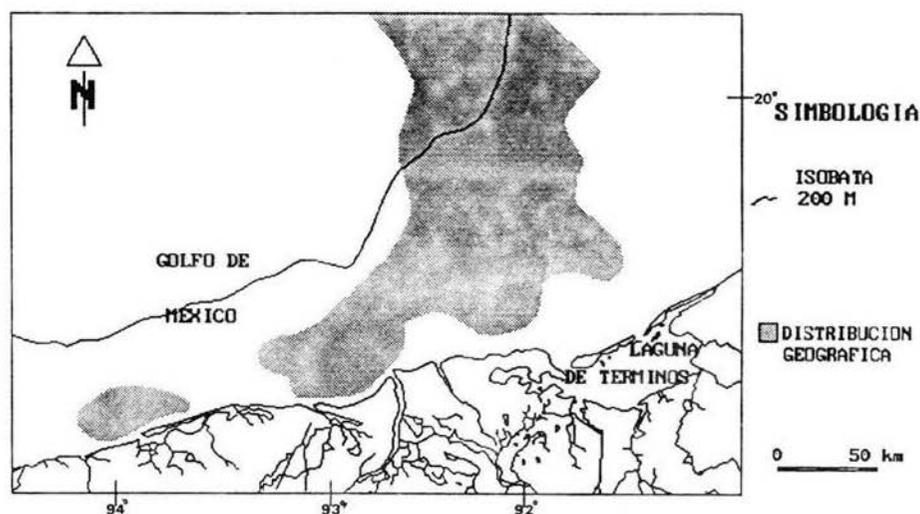


Figura 13. Distribución de la especie *Paraprionospio pinnata* en ambos cruceros.

La mayoría de las especies presentes en este cuadrante se localizan preferentemente en la zona somera, que les confiere la característica de tener una distribución muy puntual. Este se vé reflejado en su frecuencia de aparición y en su abundancia. Estas especies se caracterizan por no tener un amplio rango de distribución, sin embargo estos organismos ocasionan el aumento de la riqueza específica, un parámetro importante en la ecología de los organismos.

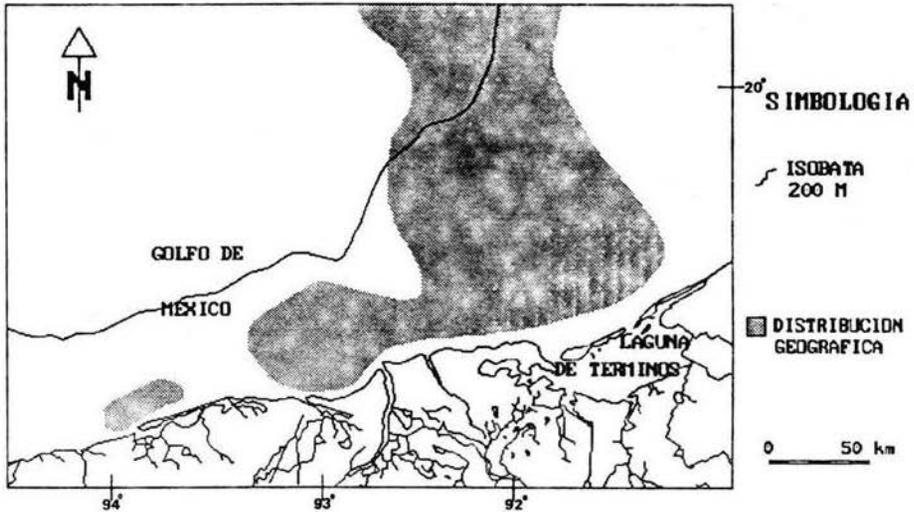


Figura 14. Distribución de la especie *Nephthys incisa* en ambos cruceros.

Cuarto cuadrante

(Especies constantes)

En este cuadrante se ubican las especies cuya frecuencia de aparición es mayor a la media estadística y a una densidad que es menor a la media total. En este cuadrante tenemos a las siguientes especies para el IMCA II:

Pseudomalacoceros sp. A
Neanthes micromma
Rullierimereis ca. mexicana

El crucero IMCA I no presentó especies en este cuadrante.

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN

La densidad de los organismos marinos resulta afectada por la composición física y química del ambiente que habitan. Es importante conocer la intensidad de esta relación entre los parámetros de la zona de trabajo y las familias estudiadas, ya que una de las principales finalidades de la Ecología, es comprender los distintos factores que influyen en la distribución y densidad de los animales (Pianka, 1977). La intensidad de este enlace se valoró por medio de un análisis de correlación simple y en general todos los coeficientes de correlación dieron resultados muy bajos. Estos datos indican que posiblemente no existe una relación intensa entre los parámetros ambientales y la densidad como se observa en la siguiente tabla:

TABLA 19
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD Y LOS
PARÁMETROS AMBIENTALES MEDIDOS EN TODAS LAS ESTACIONES DE
MUESTREO

CORRELACIONES	IMCA I	IMCA II
DENSIDAD vs TEMPERATURA	$r = 0.2567$	$r = 0.37346$
DENSIDAD vs SALINIDAD	$r = 0.0265$	$r = 0.0303$
DENSIDAD vs PROFUNDIDAD	$r = -0.126$	$r = -0.279$
DENSIDAD vs % DE LODO	$r = 0.432$	$r = 0.474$
DENSIDAD vs % MAT. ORG.	$r = 0.405$	$r = 0.325$
DENSIDAD vs CROMO	$r = 0.032$	----
DENSIDAD vs FIERRO	$r = 0.002$	----
DENSIDAD vs MANGANESO	$r = 0.010$	----
DENSIDAD vs NIQUEL	$r = 0.022$	----
DENSIDAD vs ZINC	$r = 0.013$	----

En la Tabla 19, se puede observar que el crucero IMCA II no presenta valores de correlación en metales pesados debido a que no se realizó este análisis en los sedimentos de este muestreo.

El coeficiente de correlación entre la temperatura y la densidad, no presenta un valor significativo, ya que ambas variables no se comportan como una correlación con un valor de uno, como se demuestra al graficar la temperatura por la media de las densidades pertenecientes a cada rango que existe de ella (Figs. 15a y 15b). Se puede distinguir que las densidades mayores para las tres familias se registran a temperaturas específicas para cada crucero, siendo para el IMCA I e IMCA II los 28 °C debido a que antes de esta temperatura la densidad disminuye. Podemos creer entonces que existe una temperatura óptima en la cual se desarrollan los organismos.

Las correlaciones entre la densidad y la salinidad tampoco presentan un Índice elevado de relación. Esto creemos que es debido a la desviación estándar pequeña que obtuvieron estos parámetros, en relación a desviación que presenta la densidad en las distintas estaciones.

