

00381

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

20



FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

LOS POLIQUETOS BENTICOS DE LA REGION
PETROLERA DEL SUROESTE DEL GOLFO DE
MEXICO: ESTRUCTURA COMUNITARIA E
IMPACTO AMBIENTAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

(BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

M. EN C. ALEJANDRO GRANADOS BARBA

DIRECTOR DE TESIS: DRA. VIVIANNE SOLIS WOLFOWITZ

MEXICO, D.F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**Los Poliquetos Bénticos de la Región Petrolera del Suroeste del Golfo de México:
Estructura Comunitaria e Impacto Ambiental**

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, bajo la dirección de la Dra. Vivianne Solís Weiss.

Descubrir un límite, una carencia en nuestro conocimiento, constituye por sí mismo un progreso fundamental del conocimiento... Es cierto que conocer nuestros límites desemboca en un más allá que quizá no sólo es impensable sino aún impensable, pero por eso mismo, nos damos cuenta de que el conocimiento es un juego de límites entre lo claro y lo oscuro, lo pensable y lo impensable. En esto reside el verdadero problema de conocimiento . . .

E. Morin

Este trabajo esta dedicado muy especialmente a dos personas que han cambiado mi vida por completo. En ellos he sembrado una gran esperanza.... mis hijos:

César Adrián Granados Bernal e Iván Alejandro Granados Bernal

A Mónica Esther Granados Barba:

Por esa valentía con la que está encarando los problemas a los que la vida nos enfrenta a través del destino que cada uno de nosotros va construyendo con el tiempo, destino que, en ocasiones, se torna tan azaroso que simplemente no lo podemos controlar... La vida sigue y no se para, sólo somos parte de un momento en ella; sin embargo, nos brinda toda una gama de posibilidades para disfrutarla de muchas maneras. ¡vívela!.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, por darme el privilegio de formar parte de ella y sentirme universitario.

Deseo expresar un especial y muy sincero agradecimiento a la Dra. Vivianne Solís Weiss, directora de esta tesis, por toda la enseñanza y el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo. Vivianne agradezco sobretodo la confianza y amistad durante estos 13 años de formar parte del Laboratorio de Ecología Costera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

Al Dr. Xavier Chiappa Carrara y al Dr. Arturo Carranza Edwards todas las sugerencias y discusiones durante tantos tutoriales que sirvieron para mejorar y concluir esta tesis. Agradezco a la Dra. Elba Escobar Briones, a la Dra. María Ana Fernández Álamo, a la Dra. María Nuria Méndez Ubach y al Dr. David Salas de León por la revisión y todas las sugerencias que realizaron al manuscrito. Sin duda, enriquecieron este trabajo.

A la Dra. Elba Escobar por el apoyo constante y consejos durante toda mi trayectoria académica, así como durante toda mi estancia en el instituto. Al Dr. Xavier Chiappa le agradezco toda la ayuda brindada durante la fase final de este trabajo, estoy en deuda.

Al M. en C. Margarito Álvarez Rubio por la amistad, enseñanzas, charlas y los comentarios a este manuscrito. Asimismo, al M. en C. Pablo Hernández Alcántara por su constante asesoría durante ya tantos años en el Laboratorio de Ecología Costera. Gracias a ambos. A Héctor Hernández A. por compartir conmigo sus experiencias académicas acerca de la zona de estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización del doctorado.

A Rocío Bernal Ramírez por su constante ayuda en todo el proceso académico y elaboración de esta tesis (gracias por las figuras). Te agradezco por estar conmigo y darme esos hijos tan hermosos que tenemos.....

A Mariana Tovar y Margarita Hermoso por la ayuda en la elaboración de gran parte de las figuras de esta tesis. A Ignacio Palomar Morales y Rocío Tafóya por todas las facilidades brindadas para la impresión de la tesis. A Francisco (panchito) y Jesús por tener siempre abierto el instituto los sábados, domingos y días festivos, que fueron necesarios para concluir este trabajo.

A Miguel García Salgado y Leonardo Ortiz Lozano por compartir juntos todas esas salidas enriquecedoras al campo, por todos esos días de camioneta y carretera. A Jorge Romero Contreras

“bigos” y Sergio Jofré Barrios “chileno” por sus palabras de ánimo y esas palmadas en la espalda que siempre reconfortan. A todos de verdad gracias por ser amigos.

A los compañeros del Laboratorio de Ecología Costera y Anexas por convivir conmigo todo este tiempo: Laura chokis, Víctor (cacho), Margarita, Carmen Espinosa, Miguel, Leo y Ana, Mariana, Susana, Sarita, Almis, Erika, Vero, Axa, marú, Chucho, Carmen el chiquibentos y compañía, Aldeco, Pindaro, Chalo y Brisia, Iván el cubano, Noemí, Johanna, Sergio “merinito”, Aimé, Ariel, Juan Pablo, Héctor Reyes y a todos los alumnos de métodos y los que me faltaron. A margarita un agradecimiento extemporáneo que debí poner en la tesis de maestría (margarita estamos en paz).

A Mario Lara y Claudia Padilla por la amistad y los consejos que siempre brindan.

A la familia Bernal Ramírez por dejarme convivir con ellos estos dos últimos años. Gracias por el apoyo y los buenos consejos. Gracias Don Guillermo y Doña Petrita.

A mis papas por apoyarme siempre y creer en mí. Gracias también a mi familia (que es mucha como para incluirla a toda aquí) por las palabras de apoyo y superación que siempre me brindan.

Al personal y tripulación del B/O Justo Sierra participante en las campañas IMCA y DINAMO a la Sonda de Campeche por la colaboración en la obtención de muestras.

Al señor Carlos Reyes por el empastado de tantos libros y principalmente por la impresión de esta tesis. Don Carlos gracias por el gran entusiasmo con el que realiza su trabajo.

A todas las personas que directa o indirectamente colaboraron durante la realización de este trabajo.... seguramente se me olvidó agradecerles, a todos ustedes muchas gracias

Índice General

Resumen	2
Introducción	3
Antecedentes.....	7
Objetivos.....	11
Área de Estudio.....	12
Materiales y Métodos	23
Resultados y Discusión	36
Caracterización ambiental.....	36
Análisis faunístico	55
Aspectos taxonómicos generales	55
Análisis general de familias y especies de poliquetos.....	61
Categorización espacial y temporal de las especies.....	73
Aspectos ecológicos.....	77
Diversidad	81
Modelos de distribución de la abundancia.....	89
Síntesis general	92
Impacto Ambiental.....	94
Especies Indicadoras	101
Análisis de la Comunidad para Determinar Gradientes Ambientales.....	110
Resultados datos de densidad	110
Resultados datos de biomasa	116
Análisis de los resultados del NMDS con base en la Temporalidad	122
Resultados datos de Densidad temporada de secas.....	122
Resultados Densidad Temporada de lluvias	124
Resultados Biomasa Temporada de secas.....	126
Resultados Biomasa Temporada de lluvias	127
Variables ambientales.....	128
Aspectos Integrativos Generales	136
Conclusiones.....	137
Recomendaciones.....	139
Literatura citada.....	140
Ancxos.....	

Resumen

En este estudio se analiza la comunidad de anélidos poliquetos bénticos de la región extracción petrolera del Suroeste del Golfo de México, caracterizando el ambiente con base en la profundidad, salinidad, temperatura y el tipo de sedimento y su contenido de carbono orgánico, aluminio, bario, estroncio, hierro, cadmio y vanadio. Se determina la estructura comunitaria de los poliquetos con base en sus patrones de distribución, abundancia y diversidad, relacionando los cambios estructurales en espacio y tiempo con las variables del ambiente. Se evalúa el impacto ambiental con base en las curvas de abundancia-biomasa y se revisan las especies indicadoras de contaminación que han sido propuestas en la literatura para el área de estudio. Con este marco, se define la existencia de gradientes ambientales que permitan relacionar a la actividad petrolera con los cambios estructurales.

El material biológico y sedimentológico utilizado en este estudio provino de los muestreos realizados en 16 estaciones durante seis campañas oceanográfica denominadas IMCA 1, 2, 3, 4 y DINAMO 1, 2, realizadas a bordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM durante las temporadas de secas (marzo) y lluvias (septiembre-octubre) en los años de 1988 a 1990. Durante campañas se recolectaron 6,099 individuos, identificándose 37 familias y 145 especies que representan el 60 y 24% de lo que se ha registrado en el Golfo de México. De éstas 22 son potencialmente nuevas para la ciencia.

Para todas las especies recolectadas, se establecieron 11 categorías con base en su frecuencia, densidad y biomasa. Destaca la dominancia de las especies *Nephtys incisa*, *Paraprionospio pinnata*, *Cossura delta* y *Scoletona verrilli* las cuales representan un papel ecológico importante en la zona.

Con base en la caracterización ambiental se define la existencia de una área transicional de "frontera abierta" con límites temporales variables que incide con cambios estructurales en la comunidad de poliquetos. Se distingue un patrón de comportamiento en los parámetros ambientales y estructurales con influencia temporal producto de la descarga de aguas continentales y en menor grado por la profundidad y el tipo de sedimento. Se destaca el papel que representa el patrón local de circulación y la presencia del giro ciclónico.

Las comunidades bénticas de la zona de estudio se encuentran sujetas a un nivel de estrés "ligero" a "moderado", siendo el estrés ambiental de índole natural mayor que el inducido por la actividad petrolera. De acuerdo con los resultados de este estudio, es irrelevante establecer poliquetos indicadores de contaminación en el área de estudio si no se cuenta con un trabajo taxonómico confiable y un conocimiento claro del patrón ecológico espaciotemporal de las especies a considerar.

Introducción

Los anélidos poliquetos son uno de los grupos más diversos y mejor representados en las comunidades bénticas marinas, debido a su gran abundancia y riqueza de especies (cerca de 12,000 especies conocidas) y abundancia. Habitan en una amplia gama de sustratos y profundidades, incluyéndose "ventilas hidrotermales" y zonas de "infiltraciones frías" de hidratos de metano (Desbruyères y Toulmond, 1998), así como "chapopoteras" naturales (González Macías, 1989; 1997).

Su éxito puede explicarse por la gran variedad de formas, hábitos de alimentación y patrones de vida que presentan (Glasby y Read, 1998). Por sus hábitos rastreros, enterradores y/o tubícolas propician evidentes efectos de bioturbación sobre el entorno que ocupan, facilitando el transporte y mezcla de partículas, así como de gases disueltos y nutrimentos a través del sedimento (Rhoads, 1974; Mackie y Graham, 1996), constituyéndose como un elemento importante en el estudio de las comunidades bénticas marinas (Knox, 1977; Mackie *et al.*, 1997; Giangrande, 1997).

Los poliquetos son característicamente abundantes en zonas con diferentes grados y tipos de perturbación, donde pueden representar del 50 al 90% del total de la fauna béntica (Long y Chapman, 1985; Zenetos y Bogdanos, 1987); inclusive, algunas especies han sido consideradas bioindicadoras de contaminación (Reish, 1957, 1986; Pearson y Rosenberg, 1978; Bellan *et al.*, 1988; Hily y Glémarec, 1990; Méndez Ubach, 1994), debido a que pueden colonizar rápidamente sedimentos contaminados por hidrocarburos alcanzando densas poblaciones, siendo además tolerantes a contaminación por metales pesados (Reish y Gerlinger, 1997). Asimismo, algunos capitélidos y espiónidos toleran niveles muy bajos de oxígeno disuelto en el sedimento, habitando en condiciones de enriquecimiento orgánico no toleradas por otra fauna (Glasby y Read, 1998).

A pesar de la importancia de las especies de poliquetos en los estudios de evaluación ambiental, su aceptación como herramienta biomonitora no ha logrado generalizarse y la tendencia está siendo trabajar con los cambios estructurales de los poliquetos como grupo. Las razones giran en torno a que son un grupo taxonómicamente complejo del cual se conoce poco y cuyo aprendizaje involucra mucho tiempo (en ocasiones demasiado), lo cual es más evidente en países tropicales debido a la carencia de especialistas y de literatura especializada, así como a la gran diversidad presente en estas zonas.

En efecto, no obstante la gran biodiversidad existente en los ecosistemas tropicales, la mayoría de los estudios comprensivos sobre estructura comunitaria, y ecología en general, de la fauna béntica de plataformas continentales se han llevado a cabo en las zonas templadas y subárticas dejando un conocimiento muy limitado a las zonas tropicales (Alongi, 1990; Agard *et al.*, 1993, Longhurst y Pauli, 1987). Comparativamente, hay pocos estudios

en las plataformas continentales de zonas tropicales, siendo aún menos los que estudien particularmente a los poliquetos; sin embargo, a pesar de la carencia de datos comparativos, en los trópicos existen hábitats excepcionales donde se requiere realizar investigaciones como lo es el caso de las plataformas continentales con mezcla de sedimentos terrígenos y carbonatados (Alongi, 1990).

El avance tecnológico actual en el área de la computación ha favorecido el incremento en el conocimiento y uso de la estadística multivariada, así como su aplicación a la ecología marina. Particularmente, en el análisis de comunidades bénticas y en los estudios de impacto ambiental, donde ha permitido que se propongan metodologías.

Algunas de estas estrategias han sido tradicionalmente utilizadas, pero se han estado reinterpretando y mejorando con el tiempo, mientras que otras más recientes se encuentran en un proceso de valoración, estandarización y difusión en el ámbito mundial. Lo cierto es que en ambos casos, su aplicación se ha limitado a comunidades templadas (Hartley, 1982; Warwick, 1986; Warwick *et al.*, 1987; Warwick y Ruswahyuni, 1987; McManus y Pauly, 1990; Warwick y Clarke, 1991; 1993; 1994; Karakassis, 1995). Es necesario evaluar todas ellas en los sistemas tropicales donde las condiciones del clima y los hábitats son diferentes.

Los métodos que se han propuesto a lo largo del tiempo se pueden resumir como sigue:

- Se ha utilizado el cambio espaciotemporal de la estructura de la comunidad béntica (Hargrave y Thiel, 1983; Zenetos y Bogdanos, 1987; Zenetos y Papatnassiou, 1989), pero frecuentemente con resultados equívocos ligados a la dificultad para diferenciar los cambios producto de la variación natural con respecto a los efectos antropogénicos (Gallagher y Grassle, 1997).
- Ha sido común que se propongan diferentes índices ecológicos (Gray y Pearson, 1982), siendo los de diversidad los de mayor utilización; sin embargo, en la actualidad, éstos se consideran insuficientes para distinguir entre los sitios evaluados cuando se comparan con técnicas estadísticas multivariadas, por lo que su uso es considerado actualmente como un complemento de estas últimas (Bayne *et al.*, 1988; Platt *et al.*, 1990, McManus y Pauly, 1990; Gray, 2000).
- Se ha utilizado la tasa nemátodo-copépodo (Raffaelli y Mason, 1981) que ha sido criticada por problemas relacionados con el efecto de la temporalidad sobre ella (Lamshead *et al.*, 1984); actualmente ha caído en desuso y es de utilidad dudosa.
- Se ha optado por los métodos gráficos como el caso de la desviación de la curva de distribución log-normal (Gray y Mirza, 1979) que no resultó ser de uso generalizado por

sus inconsistencias relacionadas con su insensibilidad a diferentes patrones de abundancia (Shaw *et al.*, 1983); por ello, su aplicación también resulta dudosa.

➤ Se han empezado a utilizar las curvas ABC propuestas por Warwick (1986) y Warwick *et al.* (1987), Agard *et al.* (1993), método que está tomando auge debido a la rápida realización y "fácil" interpretación. Se han obtenido buenos resultados en los sistemas templados que sirvieron para su planteamiento; sin embargo, aun sigue bajo evaluación y falta aplicarlos en sistemas tropicales ya que no existe una temporalidad marcada, sino eventos diversos de cambio.

➤ La propuesta del meta-análisis de Warwick y Clarke (1993) ha sido generalmente bien recibida por su "facilidad" de trabajar con taxones mayores, lo cual evita el proceso de identificación taxonómica hasta el nivel de especie y, por lo tanto, acelera la evaluación del impacto; sin embargo, es necesario valorar la información a la que no se está teniendo acceso cuando no se trabaja en el nivel de especie. Esta propuesta requiere que sea aplicada en los sistemas tropicales ya que hay pocos trabajos en estas zonas.

➤ Recientemente se está optando por la utilización en conjunto de una combinación de técnicas estadísticas que sigan la estrategia metodológica clásica de Field *et al.* (1982) que incluye análisis de clasificación fortalecidos por análisis de ordenación, como el Escalamiento Multidimensional, que con algunas variantes ha dado muy buenos resultados en las comunidades bénticas marinas.

La filosofía actual relacionada con estudios bénticos y de evaluación ambiental se resume en lo mencionado en Warwick y Clarke, (1993): *La composición de especies, y la diversidad, no se comportan consistente- o predeciblemente en respuesta al estrés y por ello se puede llegar a conclusiones erróneas... aunado a esto está la incertidumbre taxonómica, cuando no se es experto.*

En efecto, aunado a los problemas que las diferentes metodologías puedan presentar están las limitantes prácticas, como los procesos de separación e identificación de especies que requieren de experiencia y precisión taxonómica, así como de estar familiarizados con la fauna local (Warwick, 1988b-c), lo cual comúnmente no se consigue ni en laboratorios que tengan experiencia y cuenten con literatura especializada (esto es debido al nivel de investigación en el que se encuentre el grupo a estudiar). Por ello, es común que la inexactitud e imprecisión taxonómicas en las identificaciones conlleven a errores en la evaluación de la estructura comunitaria (Wu, 1982).

Es necesario realizar estudios que resuelvan los problemas de una manera práctica pero que a la vez brinden resultados taxonómicos y ecológicos comparativos en todas las latitudes, sin tener que llegar a análisis específicos muy elaborados que demanden mucho tiempo y requieran de mucha experiencia. Hoy en día, además, es necesario evaluar la severidad de

los sucesos de contaminación y comprenderlos mejor desde un punto de vista regional Alongi (1990). Este autor indica que, a pesar de la carencia de datos comparativos, en las zonas tropicales existen características muy particulares, destacando el efecto de las variaciones climáticas que han favorecido la presencia de características sedimentarias y hábitats únicos como el caso de las plataformas continentales con gradientes ambientales de transición de sedimentos ferrígenos a carbonatados, las cuales generalmente están sujetas a fenómenos naturales como tormentas y huracanes como es el caso de la Sonda de Campeche, un lugar ideal para estudiar este tipo de ambientes.

La Bahía de Campeche, además, destaca por presentar una de las mayores descargas fluviales del Golfo de México, con una estrecha relación entre los sistemas deltáicos y lagunares, lo que han favorecido la gran biodiversidad ahí presente. Esta bahía representa para nuestro país un sistema ecológico de gran importancia biológica y pesquera, debido a su alta diversidad de especies y su enorme potencial pesquero. Sin embargo, la zona también presenta una gran actividad industrial debido a que ahí se encuentran los complejos de extracción petrolera más importantes de México.

En efecto, en un estudio realizado por PEMEX en 1983 citado en González Macías (1997), se menciona que para esa fecha existían 72 plataformas marinas de extracción con una producción promedio de 1.9 millones de barriles por día (mbd) de petróleo crudo. En la actualidad, los datos del proyecto Cantarell ascienden a 2,018 mbd para 1995, y el número de plataformas incrementó a 92 en 12 complejos petroleros que, sumadas a las 90 plataformas satélite o periféricas, dan un total de 182 plataformas en la región y un total de 1,778 km de conductos submarinos. Para tener una idea de la presencia de estas estructuras, se sabe que en el mundo hay cerca de 6,500 instalaciones de exploración y producción de petróleo y gas situadas en plataformas continentales de 53 países (IONGEPI, 1997), ubicándose cerca de 4,000 en el Norte del Golfo de México (Villere, 1987).

Algunos autores consideran que el impacto ambiental de estas estructuras submarinas es temporal (Scarborough Bull y Kendall, 1994); sin embargo, además del efecto físico durante su instalación, está la perforación, actividad en la que se utilizan lodos de composición variable que aunque parcialmente, terminan vertidos al mar en volúmenes que van de 0.5 hasta varios metros cúbicos, causando daños al bentos (Davies, *et al.*, 1984; Addy, *et al.*, 1984). Éstos lodos, generalmente se componen de aceites, recortes del material excavado, grasas, barita (10-50%), bentonita (2-6%), sosa cáustica (2%), y trazas de metales que generalmente acompañan a la barita (Domínguez Brito y Granadillo Pérez, 1995).

De manera general, los lodos de perforación causan impactos ambientales relacionados con el sofocamiento del bentos debido a la descarga directa de los recortes de perforación (que en ocasiones permanecen intactos por hasta 10 años), a la alta toxicidad asociada a los aceites minerales y otros aditivos de los lodos que dañan instantáneamente y, en ocasiones, no permiten el establecimiento de nuevos organismos al sedimento.

El desarrollo de estas actividades es ciertamente necesario para el crecimiento del país debido a la importante fuente de divisas y empleo que representa; sin embargo, es una zona en cuyos sedimentos se han registrado altas concentraciones de materia orgánica y de algunos metales relacionadas directa- o indirectamente con las actividades petroleras (Rosales Hoz *et al.*, 1992; Rosales Hoz *et al.*, 1994; Macías Zamora, *et al.*, 1999). Por ello, es importante comprender los efectos derivados de dichas actividades sobre el ambiente para tener establecido programas de monitoreo ambiental.

Antecedentes

Los trabajos sobre poliquetos en el Suroeste del Golfo de México han sido básicamente sobre aspectos taxonómicos (Granados Barba, 1994; Granados Barba y Solís Weiss, 1994; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995a-b) con los cuales esta zona es taxonómicamente bien estudiada. Sin embargo, los estudios sobre poliquetos relacionados con aspectos ecológicos la región petrolera en la Sonda de Campeche son relativamente escasos:

Granados Barba (1991), López Granados (1993), Rodríguez Villanueva (1993) y Miranda Vázquez (1993) revisaron la abundancia, diversidad y distribución de los poliquetos en un año. Los dos primeros sólo estudiaron con algunas familias de la región petrolera, mientras que los dos últimos lo hicieron con todas las familias recolectadas en la sonda y banco de Campeche. Estos estudios destacan que el sedimento y la profundidad son los parámetros más importantes en la distribución de este grupo de anélidos. Dividen la plataforma continental en somera (interna), media y profunda (externa) y concluyen que la mayor densidad, riqueza de especies y diversidad se encuentra en la plataforma somera y se lo atribuyen a los diferentes tipos de sedimento presentes en ésta. Dividen la región por provincias sedimentarias y evidencian un gradiente (de menor a mayor, en sentido oeste-este) en los parámetros estructurales.

En el caso de los estudios sobre las comunidades bénticas en general (en los que gran parte de sus resultados involucran a los poliquetos) en la zona se cuenta con los trabajos de González Macías (1989; 1997) quien describe la comunidad de poliquetos en zonas de "chapopoteras" o afloramientos naturales de petróleo de la región petrolera, estableciendo especies indicadoras de la presencia de petróleo y dándoles un significado como "monitores". En el segundo estudio, la autora encuentra algunas diferencias en la densidad de organismos atribuibles a la estacionalidad (mayor durante el verano y menor en invierno). Asimismo, le atribuye a los nortes la dispersión de los metales que estudió. Considera que la comunidad béntica de la chapopotera se ajusta a un modelo de distribución log-normal, que indica que la comunidad se establece con éxito en la chapopotera a pesar de las altas concentraciones de hidrocarburos.

El desarrollo de estas actividades es ciertamente necesario para el crecimiento del país debido a la importante fuente de divisas y empleo que representa; sin embargo, es una zona en cuyos sedimentos se han registrado altas concentraciones de materia orgánica y de algunos metales relacionadas directa- o indirectamente con las actividades petroleras (Rosales Hoz *et al.*, 1992; Rosales Hoz *et al.*, 1994; Macías Zamora, *et al.*, 1999). Por ello, es importante comprender los efectos derivados de dichas actividades sobre el ambiente para tener establecido programas de monitoreo ambiental.

Antecedentes

Los trabajos sobre poliquetos en el Suroeste del Golfo de México han sido básicamente sobre aspectos taxonómicos (Granados Barba, 1994; Granados Barba y Solís Weiss, 1994; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995a-b) con los cuales esta zona es taxonómicamente bien estudiada. Sin embargo, los estudios sobre poliquetos relacionados con aspectos ecológicos la región petrolera en la Sonda de Campeche son relativamente escasos:

Granados Barba (1991), López Granados (1993), Rodríguez Villanueva (1993) y Miranda Vázquez (1993) revisaron la abundancia, diversidad y distribución de los poliquetos en un año. Los dos primeros sólo estudiaron con algunas familias de la región petrolera, mientras que los dos últimos lo hicieron con todas las familias recolectadas en la sonda y banco de Campeche. Estos estudios destacan que el sedimento y la profundidad son los parámetros más importantes en la distribución de este grupo de anélidos. Dividen la plataforma continental en somera (interna), media y profunda (externa) y concluyen que la mayor densidad, riqueza de especies y diversidad se encuentra en la plataforma somera y se lo atribuyen a los diferentes tipos de sedimento presentes en ésta. Dividen la región por provincias sedimentarias y evidencian un gradiente (de menor a mayor, en sentido oeste-este) en los parámetros estructurales.

En el caso de los estudios sobre las comunidades bénticas en general (en los que gran parte de sus resultados involucran a los poliquetos) en la zona se cuenta con los trabajos de González Macías (1989; 1997) quien describe la comunidad de poliquetos en zonas de "chapopoterías" o afloramientos naturales de petróleo de la región petrolera, estableciendo especies indicadoras de la presencia de petróleo y dándoles un significado como "monitores". En el segundo estudio, la autora encuentra algunas diferencias en la densidad de organismos atribuibles a la estacionalidad (mayor durante el verano y menor en invierno). Asimismo, le atribuye a los nortes la dispersión de los metales que estudió. Considera que la comunidad béntica de la chapopotera se ajusta a un modelo de distribución log-normal, que indica que la comunidad se establece con éxito en la chapopotera a pesar de las altas concentraciones de hidrocarburos.

Ortiz Hernández (1990) estudió la distribución de los poliquetos del Banco de Campeche y su relación con la presencia de hidrocarburos; la autora no encontró un comportamiento definido en la distribución de poliquetos que se relacione con la presencia de hidrocarburos. Asimismo, tampoco encontró un patrón definido que correlacione las especies y los parámetros ambientales. Con base en la estacionalidad, entre secas y lluvias, no encontró diferencias entre los valores de los parámetros estructurales, excepto en la riqueza específica y la equidad, siendo ligeramente mayor en secas; asimismo, registra una mayor dominancia en la temporada de lluvias. En cuanto a impacto ambiental por hidrocarburos con base en el "Método Griego" encontró niveles "ligeros".

Sánchez García (1995) evaluó el efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del Banco de Campeche. La autora determinó que los principales factores que "controlan" la distribución de la abundancia y biomasa en la comunidad son la profundidad, las características sedimentarias y la concentración de hidrocarburos, a partir de lo cual evidenció cuatro zonas. Establece que la presencia del giro ciclónico en el área de estudio es determinante en la distribución y dispersión de hidrocarburos y sedimentos. Propone 19 especies indicadoras de contaminación (17 de ellas poliquetos). Encontró como "bajas" las concentraciones de hidrocarburos determinando un grado de contaminación por petróleo "moderado" en la zona.

Hernández Arana (1995) estudió las comunidades bénticas del Banco de Campeche comparando diferentes metodología uni- y multivariadas, aplicando la suficiencia taxonómica. Encontró que el Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) fue la técnica multivariada más sensible al efecto de las variables ambientales en el área de estudio. El autor también registra que la profundidad y el sedimento son las variables importantes en la asociación de especies. Destaca que los patrones de diversidad observados no se explican en términos de las variables ambientales y que no hay especies numéricamente dominantes en la zona. Destaca la importancia de la variabilidad natural en el área.

Vázquez Bader, (1996) analizó las comunidades de macroinvertebrados bénticos asociados a fondos suaves de la sonda y banco de Campeche, detectando, con estadística multivariada, que la profundidad y el tipo de sedimento (transicional y carbonatados) son los principales factores abióticos que determinaron la distribución de las comunidades. Asimismo, mediante el establecimiento de un gradiente batimétrico de somero (15-45 m), medio (45-76 m) y profundo (107-202 m) concluye que el estrato somero representa un conjunto de tres a cuatro comunidades determinadas por el tipo de sedimento; que el estrato medio (con influencia de la zona de plataformas petroleras) es transicional hacia el profundo, el cual está definido por la profundidad. Evidenció cambios estacionales dados principalmente en la abundancia más que en la composición específica.

Esparza Castillo (1992) estudió la variación estacional de ostrácodos de la microfauna en la zona de plataformas petroleras, no encontrando diferencias significativas en los parámetros estructurales debidas a la estacionalidad; sin embargo, registra una mayor diversidad en la temporada de lluvias. Resalta el efecto de la profundidad sobre la distribución de organismos, estableciendo asociaciones representativas de la plataforma continental interna (60 m), media y externa (100 m).

Cruz Abrego (1984); Aguilar Sosa (1993); López (1993) estudiaron la distribución y abundancia de los moluscos en la sonda y banco de Campeche, encontrando en el sedimento y profundidad a las variables más importantes en la determinación de estos parámetros. Por su parte Cruz Abrego *et al.* (1991) en su estudio de los moluscos de las "plumas" de los principales ríos del Golfo de México, encontraron que la distribución de estos organismos se relaciona con las condiciones ambientales de la pluma, que en el caso del Río Grijalva se determinó en ocasiones hasta los 90 m, modificando los parámetros estructurales.

También se han estudiado a los microorganismos degradadores de petróleo (Lizárraga Partida *et al.*, 1982; 1986; 1991) quienes proponen la utilización del cociente bacterias hidrocarbonoclasticas/heterótrofas como índice de impacto por petróleo crudo.

Desde otro punto de vista, de Jesús Navarrete (1989; 1993), Herrera Rodríguez (1992) y Gold Bouchot y Herrera Rodríguez (1996) hicieron notar que la presencia de hidrocarburos en la Sonda de Campeche es un factor importante en la distribución y abundancia de los nemátodos, notando que la abundancia de algunas especies está favorecida por las altas concentraciones de hidrocarburos. Con análisis isotópicos, Canales Cáceres (1999) encontró que los hidrocarburos son una fuente alternativa de carbono para las bacterias y los pastoreadores como una adaptación en los organismos de la meiofauna a los aportes de hidrocarburos en la región de plataformas petroleras.

También con análisis isotópico, Raz-Guzmán MacBeth (1995) hace una caracterización trófica de los componentes dominantes bénticos de la Laguna de Términos y la plataforma Continental adyacente concluyendo que esta laguna no exporta materia orgánica a la Sonda de Campeche dado que la corriente litoral acarrea hacia el oeste el agua que sale de ella. Por su parte, Falcón Álvarez (1998), evaluó el consumo de oxígeno y biomasa de la meiofauna encontrando que su distribución y abundancia tiene relación con la biomasa bacteriana, siendo máximas las biomásas y tasas metabólicas en las regiones con influencia fluvial y en aquellas con sedimentos transicionales entre terrígenos y carbonatados.

En el aspecto sedimentológico en la Bahía de Campeche se ha establecido que en ésta los sedimentos son de dos tipos principales: 1) Terrígenos (deltáicos), vertidos principalmente por el Río Grijalva-Usumacinta que es la principal fuente de sedimentos en la zona, y 2) Biogénicos (carbonatados) que son el resultado de la gran productividad orgánica, principalmente béntica, de la Plataforma de Campeche de donde son acarreados por la

Corriente de Yucatán hacia el oeste (Yañez Correa, 1971; Campos, 1981; Mendoza Cantú, 1994; y Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990). No obstante, para Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís (1991), Aguayo Camargo *et al.* (1991) y para Carranza Edwards *et al.* (1993), la zona se puede clasificar en tres tipos dependiendo de su contenido de carbonatos en terrígena, transicional y carbonatada.

Los estudios geoquímicos han determinado la presencia de metales en los sedimentos de la sonda y banco de Campeche (Rosales Hoz *et al.*, 1992; 1994; 1999; Méndez Jaime, 1993; Cruz Orozco *et al.*, 1994; Macías Zamora *et al.*, 1999 y Villanueva Estrada, 2000), tratando de encontrar una relación con la presencia de la actividad petrolera, misma que no se ha evidenciado de manera contundente, al margen de haber detectado concentraciones altas de bario y vanadio, y de tener gradientes de concentración de metales con altos valores en las cercanías y dentro de la zona de exclusión. En particular los estudios de Rosales Hoz, además han caracterizado el origen y distribución de los sedimentos con relación a la gran descarga de aguas continentales que existe en la zona.

Entre los estudios acerca de los principales aspectos oceanográficos de la Bahía de Campeche destacan Czitrom Baus *et al.* (1986) y Shirasago Germán (1991) que evidencia la importancia de fenómenos frontogenéticos en la zona. En Alatorre *et al.* (1989), Monreal Gómez y Salas de León (1990), Monreal Gómez *et al.* (1992) y Salas de León *et al.* (1992b) se resalta que la Bahía de Campeche es una región en la cual la variabilidad de los parámetros meteorológicos tienen una gran importancia para entender la dinámica de las aguas, destacando la presencia de un giro ciclónico en la Bahía de Campeche cuya evolución y desplazamiento con base en un modelo numérico hidrodinámico se describe en Monreal Gómez y Salas de León (1990).

Soto González y Escobar Briones (1995) hacen un estudio sobre los mecanismos de acoplamiento benticopelágico en la plataforma continental de la Bahía de Campeche, resaltando el efecto de la estacionalidad y los regímenes hidrográficos. Encontraron que la biomasa béntica se relaciona inversamente con la profundidad (especialmente la infaunal) siguiendo un gradiente hacia el este que va de ambientes terrígenos a carbonatados. Asimismo, encuentran que la cadena trófica en la plataforma interna recibe principalmente un aporte estuarino, mientras que la plataforma media y externa dependen de fuentes de carbono marinas.

Recientemente, Salas de León *et al.* (1998) analizaron la influencia de la circulación en la bahía sobre la distribución del zooplankton e ictioplankton aplicando los resultados del modelo numérico de Monreal Gómez y Salas de León (1990), encontrando que la distribución temporal de las larvas de peces está altamente influenciada por la posición del giro ciclónico. Asimismo, establece que los patrones de biomasa y densidad de larvas de peces observados en las zonas costeras están gobernados por el frente costero.

Objetivos

Objetivo General

- Incrementar el conocimiento ecológico de los anélidos poliquetos bénticos de la región de plataformas petroleras del Suroeste del Golfo de México, determinando la estructura comunitaria y distribución espaciotemporal, así como el impacto ambiental producto de la actividad petrolera en la zona.

Objetivos Particulares

- Caracterizar ambientalmente el área de estudio con base en la profundidad, salinidad, temperatura, tipo de sedimento, contenido de carbono orgánico y la concentración de los metales aluminio, hierro, estroncio, cadmio, vanadio y bario en el sedimento, para determinar su influencia sobre la estructura comunitaria.
- Determinar la estructura comunitaria de los anélidos poliquetos, en espacio y tiempo, con base en sus patrones de distribución, abundancia y diversidad, mediante la utilización de índices ecológicos y análisis estadísticos uni- y multivariados.
- Evaluar el impacto ambiental en el área de estudio mediante el método de curvas de abundancia biomasa.
- Revisar las especies indicadoras de contaminación que han sido propuestas en la literatura para el área de estudio determinando su importancia en la región.
- Definir la existencia de algún gradiente ambiental que se relacione con la presencia de la actividad petrolera para determinar algún efecto de ésta sobre la estructura comunitaria.

Área de Estudio

El área de estudio se ubica en la Sonda de Campeche, entre los 18° 46' -20° 00' de latitud Norte y 91° 33' -92° 34' de longitud Oeste, situándose entre la zona costera frente al sistema Grijalva-Usumacinta en Tabasco y la Laguna de Términos, Campeche cubriendo la región de plataformas petroleras y gran parte de la plataforma continental hasta la isobata de 200 m aproximadamente (Figura 1). La región petrolera se ubica en la Sonda de Campeche con límites de exclusión cuyas coordenadas extremas son: 19° 38' -19° 12' de latitud Norte y 91°53' -91° 21' de longitud Oeste.

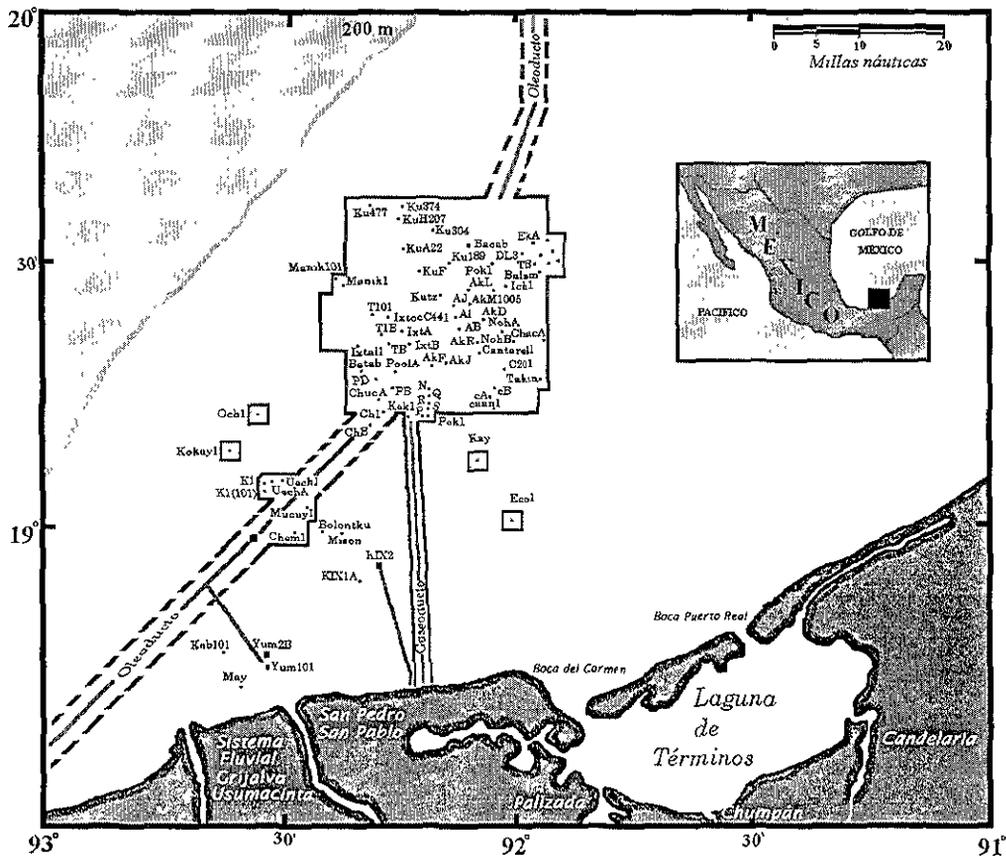


Figura 1.- Localización del área de estudio y ubicación de la región de extracción petrolera.

El Golfo de México en general, y la Bahía de Campeche en particular, son regiones en las que la variabilidad de los parámetros meteorológicos tienen una gran importancia para entender la dinámica de las aguas marinas que las forman (Monreal Gómez y Salas de León, 1990). La dinámica de la zona, en los meses de invierno, está fuertemente afectada por el paso de frentes fríos atmosféricos (*nortes*) cuya duración es de uno a dos días. La Actividad frontal está asociada a la rapidez y esfuerzo del viento, existiendo fuertes

variaciones temporales en los meses de invierno y verano estrechamente relacionadas con el comportamiento de los procesos océano-atmósfera (Monreal Gómez *et al.*, 1992).

El clima está constituido por factores muy importantes como la temperatura, humedad relativa, precipitación y presión atmosférica, los cuales tienen efectos importantes sobre las condiciones biológicas y oceanográficas de cualquier región. La región Suroeste del Golfo de México presenta un tipo de clima Am y Aw, cálido húmedo y subhúmedo respectivamente, con lluvias abundantes en el verano y parte del otoño, con una estación corta, seca, en la mitad fría del año y una precipitación menor a los 60 mm en el mes más seco (García, 1987).

La precipitación promedio anual es de 1100-2000 mm, siendo mayor entre septiembre y octubre, y la menor entre marzo y abril, con chubascos intercalados durante los meses de enero a marzo y en menor grado de abril a junio. Las tormentas sobre la superficie marina ocurren generalmente por las tardes durante los meses de junio a septiembre (García, 1987; Carta de climas INEGI, 1995). La temperatura promedio mensual del agua superficial oscila entre 19 y 28°C y la anual rebasa los 26°C con las temperaturas más altas (superiores a 29 °C) durante el verano.

En el caso de la Bahía de Campeche, tradicionalmente se han considerado tres temporadas que contrastan las características climáticas en la zona de estudio:

- *Secas*, de marzo a mayo-junio.
- *Lluvias*, de junio-julio a septiembre-octubre.
- *Nortes* de octubre-noviembre a febrero.

Esta temporalidad usualmente se ha sustentado en la propuesta de Yañez-Arancibia y Sánchez Gil (1983) para sistemas costeros; sin embargo, se ha visto que es muy general y no es del todo consistente a lo largo del tiempo; es decir, no presenta un patrón con límites específicos, sino que es común que sufra variaciones de diferente magnitud relacionadas directa- o indirectamente con fenómenos de variabilidad climática como el caso del *El Niño* o *La Niña*.

Durante la temporada de lluvias la descarga de los ríos Grijalva-Usumacinta puede intensificarse de manera considerable desde $42 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (110 m³/mes) y hasta $2,507 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (65⁸ m³/mes) (Soto González y Escobar Briones, 1995), de manera que, en casos de tormentas tropicales o huracanes severos los efectos de las lluvias pueden afectar la descarga del Sistema Grijalva-Usumacinta, la cual se ha registrado hasta el borde de la plataforma continental.

El intercambio de masas de aire frío y seco provenientes de la región continental de América del Norte influyen sobre el clima del Golfo de México, generando una fuerte

frontogénesis entre los meses de octubre y abril; mientras que, debido a la influencia de los vientos alisios, en el verano las características del Golfo de México se presentan más tropicales y homogéneas (Shirasago Germán, 1991; Salas de León *et al.*, 1992).

La procedencia de vientos del Norte y Noreste cubre el 36% del tiempo anual (entre los meses de noviembre a marzo), con una velocidad media de 20.4 km/h, registrando valores máximos de 21 m/s durante diciembre y febrero, con una influencia importante sobre la capa de mezcla de la Bahía de Campeche que provoca enfriamiento y mezcla (Shirasago Germán, 1991; Salas de León, *et al.*, 1992). En abril y mayo los vientos se presentan del Sureste con una velocidad de 14.8 km/h; de junio a agosto los vientos provienen del este con una velocidad media de 11 km/h y de septiembre a octubre los vientos son del noreste, con una velocidad media de 16.47 km/h. Los vientos en Cayo Arcas muestran períodos de oscilación de 12 y 24 h asociados a un sistema locales de brisas (Salas de León *et al.*, 1992). En el área de estudio, además del patrón general de vientos descrito, se presentan fenómenos meteorológicos importantes como tormentas tropicales y huracanes, siendo en ocasiones muy violentos ya que llegan a alcanzar velocidades de 350 km/h.

En el área de estudio, los sistemas fluviales constituyen una de las redes hidrológicas más compleja del país, debido a que es una de las zonas donde se registran las mayores precipitaciones; estos sistemas se componen de grandes y abundantes escurrimientos superficiales. Las características topográficas del terreno sin elevaciones condicionan el curso de los ríos y el depósito de sedimentos obstruyendo los cauces. La bifurcación de los escurrimientos, en varios canales o cauces, antes de llegar al mar ha favorecido el desarrollo de desembocaduras deltáicas (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990), lo cual es muy importante para la productividad, distribución e intercambio de biota estuarina, marina y oceánica (Yañez Arancibia y Sánchez Gil, 1983; Licea y Santoyo, 1991; Soto y Escobar Briones, 1995; Salas de León *et al.*, 1998).

Los sistemas fluviales que drenan en la vertiente del Golfo de México, en Tabasco y Campeche, aportan sedimentos terrígenos procedentes de la llanura costera y de la zona montañosa. Su influencia modifica la textura y composición química de los sedimentos, disminuye la salinidad y temperatura de las aguas marinas y ocasiona importantes procesos frontogenéticos costeros (Czitrom Baus *et al.*, 1986; Alatorre *et al.*, 1989; Shirasago Germán, 1991; Monreal Gómez *et al.*, 1992b).

Las corrientes procedentes del Mar Caribe influyen sobre el sistema de corrientes del Golfo de México y se dirigen hacia el Norte por el Canal de Yucatán alcanzando velocidades de 0.5 m s^{-1} en el margen oriental del canal y más de 2.5 m s^{-1} al este de la punta de la península. La velocidad es máxima en los meses de julio a septiembre y mínima de enero a febrero (Yañez Arancibia y Sánchez Gil, 1983; Vidal *et al.*, 1989; Pica y Pineda, 1991).

La circulación de las aguas en la Bahía de Campeche es el resultado de la Corriente de Lazo Golfo cuando una parte se desvía al sur-este formando la circulación ciclónica que es característica en la zona. Esta circulación está asociada a variaciones del transporte del Canal de Yucatán (Molinari y Morrison, 1988). De acuerdo con Salas de León et al. (1992b), la topografía de Banco de Campeche, caracterizada por poca profundidad y un pronunciado talud continental, genera cambios en la dirección de las corrientes formando zonas de circulación ciclónicas y anticiclónicas. De esta manera el patrón de corrientes se encuentra caracterizado por los siguientes sistemas de corrientes superficiales:

- *La Corriente del Lazo.*- Es formada por la corriente que entra por el Canal de Yucatán y sale por el Estrecho de Florida; a partir de esta, se desprende una rama que forma un remolino con giro ciclónico en la Bahía de Campeche y anticiclónico en la parte central del golfo en los meses de febrero a abril. En la Bahía de Campeche, la corriente principal fluye con dirección Noroeste durante agosto a diciembre y, al intensificarse los vientos del Norte en la porción occidental y meridional, la corriente se asocia con el remolino ciclónico y se desvía al este corriendo a lo largo de la costa en dirección contraria (Vidal et al., 1994).
- *Un giro anticiclónico* que se desprende de la Corriente del Lazo y se desplaza hacia el Oeste, y un conjunto de giros anticiclónicos pequeños localizados sobre la Bahía de Campeche (Vidal, et al., 1994b). Éstos sistemas son periódicamente modificados por el paso de tormentas tropicales y huracanes que penetran en el Golfo de México provenientes de latitudes más bajas (Salas de León, et al., 1991).

De acuerdo con Monreal Gómez y Salas de León (1990), la evolución y desplazamiento del giro ciclónico dentro de la Bahía de Campeche a lo largo del año muestra que en el mes de febrero el giro se extiende en toda la bahía y persiste hasta el mes de marzo, sólo su centro sufre un desplazamiento pequeño hacia el oeste incrementándose la magnitud de la corriente (Figura 2a-b). En abril el giro se debilita y la corriente decrece al interior de la bahía, principalmente en la costa Sur. Esta variación es necesaria para que se efectúe un cambio de dirección de la corriente en los meses venideros.

En mayo el giro ciclónico desaparece completamente y la circulación de la corriente es de este a oeste (Figura 2c). En junio la corriente se intensifica, pero no se observa la formación del giro, el cual comienza a desarrollarse sobre la costa oeste de la Península de Yucatán en el mes de julio (Figura 2d). En los meses de agosto y septiembre (Figura 3a-b) el campo de las corrientes se modifica hasta llegar a formar el giro ciclónico que se extiende nuevamente hacia toda la bahía, persistiendo durante los meses de septiembre a diciembre (Figura 3c-d). Durante este tiempo únicamente cambia la ubicación del centro del giro, el cual sufre un desplazamiento hacia el Oeste.

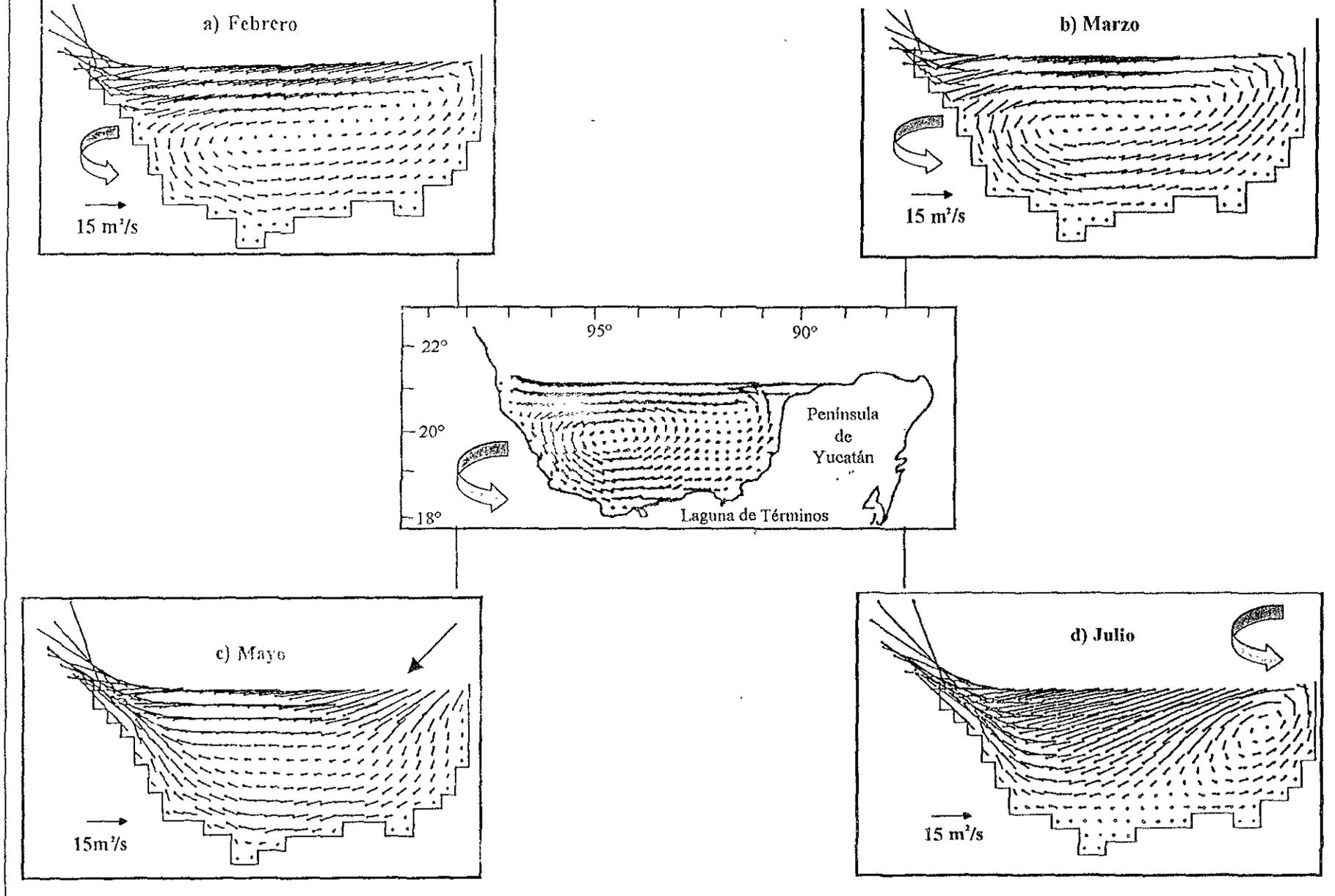


Figura 2.- Patrones de circulación (campo del transporte horizontal) en la Bahía de Campeche, Fuente: Monreal-Gómez y Salas de León (1990). Al centro se muestra la situación predominante en la zona.

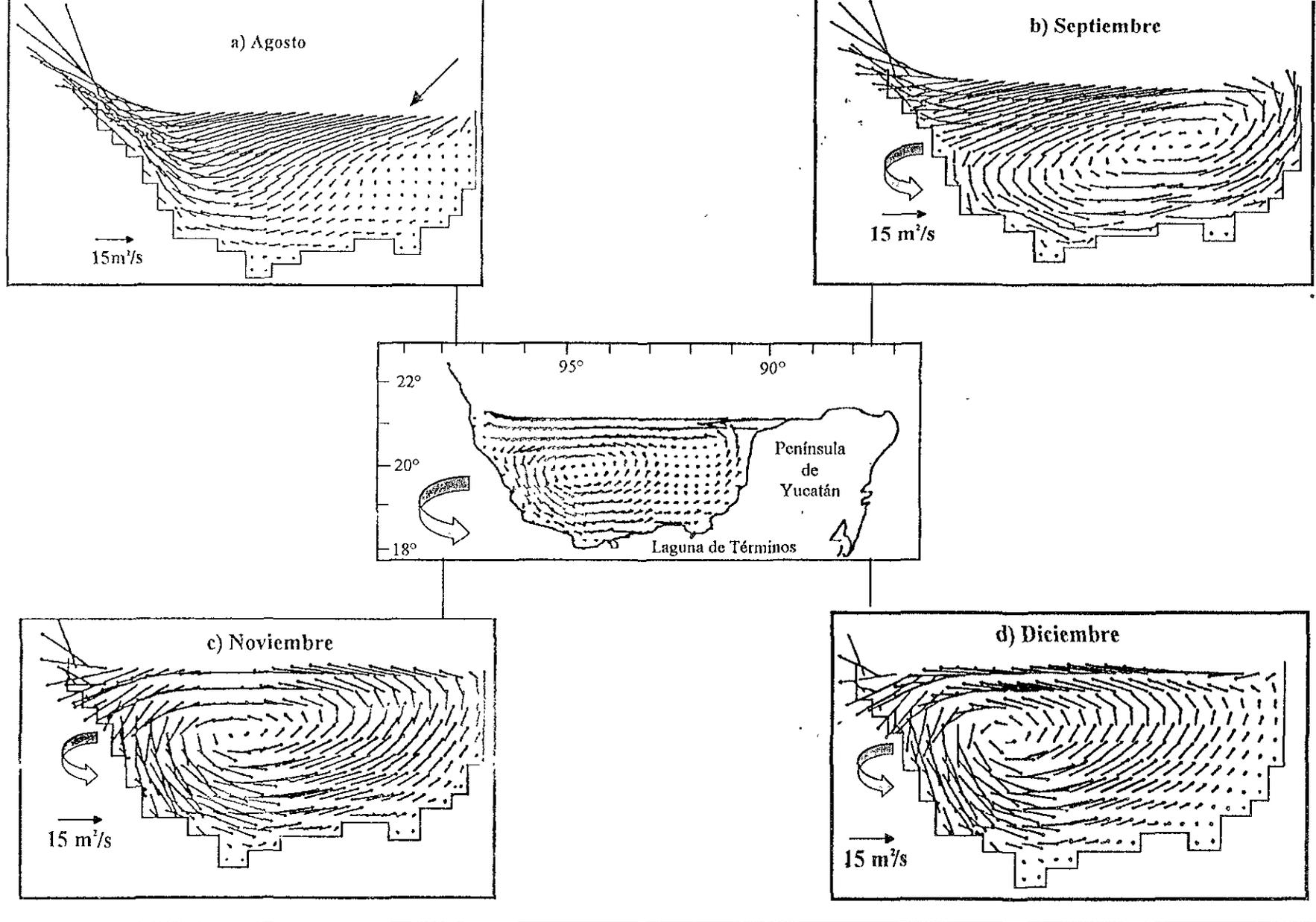


Figura 3.- Patrones de circulación (campo del transporte horizontal) en la Bahía de Campeche, Fuente: Monreal-Gómez y Salas de León (1990). Al centro se muestra la situación predominante en la zona.

Las aguas costeras en la parte Suroeste de la bahía son de alta temperatura, salinidad y densidad, mientras que en la parte Norte se tiene una influencia de aguas frías provenientes del Norte de la Península de Yucatán, aunque con menor salinidad que la anterior (Nowlin, 1972). La termoclina en la Sonda de Campeche se ubica en promedio a los 50 m y se hace más somera en la temporada de invierno. En la zona costera del Sur de la Bahía se generan dos tipos de condiciones ambientales: *una condición estratificada* y *una condición homogeneizada*.

La primera ocurre durante la temporada de secas; ésta se debe principalmente, a la disminución en las descargas de aguas continentales y de los vientos (Figura 4a). Esta condición prevalece en la zona hasta que la llegada de las lluvias y los nortes rompe la estratificación. Estas condiciones provocan que se de una mezcla y homogeneización en la columna de agua, cuyo resultado es la presencia de aguas más cálidas y menos saladas (Figura 4b).

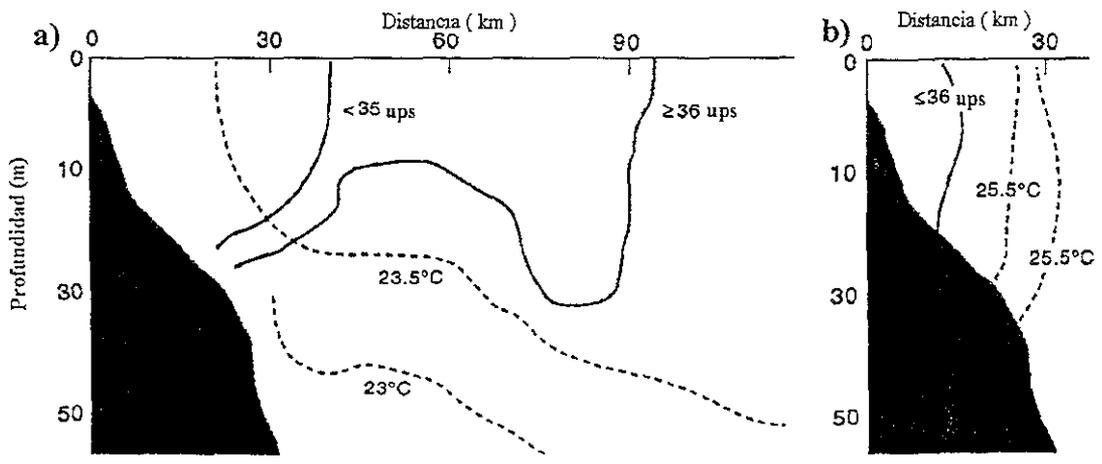


Figura 4.- Condiciones físicas generales sobre la plataforma continental de la bahía de Campeche. a) Condición estratificada; b) Condición homogeneizada (De: Shirasago Germán 1991 y Soto González y Escobar Briones, 1995).

El material suspendido en el área de estudio es en su mayoría limo y partículas de arcilla hacia la zona terrígena y debris orgánico silíceo y bolas de alquitrán (brea) hacia la región carbonatada (Carranza Edwards *et al.*, 1993).

Las concentraciones mayores de material suspendido se presentan frente a la boca del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta (aparentemente asociados a velocidades altas de corriente), mientras que las concentraciones menores se observan hacia mar adentro, al Noreste de la Laguna de Términos, aparentemente asociadas a la circulación ciclónica y baja velocidad de la corriente (Figura 5).

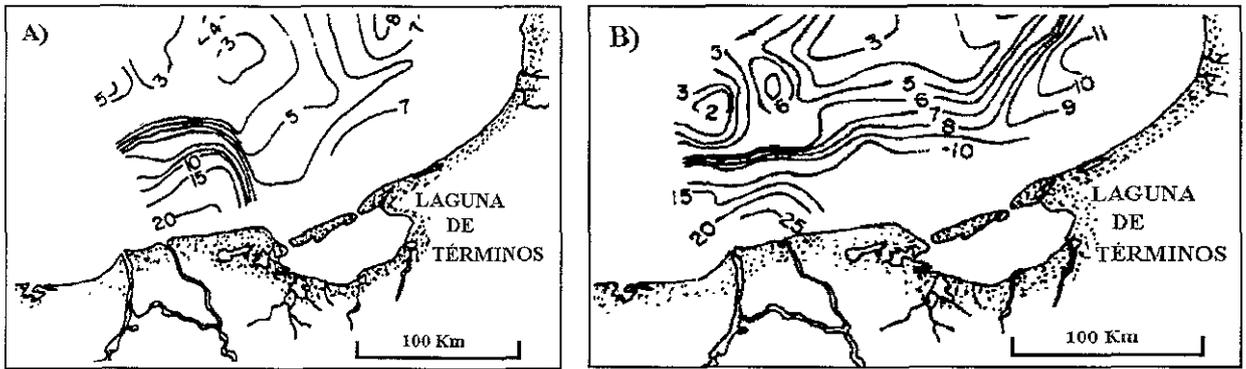


Figura 5.- Distribución de la materia total suspendida (mg/l). A) Marzo de 1990; B) Octubre de 1990. (De: Carranza Edwards et al., 1993).

La plataforma de la Bahía de Campeche es angosta, el borde superior del talud se localiza a profundidades de 130 m, a una distancia aproximada de 45 a 65 km de la costa; mientras que el Banco de Campeche, presenta una plataforma carbonatada cuya topografía casi llana, alcanza una anchura promedio de 160 km y un gradiente aproximado de 1:580 hasta el borde superior del talud, el cual se puede localizar a 130 m de profundidad (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990) (Figura 6).

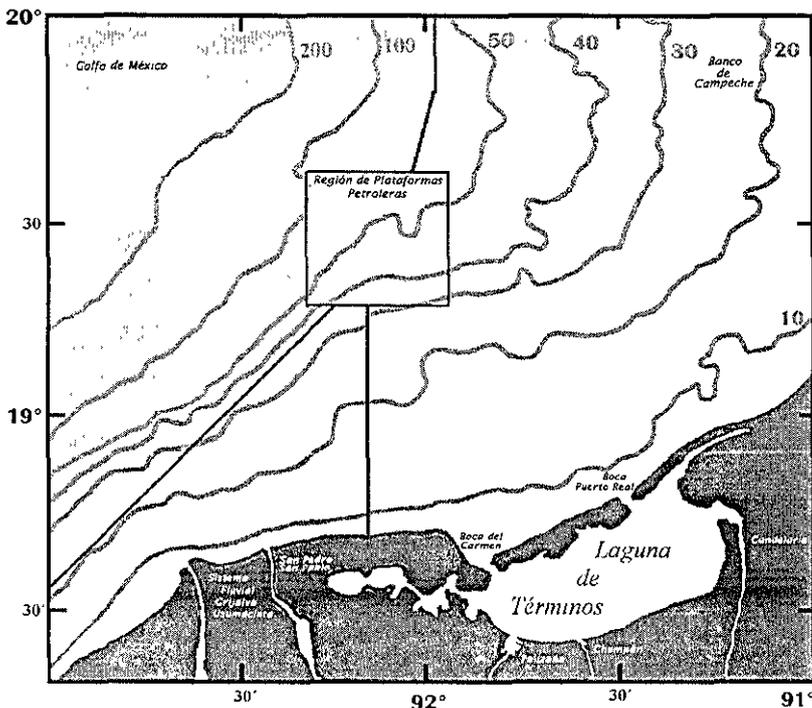


Figura 6.- Batimetría del área de estudio. (De Raz-Guzmán, 1995).