Los parámetros profundidad y densidad tienen un valor bajo de correlación, que se encuentra en contraposición a lo esperado, ya que estudios ecológicos realizados anteriormente en poliquetos, indican una relación inversamente proporcional entre ambos parámetros (González-Macías, 1989). Sin embargo, para conocer si los organismos se encontraban afectados por la profundidad se realizaron gráficas de cada transecto, colocando a la densidad contra la profundidad de las diferentes estaciones de cada crucero (Figs. 16a y b), estos valores a pesar de que se relacionan, no lo hacen de manera lineal.

En ambos cruceros, se observa que el rango de profundidad en donde se encuentran las mayores densidades (Figs. 16a y b) se localiza en las estaciones que se encuentran desde 21 hasta 30 metros. Esto parece indicar que la relación que existe entre la profundidad y la densidad de organismos es importante. Las especies de estas familias se localizan preferentemente en cierto rango batimétrico.

El tamaño de grano de los sedimentos en el área de estudio, es bastante heterogéneo, sobre todo en la región localizada frente a las Lagunas de El Carmen y Machona. Esta zona presenta mayor densidad de especies (y mayor diversidad) por lo que creemos que se debe a la sedimentología de el lugar, ya que como sabemos entre los organismos existe un uso diferencial del espacio por las distintas poblaciones (Pianka, 1977).

Como se mencionó anteriormente, el tamaño de grano está íntimamente relacionado con la cantidad de materia orgánica existente en la zona. Encontramos en este trabajo que existe mayor densidad de especies en las zonas con menor cantidad de materia orgánica. Sin embargo, al igual que los parámetros anteriores no existe una correlación lineal entre las dos variables, a pesar de ser el coeficiente de correlación más elevado de este análisis.

Como se puede observar no existe una correlación numérica entre las especies y los parámetros ambientales, por lo que decidimos realizar estos mismos análisis con las especies dominantes de la zona. Pensamos que al correlacionar todas las densidades con los parámetros pudo ocultarse información y decidimos utilizar la misma prueba estadística únicamente con las siguientes especies dominantes de la zona, para el IMCA I: *Paraprionospio*

pinnata, *Aglaophamus verrilli* y *Nephtys incisa*. Para el crucero IMCA II: *Paraprionospio pinnata*, *Prionospio (Minuspio) sp. A* y *Nephtys incisa* con respecto a los siguientes parámetros medidos (profundidad, porcentaje de materia orgánica y tipo de sedimento). Estos datos se presentan en la Tablas 20a y b.

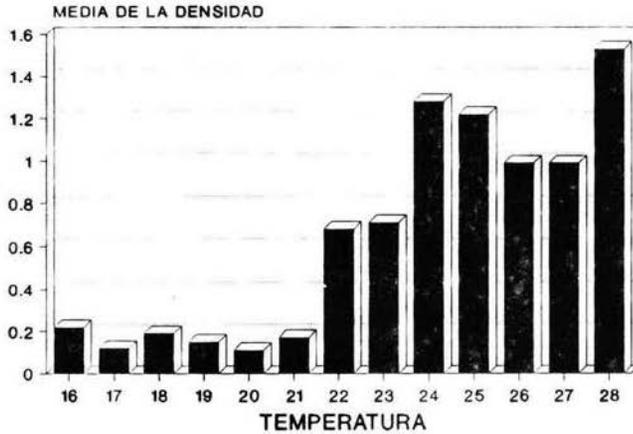


Figura 15a. Relación de la Temperatura con la Densidad en el crucero IMCA I.

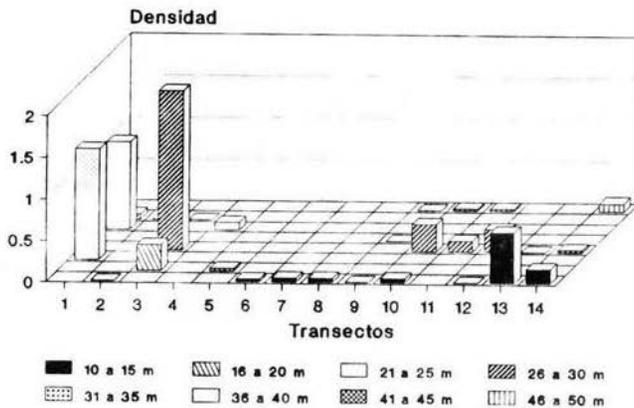


Figura 16a. Relación de la Profundidad con la Densidad en el Crucero IMCA I

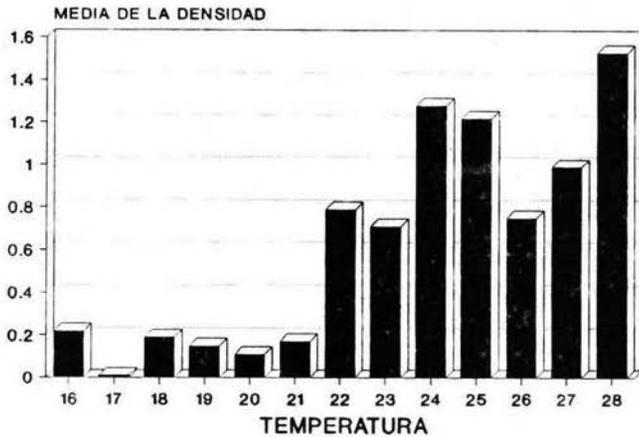


Figura 15b. Relación de la Temperatura con la Densidad en el crucero IMCA II.

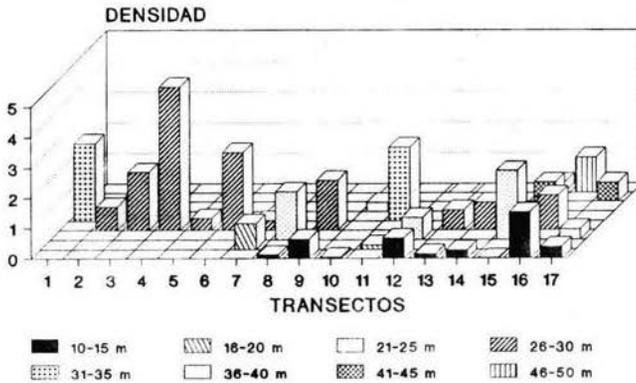


Figura 16b. Relación de la Profundidad con la Densidad en el crucero IMCA II.

En este análisis no se tomaron en cuenta todas las especies, ni todos los parámetros, debido a que son las especies dominantes las que nos dan la pauta para entender el comportamiento de la comunidad de acuerdo a los parámetros ambientales.

Algunos parámetros no se utilizaron por su relativamente baja desviación estándar (salinidad y temperatura) en comparación con los datos de densidad de las especies que deseamos correlacionar.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

TABLA 20a
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES CON LOS
PARÁMETROS AMBIENTALES EN EL CRUCERO IMCA I

IMCA I PARAMETROS	ESPECIE		
	<i>P. pinnata</i>	<i>A. verrilli</i>	<i>N. incisa</i>
PROFUNDIDAD	- 0.08	- 0.24	- 0.21
LODO	0.03	0.56	- 0.32
ARENA	- 0.02	0.27	0.28
GRAVA	- 0.08	0.07	0.27
CARBONO ORGÁNICO	0.03	0.06	0.04
CROMO	- 0.11	0.30	0.34
FIERRO	0.16	0.14	0.32
MANGANESO	0.11	0.22	- 0.24
NÍQUEL	- 0.37	- 0.39	- 0.38
ZINC	0.09	- 0.08	- 0.22

TABLA 20b
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES CON LOS
PARÁMETROS AMBIENTALES EN EL CRUCERO IMCA II

IMCA II PARÁMETROS	ESPECIE		
	<i>P. pinnata</i>	<i>P(M.) sp. A</i>	<i>N. incisa</i>
PROFUNDIDAD	- 0.03	- 0.14	0.12
LODO	0.13	0.26	- 0.30
ARENA	0.03	0.15	0.12
GRAVA	- 0.05	0.02	0.25
CARBONO ORGÁNICO	0.03	0.02	- 0.24

En la Tabla 20b no se colocan los coeficientes de correlación de la densidad con los metales pesados porque en este crucero no se obtuvieron sus concentraciones en sedimentos.

Como se puede observar todos los coeficientes dan resultados bajos, por lo que concluimos que la relación entre los parámetros ambientales y las densidades de estas especies no se comportan de manera lineal, por lo que es necesario utilizar otra prueba de estadística, como un análisis de componentes principales que nos explica el comportamiento de la muestra en relación a los parámetros más importantes que afectan a los organismos.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se determinaron taxonómicamente 1, 668 organismos correspondientes a las familias más abundantes de la Sonda de Campeche, de los cuales 841 corresponden a la familia Spionidae, 230 a la familia Nereididae y 597 a la familia Nephtyidae. Los individuos determinados se encuentran distribuidos en 21 géneros y 37 especies, de éstas 17 pertenecen a los espionidos, 41 a los nereidos y 6 a los néftidos.

El 21.6% de las especies determinadas son nuevos registros para la Zona Exclusiva Económica de México y % lo es únicamente para el Golfo de México.
21.6

Entre las especies registradas, el espionido *Paraprionospio pinnata* presenta la mayor abundancia numérica en ambos muestreos con 644 organismos presentes en la zona de estudio. Sin embargo, el néftido *Nephtys incisa* tiene el atributo de mayor frecuencia de aparición de todo el muestreo, por esta razón ambas especies son consideradas como dominantes.

El área de estudio se dividió de acuerdo a su profundidad en tres zonas diferentes: somera, media y profunda. Pertenece a la zona somera la mayor densidad y la mayor riqueza específica, posiblemente debido a los diferentes tipos de sedimento que se encuentran en esa zona.

Se realizaron análisis de correlación entre las densidades de todas las especies y las dominantes con los parámetros ambientales de la zona estudiada y no se encontró alguna correlación que fuera alta, por esta razón se realizaron gráficas entre la densidad y los parámetros, encontrando que los organismos parecen tener preferencia por localizarse entre los 25 m y 30 m de profundidad y a una temperatura de 28 °C.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO-CAMARGO, J. E., A. Z. MÁRQUEZ-GARCÍA, R. SALAS-COLUNGA, M. E. MENDOZA-CANTÚ, A. CARILLO-BAÑUELOS y A. PÉREZ-ROJAS, 1991. Geología. In: SOLÍS-WEISS, V. *Dinámica Océánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción sur del Golfo de México*. Primer Informe Técnico, Proyecto DINAMO, DGAPA/UNAM IN209789, pp. 135-172.
- AGEMIAN, H. A. S. y CHAU, 1976. Evaluation of extraction techniques for the determination of metals in aquatic sediments. *Analyst* 101, (1207): 761-767.
- ÁLVAREZ-RIVERA, M. U. R., 1983. Distribución de metales pesados en sedimentos del Río Blanco, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. UACPyP-CCH, Univ. Nal. Autónoma, México, 68 pp.
- AQUINO DE VALLEJOS, R., 1980. Contaminación marina por metales pesados y otros efluentes industriales y domésticos. In: Perez Nieto, H., 1980. *Contaminación e Impacto Ambiental Marino Costero*. Ed. Universidad Simón Bolívar, Venezuela, pp. 109-130.
- ARRIAGA-BECERRA, R. E., 1985. Estudio preliminar de la macrofauna de invertebrados de las playas arenosas de Quintana Roo y Yucatán (México) y su relación con el sedimento. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autónoma, México, 83 pp.
- AUGENER, H., 1906. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, and on the East coast of the United States, 1877 to 1880, by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake", Lieut. Commander C. D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Bartlett, U.S.N. Commanding. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Univ.* 43 (4): 91-196.
- AUGENER, H., 1922. Ueber littorale polychaeten von Westindien. *Ges. Naturf. Freunde Berlin, Sitzber. Jahrgang* 1922: 38-63.
- BARNES, R. D., 1989. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. Interamericana, México, 1155 pp.
- BISHOP, J., 1974. Observations on the swarming of a nereid polychaete, from the Northern Gulf of Mexico. *Proc. Louisiana Acad. Sci.*, 37: 60-63.
- BLAKE, J. A., 1984. Four new species of Spionidae (Polychaeta) from New Zealand, with comments on a syntype of *Spio aequalis* Ehlers from Chatham Island. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 97 (1): 148-159.