En la parte Sur de la bahía, el Sistema Fluvial Grijalva-Usumacinta aporta sedimentos a la plataforma continental, desde el litoral hasta los 80 m, formando una llanura deltáica submarina con una amplitud moderada, lo que ocasiona que la pendiente se acentúe a medida

que la profundidad aumenta; de esta manera la configuración general de dicha superficie deltáica es convexa.

Las características morfométricas representativas de la Bahía de Campeche son: una pendiente menor que 1, una amplitud de 150 m, iniciando a una profundidad de 50 m y terminando en la isobata de 200 m (Mendoza Cantú, 1994) Las ondulaciones deltáicas submarinas se encuentran a profundidades de 18, 36, 70 y 90 m. Existen también crecimientos arrecifales a profundidades de 35 a 70 y de 80 a 90 m; asimismo, se presentan terrazas submarinas que están relacionadas con las comunidades arrecifales, especialmente las que están cerca del talud continental, y un valle submarino situado a profundidades de 30 a 100 m, frente al Río San Pedro y San Pablo. (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada 1990).

Dentro de la plataforma continental del Golfo de México se localiza la subprovincia de la Plataforma de Yucatán (llamada Banco de Campeche) que es la cima de un amplio banco carbonatado que se extiende entre 180 y 300 km desde la línea de costa hasta el rompimiento de la plataforma (Martin y Bouma, 1976). En esta zona la principal fuente de sedimentos es el sistema Grijalva-Usumacinta, mismos que de acuerdo con (Yáñez Correa, 1971; Campos, 1981; Mendoza Cantú, 1994) son dos tipos (Figura 7):

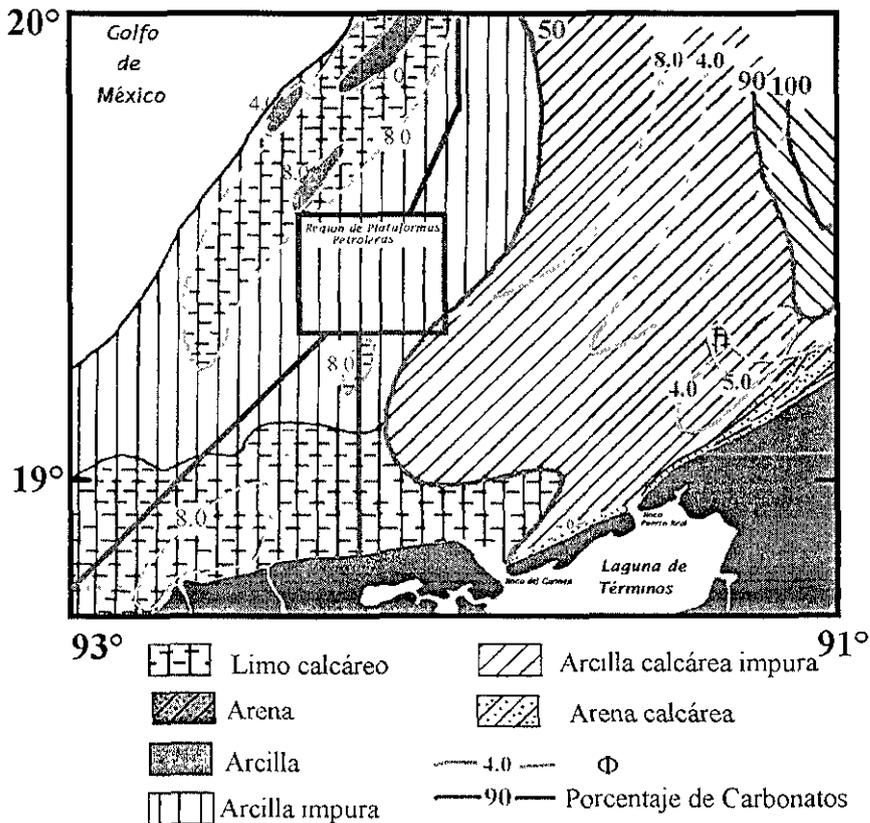


Figura 7.- Distribución de los sedimentos y del porcentaje de carbonatos en el área de estudio (De: Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís, 1991).

- ⇒ **Terrígenos** (deltáicos), vertidos principalmente por los ríos. El complejo deltáico del sistema Grijalva-Usumacinta se caracteriza por la presencia de sedimentos compuestos de arena cuarzosa y material limo arcilloso rico en materia orgánica y bajo contenido de conchas. A partir de la Laguna de Términos los sedimentos son arrastrados hacia la plataforma, produciéndose una distribución selectiva de partículas, formándose franjas paralelas de arcilla limosa y limo arcilloso.
- ⇒ **Biogénicos** (carbonatados), que son el resultado de la gran productividad orgánica, principalmente béntica, de la Plataforma de Campeche de donde son acarreados por la Corriente de Yucatán hacia el Oeste. Se compone principalmente de fragmentos de conchas y coral.

No obstante, para Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís (1991) y Aguayo Camargo *et al.* (1991), la zona se puede clasificar en tres tipos dependiendo de su contenido de carbonatos:

- **Terrígena.** - Contenido de carbonatos menor que 25%.
- **Transicional.** - Contenido de carbonatos entre 25 y 50%.
- **Carbonatada.** - Contenido de carbonatos mayor que 50%.

Y para Carranza Edwards *et al.* (1993) es:

- **Terrígena.** - Contenido de carbonatos menor que 25%.
- **Transicional.** - Contenido de carbonatos entre 25 y 75%.
- **Carbonatada.** - Contenido de carbonatos mayor que 75%.

La transición sedimentaria entre las provincias fisiográficas Bahía de Campeche y Plataforma de Campeche, definida en términos de la textura y contenido porcentual de carbonatos y carbono orgánico de los sedimentos superficiales de la plataforma continental, se extiende a lo largo de una zona de mezcla de aproximadamente 40 km de amplitud, dispuesta desde las inmediaciones de Ciudad del Carmen y orientada sensiblemente hacia el Noreste, con un desarrollo cóncavo al Este, debido a la acción de la corriente marina procedente de Yucatán.

La cantidad de carbonatos en los sedimentos está condicionada a la presencia de conchas o fragmentos de arrecife que constituyen una fracción importante de los mismos. En términos porcentuales, oscila entre 30 y 100% para los materiales carbonatados del Banco de Campeche y de 0 a 20% en los sedimentos terrígenos de la Bahía de Campeche.

El factor energético que controla la distribución de los sedimentos sobre la plataforma en el área de estudio es el oleaje del Noreste y Sureste, así como las tormentas invernales. Las corrientes oceánicas asociadas al viento causan la remoción de los sedimentos de la plataforma y en condiciones de tormenta la zona de perturbación puede comprender la totalidad de la plataforma (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990).

Por todo esto, el área de estudio muestra características muy particulares, relacionadas directa- o indirectamente con la temporalidad, lo que hacen de ella, una zona de especial interés para estudiar la fauna de poliquetos bénticos, éstas características son:

- El intercambio de aguas oceánicas y costeras que, en mayor o menor grado, propician la dinámica y variabilidad ambiental con la presencia de frentes y giros, así como la estratificación de la columna de agua.
- La transición de sedimentos terrígenos y carbonatados que, en mayor o menor grado, propician la formación de dos subsistemas ecológicos característicos que se mantiene a lo largo del año, oscilando estacionalmente en función de la climatología y del patrón estacional de circulación costera.
- La presencia de la zona de plataformas petroleras cuyas actividades de exploración y explotación se llevan a cabo desde hace aproximadamente 25 años.

Materiales y Métodos

Los materiales biológico y sedimentológico se recolectaron en el marco de los proyectos institucionales a) *Determinación del Impacto Ambiental Provocado por las Actividades de Extracción Petrolera en la Sonda de Campeche, a Través de Estudios Biológicos, Geoquímicos y Sedimentológicos* (denominado "IMCA", en sus campañas IMCA-1, 2, 3 y 4); y b) *Dinámica Oceánica y su Relación con el Deterioro Ambiental en la Porción Sur del Golfo de México* (denominado "DINAMO", en sus campañas DINAMO-1 y 2), realizadas a bordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM. El muestreo se llevó a cabo en seis campañas oceanográficas durante los años de 1988-1990, tomando muestras en los meses de marzo y septiembre-octubre de manera que se cubrieran las temporadas de secas y de lluvias. Las campañas oceanográficas se realizaron en las siguientes fechas:

- **IMCA-1.**- Del 7 al 14 de marzo de 1988. Temporada de secas. Esta campaña se identificará con las siglas **M_1** a lo largo del texto.
- **IMCA-2.**- Del 19 al 29 de septiembre de 1988. Temporada de lluvias. Esta campaña se identificará con las siglas **M_2** a lo largo del texto.
- **IMCA-3.**- Del 7 al 17 de marzo de 1989. Temporada de secas. Esta campaña se identificará con las siglas **M_3** a lo largo del texto.
- **IMCA-4.**- Del 25 de septiembre al 8 de octubre de 1989. Temporada de lluvias. Esta campaña se identificará con las siglas **M_4** a lo largo del texto.
- **DINAMO-1.**- Del 7 al 22 de marzo de 1990. Temporada de secas. Esta campaña se identificará con las siglas **D_1** a lo largo del texto.
- **DINAMO-2.**- Del 25 de octubre al 8 de noviembre de 1990. Temporada de lluvias. Esta campaña se identificará con las siglas **D_2** a lo largo del texto.

Este estudio es parte de proyectos multidisciplinarios cuya finalidad era determinar el impacto ambiental en la Sonda de Campeche, cuyos muestreos se realizaron en transectos sobre un gradiente batimétrico de 12 a 250 m, cada 10 millas, de manera que se cubriendo la zona de exclusión de plataformas de extracción petrolera y áreas adyacentes durante cuatro años en las temporadas de secas y lluvias. Con base en los resultados preliminares de estos estudios (Granados-Barba, 1991; López-Granados, 1993) se había notado que la distribución de poliquetos tenía cierta relación con algunos intervalos de profundidad (10-20, 25-33, 40-55, 65-80, 90-105, 110-155 m) ya que con éstos se tenía la representatividad taxonómica de las todas las familias del grupo en la zona de estudio si habían sido muestreaban en un sedimento de tipo lodoso.

Con base en lo anterior, este trabajo consideró estudiar las muestras (de esos proyectos) recolectadas en sedimento lodoso y profundidades de 15, 30, 50, 75, 100, 125 y 150 m, seleccionando 16 de ellas que fueron muestreadas durante tres años en un mismo sitio (Figura 8). Su posición geográfica se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1.-- Posición geográfica y profundidad de muestreo de las estaciones.

Estación	Latitud (N)	Longitud (O)	Profundidad (m)
1	19° 15'	92° 08'	30
2	19° 23'	92° 21'	75
3	19° 18'	92° 28'	100
4	19° 15'	92° 28'	75
5	19° 05'	92° 23'	30
6	18° 49'	92° 16'	15
7	18° 50'	92° 06'	15
8	19° 04'	91° 42'	15
9	19° 04'	91° 33'	15
10	19° 20'	91° 39'	30
11	19° 20'	91° 49'	30
12	19° 33'	91° 54'	50
13	19° 42'	92° 00'	75
14	19° 43'	92° 10'	100
15	19° 52'	92° 16'	150
16	20° 03'	92° 09'	125

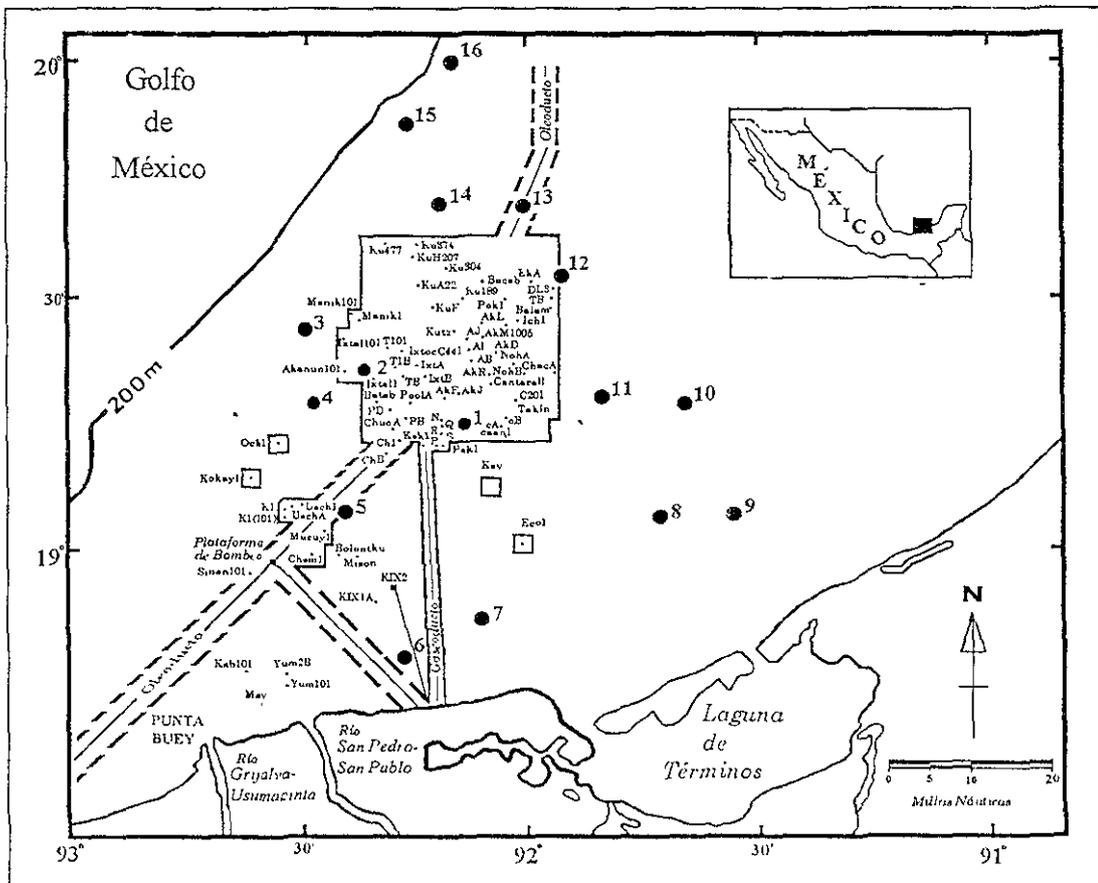


Figura 8.- Ubicación y número de las estaciones de muestreo en el área de estudio.

El material del bentos se recolectó con una draga tipo van-Veen de 0.2 m², en la primera campaña y una draga tipo Smith-McIntyre de 0.1 m², en las cinco restantes; por ello se estandarizó el área común empleando m² como unidad. El sedimento fue lavado y filtrado a través de un tamiz con abertura de malla de 0.5 mm, colocándolo inmediatamente en bolsas de plástico, previamente etiquetadas, con formol al 10%, para su fijación. Asimismo, se tomó 1 litro de muestra para el análisis de sedimentos así como el contenido de carbón orgánico y metales pesados. En cada estación se registró la profundidad (m), así como la temperatura (°C) y salinidad (ups) de agua de fondo con una sonda C.T.D. Niels Brown Mark III. La posición geográfica se obtuvo con un navegador por satélite (GPS).

Las muestras fijadas fueron lavadas con agua dulce con la finalidad de eliminar el exceso de formol. Los organismos fueron separados manualmente del sedimento con ayuda de pinzas de disección. Posteriormente se colocaron en tubos viales de cristal conteniendo alcohol al 70 % para su preservación. Los poliquetos se identificaron hasta el nivel taxonómico de especie, mediante el uso de microscopio y claves especializadas.

Los especímenes (completos e incompletos) se contaron, midieron (largo total, ancho mayor y número de segmentos) y agruparon en los niveles taxonómicos de familia y especie. Los valores de abundancia se transformaron con objeto de estandarizarlos utilizando densidades expresadas como ind. m⁻². En virtud de que la talla de los organismos es variable y el uso de las densidades puede sesgar la estructura dentro de la comunidad de poliquetos, se usó como otra unidad de análisis la biomasa expresada en unidades de peso seco por área, siendo ésta mg m⁻².

La biomasa se estimó en todos los casos de manera volumétrica, cuyo cálculo se llevó a cabo a través de la obtención del volumen de cada individuo de acuerdo con lo mencionado en Feller y Warwick (1988), asumiendo que los poliquetos tienen la forma de un cilindro. El método utiliza las medidas morfométricas de los especímenes y un factor de corrección aproximado que considera la forma de los poliquetos. La fórmula utilizada para obtener el volumen (V) es:

$$V = L \times A^2 \times C$$

Donde:

L= largo en mm.

A= ancho en mm

C= Factor de corrección de forma que es de 530 para poliquetos.

El valor volumétrico obtenido (V) fue transformado a un valor estimado de peso seco (Pseco) en microgramos mediante la multiplicación de dicho valor por la gravedad específica de los poliquetos (1.13) y el resultado de la relación Peso seco / Peso húmedo (0.25), quedando:

$$P_{\text{seco}} (\mu\text{g}) = V \times 1.13 \times 0.25$$

El análisis del tipo de sedimento se llevó a cabo siguiendo la técnica propuesta por Folk (1969) obteniendo el porcentaje de lodo, arena y grava para cada muestra; sin embargo, para analizar el efecto del sedimento, en este estudio se consideró utilizar sólo el porcentaje de lodos, obtenido para cada estación, como la medida de variación en el mismo. Cabe aclarar que para la campaña IMCA-3 (M_3) no se contó con el análisis del tipo de sedimento y del de carbón orgánico.

El análisis del contenido de carbón orgánico en el sedimento se realizó siguiendo el método propuesto por Walkley-Black (1934), modificado por Jackson (1970). La concentración de metales pesados se determinó por absorción atómica y sólo se realizó para los sedimentos obtenidos en las campañas IMCA-1 (M_1) y DINAMO-1 (D_1). Los metales que se consideraron en este estudio, son aluminio (Al), hierro (Fe), estroncio (Sr) y bario (Ba), debido a que se ha visto que el aluminio y hierro se correlacionan positivamente con los aportes fluviales, el estroncio con la presencia de carbonatos y el bario con la extracción petrolera (Rosales *et al.*, 1992; 1994; 1999; Méndez-Jaime, 1993), por lo que su concentración se utilizó para establecer la influencia de la descarga de aguas, de la zona transicional sedimentaria y de la actividad petrolera, respectivamente, en el área de estudio.

Estrategia Metodológica para el Análisis de la Información

Las investigaciones biológicas marinas en general, usualmente resultan en matrices complejas de datos bióticos y ambientales a partir de los cuales se extraen patrones bióticos y se relacionan con los datos del ambiente. Para lograrlo, de acuerdo con WALKER *et al.* (1979), existen tres alternativas de análisis de datos:

- 1) Una búsqueda de patrones entre las variables biológicas intentando interpretarlos en términos de datos ambientales.
- 2) Una búsqueda simultánea para patrones de relación entre datos bióticos y ambientales.
- 3) Una búsqueda de patrones entre las variables ambientales, seguida de una búsqueda de patrones relacionados en los datos bióticos. Éste puede utilizarse en estudios de contaminación, o cuando uno sabe cuáles variables ambientales son predominantes.

En este estudio el análisis de datos se llevó a cabo considerando el enfoque planteado en el punto 3, considerando la estrategia metodológica propuesta en Field *et al.* (1982) consistente en pruebas de clasificación para que con dendrogramas se observen tendencias y se conformen grupos mediante una unión completa utilizando distancias euclidianas.

Los grupos se valoran con una ordenación multivariada con la técnica del Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS), utilizando los datos de abundancia

transformados raíz-raíz. Al final, se sobreponen las variables ambientales sobre en la configuración del NMDS para determinar de modo visual si los patrones biológicos obedecen a gradientes ambientales (Field *et al.*, 1982; Warwick y Clarke, 1993; Gallagher y Grassle, 1997). La transformación *raíz-raíz* tiene la ventaja de acortar proporcionalmente la escala de valores de los datos, además de tener un efecto similar en la reducción del peso de la especie más abundante con la ventaja de que el coeficiente de similitud es invariante al cambio de unidades o escala.

Esta estrategia general mantiene separados los análisis bióticos de los de las variables ambientales, lo cual evita cualquier presunción acerca de las relaciones entre las variables y minimiza el peligro de argumentos circulares en la búsqueda de deducciones.

Caracterización del Ambiente

La existencia de los organismos en un hábitat debe depender del carácter completo del conjunto de condiciones ambientales del medio, así como de la tolerancia, adecuación y adaptación que éstos hayan desarrollado para habitarlo. La presencia, o no, de una especie en un determinado hábitat puede deberse a la diferencia de un parámetro ambiental con respecto a otro cualquiera, o al conjunto de los diversos factores que se acercan a los límites de tolerancia de dicha especie.

Con base en lo anterior se consideró importante establecer una caracterización de los parámetros ambientales mencionados que permitiera conocer su distribución espacial, así como su comportamiento temporal en el área de estudio sobre un sedimento lodoso y el gradiente batimétrico antes mencionado, para contrastar con lo registrado en la literatura.

En este proceso de contraste se hizo evidente la existencia de estaciones de muestreo en las que el sedimento cambiaba temporalmente de lodo a lodoarenoso modificando la frontera transicional de los sedimentos situada al este del área de estudio. Debido a ello, con la finalidad de no cambiar el planteamiento de la búsqueda de gradientes ambientales, los resultados se presentan contrastando gráficamente aquellas estaciones que presentarían características transicionales (lodoarenosas) ubicadas al este con de características terrígenas (lodosas) situadas al oeste. Esto permitió una mejor interpretación de los resultados para la caracterización ambiental y la determinación posterior de la estructura comunitaria en la zona.

Una vez obtenida la caracterización del ambiente, se realizaron análisis de clasificación mediante dendrogramas que representan la asociación de estaciones con base en la similitud de los valores de todas las variables ambientales analizadas en este estudio. Con esto se hizo evidente el papel de cada una de las variables permitiendo establecer grupos de localidades en un primer paso para determinar los gradientes ambientales y establecer

zonas de comparación en el área de estudio que favoreciera el análisis de los parámetros estructurales.

Estructura comunitaria

A partir de los valores de abundancia, se obtuvo la densidad (org m^{-2}) y la biomasa (mg Pseco m^{-2}), para cada matriz de cada campaña realizando los diferentes análisis de los datos. Se determinó la importancia relativa de las especies (en términos de frecuencia y abundancia), mediante la Prueba de Asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995), en la cual se grafican el porcentaje de la frecuencia de aparición de cada especie contra la densidad; se obtiene la media en ambos ejes, resultando cuatro cuadrantes que caracterizan a las especies en cuatro tipos:

Raras.- Especies poco abundantes y poco frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante inferior izquierdo.

Comunes.- Especies poco abundantes, pero frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante inferior derecho.

Estacionales.- Especies abundantes, pero poco frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante superior izquierdo.

Dominantes.- Especies abundantes y frecuentes que en el análisis se ubican en el cuadrante superior derecho.

Con base en la variante de Alvarado-Azpeitia (1996) a esta prueba, se hizo una categorización de las familias y especies por campaña en función de la dominancia temporal, espacial y global. Se obtuvieron para cada familia y especie los valores del Índice del Valor de Importancia (IVI) (Brower y Zar, 1977), el cual representa un estimado más elaborado de la preponderancia de las especies que considera las medidas relativas a la densidad, biomasa y distribución espacial (o temporal) de las especies:

$$IVI = A\% + B\% + F\%$$

Donde:

A%= Valor porcentual de importancia de cada especie obtenido a partir de su abundancia.

B%= Valor porcentual de importancia de cada especie obtenido a partir de su biomasa.

F%= Valor porcentual de importancia de cada especie obtenido a partir de su frecuencia.

Diversidad Ecológica

La diversidad ha sido la medida o parámetro de mayor utilización para ayudar a conocer la estructura comunitaria y describir su organización. Es la combinación de la riqueza y la abundancia relativa de las especies y puede ser medida registrando el número de especies en una comunidad y describiendo sus abundancias relativas, o bien, usando una medida que

combine estos dos componentes, como los modelos de distribución de abundancia (que describen los patrones de distribución de los individuos entre las especies), o bien, puede medirse utilizando índices basados en la abundancia proporcional de las especies. En este estudio se utilizaron ambas formas de medición y se contrastaron los resultados obtenidos.

Índices de Diversidad

Se definen como la función del número de especies presentes (riqueza o abundancia) y la equidad con la que los individuos están distribuidos entre las especies (Margalef, 1958; Magurran, 1988). Los índices de diversidad son excelente para explicar las tendencias acerca de los patrones ecológicos; sin embargo, su utilización en aspectos de impacto ambiental, en ocasiones, ha llegado a confundir a los observadores (Gray y Pearson, 1982; Washington, 1984; Gray, 2000) por lo que sólo se consideró como una medida de la estructura comunitaria.

En este estudio, la diversidad se evaluó mediante el índice de Shannon (Pielou, 1975) que evalúan la diversidad a partir de la teoría de la información (dándole peso a la riqueza de especies), el cual se contrastó con el índice de Berger-Parker (1970) que evalúa la diversidad con base en la dominancia de las especies utilizando las siguientes formulas:

Diversidad de Shannon (en los análisis se representará como H'): Es el más utilizado, permitiendo establecer comparaciones con otros estudios.

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

Donde:

H' = Diversidad (bits/individuo)

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

A partir del cual se calculó la Equidad (Pielou, 1966) que está dada como:

$$J' = H' / H_{\text{máx}}$$

Y la Diversidad Máxima (en los análisis se representará como $H_{\text{máx}}$), que es la medida de la diversidad en condiciones de máxima equidad.

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

Donde:

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

S = Número de especies.

El índice de Berger-Parker (en los análisis se representará como Dbp), que es una medida intuitiva de la dominancia simple, expresando la importancia proporcional de las especies más abundantes. Se considera una buena medida de la diversidad. Se ha utilizado en estudios de monitoreo ambiental en México en Campos Vázquez *et al.* (1999).

$$Dbp(P_i) = \frac{N}{n_{\text{máx}}}$$

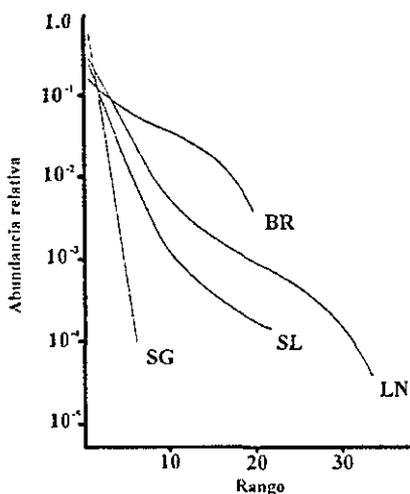
Donde:

N= Número total de individuos en la muestra.

$n_{\text{máx}}$ = Mayor valor de abundancia entre las especies.

Modelos de Distribución de Abundancia

En el análisis de los patrones de distribución de la abundancia de especies se utiliza toda la información capturada en una comunidad y es una de las descripciones matemáticas más completa de los datos. (Magurran, 1988) y una de las formas comunes de expresarlos es a través de un intervalo o rango de abundancias de las especies dispuestas en orden decreciente existiendo para ello cuatro modelos principales: Serie Geométrica, Serie Logarítmica, Log Normal y Barra Rota (Magurran, 1988).



Cuando se elabora una gráfica de *rango-abundancia*, los modelos de distribución de la abundancia mencionados se pueden representar, de manera progresiva, en una sola gráfica, quedando tal y como se muestra en la Figura de la izquierda. Con la *serie geométrica (SG)*, las especies dominantes constituyen una gran proporción de la comunidad, mientras que las restantes son poco comunes. Con la *serie logarítmica (SL)* y la *distribución log normal (LN)* las especies de abundancia intermedia llegan a ser más comunes, y finalmente, con la *barra rota (BR)* las especies son igualmente abundantes.

Desde otro punto de vista, en una comunidad rica en especies, la distribución de las abundancias es usualmente de tipo *serie log normal*, mientras que en una comunidad pobre en especies la distribución será de tipo *serie geométrica*, y con base en ello, en un ambiente estresado la distribución de abundancias tiende a cambiar de un tipo *log normal* hacia un comportamiento de tipo *serie geométrica*.

Este análisis ha sido abordado desde dos puntos de vista principales Tokeshi (1993) *mecanicista* y *estático*. Con el primero, la abundancia relativa de las especies es utilizada únicamente como una medida básica para analizar algunos de los fenómenos que afectan a la

comunidad y, así, elucidar las influencias de los factores bióticos y abióticos que pueden estar operando para determinar su estructura enfatiza y los mecanismos que producen variaciones en espacio y tiempo.

Con el segundo enfoque, se considera a los patrones de distribución de la abundancia por sí mismos, más que por los factores que pueden tener influencia sobre ella. Con base en los objetivos que persigue este trabajo, este análisis se hará con base en el punto de vista *mecanicista*, considerando los cuatro modelos principales antes mencionados.

Determinación de Impacto Ambiental

Método de Comparación de Abundancia - Biomasa (ABC)

Se analizó el método de las curvas de abundancia/biomasa propuesto por Warwick (1986) y Warwick *et al.* (1987), con el cual se evalúa la condición de estrés natural, físico, biológico e inducido de un sitio. Este método se ha fundamentado con datos de campo bien documentados a través de gradientes de contaminación y/o perturbación (Warwick y Ruswahyuni, 1987; McManus y Pauly, 1990; Warwick y Clarke, 1994).

Warwick (1986) sugiere que la transición de una situación sin perturbación a una de perturbación coincide con la desaparición de especies de talla grande quienes, bajo una condición sin disturbio, son dominantes en términos de biomasa pero no en número; mientras que la transición de una situación de perturbación moderada a una de muy perturbada coincide con un incremento, en número, de las especies pequeñas que son tolerantes a la contaminación pero que no son dominantes en términos de biomasa.

El método se basa en la comparación de las curvas de *k* *dominancia* para abundancia y biomasa, donde las especies se ordenan jerárquicamente de mayor a menor sobre el *eje x* (en escala logarítmica) contra el % de dominancia sobre el *eje y* (Lambshhead *et al.*, 1983). Las curvas se valoran de manera gráfica en tres niveles de perturbación de acuerdo con su comportamiento (*sin perturbación*, *perturbación moderada* y *perturbada*), actuando una de las curvas como control interno.

En este estudio se consideraron dos niveles adicionales de perturbación de acuerdo con lo propuesto por Agard *et al.* (1993) para ambientes tropicales quedando las gráficas configuradas como se observa en las Figuras 9a-e. Para este análisis se contemplan ciertas condiciones (McManus y Pauly, 1990) que en resumen señalan que las comunidades no perturbadas tienden a un equilibrio donde la biomasa está dominada por pocas especies de talla grande (en equilibrio con los recursos disponibles) que son poco numerosas, y la dominancia numérica está controlada por especies de talla pequeña que no están en equilibrio con los recursos disponibles, lo cual origina una distribución más uniforme de la abundancia entre las especies que de la biomasa.

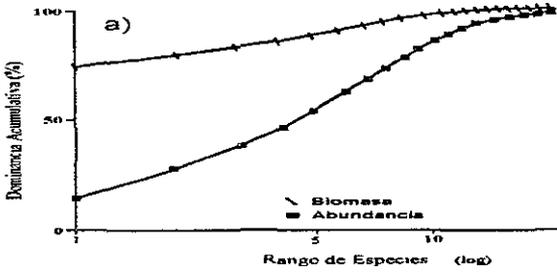


Figura 9a. - Sin perturbación:

En la gráfica, la curva de biomasa (representada por líneas diagonales) estará por encima de la curva de abundancia (representada por cuadros) manteniéndose así, separada de ella, durante toda su trayectoria.

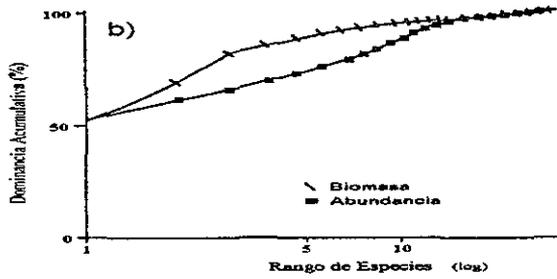


Figura 9b. - Perturbación ligera:

La curva de biomasa inicia ligeramente por debajo de la curva de abundancia (puede incluir hasta los dos primeros datos), para posteriormente continuar claramente por arriba de la curva de abundancia y terminar su trayectoria.

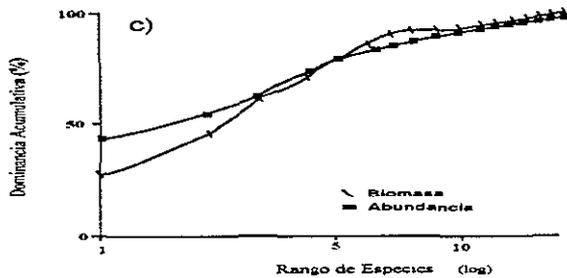


Figura 9c. - Perturbación moderada:

La curva de biomasa inicia por debajo de la de abundancia manteniéndose así hasta aproximadamente la mitad de su trayectoria, para después continuar por arriba de la de abundancia. La curva de biomasa puede cruzar en varias ocasiones a la de abundancia.

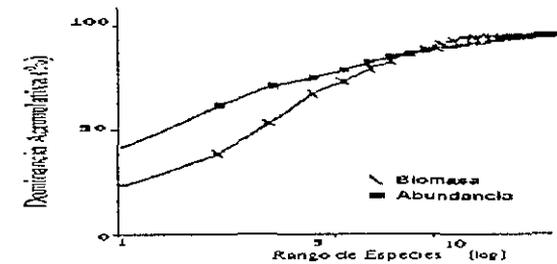


Figura 9d. - Perturbada:

La curva de biomasa inicia por debajo de la de abundancia manteniéndose así hasta casi el final de su trayectoria, para cruzar la curva de abundancia y terminar por arriba de ella.

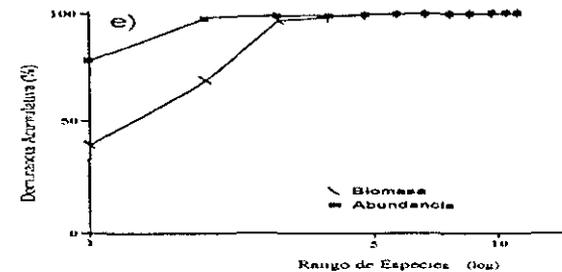


Figura 9e. - Muy perturbada:

La curva de biomasa iniciará por debajo de la curva de abundancia y se mantendrá así, separada de ella, durante toda su trayectoria.

Figura 9.- Valoración gráfica del método de curvas de abundancia-biomasa (Warwick, 1986), con los dos niveles adicionales por Agard et al. (1993).

El método ABC ha sido criticado por la subjetividad que implica la comparación de los resultados gráficos (Beukema, 1998). Por ello, como complemento de este método, y para reducir la subjetividad de la interpretación gráfica, se emplearon dos estimadores que en el Banco de Campeche han resultado consistentes con las gráficas ABC (Hernández-Arana, 1995; Sánchez-García, 1995). Estos son los índices DAP (*Diferencia de Área en Porcentaje*) y SEP (*Shannon Evenness Proportion*) propuestos por MacManus y Pauly (1990) para comparar las gráficas ABC mediante un número que representa el área entre las dos curvas:

El índice DAP:
$$DAP = (Aa/Ab)/\ln Re$$

Donde:

Aa= Área de abundancia
 Ab= Área de biomasa
 Re= Riqueza específica

Los valores fueron categorizados en:

- > Valor del índice entre -1.0 y -0.61 = 1 = Sin perturbación
- > Valor del índice entre -0.6 y -0.21 = 2 = Perturbación ligera
- > Valor del índice entre -0.2 y 0.21 = 3 = Perturbación moderada
- > Valor del índice entre 1.0 y 0.61 = 4 = Perturbada
- > Valor del índice entre 0.6 y 1.00 = 5 = Muy perturbada

Y el índice SEP:
$$SEP = D_B / D_A$$

Donde:

D_B= Diversidad de Shannon a partir de los datos de biomasa.
 D_A= Diversidad de Shannon a partir de los datos de abundancia.

Los valores fueron categorizados en:

- > Valor del índice entre 0.00 y 0.35 = 1 = Sin perturbación
- > Valor del índice entre 0.36 y 0.70 = 2 = Perturbación ligera
- > Valor del índice entre 0.71 y 1.10 = 3 = Perturbación moderada
- > Valor del índice entre 1.11 y 1.45 = 4 = Perturbada
- > Valor del índice mayor que 1.45 = 5 = Muy perturbada

Especies Indicadoras

Para determinar la importancia y aplicación de las especies de poliquetos indicadoras de contaminación en el área de estudio, se consideró necesario hacer una evaluación del concepto de especie indicadora de contaminación para que, en el mismo contexto, se revise cada una de las especies de poliquetos registradas como indicadores de algún tipo de contaminación en el área de estudio y se valore su condición actual. Para ello se hará una revisión del estatus taxonómico actual (*presición y exactitud*) de cada especie, determinando su validez con lo obtenido a partir de los análisis ecológicos de este estudio.

Análisis multivariado para Integración de Resultados

En el análisis multivariado se toman en cuenta diversas variables simultáneamente, incrementando la cantidad de información que puede ser analizada en una sola matriz. Para ello, el trabajo consideró el uso de análisis de *clasificación* con la construcción de dendrogramas para separar grupos de localidades e identificar patrones de concurrencias en datos de especies-estaciones, y la utilización de análisis de *ordenación* que ordenan muestras a lo largo de un juego de ejes de coordenadas que pueden corresponder con gradientes de condiciones ambientales (Sundberg, 1983).

Con base en ello se utilizó el Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) (Kruskal y Wish, 1991), con el cual se construye un mapa de *n* estaciones con las dimensiones requeridas a partir de una configuración aleatoria. Hace una regresión de las correspondientes disimilitudes de las distancias interpuntuales. Debido a que en los análisis biológicos las relaciones no son usualmente lineales, el NMDS hace un ajuste por medio de una regresión general monotónica dejando el orden jerárquico de las similitudes como única información usada.

La bondad de ajuste de la regresión se mide mediante un criterio de estrés que valora la distancia estimada para la regresión correspondiente en cada disimilitud. Si el valor de estrés es alto (tiende a uno) el ajuste de las disimilitudes es pobre, pero si es bajo (tiende a cero), indica que las relaciones entre las muestras pueden representarse bien mediante un mapa de estaciones en la dimensión especificada.

El NMDS, al obtener una ordenación simple, en contraparte de técnicas como promedios recíprocos, coordenadas y componentes principales, tiene la ventaja de no basarse en los eigenvalores de los componentes principales, difiriendo en la estandarización y transformación de los datos siendo relativamente más flexible, particularmente con la presencia de ceros, datos perdidos, replicados e incongruentes dando un peso desigual a cada uno de ellos (Field *et al.*, 1982; Hair *et al.*, 1995). Esto lo logra construyendo primero una matriz de disimilitud que satisfaga una forma particular de los datos permitiendo una

transformación monótonica general para ofrecer un mapa preciso de relaciones entre muestras.

Es atractivo porque depende de las jerarquías más que de los valores cuantitativos de la matriz de disimilaridad entre muestras, y ha sido utilizado para evaluar impacto ambiental en comunidades ecológicas a partir de las similitudes que comparten las estaciones de muestreo por tener ciertos valores en los parámetros ambientales medidos (Field *et al.*, 1982). Se considera una herramienta muy útil en el análisis de resultados ya que el investigador tiende más a utilizar su conocimiento y experiencia que en análisis estadísticos más complejos (Hair *et al.*, 1995). Este método ha sido utilizado en el área de estudio con buenos resultados por Hernández-Arana (1995) y Sánchez-García (1995).

Los programas computacionales utilizados para realizar los cálculos y análisis estadísticos de este estudio son: La hoja de cálculo de Excel para Windows Microsoft Co., 1998, Análisis de Comunidades ANACOM, de la Cruz Agüero, 1994 y Statistica para Windows, Statsoft, 1998.

Resultados y Discusión

Caracterización Ambiental

Profundidad

Los valores de profundidad fluctuaron entre 15 y 150 m para todas las campañas (Tabla 1 y Figura 8), lo cual se debió las considerando del muestreo producto de estudios previos de poliquetos en la zona (Granados Barba, 1991; López Granados, 1993) relacionados con la distribución de poliquetos sobre los intervalos de profundidad de 10-20, 25-33, 40-55, 65-80, 90-105, 110-155 m, ya que ello permitía tener representatividad taxonómica del grupo en la zona en un tipo de sedimento lodoso.

De acuerdo con Mendoza Cantú (1994), la plataforma continental en el área de estudio presenta tres superficies de nivelación o terrazas bien definidas en su topografía actual, localizadas entre los 29-36 m, 51-63 m y 90-134 m. Considerando que la profundidad y el tipo de sedimento son los factores que han resultado ser más relevantes en el establecimiento y desarrollo de la macrofauna béntica en general (Warwick, 1988a-c; Agard *et al.*, 1993) y de los poliquetos del área de estudio (Rodríguez-Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993), lo anterior puede ser un aspecto fisiográfico submarino a considerar que puede tener alguna relación con la distribución particular de poliquetos, por lo que cada una de ellas pueda estar representando un ambiente con características propias que se relacionen con el desarrollo de las especies de poliquetos en el área de estudio.

Tipo de Sedimento

El sedimento del área de estudio fue básicamente homogéneo, predominando el tipo lodoso en la mayoría de las estaciones de muestreo, excepto en la 8, 9, 12 y 15 que se ubican al Este, mismas que en algún muestreo o temporada presentaron un sedimento de tipo lodoarenoso (Tabla 2). Estas estaciones indican que en esa región de la zona de estudio presenta características sedimentarias propias de la zona transicional entre los sedimentos terrígenos y los biogénicos de la plataforma carbonatada del Banco de Campeche.

Con base en los estudios previos (Aguayo Camargo *et al.*, 1991; Carranza Edwards *et al.*, 1993; Mendoza Cantú, 1994; Rosales Hoz *et al.*, 1999), se sabía que la zona de estudio plataformas se encontraba muy cerca de la transición de los sedimentos terrígenos y carbonatados. Debido a esto, lo encontrado anteriormente en cuanto al sedimento podía suponerse, pero no había sido evaluado con anterioridad en un sólo estudio; sin embargo, existen otras cinco estaciones también ubicadas en dicha zona, pero éstas presentan invariablemente un sedimento lodoso a lo largo del año.

Tabla 2.- Porcentaje de lodo y arena, así como tipo de sedimento por estación y campaña. (M=IMCA; D= DINAMO; L= Lodoso; L-A= Lodoarenoso).

Est	% de Lodo					% de Arena					Tipo Sedimento	
	M_1	M_2	M_4	D_1	D_2	M_1	M_2	M_4	D_1	D_2	Secas	Lluvias
6	97.1	97.6	96.9	97.4	97.7	3.0	2.4	3.1	2.6	2.3	L	L
7	98.6	96.9	98.1	98.7	99.4	1.4	3.1	1.9	1.3	0.6	L	L
8	98.1	94.8	91.9	98.3	86.8	1.9	5.2	8.1	1.7	13.2	L	L-A
9	92.1	86.0	93.3	93.1	79.2	7.9	14.0	6.8	6.9	20.8	L	L-A
10	99.1	98.5	99.2	99.1	98.9	0.9	1.5	0.8	0.9	1.1	L	L
11	99.7	99.5	99.6	99.8	98.8	0.3	0.5	0.4	0.2	1.2	L	L
1	98.9	99.3	99.3	99.1	99.6	1.1	0.7	0.8	0.9	0.4	L	L
5	98.6	99.5	99.3	98.7	98.8	1.4	0.5	0.7	1.3	1.2	L	L
12	80.7	97.7	80.7	81.1	84.1	19.3	2.3	19.3	18.9	15.9	L-A	L-A
2	99.8	96.0	99.6	99.8	99.5	0.3	4.0	0.4	0.2	0.5	L	L
13	99.7	99.8	98.1	99.7	91.1	0.3	0.2	1.9	0.3	8.9	L	L
4	99.2	99.9	97.4	99.4	97.8	0.8	0.1	2.6	0.6	2.2	L	L
3	99.9	99.4	99.7	99.9	99.4	0.1	0.6	0.3	0.1	0.6	L	L
14	98.7	99.5	98.1	98.9	99.1	1.3	0.5	1.9	1.1	0.9	L	L
16	99.4	99.6	99.5	99.4	91.9	0.6	0.4	0.5	0.6	8.1	L	L
15	86.7	98.5	98.7	87.1	99.1	13.3	1.5	1.3	12.9	0.9	L-A	L

Además, si se considera que la frontera sedimentaria entre los materiales terrígenos y los biogénicos (carbonatados) no se ha ubicado de manera consistente con una misma línea limítrofe a lo largo del tiempo por los autores que la han estudiado en la última década (Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990; Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís, 1991; Carranza Edwards *et al.*, 1993; Mendoza Cantú, 1994; Rosales Hoz *et al.*, 1999), entonces puede decirse que en dicha frontera pueden existir zonas cuyos límites son variables a lo largo del año que pueden estar determinados por la temporalidad y conformar dos subsistemas ecológicos tal y como lo plantean Domínguez Brito y Granadillo Pérez (1995) y se representa gráficamente en la Figura 10.

Al respecto, es importante mencionar que en esta zona transicional de frontera abierta (con cambios en el tipo de sedimento) también pueda propiciar cambios en otras variables ambientales como salinidad, materia orgánica, contenido de carbonatos y de algunos metales pesados como estroncio y aluminio, y consecuentemente también puede estar afectando la distribución y estructura de la poliquetofauna béntica, máxime que este comportamiento parece ser cíclico de acuerdo con la temporalidad.

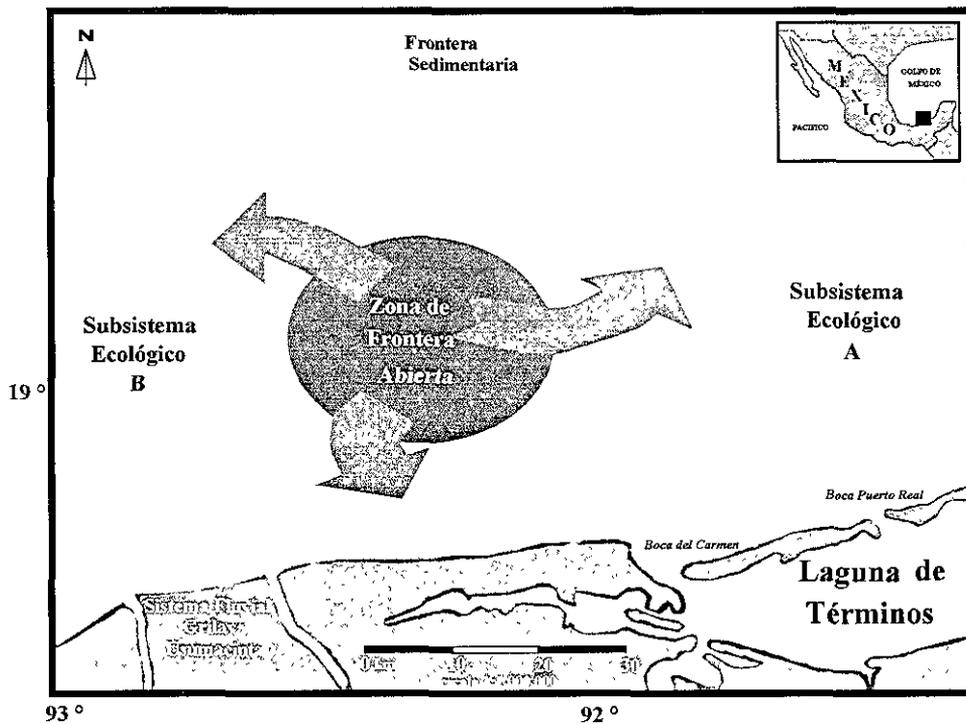


Figura 10.- Subsistemas ecológicos en el área de estudio. (De: Domínguez Brito y Granadillo Pérez, 1995).

Con base en estas observaciones lo que se hizo es contrastar de una manera gráfica a las estaciones situadas en el este y oeste del área de estudio encontrando que mientras que al oeste las estaciones tienen características básicamente lodosas terrígenas, con variaciones mínimas del tipo de material sedimentario a lo largo del tiempo, al este, al menos cinco estaciones presentan una mayor variación de los sedimentos a lo largo del tiempo indicando que, debido a su cercanía con el límite de las provincias sedimentarias, parece ser una zona con características intermedias o transicionales entre dichas provincias (Figuras 11 y 12).

De acuerdo con lo anterior, debido a la importancia que representa el sedimento para la fauna béntica ya que el sustrato es la característica principal del hábitat béntico, el cual, vinculado a la textura, mineralogía y estabilidad del sedimento, determinan el espacio del poro, la cantidad de materia orgánica y oxígeno que puede existir en él (Wieser, 1959; Gray, 1974; Méndez Ubach *et al.*, 1986; Méndez Ubach, 1988), ofreciendo soporte, protección y alimento (Rhoads, 1974; Kingston, 1987), los resultados de los parámetros ambientales, así como de los análisis subsecuentes se presentarán contrastando gráficamente ambas zonas y sobre el gradiente batimétrico de muestreo.

Para ello, el número de la estación en todos los análisis se acompañará de su ubicación en el área de estudio (**w** = hacia la región oeste; **e** = hacia la región este) y profundidad (15, 30, 50, 75, 100, 125 y 150 m según el caso). Por ejemplo: **E6w15** = Estación 6, al oeste y a 15 m.

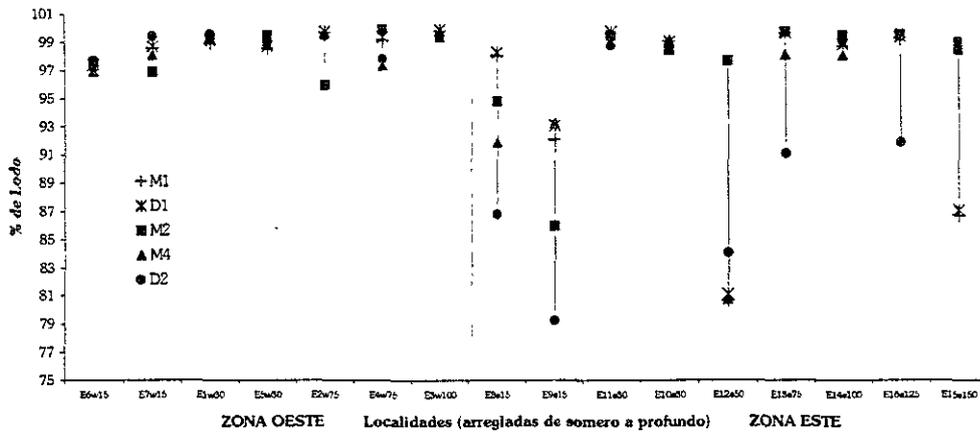


Figura 11.- Porcentaje de lodo por estación de muestreo y campaña (M= IMCA; D= DINAMO).

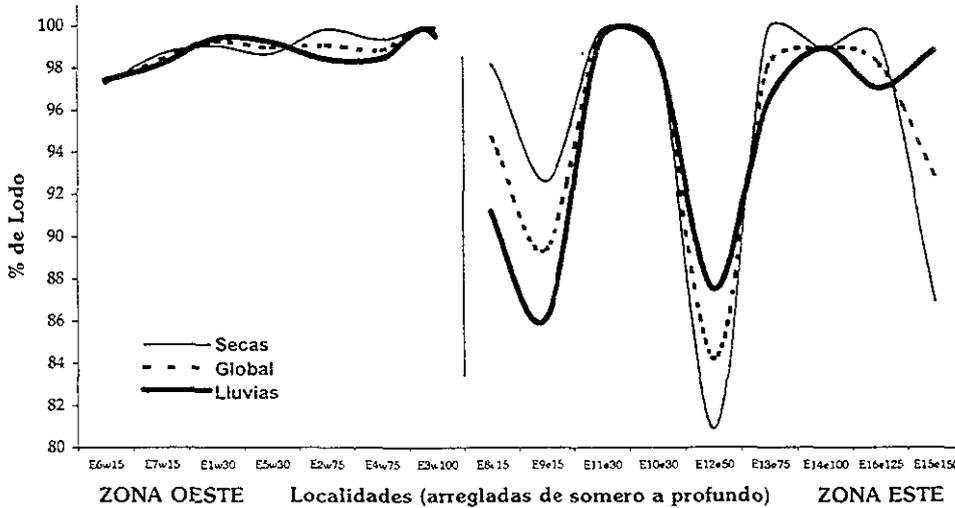


Figura 12.- Porcentaje de lodo por estación de muestreo y temporada del año.

En la Figura 12 se observa que el sedimento tiende de manera general a ser de un tipo lodoso, con valores mayores que 90 %. Asimismo, independientemente de la profundidad, el sedimento es lodoso, muy homogéneo hacia el oeste y con características variables, de lodo a lodoarenoso, hacia el este. Estos resultados son acordes cuando ubicamos las estaciones de muestreo sobre el mapa de sedimentos propuesto por Mendoza Cantú (1994) de la Figura 13. En este plano es evidente que todas las estaciones de muestreo están situadas en

la región terrígena cuyo sedimento corresponde a un tipo lodoso, el cual generalmente se relaciona con los aportes de aguas continentales de los sistemas fluviolagunares de los ríos Grijalva-Usumacinta y de la Laguna de Términos (Carranza Edwards *et al.*, 1993).

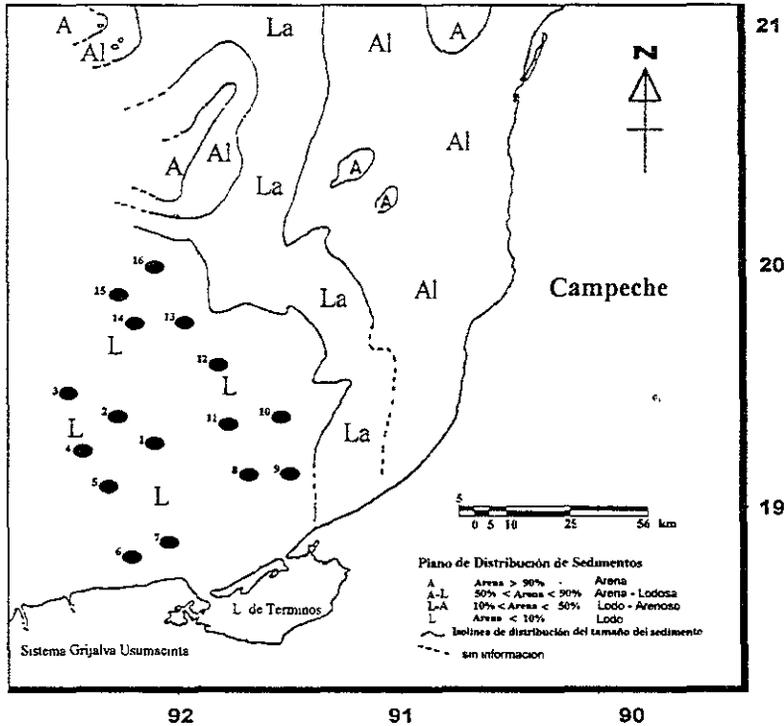


Figura 13.- Ubicación de las estaciones de muestreo sobre el plano de distribución de sedimentos en el área de estudio propuesto por Mendoza Cantú (1994). El punto negro representa la estación.

No obstante lo antes mencionado, de acuerdo con lo observado en este estudio, el esquema general de distribución del sedimento de este plano cambia, modificándose principalmente la forma de la isolinéa límite entre los sedimentos de tipo lodoso y los sedimentos de tipo lodoarenosos transicionales. Este esquema es válido únicamente en ciertas estaciones de la región este del área de estudio y, en algunos casos, el cambio sólo ocurre en alguna temporada del año, tal y como lo muestra la Figura 14 en donde se hicieron las siguientes modificaciones a la Figura 13:

- ★ Considerando a las estaciones E8e15 y E9e15, la línea límite no sufre alteración alguna durante la temporada de secas cuando son lodosas, mientras que durante la temporada de lluvias la línea las incluye e incorpora dentro de la zona lodoarenosa transicional. Este patrón es más claro en la estación E9e15 que en la estación E8e15, lo cual se explica por la ubicación más hacia el este de la primera respecto a la segunda, y no aplica en las estaciones E10e30 y E11e30 donde el sedimento es lodoso en ambas temporadas.

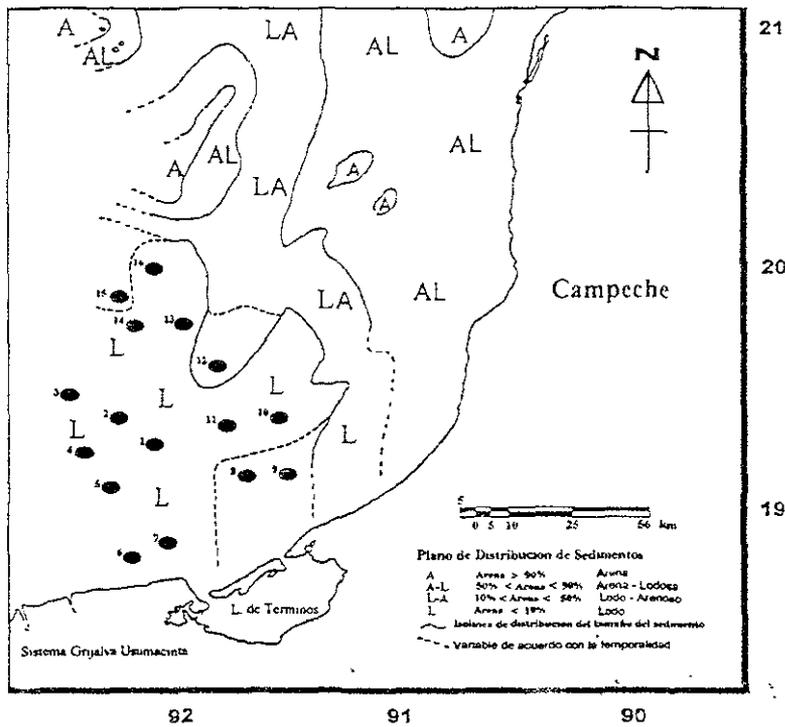


Figura 14.- Modificaciones realizadas a la frontera de los sedimentos transicionales de la Figura 13 de Mendoza Cantú, (1994), con base en los resultados obtenidos en este estudio.

- ★ Con base en la estación E12e50, dicha línea se recorre hacia el oeste, al parecer de manera permanente, ya que es incorporada dentro de la zona lodoarenosa transicional en ambas temporadas del año; este patrón es más claro en la temporada de secas y al parecer, en algunas ocasiones, esta línea puede alcanzar a incluir a las estaciones E13e75 y E16e125 durante la temporada de lluvias.
- ★ Considerando la estación E15e15, la isolínea se encuentra hacia el oeste en la temporada de secas incluyendo a la estación dentro de la zona lodoarenosa transicional, mientras que en la temporada de lluvias esta estación se incluye en la zona lodosa.

Estos resultados indican que existen zonas del área de estudio en las que, temporalmente, los sedimentos lodosos se están trasportando ("lavando") y/o mezclando con los sedimentos de la zona transicional. La explicación general se relaciona con el patrón local de circulación, así como la presencia del giro ciclónico el cual se forma al oeste de la zona de estudio en la temporada de secas (marzo) desplazándose hacia el este para situarse enfrente de la Laguna de Términos, con velocidades comparativamente mayores, durante la temporada de lluvias (septiembre), como lo muestran las Figuras 2b y 3b como lo registran Monreal Gómez y Salas de León (1990) y Salas de León *et al.* (1992b).

De acuerdo con lo anterior, en el primer caso, la ausencia del giro ciclónico en la región este durante la temporada de secas, puede estar favoreciendo la depositación de material lodoso en los sedimentos de la región más somera, donde se ubican las estaciones E8e15 y E9e15 (Figuras 12-14), mientras que durante la temporada de lluvias, puede ser la presencia del giro ciclónico esté incrementando la velocidad de la corriente en la zona trasportando ("lavando") el material más fino de los sedimentos, propiciando la modificando las características sedimentarias de un tipo lodoso a uno lodoarenoso en dicha zona.

En el caso de la estación E15e150 es contrario a lo que sucede en las dos estaciones antes mencionadas, ya que es una estación lodoarenosa en la temporada de secas, mientras que en la temporada de lluvias es lodosa; sin embargo, por su ubicación y profundidad, la estación probablemente se encuentra en el límite exterior de la plataforma continental, cerca del talud. Considerando que la estación sea lodoarenosa, la incorporación de material fino hasta esa zona podría relacionarse con el transporte del material lodoso durante el giro que, al estar siendo lavado en plataforma continental, puede estar depositándose hacia las zonas más profundas.

Temperatura

Los valores registrados de temperatura de fondo fluctuaron dentro del intervalo de 16.5 a 28 °C, los valores más bajos se presentaron después de los 100 m, en las estaciones E16e125, E15e150 y en la temporada de secas, mientras que los valores más altos se registraron a 15 m en las estaciones E8e15, E9e15 y en la temporada de lluvias (Figura 15) como también lo registran Salas de León *et al.* (1992).

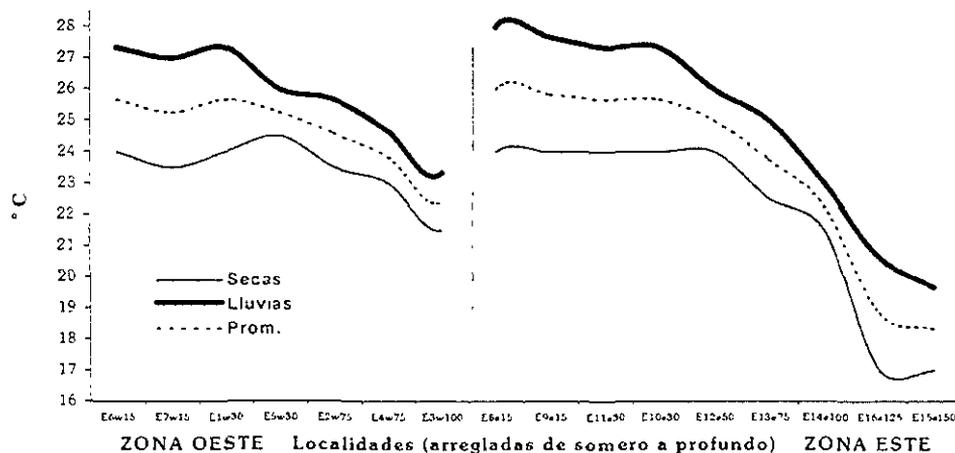


Figura 15.- Temperatura de agua de fondo registrada por estación y temporada del año.