- BLAKE, J. A., 1986. A new species of *Boccardia* (Polychaeta: Spionidae) from the Galapagos Islands and a redescription of *Boccardia basilaria* Hartman from Southern California. *Bull. South Cal. Acad. Sci.*, 85 (1): 16-21.
- BLAKE, J. A. y J. D. KUDENOV, 1978. The Spionidae (Polychaeta) from Southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera. *Mem. Nat. Mus. Victoria*, 39: 171-280.
- BROWER, J. E. y ZAR, 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Ed. Wm.c. Brown Company Publishers, N. Y., 194 pp.
- BRYAN, G. W., 1976. Heavy metal contamination in the sea. In: Jhonston, R. (Ed.) *Marine Pollution*. Academic Press, San Fco., pp. 185-290.
- CARREÑO-LÓPEZ, L. S., 1982. Algunos aspectos ecológicos de la macrofauna bentónica de las praderas de *Thalassia testudinum* de la Laguna de Términos, Campeche. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 71 pp.
- CIFUENTES-LEMUS J. L., P. TORRES-GARCÍA y M. FRÍAS-MONDRAGÓN, 1987. El Océano y sus Recursos VI. *Bentos y Necton*. Fondo de Cultura Económica, México, 168 pp.
- CHINOLLA-REY, M. C. P., 1984. Contribución al conocimiento de la macrofauna bentónica intermareal en Sontecomapan, Veracruz. Tes. Prof., E.N.E.P. Iztacala, Univ. Nal. Autón., México, 66 pp.
- CRENA, R. y A. M. BONVINCINI-PLAGLIAGLI, 1980. The structure of benthic communities in an area of thermal discharge from a coastal power station. *Mar. Poll. Bull.*, 11: 221-224.
- DA CUNHA-LANA, P. y H. H. SOVIERZOSKI, 1987. *Neanthes bruaca* sp.n. (Nereididae: Polychaeta) da costa sudeste do Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, 30 (4): 677-688.
- DAUER, D. M., 1985. A new species of *Scolecopsis* (Polychaeta: Spionidae) from Lizard Island, Australia. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 98 (3): 678-682.
- DAY, J. H., 1961. The polychaet (sic.) fauna of South Africa. Part. 6. Sedentary species dredged off Cape coast with a few new records from the shore. *J. Linn. Soc. Zool. London*, 44 (299): 463-560.
- DAY, J. H., 1967. A monograph on the polychaeta of Southern Africa. Part I: Errantia. Part II: Sedentaria. *Brit. Mus. (Natur. Hist.) Publ. No.* 656: 878.
- DOYLE L. J. y P. H. FELDHAUSEN, 1981. Bottom sediments of the Eastern Gulf of Mexico examined with traditional and multivariate statistical methods. *Mat. Geol.* (2): 93-117.
- EHLERS, E., 1887. Reports on the results of dredging under the direction of PL. F. Pourtalés, during the years 1868-1870, and of Alexander Agassiz in the Gulf of Mexico

- (1877-78), and in the Caribbean Sea (1878-79), in the U. S. Coast Survey Steamer Blake. Report of the Annelides. *Mem. Mus. Comp. Zool.*, 15: 1-333.
- ESCOBAR-BRIONES, E. G., 1984. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos en la Laguna de Términos, Campeche: composición y estructura. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. UACPyP-CCH, Univ. Nal. Autón., México, 192 pp.
- ESCOFET, A., J. M. ORENSANS, S. R. OLIVIER y V. SCARABINO, 1978. Biocenología bentónica del Golfo de San Matías (Río Negro, Argentina): metodología, experiencias y resultados del estudio ecológico de un gran espacio geográfico de América Latina. *An. Centro del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 5 (1): 59-82.
- FAUCHALD, K., 1972. Benthic Polychaetous Annelids from deep water off Western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. *Allan Hancock Monogr. Mar. Biol.*, 7: 1-575.
- FAUCHALD, K., 1977. The Polychaete Worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Nat. Hist. Mus of Los Angeles County, Sci. Ser.*, 28: 1-190.
- FAUCHALD, K. y P. A. JUMARS, 1979. The diet of worms: A study of polychaeta feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.
- FAUVEL, P. 1923. Polychètes Errantes. Faune de France, *Le Chevalier*, 5: 1-488.
- FORSTNER, U. y G. T.W. WITTMANN, 1982. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Ed. Springer-Verlag, Berlin, 486 pp.
- FOSTER, N. M., 1969. New species of spionids (Polychaeta) from the Gulf of Mexico and Caribbean, Sea with a partial revision of the genus *Prionospio*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 82 (38): 381-400.
- FOSTER, N. M., 1971a. Redescription of the Spionid Polychaetes *Malacoceros indicus* (Fauvel 1928). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28: 1455-1457.
- FOSTER, N. M., 1971b. Spionidae (Polychaeta) of the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Studies on the Fauna of Curacao and Other Caribbean Islands*, 37 (129): 1-183.
- FRAGA, F., 1972. El agua marina. In: Fundación la Salle de Ciencias Naturales (Ed.) *Ecología Marina*. Ed. Dossat, España, pp. 67-99.
- GARCÍA, E., 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Ed. Enriqueta García de Miranda, México, 252 pp.
- GARCÍA-IZQUIERDO, A., 1988. La fauna sésil asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en la Laguna Mecoacán, Tabasco. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 90 pp.
- GARDINER, S. L., 1976. Errant Polychaete Annelids from North Carolina. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 91 (3): 77-220.

- GAUDETTE, H. E., W. R. FLIGHT, L. TONER y D. W. FOLGER, 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44 (1): 249-253.
- GONZÁLEZ-MACÍAS, M. del C., 1989. Las comunidades bentónicas y su relación con afloramientos naturales de hidrocarburos en el Golfo de México: Crucero Chapo I. *Universidad y Ciencia*, 6 (11): 17-28.
- 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. Tes. Prof. E.N.E.P. Iztacala, Univ. Nal. Autón., México, 99 pp.
- GRANADOS-BARBA, A., E. LÓPEZ-GRANADOS, M. E. RAMOS-AGUILAR y V. SOLÍS-WEISS (en prensa). Estudio preliminar de las familias de poliquetos en la región de las plataformas petroleras de la Sonda de Campeche. In: *Memorias del X Congreso Nacional de Zoología*, 1989. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México.
- GRANADOS-BARBA, A., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA y V. SOLÍS-WEISS. 1991. Los Anélidos Poliquetos del orden Eunicida de la región de plataformas petroleras del sureste del Golfo de México. In: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, p. 48.
- GRUBE, A. E., 1850. Die Familien der Anneliden. *Arch. Naturgesch. Berlin* 16: 294-364.
- HARPER, D. E. Jr., 1979. *Nereis (Neanthes) micromma* n. sp. (Polychaeta: Nereididae) from the Northern Gulf of Mexico with a note on the structure of nereidid palps. *Contrib. Mar. Sci.*, 22: 91-103.
- HARTMAN, O., 1938. Review of the Annelid Worms of the family Nephtyidae from the Northeast Pacific, with descriptions of five new species. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 85 (3034): 143-158.
- HARTMAN, O., 1950. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 15 (1): 85-131.
- HARTMAN, O. 1951. The littoral marine annelids of the Gulf of Mexico. *Pub. Texas Univ. Inst. Mar. Sci.*, 2 (1): 124.
- HARTMAN, O., 1954. Polychaetous Annelids of the Gulf of Mexico. *U.S. Fish. Wild. Srv. Fish. Bull.*, 89 (3): 160 pp.
- HARTMAN, O., 1968. *Atlas of the Errantiate Polychaetous Annelids from California*. Allan Hancock Foundation, Univ. South. Calif., 828 pp.
- HARTMAN, O., 1969. *Atlas of the Sedentariate Polychaetous Annelids from California*. Allan Hancock Foundation, Univ. South. Calif., 812 pp.

- HEARD, R. W., 1982. *Guide to Common Tidal Marsh invertebrates of the Northeastern Gulf of Mexico*. Reinhold lithographing & Printing Co., Booneville, Missisipi, 82 pp.
- HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, P. 1985. Variación anual de la macrofauna béntica asociada al mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la Laguna de Términos, Campeche, México. Tes. Prof., E.N.E.P. Zaragoza, Univ. Nal. Autón., México, 105 pp.
- HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, P. y V. SOLÍS-WEISS, 1987. Estudio de la macrofauna béntica asociada al mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en la Laguna de Términos, Campeche, durante un ciclo anual. In: *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tomo 1, pp. 83-90.
- HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, P. y V. SOLIS-WEISS, 1991. Ecological aspects of the Polychaete populations associated with the red mangrove *Rhizophora mangle* at Laguna de Terminos, Southern part of the Gulf of Mexico. In: Petersen, M.E. y J.B. Kirkegaard (Eds.) *Systematics, Biology and Morphology of World Polychaeta: Ophelia Supplement*, 5: 451-462.
- HERNÁNDEZ de SANTILLANA, J. M. y E. V. MAY-ALFARO, 1990. Algunos aspectos ecológicos de la macrofauna bentónica de las praderas de *Thalassia testudinum* (Korig, 1805) del estero de Yucalpetén, Yucatán. Tes. Prof. E.N.E.P. Iztacala, Univ. Nal. Autón., México, 73 pp.
- HORTA-PUGA, G. L., 1982. Descripción de algunas especies de poliquetos bentónicos de Isla Verde, Veracruz. Tes. Prof. E.N.E.P. Iztacala, Univ. Nal. Autón., México, 142 pp.
- HUTCHINGS, P. A. y A. REID, 1990. The Nereididae (Polychaeta) from Australia *Gymnonereidinae* sensu Fitzhugh, 1987: *Australonereis*, *Ceratocephale*, *Dendronereides*, *Gymnonereis*, *Nicon*, *Olganereis* and *Websterinereis*. *Records of the Australian Museum*, 42: 69-100.
- HUTCHINGS, P. A. y A. REID, 1991. The Nereididae (Polychaeta) from Australia *Leonnates*, *Platynereis* and *Solomonereis*. *Records of the Australian Museum*, 43: 47-62.
- HUTCHINGS, P. A. y S. P. TURVEY, 1982. The Nereididae of South Australia (Annelida; Polychaeta). *Trans. R. Soc. S. Aust.*, 106 (3): 93-144.
- HUTCHINGS, P. A. y S. P. TURVEY, 1984. The Spionidae of South Australia (Annelida, Polychaeta). *Trans. R. Soc. S. Aust.*, 108 (1): 1-20.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L., 1983. Variaciones estacionales de los Anélidos Poliquetos asociados a las praderas de *Thalassia testudinum* (Konig, 1805) a lo largo de la costa sur de Isla del Carmen en la Laguna de Términos, Campeche. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 84 pp.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y V. SOLÍS-WEISS, 1986. Anélidos Poliquetos de las praderas de *Thalassia testudinum* del noroeste de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.*, 34 (1): 35-47.

- IMAJIMA, M. y W. SATO, 1984. A new species of *Polydora* (Polychaeta, Spionidae) collected from Abashir, Bay Hokkaido. *Bull. Natn. Sci. Mus.* 10 (2): 57-62.
- IMAJIMA, M. y Y. TAKEDA, 1987. Nephthyidae (Polychaeta) from Japan II. The genera *Dentimephrys* and *Nephrys*. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. a*, 13 (2): 41-77.
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Ed. Prentice Hall Pub., Englewood Cliffs, N. J., 498 pp.
- JOHNSON, P. G., 1984. Chapter 6. Spionidae In: Uebelacker, J.M. y 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 & Assoc., Inc., Mobile, Alabama, 6.1-6.69.
- JOHNSTON, G., 1845. An index to the British Annelids. *Ann. Mag. Natur. Hist. London* (16): 4-10.
- KREBS, C. J., 1978. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Ed. Harla, México, 753 pp.
- KRUMBEIN, W. C. y L. L. SLOSS, 1963. *Stratigraphy and Sedimentation*. W. H. Freeman and Company. San Francisco y London, 660 pp.
- LIGHT, W. J., 1977. Spionidae (Annelida: Polychaeta) from San Francisco Bay, California: a revised list with nomenclatural changes, new records, and comments on related species from the Northeastern Pacific Ocean. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 90 (1): 66-88.
- LIGHT, W. J., 1978. Spionidae (Polychaeta, Annelida). In: Lee, W. L. (Ed.). *Invertebrates of the San Francisco Bay Estuary Sistem*. Pacific Grove California: The Boxwood Press, California, 223 pp.
- LÓPEZ-GRANADOS, E.M., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA y V. SOLÍS-WEISS, 1991. Los Anélidos Poliquetos de la familia Spionidae del Sureste del Golfo de México. In: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, p. 43.
- LORING, D. H. y R. T. T. RANTALA., 1977. *Geochemical Analysis of Marine Sediments*. Technical report No. 700. Fisheries and Marine Service., N. Y., 58 pp.
- MACHAIN-CASTILLO, M. L., L. ESPARZA-CASTILLO, M. L. VÁZQUEZ-DURÁN y J. A. GUERRERO-GARCÍA, 1991. Micropaleontología. In: SOLÍS-WEISS, V. *Dinámica Océánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción sur del Golfo de México*. Primer Informe Técnico, Proyecto DINAMO, DGAPA/UNAM IN209789, pp. 108-134.
- MACIOLEK, N. J., 1984a. A new species of *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) from deep water in the North-West Atlantic Ocean, and new records of other Polydorid species. *Sarsia*, 69: 123-131.

- MACIOLEK, N. J., 1984b. New records and species of *Marenzelleria* Mesnil and *Scolecopides* Ehlers (Polychaeta; Spionidae) from Northeastern North America. *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*. In: Hutchings, P.A. (Ed.), published by the Linnean Society of New South Wales: 48-62.
- MACIOLEK, N. J., 1985. A revision of the genus *Prionospio* Malmgren, with special emphasis on species from the Atlantic Ocean, and new records of species belonging to the genera *Apoprionospio* Foster and *Paraprionospio* Caullery (Polychaeta, Annelida, Spionidae). *J. Linn. Soc. Zool. Society*, 84: 325-383.
- MACKIE, A. S. y A. A. DUFF, 1986. *Atherospio disticha* gen. et sp. nov. (Polychaeta: Spionidae) from Loch Tuirnaig, West coast of Scotland. *OPHELLA*, 25 (3): 139-146.
- MACKIE, A. S. y J. P. HARTLEY, 1990. *Prionospio saccifera* sp. nov. (Polychaeta: Spionidae) from Hong Kong and the Read Sea, with redescription of *Prionospio ehlersi* Fauvel, 1928. Morton, B. (Ed.) *Hong Kong University Press*. 2nd. Intern. Marine Biological Workshop the Marine Flora and Fauna of Hong Kong and China, 39 pp.
- MARRÓN-AGUILAR, M. A., 1976. Estudio cuantitativo y sistemático de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) bentónicos de la Laguna de Términos, Campeche, México. Tes. Doctoral, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 143 pp.
- MÁRQUEZ-GARCÍA, A. Z. y E. A. MORALES DE LA GARZA, 1984. Sedimentología de la plataforma continental del estado de Guerrero, México. Tes. Prof., Fac. Ingeniería, Univ. Nal. Autón., México, 53 pp.
- MARGALEF, R., 1972. Luz y Temperatura. In: Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Ed.) *Ecología Marina*. Ed. Dossat., España, pp. 100-129.
- MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Ed. Omega., Barcelona, 951 pp.
- McGINITIE G. E. y N. McGINITIE, 1968. *Nature History of the Marine Animals*. Mc Graw Hill Book Co. N.Y., 524 pp.
- MÉNDEZ-UBACH, M. N., 1983. Contribución al conocimiento de las relaciones entre fauna y sedimentos en 29 playas arenosas del Golfo de México. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 103 pp.
- MÉNDEZ-UBACH, M. N. y V. SOLÍS-WEISS, 1987. Estudio preliminar de las familias de Anélidos Poliquetos y su relación con el tipo de sedimento y contenido de materia orgánica en el sureste del Golfo de México. *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco*, pp. 49-53.
- MÉNDEZ-UBACH, M. N., V. SOLÍS-WEISS y A. CARRANZA-EDWARDS, 1986. La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de Playas del Edo. de Veracruz, Méx. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón., México*, 13 (3): 45-46.