En la figura se observa que la temperatura decrece a medida que la profundidad se incrementa, lo cual es un patrón comúnmente observado en la columna de agua. La termoclina se identifica aproximadamente a los 30 m de profundidad en la temporada de lluvias y a los 50 m en la de secas, lo cual es acorde con Soto González y Escobar Briones (1995), quienes la registran a los 22 m en la temporada de lluvias y a 50 m en la de secas.

Desde el punto de vista de la temporalidad, la temperatura es más baja y más constante en los muestreos correspondientes a la temporada de *secas* que los correspondientes a la temporada de *lluvias*. Asimismo, las diferencias debidas a la estacionalidad son más obvias entre 15 y 30 m de profundidad (con 3-4 °C de diferencia), lo cual es atribuible a la descarga de aguas continentales, que las observadas por debajo de 50 m donde la diferencia es de 1-2 °C; sin embargo, entre 100 y 125 m, nuevamente se observa una diferencia de 3-4 °C.

Salinidad

Los valores registrados de salinidad de fondo fluctuaron dentro del intervalo de 33.9-37.4 ups; los valores más altos fueron registrados en las regiones más someras (E8e15, E9e15, E6w15, E7w15), los primeros en la temporada de secas, y los más bajos en la de lluvias (Figura 16). Se distingue un patrón influenciado por la temporalidad (sobre todo en las zonas de entre 15-50 m) y en menor grado por la profundidad, registrándose un punto isohalino intertemporal a los 50 m. Hasta antes de los 50 m, las aguas son más saladas en la temporada de secas, mientras que por debajo de dicha profundidad lo son en la de lluvias.

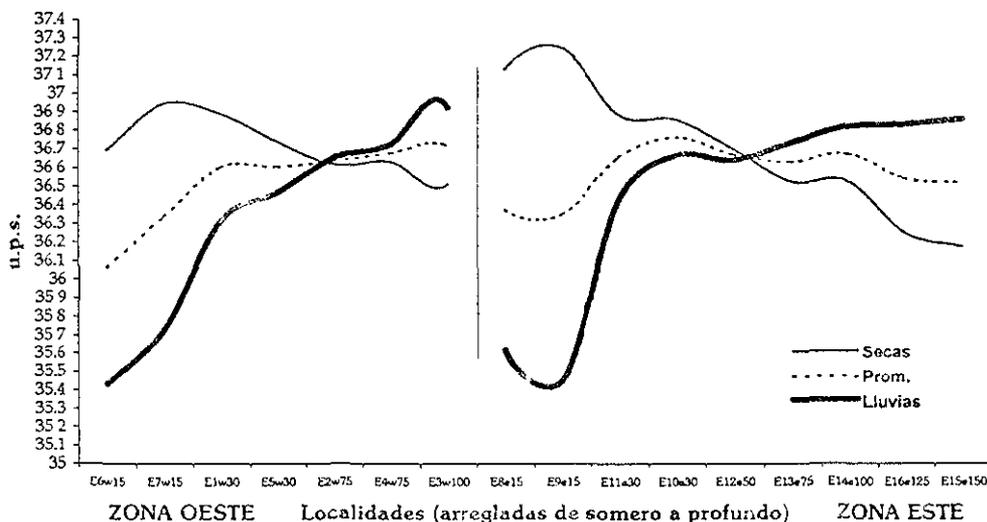


Figura 16.- Salinidad de agua de fondo registrada por estación y temporada del año.

Es importante destacar que los valores extremos intertemporales se presentan entre 15 y 30 m, con hasta 2.5 unidades de diferencia, lo que es indicativo de la gran descarga de aguas continentales y su efecto de dilución sobre las regiones someras del área de estudio más cercanas a la desembocadura de los ríos Grijalva-Usumacinta. Al respecto, Salas de León *et al.* (1992b) observaron que los efectos sobre la disminución de la salinidad se relacionan con la descarga de las aguas de dichos ríos, registrando los valores más evidentes en las zonas cercanas a la costa y a su desembocadura.

Cabe mencionar que, aunque lo observado constituye un patrón de comportamiento que afecta al área de estudio en su totalidad, ocurre diferencialmente según la zona, ya que las aguas en las estaciones situadas hacia el oeste, a igual profundidad, tienen salinidades más altas y más contrastantes que las localizadas hacia el este (Figura 16), lo cual es congruente si consideramos que la región oeste tiene una mayor influencia por parte de las descargas de aguas continentales.

Así también, es interesante notar que, a pesar de que existen tendencias en el patrón general de comportamiento de los parámetros ambientales, el patrón particular en cada muestreo ayuda a entender el comportamiento general. En este sentido, se observa una menor variabilidad en los muestreos realizados en la temporada de *secas* que en los de *lluvias*, lo cual resalta la importancia de la temporalidad, principalmente el efecto que tiene el incremento en el aporte de aguas continentales durante la temporada de lluvias sobre la dinámica general de la región.

Carbono Orgánico

Los valores registrados del contenido de carbono orgánico en los sedimentos fluctuaron dentro del intervalo de 0.2%, en la estación E7w15, a 1.66% en las estaciones E7w15, E5w30 y E2w75, con una ligera tendencia a ser más altos en la temporada de *secas* que en la de *lluvias* (Figura 17). Estos valores son bajos si se comparan con los que generalmente se registran en zonas costeras que son entre 1 y 5% (Chester, 1990).

De manera general, no se distingue un patrón de comportamiento consistente; sin embargo, las zonas de menor profundidad (15 m), con excepción de la estación E6w15, presentan los valores más bajos (> 0.6%), mientras que el contenido de carbono orgánico se incrementa hasta ser <1.3% a 30 m y continuar, de manera relativamente constante (oscilando entre 0.9-1.3%) después de los 30 m. Sin embargo, es importante destacar que el patrón temporal de este parámetro se invierte en la estación E15e150, ya que coincide con la variación que dicha estación presenta en el tipo de sedimento durante la temporada de lluvias.

Así también, es de interés lo que sucede en regiones con menor profundidad de ambas zonas (Figura 17); mientras que en la estación E6w15 y E7w15 (ubicadas hacia el oeste) se

observan valores dispares entre las temporadas y muestreos, en las estaciones E8e15 y E9e15 (ubicadas al este) los valores son bajos y constantes en ambas temporadas.

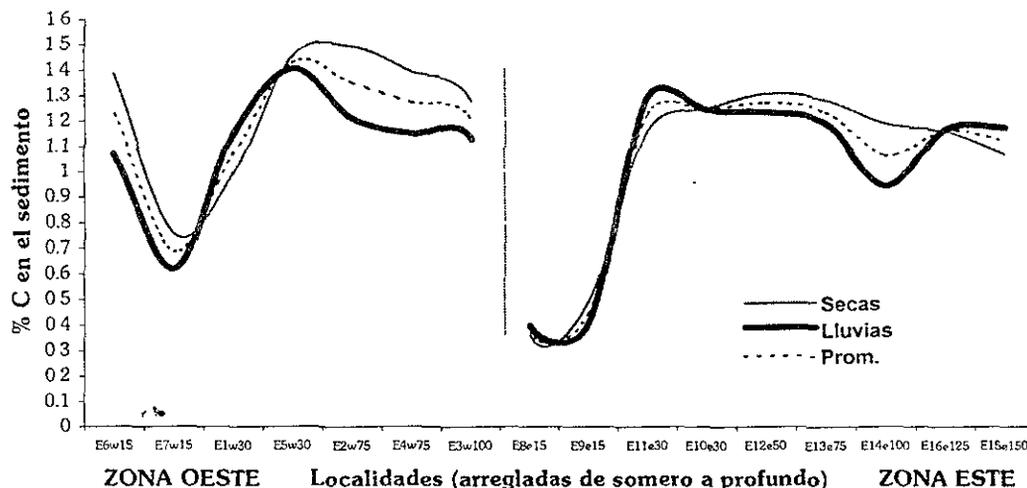


Figura 17.- Carbono orgánico en sedimentos registrado por estación y temporada del año.

Otro aspecto que destaca es lo que sucede temporalmente, sobre todo en la región oeste, ya que de manera general se registran valores bajos y homogéneos, independientemente de la temporada, en las zonas más someras (15-30 m), y valores altos, mayores en la temporadas de secas que en la de lluvias, a partir de 50 y hasta los 100 m de profundidad.

Estos comportamiento observados es similar al registrado en Cruz Orozco *et al.* (1994) quienes en áreas particulares registran valores de entre 2 y 3% y los asocian a las descargas de aguas fluviolagunares en sitios cercanos a las bocas. En este sentido, es de interés el comportamiento de los valores en la estación E7w15 ya que tiene más similitud con los registrados hacia el este para la misma profundidad.

Asimismo, de manera general son consistentes con lo registrado en Méndez Jaime (1993), Rosales *et al.* (1992; 1999) y Villanueva Estrada (2000), que registran un gradiente de menor a mayor contenido carbono orgánica de este a oeste en el área de estudio (correlacionándose negativamente con los carbonatos), con los valores más altos (1.5%) en el área de plataformas petroleras.

Carbonatos

Los valores fluctuaron dentro del intervalo de 11.56% a 66.19% con un promedio de 37.79%, los valores más bajos se registraron en las estaciones E2w75 y E4w75 y los más altos en las estaciones E8e15 y E9e15 (Figura 18). Contrariamente a lo observado en el carbono orgánico, se observa un patrón de comportamiento con una tendencia a seguir un gradiente de mayor a menor contenido de carbonatos de este a oeste, disminuyendo su contenido conforme la profundidad se incrementa.

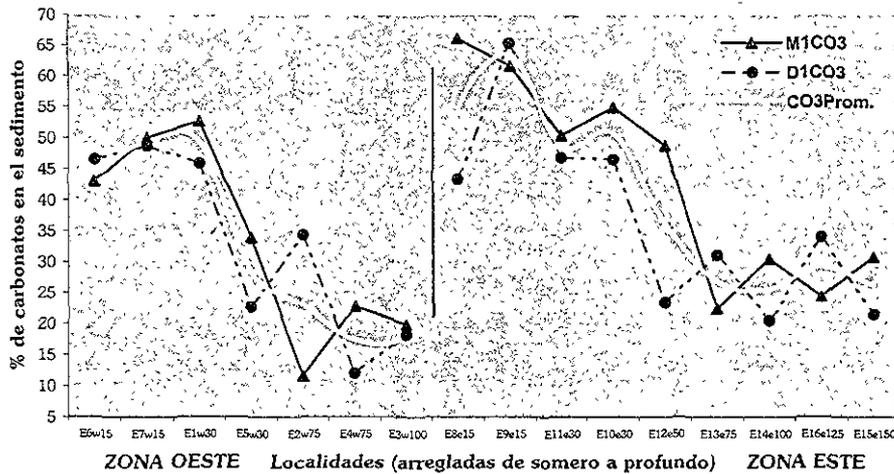


Figura 18.- Porcentaje de carbonatos en los sedimentos por estación de muestreo registrados en las campañas IMCA-1 (M1) y DINAMO-1 (D1).

Este gradiente es dado por el origen biogénico de los sedimentos en la provincia carbonatada presentes en la zona transicional de los sedimentos carbonatados (al este del área de estudio) a los terrígenos (al oeste). Destacan también los altos valores observados en las estaciones E11e30, E10e30, E12e50, E1w30, E6w16 y E7w15 los cuales se relacionan con la cercanía a la zona transicional y con el transporte de materiales a través de las corrientes litorales hacia el oeste en las dos últimas como lo muestra Carranza Edwards *et al.* (1993).

Es importante mencionar que el contenido de carbonatos en los sedimentos ha sido generalmente el parámetro indicativo para diferenciar las zonas terrígena, transicional y biogénica (Yañez Arancibia y Sánchez Gil, 1983; Ayala Castañares y Gutiérrez Estrada, 1990; Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís, 1991; Carranza Edwards *et al.*, 1993); sin embargo hay diferencias en los porcentajes con las que los autores la establecen. En este sentido Riley y Chester (1973) consideran como sedimento carbonatado aquel cuya concentración de carbonato de calcio es mayor que 30%.

Considerando lo anterior, es también importante tomar en cuenta la dinámica oceanográfica de la región a lo largo del año (por las descargas fluvio-lagunares) para registrar sus límites en espacio y tiempo en ciertas áreas de la zona transicional. Como un dato relevante es que, de manera general y para una misma temporada (secas), el contenido de carbonatos disminuyó en un 4% del primer muestreo realizado en 1988, al último realizado en 1990.

Metales

Estroncio. - Las valores fluctuaron dentro del intervalo de 467 ppm en la estación E6w15 a 3,487 ppm en la estación E12e50 con una media de 1,403 ppm (Figura 19), observándose los valores más altos en las estaciones ubicadas hacia el este del área de estudio (principalmente E8e15, E9e15 y E12e50), las cuales están ubicadas hacia este del área de estudio hacia la frontera sedimentaria transicional. Los resultados anteriores se pueden explicar con base en los trabajos de Rosales Hoz *et al.* (1992) y Méndez Jaime (1993) quienes concluyeron que el estroncio se correlaciona positivamente con la presencia de carbonatos por lo que se presenta un gradiente de mayor a menor de la plataforma carbonatada hacia la terrígena.

Con base en lo anterior, la concentración de estroncio puede representar un indicador adicional, junto con los carbonatos y el tipo de sedimento, para establecer la frontera transicional en el área de estudio, y determinar la influencia de la plataforma carbonatada en las estaciones estudiadas. Es importante destacar que al igual que sucedió para los carbonatos, la concentración de estroncio, disminuyó de 1988 a 1990 para una misma temporada.

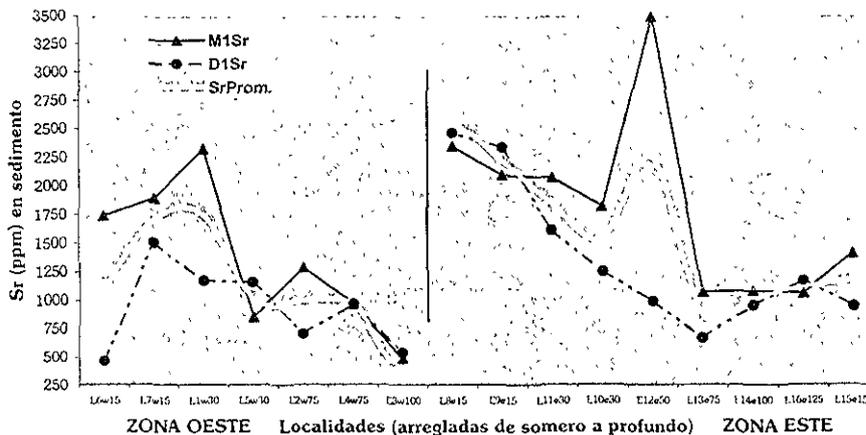


Figura 19.- Concentración de estroncio(Sr) en sedimentos por estación registrada en las campañas IMCA-I (D1) y DINAMO-I (D1).

Aluminio. - Las valores fluctuaron dentro del intervalo de 0.33% en la estación E11e30 y 10.4% en la estación E16e125, con un promedio de 5.1% (Figura 20), observándose una concentración más alta del metal a medida que la profundidad se incrementa, con los valores más altos en las estaciones del este ubicadas en profundidades de 50 m en adelante (E12e50, E13e75, E14e100 y E15e150), con un pico máximo a los 125 m (E16e125), pico que hacia el oeste se alcanza a 75 m (E2w75).

Este patrón de comportamiento es lógico si se considera que el aluminio es un importante componente de las arcillas minerales (Rosales Hoz *et al.*, 1994) las cuales generalmente se depositan hacia las zonas más profundas. Al respecto, se sabe que el aluminio tiene una distribución restringida a la plataforma terrígena, relacionada con los aportes del sistema Grijalva-Usumacinta siguiendo su pluma (Méndez Jaime, 1993; Rosales Hoz *et al.*, 1999) y de la Laguna de Términos. Son de interés las bajas concentraciones registradas en las estaciones E3w75 y E4w100, así como el valor relativamente alto de la estación E11e30.

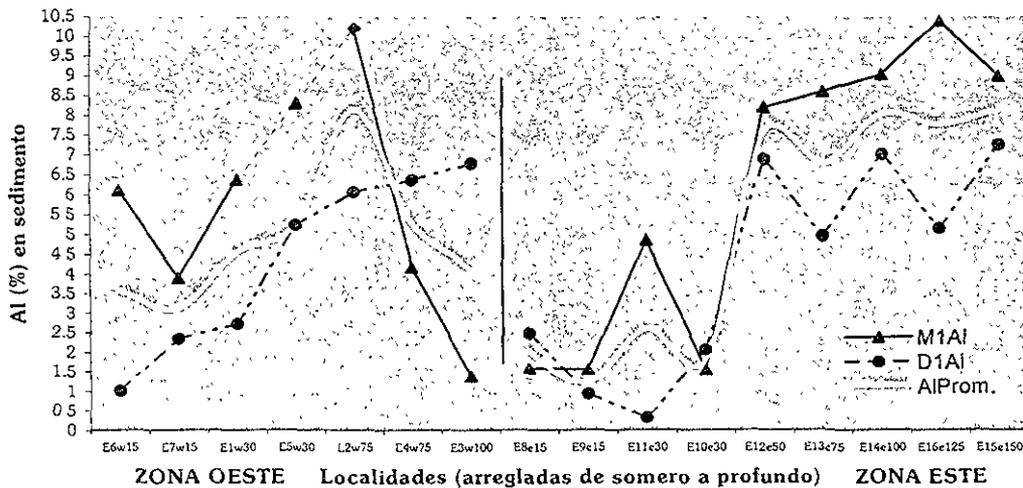


Figura 20.- Concentración de aluminio (Al) en sedimentos registrada en las campañas IMCA-1 (MI) y DINAMO-1 (DI).

Hierro. - Los valores de este metal fluctuaron dentro del intervalo de 0.34% en la estación E7w15 y 4.14% en la estación E3w100 con un promedio de 2.11%, observándose un patrón de comportamiento relacionado con la profundidad y la ubicación de las estaciones, ya que la concentración se incrementa a medida que la profundidad aumenta, con valores más bajos hacia el este (Figura 21). Al igual que el aluminio, se sabe que el hierro tiene una distribución relacionada con las descargas del Sistema Grijalva-Usumacinta y restringida en la plataforma terrígena del área de estudio (Rosales Hoz *et al.*, 1992; 1993; Méndez Jaime, 1993), lo cual puede ser un indicador de este tipo de sedimentos.

en la plataforma terrígena del área de estudio (Rosales Hoz *et al.*, 1992; 1993; Méndez Jaime, 1993), lo cual puede ser un indicador de este tipo de sedimentos.

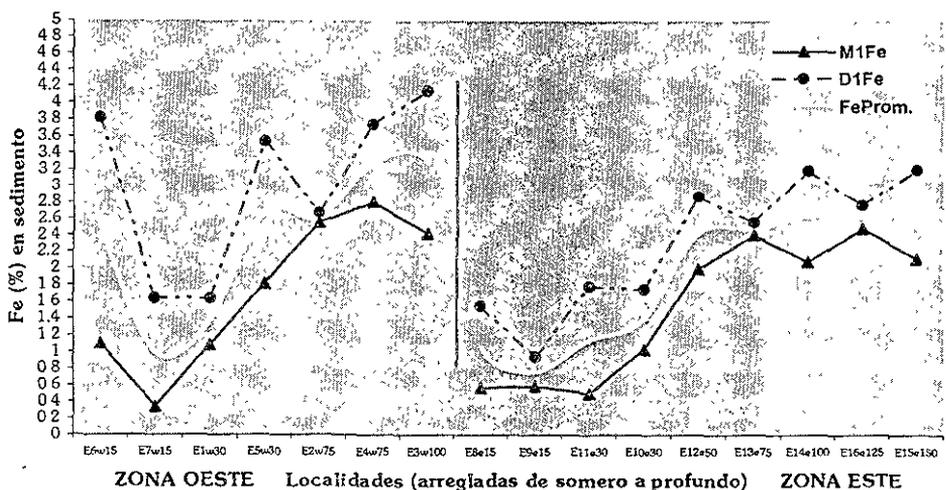


Figura 21.- Concentración de hierro (Fe) en sedimentos registrada en las campañas IMCA-1 (M1) y DINAMO-1 (D1).

Vanadio, Cadmio y Bario.- Su presencia se asocia con las actividades petroleras en general, ya que se han encontrado en concentraciones importantes en zonas de explotación de hidrocarburos. Las concentraciones de vanadio y cadmio no alcanzaron valores detectables en los sedimentos del área de estudio, lo cual no parece lógico dada la intensa actividad petrolera en la región; sin embargo, Macías Zamora *et al.* (1999), registran para la zona de estudio concentraciones de vanadio por abajo de las registradas para otras áreas de exploración petrolera, señalando que los valores más altos se encuentran en las cercanías a la zona de exclusión de la Sonda de Campeche, pero no consideran que dichos valores sean estrictamente derivadas de la producción petrolera.

Para el caso del bario, su presencia (en forma de barita), se relaciona directamente con la actividad petrolera, ya que es ampliamente usado, en concentraciones mayores que 200 ppm, en los lodos de perforación durante las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en la región petrolera de la Sonda de Campeche (Domínguez Brito y Granadillo Pérez, 1995). Por su parte, Méndez Jaime (1993) encontró que la presencia de bario en esta zona es la que menos se relaciona con el aporte fluvial.

El establecimiento de concentraciones máximas permitidas para los metales en los sedimentos ha sido una tarea difícil debido a la carencia de zonas de referencia naturales

que se consideren prístinas y nuestro país no es la excepción; sin embargo, con la finalidad de tener una referencia se revisó el estudio de Crommentuijn *et al.* (2000) para la región de los países bajos, quienes establecen para bario una concentración de 300 ppm como máxima permitida en los sedimentos marinos, considerando 157 ppm como una concentración despreciable.

En este estudio, los valores de bario registrados fluctuaron dentro del intervalo de 152.78 ppm en la estación E6w15 y 864.65 ppm en la estación E1w30 con un promedio de 528.36 ppm, distribuyéndose sin un patrón general de comportamiento claro en toda el área de estudio (Figura 22). No obstante, las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones E1w30, E2w75 y E4w75 que se encuentran ubicadas más cerca de los complejos petroleros. Valores intermedios, por arriba del promedio, se presentaron en estaciones E8e15, E10e30, E12e50, E9e15 y E11e30, mientras que valores intermedios, por abajo del promedio, se presentaron en E7w15, E14e100, E13e75 y E15e150. Finalmente bajas concentraciones se registraron en E16e125, E3w1000 y E5w30, y la concentración más baja (151.7) se registró en E6w15.

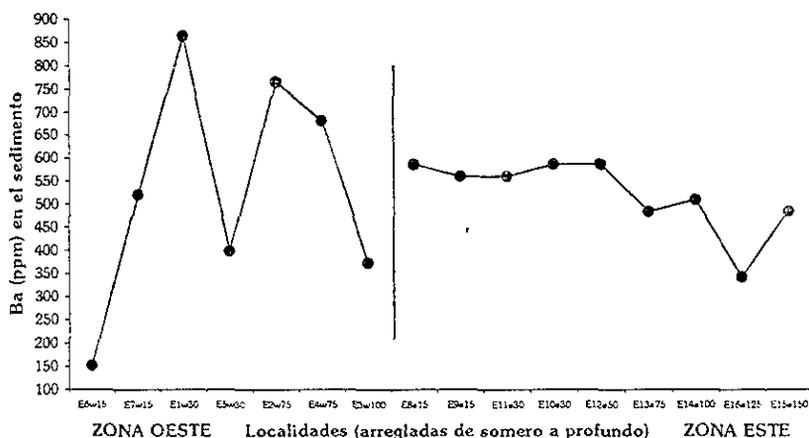


Figura 22.- Concentración de bario en sedimentos registrada en la campaña DINAMO-1 (D1).

Si bien, los valores de bario están por arriba de los mencionados en el estudio de Crommentuijn *et al.* (2000) como máximos permitidos, el valor promedio de bario registrado en este estudio es similar al de 600 ppm que registra Holmes (1982) para zonas petroleras, por lo que concentraciones de bario menores y mayores que el promedio registrado en este trabajo se considerarán bajas y altas respectivamente. Esto se fortalece con el trabajo de Holmes (1973) que registró concentraciones de 509 ppm en la plataforma continental del noroeste del Golfo de México donde hay actividad petrolera; mientras que concentraciones de 140 ppm las registra para las plataformas continentales del Noreste del Golfo de

México y 66 ppm Sur de la Florida donde no hay dicha actividad, que de acuerdo con Crommentuijn *et al.* (2000) se considerarían despreciables.

La Figura 23 muestra la distribución de bario en la Sonda de Campeche; en ella destacan que las concentraciones más altas están en la zona de plataformas, siendo intermedias hacia el oeste y menores hacia el este. En ella, es importante destacar que, no obstante que se conserva el mismo patrón de distribución antes mencionado, para una misma temporada, dos años después (1990), las concentraciones de bario disminuyeron aproximadamente 200 ppm en toda la bahía, lo cual se suma a las disminuciones de estroncio y carbonatos. Esta disminución también se observa en los hidrocarburos cuantificados en el sedimento para 1987-1988 (Ortiz Hernández, 1993) y para 1993 (Sánchez García, 1995).

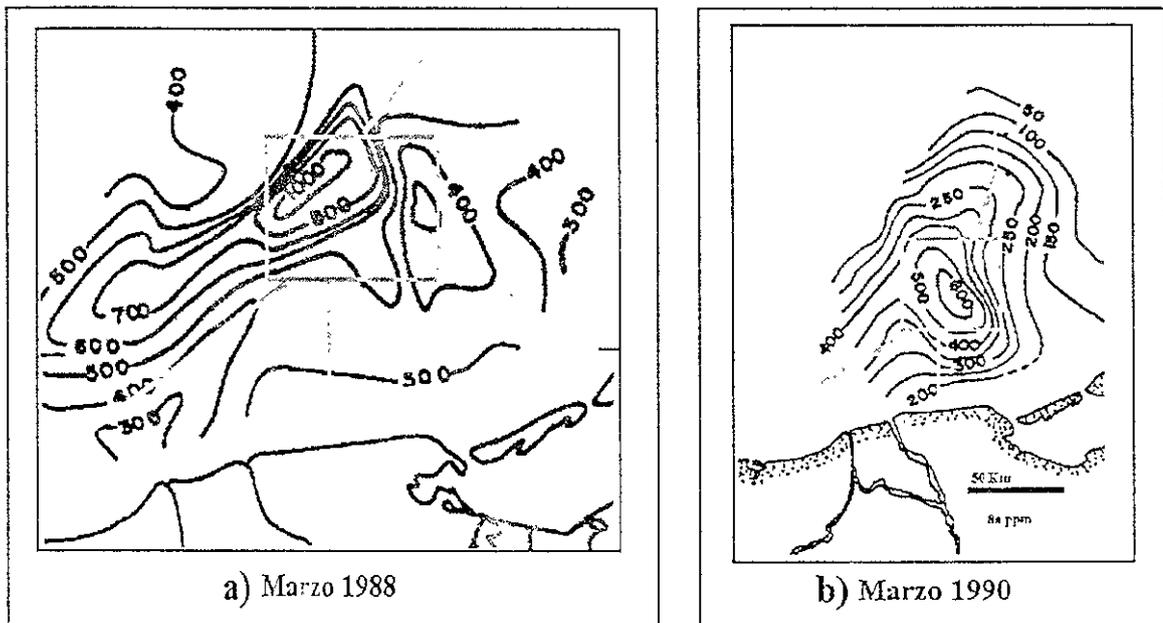


Figura 23.- Distribución de Ba en sedimentos (ppm) en el área de estudio. a) IMCA-1; b) DINAMO-1. De: Rosales Hoz *et al.*, 1992; 1994.

Síntesis General de la Caracterización Ambiental del Área de Estudio

Considerando el patrón general de comportamiento de los parámetros ambientales en el área de estudio existen tres factores ambientales a considerar para los análisis ecológicos subsecuentes con los cuales la distribución de poliquetos se puede relacionar:

- a) *La descarga de aguas continentales.*- Afecta a toda el área de estudio pero el efecto es más evidente hacia el oeste del área de estudio. A este factor se le atribuye la presencia de sedimentos lodosos terrígenos (%lodo > 90), con patrones irregulares de concentración de bario, bajos de estroncio con un porcentaje de carbono orgánico mayor en temporada de secas que en la de lluvias y patrones regulares de la concentración de aluminio y hierro (valores por encima de la media). La mayor parte del

área de estudio está afectada por estas condiciones producto del efecto del sistema Grijalva-Usumacinta en las estaciones E2w75, E3w100, E4w75, E5w30, E13e75, E14e100, E15e150, E16e125, y de la Laguna de Términos en las estaciones E7w15, E8e15, E9e15, E10e30, E11e30 y E12e50 (Figuras 8 y 13).

- b) *La transición de los sedimentos terrígenos y carbonatados.*- Afecta sólo algunas regiones del este del área de estudio en las cuales el porcentaje de lodo varía temporalmente (de lodo a lodoarenoso). Presentan patrones regulares de estroncio (valores por encima de la media) y carbonatos (> 50%) e irregulares de carbono orgánico, aluminio y hierro (con tendencia a ser bajos en las zonas más someras). Las estaciones con estas condiciones son la E8e15, E9e15 y E12e50.
- c) *La presencia de las actividades de extracción petrolera.*- Afecta parte del área de estudio, principalmente zonas de entre 30 y 75 m del oeste. Presenta sedimentos lodosos con patrones regulares y altos de bario (cercanos al promedio, con algunos valores altos) y carbono orgánico, pero irregulares de los metales aluminio y estroncio. Las estaciones con estas condiciones son E1w30, E2w75 y E4w75, mientras que la estación E6w15 parece ser la menos relacionada.

Con un análisis de agrupamiento de las estaciones con base en todos los parámetros ambientales analizados (Figura 24) se obtienen dos grupos principales de estaciones:

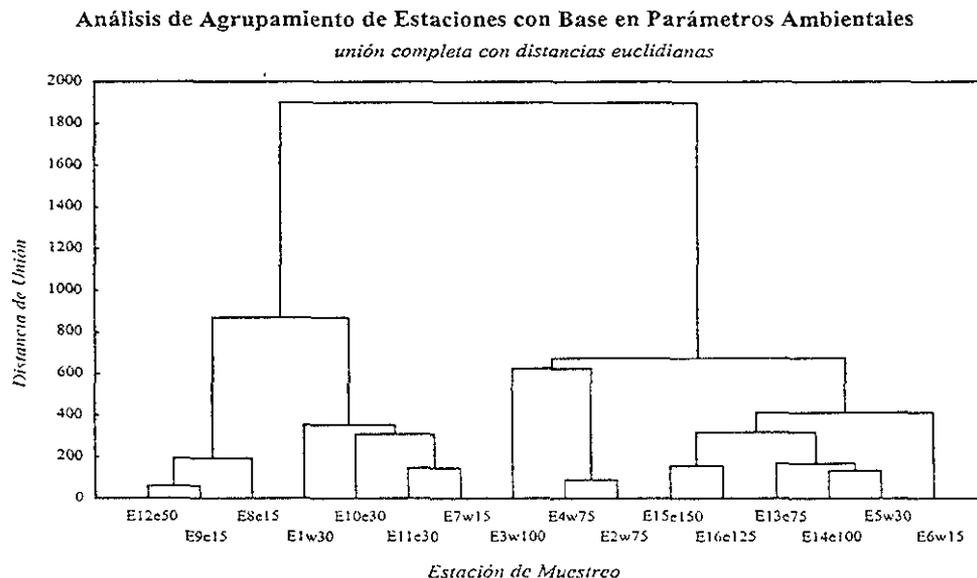


Figura 24.- Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamiento de estaciones con base en todos los parámetros ambientales.

En un grupo se incluyen estaciones en su mayoría situadas al este, las cuales pueden relacionarse con la influencia de la Laguna de Términos y los sedimentos transicionales

(E12e50, E8e15, E9e15, E1w30, E10e30, E11e30 y E7w15); sin embargo, es de interés la inclusión de las estaciones E1w30 y E7w15. En el otro grupo se incluyen estaciones en su mayoría situadas al oeste, las cuales pueden relacionarse con la influencia del Grijalva-Usumacinta y los sedimentos de la zona terrígena (E3w100, E4w75, E2w75, E15w125, E16e150, E13e75, E14e100, E5w30, E6w15).

Lo observado en el dendrograma sugiere que el contenido de carbonatos y estroncio puede estar representando un papel importante en la agrupación, debido a que en el primer grupo se incluyen las estaciones E12e50, E9e15, E8e15 consideradas con mayor influencia de dicha zona. Lo anterior es obvio cuando en el análisis se considera únicamente al contenido de carbonatos y de estroncio en los sedimentos (Figura 25), donde se conserva el mismo esquema general anterior, sólo que se precisan ciertas particularidades que se relacionan con la cercanía de las estaciones a la frontera sedimentaria transicional, como es el caso de las estaciones E1w30 y E7w15 que antes se separaban por sus valores contrastantes de bario, y que ahora se asocian por los valores de carbonatos. Asimismo, las estaciones E6w15, E16e125 y E15e150 antes separadas por sus diferentes valores en los parámetros oceanográficos producto de la diferente profundidad, ahora se agrupan por sus valores de estroncio.

Análisis de Agrupamiento de Estaciones con base en contenido de Sr y CO₃

unión completa con distancias euclidianas

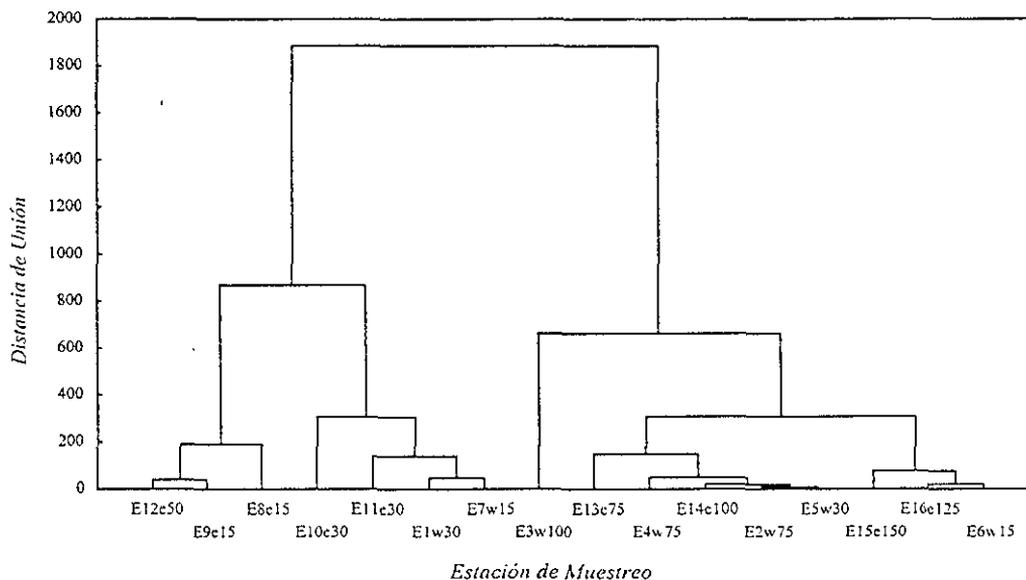


Figura 25.- Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamiento de estaciones con base en el contenido de estroncio y carbonatos.

Por su parte, eliminando las variables ambientales de peso en la asociación anterior para destacar la manera en la que se agrupan las estaciones en función de la concentración de

bario y el tipo de sedimento (Figura 26) se observan dos grupos principales, uno con aquellas estaciones que registraron los valores más altos de este metal (E4w75, E2w75 y E1w30), siendo E1w30 la estación con el valor más alto. Un segundo grupo incluye a estaciones con valores intermedios a bajos (de izquierda a derecha) en donde E6w15 se separa como una rama única por presentar los valores más bajos de este metal en el área de estudio.

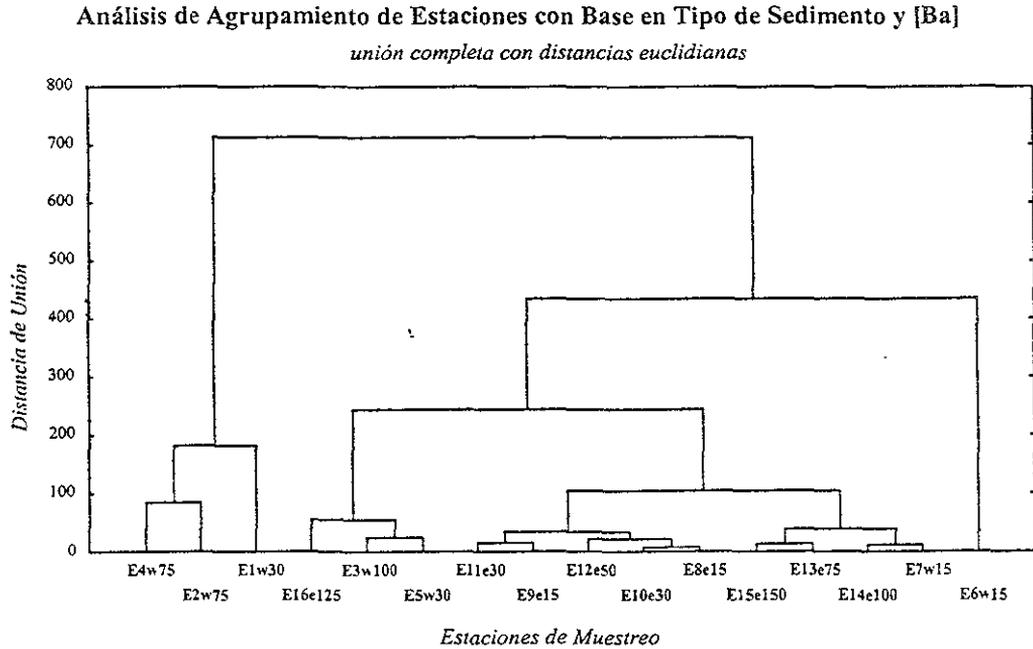


Figura 26.- Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamiento de estaciones con base en el tipo de sedimento y concentración de bario.

Con los resultados expuestos en cuanto a la caracterización ambiental, no es posible establecer algún tipo de relación que evidencie gradientes en el ambiente que se relacionen con las actividades petroleras. Sin embargo, la presencia de bario en concentraciones mayores a 600 ppm tienen relación con la cercanía de las estaciones de muestreo a algún campo petrolero con los valores más altos dentro de la zona de exclusión.

Por ello, a pesar de que el metal se encuentra presente en toda la región con una concentración promedio de 528 ppm, su concentración se tomó como referencia para determinar el grado de influencia de la actividad petrolera, considerando a las estaciones E4w75, E2w75 y E1w30 (con 682-860 ppm) y a la estación E6w15 (con 151 ppm) como las zonas de mayor y menor influencia de esta actividad, inclusive ésta última tiene concentraciones despreciables de acuerdo con Crommentuijn *et al.* (2000).

Análisis Faunístico

Aspectos Taxonómicos Generales

En este estudio se recolectaron 6,099 organismos que fueron identificados y agrupados en 37 familias, 80 géneros y 145 especies, lo que representa aproximadamente un 60 % de las familias y el 24 % de las especies registradas en la Plataforma Continental del Golfo de México. Asimismo, un 26 % de las especies aquí registradas para la región de plataformas petroleras y áreas adyacentes no se encuentra registrado en el Norte del Golfo de México. Las tablas de densidad de cada especie por estación de muestreo y campaña se encuentran en el Anexo 1.

En la lista de especies que se encuentra en la Tabla 3, existen 22 especies que son potencialmente nuevas para la ciencia, lo cual deja de manifiesto el estado del conocimiento taxonómico del grupo de anélidos poliquetos, así como de su elevada biodiversidad en la región de plataformas petroleras y el Sur del Golfo de México, razones que justifican continuar estudiándolos.

Durante el desarrollo de este estudio, se realizaron algunos trabajos taxonómicos acerca de las especies de la zona de plataformas petroleras relacionados con este estudio, mismos que se encuentran publicados formalmente (Granados Barba y Solís Weiss, 1997a-b; 1998).

Asimismo, con base en la revisión de ejemplares de la colección de poliquetos del Museo Nacional de Historia Natural del *Smithsonian Institution*, Washington, D. C. USA, se validaron algunas de las especies que tenían un estatus taxonómico incierto, éstas son:

- *Ophioglycera* sp. A Gilbert, 1984, se describió como *Ophioglycera lyra* (Granados Barba y Solís Weiss, 1997a).
- *Cossura soyeri* Laubier, 1963, fue sinonimizada con la especie *Cossura delta* Reish, 1958 en Granados Barba y Solís Weiss (1997b).
- *Paramphinome* sp. A Gathof, 1984, se concluyó que es la especie *Paramphinome jeffreysii* (McIntosh, 1968).
- *Magelona* sp. H Uebelacker y Jones, 1984, se concluyó que es la especie *Magelona* cf. *phyllisae* Jones, 1963.
- *Magelona* sp. I Uebelacker y Jones, 1984, se concluyó que es la especie *Magelona polydentata* Jones, 1963.

Tabla 3.- Lista sistemática de las especies recolectadas (según el arreglo de Rouse y Fauchald, 1997).

ANNELIDA

POLYCHAETA

SCOLECIDA

1. FAMILIA Capitellidae

1. *Dasybranchus lumbricoides* Grube, 1878
2. *Dasybranchus lunulatus* Ehlers, 1887
3. *Leiocapitella* sp. 1
4. *Leiocapitella* sp. 2
5. *Mediomastus californiensis* Hartman, 1944
6. *Notomastus americanus* Day, 1973
7. *Notomastus daueri* Ewing, 1982
8. *Notomastus hemipodus* Hartman, 1945
9. *Notomastus lineatus* Claparède, 1870
10. *Notomastus lobatus* Hartman, 1947

2. FAMILIA Cossuridae

11. *Cossura delta* Reish, 1958

3. FAMILIA Maldanidae

12. *Clymenella torquata* (Leidy, 1855)
13. *Sabaco elongatus* (Verrill, 1873)

4. FAMILIA Opheliidae

14. *Armandia maculata* (Webster, 1884)

5. FAMILIA Orbiniidae

15. *Orbinia americana* Day, 1973
16. *Orbinia riseri* (Pettibone, 1957)
17. *Scoloplos (Leodamas) rubra* (Webster, 1879)
18. *Scoloplos (Scoloplos) capensis* (Day, 1961)
19. *Scoloplos (Scoloplos) texana* Macioleck y Holland, 1978
20. *Scoloplos (Scoloplos) treadwelli* Eisig, 1914

6. FAMILIA Paraonidae

21. *Aricidea (Acmira) catherinae* Laubier, 1967
22. *Aricidea (Acmira) simplex* Day, 1963
23. *Aricidea (Acmira) taylori* Pettibone, 1965
24. *Aricidea (Allia) nolani sensu* Strelzov, 1973
25. *Aricidea (Allia) suecica* Eliason, 1920
26. *Aricidea (Aricidea) fragilis* Webster, 1879
27. *Aricidea (Aricidea) wassi* Pettibone, 1965
28. *Cirrophorus furcatus* (Hartman, 1957)
29. *Cirrophorus lyra* (Southern, 1914)
30. *Levinsenia gracilis* (Tauber, 1879)
31. *Levinsenia reducta* (Hartman, 1965)

PALPATA

CANALIPALPATA

SABELLIDA

7. FAMILIA Sabellidae

32. *Megalomma bioculatum* (Ehlers, 1887)

SPIONIDA

8. FAMILIA Chaetopteridae

33. *Chaetopterus variopedatus* (Renier, 1804)

9. FAMILIA Longosomatidae

34. *Heterospio cf. longissima* Ehlers, 1875

10. FAMILIA Magelonidae

35. *Magelona cf. phyllisae* Jones, 1963
36. *Magelona pettiboneae* Jones, 1963
37. *Magelona sp. 1*
38. *Magelona polydentata* Jones, 1963
39. *Magelona sp. D* Uebelacker y Jones, 1984
40. *Magelona sp. G* Uebelacker y Jones, 1984
41. *Magelona sp. L* Uebelacker y Jones, 1984

11. FAMILIA Spionidae

42. *Dispio uncinata* Hartman, 1951
43. *Laonice cirrata* (Sars, 1851)
44. *Microspio pigmentata* (Reish, 1959)
45. *Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901)
46. *Prionospio (Apoprionospio) pygmaea* (Hartman, 1961)
47. *Prionospio (Minuspio) cirrifera* Wirén, 1883
48. *Prionospio (Minuspio) delta* Hartman, 1965
49. *Prionospio (Minuspio) multibranchiata* Berkeley, 1927
50. *Prionospio (Minuspio) perkinsi* Macioleck, 1985
51. *Prionospio (Prionospio) cristata* Foster, 1971
52. *Prionospio (Prionospio) dubia* Day, 1961
53. *Scoelelepis (Parascoelelepis) texana* Foster, 1971
54. *Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870)
55. *Spiophanes duplex* Chamberlin, 1919
56. *Spiophanes kroeyeri* Grube, 1860
57. *Spiophanes wigleyi* Pettibone, 1962

12. FAMILIA Poecilochaetidae

58. *Poecilochaetus johnsoni* Hartman, 1939

TEREBELLIDA

13. FAMILIA Ampharetidae

- 59. *Ampharete lindstroemi* Malmgren, 1867
- 60. *Amphicteis scaphobranchiata* Moore, 1906
- 61. *Sosane sulcata* Malmgren, 1865

14. FAMILIA Cirratulidae

- 62. *Aphelochaeta* sp. 1
- 63. *Aphelochaeta* sp. 2
- 64. *Chaetozone* sp. D Wolf, 1984
- 65. *Chaetozone* sp. 1
- 66. *Cirriformia punctata* (Grube, 1859)
- 67. *Cirriformia* sp. A Wolf, 1984
- 68. *Cirriformia* sp. 1
- 69. *Monticellina* cf. *dorsobranchialis* (Kirkegaard, 1959)
- 70. *Monticellina dorsobranchialis* (Kirkegaard, 1959)

15. FAMILIA Flabelligeridae

- 71. *Brada villosa* Rathke, 1843
- 72. *Piromis roberti* (Hartman, 1951)

16. FAMILIA Pectinariidae

- 73. *Pectinaria gouldii* (Verrill, 1873)

17. FAMILIA Sternaspidae

- 74. *Sternaspis scutata* (Renier, 1807)

18. FAMILIA Terebellidae

- 75. *Loimia viridis* Moore, 1903
- 76. *Lysilla* sp. 1
- 77. *Pista cristata* (O.F. Müller, 1776)
- 78. *Polycirrus* sp. 1

19. FAMILIA Trichobranchidae

- 79. *Terebellides carmenensis* Solís Weiss, et al., 1991
- 80. *Terebellides* cf. *lanai* Solís Weiss, et al., 1991
- 81. *Terebellides klemani* Kinberg, 1867
- 82. *Terebellides parvus* Solís Weiss, et al., 1991

ACICULATA

PHYLLODOCIDA

20. FAMILIA Acoetidae

- 83. *Polyodontes lupinus* (Stimpson, 1856)

21. FAMILIA Eulepethidae

- 84. *Grubeulepis ccuadorensis* Pettibone, 1969

22. FAMILIA Glyceridae

- 85. *Glycera abranchiata* Treadwell, 1901
- 86. *Glycera americana* Leidy, 1855
- 87. *Glycera robusta* Ehlers, 1868
- 88. *Glycera tessellata* Grube, 1863

23. FAMILIA Goniadidae

- 89. *Goniada cf. maculata* Örsted, 1843
- 90. *Ophioglycera lyra* Granados Barba y Solís Weiss, 1997

24. FAMILIA Hesionidae

- 91. *Podarkeopsis levifuscina* Perkins, 1984

25. FAMILIA Nephtyidae

- 92. *Aglaophamus cf. verrilli* (McIntosh, 1885)
- 93. *Aglaophamus circinata* (Verrill, 1874)
- 94. *Aglaophamus verrilli* (McIntosh, 1885)
- 95. *Nephtys incisa* Malmgren, 1865
- 96. *Nephtys squamosa* Ehlers, 1887

26. FAMILIA Nereididae

- 97. *Ceratocephale oculata* Banse, 1977
- 98. *Neanthes micromma* Harper, 1979
- 99. *Nereis grayi* Pettibone, 1956
- 100. *Nereis lamellosa* Ehlers, 1868
- 101. *Nereis riisei* Grube, 1857

27. FAMILIA Phyllodoceidae

- 102. *Paranaitis gardineri* Perkins, 1984
- 103. *Phyllodoce (Anaitides) madeirensis* Langerhans, 1880
- 104. *Phyllodoce (Anaitides) mucosa* Örsted, 1843
- 105. *Phyllodoce (Phyllodoce) arenae* Webster, 1879

28. FAMILIA Paralacydoniidae

- 106. *Paralacydonia paradoxa* Fauvel, 1913

29. FAMILIA Pilargidae

- 107. *Ancistrosyllis commensalis* Gardiner, 1976
- 108. *Cabira incerta* Webster, 1879
- 109. *Sigambra tentaculata* (Treadwell, 1941)
- 110. *Sigambra wassi* Pettibone, 1966

30. FAMILIA Polynoidae

- 111. *Harmothoe sp. A* Weston, 1984
- 112. *Lepidasthenia varius* Treadwell, 1917
- 113. *Malmgreniella maccraryae* Pettibone, 1993
- 114. *Malmgreniella taylori* Pettibone, 1993

31. FAMILIA Sigalionidae

- 115. *Fimbriosthenelais hobbsi* Pettibone, 1971
- 116. *Sthenelais* sp. A Wolf, 1984
- 117. *Sthenolepis* sp. A Wolf, 1984

32. FAMILIA Syllidae

- 118. *Syllis (Ehlersia) cornuta* Rathke, 1843
- 119. *Syllis (Typosyllis) alosae* San Martín, 1992
- 120. *Syllis (T.)* sp. G Uebelacker, 1984

EUNICIDA

33. FAMILIA Amphinomidae

- 121. *Chloëia viridis* Schmarda, 1861
- 122. *Paramphinome jeffreysii* (McIntosh, 1868)
- 123. *Paramphinome* sp. B Gathof, 1984

34. FAMILIA Eunicidae

- 124. *Marphysa bellii* (Audouin y Milne Edwards, 1833)
- 125. *Marphysa kinbergi* McIntosh, 1910
- 126. *Paraeuniphysa tridontesa* (Shen y Wu, 1991)

35. FAMILIA Lumbrineridae

- 127. *Augeneria bidens* (Ehlers, 1887)
- 128. *Lumbricalus dayi* (Frame, 1992)
- 129. *Lumbrineris cingulata* (Ehlers, 1897)
- 130. *Lumbrineris latreilli* Audouin y Milne Edwards, 1834
- 131. *Ninoë brasiliensis* Kinberg, 1865
- 132. *Ninoë leptognatha* Ehlers, 1900
- 133. *Paraninoë brevipes* (McIntosh, 1903)
- 134. *Scoletoma ernesti* (Perkins, 1979)
- 135. *Scoletoma tenuis* (Verrill, 1873)
- 136. *Scoletoma verrilli* (Perkins, 1979)

36. FAMILIA Oeonidae (incluye Arabellidae)

- 137. *Arabella iricolor* (Montagu, 1804)
- 138. *Drilonereis longa* Webster, 1879
- 139. *Drilonereis spatula* (Treadwell, 1911)

37. FAMILIA Onuphidae

- 140. *Diopatra cuprea* (Bosc, 1802)
- 141. *Diopatra neotridens* Hartman, 1944
- 142. *Diopatra tridentata* Hartman, 1944
- 143. *Kinbergonuphis cedroensis* (Fauchald, 1968)
- 144. *Kinbergonuphis simoni* (Santos et al. 1981)
- 145. *Paradiopatra hartmanae* (Kirkegaard, 1980)

Análisis General de las Familias y Especies de Poliquetos

Análisis de las Familias

En todo el muestreo se recolectaron 37 familias, 34 en temporada de *lluvias*, no recolectándose Chaetopteridae, Eulepethidae y Pectinariidae, y 34 en temporada de *secas*, no recolectándose Acoetidae, Longosomatidae y Poecilochaetidae. En el ámbito general, la mitad de las familias recolectadas tienden a aumentar en densidad y biomasa con la temporada de *lluvias*, mientras que un número igual lo hace durante la de *secas* (Tablas 4 y 5). Asimismo, existen familias, como Paraonidae, Maldanidae, Orbiniidae, Polynoidae, Hesionidae y Phyllodocidae, cuyas variaciones en los valores de densidad son menores, o como Capitellidae, Onuphidae, Magelonidae, Opheliidae y Cirratulidae cuyos valores varía evidentemente. La mayoría de las familias cuyas densidades disminuyeron durante una determinada temporada, aumentaron su biomasa en esa misma temporada.

Existen familias importantes en términos de biomasa que no lo son en densidad, como es el caso de los Polynoidae, Glyceridae, Amphinomidae Trichobranchidae y Chaetopteridae, mientras que Cossuridae y Paraonidae, son importantes en densidad pero poco relevantes en biomasa. Finalmente, existen familias, como Nephtyidae, Lumbrineridae y Spionidae que, a pesar de conservar su importancia en densidad y biomasa, también se ven afectados por la temporalidad, siendo el muestreo correspondiente a *secas* el que presenta una disminución de dichos parámetros (Tablas 4 y 5).

Importancia

Densidad

El análisis de importancia de Olmstead y Tukey con base en la densidad de las familias, arrojó los siguientes resultados: Existen 13 familias que se consideraron *dominantes* en términos de su frecuencia y abundancia en el área de estudio considerando todo el periodo de muestreo (Figura 27) lo cual representa un 35% del total recolectado; asimismo, 13 familias fueron *dominantes* en temporada de *secas* y 11 en temporada de *lluvias*, lo cual representa un 35 y 30%, respectivamente, del total recolectado. Es obvia la ausencia de familias ocasionales (poco frecuentes y abundantes), y es de consideración el gran número de familias comunes en el muestreo.

Las principales familias *dominantes* en densidad son Spionidae, Nephtyidae y Lumbrineridae, lo cual concuerda con lo observado en los sustratos blandos de toda la plataforma continental del Golfo de México (Granados Barba, 1994; Miranda Vázquez, 1993; Rodríguez Villanueva, 1993; Solís Weiss *et al.*, 1995). Destacan también las familias, Cossuridae, Onuphidae y Capitellidae siendo excepcional el caso de los cosúridos cuyo papel más importante lo representan en la temporada de *secas*, al grado de llegar a ser la familia de mayor importancia durante esa temporada.

Tabla 4.- Densidad de familias (ind. m⁻²) por campaña y temporada. M= Campaña IMCA; D= Campaña DINAMO.

FAMILIA	M_1	M_2	M_3	M_4	D_1	D_2	SECAS	LLUVIAS	TOTAL
Spionidae	60.8	654.7	365.0	795.7	435.5	426.7	861.3	1877.0	2738
Nephtyidae	65.0	536.8	453.8	495.5	158.3	434.8	677.1	1467.2	2144
Lumbrineridae	203.3	203.6	222.1	605.0	265.5	549.5	690.9	1358.1	2049
Cossuridae	77.5	53.9	415.0	65.5	514.9	349.3	1007.4	468.8	1476
Onuphidae	95.8	103.8	99.6	546.2	116.8	240.7	312.2	890.7	1203
Capitellidae	282.5	37.9	181.3	31.7	112.8	75.3	576.5	144.9	721
Cirratulidae	47.5	37.3	29.2	59.3	55.9	393.0	132.5	489.6	622
Magelonidae	22.5	12.7	117.9	9.5	149.0	41.0	289.4	63.2	353
Paraonidae	40.0	9.5	67.1	64.5	66.3	103.2	173.4	177.2	351
Sigalionidae	30.8	79.1	37.9	38.5	34.9	33.8	103.6	151.4	255
Opheliidae	30.0	27.2	95.9	16.8	64.2	16.5	190.0	60.5	251
Maldanidae	42.5	7.5	7.5	56.6	54.4	76.8	104.4	141.0	245
Orbiniidae	15.0	60.1	97.9	3.3	17.7	49.0	130.6	112.4	243
Trichobranchidae	15.0	12.92	26.3	16.5	3.8	23.5	45.0	52.9	98
Polynoidae	10.0	0.0	24.6	2.5	17.2	41.2	51.8	43.7	95
Pilargidae	10.0	10.3	19.6	14.0	27.1	12.8	56.7	37.1	94
Nereididae	0.0	1.6	19.2	14.0	32.4	17.5	51.5	33.2	85
Terebellidae	5.0	7.8	29.2	0.0	28.7	5.3	62.9	13.2	76
Paralacydoniidae	10.0	30.2	5.8	2.0	15.8	10.0	31.7	42.2	74
Amphinomidae	30.0	1.6	8.3	13.6	11.0	9.2	49.3	24.5	74
Goniadidae	25.0	2.0	10.0	14.0	9.5	0.0	44.5	16.0	61
Sabellidae	17.5	0.0	39.2	0.0	1.3	1.7	57.9	1.7	60
Syllidae	0.0	10.0	4.2	5.0	10.0	27.5	14.2	42.5	57
Eunicidae	0.0	10.0	7.5	10.0	0.0	18.3	7.5	38.3	46
Glyceridae	5.0	12.4	12.5	2.0	6.3	2.5	23.8	16.9	41
Sternaspidae	0.0	3.6	7.9	6.0	2.5	16.7	10.4	26.3	37
Phyllodocidae	5.0	4.5	9.2	9.5	5.8	2.5	20.0	16.5	36
Ampharetidae	2.5	4.2	7.9	6.5	3.9	10.0	14.4	20.7	35
Oeonidae	5.0	2.5	10.0	2.5	2.5	2.5	17.5	7.5	25
Fiabelligeridae	5.0	2.5	6.6	0.0	1.3	0.0	12.9	2.5	15
Poecilochaetidae	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	2.5	0.0	13.5	14
Hesionidae	0.0	0.0	2.5	2.0	2.5	5.8	5.0	7.8	13
Acoetidae	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5
Longosomatidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	2.5
Eulepethidae	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.66
Pectinariidae	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.66
Chaetopteridae	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.25
Sumas	1158	1940	2445	2922	2227	3002	5831	7864	13694
Riqueza de Familias	26(70%)	28(76%)	34(92%)	30(81%)	30(81%)	30(81%)	34(92%)	34(92%)	45
Riqueza de Especies	56(38%)	73(50%)	92(63%)	66(45%)	81(54%)	75(51%)	121(83%)	114(78%)	145

Tabla 5.- Biomasa de familias (mgPseco m⁻².) por campaña y temporada.

FAMILIA	M_1	M_2	M_3	M_4	D_1	D_2	SECAS	LLUVIAS	TOTAL
Nephtyidae	417.9	5366.7	3301.2	5040.7	1518.1	3553.5	5237	13961	19198
Lumbrineridae	1210.1	1081.9	331.2	1429.9	647.8	596.7	2189	3109	5298
Spionidae	33.3	479	1292.5	613.9	1880.8	374.6	3207	1467	4674
Capitellidae	458.9	106.9	70.2	78.4	107.1	3274.0	636.0	3459	4095
Onuphidae	157.5	583.6	426.1	1579.4	308.0	582.1	892.0	2745	3637
Maldanidae	1057.5	61.2	123.5	229.1	371.7	441.9	1553	732.0	2285
Sigalionidae	30.8	627.2	61.2	348.5	180.5	684.5	273.0	1660	1933
Trichobranchidae	678.8	40.31	140.3	180.7	28.4	162.6	848.0	384.0	1232
Chaetopteridae	0.0	0.0	1179.1	0.0	0.0	0.0	1179	0.0	1179
Cirratulidae	11.7	208.0	38.0	3.6	43.1	557.2	93.0	769.0	862.0
Polynoidae	3.64	0.0	45.6	12.7	48.6	643.7	98.0	656.0	754.0
Opheliidae	47.5	77.3	163.2	28.6	109.3	28.1	320.0	134.0	454.0
Amphinomidae	42.93	17.3	59.1	23.6	118.4	163.6	220.0	204.0	424.0
Orbiniidae	1.2	77.8	150.6	0.1	13.9	83.2	166.0	161.0	327.0
Glyceridae	1.3	53.5	10.7	6.1	187.2	2.7	199.0	62.0	261.0
Cossuridae	13.4	16.1	39.6	15.6	87.7	68.5	141.0	100.0	241.0
Sternaspidae	0.0	4.6	49.6	90.8	14.4	79.4	64.0	175.0	239.0
Magelonidae	7.9	12.6	39.1	10.6	118.2	29.0	165.0	52.0	217.0
Syllidae	0.0	17.4	21.1	16.2	3.7	154.6	25.0	188.0	213.0
Terebellidae	0.3	19.2	28.1	0.0	32.6	87.6	61.0	107.0	168.0
Goniadidae	23.9	0.1	11.3	33.3	60.8	0.0	96.0	33.4	129.4
Paraonidae	4.0	1.4	19.9	19.9	22.6	55.9	47.0	77.0	124
Eunicidae	0.0	27.6	14.0	38.0	0.0	30.2	14.0	96.0	110.0
Nereididae	0.0	13.7	9.2	23.4	43.1	9.4	52.0	46.5	98.5
Flabelligeridae	6.0	7.1	67.4	0.0	0.7	0.0	74.0	7.0	81.0
Phyllodocidae	4.0	14.7	20.4	28.3	7.6	4.2	32.0	47.0	79.0
Pilargidae	6.5	8.9	35.3	6.5	12.1	5.7	54.0	21.0	75.0
Paralacydoniidae	22.5	20.9	3.6	1.1	14.6	12.0	41.0	34.0	75.0
Oeonidae	12.7	6.3	0.7	0.2	28.5	0.2	42.0	6.7	48.7
Ampharetidae	0.5	7.1	6.5	3.8	0.6	8.9	7.6	20.0	27.6
Sabellidae	16.8	0.0	2.7	0.0	0.2	6.7	20.0	6.7	26.7
Poecilochaetidae	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	16.5	0.0	26.0	26.0
Eulepethidae	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	13.5
Acoetidae	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	10.3	10.3
Pectinariidae	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	9.7
Hesionidae	0.0	0.0	0.1	1.1	0.1	2.9	0.2	4.0	4.2
Longosomatidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2
Suma	4271	8959	7784	9884	6010	11721	18066	30563	48629

Biomasa

En cuanto a los valores de biomasa, se encontraron 17 familias *dominantes* (46%), 13 en temporada de secas (35%) y 13 (35%) en lluvias (Figura 28).