- MIRANDA-VÁZQUEZ, L. A., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA y V. SOLÍS-WEISS, 1991. Distribución y abundancia de Anélidos Poliquetos en zonas de plataformas petroleras en el Golfo de México. Sociedad Mexicana de Zoología. In: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, p. 49.
- MORENO-RIVERA, L. S., 1986. Descripción de algunas especies de poliquetos del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, y su relación con el sustrato. Tes. Prof. E.N.E.P. Iztacala, Univ. Nal. Autón., México, 75 pp.
- NAVA-MONTES, A. D., 1989. Los Anélidos Poliquetos de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 82 pp.
- OCHOA-RIVERA, V., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA y V. SOLÍS-WEISS, 1991. Los Anélidos Poliquetos asociados a arrecifes coralinos de las principales islas del sureste del Golfo de México. In: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, p. 45.
- ODUM, P. E., 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana. Edo. de Mex., 636 pp.
- ORTIZ-HERNÁNDEZ, M. C., 1990. Los poliquetos de la Sonda de Campeche y Canal de Yucatán. Su relación con los hidrocarburos. Tes. Maestría, CINVESTAV-Mérida, I.P.N., 99 pp.
- PARRA, M. J., 1974. Contribución al conocimiento de la macrofauna de una playa arenosa de Tuxpan, Veracruz. Tes. Prof., Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N., 37 pp.
- PEMEX, 1985. *La Sonda de Campeche*. Pemex. México, D.F., 75 pp.
- PEQUEGÑAT, W. E. y F. A. CHACE Jr., 1970. *Contributions on the biology of the Gulf of Mexico*. Vol. 1. Gulf Publishing Co. Houston, Texas, 57 pp.
- PERES, J. M., 1961. *Océanographie Biologie Marine, Tomo I: La vie benthique*. Presses Univ., Francia, 45 pp.
- PERKINS, T. H., 1980. Review of species previously referred to *Ceratonereis mirabilis* and descriptions of new species of *Ceratonereis*, *Nephtys*, and *Goniada* (Polychaeta). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 93 (1): 1-49.
- PERKINS, T. H. y T. SAVAGE, 1975. A bibliography and checklist of Polychaetous Annelids of Florida, the Gulf of México, and Caribbean Region. *Florida Marine Research Publications.*, (14): 1-62.
- PESCH, G. G. y C. E. PESCH, 1980. *Neanthes arenaceodentata* (Polychaeta: Annelida) a proposed cytogenetic model for marine genetic toxicology. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1225-1228.
- PETTIBONE, M. H., 1971. Revision of some species referred to *Leptonereis*, *Nicon* and *Laeonereis* (Polychaeta: Nereididae). *Smithsonian Contributions to Zoology* (104): 1-53.

- PETTIBONE, M. H., 1982. Annelida. In: McGraw Hill (Ed.) *Synopsis and Clasification of Living Organism*. McGraw Hill Book Co., N. Y., 43 pp.
- PETZALL, W., 1972. Sedimentación Marina. In: Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Ed.) *Ecología Marina*. Editorial Dossat, Espana, pp. 35-66.
- PIANKA, E. R., 1977. *Evolutionary Ecology*. Editorial Harper y Row, Nueva York, 356 pp.
- PLEIJEL, F., 1985. *Prionospio ockelmanni* sp. n. (Polychaeta: Spionidae) from the Oresund and the Northern part of the Swedish West-Coast. *OPHELIA*, 24 (3): 177-181.
- RAINER, S. F., 1984. *Nephtys pente* sp. nov. (Polychaeta: Nephtyidae) and a key to *Nephtys* from Northern Europe. *F. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 64: 899-907.
- REISH, D. J., 1957. The relationship of the Polychaetous Annelids *Capitella capitata* (Fabricius) to waste discharge of biological origin. In: *Biological Problems in Water Pollutions, U.S.*, pp. 195-200.
- REVELES-GONZÁLEZ, M. B., 1983. Contribución al estudio de los Anélidos Poliquetos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en la posición este-sur de la Laguna de Términos, Campeche. Tes. Prof., Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón., México, 78 pp.
- RIOJA, E., 1946a. Estudios Anelidológicos XIV. Observaciones sobre algunos poliquetos de las costas del Golfo de México. *An. Inst. Biol, Univ. Nal. Autón., México*, 17 (1, 2): 193-203.
- RIOJA, E., 1946b. Estudios Anelidológicos XV. Nereidos de agua salobre de los esteros del litoral del Golfo de Mexico. *An. Inst. Biol, Univ. Nal. Autón., México*, 17: 205-214.
- RIOJA, E., 1947. Estudios Anelidológicos XIX. Observaciones sobre algunos Nereidos de las costas de Mexico. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón., México*, 18: 527-535.
- RIOJA, E., 1958. Estudios Anelidológicos XXII. Datos para el conocimiento de la fauna de Anélidos Poliquetos de las costas orientales de México. *An. Inst. Biol, Univ. Nal. Autón., México*, 29: 219-301.
- RIOJA, E., 1960. Estudios Anelidológicos XXIV. Adiciones a la fauna de Anélidos Poliquetos de las costas orientales de México. *An. Inst. Biol, Univ. Nal. Autón., México*, 31: 289-316.
- RODRÍGUEZ, G., 1972. Las comunidades bentónicas. In: Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Ed.) *Ecología Marina*. Ed. Dossat, España, 563-600.
- RODRÍGUEZ-VILLANUEVA, V., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, y V. SOLÍS-WEISS, V., 1991. Abundancia, diversidad y distribución geográfica de los Anélidos Poliquetos de la plataforma continental interna de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche. In: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, p. 44.