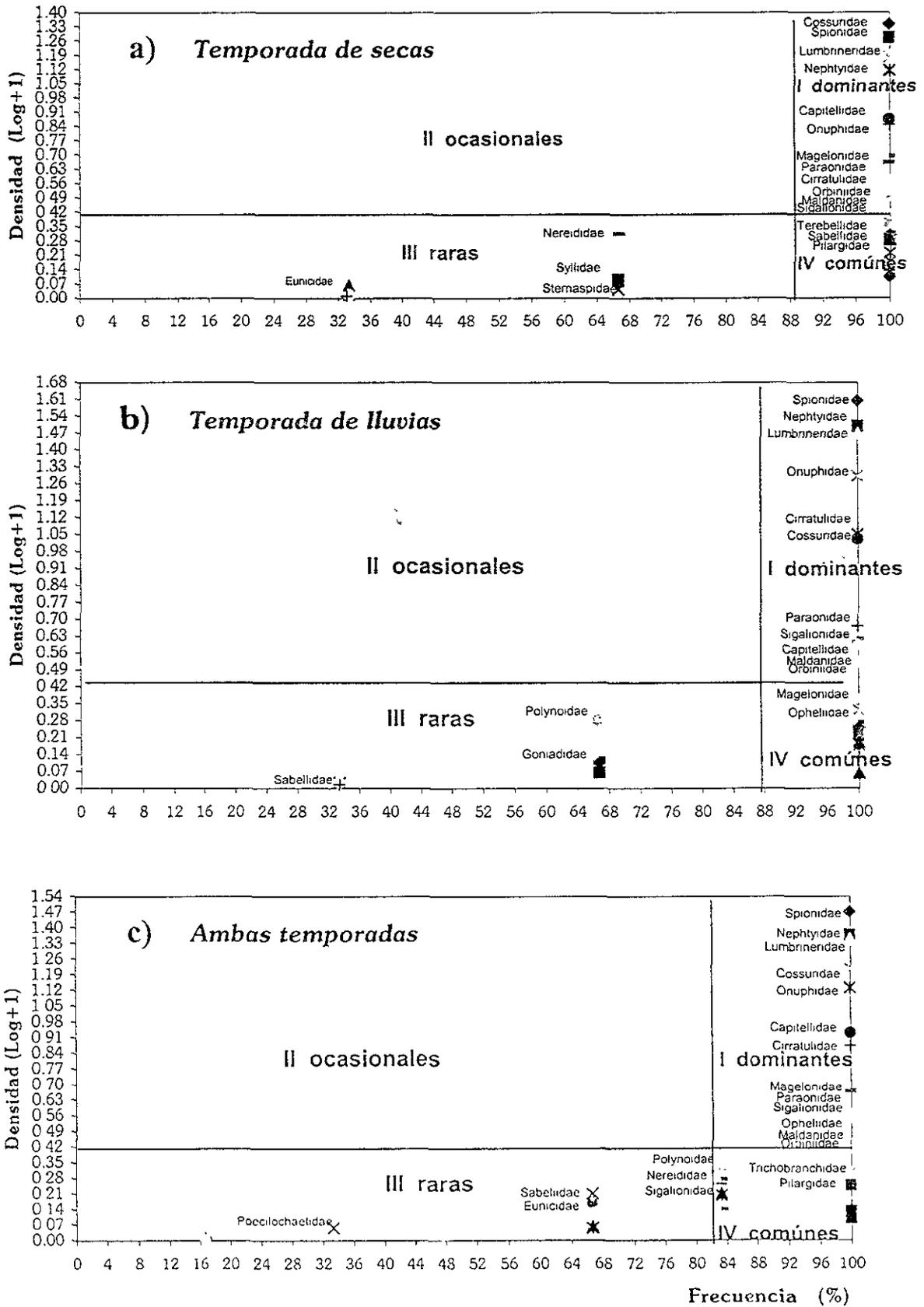


Figura 27.- Diagramas de Olmstead y Tukey. Densidad de familias. a) secas; b) lluvias; c) ambas.
Tesis Doctoral Alejandro Guadalupe Barba

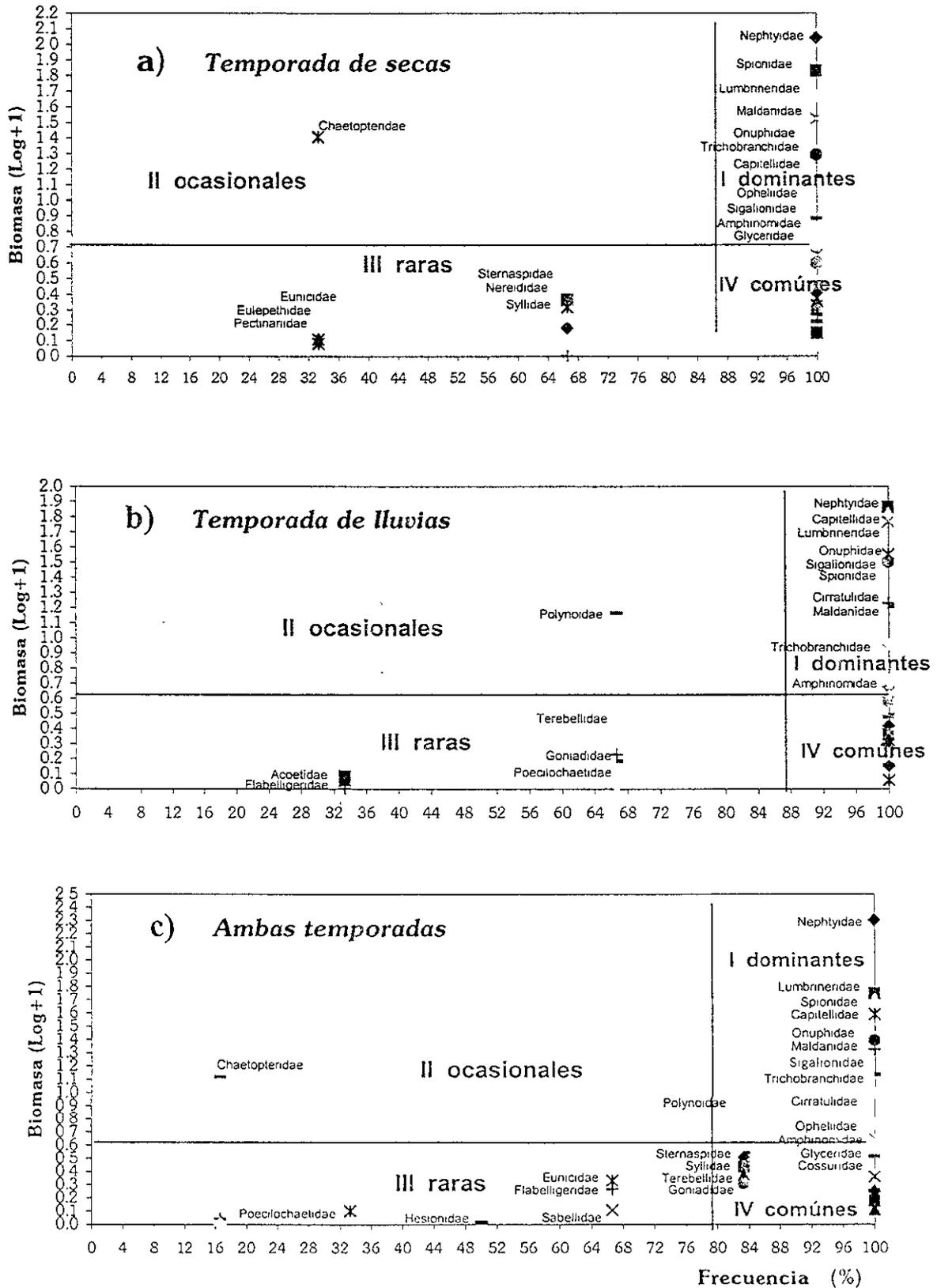


Figura 28.- Diagramas de Olmstead y Tukey. Biomasa de familias. a) secas; b) lluvias; c) ambas.

Nuevamente son Nephtyidae, Lumbrineridae y Spionidae las familias importantes, incluyendo también a Capitellidae y Onuphidae. Asimismo, aparecen los Trichobranchidae, Sigalionidae y Polynoidae, que son poco abundantes pero de talla grande. También, aunque por su ausencia, destaca Cossuridae familia muy abundante en número pero de talla pequeña. Cabe mencionar a Chaetopteridae, una familia rara, que únicamente registra un individuo pero debido a la gran talla de éste tiene una importante contribución en biomasa.

Resumen General del Análisis de las Familias

Integrando lo antes descrito se puede mencionar que, en cuanto a densidad y biomasa, los néftidos, seguidos de espiónidos, lumbrinéridos, capitélidos y onúfidios son familias *dominantes* en densidad que conservan su importancia en biomasa, fungiendo como las familias *dominantes* representativas de los sustratos blandos del área de estudio, y con ello, de la plataforma continental del Golfo de México.

Lo anterior concuerda con lo obtenido utilizando el Índice del Valor de Importancia, IVI (Tabla 6) el cual es un estimado más elaborado de la preponderancia de las especies ya que se consideran para ello, en su conjunto, los valores de densidad, biomasa y frecuencia de los taxones analizados. De acuerdo con este índice, los néftidos tienen un valor promedio del IVI de 60 que en términos porcentuales equivale a 20%, seguido de los espiónidos con 38 (13%), lumbrinéridos 36 (12%), onúfidios 24 (8%), capitélidos con 19 (6%) y cosúridos con 17 (5%). En este análisis, cabe destacar el contraste de valores de una temporada a otra de las familias Cossuridae, Capitellidae y Maldanidae. Asimismo, Chaetopteridae es poco abundante y poco frecuente, pero de gran tamaño.

Análisis General de las Especies

Densidad

En el nivel de especie, el análisis de importancia de Olmstead y Tukey con base en la densidad, denotó la presencia de 19 especies *dominantes* en la temporada de secas y 17 en la de lluvias, lo cual representa un 13 y un 12% respectivamente del total recolectado (Figura 29 y 31) se observan menos ya que por cuestiones de claridad en la impresión no se incluyeron todas).

Destaca la gran abundancia de *Cossura delta* en la temporada de secas, así como el caso de *Aphelochaeta sp. 1* cuya importancia se debe a su gran abundancia en la temporada de lluvias, a pesar de ser dominante en el muestreo en general. Otro aspecto de interés es el alto número de especies comunes que se presentan en el área de estudio. Así también es el caso de las especies ocasionales donde destaca la especie *Mediomastus californiensis*.

Tabla 6- Resultados de Índice del Valor de Importancia (IVI) en el nivel taxonómico de familia, y valores promedio totales y por temporada.

FAMILIA	M_1	M_2	M_3	M_4	D_1	D_2	Secas	Lluvias	Total
Nephtyidae	22	97	70	77	40	53	43.9	38.0	59.9
Spionidae	13	47	39	45	60	25	37.4	19.6	38.3
Lumbrineridae	58	32	20	44	31	31	36.5	17.8	36.0
Onuphidae	22	21	15	45	18	22	18.2	14.6	23.7
Capitellidae	41	9	13	6	11	34	21.9	8.2	19.1
Cossuridae	11	9	23	10	30	19	21.2	6.3	16.9
Cirratulidae	12	9	6	7	8	23	8.6	6.5	10.9
Maldanidae	32	2	3	5	13	9	15.9	2.8	10.7
Sigalionidae	11	17	7	8	9	11	9.1	6.1	10.6
Paraonidae	6	7	7	8	9	10	7.4	4.3	8.0
Trichobranchidae	20	4	6	6	2	5	9.1	2.6	7.1
Opheliidae	9	7	10	4	9	4	9.2	2.5	7.1
Magelonidae	5	4	8	2	13	6	8.7	2.0	6.3
Orbiniidae	3	5	10	1	3	6	5.2	2.1	4.7
Pilargidae	3	3	5	4	4	3	4.2	1.7	3.8
Amphinomidae	9	1	3	4	4	3	5.1	1.2	3.8
Polynoidae	2	0	4	1	4	9	3.4	1.6	3.3
Terebellidae	2	3	5	0	5	2	4.0	0.9	2.9
Goniadidae	6	1	3	3	4	0	4.3	0.6	2.8
Nereididae	0	1	3	2	6	3	3.2	1.0	2.6
Chaetopteridae	0	0	16	0	0	0	5.2	0.0	2.6
Glyceridae	2	4	3	1	5	1	3.0	1.0	2.5
Paralacydoniidae	3	6	2	1	2	1	2.2	1.2	2.3
Phyllodocidae	2	2	2	4	2	1	1.9	1.0	1.9
Syllidae	0	2	1	1	1	6	0.8	1.5	1.9
Eunicidae	0	2	3	2	0	4	0.9	1.4	1.8
Sternaspidae	0	2	2	2	1	4	1.1	1.2	1.7
Ampharetidae	1	2	2	2	1	1	1.6	0.7	1.5
Sabellidae	3	0	3	0	1	1	2.3	0.1	1.3
Oeononidae	2	1	2	0	1	1	1.7	0.3	1.1
Flabelligeridae	2	1	3	0	1	0	1.7	0.1	1.0
Hesionidae	0	0	1	1	1	1	0.4	0.4	0.6
Poecilochaetidae	0	0	0	3	0	1	0.0	0.6	0.6
Acoetidae	0	0	0	1	0	0	0.0	0.2	0.2
Eulepethidae	0	0	1	0	0	0	0.2	0.0	0.1
Pectinariidae	0	0	1	0	0	0	0.2	0.0	0.1
Longosomatidae	0	0	0	0	0	1	0.0	0.1	0.1

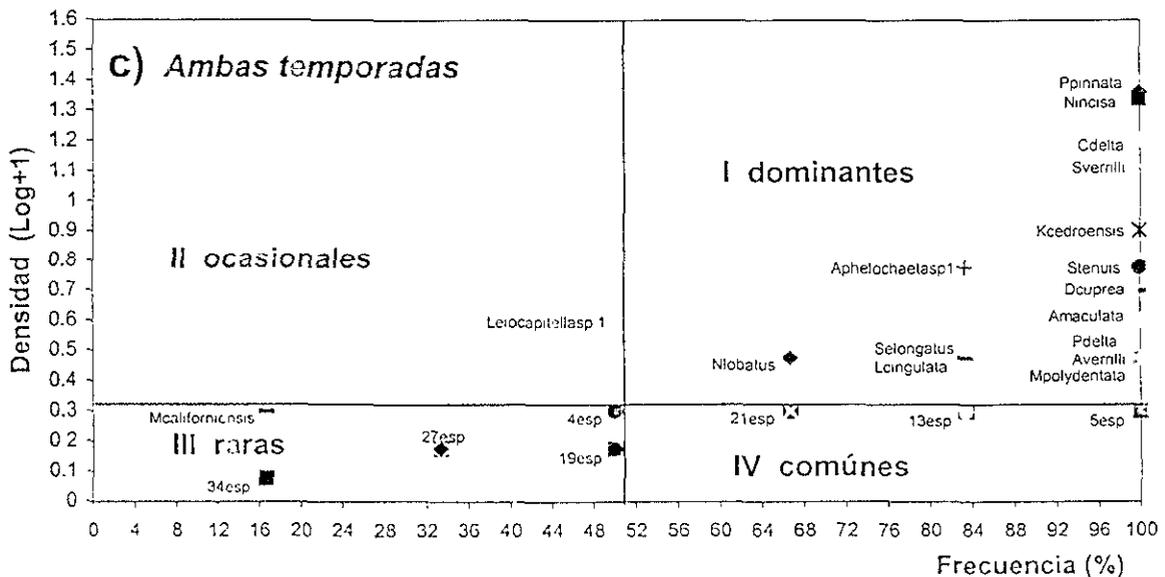
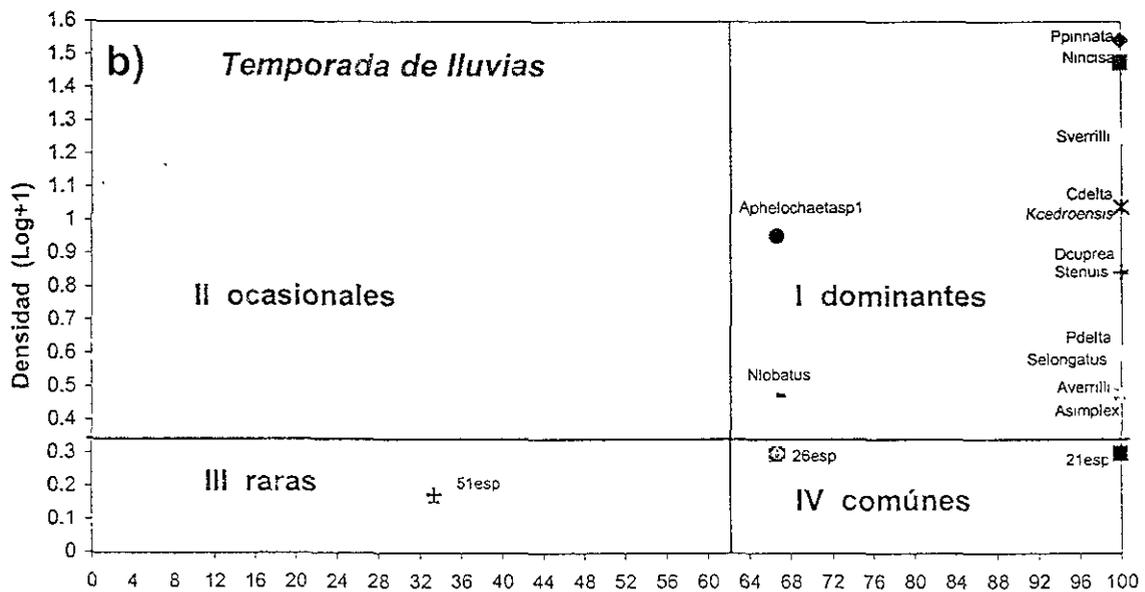
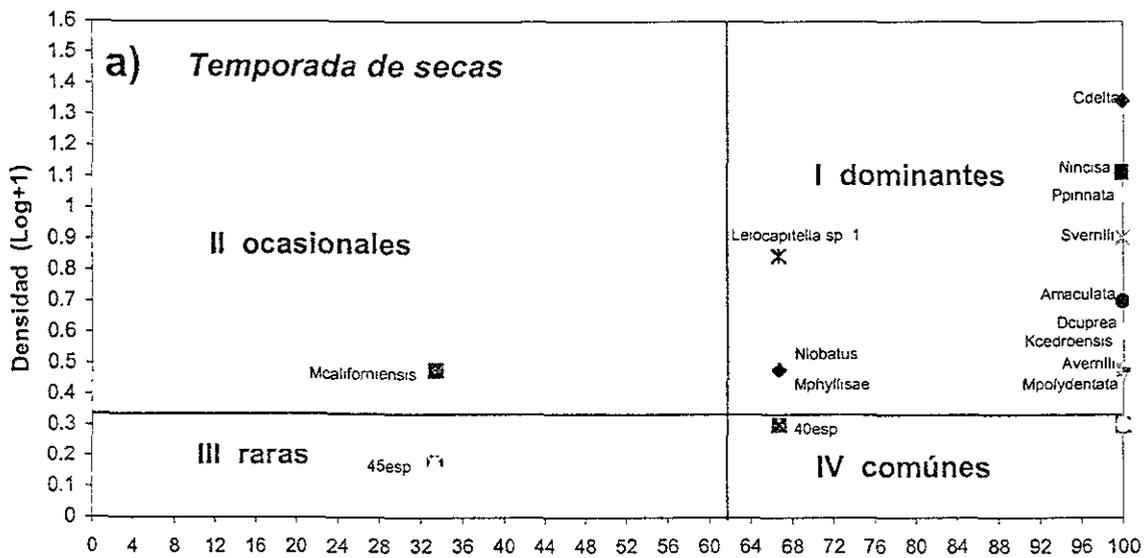


Figura 29.- Diagramas de Olmstead y Tukey. Densidad de especies. a) secas; b) lluvias; c) ambas.

Considerando el muestreo en su totalidad, existen 18 especies *dominantes* (12.5%) cuyo comportamiento puede dar una idea de lo que está sucediendo en la comunidad en general. Destacan, por su alta densidad, el espiónido *Paraprionospio pinnata*, el néftido *Nephtys incisa*, el cosúrido *Cossura delta*, los lumbrinéridos *Scoletoma verrilli* y *S. tenuis* y los onúfidos *Kinbergonuphis cedroensis* y *Diopatra cuprea* (Figura 29). La mayoría de las especies dominantes aumentan en densidad en el muestreo correspondiente a la temporada de *lluvias*, mientras que sólo tres: *C. delta*, *Armandia maculata* y *Prionospio perkinsi* aumentan en densidad en el muestreo correspondiente a la temporada de *secas* (Figura 30). Esto refuerza la idea de que durante las secas se presenta una disminución general en la densidad de poliquetos, observándose un reemplazo de las especies que son numéricamente *dominantes*, como es el caso de *C. delta*.

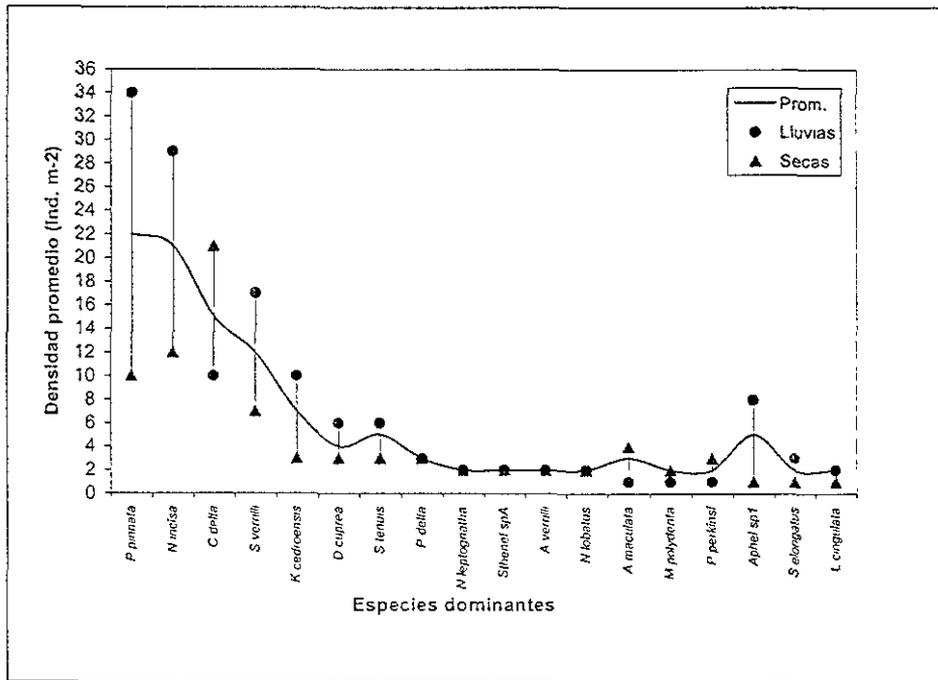


Figura 30.- Densidad promedio de las especies dominantes en todo el muestreo.

Biomasa

En el análisis en términos de biomasa se observó que, al igual que en el caso de la densidad (aunque con un comportamiento más homogéneo), los valores más altos se presentan en la temporada de *lluvias*, existiendo 23 especies *dominantes* (Figuras 31 y 32) las cuales representan el 16% del total recolectado. En la gráfica destaca claramente la dominancia de *Nephtys incisa*, especie de gran talla, numéricamente importante y bien distribuida en toda el área de estudio. Se observa claramente una "mejor" distribución de la biomasa entre las especies en todos los cuadrantes, sobre todo en la temporada de secas. Asimismo, es evidente una mayor presencia de especies ocasionales, destacando el caso de *Ch. variopedatus*

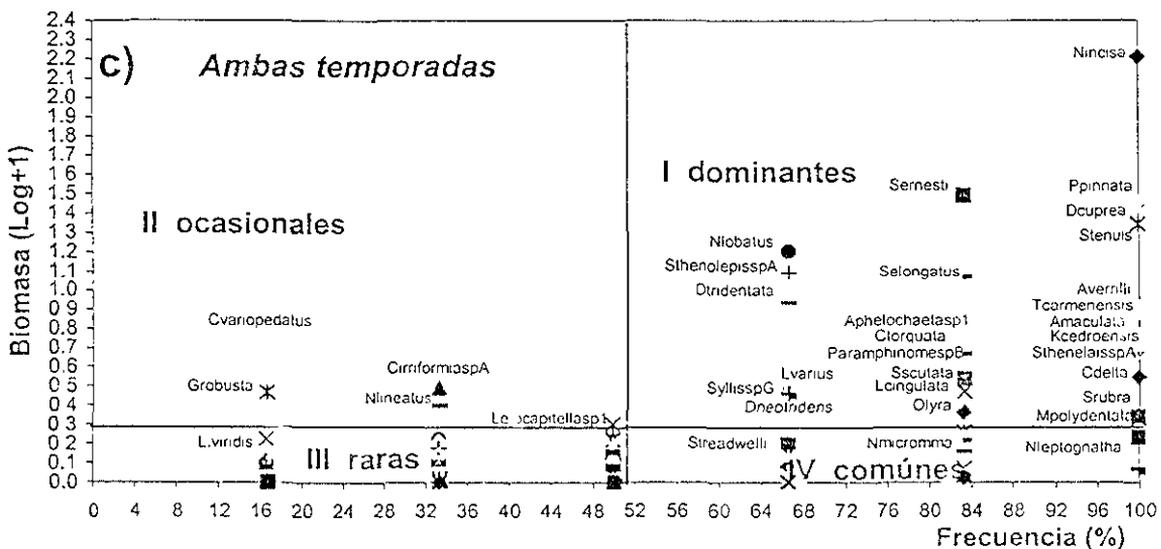
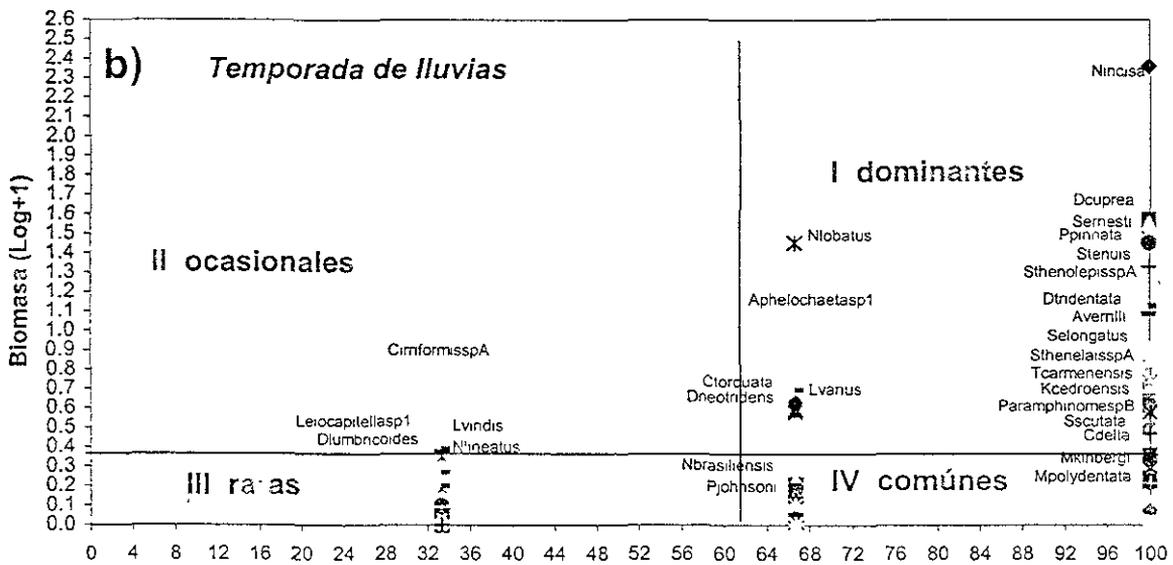
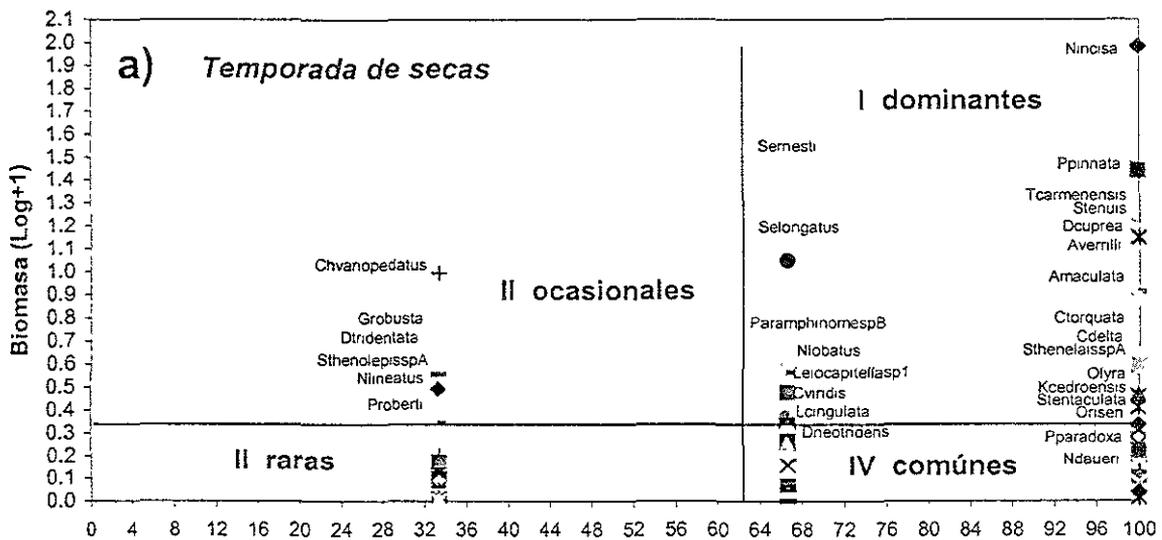


Figura 31.- Diagramas de Olmstead y Tukey. Biomasa de especies. a) secas; b) lluvias; c) ambas.

especie rara pero de tamaño grande. Es también de interés el caso del ofélido *A. maculata*, especie de talla relativamente pequeña, cuya biomasa, a diferencia de la mayoría, es mayor en la temporada de secas que en la de lluvias (Gráfica 23). Otro aspecto de interés que aunque pareciera obvio no deja de ser de interés, es que las especies importantes en densidad, con excepción de *N. incisa*, son generalmente pequeñas, mientras que las que lo son en biomasa, con excepción de *P. pinnata* y *C. delta*, son grandes.

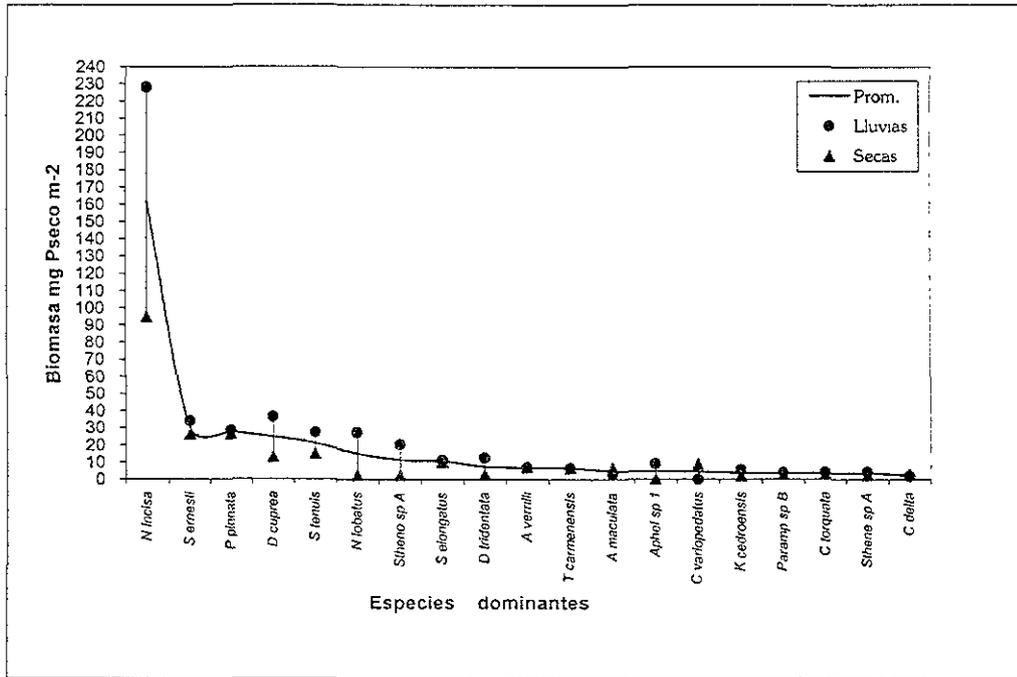


Figura 32.- Biomasa promedio de las especies dominantes en todo el muestreo.

Resumen General del Análisis de las Especies

Existen 12 especies dominantes en términos de densidad y biomasa; de éstas, únicamente *P. pinnata* y *N. incisa*, se mantienen con niveles altos en el comportamiento de ambos parámetros durante todo el muestreo (Gráficas 21 y 23); sin embargo, la dominancia en biomasa de *N. incisa* es notable con valores muy por encima de las demás, representando una especie de gran importancia ecológica en la región. Esto último es respaldado por los resultados del índice IVI (Tabla 7) donde *N. incisa* alcanza el valor más alto 54 (equivalente al 18%), siendo constante en las dos temporadas; le siguen *P. pinnata* con 30 (10%) y *C. delta* con 15 (5%) que son importantes en secas, la última cuya importancia disminuye considerablemente en lluvias. Son pocas las especies con mayor importancia en lluvias que en secas, éstas son: *Notomastus lobatus*, *Aphelochaeta sp. 1* y *Sthenolepis sp. A*. Asimismo, destaca el patrón de las especies *Leiocapitella sp. 1*, *Aphelochaeta sp. 1* ausentes en unas campañas pero que en otras se presentan con picos de abundancia propios de un comportamiento oportunista (Grassle y Grassle, 1974) en E8e15 y E9e15, coincidentes con una disminución en importancia de la especie dominante *N. incisa*.

Sánchez García (1995) menciona que la comunidad béntica del Banco de Campeche es diversa ya que en este tipo de comunidades la dominancia por algunas especies es reducida. En su estudio la especie dominante registra un 5.8% y las 20 primeras un 55.2%; mientras que Sanders (1960), entre otros, registra 59% para la especie dominante y 95% para las 11 primeras. En este estudio que sólo incluye poliquetos, la especie dominante registró 18% (12% por temporada) y las 10 primeras registraron 52% (50% en secas y 30% en lluvias). En este sentido habría que tomar en cuenta que los patrones de sucesión que son diferentes en las latitudes altas y bajas (Gray, 1981). Alongi (1990) atribuye estas diferencias al incremento en las lluvias y temperatura, así como el decremento en la salinidad que se presenta en los trópicos.

Tabla 7- Resultados de Índice del Valor de Importancia (IVI) para las primeras treinta especies importantes. Valores por campaña y valores promedio totales y por temporada.

M1- Especies.	M1_IVI	M2_IVI	M3_IVI	M4_IVI	D1_IVI	D2_IVI	Global	Secas	Lluvias
<i>Nephtys incisa</i>	15	93	60	74	36	44	54	37	35
<i>P. pinnata</i>	8	41	27	36	48	21	30	28	16
<i>Cossura delta</i>	10	7	21	8	29	17	15	20	5
<i>Scoletoma verrilli</i>	10	4	7	17	9	18	11	9	6
<i>Scoletoma tenuis</i>	9	11	10	15	11	8	11	10	6
<i>Diopatra cuprea</i>	9	4	11	22	5	10	10	9	6
<i>K. cedroensis</i>	13	7	4	18	6	10	10	8	6
<i>Scoletoma ernesti</i>	28	10	0	9	8	2	10	12	4
<i>Sabaco elongatus</i>	28	1	0	5	10	5	8	13	2
<i>Notomastus lobatus</i>	0	0	5	2	3	31	7	3	5
<i>Armandia maculata</i>	7	6	9	3	8	3	6	8	2
<i>T. carmenensis</i>	19	2	4	3	0	4	5	8	1
<i>Sthenelais sp. A</i>	6	10	5	3	4	2	5	5	2
<i>Leiocapitella sp. 1</i>	24	0	3	0	0	0	5	9	0
<i>Aglaophamus verrilli</i>	6	3	8	1	2	7	4	5	2
<i>Aphelochaeta sp. 1</i>	0	2	2	0	2	20	4	1	4
<i>Ninoë leptognatha</i>	6	4	0	4	7	3	4	4	2
<i>Sthenolepis sp. A</i>	0	6	0	5	3	8	4	1	3
<i>Prionospio delta</i>	0	4	3	3	7	3	3	3	2
<i>Diopatra tridentata</i>	0	8	0	5	4	2	3	1	2
<i>Magelona polydentata</i>	4	2	4	0	5	2	3	4	1
<i>Lumbrineris cingulata</i>	5	6	2	3	0	2	3	2	2
<i>Notomastus lineatus</i>	11	2	3	0	0	0	3	5	0
<i>Sigambra tentaculata</i>	3	1	3	3	3	2	3	3	1
<i>Ch. variopedatus</i>	0	0	16	0	0	0	3	5	0
<i>Aricidea simplex</i>	1	5	0	3	2	3	2	1	2
<i>Notomastus daueri</i>	2	4	3	2	2	1	2	2	1
<i>Clymenella torquata</i>	4	1	3	0	3	4	2	3	1
<i>Prionospio perkinsi</i>	0	0	7	1	2	1	2	3	0
<i>Ophioglycera lyra</i>	5	0	2	2	2	0	2	3	0

Categorización Espacial y Temporal de las Especies

Con base en los resultados del análisis de importancia de las especies de Olmstead y Tukey que incluye la variante de Alvarado Azpeitia (1996), se hizo una clasificación de especies en función de la importancia temporal, espacial y global, a partir de la cual las 145 especies se pudieron clasificar en 11 categorías generales para densidad y biomasa (Tabla 8). Las categorías que son para cada especie se presentan en la Tabla 9.

Tabla 8- Categorías obtenidas para las especies a partir de la variante a la Prueba de Asociación de Olmstead y Tukey hecha por Alvarado Azpeitia (1996). s= secas; ll= lluvias.

- 1.- EDCAD: Especie Dominante Constante de Amplia Distribución: Son especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia de aparición. Se sitúan por arriba de las medias de la frecuencia de aparición y de la abundancia del muestreo en general. Su patrón de comportamiento puede representar el observado en la comunidad en general.
- 2.- EDOAD (s/ll) Especie Dominante Ocasional de Amplia Distribución: Son especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia en general, pero son poco abundantes durante una temporada del año.
- 3.- EOAD (s/ll): Especie Ocasional de Amplia Distribución: Son especies comunes que se distribuyen ampliamente, pero con poca abundancia; sin embargo, llegan a ser dominantes en una temporada del año.
- 4.- EORD (s/ll): Especie Ocasional de Reducida Distribución: Son especies generalmente poco frecuentes, muy abundantes en una temporada del año, pero son raras en otra.
- 5.- EODR (s/ll) Especie Ocasional de Distribución Restringida: Son especies abundantes y poco frecuentes en general; sin embargo, son dominantes en una temporada del año, pero ausentes en otra.
- 6.- ECCAD Especie Común Constante de Amplia Distribución: Son especies comunes ampliamente distribuidas, pero con poca abundancia durante todo año.
- 7.- ECRD (s/ll) Especie Común de Reducida Distribución: Son especies comunes que se distribuyen ampliamente, con poca abundancia en general; sin embargo, son raras en una temporada del año.
- 8.- ERC Especie Rara Constante: Son especies raras que aparecen con muy poca abundancia y frecuencia durante todo el año. Se sitúan debajo de las medias de la frecuencia de aparición y de la de abundancia del muestreo en general.
- 9.- EROAD (s/ll) Especie Rara Ocasional de Amplia Distribución: Son especies generalmente raras, con poca abundancia y frecuencia; sin embargo, son comunes en una temporada del año.
- 10.- ERODR (s/ll) Especie Rara Ocasional de Distribución Restringida: Son especies generalmente raras, con poca abundancia y frecuencia; sin embargo, son comunes en una temporada del año y ausentes en otra.
- 11.- ERCDR (s/ll) Especie Rara Constante de Distribución Restringida: Son especies generalmente raras con poca abundancia y frecuencia; sin embargo, están ausentes en una temporada del año.

Se encontró que la mayoría de las especies recolectadas en este estudio son *especies raras de distribución restringida* y *especies comunes de amplia distribución* que en conjunto suman el 42% del total muestreado, predominando las categorías ERCDR con 35 especies (24%), y ECAD con 26 especies (18%); mientras que las *especies ocasionales* de distribución reducida y restringida aparecen con 4%, el menor, con las categorías EORD y EODR. Asimismo, hay 20 especies *dominantes* (14%), con un alto porcentaje de *dominancia ocasional* es decir, que no dominan en ambas temporadas del año, lo que fundamenta el efecto de la temporalidad, así como su importancia en los reemplazos de las especies en función de las condiciones ambientales

Tabla 9.- Categorías obtenidas de la modificación de Alvarado-Azpeitia, 1996 al Análisis de Olmstead

ESPECIE (densidad)	CATEGORÍA	ESPECIE (biomasa)	CATEGORÍA
<i>Paraprionospio pinnata</i>	EDCAD	<i>Nephtys incisa</i>	EDCAD
<i>Nephtys incisa</i>	EDCAD	<i>Paraprionospio pinnata</i>	EDCAD
<i>Cossura delta</i>	EDCAD	<i>Notomastus lobatus</i>	EDCAD
<i>Scoletoma verrilli</i>	EDCAD	<i>Scoletoma ernesti</i>	EDCAD
<i>Kinbergonuphis cedroensis</i>	EDCAD	<i>Diopatra cuprea</i>	EDCAD
<i>Diopatra cuprea</i>	EDCAD	<i>Scoletoma tenuis</i>	EDCAD
<i>Scoletoma tenuis</i>	EDCAD	<i>Sabaco elongatus</i>	EDCAD
<i>Prionospio delta</i>	EDCAD	<i>Terebellides carmenensis</i>	EDCAD
<i>Ninoe leptognatha</i>	EDCAD	<i>Aglaophamus verrilli</i>	EDCAD
<i>Sthenelais sp. A</i>	EDCAD	<i>Sthenelais sp. A</i>	EDCAD
<i>Aglaophamus verrilli</i>	EDCAD	<i>Armandia maculata</i>	EDCAD
<i>Notomastus lobatus</i>	EDCAD	<i>Kinbergonuphis cedroensis</i>	EDCAD
<i>Aphelochaeta sp. 1</i>	EDOADII	<i>Paramphinome sp. B</i>	EDCAD
<i>Sabaco elongatus</i>	EDOADII	<i>Clymenella torquata</i>	EDCAD
<i>Lumbrineris cingulata</i>	EDOADII	<i>Cossura delta</i>	EDCAD
<i>Armandia maculata</i>	EDOADs	<i>Sthenolepis sp. A</i>	EDOADII
<i>Magelona polydenta</i>	EDOADs	<i>Diopatra tridentata</i>	EDOADII
<i>Prionospio perkinsi</i>	EDOADs	<i>Lepidasthenia varius</i>	EDOADII
<i>Aricidea simplex</i>	EOADII	<i>Aphelochaeta sp. 1</i>	EDOADII
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	EOADII	<i>Sternaspis scutata</i>	EDOADII
<i>Orbinia riseri</i>	EOADII	<i>Lumbrineris cingulata</i>	EDOADII
<i>Leiocapitella sp. 1</i>	EORDII	<i>Syllis sp. G</i>	EDOADII
<i>Magelona cf. phyllisae</i>	EORDII	<i>Diopatra neotridens</i>	EDOADII
<i>Aricidea taylori</i>	EODRs	<i>Scoloplos rubra</i>	EOADII
<i>Notomastus daueri</i>	ECCAD	<i>Ophioglycera lyra</i>	EOADs
<i>Scoloplos rubra</i>	ECCAD	<i>Leiocapitella sp. 1</i>	EORDII
<i>Cirrophorus lyra</i>	ECCAD	<i>Notomastus lineatus</i>	EORDII
<i>Sigambra tentaculata</i>	ECCAD	<i>Cirriformia sp. A</i>	EORDs
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	ECCAD	<i>Chaetopterus variopedatus</i>	EODRII
<i>Neanthes micromma</i>	ECCAD	<i>Glycera robusta</i>	EODRII
<i>Terebellides carmenensis</i>	ECCAD	<i>Neanthes micromma</i>	ECCAD
<i>Scoletoma ernesti</i>	ECCAD	<i>Ninoe leptognatha</i>	ECCAD
<i>Magelona sp. L</i>	ECCAD	<i>Magelona polydenta</i>	ECCAD
<i>Clymenella torquata</i>	ECCAD	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	ECCAD
<i>Lepidasthenia varius</i>	ECCAD	<i>Aricidea simplex</i>	ECCAD
<i>Ophioglycera lyra</i>	ECCAD	<i>Orbinia riseri</i>	ECCAD
<i>Ninoe brasiliensis</i>	ECCAD	<i>Notomastus daueri</i>	ECCAD
<i>Aricidea nolani</i>	ECCAD	<i>Terebellides cf. lanai</i>	ECCAD
<i>Monticellina sp. 1</i>	ECCAD	<i>Sigambra tentaculata</i>	ECCAD
<i>Syllis sp. G</i>	ECCAD	<i>Aricidea nolani</i>	ECCAD
<i>Sternaspis scutata</i>	ECCAD	<i>Ninoe brasiliensis</i>	ECCAD
<i>Chaetozone sp. D</i>	ECCAD	<i>Prionospio perkinsi</i>	ECCAD
<i>Levinsenia gracilis</i>	ECCAD	<i>Pista cristata</i>	ECCAD
<i>Paramphinome sp. B</i>	ECCAD	<i>Magelona sp. L</i>	ECCAD
<i>Diopatra neotridens</i>	ECCAD	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	ECCAD
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	ECCAD	<i>Cirrophorus lyra</i>	ECCAD
<i>Cirrophorus furcatus</i>	ECCAD	<i>Prionospio delta</i>	ECCAD
<i>Terebellides cf. lanai</i>	ECCAD	<i>Chaetozone sp. D</i>	ECCAD
<i>Podarkeopsis levifusca</i>	ECCAD	<i>Scoletoma verrilli</i>	ECCAD

Tabla 9.- Categorías obtenidas de la modificación de Alvarado-Azpeitia, 1996 al Análisis de Olmstead

ESPECIE (densidad)	CATEGORÍA	ESPECIE (biomasa)	CATEGORÍA
<i>Pista cristata</i>	ECCAD	<i>Monticellina sp. 1</i>	ECCAD
<i>Diopatra tridentata</i>	ECRDs	<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	ECCAD
<i>Sthenolepis sp. A</i>	ECRDs	<i>Podarkeopsis levifuscina</i>	ECCAD
<i>Marphysa bellii</i>	ECRDs	<i>Cirrophorus furcatus</i>	ECCAD
<i>Paradiopatra hartmanae</i>	ECRDs	<i>Levinsenia gracilis</i>	ECCAD
<i>Megalomma bioculatum</i>	ECRDII	<i>Scoloplos treadwelli</i>	ECRDII
<i>Spiophanes duplex</i>	ECRDII	<i>Glycera americana</i>	ECRDII
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	ECRDII	<i>Megalomma bioculatum</i>	ECRDII
<i>Fimbriosthenelais hobbsi</i>	ECRDII	<i>Spiophanes duplex</i>	ECRDII
<i>Glycera americana</i>	ECRDII	<i>Fimbriosthenelais hobbsi</i>	ECRDII
<i>Scoloplos treadwelli</i>	ECRDII	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	ECRDII
<i>Notomastus lineatus</i>	ERC	<i>Marphysa bellii</i>	ECRDs
<i>Prionospio multibranchiata</i>	ERC	<i>Paradiopatra hartmanae</i>	ECRDs
<i>Scolecopsis texana</i>	ERC	<i>Scolecopsis texana</i>	ERC
<i>Phyllodoce madeirensis</i>	ERC	<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	ERC
<i>Prionospio cirrifera</i>	ERC	<i>Augeneria bidens</i>	ERC
<i>Nephtys squamosa</i>	ERC	<i>Phyllodoce madeirensis</i>	ERC
<i>Paraninoe brevipes</i>	ERC	<i>Arabella iricolor</i>	ERC
<i>Arabella iricolor</i>	ERC	<i>Phyllodoce mucosa</i>	ERC
<i>Augeneria bidens</i>	ERC	<i>Nephtys squamosa</i>	ERC
<i>Phyllodoce arenae</i>	ERC	<i>Paraninoe brevipes</i>	ERC
<i>Cirriformia sp. A</i>	ERC	<i>Prionospio multibranchiata</i>	ERC
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	ERC	<i>Ceratocephale oculata</i>	ERC
<i>Phyllodoce mucosa</i>	ERC	<i>Phyllodoce arenae</i>	ERC
<i>Ceratocephale oculata</i>	ERC	<i>Prionospio cirrifera</i>	ERC
<i>Piromis roberti</i>	ERC	<i>Glycera tessellata</i>	EROADII
<i>Magelona pettiboneae</i>	ERC	<i>Scoloplos texana</i>	EROADII
<i>Aricidea fragilis</i>	EROADII	<i>Sosane sulcata</i>	EROADII
<i>Sosane sulcata</i>	EROADII	<i>Terebellides klemani</i>	EROADII
<i>Scoloplos texana</i>	EROADII	<i>Syllis alosae</i>	EROADII
<i>Drilonereis longa</i>	EROADII	<i>Notomastus hemipodus</i>	EROADII
<i>Glycera tessellata</i>	EROADII	<i>Aricidea fragilis</i>	EROADII
<i>Terebellides klemani</i>	EROADII	<i>Drilonereis longa</i>	EROADII
<i>Notomastus hemipodus</i>	EROADII	<i>Leiocapitella sp. 2</i>	EROADs
<i>Syllis alosae</i>	EROADII	<i>Lysilla sp. 1</i>	EROADs
<i>Lysilla sp. 1</i>	EROADs	<i>Piromis roberti</i>	EROADs
<i>Magelona sp. G</i>	EROADs	<i>Magelona cf. phyllisae</i>	EROADs
<i>Prionospio cristata</i>	EROADs	<i>Laonice cirrata</i>	EROADs
<i>Aphelochaeta sp. 2</i>	EROADs	<i>Magelona pettiboneae</i>	EROADs
<i>Leiocapitella sp. 2</i>	EROADs	<i>Paranaitis gardineri</i>	EROADs
<i>Laonice cirrata</i>	EROADs	<i>Magelona sp. G</i>	EROADs
<i>Paranaitis gardineri</i>	EROADs	<i>Aphelochaeta sp. 2</i>	EROADs
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	EROADs	<i>Spiophanes bombyx</i>	EROADs
<i>Spiophanes bombyx</i>	EROADs	<i>Kinbergonuphis simoni</i>	EROADs
<i>Mediomastus californiensis</i>	ERODRII	<i>Prionospio cristata</i>	EROADs
<i>Malmgreniella taylori</i>	ERODRII	<i>Chloeia viridis</i>	ERODRII
<i>Chaetozone sp. 1</i>	ERODRII	<i>Chaetozone sp. 1</i>	ERODRII
<i>Malmgreniella maccroryae</i>	ERODRII	<i>Malmgreniella taylori</i>	ERODRII
<i>Brada villosa</i>	ERODRII	<i>Brada villosa</i>	ERODRII

Tabla 9.- Categorías obtenidas de la modificación de Alvarado-Azpeitia, 1996 al Análisis de Tukey

ESPECIE (densidad)	CATEGORÍA	ESPECIE (biomasa)	CATEGORÍA
<i>Chloea viridis</i>	ERODRII	<i>Aricidea taylori</i>	ERODRII
<i>Ampharete lindstroemi</i>	ERODRII	<i>Spiophanes wigleyi</i>	ERODRII
<i>Cabira incerta</i>	ERODRII	<i>Malmgreniella maccraryae</i>	ERODRII
<i>Spiophanes wigleyi</i>	ERODRII	<i>Goniada maculata</i>	ERODRII
<i>Aricidea catherinae</i>	ERODRII	<i>Ampharete lindstroemi</i>	ERODRII
<i>Goniada maculata</i>	ERODRII	<i>Cabira incerta</i>	ERODRII
<i>Lumbrineris latreilli</i>	ERODRs	<i>Aricidea catherinae</i>	ERODRII
<i>Poecilochaetous johnsoni</i>	ERODRs	<i>Marphysa kinbergi</i>	ERODRs
<i>Magelona sp. 1</i>	ERODRs	<i>Poecilochaetous johnsoni</i>	ERODRs
<i>Marphysa kinbergi</i>	ERODRs	<i>Lumbrineris latreilli</i>	ERODRs
<i>Paraeuniphysa sp. 1</i>	ERODRs	<i>Paraeuniphysa sp. 1</i>	ERODRs
<i>Nereis riisei</i>	ERCDRII	<i>Magelona sp. 1</i>	ERODRs
<i>Glycera robusta</i>	ERCDRII	<i>Drilonereis spatula</i>	ERCDRII
<i>Aglaophamus circinata</i>	ERCDRII	<i>Orbinia americana</i>	ERCDRII
<i>Aricidea suecica</i>	ERCDRII	<i>Grubeulepis ecuadorensis</i>	ERCDRII
<i>Cirriformia sp. 1</i>	ERCDRII	<i>Pectinaria gouldii</i>	ERCDRII
<i>Drilonereis spatula</i>	ERCDRII	<i>Aglaophamus circinata</i>	ERCDRII
<i>Scoloplos capensis</i>	ERCDRII	<i>Ancistrosyllis commensalis</i>	ERCDRII
<i>Aricidea wassii</i>	ERCDRII	<i>Nereis riisei</i>	ERCDRII
<i>Grubeulepis ecuadorensis</i>	ERCDRII	<i>Aricidea suecica</i>	ERCDRII
<i>Orbinia americana</i>	ERCDRII	<i>Nereis lamellosa</i>	ERCDRII
<i>Pectinaria gouldii</i>	ERCDRII	<i>Scoloplos capensis</i>	ERCDRII
<i>Ancistrosyllis commensalis</i>	ERCDRII	<i>Mediomastus californiensis</i>	ERCDRII
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	ERCDRII	<i>Magelona sp.D</i>	ERCDRII
<i>Harmothoe sp. A</i>	ERCDRII	<i>Cirriformia sp. 1</i>	ERCDRII
<i>Levinsenia reducta</i>	ERCDRII	<i>Harmothoe sp. A</i>	ERCDRII
<i>Magelona sp. D</i>	ERCDRII	<i>Levinsenia reducta</i>	ERCDRII
<i>Nereis lamellosa</i>	ERCDRII	<i>Aricidea wassii</i>	ERCDRII
<i>Prionospio pygmaea</i>	ERCDRs	<i>Loimia viridis</i>	ERCDRs
<i>Syllis cornuta</i>	ERCDRs	<i>Syllis cornuta</i>	ERCDRs
<i>Amphicteis scaphobranchiata</i>	ERCDRs	<i>Nereis grayi</i>	ERCDRs
<i>Sigambra wassii</i>	ERCDRs	<i>Polyodontes lupinus</i>	ERCDRs
<i>Notomastus americanus</i>	ERCDRs	<i>Sigambra wassii</i>	ERCDRs
<i>Dasybranchus lunulatus</i>	ERCDRs	<i>Polycirrus sp. 1</i>	ERCDRs
<i>Cirriformia punctata</i>	ERCDRs	<i>Glycera abbranchiata</i>	ERCDRs
<i>Dispio uncinata</i>	ERCDRs	<i>Notomastus americanus</i>	ERCDRs
<i>Heterospio sp. 1</i>	ERCDRs	<i>Amphicteis scaphobranchiata</i>	ERCDRs
<i>Lumbricalus dayi</i>	ERCDRs	<i>Terebellides parvus</i>	ERCDRs
<i>Microspio pigmentata</i>	ERCDRs	<i>Cirriformia punctata</i>	ERCDRs
<i>Polyodontes lupinus</i>	ERCDRs	<i>Lumbricalus dayi</i>	ERCDRs
<i>Prionospio dubia</i>	ERCDRs	<i>Prionospio dubia</i>	ERCDRs
<i>Terebellides parvus</i>	ERCDRs	<i>Microspio pigmentata</i>	ERCDRs
<i>Glycera abbranchiata</i>	ERCDRs	<i>Prionospio pygmaea</i>	ERCDRs
<i>Loimia viridis</i>	ERCDRs	<i>Dasybranchus lunulatus</i>	ERCDRs
<i>Nereis grayi</i>	ERCDRs	<i>Dispio uncinata</i>	ERCDRs
<i>Polycirrus sp. 1</i>	ERCDRs	<i>Heterospio sp. 1</i>	ERCDRs

Aspectos Ecológicos

Actualmente se sabe que, a menos que exista otro efecto físico adicional extraordinario que este relacionado, la profundidad (por el efecto directo de la presión y el efecto indirecto en la salinidad y temperatura) y el tipo de sedimento (por el efecto del tamaño de grano y composición) son los factores más importantes involucrados en el establecimiento y desarrollo de la macrofauna béntica (Warwick, 1988a-c; Agard *et al.*, 1993). Hasta la fecha, éste parece ser el caso de los poliquetos de la región de plataformas petroleras ya que la profundidad y sedimento son los factores ambientales que se han relacionado con la distribución de los poliquetos (Granados Barba, 1991; López Granados, 1993) y de la plataforma continental del Golfo de México (Flint, 1981; Fitzhugh, 1984; Miranda Vázquez, 1993; Rodríguez Villanueva, 1993; Solís Weiss *et al.*, 1994; 1995a; Corona Rodríguez, 1997).

Densidad y Biomasa

Los valores de densidad fluctuaron en el intervalo de 5 a 742 ind.m⁻² en la estación E4w75 del IMCA-1 y E9e15 del IMCA-3, respectivamente, con un promedio de 143 ind.m⁻². Por su parte, los valores de biomasa fluctuaron entre 1 y 1,998 mgPsecm⁻² en las estaciones E3w100 y E13e70 del IMCA-1, y E9e15 del DINAMO-2, respectivamente, con un promedio de 400 mgPsecm⁻². Considerando el área de estudio en su totalidad, y de manera general, hay más densidad y biomasa en zonas de entre 15 y 30 m y decrecen conforme la profundidad aumenta (Figuras 33 y 34), lo cual es un comportamiento observado en la zona (Sánchez García, 1995; Hernández Arana, 1995). Sin embargo, este comportamiento no es muy claro en la región oeste del área de estudio y, en general, es muy variable entre 15 y 30 m; sin embargo, es claro en la región este, destacando los valores altos que se presentan en las estaciones E8e15, E9e15, E10e30 y E11e30 de entre 15 y 30 m (Figuras 35 y 36) donde la heterogeneidad ambiental debida a la mezcla de sedimentos y a la descarga de aguas fluviolagunares está relacionada. Cruz Abrego *et al.* (1991) documentaron que debido a la heterogeneidad ambiental que propician las plumas de los ríos, tienen una influencia importante sobre la comunidad de moluscos, afectando su estructura y alterando sus procesos de desarrollo.

Lo anterior también se ha documentado en el norte del Golfo de México Flint (1981) y Fitzhugh (1984) en donde se destaca la importancia de los efectos de la descarga de aguas del Río Mississippi sobre las variables ambientales de la columna de agua y sedimento del estrato somero en sus zonas adyacentes, incluso detectan una asociación particular de poliquetos relacionada con la pluma del río. En el sur del golfo López Granados (1993), Rodríguez Villanueva (1993) y Miranda Vázquez (1993) atribuyen las mayores densidades del estrato somero a la variabilidad del sedimento presente en éste; mientras que Vázquez Bader, (1996) concluye que las comunidades de dicho estrato están determinadas por el tipo de sedimento.

En cuanto a la temporalidad, los valores promedio globales de densidad y biomasa son mayores en el muestreo de *lluvias* que en el de *secas*. En las estaciones ubicadas a mayor profundidad que 100 m la diferencia entre las temporadas es pequeña, en cambio, en las estaciones someras (15 m) este comportamiento es contrastante: Los valores más altos se registraron en el muestreo correspondiente a la temporada de *secas*, siendo máximos (con diferencias importantes) en las estaciones E8e15 y E9e15 ubicadas al este, y mínimos en la estación E6e15 ubicada al oeste (Figura 35 y 36).

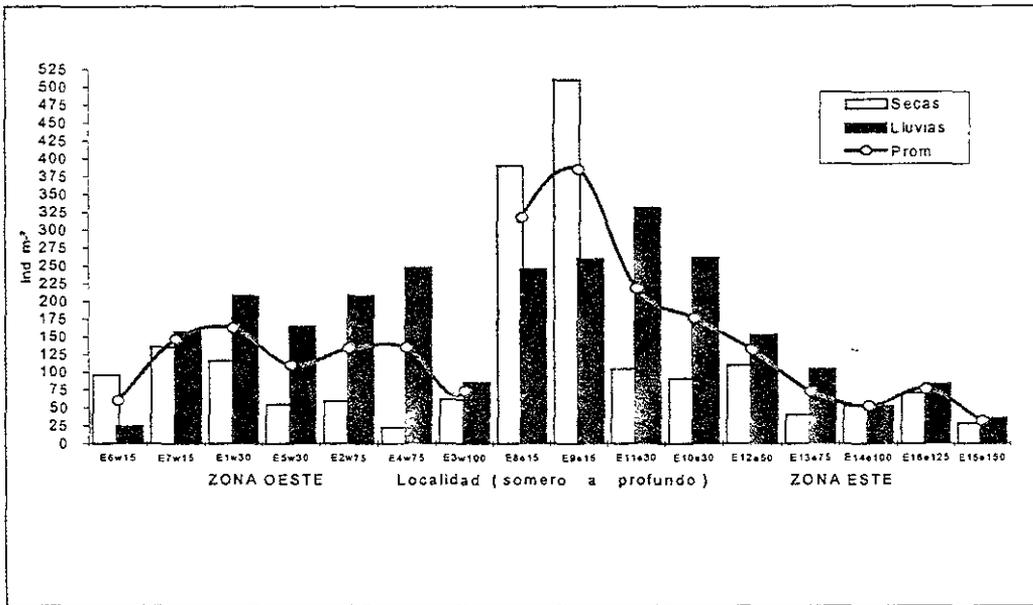


Figura 35.- Densidad por estación de muestreo y temporada de año.