- ROSALEZ-HOZ, M. T. L. y C. MÉNDEZ-JAIME, 1991. Estudio químico de sedimentos del Golfo de México. In: SOLÍS-WEISS, V. *Dinámica Océánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción sur del Golfo de México*. Primer Informe Técnico, Proyecto DINAMO, DGAPA/UNAM IN209789, pp. 76-107.
- ROZBACZYLO, N. y J. C. CASTILLA, 1988. A new species of polychaete, *Scolecopsis anakerae* (Polychaeta: Spionidae) from Easter Island, South Pacific Ocean, with ecological comments. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 101 (4): 767-772.
- SALAS de LEÓN, D. A., M. A. MONREAL-GÓMEZ, M. A. ALATORRE-MENDIETA, J. J. DÍAZ-PÉREZ, H. VELASCO MENDOZA, M. QUINTERO-CUEVAS, F. JAIME-ENRÍQUEZ, J. ALDECO-RAMÍREZ y L. A. CAZARES-CRUZ, 1991. Física. In: SOLÍS-WEISS, V. *Dinámica Océánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción sur del Golfo de México*. Primer Informe Técnico, Proyecto DINAMO, DGAPA/UNAM IN209789, pp. 5-28.
- SALAZAR-VALLEJO, S. I., 1985. Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Bahía Concepción, Baja California Sur, Mex. Tesis Maestría en Ciencias en Ecología Marina. CICESE, 311 pp.
- SALAZAR-VALLEJO, S. I., J. A. de LEÓN-GONZÁLEZ y H. SALAICES-POLANCO, 1989. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Ed. Univ. Autónoma. Baja Cal. Sur., Libros Universitarios, La Paz, 212 pp.
- SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, A. J. y L. A. SOTO-GONZÁLEZ, 1987. Camarones de la superfamilia Penaeoidea (Rafinesque, 1815) distribuidos en la plataforma continental del suroeste del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autónoma México*, 14 (2): 157-180.
- SCHEFLER, W. C., 1981. *Bioestadística*. Fondo Educativo. México, 267 pp.
- SOBERÓN-CHAVEZ, G., 1985. Mecanismos de producción natural de las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: variables físicas de interacción ecológica. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH, Univ. Nal. Autónoma, México, 121 pp.
- SOKAL, R. R. y ROHLF, 1979. *Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica*. Editorial Blume, España, 832 pp.
- SOLÍS-WEISS, V., 1983. *Parandalia bennei* (Pilargidae) and *Spiophanes lowai* (Spionidae), new species of Polychaetous Annelids from Mazatlan Bay, Pacific coast of México. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 96 (3): 370-378.
- SOLÍS-WEISS, V. y S. CARREÑO-LÓPEZ, 1986. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autónoma, México*, 13: 201-217.

- SOLÍS-WEISS V. y L. ESPINASA, 1991. *Licastilla cavernicola*, a new freshwater nereidid from an inland Mexican cave (Polychaeta: Nereididae: Namanereidinae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 104 (3): 631-639.
- SOLÍS-WEISS V., P. HERNÁNDEZ-ALCANTARA, A. GRANADOS-BARBA, E. M. LÓPEZ-GRANADOS, L. MIRANDA-VÁZQUEZ, V. RODRÍGUEZ-VILLANUEVA y 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/UNAM IN209789, pp. 135-172.
- TAYLOR, J. L., 1984a. Chapter 35. Nephthyidae. In: Uebelacker, J.M. y Johnson, P. G. (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 & Assoc., Inc., Mobile, Alabama, pp. 35.1-35.20
- TAYLOR, J. L., 1984b. Chapter 31. Nereididae. In: Uebelacker, J.M. y Johnson, P. G. (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 & Assoc., Inc., Mobile, Alabama, pp. 31.1-31.42.
- TREADWELL, A. L., 1941. Polychaetous Annelids from the West Coast of México and Central América. (Eastern Pacific Expedition of the New York Zoological Society). *Zoologica*, N. Y., 26(1): 17-24.
- UEBELACKER, J. M. y P. G. JOHNSON (Eds.) 1984. *Taxonomic Guide to the Northern Gulf of Mexico*. Volume 1. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-21-001-29091. Barry A. Vittor & Assoc., Inc., Mobile, Alabama.
- VÁZQUEZ-BADER, A. R., 1988. Comunidades de macroinvertebrados bénticos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México: abundancia, distribución y asociaciones faunísticas. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. UACPyP-CCH, Univ. Nal. Autón., México, 140 pp.
- VILLALOBOS, A. y M. E. ZAMORA, 1975. Importancia biológica de la Bahía de Campeche. *Mem. I Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol.*, (México), pp. 375-394.
- WEIHAUPT, J. G., 1984. *Introducción a la Oceanografía, Exploración de los Océanos*. Ed. Continental. México, 640 pp.
- WALKLEY, A. y BLACK, I. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37: 29-38.
- WIRÉN, A., 1883. Chaetopoder fran Sibiriska Ishafuet och Berings haf insamlade under VEGA-Expeditionen 1878-79. VEGA-Expeditionen Vetenskapliga Iakttagelser, 2: 383-428.

- WOODWICK, K. H., 1961. *Polydora rickettsi*, a new species of spionid polychaete from Lower California. *Pas. Sci.*, 15: 78-81.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SÁNCHEZ-GIL, 1983. Environmental behavior of Campeche Sound ecological system, off Terminos Lagoon, Mexico: Preliminar Results. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 10 (1): 117-136.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SÁNCHEZ-GIL, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. *Publ. Esp. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 9:1-230.
- YÁÑEZ-CORREA, 1969. Procesos costeros y sedimentos recientes de la plataforma continental al sur de la Bahía de Campeche. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, 32 (2): 75-115.

ANEXO

QUÍMICA

Procesamiento de muestras.

Las muestras se secan en cápsulas de porcelana a 110 °C durante ocho horas, posteriormente se muelen en morteros de porcelana para pulverizar y homogeneizar la muestra, guardándolas en bolsas de polietileno para análisis posteriores.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Existen diversos métodos para determinar materia orgánica; los más comunes son: pérdida por ignición, gasómetro LECO y el de titulación. En el presente trabajo se utilizó el método por titulación, que se encuentra basado en el calentamiento exotérmico de la muestra y en la oxidación con $K_2Cr_2O_7$ y H_2SO_4 concentrado, el exceso de dicromato de potasio es titulado con $FeSO_4 \cdot NH_4$ a una concentración de 0.5 normal, siendo también utilizado $FeSO_4$ a 0.5 normal.

El método fué propuesto por Walkley y Black (1934), que a su vez fué adoptado y modificado por Jackson (1958); este método diferencia materia húmica de fuentes externas de carbón orgánico, tales como grafito y carbón.

Este método fué desarrollado por Walkley y Black (1934), para determinar Carbón Orgánico en suelos, sin embargo la técnica también se aplica para sedimentos marinos y lacustres (Gaudette, *et al.*, 1974).

La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



PROCEDIMIENTO

Pesar 0.5 g de sedimento seco y molido (dependiendo de la concentración de materia orgánica presente).

Colocarlo en un matraz erlenmeyer de 500 ml.

Adicionar 10 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 normal y mezclar.

Agregar 20 ml de H_2SO_4 concentrado, y mezclar por un minuto (para que el sedimento entre en contacto con los reactivos).

Dejar en reposo 30 minutos.

Pasado ese tiempo, diluir con agua destilada a un volumen de 200 ml.

Adicionar 10 ml de H_3PO_4 concentrado, 0.2 g de NaF y 15 gotas del indicador de difenilamina. Titular con Sulfato ferroso (el color cambia de café verdoso a azul oscuro y en el punto final pasa a verde brillante).

Para estandarizar el método se utilizó glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

CÁLCULOS

$$\% \text{ C. Orgánico} = 10(1-T/S) \{1.0N (0.003)(100/w)\}$$

Donde:

T = ml. de FeSO_4 usados en la titulación de la muestra.

S = ml. de FeSO_4 usados en la titulación del blanco.

0.003 = 12/400 = peso meq del carbón.

1.0 N = N del $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

10 = volumen de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en ml adicionados.

w = peso de la muestra en gramos.

DETERMINACIÓN DE METALES

Existen diversos métodos de extracción de metales en sedimentos. En 1976 Agemian y Chau, hicieron un estudio comparativo de los métodos de extracción más usuales, donde se aprecia que el método de extracción usando bombas de digestión Parr, mezcla de ácidos, temperatura y presión es la más eficiente.

Tomando en cuenta lo anterior, en el presente estudio se utilizó el método de Loring y Rantala (1977). En este método las muestras son digeridas en agua regia-HF en bombas de teflón cerradas; esta técnica ofrece diversas ventajas sobre las digestiones ácidas abiertas o métodos de fusión.

En las digestiones cerradas, las pérdidas por volatilización fueron eliminadas, permitiendo el análisis de Si, Al y Ti en la misma solución; así como otros elementos de metales alcalinos y alcalinoterreos.

El contenido de materia orgánica en el sedimento es importante dada la afinidad que ciertos elementos particularmente V, Mo, Ni y trazas de otros metales, presentan por la misma; asimismo los metales pesados se concentran en las capas silíceas o en algunos minerales.

Considerando lo anterior, el primer paso en la digestión del sedimento es la destrucción de la materia orgánica, para lo cual se ha propuesto una mezcla de $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ o $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$. Las mezclas oxidantes propuestas requieren una predigestión con HNO_3 , para evitar el efecto explosivo del HClO_4 o peróxidos, cuando actúan directamente sobre la M.O.; también es necesaria la destrucción del material silíceo utilizando HF.

Cabe mencionar que en la digestión, la mezcla de ácidos empleada debe satisfacer ciertas condiciones:

- Disolver la matriz sílica del sedimento.
- Destruir la materia orgánica.
- Debe obtener los metales en solución.
- No debe introducir interferencias.

PROCEDIMIENTO

Pesar 0.5 g de sedimento seco y molido, y pasarlo a un vaso de teflón.

Adicionar 2 ml de agua egia (1:3) y 6 ml de HF.

Pasar el vaso de teflón a las bombas Parr y cerrarlas.

Meterlas a la estufa a una temperatura de 110 °C por 4 horas.

Dejar enfriar, pasar cuantitativamente la muestra de digestión a matraces aforados de Nalgene (50 ml), que contengan 2.8 g de H₃BO₃ en 20 ml de agua bidestilada y aforar a 50 ml.

Pasar a tubos para centrifuga de polipropileno para centrifugarlas.

Almacenar las muestras en frascos de polietileno.

Es importante que todo el material utilizado en la preparación y análisis para E.A.A. esté perfectamente limpio para evitar contaminaciones.

El material de vidrio y polietileno es lavado con HNO₃ 3 normal, y enjuagados con agua bidestilada; los vasos de teflón se dejan media hora en HNO₃ 3 normal caliente y después se enjuagan con agua bidestilada (es conveniente evitar el uso de material de vidrio para evitar contaminaciones).

CÁLCULO DE RESULTADOS

Las muestras digeridas son leídas en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Varian AA/475) contra un blanco (preparado bajo las mismas condiciones que las muestras). La absorbancia obtenida se interpola en una curva de concentración conocida como absorbancia.

Para el cálculo de concentración en la muestra se aplica la siguiente fórmula:

$$ppm = \mu g/g = \frac{(*) * aforo * dilución}{g muestra}$$

Donde:

(*) = es $\mu g/ml$ obtenido al interpolar la absorbancia de la muestra dentro de la Curva de Calibración.

SEDIMENTOLOGÍA

CLASIFICACIÓN DE SEDIMENTOS POR TAMIZADO

Este análisis es un procedimiento mecánico por medio del cual las partículas del tamaño de lodos, arenas y gravas de una muestra son convenientemente separadas en diferentes clases o grados de tamaño por una serie de tamices sobrepuestos de manera decreciente, de tal forma que la medida de menor tamaño se localiza en el fondo.

PROCEDIMIENTO

Tamizado en seco (Fracción gruesa)

Homogeneizar la muestra, y si pesa más de 70 gramos cuartearla con el fin de obtener de 30 a 50 gramos de muestra.

Colocar la muestra en una cápsula numerada, suprimiendo las fibras vegetales que pudieran encontrarse. Pesar la cápsula y aproximar a 0.01 gramos.

Escoger los tamices que se vayan a utilizar y colocarlos por orden de malla, de tal manera, que la abertura más grande quede arriba y el plato del fondo quede abajo.

Vertir la muestra en el primer tamiz, y cuidar que la muestra no quede retenida en éste. Tape la serie de tamices y colóquelos en el vibrador mecánico.

Agitar la muestra por espacio de 15 minutos.

Colocar en la mesa de trabajo una cartulina blanca y por encima una hoja de papel encerado. Vierta cuidadosamente la fracción de cada tamiz sobre el papel encerado, golpeando ligeramente con la mano el bastidor del tamiz y limpiar con la brocha o el pincel la malla del tamiz sin estropearlo. Vaciar las fracciones de cada tamiz en cápsulas marcadas y pesadas.

Obtener los pesos aproximando a 0.01 gramos. Si se tiene menos de 1.0 gramos en la fracción, debe pesarse con precisión de 0.001 gramos.

Anotar los pesos de cada fracción dentro de las formas apropiadas, en su columna correspondiente. Almacenar las fracciones en sobres o frascos, indicando su tamaño y número de muestra.

Obtener los porcentajes individual y acumulativo.