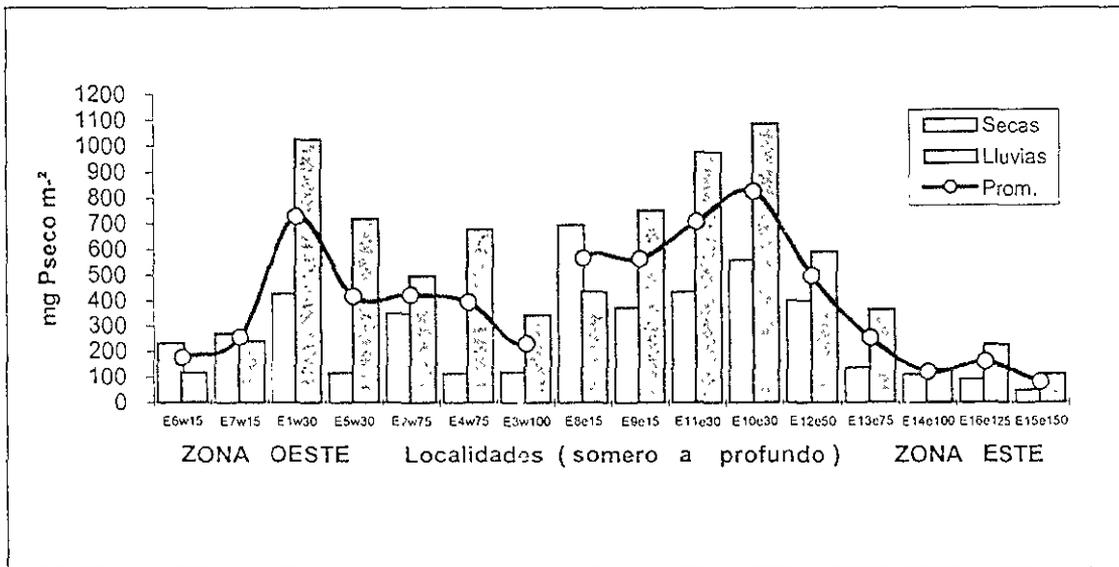


Figura 36.- Biomasa por estación de muestreo y temporada de año.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la temporalidad sobre la densidad y biomasa: Su efecto es detectable hasta los 100 m principalmente en densidad; es detectable con incremento en los valores entre 30 y 75 m, y tiene efectos contrastantes a 15 m dependiente de la ubicación de las estaciones en el área de estudio, con poco o nulo efecto al oeste y un efecto claro al este. Al respecto González Macías (1997) encuentra diferencias en la densidad de organismos atribuibles a la estacionalidad (mayor durante el verano que en invierno). Fitzhugh (1984) registra tendencias temporales diferentes que se relacionan con el grado de variabilidad en el gradiente batimétrico; es decir que con el incremento en profundidad la variación temporal en la abundancia (y diversidad) de poliquetos decrece. Enfatiza el patrón observado en el estrato más somero de entre 12 y 13 m, en el cual hay una tendencia al incremento en las poblaciones en primavera, mismas que declinan en verano para incrementar sus valores en invierno, lo cual se observa claramente en las estaciones E8e15 y E9e15 y en menor grado en E6w15.

Cabe mencionar que los valores de biomasa registrados en este estudio son consistentes con los registrados por Soto González y Escobar Briones (1995) para la fauna béntica de la Bahía de Campeche, donde registran una biomasa mayor para la temporada de lluvias que para la de secas, con los valores más altos en las estaciones cercanas a la descarga de aguas continentales principalmente del delta del Sistema Fluvial Grijalva-Usumacinta. Éstos decrecen hacia la Laguna de Términos, conforme la profundidad se incrementa y conforme se ubican más lejos de la costa, lo cual de manera general fue observado en este estudio. Los autores documentan que la biomasa macrofaunal disminuye conforme la profundidad se incrementa desde 20 a 60 m, con una caída entre 80 y 150 m, lo cual sucede en las dos provincias sedimentarias de la región. En este estudio el patrón mencionado sólo se observa hacia la región oeste del área de estudio, ya que hacia la región este dicha caída en los valores se observa claramente desde los 50 m, lo cual también tiene relación con lo anterior si consideramos que la región esta menos influenciada por las descargas de dicho sistema fluvial que la región oeste.

La distancia a la costa de las localidades en una y otra región también tienen se relacionan ya que por la disposición geográfica y extensión de en la plataforma continental, las localidades del oeste, a igual profundidad, están más cerca de la costa que las del este. Rowe (1983) hace una discusión acerca de la variación de la biomasa con respecto a la distancia con la costa y la profundidad. Enfatiza que si bien la distancia tienen un efecto mayor que la profundidad, no debería en todos los casos considerarse una regla ya que existe un importante número de trabajos que representan excepciones, por lo que habría que considerar las características particularidades de cada zona que se estudia. De acuerdo con Alongi (1990), los estudios en zonas tropicales son pocos, existiendo más sobre los efectos distales que sobre los proximales. Cerca de la boca de los ríos Ganges y Irrawaddy, los valores de biomasa son mayores que en sitios alejados a cierta distancia del río, los valores disminuyen en aproximadamente 10 g de peso húmedo/m².

Diversidad

Riqueza de Especies

La riqueza de especies total registrada en este estudio fue de 135, observándose valores de 1 en las estaciones E5w30, E4w75 y E3w100 de la campaña IMCA_1, hasta 47 en E9e15 de IMCA_3, con un promedio de 76 especies en la temporada de secas y de 2 en E9e15 de IMCA_4 a 30 en E8e15 de DINAMO 2, con un promedio de 71 en la de lluvias. Esta riqueza de especies es en un 33% mayor que la registrada para poliquetos por González Macías (1997) para la Sonda de Campeche y representa entre 49-66% de la riqueza de especies de poliquetos registrada por en otros estudios que incluyen muestreos en la sonda y banco de Campeche (Rodríguez Villanueva 1993; Miranda Vázquez, 1993; Hernández-Arana, 1995; Sánchez García, 1995)

En el área de estudio, este parámetro ecológico no presenta un patrón de comportamiento claro; no obstante, la tendencia general es que disminuya conforme la profundidad se incrementa. Esta tendencia, que es más evidente y con valores mayores en la región este, se ve magnificada por los valores altos registrados a profundidades de 15 m en las estaciones E8e15 y E9e15 (Figura 37).

El mismo patrón se registró en Rodríguez Villanueva (1993) y Miranda Vázquez (1993) quienes evidenciaron un gradiente de menor a mayor de riqueza de especies (en sentido oeste-este) con base en las provincias dos sedimentarias atribuible a la mayor heterogeneidad de los sedimentos hacia la región este del área de estudio. Analizando los datos de estos dos estudios se tiene que ambas provincias son similares en cuanto a las especies dominantes; sin embargo, poseen una composición específica diferente, existiendo un 32% de especies que son comunes para ambas zonas.

Es importante mencionar que el patrón de la riqueza específica, aunque es similar al observado en la densidad y biomasa, tiene valores altos y constantes (menos contrastantes) entre las diferentes profundidades, sobre todo a profundidades mayores de entre 50 y 100 m, lo cual sugiere que el efecto de la profundidad es más importante en densidad y biomasa (disminuyendo sus valores) que en riqueza específica los valores tienden a mantenerse.

En cuanto a la temporalidad, el número de especies recolectadas en el muestreo correspondiente a la temporada de secas (con 121) es más alto que el que corresponde al de lluvias (con 115); ésta es una tendencia dada por lo observado en zonas con profundidades de 15 m de la región este donde los valores obtenidos en la temporada de secas son muy altos y contrastantes si se comparan con los obtenidos en la temporada de lluvias (Figura 37). Sin embargo, en la mayoría de las estaciones la tendencia general es que la riqueza específica sea más alta en la temporada de lluvias que en la de secas.

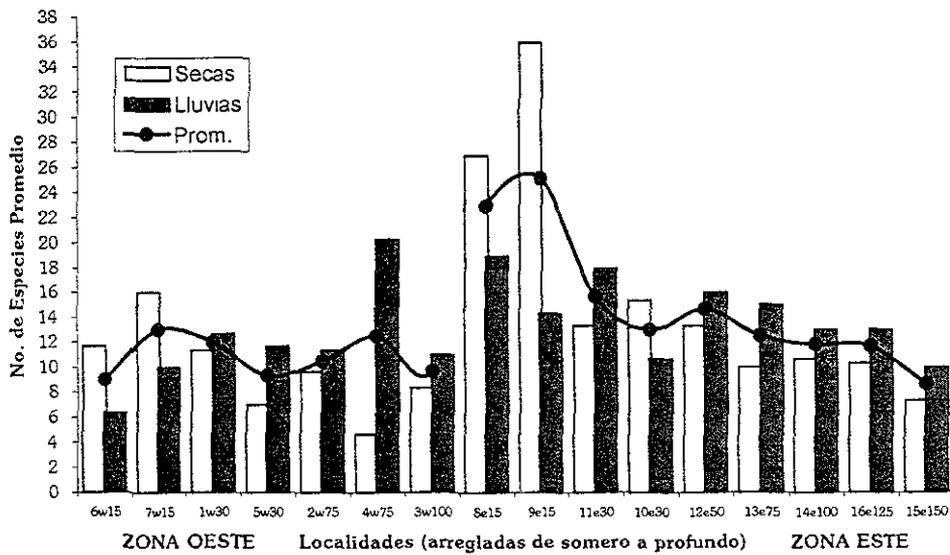


Figura 37.- Riqueza de especies por estación de muestreo y temporada del año.

Con base en lo antes expuesto, se puede deducir que la temporalidad afecta a la riqueza de especies diferencialmente: Las regiones con menor profundidad (15 m) cercanas a la costa se ven más afectadas, y de manera más contrastante, que las más profundas; asimismo, a partir de los 30 m, el efecto es diferencial según su ubicación en el área de estudio, encontrándose valores más altos hacia el este que hacia el oeste.

De acuerdo con Alongi (1990) la amplia variación en la densidad y riqueza específica en las plataformas continentales de los sistemas tropicales es coincidente con la gran heterogeneidad de hábitats y de las condiciones ambientales. Si a esta generalidad le adicionamos la heterogeneidad ambiental en las zonas cercanas a las descargas continentales antes discutida (en cuanto a densidad y biomasa) entonces podemos sustentar lo encontrado en este estudio.

El caso excepcional a estudiar lo constituye la estación E4w75 durante la temporada de lluvias en la cual los valores de riqueza específica se disparan de ser muy bajos en la temporada de secas hasta inclusive ser mayores que los registrados en la región este después de los 15 m. La explicación debe de estar relacionada con aspectos muy locales de heterogeneidad ambiental, que bien, dado que es la tercera estación con mayor concentración de bario, se puede asociar a la cercanía con la zona de exclusión de plataformas petroleras.

Índices de Diversidad

Diversidad de Shannon versus Berger-Parker

El patrón de comportamiento de ambos índices tiene una tendencia general similar, sobre todo en la región oeste (Figuras 38 y 39 línea punteada); sin embargo, al analizar de manera particular se nota que existen algunas discrepancias entre los índices en cuanto a lo observado en cuanto a profundidad y temporalidad. Considerando la profundidad, existen diferencias en la diversidad que se observan en la estación E15e150 que corresponde a profundidad de 150 m en donde, con Berger-Parker (Dbp), la diversidad tiende a incrementarse súbitamente, mientras que con Shannon (Hsw) ésta tiende a disminuir. Con base en la temporalidad, y a pesar de que los puntos de menor contraste intertemporal (a 50 y 75 m) parecen no variar con ambos índices, se observan diferencias importantes entre 15 y 30 m (E6w15, E5w30, E8e15 y E9e15) así como a los 150 m (E15e150), debidas principalmente al patrón observado en temporada de secas en la región este del área de estudio.

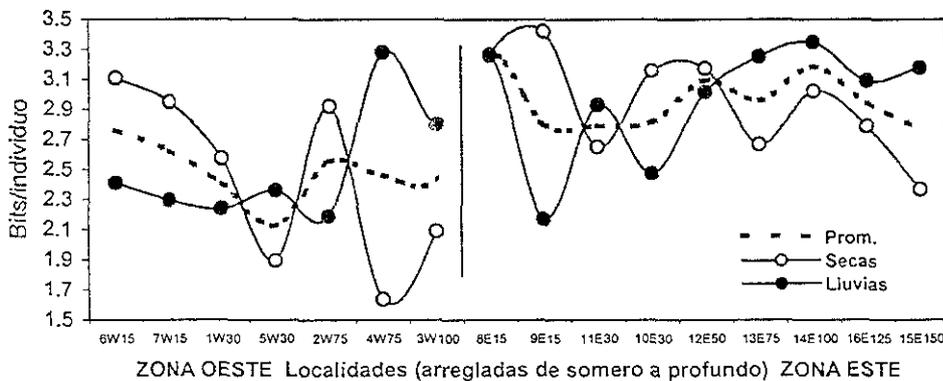


Figura 38.- Diversidad de Shannon por estación de muestreo y temporada del año.

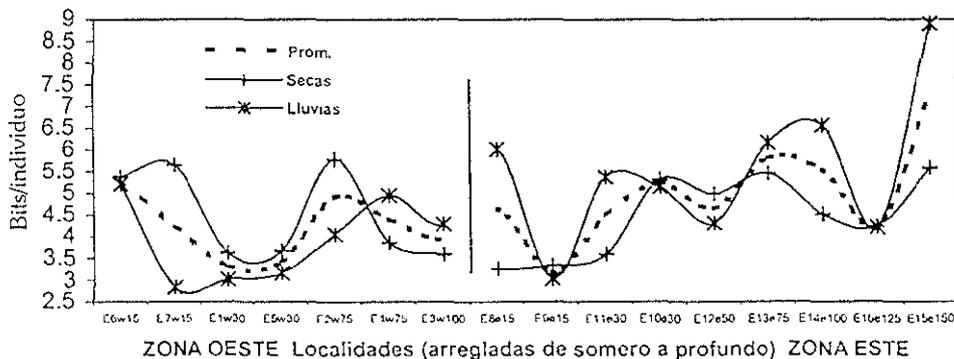


Figura 39.- Diversidad de Berger-Parker (Dbp) por estación de muestreo y temporada del año.

El contraste observado entre los índices aparentemente se relaciona con estaciones donde el comportamiento de la densidad y riqueza específica no es congruente con el de la dominancia, propiciando valores antagónicos entre la diversidad obtenida con uno y otro. Estas particularidades que son producto de las consideraciones a partir de las cuales se obtiene los valores de uno y otro índice, parecen favorecer el que se encuentre una explicación que no se tendría sólo analizando un índice, mismas que se discutirán más adelante.

Con base en lo anterior, y considerando que Shannon (Hsw) es el índice de diversidad comúnmente utilizado y permite establecer comparaciones con otros estudios, la diversidad en este estudio se analizará con los valores obtenidos con este índice, contrastándose con el índice de Berger-Parker (Dbp) al momento del análisis, donde sea necesario.

Diversidad, Diversidad Máxima y Equidad

Los valores de diversidad de Shannon oscilaron dentro de un intervalo de valores que va de 1.63 en la estación E4w75 a 3.42 en la estación E9e15 durante la temporada de secas; mientras que en la de lluvias oscilaron de 2.17 en las estaciones E2w75 y E9e15 a 3.34 en la estación E14e100, E8e15 y E4w75. En cuanto al patrón general de la diversidad, éste no muestra una tendencia clara, ya que existen contrastes registrados en los valores de las dos temporadas analizadas y en los estratos de 15 y 30 m de profundidad, así como de los altibajos registrados para una misma temporada a 15 y 100 m (Figura 38).

En relación con la profundidad, la diversidad en general tampoco tiene un patrón de comportamiento claro, no obstante tiende a ser alta en las regiones de menor profundidad (15 m), disminuye hacia los 30 m, para continuar relativamente estable hasta los 100 m y decrecer por abajo de esta profundidad (a 125 y 150 m). Los valores más bajos se registraron a 75 y 30 m, en las estaciones E4w75 y E5w30, respectivamente, de la región oeste y en la temporada de secas; mientras que valores altos se registraron a 15, 75 y 100 m (estaciones E8e15, E9e15, E14e100 y E4w75).

La diversidad máxima tiende, aunque ligeramente, a disminuir conforme la profundidad se incrementa (Figura 40); por el contrario, muestra obvias diferencias entre las temporadas y la ubicación de las localidades en el área de estudio, siendo en secas (temporada con mayor contrastes) y hacia la región este donde se presentan los valores más altos.

Por su parte, el patrón de comportamiento observado en la equidad es diferente dependiendo de la zona estudiada (Figura 41): Mientras que hacia el este hay una tendencia clara de la equidad a ser mayor en la temporada de secas e incrementarse conforme la profundidad aumenta; hacia el oeste no hay una tendencia obvia, a pesar de presentar valores más altos en secas y a disminuir conforme la profundidad aumenta.

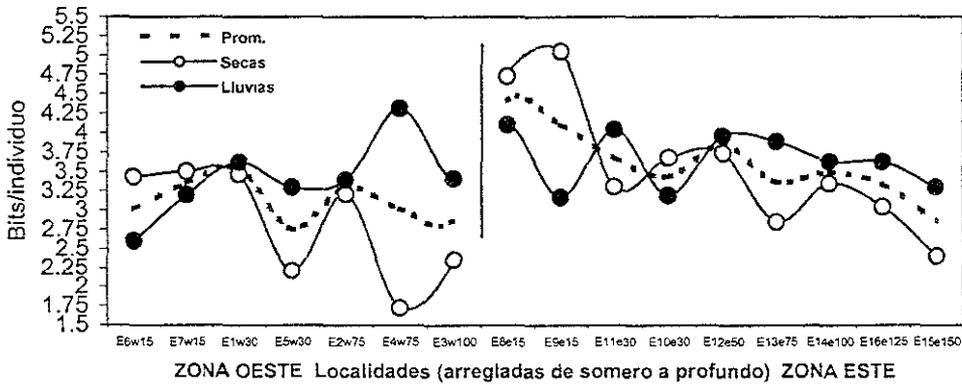


Figura 40.- Diversidad máxima registrada por estación de muestreo y temporada del año.

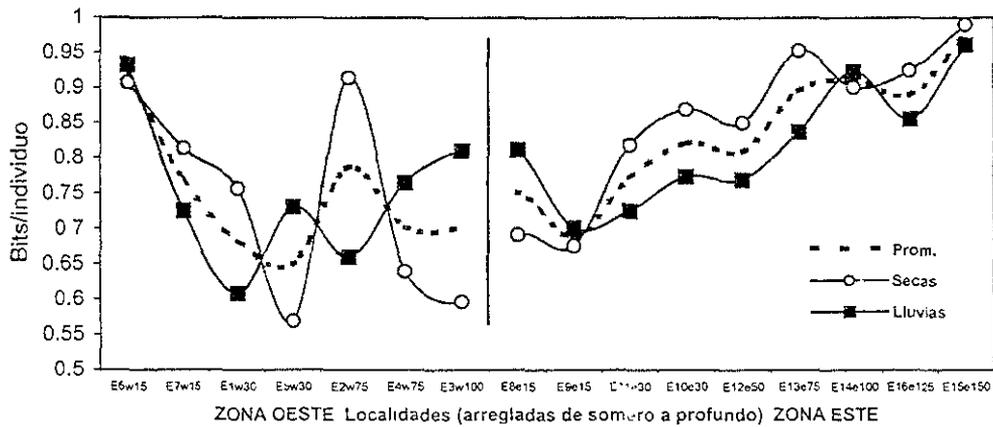


Figura 41.- Equidad registrada por estación de muestreo y temporada del año.

Análisis

Los valores de diversidad registrados en este estudio, para mismas temporadas, son más altos que los registrados por Esparza Castillo (1992) para ostrácodos (1.2 a 2.77 en secas; 1.49-3.02 en lluvias). Son similares con tendencia a ser más altos que los registrados por Rodríguez Villanueva (1993) para poliquetos (1.2-3.1) y por González Macías (1997) para la comunidad béntica (principalmente poliquetos) de la Sonda de Campeche (0.69-3.15). Asimismo, son más bajos que los que registran Hernández Arana (1995) y Sánchez García (1995) para la comunidad béntica en general del Banco de Campeche (2.85-5.81 y 2.5-5.2 respectivamente) en donde se incluyen a prácticamente todos los representantes de los grupos bénticos que se distribuyen en la región.

La comparación de estos resultados puede resultar intrascendente desde del punto de vista de que se comparan grupos diferentes (como es el caso del primero y los dos últimos trabajos) o que son realizados en temporadas diferentes con muestreos diferentes (como es el caso del tercero y los dos últimos). Sin embargo, desde un punto de vista general, esta comparación permite determinar la alta diversidad que puede representar el grupo de poliquetos en la región cuando se comparan con la obtenida por Esparza Castillo (1992) y por Hernández Arana (1993) y Sánchez García (1993), en los cuales habría que considerar que en esos valores también se incluye a lo obtenidos en el Banco de Campeche.

Los resultados evidencia la relación entre la densidad y riqueza de especies con el tipo de sedimento; el hecho de que en sedimentos finos exista menos individuos y especies que en sedimentos medios y gruesos se ha documentado ampliamente en los trabajos de Sanders (1968), Gray (1974), Rhoads (1974); mientras que en el norte del Golfo de México lo han registrado Flint (1981) y Fitzhugh (1984) este último considerando únicamente al grupo de poliquetos. En el sur del Golfo de México se ha observado en los trabajos de Rodríguez Villanueva (1993) que estudió poliquetos y en los de Sánchez García (1995) y Hernández Arana (1995) para las comunidades bénticas del banco y la sonda de Campeche.

De acuerdo con este último, en fondos blandos de sedimentos finos se involucran diferentes parámetros que como el espacio del poro disponible, el contenido de agua intersticial o la concentración de oxígeno disuelto, representan barreras para los organismos bénticos limitando su número de especies e individuos. El tamaño de grano mayor propicia un mayor número de espacios intersticiales (los cuales se pueden llenar de agua y/o acumular materia orgánica) y representan un hábitat real para componentes faunísticos especializados (Thrush, 1991; Oug, 1998). Además, las especies constructoras de madrigueras o semisésiles, dependen de la circulación del agua a través de los intersticios, por lo que el tamaño y forma del grano lo cual ha sido documentado con experimentos de laboratorio y observaciones de campo (Scaps *et al.*, 1998).

En cuanto a profundidad, un aspecto que destaca es que con índice de Shannon, la diversidad general registrada a 150 m tiende a decrecer mientras que con Berger-Parker ésta tiende a incrementar. Una explicación a esto son los bajos valores de densidad y riqueza de especies registrados en esta profundidad, lo cual favorece que el índice de Shannon decline; sin embargo, a la vez, en dicha profundidad se registra la mayor equidad, lo que es indicativo de una baja dominancia que tiende a incrementar los valores del índice de Berger Parker. Ambientalmente, esta situación muestra condiciones de interés debido a que en esta estación (E15e150) el tipo de sedimento cambia de lodoarenoso en la temporada de secas a ser lodoso en la de lluvias (Figuras 12-14). Además, en ella se registraron los valores más bajos de temperatura con obvios contrastes intertemporales (Figura 15).

En cuanto a temporalidad, los valores de diversidad son más altos en la temporada de secas que en la de lluvias como también lo registraron Esparza Castillo (1992) para ostrácodos y

González Macías (1997) para el bentos de la zona. La Figura 42 muestra los valores registrados en cada campaña. También se observa que la diversidad en general, así como las diferencias entre campañas, tienden a disminuir del muestreo de 1988 al de 1990.

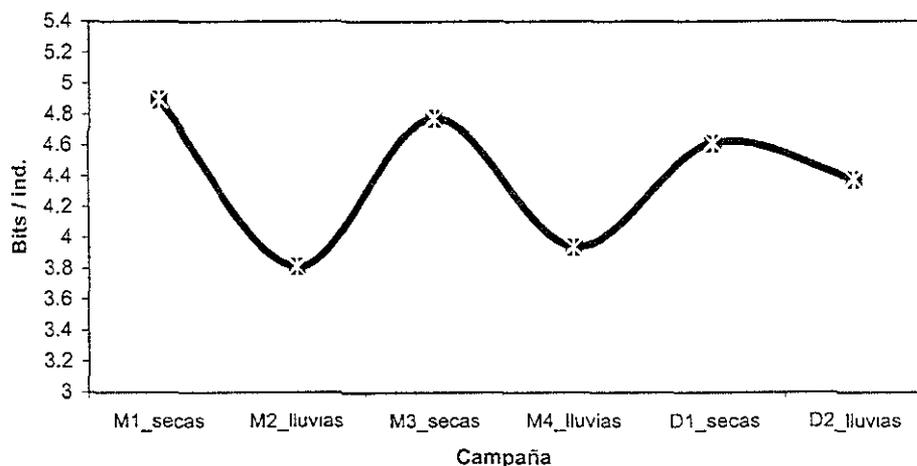


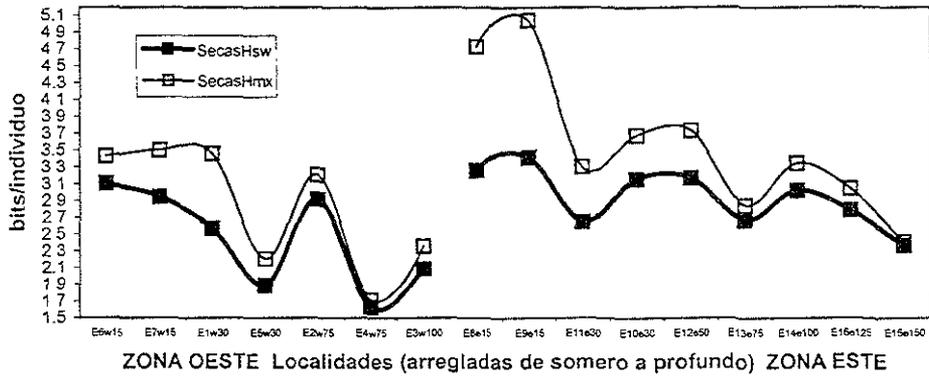
Figura 42.- Diversidad registrada con el índice de Shannon en cada campaña.

En la Figura 38 se observa que en la temporada de lluvias hay una tendencia a que la diversidad aumente conforme la profundidad se incrementa, mientras que en la de secas disminuye; sin embargo, la temporalidad difiere según la profundidad y la región estudiada, encontrando como punto de menor contraste intertemporal los 50 y 70 m en las regiones este y oeste, respectivamente. Por debajo de estos puntos, el comportamiento se invierte excepto en las estaciones E5w30 y E11e30 donde, sin importar la zona estudiada, la diversidad es más alta en la temporada de lluvias que en la de secas. La temporalidad es más evidente entre 15 y 30 m hacia el oeste.

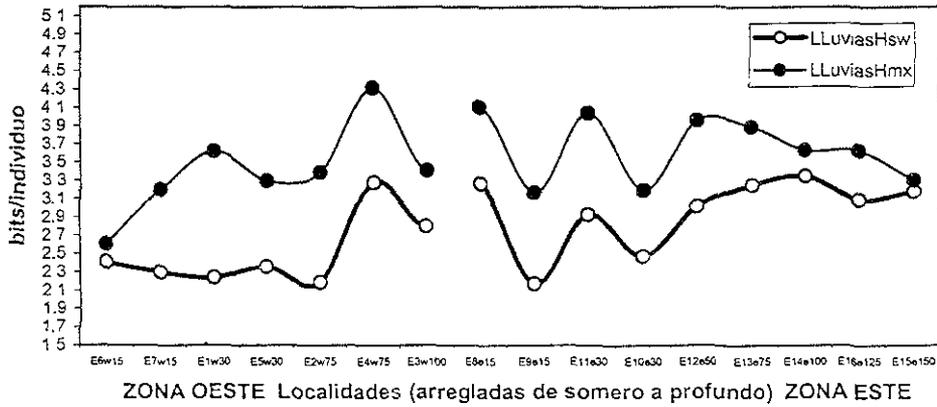
Con base en lo anterior, considerando la profundidad, la temporalidad, y analizando la diversidad máxima y la equidad en conjunto con la diversidad de Shannon, se observan dos patrones generales, cuyos comportamientos tienen tendencias más claras y menos contrastantes hacia la región este que hacia la región oeste:

- 1) Conforme la profundidad aumenta, independientemente de la temporada y de la región hacia donde se disponen las estaciones, la diversidad se acerca gradualmente a la diversidad máxima hasta converger en el estrato de los 150 m, punto donde la equidad alcanza su valor máximo (Figura 43a-c).
- 2) En la temporada de secas la diversidad se encuentra más cerca de la diversidad máxima (Figura 43a), presentando menos variabilidad y valores más altos de equidad que en la temporada de lluvias (Figura 43b), sobre todo después de los 30 m.

a)



b)



c)

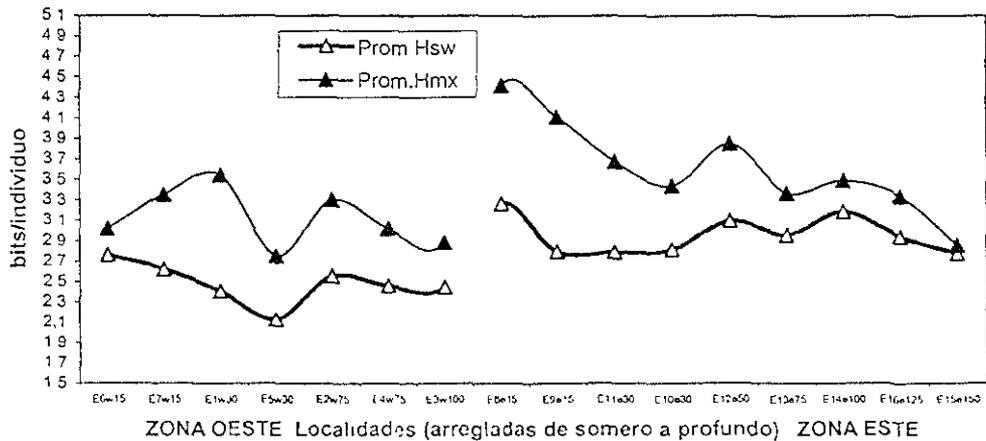


Figura 43.- Diversidad (Hsw) y diversidad máxima (Hmax) por estación. a) Secas; b) Lluvias; c) Promedio.

Modelos de Distribución de la Abundancia

Los resultados obtenidos para cada modelo por campaña se presentan en el Anexo 3; sin embargo, en la Tabla 10 se indican con las iniciales de cada modelo, las distribuciones que resultaron significativas en cada una de las estaciones de muestreo. Se incluyen tres columnas: dos en las que se proponen las tendencias generales por temporada, y una para la tendencia observada en el muestreo. Así también, se incluye una columna en la que se indica el patrón de distribución de abundancias que predominó por estación en todo el muestreo. La misma información se arregló con base en la profundidad y región de muestreo para conocer el patrón de comportamiento de acuerdo con estos parámetros.

Los modelos de distribución de la abundancia que fueron significativos en la mayoría de las estaciones de muestreo son la *serie geométrica* (en 35 estaciones, que representa un 36.5% del total) y secundariamente la *serie log normal* (28 estaciones, 29%); mientras que la *barra rota* y la *serie logarítmica* (10-11%) lo fueron en algunas estaciones (Tabla 10a-b). Estos resultados sugieren la existencia de características contrastantes en el área de estudio, ya que hay un gran número de estaciones con condiciones de dominancia de especies que son características de ambientes estresados (Gray, 1981; Tokeshi, 1993); sin embargo, otro número importante de estaciones tiende a disminuir en dominancia, siendo pocas en las que las especies tienden a ser igualmente abundantes.

Al analizar los resultados generales por profundidad y temporada de muestreo, se obtienen patrones de comportamiento más precisos (Tabla 10c-d), en los que se observa que, con excepción de algunos casos y a pesar de que cada profundidad y temporada tiene características particulares, la *serie log normal* es la distribución de abundancias que predomina en las zonas someras (y hasta los 50 m) y en la temporada de secas; mientras que la *serie geométrica* es predominante en las zonas por debajo de los 50 m y en la temporada de lluvias.

En cuanto a la ubicación de las estaciones en el área de estudio, se encontró que aquellas situadas hacia la región oeste y en las áreas profundas del área de estudio, la distribución predominante es la *serie geométrica*. La distribución *serie log normal* parece ser importante en las áreas someras ya que predomina en el estrato con menor profundidad de la región este, además de presentarse (aunque sin predominar), en un número importante de estaciones en este mismo estrato hacia el oeste.

Al parecer, la dominancia se ve favorecida en las regiones con menor profundidad del oeste y en las zonas profundas de toda el área de estudio; mientras que disminuye hacia el este, siendo muy importante esta disminución en las regiones de 15 m de la región este. Estos resultados sustentan el papel que están representando la descarga de aguas continentales y la profundidad en la estructura de la comunidad de poliquetos del área de estudio.

Tabla 10.- Resultados de los modelos de distribución de la abundancia por localidad y campaña. A y B) Arreglo por zonas C y D) arreglo por profundidad de muestreo, B y D) arreglo por estrato de profundidad. SG= Serie geométrica; SL= Serie logarítmica; LN= Lognormal; BR= Barra rota. En negritas, los modelos que fueron significativos con las pruebas de Kolmorov y de Chi2; los demás sólo fueron significativos con la prueba de CHI2. El sombreado indica localidades con datos insuficientes.

A)	M1	M2	M3	M4	D1	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	SG	SG	LN	SG	BR	SG	SG a BR	SG a SG	SG a BR_SG	SG
7w15	///	SG	LN	SL	SG	LN	LN a SG	SG a LN	SG a SG_LN	SG;LN
1w30	SG	SL	SL	SG	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG_SL a LN	SG;LN
5w30	///	LN	LN	SG	BR	LN	LN a BR	LN a LN	LN a BR_LN	LN
2w75	SG	SL	SG	SL	SG	///	SG a SG	SL a SL	SG_SL a SG	SG
4w75	///	SL	SG	LN	BR	SG	SG a BR	LN a SG	SL a BR_SG	SG
3w100	///	LN	SG	LN	SG	SG	SG a SG	LN a SG	LN a SG	SG
8e15	LN	SG	LN	SG	LN	LN	LN a LN	SG a LN	LN_SG a LN	LN
9e15	SL	SG	LN	///	LN	LN	SL a LN	SG a LN	SL_SG a LN	LN
11e30	///	LN	SL	SL	LN	SG	SL a LN	LN a SG	LN a LN_SG	LN
10e30	SG	BR	LN	SG	LN	BR	SG a LN	BR a BR	SG_BR a LN_BR	BR;LN
12e50	SL	LN	LN	SL	LN	BR	SL a LN	LN a BR	SL_LN a LN_BR	LN
13e75	///	SG	LN	SG	SG	BR	LN a SG	SG a BR	SG a SG_BR	SG
14e100	BR	BR	BR	SG	SG	SG	BR a SG	BR a SG	BR a SG	SG
16e125	///	SG	SG	BR	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG a LN	SG;LN
15e150	///	SG	BR	SG	SG	SG	BR a SG	SG a SG	SG a SG	SG
B)	M1	M2	M3	M4	D1	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
w15m	SG	SG	LN	SG	BR	SG; LN	SG a BR_SG	SG a SG_LN	SG a SG	SG
w30m	SG	LN	LN	SG	LN	BR	SG a LN_BR	LN a LN	SG_LN a LN	LN
w75m	SG	SL	SG	LN	SG	BR	SG a SG_BR	SL a SG	SG_SL a SG	SG
w100m	BR	LN	SG	LN	SG	SG	BR a SG	LN a SG	BR_LN a SG	SG
e15m	LN	SG	LN	SG	LN	LN	LN a LN	SG a LN	LN_SG a LN	LN
e30m	SG	LN	BR	LN	SL	SG	SG a LN	LN;BR a SG_BR	SG_LN a LN_SG_BR	LN
e50m	SL	LN	LN	SL	LN	BR	LN a LN	LN a BR	SL_LN a LN_BR	LN
e75m	///	SG	LN	SG	SG	BR	LN a SG	SG a BR	SG a SG_BR	SG
e100m	///	BR	BR	SG	SG	SG	BR a SG	BR a SG	BR a SG	SG
e125m	///	SG	SG	BR	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG a LN	SG_LN
e150m	///	SG	BR	SG	SG	SG	BR a SG	SG a SG	SG a SG	SG
C)	M1	M2	M3	M4	D1	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	SG	SG	LN	SG	BR	SG	SG a BR	SG a SG	SG a BR_SG	SG
7w15	///	SG	LN	SL	SG	LN	LN a SG	SG a LN	SG a SG_LN	SG;LN
8e15	LN	SG	LN	SG	LN	LN	LN a LN	SG a LN	LN_SG a LN	LN
9e15	SL	SG	LN	///	LN	LN	SL a LN	SG a LN	SL_SG a LN	LN
1w30	SG	SL	SL	SG	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG_SL a LN	SG;LN
5w30	///	LN	LN	SG	BR	LN	LN a BR	LN a LN	LN a BR_LN	LN
11e30	///	LN	SL	SL	LN	SG	SL a LN	LN a SG	LN a LN_SG	LN
10e30	SG	BR	LN	SG	LN	BR	SG a LN	BR a BR	SG_BR a LN_BR	BR;LN
12e50	SL	LN	LN	SL	LN	BR	SL a LN	LN a BR	SL_LN a LN_BR	LN
2w75	SG	SL	SG	SL	SG	///	SG a SG	SL a SL	SG a SG	SG
4w75	///	SL	SG	LN	BR	SG	SG a BR	LN a SG	SL a BR_SG	SG
13e75	///	SG	LN	SG	SG	BR	LN a SG	SG a BR	SG a SG_BR	SG
3w100	///	LN	SG	LN	SG	SG	SG a SG	LN a SG	LN a SG	SG
14e100	BR	BR	BR	SG	SG	SG	BR a SG	BR a SG	BR a SG	SG
16e125	///	SG	SG	BR	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG a LN	SG;LN
15e150	///	SG	BR	SG	SG	SG	BR a SG	SG a SG	SG a SG	SG
D)	M1	M2	M3	M4	D1	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
15m	LN	SG	LN	SG	LN	LN	LN a LN	SG a LN	LN;SG a LN	LN
30m	SG	LN	LN	SG	LN	LN	SG a LN	LN a LN	SG;BR;LN a LN;SG;BR	LN
50m	SL	LN	LN	SL	LN	BR	LN a LN	LN a BR	LN a LN;BR	LN
75m	SG	SL	SG	LN	SG	SG_BR	SG a SG	LN a SG;BR	SG a SG;BR	SG
100m	BR	BR_LN	BR_SG	LN_SG	SG	SG	BR a SG	BR;LN a SG	BR a SG	SG
125m	///	SG	SG	BR	LN	LN	SG a LN	SG a LN	SG a LN	SG_LN
150m	///	SG	BR	SG	SG	SG	BR a SG	SG a SG	SG a SG	SG

Los resultados obtenidos con los patrones de distribución de la abundancia son, en general, consistentes con los obtenidos con los índices de diversidad; sin embargo, hay particularidades y ciertas inconsistencias que es necesario analizar.

Un ejemplo lo constituye las estaciones E6w15 y E15e150 donde se obtuvieron resultados contrastantes entre los valores de los índices de diversidad. Ambientalmente, ambas estaciones están sujetas al estrés natural producto de la temporalidad, sólo se diferencian porque la última es lodoarenosa en la temporada de secas y lodosa en la de lluvias, y en la primera el sedimento es lodoso y no varía temporalmente. Considerando lo anterior se observa lo siguiente:

- En ambas estaciones hay baja densidad y riqueza de especies, sin embargo, mientras que el índice de Shannon indica una diversidad de media a baja en ambas, con diferencias temporales obvias, el de Berger-Parker indica que la diversidad es de media a alta sin variaciones temporales en la estación E6w15, y alta con variaciones temporales importantes en la estación E15e150 (Gráficas 25-26).
- Por su parte con los patrones de distribución de abundancia (Tabla 10) se encontró que en ambas estaciones predomina la serie geométrica, debido a la dominancia en la temporada de lluvias, más acorde con lo obtenido con Shannon que con Berger-Parker. Aunado a esto, considerando únicamente la temporada de secas, con los modelos se observó que mientras la estación E6w15 sigue el patrón de la *barra rota*, es decir, tiende a ser más equitativa y con menor dominancia (acorde con el incremento en densidad y riqueza de especies durante esta temporada en esta estación); la estación E15e150 sigue el patrón de la *serie geométrica*, es decir, la equidad tiende a disminuir e incrementar su dominancia (acorde con la disminución en densidad y riqueza de especies durante esta temporada en esta estación).

Otro ejemplo lo constituye las estaciones E8e15 y E9e15 ubicadas al este del área de estudio, a 15 m cerca de la línea de costa:

- Ambas estaciones presentan alta densidad y riqueza de especies, con valores más altos en la temporada de secas que en la de lluvias, sin embargo, mientras que con el índice de Shannon la diversidad es alta en ambas estaciones, sin cambios temporales en la E8e15 y con cambios temporales contrastantes en la E9e15; con el índice de Berger-Parker se obtiene lo opuesto para cada caso (Gráficas 25-26).
- Por su parte, con los modelos de abundancia (Tabla 10), el comportamiento es similar para ambos casos tendiendo a que las estaciones tengan más riqueza específica y equidad (log normal), siendo predominante este patrón en la temporada de secas. Sin embargo, son estaciones situadas cerca de la costa, sujetas a estrés natural debido a las variaciones temporales importantes en salinidad y tipo de sedimento durante la

temporada de lluvias, lo cual se indica al predominar la serie geométrica en la temporada de lluvias en ambas estaciones.

Con base en lo anterior, es importante destacar que, si bien, los resultados con ambos análisis son consistentes con lo que sucede en general en el área de estudio, los patrones de distribución de la abundancia, además de tener un fundamento teórico más sólido, ofrecen una explicación a partir de un sólo análisis en el que se considera a toda la serie de datos para presentarlos en una distribución, en lugar de integrar toda la información y expresarla a través de un sólo número como lo hacen los índices.

Síntesis General

Con la finalidad de integrar la información obtenida se presenta de manera sintetizada lo observado hasta ahora:

Profundidad:

- Las zonas con menor profundidad de este estudio (15 m), principalmente las de la región este, presentan un mayor contraste intertemporal y una mayor variabilidad en los valores registrados de los parámetros estudiados que las zonas profundas. Los valores de carbonatos y estroncio son más hacia el este y disminuyen con la profundidad; inversamente, los de hierro y aluminio son más altos hacia el oeste y disminuyen con la profundidad. Lo observado sugiere que existe cierta influencia de los sedimentos transicionales, pero ésta sólo se ejerce en las regiones con menor profundidad al este del área de estudio.
- La densidad, biomasa, riqueza de especies y diversidad, disminuyen conforme la profundidad aumenta, lo cual es muy claro en la región este del área de estudio y, en general, es muy variable entre 15 y 30 m. El patrón de la diversidad no es muy claro, pero sí lo es en diversidad máxima; cabe mencionar que los valores de estos dos índices tienden a converger a los 150 m, punto donde la equidad (con una tendencia muy clara a aumentar con la profundidad) alcanza su valor máximo.
- El efecto de la profundidad parece ser más importante sobre la densidad y biomasa que sobre la riqueza específica y diversidad, destacando los valores registrados en las estaciones E8e15 y E9e15 a 15 m, así como los de la estación E15e150 a 150 m.

Temporalidad

- Durante la temporada de secas, en contraparte con la de lluvias, sobre todo en zonas someras y sin importar la región estudiada, las aguas son hasta 4°C más frías y claramente más saladas hasta los 50 m de profundidad donde se alcanza un punto isohalino a partir del cual la tendencia temporal de la salinidad se invierte. Asimismo, el sedimento tiene valores ligeramente más altos de materia orgánica, así como cambios importantes de la temporada

de secas a la de lluvias, sobre todo en las estaciones ubicadas hacia la región este. Cabe mencionar que el tipo de sedimento registrado en la temporada de secas es el que se consideró como el típico de la estación analizada y lo registrado en la temporada de lluvias representa el cambio.

- La densidad y la biomasa tienden a tener valores más altos en la temporada de lluvias que en la de secas, con puntos inconsistentes a 15 m de profundidad y puntos con poco contraste intertemporal en profundidades mayores que 100 m. Este patrón no es muy claro en la región oeste, es evidente en la región este y, en general, es muy variable a 15 m. El efecto de la temporalidad es más obvio hacia la región este, es importante entre 30 y 75 m, es muy variable a 15 m y es despreciable a partir de 100 m.
- La riqueza de especies, diversidad y diversidad máxima presentan sus valores más altos en la temporada de secas; no obstante, en zonas profundas hay una ligera tendencia a tener valores más altos en la temporada de lluvias, encontrándose un punto de menor contraste intertemporal a los 75 m en la región oeste y a los 50 m en la región este. La equidad no es completamente consistente con lo anterior; sin embargo, hay una tendencia que indica una mayor equidad en la temporada de secas.

Aspectos Generales de los Parámetros en el Área de Estudio:

- Con excepción de bario, hierro y aluminio, la región este presenta características más contrastantes y variables en los valores registrados que la región oeste, principalmente en las zonas con menor profundidad.
- El tipo de sedimento, así como la concentración de estroncio y carbonatos en los sedimentos de las estaciones E8e15, E9e15, E12e50 sugiere que éstas, además de tener una influencia importante de la temporalidad, se relacionan estrechamente con la zona transicional de sedimentos.
- La densidad, biomasa, riqueza específica, diversidad y equidad, tienden a tener valores más altos en la región este, mismos que disminuyen hacia el oeste, lo cual se relaciona con el gradiente entre las provincias sedimentarias en la zona de estudio, el cual va de los sedimentos lodosos propiamente terrígenos del oeste de la Sonda de Campeche a los sedimentos lodoarenosos del este en la zona transicional.

Los resultados obtenidos hasta la fecha sugieren que conforme la profundidad se incrementa, y con la llegada de la temporada de lluvias, en el área de estudio se presentan condiciones ambientales que favorecen que las especies dominantes constituyan una gran proporción de la comunidad, lo cual puede ser un reflejo de condiciones estresantes debidas al incremento en presión y decremento de temperatura (después de los 75 m) en el caso de la profundidad, y a la disminución de la salinidad y las modificaciones en el sedimento en las zonas con menor profundidad debidas al incremento en la descarga de los sistemas fluviolagunares durante la temporada de lluvias.

Impacto Ambiental

Curvas de Abundancia - Biomasa (ABC)

Las gráficas ABC obtenidas para cada campaña y estación en la que los datos permitieron hacer este análisis se encuentran en el Anexo 4. Por su parte, los resultados de los estimadores DAP y SEP se encuentran en el Anexo 5. Debido al número de gráficas y a la cantidad de información que representan 16 estaciones en seis campañas, los resultados acerca del estatus de perturbación que fueron obtenidos para cada estación de muestreo a partir de las gráficas ABC se conjuntaron en la Tablas 11 a 13. En estas se indican el número correspondiente a la escala de estrés o perturbación establecida en este estudio.

La información obtenida se agrupó de acuerdo a la ubicación de las estaciones con base en las regiones este y oeste sobre las cuales se han venido analizando los datos. Asimismo, se agrupó por estrato de profundidad de muestreo para analizarse de la misma manera en la que se analizaron los resultados correspondientes a los patrones de distribución de las abundancias. Para ello, se incluyen tres columnas: dos en las que se proponen las tendencias generales por temporada, y una para la tendencia observada en el muestreo. Así también, se incluye una columna en la que se indica el tipo de estrés que predominó por estación en todo el muestreo.

Los resultados de las curvas indican que la gran mayoría de las estaciones de muestreo (77, que representan el 80%) se encuentran *sin perturbación*, existiendo 5 estaciones (5.2%) con *perturbación ligera* y 8 (8.3%) con *perturbación moderada*; con el índice DAP, 43 estaciones (45%) se encuentran con *perturbación ligera* y 47 (49%) con *perturbación moderada* (Tabla 11a-d); finalmente, con el índice SEP, 9 estaciones (9.3%) se consideran *sin perturbación*, 47 (49%) *ligeramente perturbadas*, 32 (33%) con *perturbación moderada* y 2 (2.1%) *perturbadas* (Tablas 11a-d; 12a-d; 13a-d). Es importante destacar que en todos los análisis únicamente dos estaciones fueron categorizadas como *perturbadas*, no encontrando, en ningún caso, la categoría de *muy perturbada*.

Los resultados generales indican que, a pesar de que existen algunas inconsistencias en los índices para determinar entre estaciones sin perturbación y estaciones ligeramente perturbadas (entre ambas suman el 43%), el 41% de las estaciones se encontró moderadamente perturbada a perturbada en algún momento del muestreo. Lo importante en este sentido es saber si esta perturbación es producto del estrés natural producto de la temporalidad, profundidad o descarga de aguas continentales como se ha venido manejando en los temas anteriores, o bien, puede ser inducido y consecuentemente atribuible a la actividad petrolera. Para ello, se analizarán cada uno de estos efectos de manera independiente para posteriormente analizar los aspectos particulares de cada estación.

Tabla 11.- Resultados de las curvas de abundancia/biomasa por localidad y campaña. A y B) Arreglo por zonas, C y D) Arreglo por profundidad de muestreo; B y D) Arreglo por estrato de profundidad. 1= Sin perturbación; 2= Perturbación ligera; 3= Perturbación moderada; 4= Perturbada; 5= Muy perturbada. DI= Datos insuficientes para realizar el análisis.

a)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	2	1	1	1	1	1	2 a 1	1 a 1	2 1 a 1	1
7w15	1	1	1	1	3	2	1 a 1	2 3 a 2	1 a 1 2	1
1w30	1	2	1	1	1	3	1 2 a 1	1 2 a 2	1 1 1 3	1
5w30	DI	3	1	1	1	1	3 a 1	1 a 1	1 a 1	1
2w75	1	1	1	2	3	1	1 a 1	2 3 a 3	1 2 a 1	1
4w75	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
3w100	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
8e15	1	1	1	1	1	3	1 a 1	1 3 a 3	1 a 1 3	1
9e15	3	1	3	1	DI	1	3 a 3	1 a 1	3 1 2 3	1
11e30	2	1	1	1	1	1	2 1 a 1	1 a 1	2 1 a 1	1
10e30	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
12e50	1	1	1	1	3	1	1 a 1	1 3 a 3	1 a 1	1
13e75	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
14e100	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
16e125	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
15e150	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1

b)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
w15m	1 2	1	1	1	3	1 2	1 2-1 a 1 2	1 3 a 2	1 2-1 a 1-1 2	1
w30m	1	2 3	1	1	1	3	2 3 a 3	1 3 a 3	1 2 3 a 3	1
w75m	1	1	1	1 2	3	1	1 a 1	2 3 a 3	1-1 2 a 1	1
w100m	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
e15m	3	1	3	1	1	3	3 a 3	1 3 a 3	3 1 2 3	1
e30m	1 2	1	1	1	1	1	1 2 a 1	1 a 1	1 2-1 a 1	1
e50m	1	1	1	1	3	1	1 a 1	1 3 a 3	1 a 1	1
e75m	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
e100m	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
e125m	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
e150m	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1

c)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	2	1	1	1	1	1	2 a 1	1 a 1	2 1 a 1	1
7w15	1	1	1	1	3	2	1 a 1	2 3 a 2	1 a 1 2	1
8e15	1	1	1	1	1	3	1 a 1	1 3 a 3	1 1 1 3	1
9e15	3	1	3	1	DI	1	3 a 3	1 a 1	3 1 2 3	1
1w30	1	2	1	1	1	3	1 2 a 1	1 2 a 2	1 1 1 3	1
5w30	DI	3	1	1	1	1	3 a 1	1 a 1	1 a 1	1
11e30	2	1	1	1	1	1	2 1 a 1	1 a 1	2 1 a 1	1
10e30	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
12e50	1	1	1	1	3	1	1 a 1	1 3 a 3	1 a 1	1
2w75	1	1	1	2	3	1	1 a 1	2 3 a 3	1 2 a 1	1
4w75	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
13e75	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
3w100	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
14e100	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
16e125	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
15e150	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1

d)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
15m	2 3	1	3	1	3	3	1 2 3 a 1 1 3	1 3 a 1 2 3	2 3 1 a 1 3 1 2 3	1
30m	1 2	1 2 3	1	1	1	3	1 2 1 a 1 1 3	1 1 3 a 3	1 2 1 a 1 1 3	1
50m	1	1	1	1	3	1	1 a 1	1 3 a 3	1 a 1	1
75m	1	1	1	1 2	3	1	1-1 2 a 1	1 2 3 a 1	1-1 2 a 1	1
100m	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
125m	1	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1
150m	DI	1	1	1	1	1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1

Tabla 12.- Resultados del estimador DAP para curvas de abundancia/biomasa por localidad y campaña. A y B) Arreglo por zona C y D) Arreglo por profundidad de muestreo, B y D) Arreglo por estrato de profundidad. 1= Sin perturbación; 2= Perturbación 3= Perturbación moderada; 4= Perturbada; 5=Muy perturbada. DI= Datos insuficientes para realizar el análisis.

a)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	3	2	2	2	2	2	3 2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
7w15	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 a 3	3 2 a 3	3
1w30	2	3	2	3	3	3	2 3 a 2	3 a 2	2 3 a 2 3	3
5w30	DI	2	2	3	3	2	3 a 2	3 a 2	3 a 2	3
2w75	2	3	2	3	3	2	2 3 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2 3
4w75	DI	2	3	3	3	2	2 a 3	3 a 2	3 a 3 2	3
3w100	DI	2	3	2	3	2	2 a 3	2 3 a 2	2 a 3 2	2
8e15	3	3	3	3	2	3	3 2 a 3	3 2 a 3	3 a 3	3
9e15	3	3	3	3	DI	3	3 2 a 3	3 a 3	3 a 3	3
11e30	3	2	3	3	3	2	3 2 a 3	3 a 2	3 a 3 2	3
10e30	2	2	3	3	3	3	2 a 3	3 a 2	2 a 2	3
12e50	2	2	2	3	3	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
13e75	DI	2	2	3	2	2	2 a 2	3 2 a 2	3 a 2	2
14e100	2	2	2	3	2	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
16e125	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 3 a 3	3 2 a 3	3
15e150	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2

b)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
w15m	3	2	2 3	2	2 3	2 3	3 a 2 3	2 a 2 3	3 2 a 2 3	2 3
w30m	2	3	2	3	3	3 2	2 3 a 2	3 a 3 2	2 3 a 2 3 2	3
w75m	2	3 2	2	3	3	2	2 3 2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
w100m	DI	2	3	2	3	2	2 a 3	2 3 a 2	2 a 3 2	2
e15m	3	3	3	3	2	3	3 2 a 3	3 2 a 3	3 2 a 3	3
e30m	3 2	2	3	3	3	2 3	3 2 a 3	3 a 2 3	3 2 3 a 3 2 3	3
e50m	2	2	2	3	3	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
e75m	DI	2	2	3	2	2	2 a 2	3 2 a 2	3 a 2	2
e100m	2	2	2	3	2	2	2 a 2	3 2 a 2	2 3 a 2	2
e125m	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 3 a 3	3 2 a 3	3
e150m	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2

c)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	3	2	2	2	2	2	3 2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
7w15	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 a 3	3 2 a 3	3
8e15	3	3	3	3	2	3	3 2 a 3	3 2 a 3	3 a 3	3
9e15	3	3	3	3	DI	3	3 2 a 3	3 a 3	3 a 3	3
1w30	2	3	2	3	3	3	2 3 a 2	3 a 2	2 3 a 2 3	3
5w30	DI	2	2	3	3	2	3 a 2	3 a 2	3 a 2	3
11e30	3	2	3	3	3	2	3 2 a 3	3 a 2	3 a 3 2	3
10e30	2	2	3	3	3	3	2 a 3	3 a 2	2 a 2	3
12e50	2	2	2	3	3	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
2w75	2	3	2	3	3	2	2 3 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2 3
4w75	DI	2	3	3	3	2	2 a 3	3 a 2	3 a 3 2	3
13e75	DI	2	2	3	2	2	2 a 2	3 2 a 2	3 a 2	2
3w100	DI	2	3	2	3	2	2 a 3	2 3 a 2	2 a 3 2	2
14e100	2	2	2	3	2	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
16e125	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 3 a 3	3 2 a 3	3
15e150	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2

d)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
15m	3	2 3	3	2 3	2 3	3	3 2 a 3	2 3 a 3	3 2 3 a 3	3
30m	2 3	2 3	2 3	3	3	2 3	2 3 a 2 3	3 a 2 3	2 3 3 a 2 3	3
50m	2	2	2	3	3	2	2 a 2	3 a 2	2 3 a 2	2
75m	2	2 3	2 3	3	3 2	2	2 a 2 3	3 a 2	2 3 a 2 3 2	2
100m	2	2	3 2	2 3	3 2	2	2 a 3 2	2 3 a 2	2 2 3 a 3 2 2	2
125m	3	2	3	2	3	3	3 2 a 3	2 3 a 3	3 2 a 3	3
150m	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 2	2

Tabla 13.- Resultados del estimador SEP para curvas de abundancia/biomasa por localidad y campaña. A y B) Arreglo p C y D) Arreglo por profundidad de muestreo, B y D) Arreglo por estrato de profundidad. 1= Sin perturbación; 2= Perturb ligera; 3= Perturbación moderada; 4= Perturbada; 5= Muy perturbada. DI= Datos insuficientes para realizar el análisis.

a)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	3	2	2	2	2	1	3 2 a 2	2 a 2	3 2 a 2 1	2
7w15	1	3	2	1	3	2	1 3 a 2	1 3 a 2	1 a 2	1 2 3
1w30	1	3	2	3	2	3	1 3 a 2	3 2 a 3	1 3 a 2 3	3
5w30	DI	3	2	2	1	2	3 a 2	2 1 a 2	2 a 2	2
2w75	2	3	2	3	2	2	2 3 a 2	2 3 a 2	2 3 a 2	2
4w75	DI	3	3	2	3	2	3 a 3	2 3 a 2	1 a 2 1	3
3w100	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2
8e15	2	2	1	3	2	2	2 a 1	2 a 2	2 3 a 1 4	2
9e15	3	3	3	2	DI	2	3 a 3	2 a 2	3 2 a 3 2	3
11e30	3	2	3	2	2	2	3 2 a 3	2 a 2	3 2 a 3 2	2
10e30	1	2	3	3	2	3	1 2 a 3	3 2 a 3	1 3 a 3	3
12e50	1	1	2	3	3	2	1 a 2	3 a 2	1 3 a 2	1 2 3
13e75	DI	2	2	2	2	2	2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
14e100	2	2	2	3	3	3	2 a 2	3 a 3	2 3 a 2 3	2 3
16e125	2	2	3	2	3	3	2 a 3	2 3 a 3	2 a 3	2 3
15e150	DI	3	3	2	2	2	3 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2
b)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
w15m	1 3	2 3	2	1 2	2 3	1 2	1 3-2 3 a 2	1 2-2 3 a 1 2	1 3-1 2 a 2-1 2	2
w30m	1	3	2	2 3	1 2	2 3	1 3 a 2	2 3-1 2 a 2 3	1-2 3 a 2-2 3	2 3
w75m	2	3	2 3	2 3	2	2	2 3 a 2 3	2 3 a 2	2-2 3 a 2 3-2	2
w100m	DI	2	3	2	2	2	2 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2
e15m	2 3	2 3	1 3	2 3	2	2 4	2 3 a 1 3	2 3 a 2	2 3 a 1 3	2 3
e30m	3 1	2	3	2 3	2	2 3	3 1-2 a 3	2 3-2 a 2 3	3 1-2 3 a 3-2 3	2 3
e50m	1	1	2	3	3	2	1 a 2	3 a 2	1 3 a 2	1 2 3
e75m	DI	2	2	2	2	2	2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
e100m	2	2	2	3	3	3	2 a 2	3 a 3	2 3 a 2 3	2 3
e125m	2	2	3	2	3	3	2 a 3	2 3 a 3	2 a 3	2 3
e150m	DI	3	3	2	2	2	3 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2
c)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
6w15	3	2	2	2	2	1	3 2 a 2	2 a 2	3 2 a 2 1	2
7w15	1	3	2	1	3	2	1 3 a 2	1 3 a 2	1 a 2	1 2 3
8e15	2	2	1	3	2	2	2 a 1	2 a 2	2 3 a 1 4	2
9e15	3	3	3	2	DI	2	3 a 3	2 a 2	3 2 a 3 2	3
1w30	1	3	2	3	2	3	1 3 a 2	3 2 a 3	1 3 a 2 3	3
5w30	DI	3	2	2	1	2	3 a 2	2 1 a 2	2 a 2	2
11e30	3	2	3	2	2	2	3 2 a 3	2 a 2	3 2 a 3 2	2
10e30	1	2	3	3	2	3	1 2 a 3	3 2 a 3	1 3 a 3	3
12e50	1	1	2	3	3	2	1 a 2	3 a 2	1 3 a 2	1 2 3
2w75	2	3	2	3	2	2	2 3 a 2	2 3 a 2	2 3 a 2	2
4w75	DI	3	3	2	3	2	3 a 3	2 3 a 2	1 a 2 1	3
13e75	DI	2	2	2	2	2	2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
3w100	DI	2	2	2	2	2	2 a 2	2 a 2	2 a 2	2
14e100	2	2	2	3	3	3	2 a 2	3 a 3	2 3 a 2 3	2 3
16e125	2	2	3	2	3	3	2 a 3	2 3 a 3	2 a 3	2 3
15e150	DI	3	3	2	2	2	3 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2
d)	M1	M3	D1	M2	M4	D2	Tendencia Secas	Tendencia Lluvias	Tendencia Gral.	Predomina
15m	3	2 3	2	2	2	2	3-2 3 a 2	2 a 2	3 2 a 2	2
30m	1	2 3	2 3	2 3	2	2	1 a 2 3	2 3-2 a 2	1-2 3 a 2 3-2	2 3
50m	1	1	2	3	3	2	1 a 2	3 a 2	1-3 a 2	1 2 3
75m	2	3	2	3	2	2	2 3-2 a 2	3-2 3 4 a 2	2 3 a 2	2
100m	2	2	2	2 3	2 3	2 3	2 a 2	2 3 a 2 3	2-2 3 a 2-2 3	2
125m	2	2	3	2	3	3	2 a 3	2 3 a 3	2 a 3	2 3
150m	DI	3	3	2	2	2	3 a 3	2 a 2	2 a 3 2	2

Con base en la profundidad y temporada de muestreo los resultados son, en gran medida, acordes con los patrones de comportamiento observados hasta la fecha; es decir, con excepción de algunos casos particulares, e independientemente de la temporada y su ubicación, las estaciones de entre 15 y 30 m se encuentran con un mayor grado de perturbación predominantemente *moderado*, siendo menos obvio en la época de secas que en la de lluvias donde, inclusive, se alcanzan niveles *perturbados*, que son los más altos que se registraron en este estudio para una estación (Tablas 12a-d; 13a-d).

En cuanto a la ubicación de las estaciones de muestreo en el área de estudio las diferencias generales no son muy claras, son más evidentes lo observado en cada estación. Son más las estaciones con *perturbación moderada* y menos las que están *sin perturbación* en la región este con respecto a la oeste. Asimismo, de las cuatro estaciones que en algún momento del muestreo registraron los valores más bajos de los índices, tres se ubican hacia la región oeste (E5w30_M4; E6w15_D2; E7e15_M1) y sólo una (E12e50_M1) hacia la este (Tabla 12a, 13a). Esto no concuerda con lo que se ha mencionado anteriormente; las diferencias son dadas por la baja perturbación observada en el estrato de los 15 m de la región oeste, principalmente en la estación E6w15.

Debido a que no es posible distinguir algún patrón en particular en las estaciones que sea constante en todo el muestreo y con el cual alguna estación pueda ser caracterizada, es necesario analizar los aspectos específicos en los que se observe algún comportamiento peculiar:

- Estación E6w15.- Con un patrón consistente en el muestreo. Tiene un bajo nivel general de perturbación (predominantemente ligero). Es moderadamente perturbada en el primer muestreo (E6w15_M1) y de ligeramente perturbada a sin perturbación en el último (E6w15_D2).
- Estaciones E6w15_D2, E12e50_M1, E7w15_M1, E5w30_M4.- En algún muestreo, con algún índice, registraron los valores más bajos de perturbación.
- Estaciones E15e150, E3w100, E13e75, E6w15.- Con un patrón consistente en la temporada de lluvias. Son ligeramente perturbadas.
- Estaciones E12e50, E13e75, E14e100. Con un patrón consistente en la temporada de secas. Son ligeramente perturbadas. La primera es la que tiene niveles más bajos de perturbación en esta época.
- Estaciones E5w30, E3w100, E11e30.- Con un patrón consistente en la temporada de secas. Son ligera- a moderadamente perturbadas.

- Estaciones E2w75, E8e15, E10e30, E14e100, E1w30, E4w75, E12e50, E16e125.- Con un patrón consistente en la temporada de lluvias. Son moderadamente perturbadas. Las dos primeras alcanzaron niveles perturbados (los más altos del muestreo).
- Estación E9e15.- Con un alto nivel de perturbación general. Es moderadamente perturbada en la temporada de secas y de ligeramente a moderadamente perturbada en la de lluvias.

Relacionando estos resultados con la actividad petrolera no se observó alguna tendencia lo suficientemente clara que permita establecer algún patrón de comportamiento ecológico consistente con este tipo de perturbación a lo largo del tiempo en el área de estudio; no obstante, se puede destacar las siguientes tendencias generales:

- Las estaciones con baja concentración de bario (E6w15, E3w100, E13w100, E15e150) presentan, en general, niveles bajos de perturbación. De éstas, la estación E6w15 que presenta la más baja concentración de bario es también la menos perturbada. Los resultados encontrados en esta estación son trascendentes debido a que puede establecerse como una localidad de referencia en la zona de estudio.
- Asimismo, las estaciones con las más altas concentraciones de bario (E1w30, E2w75, E4w75) presentan, en general, niveles comparativamente más altos de perturbación. De estas tres, la E2w75 es la estación más perturbada; sin embargo, es la segunda con más concentración de bario.

Con base en el muestreo utilizado en este estudio y siguiendo los patrones ecológicos de comportamiento y tendencias observadas, se deduce que la zona de estudio en general está sujeta a un estrés ambiental primordialmente de índole natural que enmascara el estrés inducido por la actividad petrolera en el área de estudio. La principal causa de este estrés es el efecto general de la temporalidad que con el incremento en la descarga de aguas continentales durante la temporada de lluvias, la cual afecta la estructura de la comunidad de poliquetos propiciando una condición de perturbación moderada con cambios estructurales importantes en las zonas con profundidades de 15 y 30 m. Es importante mencionar este efecto en ocasiones se observa hasta profundidades de 50 y 75 m.

Estos resultados no son ajenos a lo que se ha observado anteriormente en la región, ya que debido a la explotación de hidrocarburos en la Sonda de Campeche, esta zona ha sido sujeto de estudio desde hace dos décadas. En los antecedentes de este trabajo se puede constatar que existe un número importante de trabajos dirigidos a identificar algún tipo de impacto al ambiente ocasionado por esta actividad petrolera. Algunos midieron hidrocarburos y/o metales pesados en los sedimentos sin encontrar algo más que "altas

concentraciones", lo cual, ante la dificultad y carencia de estudios para establecer concentraciones límites máximos permisibles regionales e incluso locales en los sedimentos de la región, no han podido determinar algún impacto.

Recientemente, debido a la estrecha relación que guardan la fauna béntica (sésil y semisésil) y el sedimento (como el sustrato donde habitan), los estudios sobre impacto ambiental se han centrado en el efecto de los hidrocarburos sobre esta fauna, destacando entre los más recientes Ortiz Hernández (1993) y Sánchez García (1995) que evaluaron la influencia de los hidrocarburos en sedimentos sobre la distribución y abundancia de organismos bénticos (poliquetos y macrofauna en general respectivamente), así como Domínguez Brito y Granadillo Pérez (1995) quienes analizaron el impacto ambiental de las actividades de perforación de pozos petroleros.

Sin embargo, en los resultados obtenidos no se registran concentraciones altas de hidrocarburos del petróleo, más aun, dichas concentraciones se consideraron dentro de los límites de "no-contaminación"; de igual manera, al relacionar dichas concentraciones con la fauna no se ha logrado determinar un comportamiento definido, al menos de los poliquetos, con relación a la presencia de hidrocarburos en el estudio; por el contrario, Sánchez García (1995) menciona que *la profundidad y las características sedimentarias son el principal control de la distribución, abundancia y biomasa de la comunidad béntica.*

Esta autora también hace patente que las comunidades bénticas en la zona de estudio se encuentran bajo un nivel moderado de estrés y resalta la presencia del giro ciclónico en la bahía como un factor determinante en la dispersión y distribución de los hidrocarburos del petróleo y de las características sedimentarias. En el mismo contexto, recomendó utilizar en futuros estudios, sólo al grupo de anélidos poliquetos para detectar los cambios en la estructura comunitaria, ya que de manera general obtuvo los mismos resultados que utilizando además a los crustáceos, moluscos, sipuncúlidos, braquiópodos y equiúridos.

En resumen, hasta la fecha no se ha logrado tener resultados contundentes acerca de algún tipo de estrés que se relacione directamente con la contaminación por hidrocarburos o metales pesados; más aun, los estudios actuales de dinámica oceánica y geoquímica parecen indicar que el estrés al que está sujeto la fauna béntica de la Sonda de Campeche es, en mayor grado, de índole natural que inducido.

Especies Indicadoras

Con base en lo expuesto en la revisión de este tema en los antecedentes, y debido a la carencia de estudios en México sobre los patrones de vida y de comportamiento ecológico de los poliquetos de la región, en la actualidad resulta irrelevante establecer especies de poliquetos indicadoras de contaminación en el área de estudio. No obstante en la región se han registrado especies indicadoras de contaminación por hidrocarburos que es necesario analizar para definir su condición actual de indicadora y considerar su aplicación en el área de estudio:

González Macías (1989; 1997), analizó la comunidad béntica de una "chapopotera natural" en la Sonda de Campeche, registró cinco especies de poliquetos tolerantes a concentraciones elevadas de hidrocarburos. Por su parte, Sánchez García (1995) evaluó el efecto de los hidrocarburos de petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del banco y sonda de Campeche, a partir del cual registra 17 especies de poliquetos indicadoras de contaminación. Con base en lo anterior, se han registrado 22 especies de este tipo cuyo estatus se discute a continuación:

- * *Ophelina aulogaster*.- González Macías (1989) la registra como la especie más abundante en la *chapopotera*, habitando exclusivamente en ésta; sin embargo, en González Macías (1997) esta especie no aparece a pesar de que los muestreos de ambos trabajos corresponden en fecha.

Observaciones.- Los organismos de esta especie fueron reasignados como *Armandia maculata* González Macías (com. pers.), cuya presencia es común en los sedimentos lodosos del área de estudio (Granados Barba, 1994). *Armandia agilis* es otra especie de este género; sin embargo, se distribuye en los sedimentos arenosos del Banco de Campeche (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993). Al respecto, Uebelacker (1984), menciona que en el Golfo de México las especies *A. agilis* y *A. maculata* presentan ojos laterales que tienden a ser inconspicuos con el incremento en talla, por lo que pueden ser asignados erróneamente como *Ophelina* que carece de ojos laterales. Este también podría ser el caso de *Ophelina acuminata* registrada en Sánchez García (1995), no obstante, esta autora también registra a *Armandia agilis* y *A. maculata*.

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio.- *Armandia maculata* es una especie dominante ocasional de amplia distribución en la temporada de secas; es decir, se distribuye ampliamente, con poca abundancia en la época de lluvias, pero que llega a ser dominante por sus altas densidades en la de secas, por lo que parece ser afectada de manera importante por la temporalidad. Las densidades más altas de esta especie se presentan hacia la región este del área de estudio (estaciones E8e15 y E9e15) fuera de la zona de plataformas petroleras, y no en las estaciones que en este estudio registran la más

alta concentración de bario (E1w30, E2w75 ó E4w75) que coincidentemente son las más cercanas a la *chapopotera natural* de los estudios de González Macías.

Con base en lo anterior, es necesario estudiar con detalle el patrón de vida y ecológico de *Armandia maculata* para definir su condición de especie indicadora en el área de estudio.

- * *Sigambra bassi*.- González Macías (1989) la registra como una especie tolerante a concentraciones elevadas de hidrocarburos; sin embargo, en González Macías (1997) esta especie se registra pero no aparece dentro de las indicadoras de la presencia de hidrocarburos.

Observaciones.- *Sigambra bassi* es una especie que no ha sido registrada para la zona de estudio en otros trabajos (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Granados Barba, 1994; Sánchez García, 1995; Hernández Arana, 1995), en cambio es muy similar en apariencia y puede confundirse con *S. tentaculata*, especie ampliamente distribuida en la región, la cual se registra como especie indicadora de contaminación en (Sánchez García, 1995) en la zona. Con base en la abundancia y frecuencia que González Macías (1997) registra para *S. bassi*. En este estudio se considera que los especímenes de *S. bassi* deben asignarse a la especie *S. tentaculata*.

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio.- *Sigambra tentaculata* es una especie común en pero con poca abundancia durante todo el año. Ocupa el quinto lugar en importancia de acuerdo con el índice IVI. Su presencia en estaciones con alta o baja concentración de bario es inconsistente y la temporalidad parece afectar su distribución por lo que su calidad de indicadora no está claramente sustentada. Para ello, es necesario estudiar con más detalle su patrón de vida y ecológico.

- * *Lumbrineris tenuis* (= *Scoletoma tenuis* en Frame, 1992).- En González Macías (1989) se registra como tolerante a concentraciones elevadas de hidrocarburos. En González Macías (1997) se incluye dentro de las especies "indicadoras de la presencia de petróleo", concluyendo que *es indicadora de ambientes naturales limoarcillosos cuyas modificaciones poblaciones podrían ser indicadoras de efectos más graves y permanentes en la región, que en un momento dado discriminarían la presencia de hidrocarburos en el ambiente.*

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio.- *Scoletoma tenuis* es una especie dominante constante de amplia distribución, disminuyendo ligeramente su densidad en la época de secas. Ocupa el quinto lugar en importancia de acuerdo con el índice IVI. Registra las densidades más altas en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario (E10e30, E11e30), incluyendo aquellas con la más alta concentración de bario (E1w30, E2w75, E4w75), más aun, curiosamente no se recolectó en la estación que presenta los valores más bajos de bario (E6w15). Sin embargo, también es abundante en la

zona terrígena (Granados Barba, 1991), en la zona transicional y Banco de Campeche (Rodríguez Villanueva 1993; Miranda Vázquez, 1993) habitando en un rango amplio de profundidad, temperatura, salinidad y materia orgánica.

Scoletoma tenuis es ubicua en la región y su presencia en estaciones con alta concentración de bario no es completamente consistente, por lo que su calidad de indicadora no está claramente sustentada; sin embargo, su ausencia en la estación con menos concentración de bario durante todo el muestreo es de interés. Por ello, es necesario estudiar con más detalle su patrón de vida para definir su condición de indicadora.

- * *Nephtys incisa* y *Aricidea suecica*.- En González Macías (1989) se registran como "especies tolerantes a concentraciones elevadas de hidrocarburos". En González Macías (1997) se incluyen en las especies "indicadoras de la presencia de petróleo", concluyendo que es tolerante a emisiones recientes, constantes y homogéneas de hidrocarburos del petróleo que enriquecen el ambiente permitiendo una comunidad biológica físicamente controlada con una estabilidad persistente.

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio.- *Nephtys incisa* es una especie dominante constante de amplia distribución, siendo la especie más importante de acuerdo con el índice IVI. Disminuyen su densidad y biomasa moderadamente en la época de secas. Registra las densidades más altas en las estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario (E10e30, E11e30), incluyendo aquellas con la más alta concentración de bario (E1w30, E2w75, E4w75). Sin embargo, es también abundante en la zona transicional habitando en un rango amplio de profundidad, temperatura, salinidad y materia orgánica (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993).

Nephtys incisa es una especie que, a pesar de que su presencia en las estaciones con alta concentración de bario es importante y consistente en el muestreo, es ubicua en la región, principalmente en los sedimentos lodosos y en menor grado en los sedimentos lodoarenosos (López Granados, 1993). Por ello, es necesario estudiar con más detalle su patrón de vida para definir su condición de especie indicadora.

Con respecto a *Aricidea suecica* es una especie rara de distribución restringida, ausente en la temporada de lluvias y no aparece entre las primeras 30 especies más importantes con base en el índice IVI. El estatus taxonómico de esta especie en el ámbito mundial, así como de muchas especies de la familia Paraonidae, es incierto. Los especímenes que pueden ser estrictamente asignados a esta especie son muy pocos, otros más pueden confundirse con otras especies del género. En general, la taxonomía de paraónidos en el Golfo de México necesita una revisión (Granados Barba, 1994) por lo que el estatus taxonómico de esta especie es incierto y su condición de especie indicadora está sustentado.

- * *Paraprionospio pinnata*, *Levinsenia gracilis*, *Tharyx multifilis* y *Ninoë ningripes*. - En González Macías (1997) se registran como especies tolerantes a la presencia de hidrocarburos y aportes de contaminantes de composición y concentraciones heterogéneas en eventos de corta duración permitiendo el establecimiento de una comunidad con estabilidad resiliente, capaz de recuperarse de una perturbación en un lapso corto.

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio. - *Paraprionospio pinnata* es una especie dominante de amplia distribución, es la segunda más importante según el índice IVI. Disminuye moderadamente su densidad en la temporada de secas, no así su biomasa. Aunque no con un patrón consistente en todo el muestreo, se registran densidades altas de esta especie en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario (E10e30, E11e30), incluyendo aquellas con la más alta concentración de bario (E1w30, E2w75, E4w75). Sin embargo, es también abundante en la zona transicional sedimentaria habitando en un rango amplio de profundidad, temperatura, salinidad y materia orgánica.

Paraprionospio pinnata es una especie que, no obstante que su presencia en las estaciones con alta concentración de bario es importante, y que además, resultó ser la única que presentó correlaciones significativas con hidrocarburos en Ortiz Hernández (1990). Es ubicua en el área de estudio y ha resultado ser numéricamente dominante en toda la plataforma continental de las aguas mexicanas del Golfo de México (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; López Granados, 1993; Amieva Obregón, 1996) y Océano Pacífico en los golfos de California y Tehuantepec (Hernández Alcántara *et al.*, 1994). Es necesario estudiar con más detalle su patrón de vida para definir su condición indicadora.

Con respecto a *Paraonis gracilis* (= *Levinsenia gracilis*) es una especie común constante pero con poca abundancia, y no aparece entre las primeras 30 especies más importantes de acuerdo con el índice IVI. Cuando esta especie se presenta, lo hace (con baja abundancia) en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario (E10e30, E11e30), incluyendo aquellas con la más alta concentración de bario (E1w30, E2w75, E4w75); sin embargo, éste no es un patrón consistente en todo el muestreo. Esta especie puede confundirse con *Levinsenia reducta*, especie rara que también ha sido recolectada en el área estudio. *Levinsenia gracilis* que también se ha propuesto como especie indicadora de contaminación en Sánchez García (1995), se distribuye también en toda la zona transicional y en el Banco de Campeche habitando en un rango amplio de profundidad, temperatura, salinidad y materia orgánica (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993). Es necesario estudiar con más detalle su patrón de vida y ecológico para definir su condición de especie indicadora.

Por su parte, *Ninoë ningripes* no se recolectó en este estudio; sin embargo, únicamente ha sido registrada en dos estaciones de la plataforma continental del Sur del Golfo de México (Granados Barba, 1991; Solís Weiss *et al.*, 1995b), por lo que se considera rara en el golfo.

Con base en su patrón de distribución, es probable que su identificación taxonómica se pueda confundir con *N. leptognatha* o *N. brasiliensis*, especies ampliamente distribuidas en la región. La identificación taxonómica de esta especie es incierta (González Macías, 1997) por lo que hasta que no se valide su condición de indicadora no está sustentado.

Así también *Tharyx multifilis* no se recolectó en este estudio y no se ha registrado en la región. El género *Tharyx* fue revisado taxonómicamente y redefinido con cambios sustanciales por Blake (1991), a partir del cual se erigieron los géneros *Monticellina* y *Aphelochaeta* en donde fueron asignados especímenes que estaban incluidos dentro de *Tharyx*. En la zona de estudio, los especímenes que se habían identificado como *Tharyx* (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993) fueron reasignados dentro de los géneros *Aphelochaeta* y *Monticellina* (Solís Weiss *et al.*, 1995b) por lo que la identificación taxonómica de *T. multifilis* es incierta, ya que puede representar al menos dos especies diferentes. Es necesario que no se haga la revisión de los especímenes para validar su condición de especie indicadora.

- * *Ancistrosyllis sp.*, *Cirratulus sp.*, *Leiochrus sp.*, *Spio sp.*, *Microspio sp.*, *Prionospio sp. 1.*, *Prionospio (Minuspio) cirrifera*, *Prionospio (Prionospio) cristata*, *Diopatra neotridens*, *Mooreonuphis nebulosa*, *Cirrophorus cf. forticirratulus*, *Mediomastus californiensis*, *Cossura soyeri*. Estas especies se consideraron indicadoras de contaminación en Sánchez García (1995).

Discusión con Base en lo Observado en Este Estudio

Ejemplares identificados hasta el nivel taxonómico de género: Al no contar con un nombre y no poder consultar su descripción o diagnóstico para validarlos, el estatus taxonómico de éstos resulta incierto. Es necesario hacer una revisión taxonómica para sustentar su condición de indicadores de contaminación. Debido a la relevancia del papel que representan los bioindicadores en los estudios de monitoreo ambiental, es importante hacer hincapié del compromiso que un investigador tiene con la determinación taxonómica de los especímenes hasta el nivel taxonómico de especie para otorgarles una condición de especie indicadora de contaminación.

En el caso de *Prionospio (Minuspio) cirrifera* hay que mencionar que el género *Prionospio* fue revisado por Maciolek (1985) con especímenes de diferentes profundidades y áreas geográficas, resultando que *P. cirrifera* representaba en realidad un complejo de especies, con lo cual el estatus taxonómico de esta especie en el Golfo de México es aún incierto. Es necesario revisar los especímenes y validar su condición de especie indicadora de contaminación.

Prionospio (P.) cristata es una especie rara ocasional de distribución restringida, es común en la temporada de secas pero no se presenta en la de lluvias y no aparece entre las

primeras 30 especies más importantes según el índice IVI. Aunque se recolectó en sedimentos lodosos, tiende a distribuirse en los sedimentos lodoarenosos, arenosos y arenas con grava, habitando en un rango relativamente estrecho de profundidad, menor que 100 m (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; López Granados, 1993; Corona Rodríguez, 1997). *Prionospio (P.) cristata* es rara en los sedimentos lodosos de la Sonda de Campeche, tiende a distribuirse en el Banco de Campeche y, al parecer, es influenciada por la temporalidad, por lo que su condición de indicadora de contaminación no está sustentada.

Diopatra neotridens es una especie común pero con poca abundancia que no aparece entre las primeras 30 especies más importantes de acuerdo con el índice IVI. Rara vez se presenta en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario. Esta especie también se distribuye en la zona transicional y en el Banco de Campeche hasta Puerto Progreso, habitando en un rango amplio de profundidad, temperatura, salinidad y materia orgánica (Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Corona Rodríguez, 1997). *Diopatra neotridens* puede confundirse con *D. cuprea*, especie frecuente y abundante también recolectada en la región.

Diopatra neotridens es ubicua en la región y su presencia en estaciones con alta concentración de bario es inconsistente, por lo que su calidad de indicadora no está claramente sustentada; sin embargo, su ausencia en la estación con menos concentración de bario durante todo el muestreo, hace necesario estudiar más a fondo el patrón de vida y ecológico de esta especie para definir su condición de indicadora de contaminación.

Mooreonuphis nebulosa no se recolectó en este estudio; no obstante, se distribuye en la región en sedimentos lodoarenosos, arenosos y arenas con grava, habitando en un rango relativamente estrecho de profundidad, temperatura y salinidad (Granados barba, 1991; Rodríguez Villanueva, 1993; Miranda Vázquez, 1993; Corona Rodríguez, 1997). Tiende a no habitar los sedimentos lodosos de la Sonda de Campeche, por lo que su condición de indicadora de contaminación no está claramente sustentada. Es necesario estudiar con más detalle su patrón ecológico.

*Cirrophorus cf. forticirratu*s no se recolectó en este estudio; no obstante había sido registrado en la región (Rodríguez Villanueva, 1993). La taxonomía de este género es complicada por lo que ha sido motivo de confusiones relacionadas con la observación de estructuras que definen especies. Los especímenes registrados por dicha autora fueron asignados posteriormente a la especie *C. furcatus* (Solís Weiss *et al.*, 1995b), por lo que si este fuera el caso, *C. furcatus* es una especie rara que se ha recolectado en sedimentos lodoarenosos de la zona de transición, así como en sedimentos arenosos del Banco de Campeche. En este estudio *C. furcatus* se recolectó sólo en la estación E12e50 (con valores intermedios de la concentración de bario), la única estación que es característicamente lodoarenosa, por lo que su condición de indicadora de contaminación no está sustentada.

Mediomastus californiensis es una especie rara ocasional de distribución restringida que no aparece entre las primeras 30 especies más importantes de acuerdo con el índice IVI. No se recolectó en la temporada de lluvias y se registró en sólo un muestreo en la de secas. No obstante, en el Banco de Campeche se ha recolectado en la temporada de lluvias (Rodríguez Villanueva, 1993).

Mediomastus californiensis tiende a distribuirse en las zonas con menor profundidad (15 m) del este del área de estudio, en sedimentos lodosos y lodoarenosos. No se encontró en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario, en cambio, si se recolectó en la estación que registra los valores más bajos de este metal, por lo que su condición de indicadora no está sustentada. Es necesario estudiar con más detalle su patrón ecológico.

Cossura soyeri (= *Cossura delta* Granados Barba y Solís Weiss, 1997b). *Cossura delta* es una especie dominante de amplia distribución, siendo la tercera más importante de acuerdo con el índice IVI. Disminuye su densidad de manera importante en la época de lluvias (contrariamente a la mayoría de las especies importantes), afectándose con la presencia de sedimentos lodoarenosos. Tiende a ser numéricamente abundante en las zonas con menor profundidad (15 m) con sedimentos lodosos de la región este del área de estudio. Incrementa en densidad en estaciones con valores por arriba del promedio de la concentración de bario pero sólo en la época de lluvias. En la estación que registra los valores más bajos este metal sólo se presentó en un muestreo.

Cossura delta es una especie ubicua en la región y, no obstante que tiene presencia en estaciones con alta concentración de bario, su patrón es inconsistente; sin embargo, su poca presencia en la estación que registra los valores más bajos de este metal crea la necesidad de estudiar con más detalle su patrón de vida y ecológico para definir su condición de especie indicadora de contaminación.

Los resultados de este análisis indican que de las 22 especies de poliquetos que han sido registradas como indicadoras de contaminación, 10 tiene problemas en la determinación taxonómica y sus estatus taxonómico es incierto (*Ophelina aulogaster*, *Sigambra bassi*, *Aricidea suecica*, *Tharyx multifilis*, *Prionospio cirrifera* y las cinco "sp."), lo cual, además de representar un alto porcentaje (45%). Las especies restantes, debido a las razones discutidas en cada caso, no sustentan claramente su condición de indicadoras; no obstante, son de interés los casos de *Scoletoma tenuis*, *Diopatra neotridens*, *Nephtys incisa* y *Cossura delta* cuyo comportamiento sugiere realizar un análisis más detallado acerca de sus patrones de vida y ecológicos.

Lo expuesto anteriormente evidenció la necesidad e importancia de hacer un mayor esfuerzo para contar con un trabajo taxonómico confiable que cuente con identificaciones hasta el nivel de especie; ello permitirá contar con resultados precisos en el ámbito

ecológico. Resulta difícil establecer especies indicadoras de contaminación sin antes conocer su distribución local y regional, así como su variación en el tiempo considerando la variación natural del ambiente propia de la zona a estudiar. Al respecto, Gallagher y Grassle (1997), mencionan que no es sorprendente que la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos (EPA), al cabo de tres décadas de estudios, no haya podido tener éxito en el desarrollo de un índice béntico de degradación ambiental que sea totalmente confiable. La falta de éxito es atribuida al poco conocimiento de todas las variables ambientales que naturalmente determinan la estructura comunitaria de los invertebrados bénticos.

Los bioindicadores han sido una herramienta comúnmente utilizada para evaluar impactos ambientales mediante la caracterización de los factores ambientales del entorno que ocupan y su asociación con condiciones ambientales particulares (Reish, 1986). La situación actual de las especies indicadoras de contaminación, así como de los índices bióticos continúa hasta cierto punto incierta (Gallagher y Grassle, 1997); los problemas a los que se enfrentan se relacionan con:

- 1) La inconsistencia en los resultados a lo largo del tiempo y su valoración en diferentes áreas geográficas.
- 2) Lo subjetivo que pueden ser las definiciones y los diagnósticos ("bueno" y "malo", "aceptable" y "no aceptable" o "degradado" y "no degradado" etc.).
- 3) Problemas con la estandarización en el muestreo (principalmente relacionados con el muestreador y la replicación de muestras).
- 4) Documentación taxonómica inadecuada, producto de los problemas relacionados con exactitud y precisión taxonómica. Muchos de los taxones dominantes numéricamente en el ámbito mundial requieren revisiones taxonómicas.

Actualmente, es sabido que no hay una especie ideal para determinar la calidad del ambiente en todas las condiciones ambientales, sobre todo después de probarse que algunas de las especies mundialmente ligadas a la contaminación son, en realidad, un conjunto de especies como en el caso de *Capitella capitata* o de *Polydora ligni*. Asimismo, de acuerdo con Gallagher y Grassle (1997) no se ha establecido una medida absoluta de la estructura comunitaria béntica que determine si un sitio fue afectado por contaminación; es decir, no existe un índice que claramente determine que una distribución de especies observadas en una muestra sea resultado de contaminación. Únicamente aquellas zonas marinas cercanas a la defaunación o donde dominan los miembros del género *Capitella* pueden ser declarada como *degradada* sin ambigüedades. Sin embargo, Warwick (1993) descarta su uso como indicador de contaminación, considerándolo indicador de enriquecimiento orgánico más que de toxicidad. Menciona que es igualmente riesgoso considerar como *no degradada* a una zona con alta abundancia y riqueza de especies.

Otro enfoque a partir del cual se ha tratado de utilizar a los poliquetos como indicadores relacionando la presencia de grupos tróficos y el tipo sedimento o hábitat, para lo cual se han propuesto a los poliquetos porque es un taxón representativo de la fauna béntica

compuesto por muchas especies que son ecológicamente distintas (Howmiller y Scott, 1977) con el cual se han tenido buenos resultados en el agrupamiento de mecanismos tróficos con la materia orgánica (Read y Renshaw, 1977).

La problemática con este tipo de estudios se relaciona con la existencia de especies depredadoras de múltiples niveles tróficos (Commito y Ambrose, 1985), así como las que usan más de un tipo de alimentación, dichas especies son oportunistas que varían su dieta de acuerdo con la disponibilidad del alimento y cuyos límites no siempre se pueden precisar, ya que algunas tienden a cambiar su estrategia trófica de acuerdo al desarrollo o disponibilidad de alimento (Maurer *et al.*, 1981; Cadée, 1984). Asimismo, Snelgrove y Butman (1995) concluyen que las especies de fondos blandos no siempre se pueden asociar con un sólo tipo de sedimento, ya que los sedimentívoros y suspensívoros frecuentemente concurren con gran abundancia en una misma estación. De acuerdo con Salazar Vallejo (1998), la variabilidad morfológica en los miembros de una familia de poliquetos implica también diferencias en los mecanismos tróficos, por lo que no es posible utilizar un esquema en que cada género o especie tengan su propia categoría, menos conveniente aun, resulta asignar en un sólo tipo trófico a todos los componentes de una misma familia. Concluye que mientras que no se avance sustancialmente en el conocimiento biológico, e incluso, taxonómico de las especies, aun está lejano el día en que se pueda contar con una especie biomonitor entre los poliquetos. Comenta que el problema se relaciona con querer sobresimplificar el trabajo en ecología de la contaminación, pero *los poliquetos parecen resistir casi cualquier simplificación.*

Los invertebrados bénticos marinos de la región petrolera del Suroeste del Golfo de México son una fauna abundante y diversa que está sujeta a condiciones ambientales naturales en ocasiones severas producto de procesos estacionales atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos cuya intensidad y frecuencia son agentes importantes para su establecimiento. Aunado a éstas está la intervención antropogénica producto de la explotación de los recursos naturales en la región, por lo que es común que los disturbios rebasen el nivel de resistencia de ciertas especies propiciando su desaparición temporal.

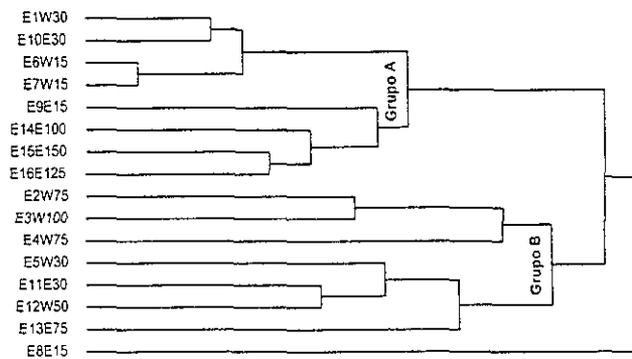
Esta fauna representa actualmente una oportunidad para seguir estudiando y analizando la respuesta particular de las especies ante las presiones que el ambiente les impone. Para ello, en conjunto con este tipo de estudios es necesario considerar los hábitos alimenticios, patrones de reproducción y, mediante bioensayos, determinar con mayor precisión si una especie puede ser considerada bioindicadora de determinada condición ambiental. Finalmente este capítulo puede concluir retomando lo expuesto por Cognetti (1992): *"...existen especies que colonizan ambientes contaminados que ofrecen respuestas particulares a eventos impredecibles de las condiciones ambientales e, independientemente de que se consideren oportunistas, existen poblaciones de especies con diferentes grados de adaptabilidad, capaces de ocupar ambientes particulares en situaciones peculiares que es necesario continuar estudiando..."*.

kinbergonuphis cedroensis junto con *Spiophanes duplex*, mientras que E12, a 50 m, presenta un sedimento de tipo lodoarenoso y en ella domina *Notomastus lineatus* junto con *K. cedroensis* y *Ophioglycera lyra*. Finalmente, E9, E8 que están dispuestas hacia la derecha, se asocian por sus altos valores de densidad y riqueza de especies, siendo más altos, en ambos parámetros, los valores de E8.

En estos análisis no parece existir un patrón claro que relacione la ubicación de las estaciones con algún parámetro que pueda caracterizar de manera general este muestreo; no obstante, las tres estaciones con los valores más altos (E9e15, E8e15, E12e50) se ubican al este del área de estudio, destacando las estaciones con menor profundidad (E9e15, E8e15) por sus altos valores. Es de notar la alta densidad de *Leiocapitella* sp. 1 especie dominante en densidad de este muestreo; sin embargo, sólo se presenta en E8 y E9. En E8, además, *Cossura delta* y *Scoletoma verrilli* también tienen una importante densidad.

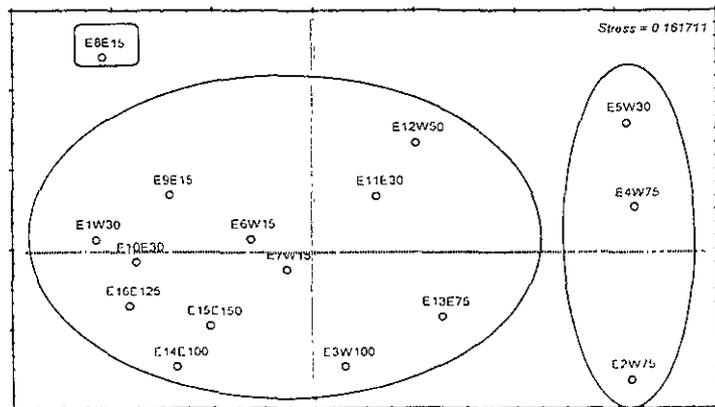
Campaña M2. - El dendrograma de la Figura 46 muestra dos grupos: Uno A (E1, E10, E6, E7, E9, E14, E15, E16) liga estaciones con densidad y riqueza de especies bajas; el grupo se subdivide en con base en su profundidad. Uno B (E2, E3, E4, E5, E11, E12, E13) liga a estaciones con alta densidad y riqueza, cuyos componentes se dividen por su composición y riqueza de especies. E8 se separa por sus valores más bajos.

Figura 46.- Dendrograma de Localidades con Base en Densidad (M_2) datos transformados, union completa, distancias euclidianas



En el mapa del NMDS de la Figura 47 el grupo A se dispone al centro junto con algunas estaciones del B (E3, E13, E11, E12). Hacia la derecha se separan E5, E4, E2 (también del grupo B), por sus altos valores de ambos parámetros siendo E2 la de menos riqueza de especies. Finalmente, E8 se dispone hacia arriba y a la izquierda del mapa por sus valores relativamente bajos de densidad y altos de riqueza específica

Figura 47.- Mapa del NMDS (M_2, densidad, datos transformados)

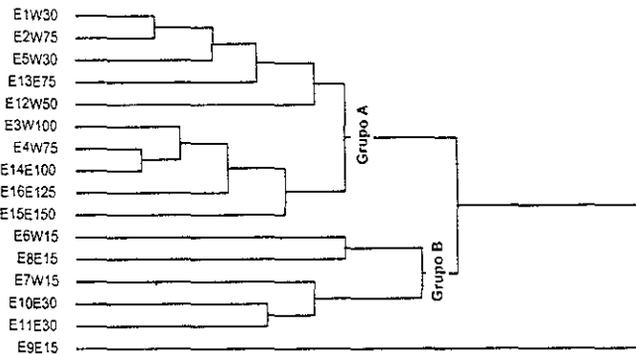


Con este análisis se observa a que a la derecha del mapa se dispongan las estaciones con mayor densidad y, aunque menos claramente, las estaciones con menor profundidad se ubican hacia los cuadrantes superiores y las profundas hacia los inferiores. Destaca en este muestreo la considerable disminución en los valores de E8 y E9, lo cual coincide con que las especies *Leiocapitella* sp. 1 y *C. delta* desaparecen de E8 y sólo tiene un individuo en E9, cuando antes dominaban. Por su parte *S. verrilli* desaparece en E9 y baja su densidad en E8.

Campaña M3.- El dendrograma

(Figura 48) muestra dos grupos: Uno A (E1,E2,E5,E13,E12,E3,E4, E14,E16,E15) que liga estaciones con baja densidad y riqueza de especies; este grupo se subdivide con base en su profundidad en estaciones de entre 30-50 m y otro con estaciones profundas con menos densidad y riqueza de especies que el primero. Un grupo B (E6,E8,E7,E10,E11, E9) que liga a estaciones con alta densidad y

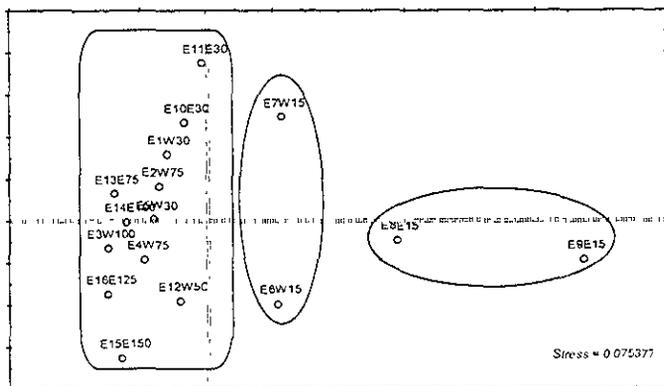
Figura 48.- Dendrograma de Localidades con Base en Densidad (M_3) datos transformados, Union completa distancias euclidianas



riqueza de especies que también se subdivide con base su profundidad. La estación E9 se separa de ambos grupos por los altos valores en ambos parámetros.

En el mapa del NMDS (Figura 49) el grupo A se dispone hacia la izquierda en conjunto con E10,E11, estaciones del grupo B; mientras que hacia la derecha se separa el resto del grupo B (E7,E6,E8,E9) por sus altos valores de densidad y riqueza específica. Éstos se disponen separados: E7,E6 al centro por presentar valores contrastantes, pero con menos densidad y riqueza específica que E8,E9, donde la última destaca por ser la de los valores más altos del muestreo.

Figura 49 - Mapa del NMDS (M_3, densidad, datos transformados)

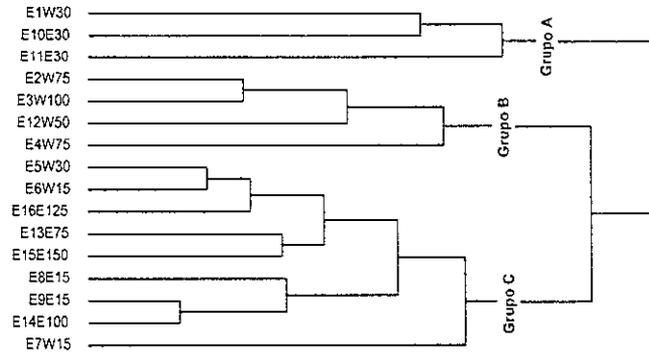


En este mapa se observa lo que parece una tendencia a disponerse las estaciones con base en un gradiente de menor a mayor densidad (de izquierda a derecha) y, aunque con menos consistencia, las estaciones con menor profundidad se ubican hacia los cuadrantes superiores y las profundas hacia los inferiores. Cabe mencionar, en este muestreo, E8 y E9 nuevamente incrementan sustancialmente sus valores de densidad y riqueza de especies,

coincidente con el incremento en densidad en dichas estaciones de *C. delta* y *Leiocapitella* sp. 1; está última especie sólo se distribuye en estas dos estaciones. Asimismo, incrementan en densidad *S. verrilli*, y aunque también lo hacen *N. incisa* y *P. pinnata* (especies dominantes en el muestreo) son raras en E8 y E9.

Campaña M4.- El dendrograma de la Figura 50 muestra tres grupos: Uno A (E1,E10, E11) liga a estaciones que se caracterizan por estar a 30 m, con alta densidad y relativamente alta riqueza de especies. Uno B (E2,E3,E12,E4) liga a estaciones con valores intermedios de densidad ubicadas entre 50 y 100 m. Uno C (E5,E6,E16,E13,E15,E8, E9,E14,E7) liga a estaciones que tienen valores bajos de densidad

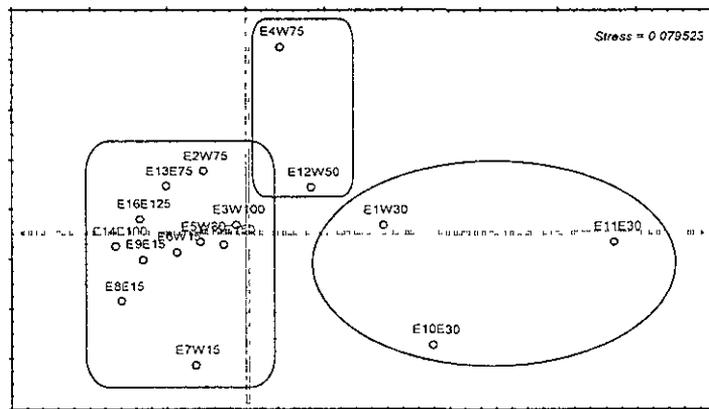
Figura 50.- Dendrograma de Estaciones con Base en Densidad (M_4)
datos transformados, unión completa, distancias euclidianas



y riqueza específica; es que cubre todas las profundidades muestreadas (excepto 50 m). La estación E7 es la que tiene los más altos valores de ambos parámetros en este último grupo.

En el mapa del NMDS de la Figura 51 se conjunta hacia la izquierda el grupo C incluyendo a E2 y E3 del grupo B; mientras que el grupo B (E4,E12) y el grupo A se dispone hacia la derecha por sus valores más altos de densidad y riqueza específica. En el grupo B E4 se separa de E12 por su mayor valor de densidad; de igual manera sucede dentro del grupo A, siendo E11 la estación con los valores más altos de ambos parámetros del grupo y de todo el muestreo.

Figura 51.- Mapa del NMDS (M_4, densidad, datos transformados)

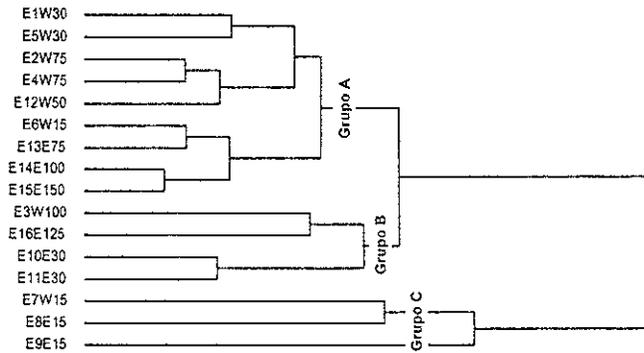


Este análisis confirma el gradiente de densidad ya comentado, al menos hacia la derecha se sitúan las estaciones con los valores más altos; sin embargo, en cuanto a profundidad, el patrón observado en la disposición de las estaciones en los cuadrantes se invierte por lo que no es claro. Nuevamente E8 y E9 disminuyen sus valores de densidad, *Leiocapitella* sp. 1 no aparece en el muestreo, *C. delta* y *S. verrilli* no aparecen en E9 y sólo tiene seis individuos

en E8. Las especies dominantes en el muestreo *P. pinnata* y *N. incisa* son raras o no aparecen en E8,E9.

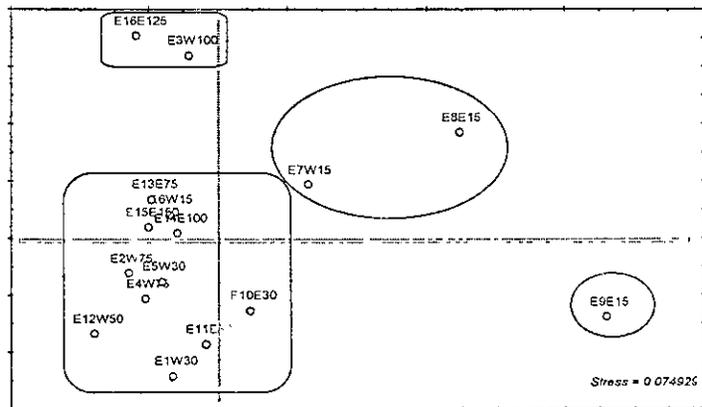
Campaña D1. - El dendrograma de la Figura 52 muestra tres grupos: Uno A, grande, (E1,E5,E2,E4,E12, E6,E13,E14,E15) liga a estaciones con valores bajos de densidad y riqueza de especies (en orden decreciente de arriba hacia abajo en la figura), que se subdivide con base en su profundidad (en orden ascendente de arriba hacia abajo en la figura). Uno B (E3,E16,E10, E11) que liga a las estaciones con valores medios de densidad y riqueza específica, también subdividido con base en su profundidad. Uno C (E7,E8,E9) liga a las estaciones con los valores más altos de dichos parámetros, donde E9 se separa por altos valores.

Figura 52.- Dendrograma de Estaciones con Base en Densidad (D_1) de los transformados, unión completa, distancias euclidianas



En el mapa del NMDS de la Figura 53, el grupo A se dispone hacia la izquierda (inferior) en conjunto con E10 y E11 del grupo B; mientras que arriba a la izquierda se sitúa el grupo B (E16,E3). Por su parte, el grupo C (E7,E8,E9) se dispone hacia la derecha por sus valores altos. La estación E9 se separa del grupo por ser la que tiene los valores más altos de este grupo y del muestreo.

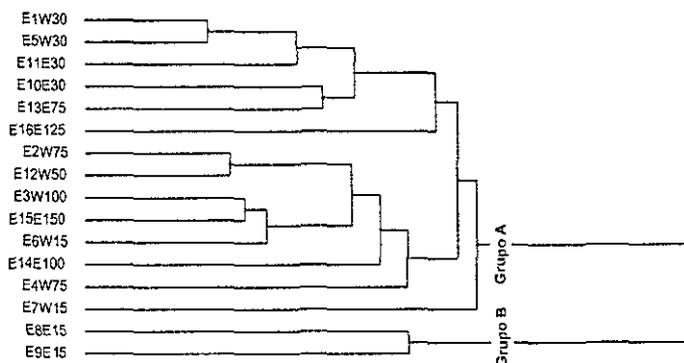
Figura 53 - Mapa del NMDS (D_1, densidad, datos transformados)



En este análisis el gradiente de densidad comentado continúa, marcando un patrón que está caracterizando a los muestreos correspondientes a la temporada de secas. En cuanto a las especies el patrón se repite: E8 y E9 incrementan sustancialmente sus valores de densidad y riqueza de especies, *C. delta* domina y, al igual que *S. verrilli*, se presenta con gran abundancia en estas estaciones. Ahora *P. delta* y *M. californiensis* tienen sus densidades más altas en E8 y E9, pero *Leiocapitella sp. 1* no aparece en el muestreo. Por su parte *N. incisa*, a pesar de ser la cuarta especie más abundante en el muestreo, no aparece en E8 y sólo tiene un individuo en E9; sin embargo, en el caso de *P. pinnata* que es la segunda especie más abundante en el muestreo, es abundante en E9 y en menor grado en la estación E8.

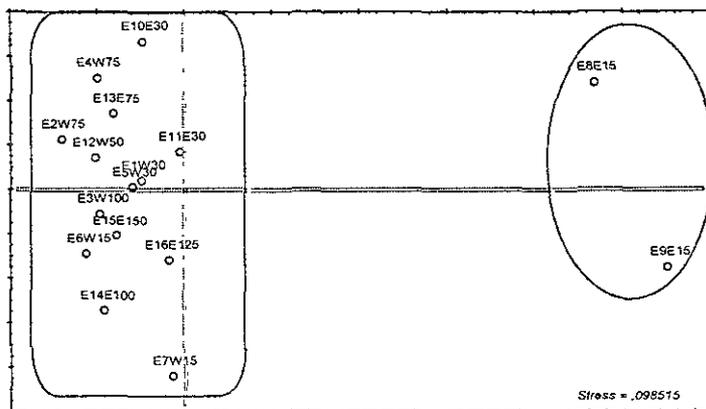
Campaña D2.- El dendrograma de la Figura 54 muestra dos grupos: Uno A grande (E1,E5,E11, E10,E13,E16,E2,E12,E3,E15,E6,E4, E14), y heterogéneo, que liga a las estaciones con valores bajos a medios de densidad y riqueza de especies, subdivididas de acuerdo con su profundidad (someras arriba, profundas abajo). Uno B, muy pequeño (E8,E9) liga a estaciones con los más altos valores de ambos parámetros.

Figura 54.- Dendrograma de Estaciones con Base en Densidad (D_2)
datos transformados, unión completa, distancias euclidianas



En el mapa del NMDS de la Figura 55 se definen de manera clara los dos grupos mencionados; su separación es debida al gran contraste en sus valores. Hacia la izquierda, se dispone el grupo A donde E7 se separa por presentar el valor más alto de densidad dentro del grupo, pero baja riqueza de especies. Hacia la derecha se dispone el grupo B (E8, E9) debido a los altos valores de ambos parámetros en estas estaciones.

Figura 55.- Mapa del NMDS (D_2, densidad, datos transformados)

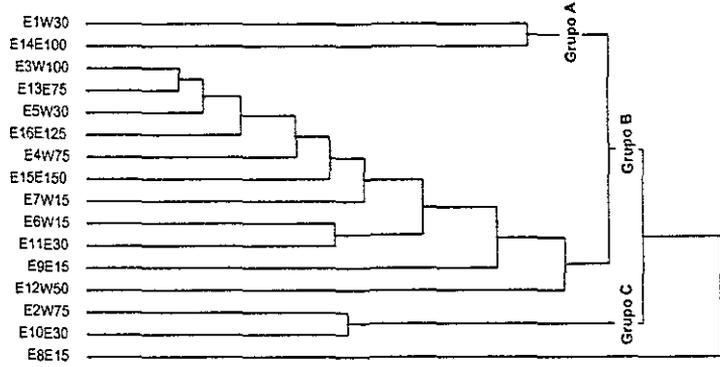


En este muestreo se repite la tendencia observada en los anteriores, ubicándose las estaciones con mayor densidad hacia la derecha del mapa; sin embargo, se rompe con el patrón observado en los muestreos realizados en la temporada de lluvias, y se dispone como el patrón observado en la temporada de secas, donde E8 y E9 incrementan considerablemente sus valores de densidad. En cuanto al comportamiento de la densidad en las especies: *Scoletoma verrilli* domina en el muestreo con altas densidades en E8,E9, mientras que *C. delta* ocupa el quinto lugar en abundancia y tiene una abundancia importante en E8,E9; *N. incisa* no se presentan en E9 y tiene poca abundancia en E8; *P. pinnata* es abundante en el muestreo pero no se presenta en E8 y tiene sólo 3 individuos en E9, y *N. incisa*, la segunda especie más abundante, no se presenta en E9 y sólo tiene 10 individuos en E8. Por su parte, *Leiocapitella* sp. 1 no aparece en el muestreo, pero en cambio hay una presencia importante de *Aphelochaeta* sp. 1 dominando en E8 y siendo la segunda especie más abundante en E9.

Resultados Datos de Biomasa

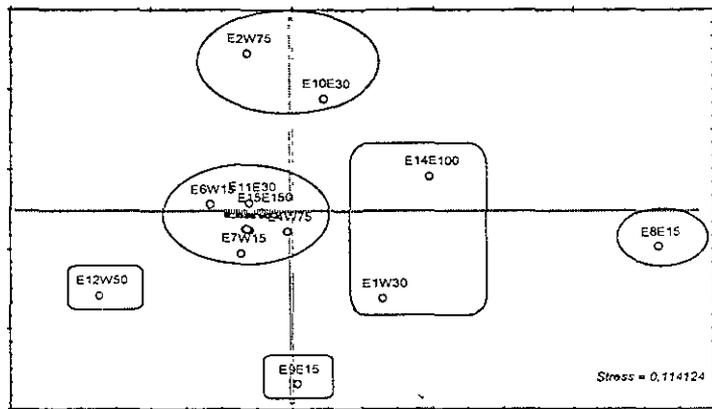
Campaña M1.- El dendrograma de la Figura 56 muestra tres grupos: Uno A (E1,E14) que liga a estaciones con valores medios de biomasa y riqueza específica. Uno B, grande y heterogéneo (E3, E13,E5,E16,E4,E15,E7,E6,E11,E9,E 12) liga a estaciones con valores bajos de estos parámetros, a partir del cual, E9,E12, se ligan por separado debido a su alta riqueza de especies. Uno C (E2,E10) liga a estaciones con alta biomasa pero baja riqueza de especies. Por su parte, E8 se dispone como una rama única por ser la que tiene los valores más altos del muestreo en ambos parámetros.

Figura 56.- Dendrograma de Estaciones con Base en Biomasa (M_1) datos transformados, unión completa, distancias euclidianas



Con el análisis del NMDS, en el mapa de la Figura 57, los resultados son más precisos: E8 se dispone totalmente a la derecha por sus altos valores. El grupo C se dispone hacia la parte superior; mientras que el grupo B se concentra por sus bajos valores. Por su parte, E12 y E9 se separan del grupo B debido al contraste en sus valores de ambos parámetros.

Figura 57.- Mapa del NMDS (M_1, biomasa datos transformados)

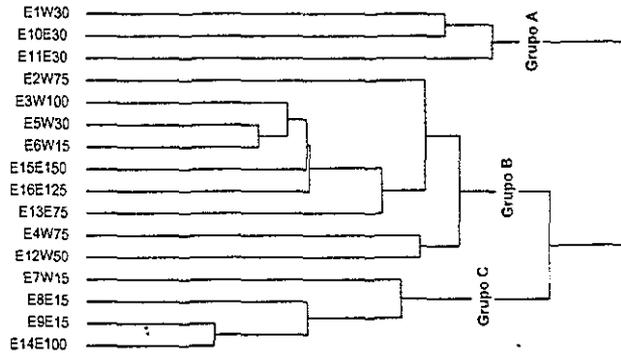


En este muestreo, al igual que lo observado para densidad, no parece observarse algún patrón claro que relacione la ubicación de las estaciones con algún parámetro como para caracterizar su disposición; sin embargo, la estación E8e15 representa el punto con más densidad, biomasa y riqueza de especies del muestreo. Asimismo, E12w50 presenta valores relativamente altos de densidad-biomasa y valores intermedios de riqueza específica. Comparativamente, es importante la alta biomasa registrada en E14e100, dada por la presencia de pocos organismos de talla grande de *N. incisa* y *Terebellides carmenensis*. Destaca la dominancia en biomasa de *Scoletoma ernesti*, especie de talla grande que sólo se presenta en E2w75, E8e15 y E10e30, teniendo en la primera sus valores más altos. Las

distribuye en E8 y E9; *Sternaspis scutata* sólo en E3, E8 y E9; *Pectinaria gouldii* sólo en E10, *Aglaophamus verrilli* sólo en E7, E8 y E9. Y *T. carmenensis* sólo en E4 y E5. Por su parte, *C. delta* y *S. verrilli*, muy importantes en número, no son importantes en biomasa, ni aun en las estaciones en las que dominan numéricamente.

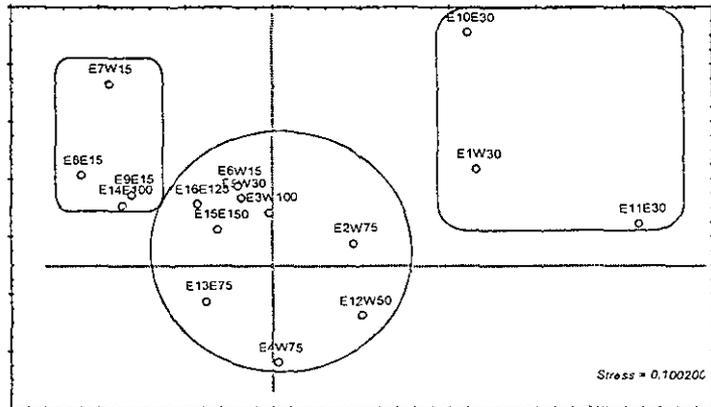
Campaña M4.- El dendrograma de la Figura 62 muestra tres grupos: Uno A (E1, E10, E11) que liga a estaciones con alta biomasa y riqueza de especies que se caracterizan por estar a 30 m. Uno B, (E2, E3, E5, E6, E15, E16, E13, E4, E12) que liga estaciones con valores intermedios de biomasa, en él se incluyen mayormente estaciones con profundidades inferiores a 50 m. Uno C (E7, E8, E9, 14) liga a estaciones con los valores más bajos de biomasa e intermedios a bajos de riqueza específica.

Figura 62.- Dendrograma de Estaciones con Base en Biomasa (M-4)
datos transformados, unión completa, distancias euclidianas



En el mapa del NMDS de la Figura 63, el grupo B se dispone al centro (E2, E13, E12, E4 se separan por sus más altos valores dentro de él). El grupo C se dispone hacia la izquierda por sus valores más bajos en ambos parámetros dentro del cual E7 se sitúa hacia arriba por ser tener los valores más altos dentro del grupo. Por su parte, el grupo A, que registra los más altos valores del muestreo, se dispone hacia la derecha; sin embargo, sus componentes se separan debido sus diferentes valores de riqueza específica.

Figura 63 - Mapa del NMDS (M_4, biomasa, datos transformados)



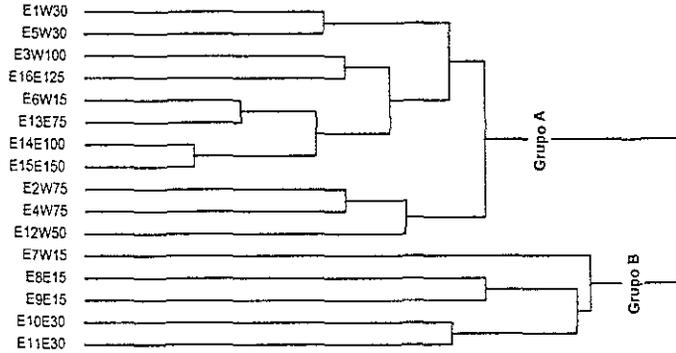
Con la disposición de las estaciones en el mapa, que sitúa al grupo con los más altos valores hacia la derecha, se define la tendencia observada en los muestreos anteriores. En este muestreo, las estaciones E8 y E9 disminuyen considerablemente sus valores de biomasa, al igual que *C. delta* y *S. verrilli*.

Por su parte, *Nephtys incisa* que es claramente dominante en el muestreo, y que no está presente en E8 y E9, es el principal responsable de los altos valores registrados en E10e30,

E11e30 y E1e30. En estas estaciones destacan también los valores de biomasa de *D. cuprea*, *S. ernesti* y *S. elongatus*.

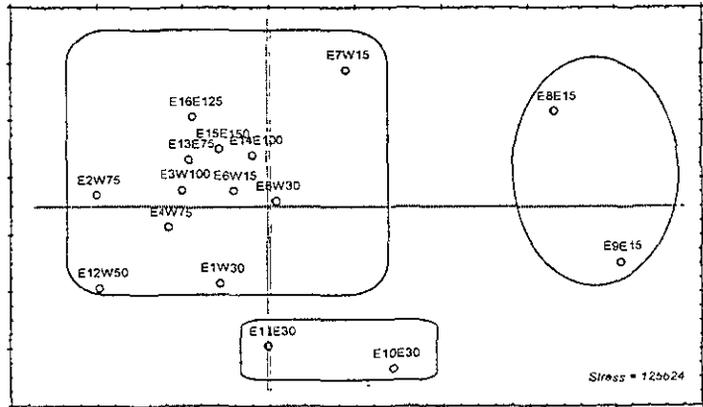
Campaña D1. - El dendrograma de la Figura 64 muestra dos grupos: Uno A (E1,E5, E3,E16,E6,E13,E14, E15,E2,E4,E12) heterogéneo que liga a estaciones con valores medios a bajos de biomasa y riqueza de especies; este gran grupo se divide en un subgrupo de estaciones con valores altos y bajos de biomasa y riqueza especies, y otro con estaciones de entre 50-75 m que se ligan por sus valores intermedios de biomasa. Uno B (E7,E8,E9,E10,E11) que liga estaciones con valores altos y medios de biomasa, así como los más altos de riqueza de especies (con excepción de las estaciones E7 y E11), este grupo se caracteriza porque incluye sólo a estaciones de entre 15 y 30 m.

Figura 64.- Dendrograma de Estaciones con Base en Biomasa (D_1)
datos transformados, union completa distancias euclidianas



En el mapa del NMDS de la Figura 65, el grupo A, aunque con cierta tendencia a que sus componentes se concentren, se dispone a la izquierda e incluye a E7 del grupo B debido a su baja biomasa; ésta se aleja por sus altos valores de riqueza de especies. Así mismo, E1,E12 se alejan del grupo por su alta biomasa. El grupo B, se subdivide por sus diferentes valores: mientras que E11 y E10 se disponen hacia la parte inferior del mapa por tener los valores más bajos de riqueza de especies; E8 y E9 se disponen a la derecha por sus valores más altos de biomasa y de riqueza específica.

Figura 65.- Mapa del NMDS (D_1, biomasa, datos transformados)

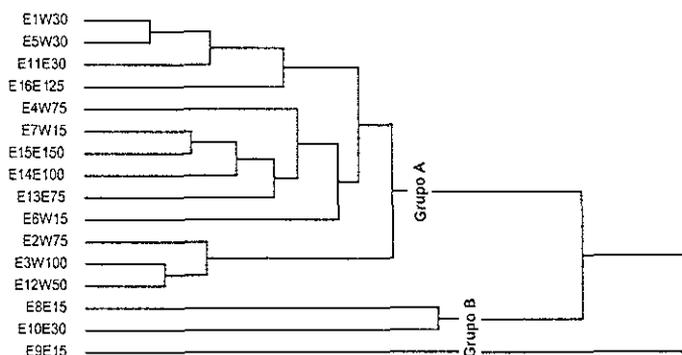


En este muestreo, las estaciones con más biomasa se disponen hacia la derecha destacando nuevamente E8e15 como en los muestreos correspondientes a la temporada de secas. En cuanto a especies el patrón se repite: *N. incisa* domina claramente en E1w30, pero no se presenta en E8e15 y tiene bajos valores en E9e15; mientras que *P. pinnata*, el segundo en importancia, tiene alta biomasa en E8e15 pero no se presenta en E1w30. Destaca que *S. ernesti* sólo se presente en E8e15, E9e15, E10e30 y E11e30, al igual que *S. tenuis*, aunque

esta última sólo se presenta en E11e30. *Sabaco elongatus* es la responsable de la alta biomasa en E7w15 y E5e30. Las especies importantes en número como *C. delta* y *S. verrilli* se presenta con baja biomasa.

Campaña D2. - El dendrograma de la Figura 66 muestra dos grupos: Uno A (E1,E11, E5,E16,E4,E7,E15, E14,E13,E6,E2,E3,E12) que liga a las estaciones con valores bajos a medios de biomasa y riqueza específica mismo que se subdivide en tres: al centro estaciones con valores bajos, hacia arriba (con profundidades de 30 m) las de valores medios, y hacia abajo (profundidades de 50-100 m) aquellas con valores dispares. Y un grupo B (E8,E10,E9) pequeño que liga a las estaciones con los valores más altos de biomasa.

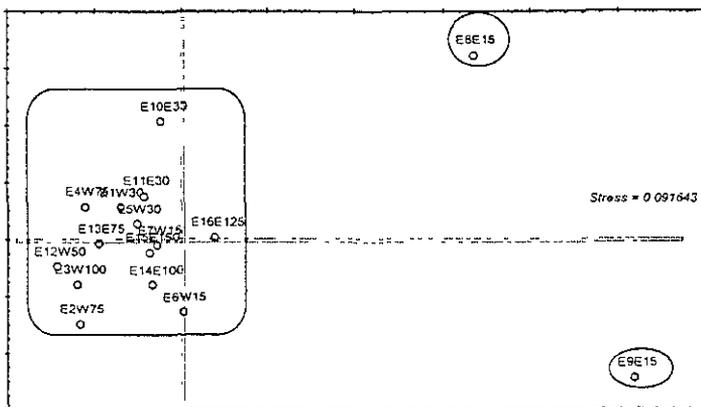
Figura 66.- Dendrograma de Estaciones con Base en Biomasa (D_2)
datos transformados, union completa, distancias euclidianas



E9 se separa por ser la que presenta el valor más alto.

En el mapa del NMDS de la Figura 67 los grupos se definen de manera clara. El grupo A se dispone hacia la izquierda incluyendo a E10 del grupo B por sus bajos valores de riqueza de especies. El grupo B (E8, E9) dispuesto a la derecha, se disocia debido a la diferencia en sus valores; E8 tiene el valor más alto de riqueza de especies y el tercero en biomasa. Por su parte, E9 registra el valor más alto de biomasa y el segundo de riqueza específica.

Figura 67.- Mapa del NMDS (D_2, biomasa, datos transformados)



Con este análisis confirma la tendencia general a que en el mapa se ubiquen hacia la derecha los mayores valores en los parámetros; sin embargo, al igual que en densidad para el mismo muestreo, se rompe con el patrón observado en los muestreos correspondientes a la temporada de lluvias donde E8e15 y E9e15 disminuyen sus valores de biomasa. Ahora, estas estaciones se disponen como el patrón observado en la temporada de secas incrementando considerablemente sus valores de biomasa (en especial el de E9e15 es muy alto, el más alto de este estudio).

Así también destaca *Nephtys incisa* ya que extrañamente no se presenta en E9e15, pero es claramente dominante alcanzando tal biomasa que en más de una ocasión (E10e30, E4w75, E11e30, E12w50) alcanza valores más altos que los registrados en E6e15, E15e150, E2w75, E14. Asimismo, sobresalen *Notomastus lobatus* con valores altos en E9e15, *Sthenolepis* sp. A en E3w100, *D. cuprea* y *S. elongatus* en E10e30, así como *S. ernesti* y *C. torquata* en E9e15. Por su parte, las especies de talla pequeña (*C. delta* y *S. verrilli*) mantienen una baja biomasa en E8e30, E9e30. *P. pinnata* únicamente es importante en E7w15, mientras que *Aphelochaeta* sp. 1 lo es en E8e30 y E9e30.

Análisis de los Resultados del NMDS con Base en la Temporalidad

Densidad Temporada de Secas

* En la siguiente sección, cuando en el texto se haga referencia a valores bajos, intermedios o altos, es con relación a densidad o biomasa y riqueza de especies, en el caso que se requiera se especifica cada uno. M_ = campañas IMCA; D_ = campañas DINAMO.

Con base en lo observado en los diferentes mapas existen algunas tendencias en todos los muestreos que permiten establecer un patrón en esta temporada de secas. En cuanto a la ubicación general de las estaciones en los mapas del NMDS, se observa que las éstas tienden (con sus excepciones) a disponerse con base en un gradiente de menor a mayor densidad (horizontalmente, de izquierda a derecha) y, aunque poco claro y sin un sentido estricto, de somero a profundo en la vertical, ya que esto último depende de las particularidades de densidad y composición en cada estación. Lo que es obvio en todos los muestreos es la disposición hacia la derecha de las estaciones con los valores más altos, aunque ello no represente un gradiente ambiental en sí. Esto tiende a ser consistente en ambas temporadas y ambos parámetros.

- * Estaciones con valores bajos de densidad: E1w30, E2w75, E4w75, E5w30, E10e30, E11e30, E13e75, E15e150, lo cual se debe a la escasa presencia o a la ausencia de las especies dominantes en ellas, con excepción de *N. incisa* que es abundante en general y *K. cedroensis* que es particularmente importante en las zonas con mayor profundidad. Son estaciones predominantemente lodosas, con profundidades superiores a los 15 m.
- * Estaciones con valores intermedios de densidad: E12e50, E14e100 que registran altos valores en M_1, donde la densidad de *K. cedroensis* es importante en ambas estaciones, mientras que las de *Notomastus lineatus* y *O. lyra* lo son en E12e50. Asimismo, en M_3 E6w15 se registra alta densidad debido a los valores de *N. incisa*, *A. maculata* y *Magelona polydentata*, y en E7w15 se registra alta riqueza de especies. En D_1, E7w15,

E3w100 y E16e125 se registran altos valores, destacando los de *C. delta*, *P. pinnata* y *S. verrilli* en la primera, *P. pinnata* y *K. cedroensis* en la segunda y de *P. pinnata* y *Paralacydonia paradoxa* en la última.

- * Estaciones con los valores más altos de densidad: E8e15 y E9e15, siendo mayores en la segunda (excepto en M_1). Se caracterizan por ser las estaciones con menor profundidad y ubicarse hacia el este del área de estudio. Se considera que es en éstas donde se presentan los cambios estructurales más importantes relacionados con la temporalidad, debidos básicamente a fluctuaciones en la densidad de *C. delta*, *S. verrilli*, *P. pinnata* y *N. incisa*; no obstante, también se involucran en algunos muestreos *Leiocapitella* sp. 1, *K. cedroensis* y *Aglaophamus verrilli* en M_1; *Prionospio perkinsi*, *A. maculata*, *Leiocapitella* sp. 1 y *N. lobatus* en M_3, y *Prionospio delta*, *Mediomastus californiensis* y *Magelona Cf. phyllisae* en D_1.

El caso de *Leiocapitella* sp. 1 es excepcional ya que es la especie dominante en M_1, pero sólo se presenta en las estaciones E8e15 (65%) y E9e15 (35%). En M_3 esta especie, aunque sigue presentándose únicamente en E8e15 (15%) y E9e15 (85%), disminuye sustancialmente en densidad hasta ocupar el noveno lugar en importancia, para finalmente no presentarse en el muestreo correspondiente a D-1. Otro caso es el de *N. incisa*, una de las especies dominantes en general, pero que en esta temporada es consistentemente rara en E8e15 y E9e15, disminuyendo su densidad de 28% en M_1 a 0.7% en M_3 y hasta 0.2% en D_1, no recolectándose en E9e15 de M_1 y M_3, así como en E8e15 de D_1.

Las especies numéricamente dominantes en la temporada de secas son *C. delta* y *S. verrilli*; sin embargo, lo son debido a su importante presencia en las estaciones E8e15 y E9e15 donde logran concentrar arriba del 80 % de su densidad (80-87% en *C. delta* y 28-80 % en *S. verrilli*). *Cossura delta*, especie dominante en todo el muestreo, presenta su menor porcentaje de densidad en estas dos estaciones. Cuando *C. delta* disminuye en densidad *S. verrilli* y *P. pinnata* aumentan; en cambio, cuando *C. delta* no es dominante en dichas estaciones y otra especie lo es (como *Leiocapitella* sp. 1 en M_1) todas las demás especies disminuyen en densidad e inclusive algunas como *A. maculata* y *S. tenuis* no se presentan.

Cabe decir que en estas estaciones las especies que predominan en número son generalmente de talla pequeña y que, de acuerdo con Fauchald y Jumars (1979), son de hábitos depositívoros, principalmente subsuperficiales, móviles con faringes en forma de saco (*C. delta* y *Leiocapitella* sp. 1), seguidos de los superficiales discretamente móviles, tentaculados (*P. pinnata*, *P. perkinsi* y *P. delta*) y después los subsuperficiales móviles mandibulados (*S. verrilli*). Hay poca presencia de organismos de talla grande carnívoros o herbívoros; los que se presentan son discretamente móviles y mandibulados (*K. cedroensis*, *D. cuprea* y *S. tenuis*).

Densidad Temporada de Lluvias

- ☛ Estaciones con valores bajos de densidad: E3w100, E6w15, E13e75, E14e100, E15e150, E16e125, son estaciones predominantemente profundas y lodosas. Estos valores son debidos a la poca presencia de las especies dominantes como *N. incisa* y *P. pinnata* que son abundantes en general, y de *K. cedroensis* que es particularmente importante en las zonas con mayor profundidad.
- ☛ Estaciones con valores intermedios de densidad: E7w15, E8e15, E9e15 y E12e50, son mayormente de 15 m de profundidad y ubicadas hacia al este del área de estudio. Registran altos valores en algún muestreo debido a la densidad de *P. pinnata*, *S. verrilli*, *Aphelochaeta* sp. 1 y *K. cedroensis*.
- ☛ Estaciones con valores altos de densidad: E2w75, E4w75, E1w30, E5w30, E10e30, E11e30; son predominantemente de 30 m, y es en ellas donde se presentan los cambios estructurales más importantes que se relacionan con la temporada de lluvias (al parecer producto de la descarga de aguas continentales). Estos cambios se relacionan con fluctuaciones en la densidad de *P. pinnata* y *N. incisa*, no obstante que en algunos muestreos se involucran las especie *K. cedroensis*, *D. cuprea* y *S. verrilli*.

En comparación con lo observado en la temporada de secas, en las estaciones E8e15 y E9e15 la densidad disminuye considerablemente en los muestreos M_2 y M_4, lo cual parece deberse a lo que sucede en estas dos campañas: En M_2 *Leiocapitella* sp. 1 y *C. delta* no se recolectaron en E8e15 y sólo se registró un individuo en E9e15. *Scoletoma verrilli* no se recolectó en E9e15 y su densidad es baja en E8e15. En M4 *Leiocapitella* sp. 1 no se recolectó, *C. delta* y *S. verrilli* no se recolectaron en E9e15 y sólo registraron seis individuos en E8e15 y por último, *P. pinnata* no se recolectó en E8e15 y sólo registra tres individuos en E9e15.

En el muestreo correspondiente a la campaña D_2 se rompe con lo observado en la temporada de lluvias y curiosamente se adopta el patrón observado de la temporada de secas, ya que en éste las estaciones E8e15 y E9e15 registran los valores más altos de densidad y riqueza de especies y además domina *S. verrilli* en todo el muestreo con altas densidades en E8e15 y E9e15. Asimismo, *C. delta* ocupa el quinto lugar en dominancia debido a la densidad que registra en estas dos estaciones. Por su parte, *P. pinnata* es abundante en el muestreo pero no se recolectó en E8e15 y sólo se registran tres individuos en E9e15. Lo ocurrido en este muestreo sugiere una disminución en la descarga de aguas continentales que puede relacionarse con el final de la temporada de lluvias si consideramos que la fecha en la que éste se llevó a cabo es la más tardía dentro de los considerados en la temporada de lluvias.

Dos casos importantes son: A) *Leiocapitella* sp. 1, una especie que se destacó en la temporada de secas por sus altas densidades en E8e15 y E9e15 en M_1 y M_3, no fue recolectada en D_1 y tampoco se recolectó en D_2; sin embargo, es remplazada por *Aphelochaeta* sp. 1, otra especie con hábitos similares que se presenta dominando en E8e15 y es la segunda con más densidad en E9e15. B) *N. incisa* especie dominante en general cuyo comportamiento se vuelve un patrón interesante ya que, al igual que en la temporada de secas, es consistentemente rara en las estaciones E8e15 y E9e15 durante esta temporada de lluvias.

Las especies numéricamente dominantes en la temporada de lluvias son *P. pinnata*, *N. incisa* y *S. verrilli*; sin embargo, a diferencia de lo observado en la temporada de secas, la dominancia no es debida a su presencia en las estaciones donde se concentra la mayor densidad (E5w30, E2w75 en M_2 y E10e30, E11e30 en M_4) sino que también se distribuyen con alta densidad en otras estaciones como E4w75, y en menor grado en E1w30 y E3w100. Por su parte, *Nephtys incisa* se mantiene con una presencia importante en M_2 y M_4 y es una de las especies responsables de que aumente la densidad en las estaciones con mayor densidad, excepto en D_2. Es importante notar la presencia de *Lumbrineris cingulata* y de *Paralacydonia paradoxa* en M_2, de *K. cedroensis* y *D. cuprea* en M_4 y de *Aphelochaeta* sp. 1 y *C. delta* en D_2.

Al margen del muestreo D_2 cabe mencionar que, como en la temporada de secas, las especies numéricamente predominantes son generalmente de talla pequeña como *P. pinnata* y *S. verrilli*; no obstante, en esta temporada de lluvias hay mayor presencia de especies de talla grande, generalmente carnívoros mandibulados móviles en M_2 y M_4 (como *L. cingulata*, *N. incisa* y *S. tenuis*) y discretamente móviles (como *K. cedroensis* y *D. cuprea*).

Lo observado en estos muestreos permite suponer que la mayor concentración de la densidad se "recorre" de los 15 m (E8e15, E9e15) en la temporada de secas, hacia los 30 m (E5w30, E10e30 y E11e30), 50 m (E2e50) y 75 m (E2w75 y E4w75) en la temporada de lluvias, lo cual indica una influencia de la descarga del Sistema Grijalva-Usumacinta en las estaciones situadas hacia el oeste del área de estudio y de la Laguna de Términos en las situadas hacia el este. En el caso del muestreo D_2, lo que puede estar ocurriendo es que el periodo de muestreo ya no sea representativo de la temporada de lluvias, ya que el comportamiento de la fauna (con algunas excepciones) es reflejo de un menor aporte en cuanto a descarga de aguas continentales, donde la densidad se concentra hacia los 15 m de profundidad, tal y como sucede en la temporada de secas.

Este comportamiento se asemeja al documentado por Pearson y Rosenberg (1978) como "puntos de ecotono" para zonas perturbadas orgánicamente en donde la comunidad es pobre en especies, abundancia y biomasa. Puede estar compuesto por especies oportunistas tolerantes. Indica que una vez pasado este punto las comunidades incrementan su

abundancia y riqueza de especies para alcanzar sus niveles usuales en un ambiente sin perturbación. Cuando este aporte es medido temporalmente, lo que se observa es que cuando el área deja de recibir dicho aporte se observan una serie de cambios en reversa.

Biomasa Temporada de Secas

El patrón observado en la temporada de secas en cuanto a biomasa es similar en muchos aspectos al observado en densidad para la misma temporada en el cual las estaciones de entre 15-30 m (excepcionalmente 50-75 m) son las que presentan los valores más altos. Sin embargo, a diferencia de la densidad en donde la importancia recaía sobre *C. delta* y *P. pinnata*, la especie que marca la pauta en biomasa es *N. incisa* y en menor grado *P. pinnata*, en conjunto con otras especies que son generalmente poco numerosas pero de talla grande como *Terebellides carmenensis* y *Scoletoma ernesti* en M_1, *Chaetopterus variopedatus* (el organismo de mayor talla de todos los muestreos), *Clymenella torquata*, *Sternaspis scutata*, *Pectinaria gouldii* y *Aglaophamus verrilli* en M_3, y *S. ernesti*, *S. tenuis*, *Glycera robusta* y *Sabaco elongatus* en D_1.

En cuanto a la ubicación general de las estaciones en los mapas del NMDS, se observa que las estaciones con menores valores de biomasa se tienden a concentrar.

- * Estaciones con valores bajos de biomasa: E3w100, E4w75, E5w30, E13e75, E14e100, E15e150 y E16e125, lo cual se debe a la poca presencia de las especies dominantes en ellas. Son estaciones predominantemente lodosas, con profundidades superiores a 15 m.
- * Estaciones con valores intermedios de biomasa: E6w15, E7w15, E1w30, E2w75 y E12e50; en éstas las tres últimas, en algún muestreo, registran altos valores debido a una importante presencia de *N. incisa* y *S. ernesti*.
- * Estaciones con los valores altos de biomasa: E8e15 y E9e15, E10e30, E11e30, son estaciones de plataforma interna que se ubican hacia el este del área de estudio. En estas estaciones al igual que en el caso del análisis de densidad, aunque no de manera tan clara, es donde se presentan cambios estructurales importantes; estos cambios son fundamentalmente debidos a fluctuaciones en la biomasa de *P. pinnata* y *N. incisa*, no obstante que también se involucran en algunos muestreos *T. carmenensis* y *S. ernesti* en M_1, *C. variopedatus*, *C. torquata*, *S. scutata*, *P. gouldii* y *A. verrilli* en M_3, y *S. ernesti*, *S. tenuis* y *S. elongatus* en D_1.

Las especies importantes son generalmente de talla grande, siendo más exitosas las que, de acuerdo con Fauchald y Jumars (1979), son carnívoras mandibuladas móviles (como *N. incisa*) a discretamente móviles (como *S. ernesti*, *S. tenuis* y *D. cuprea*); no obstante, también se favorecen las de hábitos sésiles, depositívoros superficiales tentaculadas (como *T. carmenensis*) y subsuperficiales con faringe no armada eversible (como *S. elongatus*). La

presencia de filtradores es rara en estos ambientes; sin embargo, en las estaciones E8e15 y E9e15 se presentan *C. variopedatus* con un hábito poco común que es suspensívoro sésil bombeador y, aunque no es importante en biomasa, la única especie de sabélidos (suspensívoros sésiles tentaculados) que se registró en este estudio: *Megalomma bioculatum*, se restringe a estas dos estaciones, lo cual es indicativo de una presencia importante de material arenoso.

Biomasa Temporada de Lluvias

Con base en lo observado en cuanto a biomasa en los diferentes mapas, no existe alguna tendencia consistente en esta temporada, ya que en ocasiones los valores en una estación se incrementan debido a la presencia de algún organismo de talla grande que no permite interpretar claramente lo que ocurre; sin embargo, se pueden considerar estas generalidades:

- Estaciones con valores bajos de biomasa: E6w15, E7w15, E8e15, E9e15, E14e100, E15e150, E16e125; éstas se ubican en las zonas de muestreo con menor y mayor profundidad. Estos valores se deben a la escasa presencia de las especies dominantes.
- Estaciones con valores intermedios de biomasa: E3w100, E12e50, E13e75; estos valores son moderados debido a la presencia de *N. incisa*, que en combinación con otra especie grande alcanza valores altos. Este es el caso de *S. tenuis* en las primeras y de *Sthenolepis* sp. A en la última.
- Estaciones con valores altos de biomasa: E1w30, E5w30, E2w75, E4w75, E10e30 y E11e30. *Nephtys incisa*, especie dominante en el muestreo, es la responsable de estas altas biomásas; sin embargo, en ocasiones, comparte importancia con otras especies como *S. ernesti*, *S. tenuis*, *D. cuprea*, *D. tridentata*, *P. pinnata* y *S. elongatus*.

El patrón de comportamiento observado en la temporada de lluvias en cuanto a biomasa no es del todo similar al observado en densidad; sin embargo, sigue siendo importante la presencia de *N. incisa* en la definición del comportamiento y distribución de la biomasa. Otras especies con valores importantes de biomasa son *S. ernesti* en M_2, *D. cuprea*, *S. ernesti* y *S. elongatus* en M_4, y *N. lobatus*, *Sthenolepis* sp. A, *D. cuprea* y *S. elongatus*, *S. ernesti* y *C. torquata* en D_2.

En comparación con lo observado en la temporada de secas, en las estaciones de 15 m (E8e15 y E9e15) la densidad disminuye considerablemente en los muestreos M_2 y M_4 producto de un importante decremento en la densidad de especies pequeñas que eran numéricamente dominantes. Asimismo, al igual que en densidad, los valores más altos de biomasa se registran en los 30-75 m, y D_2 vuelve a romper con la tendencia observada en esta temporada ya que se comporta como el patrón observado en temporada de secas, con

excepción de que las especies de talla pequeña que son numéricamente dominantes como (*C. delta* y *S. verrilli*) se mantienen con baja biomasa, mientras que *P. pinnata* y *Aphelochaeta* sp. 1 tienen cierta relevancia.

Variables Ambientales

La superposición gráfica de las medidas de las variables ambientales sobre la configuración de los mapas del escalamiento multidimensional para cada muestreo se presentan en el Anexo 6, y sólo en muy pocos casos se observa algún patrón que determine algún gradiente ambiental, como lo es claramente en cuanto a profundidad durante el muestreo correspondiente a la campaña IMCA-3 (M_3) y como parece ser el caso de la profundidad y los metales estroncio y hierro durante el muestreo correspondiente a la campaña DINAMO-1 (D_1). Un aspecto evidente en los mapas, es la diferenciación de las estaciones E8e15 y E9e15 con respecto a las demás durante la temporada de secas; asimismo, es igual de clara la disposición de las estaciones en el muestreo correspondiente a la campaña DINAMO-2 (D_2), el cual siendo un muestreo en la temporada de lluvias sigue el patrón observado en la temporada de secas.

Lo anterior puede ser indicativo de lo que se ha estado observado en los aspectos estructurales, en el sentido de que no existe un gradiente que relacione propiamente a algún parámetro ambiental en particular con la distribución de la densidad y la biomasa de poliquetos en toda el área estudiada. Los resultados parecen indicar que si hay gradientes, éstos son diferenciales con base en un parámetro en particular en donde además se tiene que considerar el efecto particular de la temporalidad y la ubicación de las estaciones de muestreo en el área de estudio.

Anteriormente, en el inicio de la sección de resultados, se analizaron y discutieron los aspectos más relevantes de cada parámetro ambiental registrado en el área de estudio, a partir de lo cual se determinó con un análisis de asociación que la profundidad, el contenido de carbonatos y estroncio en los sedimentos son los parámetros clave en el agrupamiento de las estaciones. Asimismo, se comentaba la importancia del conjunto de condiciones ambientales para que los organismos existan y se desarrollen, así como de la tolerancia, adecuación y/o adaptación que éstos hayan desarrollado para habitarlo.

Con esto se pretende dejar claro que, si bien, hay algunos parámetros que pueden ser más importantes que otros y que comúnmente determinan los aspectos generales del comportamiento de la fauna, no se pueden dejar a un lado los demás en el momento de determinar la estructura comunitaria, sobre todo en una zona tan dinámica como lo es la Sonda de Campeche. Cada parámetro por sí sólo tiene sus particularidades que es necesario considerar y extraer para complementar dicha generalidad.

De esta manera se realizó un análisis de correlación simple entre los parámetros estructurales (densidad, biomasa y riqueza de especies) y las variables ambientales que arrojó los siguientes resultados (Anexo 7).

Muestreo M_1.- La densidad presenta una correlación positiva alta con la riqueza de especies (0.86), biomasa (0.70) y en menor grado con el contenido de carbonatos CO_3 (0.58), así como una correlación negativa con el contenido de carbono orgánico MO (-0.76). Por su parte, las especies que se relacionan positivamente con la densidad son: *A. verrilli* (0.95), *C. delta* (0.94), *Leiocapitella* sp. 1 (0.93), *S. verrilli* (0.92) y en menor grado *P. pinnata* (0.73); estas especies (sumando a *S. tenuis*) también se relacionan positivamente con la biomasa pero con valores más bajos. Las variables ambientales (al margen de las asociadas con profundidad) que se correlacionan positivamente son: Profundidad con Fe (0.77) y Al (0.53); mientras que con CO_3 y Sr es negativa. El tipo de sedimento TS presenta una relación negativa con Sr (-0.60); MO la presenta positiva con Fe (0.63) y Al (0.51), y negativa con CO_3 (-0.7); mientras que Fe la presenta negativa con Sr (-0.56) y positiva con Al (0.56). Las densidades de *Leiocapitella* sp. 1, *C. delta*, *S. verrilli*, *P. pinnata* y *A. verrilli* muestran entre ellas una correlación positiva alta (0.71 a 0.96), y se caracterizan porque su densidad se correlaciona negativamente con MO (-0.61 a -0.86). Sólo las dos primeras se relacionan, además, positivamente con CO_3 (0.58 y 0.51). *N. leptognatha* se relaciona negativamente con la profundidad y *A. maculata* positivamente con Sr.

Muestreo M_2.- La densidad presenta una correlación positiva alta con la biomasa (0.77), riqueza de especies (0.72) y con las especies *P. pinnata* (0.89), *L. cingulata* (0.82), *N. incisa* (0.74) y en menor grado con *C. delta* (0.56) y *S. verrilli* (0.50). Estas mismas especies (excepto *S. verrilli*) también se correlacionan positivamente con la biomasa (0.50, 0.75, 0.93, 0.66). Las variables ambientales que se correlacionan positivamente son: MO con salinidad (0.72) y TS (0.66). Las densidades de *L. cingulata*, *P. pinnata*, *C. delta* y *N. incisa* muestran entre ellas una correlación positiva (0.54 a 0.75), al igual que *Sthenelais* sp. A y *P. delta* (0.56-0.89) que a su vez se correlacionan negativamente con la salinidad (-0.80 y -0.74). Otras especies que se correlacionan positivamente son *C. delta* con *N. incisa* (0.54), *P. pinnata* con *S. verrilli* (0.60) y *S. verrilli* con *Sthenelais* sp. A y *Prionospio delta*. En cuanto a las variables *P. pinnata* se relaciona positivamente con profundidad (0.56).

Muestreo M_3.- La densidad presenta una correlación positiva alta con la riqueza de especies (0.88) y salinidad (0.81), y en menor grado con la biomasa (0.52), así como una correlación negativa con la profundidad (-0.58). Por su parte, las especies que se relacionan positivamente con la densidad son: *C. delta* (0.93), *N. lobatus* (0.94), *Leiocapitella* sp. 1 (0.93), *P. perkinsi* (0.89), *P. pinnata* (0.82) y *A. maculata* (0.80). Estas especies (excepto *C. delta*, *A. maculata* y *N. lobatus*) también se relacionan positivamente con la biomasa, aunque con valores más bajos. Las densidades de *Leiocapitella* sp. 1, *C. delta*, *P. pinnata*, *P. perkinsi*, *A. maculata* y *N. lobatus* tienen entre ellas una correlación positiva alta (0.77 a 0.99), y se caracterizan por relacionarse positivamente con la salinidad (0.50 a 0.79). Otras especies

cuyas densidades están relacionadas son: *D. cuprea* con *N. incisa* (0.80), *S. verrilli* con *P. pinnata* (0.55) y *S. tenuis* con *S. verrilli* (0.64). En cuanto a las variables ambientales, *D. cuprea* y *P. perkinsi* se relacionan negativamente con profundidad (-0.61 y -0.58).

Muestreo M_4. - La densidad presenta una correlación positiva alta con la biomasa (0.77), riqueza de especies (0.72) y las especies *N. incisa* (0.88), *S. verrilli* (0.88), *K. cedroensis* (0.83), en menor grado *D. cuprea* (0.75) y *P. delta* (0.63), y con TS (0.67). Estas mismas especies (sumando a *S. elongatus*) se correlacionan positivamente con la biomasa (0.58 a 0.97). Las variables ambientales correlacionadas positivamente son: TS con profundidad (0.67) y con MO (0.64). Las densidades de *N. incisa*, *S. verrilli*, *K. cedroensis*, *D. cuprea*, *P. delta* y *S. elongatus* tienen entre ellas una correlación positiva (0.50 a 0.87), al igual que *P. pinnata*, *C. delta* (0.60) y *M. dorsobranchialis* (0.58). En cuanto a las variables ambientales *S. tenuis* y temperatura se relacionan negativamente (-0.65); mientras que *N. incisa* lo hace positivamente con MO.

Muestreo D_1. - La densidad presenta una correlación positiva alta con la riqueza de especies (0.96) y Sr (0.85), y en menor grado con CO₃ (0.63) y la biomasa (0.52), así como una correlación negativa con MO (-0.78) y Fe (-0.63). Las especies que se relacionan positivamente con la densidad son: *C. delta* (0.98), *S. verrilli* (0.90), *M. californiensis* (0.88), *P. delta* (0.79), *A. maculata* (0.78) y *M. cf. phyllisae*, y en menor grado *P. pinnata* (0.54). De estas especies, únicamente *S. verrilli* se relaciona con la biomasa, haciéndolo positivamente (0.55). Por su parte, la biomasa, además se relaciona positivamente con Sr (0.68), CO₃ (0.53) y Ba (0.50), mientras que su relación es negativa con la profundidad y Fe (-0.68), así como con Al (-0.51). Las variables ambientales que se correlacionan positivamente son: Profundidad con Al (0.77) y Fe (0.53), mientras que con CO₃ la correlación es negativa (-0.69). La MO tiene una relación positiva con Fe (0.79) y negativa con Sr y CO₃ (-0.89 y -0.56). Los CO₃ se relacionan negativamente con Al (-0.90) y Fe (-0.81) y positivamente con Sr (0.59); El Fe se relaciona positivamente con Al (0.66) y negativamente con Sr (-0.79).

Las densidades de *C. delta*, *S. verrilli*, *M. californiensis*, *A. maculata* y *M. Cf. phyllisae* tienen entre ellas una correlación positiva alta (0.71 a 0.95); estas especies se caracterizan porque su densidad se correlaciona negativamente con Fe (-0.50 a -0.64) y MO (-0.59 a -0.84), mientras que su relación es positiva con Sr (0.56 a 0.87) y CO₃ (0.55 a 0.58). Además, *S. verrilli* se relaciona negativamente con Al y profundidad (-0.50). Destaca la alta correlación positiva entre *P. delta*, *M. californiensis* y *A. maculata* (0.91 a 0.98) los cuales se caracterizan por relacionarse con Sr (0.56 a 0.59) y CO₃ (0.56 a 0.68).

Muestreo D_2. - La densidad presenta una correlación positiva alta con la biomasa (0.86) y riqueza de especies (0.68), así como una correlación negativa con el TS (-0.71). Las especies que se relacionan positivamente con la densidad son: *Aphelochaeta* sp. 1 (0.85), *C. delta* (0.80), *N. lobatus* (0.77) y *S. verrilli* (0.64) y también lo hacen con la biomasa. Por su parte, la biomasa, además se relaciona negativamente con la profundidad y TS (-0.52 y -0.66). Las

densidades de *S. verrilli*, *Aphelochaeta* sp. 1 y *C. delta* tienen entre ellas una correlación positiva alta (0.71 a 0.72) y se caracterizan por relacionarse positivamente con la salinidad (0.51 a 0.61) y negativamente con TS (-0.66 a -0.75). Otras especies cuya densidad se relaciona positivamente son: *S. tenuis* con *N. incisa* (0.64), *D. cuprea* con *K. cedroensis* (0.67) y *N. lobatus* con *Aphelochaeta* sp. 1 (0.90) y *C. delta* (0.83). En cuanto a las variables ambientales, *N. lobatus* se relaciona negativamente con TS (-0.68).

De manera general, a partir de este análisis se puede mencionar los siguientes aspectos:

Es importante la correlación positiva que existe entre la densidad y biomasa en todos los muestreos, siendo más altos los valores correspondientes a la temporada de secas. En el caso de la riqueza específica la correlación con la densidad es aun más alta; los valores más altos también corresponden a la temporada de secas.

De acuerdo con Warwick (1986) durante la sucesión (o durante la respuesta a una perturbación), la abundancia y la biomasa de las especies no siguen la misma tendencia. Considera que desde un punto de vista evolutivo, la abundancia siempre es menor que la biomasa en condiciones naturales, y viceversa en condiciones de perturbación, por lo que en condiciones no perturbadas la biomasa se ubica en una o pocas especies con individuos de gran talla; mientras que en sitios perturbados la dominancia numérica reside en especies pequeñas. Con base en ello, si la biomasa similar a abundancia se estaría pensando en un ambiente moderadamente perturbado, lo cual estaría sustentando en parte lo observado en cuanto a impacto ambiental.

En cuanto a las variables ambientales, la densidad y la biomasa se correlaciona positivamente en la temporada de secas con los carbonatos y estroncio y negativamente con el carbono orgánico, hierro, aluminio y profundidad, mientras que en la temporada de lluvias tienden a correlacionarse positivamente con tipo de sedimento en la campaña IMCA 4 y negativamente en DINAMO 2. Esto es concordante con el gradiente ambiental oeste-este dado por la provincias sedimentarias en la región, sobretodo, si se considera que los primero se asocian a la provincia carbonatada y el hierro con la provincia terrígena. El caso del sedimento también se sustenta por los cambios temporales que ocurren en él durante la temporada de lluvias, siendo nuevamente la excepción el muestreo D_2.

En cuanto a las especies, sobresale la alta correlación positiva de la densidad con *C. delta* en la temporada de secas y la baja correlación en la de lluvias (excepto en D_2); contrariamente, *N. incisa* tiene alta correlación positiva en lluvias y baja en secas. Otras especies con correlaciones positivas altas con la densidad en temporada de secas son *S. verrilli* y *P. pinnata*, no obstante también, aunque en menor grado, tienen este tipo de correlación en lluvias. Por su parte, *N. lobatus* tiene una alta correlación positiva con la

densidad en M_3 y D_2, *P. perkinsi* en M_3, *Leiocapitella* sp. 1 en M_1 y *Aphelochaeta* sp. 1 en D_2; mientras que *M. californiensis*, *M. cf. phyllisae* y *P. delta* la tienen en D_1.

Warwick (1988a-c) plantea que las dos variables naturales más importantes, como son la profundidad y tamaño de grano del sedimento, ejercen su mayor influencia en el reemplazo de especies, ya que en cada grupo de organismos se han desarrollado especies que se han adecuado a intervalos estrechos de condiciones ambientales naturales. Con base en ello, estos resultados van precisando los aspectos observados en el análisis general de dominancia de especies; sin embargo, es importante analizarlos desde un punto de vista más particular que permita entender cada los aspectos que ocurre en el área de estudio.

En este sentido, los patrones de densidad y biomasa de *Cossura delta*, *Paraprionospio pinnata* y *Nephtys incisa* parecen representar un indicador de la temporalidad desde el punto de vista de la influencia de la descarga de aguas continentales sobre la estructura comunitaria de los poliquetos en el área de estudio con lo que se tiene lo siguiente:

- * Cuando la descarga de aguas continentales hacia la zona de estudio disminuye durante la temporada de secas, tiende a propiciar un aumento en la densidad general en el estrato de los 15 m de profundidad donde se concentra el 58% de la densidad total del muestreo (11 y 47% hacia el oeste y este respectivamente) lo cual es producto del incremento en número de especies de hábitos depositívoros subsuperficiales móviles con faringe eversible, y en menor grado de depositívoras superficiales discretamente móviles tentaculadas. Las primeras son importantes hacia el este del área de estudio y son asociadas con la descarga de Laguna de Términos siendo *C. delta* y *Leiocapitella* sp. 1 las favorecidas ya que alcanzan densidades de entre un 30-40 % del total recolectado en la estación. Las segundas son importantes hacia el oeste del área de estudio y se asocian con la descarga del Grijalva-Usumacinta siendo *P. pinnata* la más favorecida ya que alcanza densidades de entre 5 y 21 % del total recolectado en la estación. Asimismo, otras especies pequeñas como *S. verrilli*, *P. delta*, *P. perkinsi* y *M. californiensis* se presentan con densidades de entre 2 y 16 % del total en la estación, y se observa una ausencia importante de *N. incisa*. Los estratos de profundidad subsecuentes tienen valores comparativamente más bajos y van disminuyendo de los 30 a 150 m.
- ☛ Cuando aumenta la descarga de aguas continentales hacia la zona de estudio durante la temporada de lluvias, ésta tiende a propiciar un decremento drástico en la densidad general en los 15 m de profundidad, afectando principalmente los valores de *C. delta* la cual prácticamente desaparece; sustancialmente, pero en menor grado, decrecen los valores de *S. verrilli* y *P. pinnata*, mientras que los de *N. incisa* aumentan (para esta profundidad sólo los de las estaciones ubicadas al oeste). Dicho aumento favorece que los valores generales aumenten en los estratos de 30 a 75 m, lo cual se relaciona con los valores de *P. pinnata* y *N. incisa* que alcanzan densidades de entre 11 y 74 % (30 y 33 %

en promedio respectivamente) del total en la estación en la región oeste y de entre 2 y 22 % (3 y 19 % en promedio respectivamente) en la región este. Otras especies como *S. verrilli*, *K cedroensis* y *D. cuprea* sólo son importantes en la región este con densidades de entre 10 y 22 % (18 % en promedio).

- * Cuando la descarga de aguas continentales hacia la zona de estudio decrece hacia el final de la temporada de lluvias, también tiende a decrecer la densidad en el estrato de los 30 m (principalmente en el de la región oeste) e incrementarse la densidad general en el estrato de los 15 m de la región este concentrándose cerca del 54% de la densidad total del muestreo, comportamiento muy similar al observado en secas con excepción de que junto con el incremento en densidad de *C. delta* y *S. verrilli* es *Aphelochaeta* sp. 1 y no *Leiocapitella* sp. 1 que alcanzan densidades de entre un 22-70% del total recolectado en la estación registrándose, además, una presencia de especies grandes como *N. lobatus*, *A. verrilli*, *D. cuprea* y *S. tenuis*.

Al respecto Alongi (1990) indica que en las zonas tropicales donde hay descargas importantes de ríos las comunidades bénticas cercanas a las bocas sufren un incremento en la mortalidad debido a que los procesos de erosión y depositación no favorecen su establecimiento. Menciona que estas zonas se caracterizan por presentar organismos pequeños, pioneros, oportunistas que son consumidores de depósito, lo cual considera una respuesta rápida a un aporte errático, generalmente bajo de alimento, así como a las perturbaciones ambientales.

Como ya se mencionó en capítulos anteriores, esto ha sido documentado también en el norte del Golfo de México por Flint (1981) y Fitzhugh (1984). El primero reconoce que el estrato somero, a pesar de que en él existe una variación significativa en el sedimento que provee un hábitat inestable, es caracterizado por diferente fauna con un número pequeño de dominantes en abundancia que se refleja en una baja equidad. Mientras que el segundo encontró una asociación de poliquetos ligado a la descarga del Río Mississippi con importantes variaciones temporales.

Al respecto Kennicutt *et al.* (1995) indica que la descarga de este río causa fluctuaciones físicas y sedimentológicas al grado que confunde la variabilidad natural en espacio y tiempo. Finalmente, Pearson y Mannvik (1998) en un estudio de largo plazo (tres décadas) realizado en un área de extracción petrolera del Mar del Norte encontró resultados similares (aunque con especies de poliquetos), sugiere estudiar la variabilidad de la comunidades bénticas en escalas de tiempo mayores con la finalidad de discriminar entre la variación inducida. En este contexto Flint (1981) mostró que la fauna de la plataforma continental de Texas tiene patrones consistentes con los observados en otras plataformas continentales en términos de gradientes ambientales; sin embargo, difiere al menos en que los taxones que dominan la infauna son diferentes.

Con el patrón de comportamiento en las especies mencionadas, sumado al observado en la densidad de estaciones, se puede deducir que el aumento en la descarga de aguas continentales durante la temporada de lluvias repercute drásticamente en el estrato de 15 m de profundidad al grado de casi defaunarlo, "recorriendo" las grandes concentraciones de especies y organismos presentes durante la temporada de secas, hacia el estrato de los 30 m. Asimismo, la descarga influye de manera importante y diferencial (dependiendo de la disposición de las estaciones con respecto a la descarga, así como de la intensidad de ésta) en los estratos de 30-75 m; esto se deduce a partir de lo siguiente (Figura 68):

En M₂, las estaciones en que se incrementan de manera importante los valores son E5w30, E2w75 y E4w75; éstas se ubican completamente hacia el este del área de estudio en una disposición que parece indicar la disposición de la descarga del Grijalva-Usumacinta; mientras que, aunque en menor grado, los valores de E11e30 y E12e50 (y considerando a E8e15) que se disponen al este, indicarían la disposición de la descarga de la Laguna de Términos. En M₄, las estaciones en las que se incrementan sustancialmente los valores son: al este E11e30 y E10e30, y al oeste E1w30, E4w75 y E2w75, lo cual indicaría un aumento importante en la descarga de ambos sistemas que es consistente con un aumento en los valores de las estaciones con mayor profundidad como E3w100 hacia el oeste y E12e50 hacia el este.

Los resultados sugieren que la densidad y biomasa mantienen una relación con la descarga de aguas continentales, lo cual no sólo se refleja en temporalidad (secas a lluvias) sino que dentro de cada temporada parece indicar el año en qué año hubo más descarga que en otro (Figura 68). En este sentido, al considerar la temporada de secas se observa que M₃ es el muestreo que supone más descarga, enseguida M₁ y al final D₁; mientras que al considerar la temporada de lluvias, coincidentemente el orden es M₄, M₂ y D₂ sugiriendo que la descarga se incrementó de 1988 a 1989 para disminuir (incluso menor que en 1988) en 1990. Esta aparente disminución en D₂ (1990) es acorde con el comportamiento de la densidad y biomasa, e incluso se comentó que era un comportamiento que se usemejaba más a uno de temporada de secas que a uno de lluvias.

Estos resultados se sustentan con el trabajo de García Salgado (2001) quien estudio la relación entre la producción de camarón, la descarga de los ríos y la precipitación pluvial en el estado de Campeche. Con datos de la Comisión Nacional de Agua, él registra que entre las temporadas de lluvias de los años de 1988 a 1989 ocurre una disminución de hasta 10 mm en la precipitación pluvial con un incremento en la descarga de hasta 200 millones de m³, mientras que de 1989 a 1990 los valores de estos dos parámetros decaen hasta en 80 mm y 2,000 millones de m³, lo cual representa una disminución importante si la comparamos con las temporadas anteriores.

Con base en lo expuesto es importante darle seguimiento a la temporalidad con un mayor número de muestreos a lo largo del año que precisen lo evidenciado en este estudio.

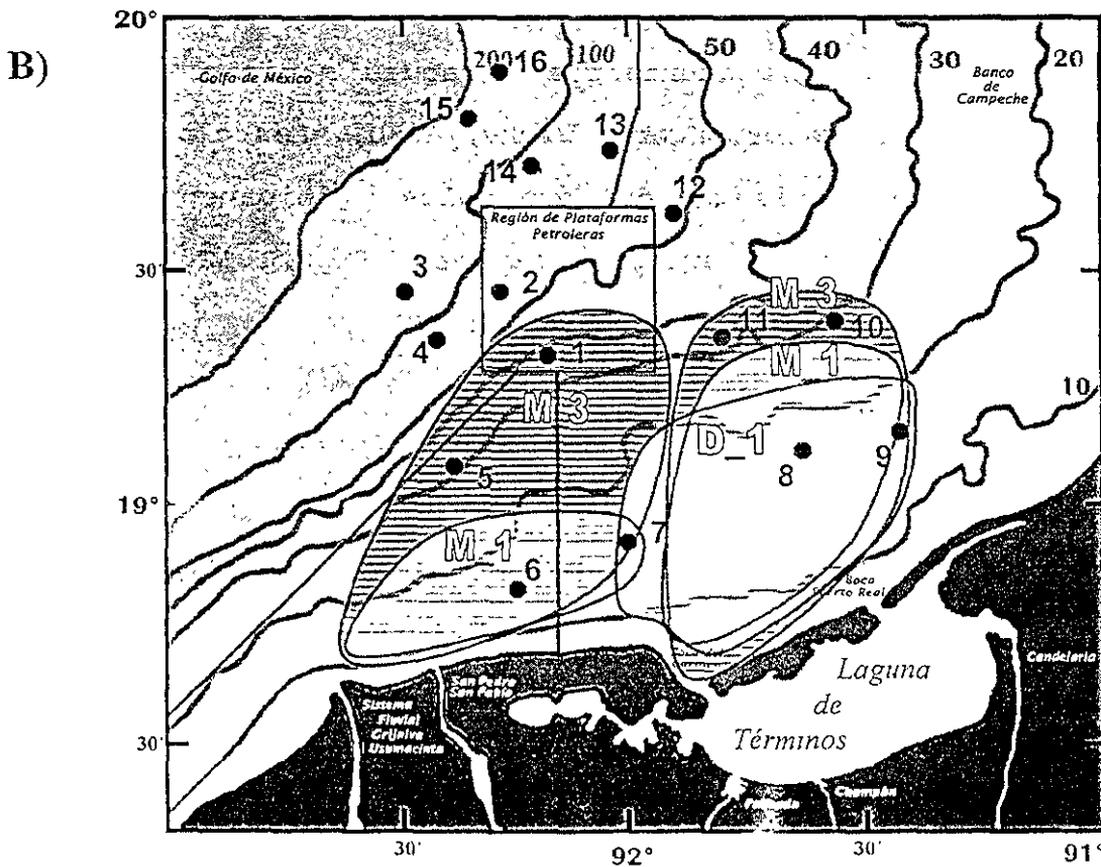
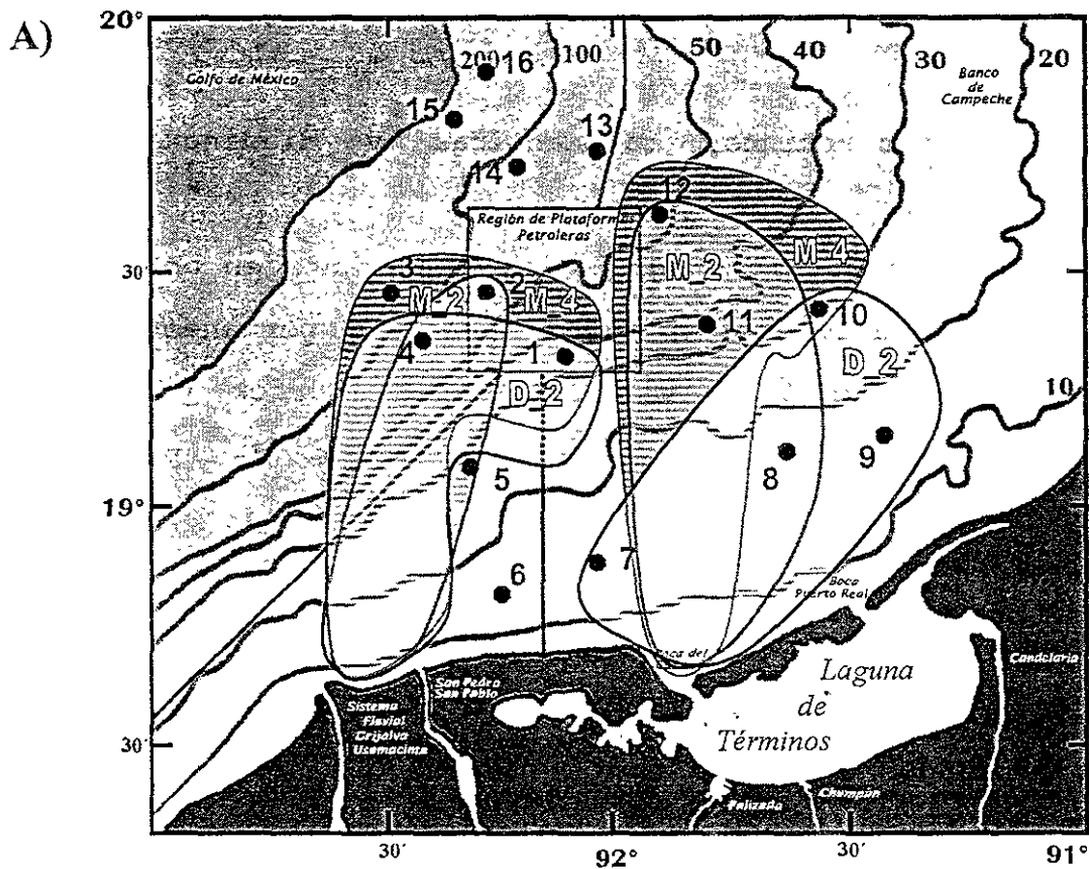


Figura 68- Mapa en el que se superponen las mayores concentraciones de densidad en las diferentes campañas estudiadas. A) Temporada de lluvias, B) Temporada de Secas. M= IMCA; D= DINAMO

Aspectos Integrativos Generales

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo se hace patente la importancia de la profundidad y el tipo de sedimento como las variables del ambiente que representan un papel importante en la determinación de la estructura comunitaria del bentos en general y de los poliquetos de la zona de estudio en particular:

- La profundidad afecta la estructura comunitaria de los poliquetos del área de estudio ya que cuando aumentan disminuye paulatinamente la densidad, biomasa, riqueza específica y diversidad; sin embargo, se favorece el incremento en la equidad. Tiene sus primeros efectos sobre la poliquetofauna después de los 50 m, con efectos claros a 75 y 100 m, siendo muy importantes a 150 m. Con el incremento en profundidad se afecta global- y gradualmente la abundancia (el efecto es en mayor grado sobre la abundancia de las especies dominantes), biomasa y riqueza de especies, favoreciendo una repartición más equitativa de la abundancia entre las especies, hasta llegar a los 150 m donde la abundancia y biomasa permanecen relativamente constantes.
- El tipo de sedimento afecta la estructura comunitaria de los poliquetos del área de estudio de la siguiente manera: Los sedimentos lodoarenosos del este del área de estudio favorecen que exista una mayor densidad, biomasa, riqueza de especies y diversidad, a diferencia de los sedimentos propiamente terrígenos de la región oeste. Estos sedimentos indican una zona transicional sedimentarias en la cual presenta una mayor heterogeneidad ambiental que permite la incorporación de especies de ambas provincias con lo que se eleva la riqueza de especies, densidad y biomasa.
- La temporalidad, analizada a través de los efectos que las lluvias tienen sobre la descarga de aguas fluviolagunares afecta el área de estudio diferencialmente según la profundidad trayendo consigo cambios en los sedimentos; es decir, no obstante que sus efectos sobre los parámetros ambientales medidos se observan hasta los 75 m en toda el área de estudio, éstos son muy importantes cerca de la costa en profundidades de entre 15 y 30 m. Con la temporada de lluvias, se incrementa de manera importante la densidad y biomasa, y en menor grado la riqueza específica, pero la diversidad y equidad decrecen; no obstante, en el estrato de los 15 m de profundidad, los valores de todos los parámetros, excepto la equidad, disminuyen. Esto significa que con la temporada de lluvias las condiciones ambientales después de los 15 m son favorables para la poliquetofauna propiciando que más especies se incorporen al sistema y las que ya estaban presentes aumenten en abundancia y/o biomasa. En el estrato de 15 m, donde las condiciones de temporalidad se consideran extremas por su cercanía a la descarga de aguas continentales, la temporada de lluvias es severa y afecta los parámetros estructurales mediante el efecto físico sobre el sedimento durante la descarga con cambios evidentes en salinidad y temperatura.

Conclusiones

- ⇒ La fauna recolectada en este estudio representa el 60% de las familias y el 24% de las especies registradas en la Plataforma Continental Golfo de México. Sumado al 26 % de especies no registradas en el Norte del Golfo de México y a las 22 especies potencialmente nuevas, evidencian la importancia del trabajo taxonómico, así como la elevada biodiversidad de los poliquetos de la región petrolera.
- ⇒ En cuanto a densidad, biomasa y frecuencia, se describieron 11 categorías generales para las 145 especies identificadas. Se encontró que la mayor parte de ellas son *especies raras de distribución restringida* y *especies comunes de amplia distribución*, existiendo un alto porcentaje de *dominancia ocasional*. Destacan *N. incisa*, *P. pinnata*, *S. verrilli* y *C. delta* por el papel ecológico que representan en el área de estudio.
- ⇒ Se sustenta la existencia de una zona transicional natural con límites temporales variables a lo largo del año que provoca cambios importantes en la estructura comunitaria de los poliquetos bénticos de la región este del área de estudio.
- ⇒ Se distingue un patrón general de comportamiento en los parámetros ambientales y estructurales, influenciado por la temporalidad y en menor grado la profundidad y el tipo de *sedimento*, en donde los aportes de aguas continentales representa un papel importante. Este patrón afecta al área de estudio de forma diferente según la temporada y la zona, con variaciones mayores hacia el oeste y en la temporada de lluvias que hacia el este y en la temporada de secas.
- ⇒ La profundidad afecta la estructura comunitaria de los poliquetos, cuyos efectos son evidentes desde los 75 m, e importantes entre 100 y 150 m. Con su aumento disminuyen los valores de densidad, biomasa, riqueza de especies y diversidad, pero se incrementan los de equidad.
- ⇒ El tipo de *sedimento* afecta la estructura comunitaria de los poliquetos, siendo en los de características transicionales del este del área de estudio, en los que se favorecen mayores valores de densidad, biomasa, riqueza específica y diversidad.
- ⇒ La temporalidad (analizada indirectamente mediante los efectos de la época de lluvias sobre la descarga de aguas continentales), afecta la estructura comunitaria de los poliquetos. Es particularmente importante entre 15 y 30 m y disminuye gradualmente conforme la profundidad se incrementa hasta los 50-75 m. Con la temporalidad se incrementa la densidad, biomasa y en menor grado la riqueza específica; sin embargo, la diversidad y equidad decrecen.

- ⇒ La presencia de la actividad petrolera es importante en zonas de entre 30 y 75 m y su influencia, medida a través de la concentración de bario, se observa en toda la región. Sin embargo, las comunidades bénticas de la zona de estudio se encuentran sujetas a un nivel general de estrés "ligero" a "moderado". Sólo las zonas de entre 15 y 30 m se encuentran con niveles predominantemente *moderados*, siendo mayores durante la temporada de lluvias en donde se alcanzaron niveles *perturbados*.
- ⇒ En términos de este estudio, es irrelevante establecer poliquetos indicadores de contaminación en el área de estudio a menos que se cuente con un trabajo taxonómico confiable, así como de un conocimiento claro acerca de los patrones de vida y ecológico, en espacio y tiempo de las especies.

Conclusión General

- ⇒ La Bahía de Campeche en general en la cual se ubica la región petrolera, está sujeta a una constante perturbación física natural, producto de la dinámica de las aguas y el efecto de la temporalidad debido a la descarga de aguas continentales y vientos, así como de un estrés de origen antropogénico relacionado con las actividades petroleras, principalmente de perforación. Aun no ha sido posible diferenciar, medir o definir claramente los efectos de unos y otros, debido a que el estrés natural por la temporalidad es mayor. Lo cierto es que los estudios demuestran que la influencia de la actividad petrolera se refleja en gran parte de la bahía y ello se puede constatar por las altas concentraciones de bario en los sedimentos. Sin embargo, la Sonda de Campeche parece ser una zona afortunada, ya que además de ser una región ecológicamente rica, cuyas bondades se reflejan en sus importantes pesquerías y gran producción de hidrocarburos, cuenta con elementos naturales, como el giro ciclónico y la gran descarga de aguas continentales, que le permiten tener cierta depuración.

Recomendaciones

- Los estudios que se han estado llevando a cabo finalmente están permitiendo integrar la información generada desde hace tiempo en las diferentes áreas del conocimiento y no sólo de la química, o fisicoquímica, ramas que comúnmente consideran a la calidad del agua como el parámetro más importantes para definir el estado de contaminación de una determinada zona; sin embargo, cada sistema acuático es diferente por lo que es necesario conocer la respuesta de la fauna béntica sésil a semisésil, la cual ofrece información valiosa para evaluar el ambiente.
- Se sugiere considerar los estratos de profundidad de 15, 30, 50, 75, 100, 125 y 150 m, para tener la representatividad taxonómica requerida y cubrir con ésta los aspectos ambientales a los que está sujeta la zona de estudio.
- La fauna de invertebrados bénticos marinos de la región petrolera del Suroeste del Golfo de México, sujeta a condiciones ambientales variadas debido a procesos atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos, es abundante y diversa, por lo que representa actualmente una oportunidad para seguir estudiando y analizando las respuestas particulares de las especies ante las presiones que el ambiente les impone. Sin embargo, para que una especie sea considerada bioindicadora de determinada condición ambiental es necesario considerar los hábitos alimenticios, patrones de reproducción y, mediante bioensayos, determinar con mayor precisión su condición de bioindicador.

Literatura Citada

- Addy, J. M., J. P. Hartley and P. J. C. Tibbetts, 1984. Ecological Effects of Low Toxicity Oil-Based Mud Drilling in the Beatrice Oilfield. *Mar. Poll. Bull.*, 15(12):412-436.
- Agard, J. B., J. Gobin and R. M. Warwick, 1993. Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92:233-243.
- Aguayo Camargo, E., A. Márquez García, R. Salas Colunga, M. Mendoza Cantú, A. Carrillo Bañuelos y A. Pérez Rojas, 1991. Proyecto DINAMO. Subproyecto Geología. Primer Informe Técnico. In: Solís Weiss, V. *Dinámica Oceánica y su relación con el deterioro ambiental en la porción Sur del Golfo de México*. Proyecto DGAPA/UNAM, IN209789.
- Aguilar Sosa, J., 1993. Algunos aspectos ecológicos acerca de la distribución y abundancia de los moluscos (Mollusca: Bivalvia) en la porción Sureste del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias pesqueras, Universidad Autónoma del Carmen*, 129 pp.
- Alatorre, M. A., F. Ruiz y D. Salas de León, 1989. Efectos del paso de frentes atmosféricos sobre la Bahía de Campeche. 186-193 pp. In: J. González, F. Medina, M. Romo and M. Martínez (eds.) *Memorias de la Reunión Unión Geofísica Mexicana 1987*.
- Alongi, D. M., 1990. The Ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 28:381-496.
- Alvarado Azpeitia, 1996. Variación estacional de la macrofauna bentónica de la lagunas Carmen y Machona, Tabasco. *Tesis Profesional Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. 70 pp.
- Amieva Obregón, M. P., 1996. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de los órdenes Orbiniida, Spionida y Cossurida, asociados a los abanicos costeros de los principales ríos del Golfo de México: taxonomía, distribución, abundancia y algunos aspectos biogeográficos. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 124 pp.
- Ayala Castañares, A. y M. Gutiérrez Estrada, 1990. Morfología y sedimentos superficiales de la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche. México, *An. Inst. Cien, del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México*, 17(2):163-190
- Bayne, B. L., R. F. Addison, J. M. Capuzzo, K. R. Clarke, J. S. Gray, M. N. Moore and R. M. Warwick, 1988. An overview of the GEEP workshop. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 46:235-243.
- Bellan, G., G. Désrosiers and A. Willsie, 1988. Use of an Annelid Pollution Index for Monitoring a Moderately Polluted Littoral Zone. *Mar. Poll. Bull.*, 19:662-665.
- Berger, W. H. and F. L. Parker, 1970. Diversity of planktonic Foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168:1345-1347.
- Beukema, J. J., 1998. An evaluation of the ABC method (abundance-biomass comparison) applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Mar. Biol.*, 99:425.
- Cadeé, G. C., 1984. "Opportunistic feeding", a serious pitfall in trophic structure analysis of (paleo)faunas. *Lethaia*, 17:289-292.

- Campos Vázquez, C., H. Bahena Basave, L. F. Carrera Parra, M. A. Ruiz Zárate, N. E. González and S. I. Salazar Vallejo, 1999. Criptofauna en rocas de Punta Nizuc, caribe Mexicano y su utilidad como biomonitora potencial. *Rev. Biol. Trop.*, 47(4): pp.
- Campos, J. C., 1981. Contribución a la sedimentología y morfología de la plataforma continental frente a las costas de Campeche, México. Primera y 2a. parte. Secretaría de Marina, Dir. Gral. de Oceanografía.
- Canales Cáceres, A., 1999. Utilización bacteriana y meiobéntica de hidrocarburos fósiles en la Sonda de Campeche, México. *Tesis Maestría, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México*, 77 pp.
- Carranza Edwards, A, L. Rosales Hoz AND A. Monreal Gómez, 1993. Suspended sediments in the southeastern Gulf of Mexico. *Marine Geology*, 112:257-269.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. (Unwayn Hyman: London) 710 pp.
- Clarke, K. R., 1990. Comparisons of dominance curves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 138:143-157.
- Cognetti, G., 1992. Colonization of stressed coastal environments. *Mar. Poll. Bull.*, 24(1):12-14.
- Commito, J. A. and W. G. Ambrose, 1985. Multiple trophic levels in soft-bottom communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 26:289-293.
- Corona Rodríguez, A., 1997. Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma de Yucatán. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México*. 163 pp.
- Crommentuijn, T., D. Sijm, J. de Bruin, M. van den Hoop, K. van Leeuwen and E. van de Plassche, 2000. Maximum permissible and negligible concentration for metals and metalloids in the Netherlands, taking into account background concentrations. *Journal of Environmental Management*, 60: 121-143.
- Cruz Abrego, F. M., 1984. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Sonda de Campeche. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 123 pp.
- Cruz Abrego, F. M., F. Flores Andolais y V. Solís Weiss, 1991. Distribución de moluscos y caracterización ambiental en zonas de descargas de aguas continentales del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. UNAM*, 18(2): 247 pp.
- Cruz Orozco, R., A. Machado Navarro, F. Ley Luo y V. M. Alba Cornejo, 1994. Textura, mineralogía y algunos parámetros fisicoquímicos de los sedimentos de la Sonda de Campeche, México. *In: Los Sistemas Litorales. Serie Grandes Temas de Hidrobiología. UAM-I, UNAM*, (2):14-155.
- Czitrom Baus, S. P., F. Ruiz, M. A. Alatorre Mendieta and A. R. Padilla Pilotze, 1986. Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, Mexico. *In: J. C. J. Nihoul (ed.). Marine Interfaces Ecohydrodynamics. Elsevier Oceanography Series (42):301-311.*
- Davies, J. M., J. M. Addy, R. A. Blackman, J. R. Blanchards, J. E. Ferbrache, D. C. Moore, H. J. Siomerville, A. Whitehead and T. Wilkinson, 1984. Environmental Effects of the use of Oil-Based Drilling Muds in the North Sea. *Mar. Poll. Bull.*, 15(10):363-370.
- De Jesús, N. A., 1989. Evaluación de los niveles de hidrocarburos totales en los sedimentos de la Sonda de Campeche, México y su posible efecto sobre la comunidad de nemátodos bénticos. *Tesis Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida, México* 144 pp.

- De Jesús Navarrete, A., 1993. Distribución, abundancia y diversidad de los nemátodos (Phylum: Nematoda) bénticos de la Sonda de Campeche, México, *Rev. Biol. Trop.*, 41 (1): 57-63.
- Désbruyères D. and A. Toulmond, 1998. A new species of hesionid worm, *Hesiocaeca methanicola* sp. nov. (Polychaeta: Hesionidae), living in ice-like methane hydrates in the deep Gulf of Mexico. *Cah. Biol. Mar.*, 39:93-98.
- Domínguez Brito, C. and I. Granadillo Pérez, 1995. Impacto Ambiental en la Sonda de Campeche Debido a Operaciones de Perforación de Pozos Petroleros. *Tesis Profesional, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Campeche*. México. 134 pp.
- Esparza Castillo, L., 1992. Variación estacional de la microfauna de ostrácodos de la zona de plataformas petroleras del sur del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 92 pp.
- Falcón Álvarez, L., 1998. Consumo de oxígeno y biomasa de la infauna de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México y Península de Yucatán. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 78 pp.
- Feller, J. R. and R. Warwick, 1988. Energetic. 181-196 pp. In: R. P. Higgins and H. Thiel (eds.) *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institute Press. 488 pp.
- Field, J. G., K. R. Clarke and R. M. Warwick, 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8:37-52.
- Fitzhugh, K., 1984. Temporal and spatial patterns of the polychaete fauna on the central Northern Gulf of Mexico continental shelf. In: P. A. Hutchings (ed). *Proceeding of the First International Polychaete Conference, Sydney*. The Linnean Society of new South Wales, Australia. 211-225.
- Flint, R. W., 1981. Gulf Mexico outers shelf benthos: Macroinfaunal-environmental relationships. *Biological Oceanography*, 1(2):135-155.
- Folk, R. L., 1969. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill, Austin, Texas. 182 pp.
- Gallagher, E. D. and J. F. Grassle, 1997. Virginian province macroinfaunal community structure: PCA-H analyses and assessment of pollution degradation indices. *Final Report Submitted to the United States Environmental Protection Agency, Atlantic Ecology Division (AED)*. U.S.A., 111 pp.
- García, E., 1987. *Apuntes de climatología*. 3a ed. Larios e hijos impresores. México, D. F., 153 pp.
- García Salgado, M., 2001. Relación entre la producción de camarón, la descarga de los ríos y la precipitación pluvial en el Golfo de México. *Tesis de Maestría, Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. México. 84 pp.
- Giangrande, A., 1997. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 35:323-386.
- Glasby, Ch. and G. Read, 1998. Polychaete worms: A diverse yet poorly known group. *Water and Atmosphere*, 6(4):7-9.
- Gold Bouchot, G. y M. Herrera Rodríguez, 1996. Efectos de los hidrocarburos sobre la comunidad de nemátodos bénticos de la Sonda de Campeche. 279-296 pp. In: A. V. Botello, J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez, D. Zárate Lomelí (Eds.). *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 5: 666.

- González Macías, M. C., 1989. Las comunidades bentónicas y su relación con afloramientos naturales de hidrocarburos en el Golfo de México: Crucero Chapo I. *Univ. y Ciencia*, 6 (11):17-28.
- González Macías, M. C., 1997. Análisis de la comunidad bentónica en una chapopotera del Golfo de México y sus relaciones con la presencia crónica de hidrocarburos del petróleo. *Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 114 pp.
- Granados Barba, A. and V. Solís Weiss, 1994. New records of the polychaetous annelids (order: Eunicida) from the Southeastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 54(2):420-427.
- Granados Barba, A. and V. Solís Weiss, 1997a. The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae and Pilargidae, with description of *Ophioglycera lyra* a new species and comments on *Goniada distorta* Moore and *Scoloplos texana* Maciolek and Holland, Orbiniidae. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 110(3):457-470.
- Granados Barba, A. and V. Solís Weiss, 1997b. The polychaetous annelids of the oil platforms area from the southeastern Gulf of Mexico: Orbiniidae and Cossuridae. *Bulletin of Marine Science* 61(3): 549-557.
- Granados Barba, A. and V. Solís Weiss, 1998. Les Spionidae (Annélides, Polychètes) de la zone des puits pétroliers de la région méridionale du Golfe du Mexique. *Vie Milieu*, 48(2):111-119.
- Granados Barba, A., 1991. Algunos aspectos ecológicos de los Anélidos Poliquetos (Orden: Eunicida), de la región de plataformas petroleras y áreas adyacentes en la Sonda de Campeche, Golfo de México. *Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, UNAM*. México. 99 pp.
- Granados Barba, A., 1994. Estudio sistemático de los anélidos poliquetos de la región de plataformas petroleras del Sur del Golfo de México. *Tesis Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 287 pp.
- Grassle, J. F. and J. P. Grassle, 1974. Opportunistic life histories and genetic system in marine polychaetes. *J. Mar. Res.*, 32:253-284.
- Gray, J. S. and F. B. Mirza, 1979. A possible method for detecting pollution induced disturbance on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.*, 10:142-146.
- Gray, J. S. and T. H. Pearson, 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9:111-119.
- Gray, J. S., 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12:223-261.
- Gray, J. S., 1981. *Ecology of Marine Sediments*. Cambridge University Press. 185 pp.
- Gray, J. S., 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 250:23-49.
- Gutiérrez Estrada y Galaviz Solís, 1991. Clasificación binaria de los sedimentos superficiales del Suroeste del Golfo de México. *Jaina*, 2(2):6.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W. C. Black, 1995. *Multivariate Data Analysis*. 4th edition. Prentice Hall Inc. New Jersey. USA. 745 pp.
- Hargrave, B. T. and H. Thiel, 1983. Assessment of pollution-induced changes in benthic community structure. *Mar. Pollut. Bull.*, 14(2):41-46.
- Hartley, J. P., 1982. Methods for monitoring offshore macrobenthos. *Mar. Pollut. Bull.*, 13(5):150-154 pp.

- Hernández Arana, H. A., 1995. El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bénticas tropicales. *Tesis Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida*. México. 204 pp.
- Hernández Alcántara, P., L. González Ortiz y V. Solís Weiss, 1994. Los espionidos (Polychaeta: Spionidae) del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, México. *Rev. Biol. Trop.*, 567-577 pp.
- Herrera Rodríguez, M., 1992. Evaluación de los efectos de los hidrocarburos sobre la comunidad de nemátodos bénticos de vida libre de la plataforma continental de la Península de Yucatán. *Tesis Maestría, CINVESTAV-IPN-Mérida*. México. 161 pp.
- Hily, C. et M. Glémarec, 1990. Dynamique Successionnelle des Peuplements de Fonds Meubles au Large de la Bretagne. *Oceanologica Acta*, 13(1):107-115.
- Holmes, C. W., 1973. Distribution of selected elements in surface marine sediments of the northern Gulf of Mexico continental shelf and slope. *U. S. Geological Survey, Profesional paper* No. 814, 7pp.
- Holmes, C. W., 1982. Geochemical indices of fine-sediment transport, northwest Gulf of Mexico. *J. Sed. Petrol.*, 52(1):307-321.
- Howmiller, R. P. and M. A. Scott, 1977. An environment index based on a relative abundance of oligochaetes species. *J. Water Poll. Control Fed.* 49:809-815.
- IONGEPI International Oil and Natural Gas Exploration and Production Industry, 1997. *Decommissioning Offshore Oil and Gas Installations: Finding the Right Balance*. 18 pp.
- Jackson, M. L., 1970. *Análisis Químico de Suelos*. Ed. Omega, Barcelona, Esp., 283 pp.
- Karakassis, I., 1995. A new method for calculating macrobenthic species richness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120:299-303.
- Kennicutt II, M. C., R. H. Green, P. Montagna and P. F. Rascigno, 1995. Gulf of Mexico offshore operations monitoring experiment (GOOMEX), phase I: sublethal responses to contaminant exposure- Introduction and overview. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53:2540-2553.
- Kingston, P. F., 1987. Field effects of platform discharges on benthic macrofauna. *Phyl. Trans. R. Soc. Lond.*, 316:545.
- Knox, G. A., 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. In: Reish, D. J. and Fauchald (eds.). *Essays on the polychaetous annelids on the memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Found., L. A.:547-604.
- Kruskal B. S. and M. Wish, 1991. *Multidimensional scaling. Quantitative applications in the social sciences*. Beverly Hill, California, Sage Publications, 16 edition, USA.
- Lamshead, P. J. D., 1984. The nematode/copepod ratio-some anomalous results from the firth of Clide. *Mar. Pollut. Bull.*, 15:256-259.
- Lamshead, P. J. D., H. M. Platt and K. M. Shaw, 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on assessment of dominance and diversity. *J. Nat. Hist.*, 17:839-847.
- Langhurst, A. R. and D. Pauly, 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. Academic Press, San Diego, USA. 407 pp.
- Licea, S. y H. Santoyo, 1991. Algunas características ecológicas del fitoplancton de la región central de la Bahía de Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 18(2):157-167.

- Lizárraga Partida, M. L., F. B. Izquierdo Vicuña and I. Wong Chang, 1991. Marine bacteria on the Campeche Bank oil field. *Mar. Pollut. Bull.*, 22(8):401-405.
- Lizárraga Partida, M. L., H. Rodríguez Santiago and J. Romero Jarero, 1982. Effects of the Ixtoc I blowout on heterotrophic bacteria. *Mar. Pollut. Bull.*, 13:67-70.
- Lizárraga Partida, M. L., J. Porrás Aguirre, F. B. Izquierdo Vicuña and M. C. Rosano Hernández, 1986. bacteriology of the Southern Gulf of Mexico and Yucatan Channel area. *Cienc. Mar.*, 12:21-34.
- Long, R. E. and P. Chapman, 1985. A sediment quality triad: Measures of sediment contamination, toxicity and infaunal community composition in Puget Sound. *Mar. Pollut. Bull.*, 16(10):405-415.
- López Granados, E. M., 1993. Estudio ecológico de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de las familias Spionidae, Nephtyidae y Nereididae de la sonda de Campeche, México. *Tesis Profesional Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala*, UNAM, México. 90pp.
- López, P., 1993. Algunos aspectos ecológicos acerca de la distribución y abundancia de los moluscos (Mollusca: Gasteropoda y Scaphopoda) en la porción Sureste del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Pesqueras, Universidad Autónoma del Carmen*, 126 pp.
- Macías Zamora, J. V., J. A. Villaescusa Celaya, A. Muñoz Barbosa and G. Gold Bouchot, 1999. Trace metals in sediment cores from the Campeche Shelf, Gulf of Mexico. *Environmental Pollution*, 104(1):69-77.
- Mackie, A. S. and O. P. Graham, 1996. Marine macrofauna: polychaetes, mollusks and crustaceans. Chapter 21, 263-284. *In: G. S. Hall (ed). Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments. Cabs international*, U. K.
- Mackie, A. S., C. Parmiter and L. K. Tong, 1997. Distribution and Diversity of Polychaeta in the Southern Irish Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 60(2):467-481.
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. N. J., USA 179 pp.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. System.*, 3:36-71.
- Martin, G. and A. H. Bouma, 1976. Physiography of the Gulf of Mexico. 3.19 pp. *In: A. H. Bouma et al. (eds.). Beyond the Shelf Break. A. A. P. G. Marine Geology Comm. Short Course. Vol. 2.*
- Maurer, D., T. Gerlinger and H. Nguyen, 1998. The Responses of two spionid polychaetes to natural process and anthropogenic activities on the San Pedro Shelf, California. *Ophelia*, 48(3):185-206.
- McManus, J. and D. Pauly, 1990. Measuring ecological stress: variations on the theme by R. M. Warwick. *Mar. Biol.*, 106:305-308.
- Méndez Jaime, C. G., 1993. Estudio químico de sedimentos recientes en la porción sur del Golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Química, UNAM. México.* 71 pp.
- Méndez Ubach, M. N., 1988. Polychaete worms associated to six types of substrate in North. Eastern Bermuda. *Rev. Biol. Trop.*, 36(2B):377-382.
- Méndez Ubach, M. N., 1994. *Perturbaciones Antropogénicas en el Litoral: Comunidad de Poliquetos y Dinámica de Poblaciones de Capitella capitata en Fondos Arenosos Frente a Barcelona. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. España.* 256 pp.

- Méndez Ubach, M. N., V. Solís Weiss y A. Carranza Edwards, 1986. La Importancia de la granulometría en la distribución de los organismos bentónicos. Estudio de playas del estado de Veracruz, México. *Ann. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM*, 13(3):45-56.
- Mendoza Cantú, M. E., 1994. Estudio geomorfológico de la porción sureste del golfo de México. *Tesis Profesional, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM*. México. 69 pp.
- Miranda Vázquez, L. A., 1993. Estudio de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Plataforma Continental externa del Sur del Golfo de México. *Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM*. México. 148 pp.
- Molinari, R. L. and J. Morrison, 1988. The Separation of the Yucatan Current from the Campeche Bank and intrusion of the Loop current into the Gulf of Mexico. *J. of the Geophys. Res.*, 93(C9)-10645-10654.
- Monreal Gómez, M. A. y D. A. Salas de León, 1990. Simulación de la circulación de la Bahía de Campeche. *Geof. Internacional*, 29(2):101-111.
- Monreal Gómez, M. A., D. A. Salas de León, A. R. Padilla Pilotze y M. A. Alatorre, 1992. Hidrografía y estimación de corrientes de densidad en el sur de la Bahía de Campeche. *Cienc. Mar.*, 18(4):115-133.
- Nowlin, W. D., 1972. Water masses and general circulation of the Gulf of Mexico. *Oceanol. Internat., (February)*:28-33.
- Ortiz Hernández, M. C., 1990. Los poliquetos de la Sonda de Campeche y Canal de Yucatán. Su relación con los hidrocarburos. *Tesis de Maestría, CINVESTAV, IPN*. Mérida, Yucatán. México. 99 pp.
- Oug, E., 1998. Relating species patterns and environmental variables by canonical ordination: An analysis of soft-bottom macrofauna in the region of Tromsø, northern Norway. *Mar. Environ. Res.*, 45(1):29-45.
- Pearson, T. H. and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.*, 16:229-231.
- Pearson, T. H. and H-P. Mannvik, 1998. Long-term changes in the diversity and faunal structures of benthic communities in the northern North Sea: natural variability or induced instability. *Hydrobiologia*, 375/376:317-329.
- Pica, Y. y R. Pineda, 1991. Golfo de México y Mar Caribe mexicano: Oceanografía Física. 31-74 pp. In: G. de la Lanza (Comp.) *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editores, S. A., México.
- Pielou, E. C., 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, New York.
- Platt, H. M., R. M. Warwick, K. R. Clarke, J. Agard and J. Gobin, 1990. Benthic communities and disturbance in a subtropical marine environment. *Proc. Underw. Sci.*, 15:43-
- Raffaelli, D. G. and C. F. Mason, 1981. Pollution monitoring with meiofauna using the ratio nematode to copepods. *Mar. Pollut. Bull.*, 12:158-163.
- Raz Guzmán MacBeth, M. L. A., 1995. Caracterización trófica de los componentes dominantes de las comunidades bentónicas en la Laguna de Términos Campeche y en la plataforma continental adyacente. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias UNAM. 85 pp.
- Read, P. and T. Renshaw, 1977. Organism and environment on polluted beaches: Canonical correlation analysis. *J. Appl. Ecol.*, 14:31-42.
- Reish, D. J. and T. V. Gerlinger, 1997. A Review of the Toxicological Studies with Polychaetous Annelids. *Bull. Mar. Sci.*, 60(2):584-607.

- Reish, D. J., 1957. The relationship of the polychaetous annelids *Capitella capitata* to waste discharge of biological origin. *Ir. Biological Problems in Water Pollution*, U.S. 195-200.
- Reish, D. J., 1986. Benthic invertebrates as indicators of marine pollution: 35 years of study. *IEEE Oceans '86 Conference Proceedings*, Washington, D. C., September 23-25, 1986.
- Rhoads, C. D., 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanogr. Mar. Rev.*, 12:263-300.
- Riley, J. p. and R. Chester, 1973. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London. 565 pp.
- Rodríguez Villanueva, L. V., 1993. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México; abundancia, distribución y diversidad. *Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México*. 128 pp.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, C. G. Méndez Jaime and M. A. Monreal Gómez, 1999. Metal in shelf sediments and their association with continental discharges in a tropical zone. *Mar. Freshwater Res.*, 50:189-196.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, S. Arias Reynalda y S. Santiago Pérez, 1992. Distribución de metales pesados en sedimentos recientes del Sureste del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*, 19(2):123-130.
- Rosales Hoz, L. T., A. Carranza Edwards, S. Santiago Pérez, C. Méndez Jaime and R. Doger Badillo, 1994. Study of anthropogenically induced trace metals on the continental shelf in the southeastern part of the Gulf of Mexico. *Rev. int. Cont. Ambient.*, 10(1):9-13.
- Rouse, G. W. and K. Fauchald, 1997. Cladistic and polychaetes. *Zool. Scripta*, 26(2):139-204.
- Rowe, G. T., 1983. Biomass and production of the deep-sea macrobenthos. In: G. T. Rowe (ed.). *Deep Sea Biology*. The Sea, Vol. 8. Wiley-Interscience, Pub. 97-121 pp.
- Shaw, K. M., Lamshead, P. J. D. and H. M. Platt, 1983. Detection of pollution induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 11:195-202.
- Salas de León, D. A., M. A. Monreal Gómez y J. Aldeco Ramírez, 1992a. Periodos característicos en las oscilaciones de parámetros meteorológicos en Cayo Arcas, México. *Atmósfera*, 5: 193-205.
- Salas de León, D. A., M. A. Monreal Gómez y G. Colunga Enríquez, 1992b. Hidrografía de la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional*, 31(3):315-323.
- Salas de León, D. A., M. A. Monreal Gómez, L. Sanvicente Añorve et C. Flores Coto, 1998. Influence de la circulation à long terme sur la répartition des organismes zooplantiques dans la Baie de Campeche, Mexique. *Oceanologica Acta*, 21(1):87-93.
- Salazar Vallejo, S., 1998. Filodócidos, Neréididos, Anfinómidos, Eufrosínidos y Eunícidos (Polychaeta) del Caribe Mexicano. *Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias UNAM, México*. 202 pp.
- Sánchez García, L., 1995. Efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del Banco de Campeche, México. *Tesis Maestría, CINVESTAV - IPN - Mérida, México*. 178 pp.
- Scaps, P., S. Brenot, C. Retiere and G. Desrosiers, 1998. Space occupation by the polychaetous annelid *Perinereis cultrifera*: An influence of substratum heterogeneity and intraspecific interactions on burrow structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 78:435-449.

- Scarborough, B. A. and J. J. Kendall, Jr., 1994. An Indication of the Process: Offshore Platforms as Artificial Reefs in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3):1086-1098.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Shirasago Germán, B., 1991. Hidrografía y análisis frontogenético en el sur de la Bahía de Campeche. *Tesis Maestría, UACPyP - CCH - UNAM*. México. 141 pp.
- Snelgrove, P. V. R., C. A. Butman, 1994. Animal-sediment relationships revisited: Cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 32:111-177.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf, 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*, 3rd edition. W. H. Freeman and Company, N. Y., USA. 887 pp.
- Solís Weiss, V., A. Granados Barba, V. Ochoa Rivera, A. Corona Rodríguez y I. Palomar Morales, 1995b. Atlas de Anélidos Poliquetos de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México. *Informe Final del Proyecto CONABIO - UNAM PO52*. 3 vols. 990 pp.
- Solís Weiss, V., A. Granados Barba, V. Rodríguez Villanueva, L. Miranda Vázquez, V. Ochoa Rivera and P. Hernández Alcántara, 1995a. The lumbrinerids of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.*, 92:61-75.
- Solís Weiss, V., V. Rodríguez Villanueva, A. Granados Barba, V. Ochoa Rivera, L. Miranda Vázquez, and P. Hernández Alcántara, 1994. The annelid polychaete populations of the order Eunicida from the southern Gulf of Mexico. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 162:559-566.
- Soto González, L. A. and E. Escobar Briones, 1995. Coupling Mechanisms Related to Benthic Production in the SW Gulf of Mexico. p 234-242. In: A. Eleftheriou *et al.* (ed) *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters*. 28 EMBS Symposium, Crete, Greece. Publ. Olsen and Olsen, Denmark.
- Sundberg, P., 1983. Multivariate analysis in marine pollution studies, *Par. Pollut. Bull.*, 14(6):208-209.
- Tokeshi, M., 1993. Species Abundance Patterns and Community Structure. p. 112-179. In: Begon, A. and A.H. Fitter (eds.). *Advances in Ecological Research*. Academic Press Limited. London, U.K. 410 pp.
- Thrush, S. F., 1991. Spatial patterns in soft-bottom communities. *TREE*, 6(3):75-79.
- Vázquez Bader, A. R., 1996. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el suroeste del Golfo de México. *Tesis Doctoral, UACPyP-CCH, UNAM*. México. 279 pp.
- Vidal, V. M. V., F. V. Vidal y J. M. Pérez Moreno, 1989. *Atlas Oceanográfico del Golfo de México*. Vol. I. Centro de Estudios Oceanográficos. Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE. Cuernavaca, Morelos, México. 6200 pp.
- Villanueva Estrada, R. E., 2000. Evaluación de metales pesados en el área de plataformas petroleras de la Bahía de Campeche. *Tesis Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología UNAM*. México. 134 pp.
- Villere, C. R., Jr., 1987. Rigs-to-Reefs, 1987. Mineral Management Service Technical Report, Louisiana, USA. 15 pp.
- Walkley, A. and I. A. Blak, 1934. An Examination of the Degthareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.*, 27:29-38.
- Warwick, R. M. and Ruswahyuni, 1987. Comparative study of structure of some tropical and temperate marine soft-bottom macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 95:641-649.

- Warwick, R. M., and K. R. Clarke, 1991. A comparison of some methods for analysis changes in benthic community structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71:225-244.
- Warwick, R. M., and K. R. Clarke, 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92:221-231.
- Warwick, R. M., and K. R. Clarke, 1994. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Mar. Biol.*, 118:739-744.
- Warwick, R. M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92:557-562.
- Warwick, R. M., 1988a. The level taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.*, 19:259-268.
- Warwick, R. M., 1988b. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 46:167-170.
- Warwick, R. M., 1988c. Effects on community structure of a pollutant gradient- summary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 46:207-211.
- Warwick, R. M., T. H. Pearson and Ruswahyuni, 1987. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. *Mar. Biol.*, 95:193-200.
- Washington, H. G., 1984. Diversity, Biotic and Similarity Indices. A Review with Special Relevance to Aquatic Ecosystems. *Water Res.*, 18(6):653-694.
- Wieser W., 1959. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.*, 4:181-194.
- Wu, R. S., 1982. Effects of taxonomy uncertainty on species diversity indices. *Mar. Environm. Res.*, 6:215-225.
- Yañez Arancibia, A. and P. Sánchez Gil, 1983. Environment behavior of Campeche Sound ecological system, off Terminos Lagoon, Mexico: preliminary results. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., UNAM*, 10 (1):117-136.
- Yañez Correa, A., 1971. Procesos costeros y sedimentos recientes de la plataforma continental al sur de la Bahía de Campeche. *Bol. Soc. Geol. Mexicana.*, 32(2):75-115.
- Zenetos, A. and C. Bogdanos, 1987. Benthic community structure as a tool in evaluation effects of pollution in Elefsis Bay. *Thalassographica*, 10(1):7-21.
- Zenetos, A. and E. Papatnassiou, 1989. Community parameters and multivariate analysis as a means of assessing the effects of Tannery effluents on macrobenthos. *Mar. Pollut. Bull.* 20(4):176-181.

Anexo 1.- Densidad de especies registrada en cada campaña oceanográfica ind m⁻².

ESPECIES	M-1	M-3	D-1	M-2	M-4	D-2	TOT.
<i>Paranaitis gardineri</i> .	0	4	3	0	0	3	10
<i>Phyllodoce arenae</i>	0	5	0	3	0	0	8
<i>Phyllodoce madeirensis</i>	0	0	3	0	10	0	13
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	0	0	2	0	0	7
<i>Glycera americana</i>	5	11	3	3	0	0	22
<i>Glycera abranchiata</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Glycera robusta</i>	0	0	4	0	0	0	4
<i>Glycera tessellata</i>	0	2	0	10	0	3	15
<i>Goniada maculata</i>	0	3	3	0	0	0	6
<i>Ophioglycera lyra</i>	25	8	7	2	14	0	56
<i>Podarkeopsis levifuscina</i>	0	3	3	0	2	6	14
<i>Ceratocephale oculata</i>	0	0	3	0	0	3	6
<i>Neanthes micromma</i>	0	13	29	2	12	14	70
<i>Nereis grayi</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Nereis lamellosa</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Nereis riisei</i>	0	6	0	0	0	0	6
<i>Syllis alosae</i>	0	3	0	3	0	3	9
<i>Syllis cornuta</i>	0	0	0	8	0	0	8
<i>Syllis sp. G</i>	0	2	10	0	5	24	41
<i>Ancistrosyllis commensalis</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Cabira incerta</i>	0	5	3	0	0	0	8
<i>Sigambra tentaculata</i>	10	13	25	3	14	13	78
<i>Sigambra wassi</i>	0	0	0	7	0	0	7
<i>Aglaophamus circinata</i>	0	3	0	0	0	0	3
<i>Aglaophamus verrilli</i>	30	31	13	23	9	57	163
<i>Nephtys incisa</i>	35	411	145	514	485	378	1968
<i>Nephtys squamosa</i>	0	9	0	0	2	0	11
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	10	6	16	30	2	10	74
<i>Harmothoe sp. A</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Lepidasthenia varius</i>	0	10	2	0	3	41	56
<i>Malmgreniella maccraryae</i>	10	3	0	0	0	0	13
<i>Malmgreniella taylori</i>	0	11	14	0	0	0	25
<i>Polyodontes lupinus</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Fimbriosthenelais hobbsi</i>	15	5	5	3	0	0	28
<i>Sthenelais sp. A</i>	16	33	25	55	21	14	164
<i>Sthenolepis sp. A</i>	0	0	5	20	18	20	63
<i>Grubeulepis ecuadorensis</i>	0	2	0	0	0	0	2
<i>Chloeia viridis</i>	5	5	0	0	0	0	10
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	10	3	5	0	12	0	30
<i>Paramphinome sp. B</i>	15	0	6	2	2	9	34
<i>Diopatra cuprea</i>	28	63	20	18	204	79	412
<i>Diopatra neotridens</i>	0	3	5	14	8	0	30
<i>Diopatra tridentata</i>	0	0	23	19	30	11	83
<i>Kinbergonuphis cedroensis</i>	66	32	66	43	302	140	649
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	3	2	0	0	0	3	8
<i>Paradiopatra hartmanae</i>	0	0	3	10	3	8	24
<i>Marphysa bellii</i>	0	8	0	3	6	13	32
<i>Marphysa kinbergi</i>	0	0	0	3	3	3	9
<i>Paraeuniphysa sp. 1</i>	0	0	0	5	0	3	8

Anexo I.- Densidad de especies registrada en cada campaña oceanográfica ind m⁻².

ESPECIES	M-1	M-3	D-1	M-2	M-4	D-2	TOT
<i>Augeneria bidens</i>	5	0	0	0	3	0	8
<i>Lumbricalus dayi</i>	0	0	0	3	0	0	3
<i>Lumbrineris cingulata</i>	18	42	0	55	30	15	160
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	3	20	3	26
<i>Ninoe brasiliensis</i>	20	0	3	15	0	13	51
<i>Ninoe leptognatha</i>	35	16	48	19	36	35	189
<i>Paraninoe brevipes</i>	0	8	0	2	0	0	10
<i>Scoletoma ernesti</i>	22	0	8	15	15	5	65
<i>Scoletoma tenuis</i>	28	59	57	61	137	68	410
<i>Scoletoma verrilli</i>	75	98	150	32	365	411	1131
<i>Arabella iricolor</i>	5	0	0	3	0	0	8
<i>Drilonereis longa</i>	0	10	0	0	3	3	16
<i>Drilonereis spatula</i>	0	0	3	0	0	0	3
<i>Orbinia americana</i>	0	2	0	0	0	0	2
<i>Orbinia riseri</i>	5	56	3	16	0	12	92
<i>Scoloplos capensis</i>	0	3	0	0	0	0	3
<i>Scoloplos rubra</i>	5	24	13	13	3	24	82
<i>Scoloplos texana</i>	0	7	0	2	0	11	20
<i>Scoloplos treadwelli</i>	5	6	3	0	0	2	16
<i>Aricidea catherinae</i>	5	1	0	0	0	0	6
<i>Aricidea fragilis</i>	15	0	0	2	0	13	30
<i>Aricidea nolani</i>	0	14	3	2	2	27	48
<i>Aricidea simplex</i>	5	0	10	26	21	30	92
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	3	0	0	0	3
<i>Aricidea taylori</i>	15	25	24	0	0	0	64
<i>Aricidea wassi</i>	0	2	0	0	0	0	2
<i>Cirrophorus furcatus</i>	0	3	3	3	0	12	21
<i>Cirrophorus lyra</i>	0	18	17	6	22	17	80
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	3	6	0	20	5	34
<i>Levinsenia reducta</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Dispio uncinata</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Laonice cirrata</i>	0	8	3	3	0	0	14
<i>Microspio pigmentata</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Paraprionospio pinnata</i>	36	171	266	597	678	371	2119
<i>Prionospio cirrifera</i>	0	8	0	0	4	0	12
<i>Prionospio cristata</i>	0	10	16	7	0	0	33
<i>Prionospio delta</i>	3	23	113	46	68	23	276
<i>Prionospio dubia</i>	0	0	0	0	0	3	3
<i>Prionospio multibranchiata</i>	0	10	0	0	0	9	19
<i>Prionospio perkinsi</i>	3	102	11	3	8	13	140
<i>Prionospio pygmaea</i>	0	0	0	0	8	0	8
<i>Scoelepsis texana</i>	0	0	8	0	10	0	18
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	5	1	0	0	2	8
<i>Spiophanes duplex</i>	15	26	13	0	0	5	59
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	0	2	3	0	15	3	23
<i>Spiophanes wigleyi</i>	5	0	3	0	0	0	8
<i>Poecilochaetous johnsoni</i>	0	0	0	0	11	3	14
<i>Heterospio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	3	3
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0	1	0	0	0	0	1

Anexo 1.- Densidad de especies registrada en cada campaña oceanográfica ind m⁻².

ESPECIES	M-1	M-3	D-1	M-2	M-4	D-2	TOT.
<i>Magelona cf. phyllisae</i>	0	47	49	0	0	12	108
<i>Magelona pettiboneae</i>	0	3	0	0	2	0	5
<i>Magelona polydenta</i>	23	53	40	8	3	15	142
<i>Magelona sp. D</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Magelona sp. G</i>	0	2	29	3	0	0	34
<i>Magelona sp. L</i>	0	13	30	0	5	14	62
<i>Magelona sp. 1</i>	0	0	0	2	11	0	13
<i>Aphelochaeta sp. 1</i>	3	9	12	12	0	368	404
<i>Aphelochaeta sp. 2</i>	5	8	0	0	0	6	19
<i>Chaetozone sp. D</i>	20	0	3	8	0	4	35
<i>Chaetozone sp. 1</i>	0	7	11	0	0	0	18
<i>Cirriformia punctata</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Cirriformia sp. A</i>	0	0	1	6	0	0	7
<i>Cirriformia sp. 1</i>	0	3	0	0	0	0	3
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	10	0	18	12	46	5	91
<i>Monticellina sp. 1</i>	10	3	11	0	11	10	45
<i>Cossura delta</i>	78	415	515	54	66	349	1477
<i>Brada villosa</i>	5	4	1	0	0	0	10
<i>Piromis roberti</i>	0	3	0	3	0	0	6
<i>Armandia maculata</i>	30	96	64	27	17	17	251
<i>Sternaspis scutata</i>	0	8	3	4	6	17	38
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	5	0	0	2	0	0	7
<i>Dasybranchus lunulatus</i>	0	0	0	0	0	4	4
<i>Leiocapitella sp. 1</i>	238	62	0	1	0	0	301
<i>Leiocapitella sp. 2</i>	10	3	0	0	0	3	16
<i>Mediomastus californiensis</i>	0	0	90	0	0	0	90
<i>Notomastus americanus</i>	0	0	0	0	5	0	5
<i>Notomastus daueri</i>	10	28	14	29	17	6	104
<i>Notomastus hemipodus</i>	0	5	0	2	5	0	12
<i>Notomastus lineatus</i>	20	0	0	4	0	0	24
<i>Notomastus lobatus</i>	0	84	9	0	5	63	161
<i>Clymenella torquata</i>	15	8	17	3	0	15	58
<i>Sabaco elongatus</i>	28	0	37	5	57	62	189
<i>Pectinaria gouldii</i>	0	2	0	0	0	0	2
<i>Ampharete lindstroemi</i>	3	1	4	0	0	0	8
<i>Amphicteis scaphobranchiata</i>	0	0	0	0	7	0	7
<i>Sosane sulcata</i>	0	7	0	4	0	10	21
<i>Terebellides carmenensis</i>	15	15	1	6	12	18	67
<i>Terebellides cf. lanai</i>	0	3	3	3	3	3	15
<i>Terebellides klemani</i>	0	8	0	4	0	3	15
<i>Terebellides parvus</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Loimia viridis</i>	0	0	0	0	0	2	2
<i>Lysilla sp. 1</i>	0	26	29	4	0	0	59
<i>Pista cristata</i>	5	3	0	2	0	3	13
<i>Polycirrus sp. 1</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Megalomma bioculatum</i>	18	39	1	0	0	17	75
SUMATORIAS	1164	2450	2236	1949	2945	3025	13769
ESPECIES	56	92	81	73	67	75	144

Anexo 2.- Biomasa de especies registrada por campaña oceanográfica mg Pseco m⁻².

ESPECIES	M1	M3	D1	M2	M4	D2
<i>Paranaitis gardineri</i>	0	19.3	5.7	0	0	4.2
<i>Phyllodoce arenae</i>	0	1.1	0	0.2	0	0
<i>Phyllodoce madeirensis</i>	0	0	1.9	0	28.3	0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	4	0	0	14.6	0	0
<i>Glycera americana</i>	1.3	10.4	0.4	21.4	0	0
<i>Glycera abranchiata</i>	0	0	0	0	6.1	0
<i>Glycera robusta</i>	0	0	187	0	0	0
<i>Glycera tessellata</i>	0	0.4	0	32.1	0	2.7
<i>Goniada maculata</i>	0	0.6	2.6	0	0	0
<i>Ophioglycera Iyra</i>	24	10.6	58	0.1	33.3	0
<i>Podarkeopsis levifuscina</i>	0	0.1	0.1	0	1.1	2.9
<i>Ceratocephale oculata</i>	0	0	1	0	0	2
<i>Neanthes micromma</i>	0	6.4	41	13.7	11.3	7.4
<i>Nereis grayi</i>	0	0	0	0	12.1	0
<i>Nereis lamellosa</i>	0	0	1.6	0	0	0
<i>Nereis riisei</i>	0	2.8	0	0	0	0
<i>Syllis alosae</i>	0	0.1	0	0.1	0	13
<i>Syllis cornuta</i>	0	0	0	17.2	0	0
<i>Syllis sp. G</i>	0	21	3.7	0	16.2	142
<i>Ancistrosyllis commensalis</i>	0	5	0	0	0	0
<i>Cabira incerta</i>	0	1.2	0.01	0	0	0
<i>Sigambra tentaculata</i>	6.4	29.1	12	1.7	6.5	5.7
<i>Sigambra wassi</i>	0	0	0	7.2	0	0
<i>Aglaophamus circinata</i>	0	5.9	0	0	0	0
<i>Aglaophamus verrilli</i>	56	260	28.7	41.7	15.7	281
<i>Nephtys incisa</i>	362	2695	1489	3824	4063	3063
<i>Nephtys squamosa</i>	0	13.4	0	0	3.7	0
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	22	3.6	14.7	20.9	1.1	12
<i>Harmothoe sp. A</i>	0	0	0.04	0	0	0
<i>Lepidasthenia varius</i>	0	2.4	42.7	0	12.7	128
<i>Malmgreniella maccraryae</i>	3.6	0.3	0	0	0	0
<i>Malmgreniella taylori</i>	0	43	5.9	0	0	0
<i>Polyodontes lupinus</i>	0	0	0	0	10.3	0
<i>Fimbriosthenelais hobbsi</i>	6.7	3	2.5	5	0	0
<i>Sthenelais sp. A</i>	24	58.2	53.1	139	44.8	29.5
<i>Sthenolepis sp. A</i>	0	0	125	209	109	655
<i>Grubeulepis ecuadorensis</i>	0	13.5	0	0	0	0
<i>Chloeia viridis</i>	1.4	59	0	0	0	0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	4.1	0.1	0.5	0	2.8	0
<i>Paramphinome sp. B</i>	37	0	118	17.3	20.8	164
<i>Diopatra cuprea</i>	121	402	105	83.4	1193	466
<i>Diopatra neotridens</i>	0	4.5	32.6	88	46.6	0
<i>Diopatra tridentata</i>	0	0	134	382	178	38.9
<i>Kinbergonuphis cedroensis</i>	35	18.5	37.1	30.1	162	74.9
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	1.4	0.9	0	0	0	1.9
<i>Paradiopatra hartmanae</i>	0	0	0.1	0.6	0.1	0.4
<i>Marphysa bellii</i>	0	14	0	4.7	14	23.4
<i>Marphysa kinbergi</i>	0	0	0	14.7	24	6.3
<i>Paraeuniphysa sp. 1</i>	0	0	0	8.2	0	0.5

Anexo 2.- Biomasa de especies registrada por campaña oceanográfica mg Pseco m⁻².

ESPECIES	M1	M3	D1	M2	M4	D2
<i>Augeneria bidens</i>	22	0	0	0	16.5	0
<i>Lumbricalus dayi</i>	0	0	0	1.6	0	0
<i>Lumbrineris cingulata</i>	28	11.5	0	87.3	41.3	20.8
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	12.7	15.2	2.5
<i>Ninoe brasiliensis</i>	6.7	0	1.2	17.1	0	9.9
<i>Ninoe leptognatha</i>	3.1	9.1	20.5	10.6	20.8	14.8
<i>Paraninoe brevipes</i>	0	13	0	0.7	0	0
<i>Scoletoma ernesti</i>	914	0	350	690	677	270
<i>Scoletoma tenuis</i>	137	298	276	321	659	327
<i>Scoletoma verrilli</i>	9.14	0.2	0.3	0.06	0.7	0.7
<i>Arabella iricolor</i>	12.7	0	0	6.3	0	0
<i>Drilonereis longa</i>	0	0.7	0	0	0.2	0.2
<i>Drilonereis spatula</i>	0	0	28.5	0	0	0
<i>Orbinia americana</i>	0	22.5	0	0	0	0
<i>Orbinia riseri</i>	0.75	55.1	0.07	0.5	0	12.4
<i>Scoloplos capensis</i>	0	1.1	0	0	0	0
<i>Scoloplos rubra</i>	0.39	19.7	0.5	47.3	0.1	46
<i>Scoloplos texana</i>	0	14.7	0	1.5	0	8.6
<i>Scoloplos treadwelli</i>	0.03	37.6	13.3	0	0	16.2
<i>Aricidea catherinae</i>	0.34	0.1	0	0	0	0
<i>Aricidea fragilis</i>	0.45	0	0	0.6	0	0.1
<i>Aricidea nolani</i>	0	8.8	2.1	0.4	1.7	30.7
<i>Aricidea simplex</i>	1.4	0	6.5	27.6	13.4	20.4
<i>Aricidea suecica</i>	0	0	2.8	0	0	0
<i>Aricidea taylori</i>	1.79	5.6	7.3	0	0	0
<i>Aricidea wassi</i>	0	0.01	0	0	0	0
<i>Cirrophorus furcatus</i>	0	0.5	0.02	0.4	0	1.8
<i>Cirrophorus lyra</i>	0	5	3.9	1	4.8	2.9
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0.02	0.06	0	0.1	0.01
<i>Levinsenia reducta</i>	0	0	0.01	0	0	0
<i>Dispio uncinata</i>	0	0	0	0	0.3	0
<i>Laonice cirrata</i>	0	41.7	6.9	5.2	0	0
<i>Microspio pigmentata</i>	0	0	0	0	1.3	0
<i>Paraprionospio pinnata</i>	28.4	649	603	473	537	364
<i>Prionospio cirrifera</i>	0	0.9	0	0	0.2	0
<i>Prionospio cristata</i>	0	0.06	1.6	0.04	0	0
<i>Prionospio delta</i>	0.003	0.3	1.4	0.6	11.1	2.7
<i>Prionospio dubia</i>	0	0	0	0	0	1.4
<i>Prionospio multibranchiata</i>	0	2.3	0	0	0	1.9
<i>Prionospio perkinsi</i>	0.16	31.3	0.7	0.2	0.5	0.8
<i>Prionospio pygmaea</i>	0	0	0	0	1.2	0
<i>Scoletepis texana</i>	0	0	12.4	0	51.7	0
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0.7	3.5	0	0	0.5
<i>Spiophanes duplex</i>	2.8	19.6	2.3	0	0	1.2
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	0	0.3	7.6	0	10.9	1.8
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1.96	0	2.7	0	0	0
<i>Poecilochaetous johnsoni</i>	0	0	0	0	9.2	16.5
<i>Heterospio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0.2
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0	425	0	0	0	0

Anexo 2.- Biomasa de especies registrada por campaña oceanográfica mg Pseco m⁻².

ESPECIES	M1	M3	D1	M2	M4	D2
<i>Magelona cf. phyllisae</i>	0	2.7	51.2	0	0	1
<i>Magelona pettiboneae</i>	0	0.04	0	0	0.1	0
<i>Magelona polydenta</i>	7.92	34.5	32.9	7.3	0.9	25.4
<i>Magelona sp. D</i>	0	0	0.6	0	0	0
<i>Magelona sp. G</i>	0	0.7	20.3	4.4	0	0
<i>Magelona sp. L</i>	0	1.2	13.2	0	9.6	2.7
<i>Magelona sp. 1</i>	0	0	0	0.8	0.5	0
<i>Aphelochaeta sp. 1</i>	2.73	5.1	5.9	5.2	0	431
<i>Aphelochaeta sp. 2</i>	1.4	3.9	0	0	0	1.3
<i>Chaetozone sp. D</i>	6.31	0	1.5	0.6	0	2.7
<i>Chaetozone sp. 1</i>	0	24.6	31.4	0	0	0
<i>Cirriformia punctata</i>	0	0	0	0	1.9	0
<i>Cirriformia sp. A</i>	0	0	0.3	202	0	0
<i>Cirriformia sp. 1</i>	0	0.1	0	0	0	0
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	0.42	0	3.3	0.4	1.1	0.1
<i>Monticellina sp. 1</i>	0.9	4.3	0.7	0	0.5	2.3
<i>Cossura delta</i>	13.4	39.6	87.7	16.1	15.6	68.5
<i>Brada villosa</i>	5.99	9.5	0.8	0	0	0
<i>Piromis roberti</i>	0.	58	0	7.1	0	0
<i>Armandia maculata</i>	47.5	163	109	77.3	28.7	28.1
<i>Sternaspis scutata</i>	0	49.6	14.4	4.6	90.8	79.4
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	8.42	0	0	41.2	0	0
<i>Dasybranchus lunulatus</i>	0	0	0	0	0	0.9
<i>Leiocapitella sp. 1</i>	86.1	10.8	0	0.7	0	0
<i>Leiocapitella sp. 2</i>	0.1	4.8	0	0	0	70.2
<i>Mediomastus californiensis</i>	0	0	0.6	0	0	0
<i>Notomastus americanus</i>	0	0	0	0	5.1	0
<i>Notomastus daueri</i>	4.99	16.4	15.7	19.5	9.7	2
<i>Notomastus hemipodus</i>	0	0.5	0	0.6	1.8	0
<i>Notomastus lineatus</i>	101.1	0	0	45	0	0
<i>Notomastus lobatus</i>	0	37.8	90.9	0	61.8	1250
<i>Clymenella torquata</i>	30.1	124	7.1	39.8	0	151
<i>Sabaco elongatus</i>	127	0	365	21.4	229	291
<i>Pectinaria gouldii</i>	0	9.7	0	0	0	0
<i>Ampharete lindstroemi</i>	0.48	0.7	0.6	0	0	0
<i>Amphicteis scaphobranchiata</i>	0	0	0	0	3.8	0
<i>Sosane sulcata</i>	0	5.7	0	7.1	0	8.9
<i>Terebellides carmenensis</i>	167.4	132	26.9	34.9	122	156
<i>Terebellides cf. lanai</i>	0	0.2	1.5	0.5	55.4	6
<i>Terebellides klemani</i>	0	8.5	0	4.9	0	0.7
<i>Terebellides parvus</i>	0	0	0	0	3.5	0
<i>Loimia viridis</i>	0	0	0	0	0	66
<i>Lysilla sp. 1</i>	0	23.3	32.6	9.5	0	0
<i>Pista cristata</i>	0.27	4.8	0	3	0	21.6
<i>Polycirrus sp. 1</i>	0	0	0	6.7	0	0
<i>Megalomma bioculatum</i>	16.8	2.7	0.2	0	0	6.7
SUMATORIAS	2510.343	6158.53	4773.41	7243.2	8732.5	8974.21

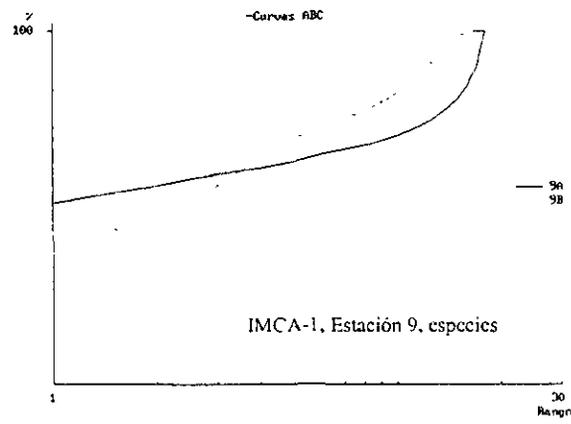
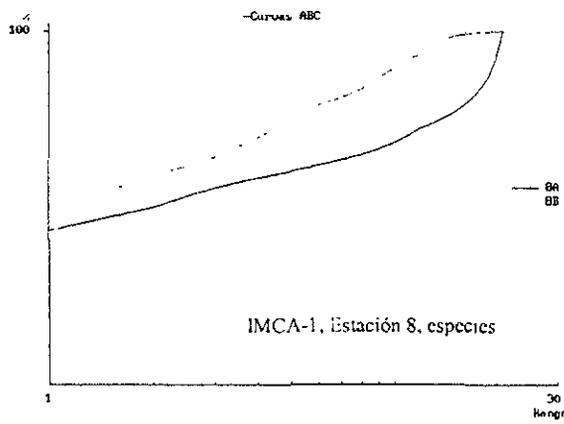
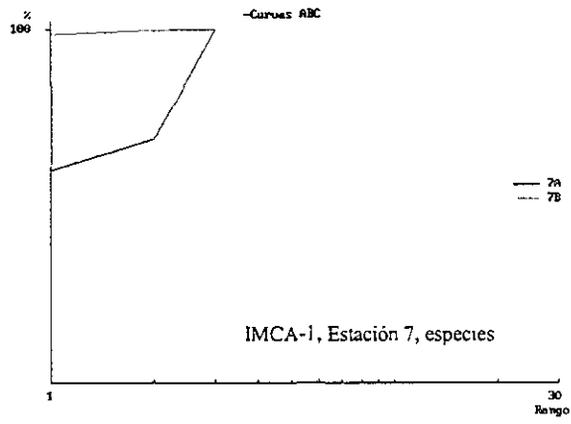
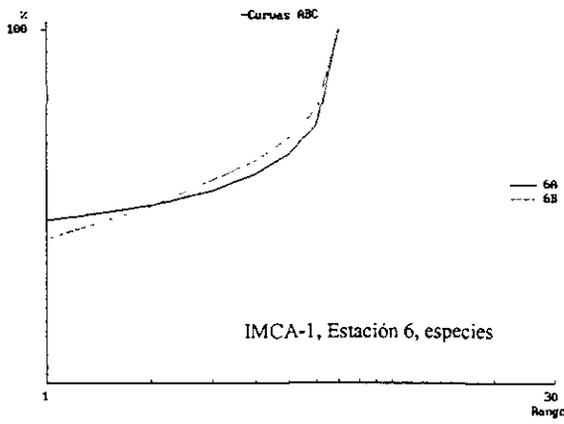
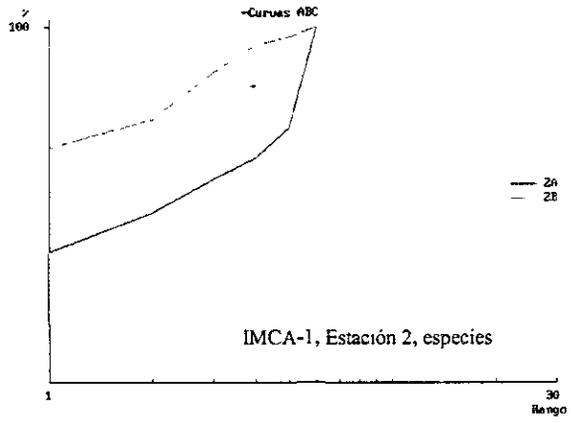
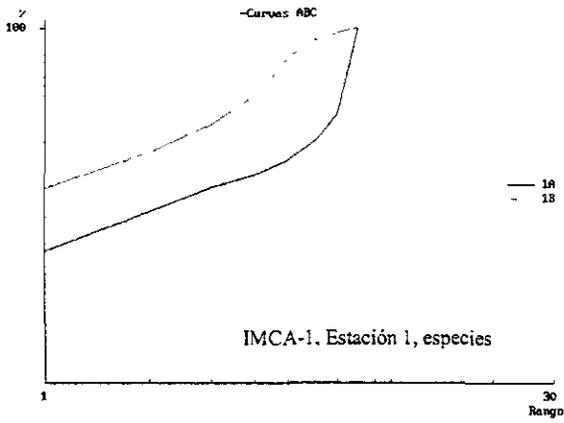
EST.	M1_BR				M1_SG				M1_SL				M1_LN						
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	65	8	22.93	0.13	1.06	0.31	13.21	0.12	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E2w75	45	6	18.17	0.21	1.08	0.36	10.66	0.19	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E3w100	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E4w75	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E5w30	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E6w15	50	7	24.28	0.16	1.07	0.32	14.68	0.14	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E7w15	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E8e15	435	21	161.86	0.23	1.01	0.20	136.42	0.15	0.99	4.61	1.01	383.10	0.05	42	9.52	0.40	23.85	8.10	0.12
E9w15	155	18	134.40	0.34	1.01	0.22	118.69	0.31	0.97	5.27	1.54	307.40	0.05	36	9.25	0.46	23.18	23.60	0.41
E10e39	26.67	5	5.74	0.12	1.08	0.41	3.12	0.10	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E11e30	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E12e50	125	13	43.27	0.14	1.03	0.24	35.92	0.17	0.97	3.65	1.02	131.73	0.06	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E13e75	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E14e100	100	15	90.34	0.21	1.04	0.19	55.10	0.21	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E15e150	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
EST.	M2_BR				M2_SG				M2_SL				M2_LN						
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	110	10	79.44	0.38	1.01	0.36	52.47	0.31	0.98	2.67	0.71	182.50	0.27	20	4.23	0.38	10.61	8.80	0.65
E2w75	325	18	423.17	0.44	1.01	0.25	287.52	0.39	0.99	4.11	0.94	748.49	0.30	36	7.29	0.36	18.27	16.18	0.63
E3w100	80	15	21.73	0.08	1.03	0.22	19.47	0.11	0.94	5.45	1.98	45.81	0.09	30	10.56	0.62	26.46	3.40	0.05
E4w75	190	24	100.28	0.28	1.01	0.18	80.57	0.23	0.96	7.27	2.20	138.25	0.11	48	13.26	0.49	33.23	14.32	0.43
E5w30	370	21	292.07	0.40	1.01	0.22	173.54	0.30	0.99	4.82	1.11	348.83	0.22	42	8.13	0.34	20.37	11.75	0.32
E6w15	30	9	12.86	0.13	1.05	0.29	9.34	0.12	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E7w15	18.33	5	2.41	0.09	1.05	0.45	1.98	0.07	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E8e15	157.5	17	31.54	0.13	1.01	0.23	23.73	0.05	0.97	4.84	1.38	123.60	0.24	34	7.91	0.41	19.84	6.12	0.21
E9w15	38.75	13	17.68	0.21	1.02	0.25	16.41	0.20	0.85	6.86	3.62	47.11	0.03	26	7.66	0.52	19.20	12.72	0.46
E10e39	37.5	4	2.17	0.08	1.03	0.59	2.52	0.08	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E11e30	175	11	66.00	0.28	1.01	0.35	34.68	0.17	0.99	2.61	0.62	162.73	0.25	22	3.85	0.31	9.65	3.10	0.30
E12e50	161.67	18	54.99	0.24	1.01	0.24	33.24	0.14	0.97	5.19	1.49	113.74	0.10	36	6.42	0.32	16.10	5.72	0.19
E13e75	120	18	49.61	0.21	1.02	0.20	44.34	0.17	0.95	5.87	1.92	110.46	0.31	36	10.64	0.52	26.66	12.64	0.27
E14e100	55	14	11.19	0.07	1.02	0.24	10.37	0.09	0.90	6.06	2.62	19.56	0.10	28	7.48	0.47	18.75	2.89	0.09
E15e150	24	8	10.82	0.15	1.06	0.30	6.05	0.14	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	47.5	11	21.61	0.12	1.04	0.26	16.44	0.13	DI	DI	DI	DI	DI	22	8.37	0.67	20.98	8.72	0.55

EST.	M3_BR				M3_SG				M3_SL				M3_LN						
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	185	14	175.32	0.40	1.01	0.28	128.04	0.35	0.98	3.52	0.88	350.50	0.31	28.00	6.62	0.42	16.60	13.00	0.70
E2w75	82.5	11	10.52	0.07	1.02	0.30	8.70	0.05	0.96	3.41	1.06	49.31	0.22	22.00	5.67	0.46	14.20	3.83	0.13
E3w100	33 33	9	34.96	0.28	1.08	0.25	15.96	0.24	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E4w75	20	4	15.59	0.29	1.19	0.37	5.92	0.22	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E5w30	70	9	20.47	0.16	1.03	0.32	17.97	0.15	0.96	2.75	0.84	85.19	0.05	18.00	4.43	0.44	11.11	6.80	0.40
E6w15	190	18	28.35	0.05	1.01	0.21	41.45	0.12	0.97	4.88	1.32	159.48	0.14	36.00	7.34	0.36	18.41	3.29	0.04
E7w15	167.5	27	44.19	0.07	1.01	0.15	57.02	0.15	0.95	9.11	3.07	76.00	0.23	54.00 1	6.95	0.56	42.49	3.55	0.05
E8e15	282.5	33	262.89	0.31	1.00	0.16	195.22	0.28	0.97	9.69	2.84	803.66	0.11	66.00 1	2.33	0.33	30.90	7.29	0.32
E9w15	741.67	43	459.43	0.24	1.00	0.14	286.50	0.19	0.99	9.94	2.30	659.35	0.09	86.00 1	2.08	0.25	30.27	7.07	0.25
E10e39	148.33	21	38.27	0.19	1.01	0.20	31.01	0.12	0.96	6.68	2.12	76.87	0.06	42.00	7.99	0.34	20.02	3.88	0.11
E11e30	215	23	124.19	0.27	1.01	0.18	111.70	0.22	0.97	6.53	1.85	246.14	0.05	46.00 1	2.30	0.47	30.82	23.52	0.42
E12e50	126 67	14	53.96	0.22	1.02	0.24	51.23	0.20	0.97	4.02	1.16	154.33	0.17	28.00	7.35	0.47	18.43	6.29	0.42
E13e75	56.67	17	19.63	0.10	1.02	0.20	17.27	0.13	0.87	8.23	3.99	20.50	0.16	34.00 1	0.44	0.54	26.17	4.93	0.06
E14e100	31.67	10	10.12	0.10	1.04	0.28	7.76	0.10	0.86	5.03	2.53	20.71	0.16	20.00	6.40	0.57	16.04	4.42	0.21
E15e150	50	15	44.05	0.21	1.04	0.19	25.75	0.21	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	37.5	11	25.76	0.19	1.05	0.24	13.91	0.18	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
EST.	M4_BR				M4_SG				M4_SL				M4_LN						
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	335	17	43.12	0.14	1.01	0.26	17.65	0.03	0.99	3.78	0.84	169.36	0.13	34.00	5.37	0.28	13.47	3.44	0.07
E2w75	270	8	199.47	0.40	1.01	0.43	111.54	0.30	0.99	1.55	0.30	506.43	0.18	16.00	3.08	0.34	7.73	8.47	0.61
E3w100	137.5	8	43.19	0.24	1.01	0.44	16.01	0.14	0.99	1.85	0.43	167.78	0.20	16.00	2.70	0.30	6.78	4.37	0.29
E4w75	430	22	288.12	0.30	1.00	0.22	194.53	0.25	0.99	4.91	1.09	508.25	0.37	44.00	7.78	0.31	19.49	5.58	0.30
E5w30	56.67	5	5.23	0.13	1.03	0.51	3.41	0.07	0.98	1.32	0.35	71.33	0.23	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E6w15	25	5	4.10	0.16	1.06	0.44	3.72	0.16	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E7w15	85	14	33.34	0.18	1.02	0.24	31.18	0.17	0.95	4.77	1.63	84.87	0.06	28.00	8.40	0.53	21.05	12.58	0.46
E8e15	28	10	17.55	0.18	1.06	0.25	9.72	0.17	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E9w15	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E10e39	496.67	16	126.02	0.22	1.00	0.28	60.55	0.07	0.99	3.16	0.62	288.01	0.21	32.00	4.35	0.24	10.91	15.64	0.25
E11e30	660	29	297.50	0.32	1.00	0.19	89.70	0.13	0.99	6.20	1.33	325.58	0.11	58.00	8.95	0.27	22.44	13.68	0.27
E12e50	195	19	110.25	0.32	1.01	0.21	81.86	0.25	0.97	5.21	1.43	184.85	0.18	38.00	8.92	0.42	22.36	13.96	0.38
E13e75	77.5	12	16.33	0.08	1.02	0.27	13.37	0.07	0.95	3.97	1.31	72.00	0.22	24.00	7.48	0.55	18.76	4.32	0.19
E14e100	25	8	17.91	0.22	1.08	0.28	9.02	0.19	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E15e150	40	12	32.20	0.20	1.05	0.22	17.74	0.19	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	48	9	6.85	0.08	1.03	0.33	8.65	0.13	DI	DI	DI	DI	DI	18.00	5.63	0.55	14.12	3.31	0.48

EST.	D1_BR				D1_SG				D1_SL					D1_LN					
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	100	12	33.13	0.22	1.02	0.28	30.63	0.18	0.97	3.56	1.06	97.98	0.24	24	6.35	0.47	15.92	5.69	0.42
E2w75	50	12	21.80	0.13	1.04	0.24	13.94	0.14	0.91	5.01	2.09	38.34	0.27	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E3w100	142.5	15	21.87	0.12	1.01	0.25	19.61	0.08	0.97	4.23	1.19	91.14	0.07	30	6.91	0.41	17.32	3.11	0.09
E4w75	42.5	9	11.08	0.10	1.04	0.30	7.51	0.10	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E5w30	77.5	11	10.37	0.11	1.02	0.29	15.92	0.17	0.96	3.50	1.11	39.41	0.08	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E6w15	47.5	10	13.23	0.12	1.04	0.28	9.71	0.13	0.92	3.87	1.49	29.18	0.10	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E7w15	205	18	33.21	0.14	1.01	0.23	22.09	0.07	0.98	4.75	1.26	113.57	0.17	36	7.58	0.37	19.00	5.22	0.15
E8e15	452.86	27	338.97	0.33	1.00	0.20	161.97	0.22	0.99	6.29	1.47	475.00	0.15	54	7.71	0.25	19.33	8.20	0.16
E9w15	636.25	47	662.88	0.40	1.00	0.13	376.40	0.26	0.98	11.71	2.92	1,103.80	0.08	94	15.62	0.29	39.16	10.86	0.12
E10e39	98	20	22.70	0.06	1.02	0.19	23.95	0.11	0.93	7.60	2.89	41.05	0.28	40	13.64	0.60	34.19	3.10	0.06
E11e30	82	14	11.62	0.07	1.02	0.25	11.73	0.08	0.94	4.85	1.68	37.30	0.11	28	7.75	0.49	19.43	3.28	0.02
E12e50	77.5	13	24.35	0.14	1.02	0.25	23.19	0.13	0.95	4.47	1.54	67.82	0.13	26	9.60	0.65	24.07	5.82	0.54
E13e75	45	11	20.39	0.13	1.04	0.25	12.70	0.14	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E14e100	25	7	12.14	0.16	1.07	0.32	7.34	0.14	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E15e150	12.5	5	11.79	0.31	1.15	0.33	4.60	0.24	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	133.33	17	39.90	0.10	1.02	0.21	40.26	0.09	0.96	5.17	1.57	108.00	0.02	34	9.17	0.48	22.99	6.20	0.43
EST.	D2_BR				D2_SG				D2_SL					D2_LN					
	N	S	Chi ²	D(Kol)	Ck	k	Chi ²	D(Kol)	x	σ	Var(σ)	Chi ²	D(Kol)	St	So	a	v	Chi ²	D(Kol)
E1w30	177.5	11	170.32	0.43	1.01	0.35	108.21	0.35	0.99	2.59	0.61	340.80	0.15	22.00	4.44	0.36	11.14	9.09	0.34
E2w75	27.5	8	15.82	0.19	1.07	0.29	8.16	0.17	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E3w100	40	10	17.58	0.14	1.05	0.27	11.29	0.14	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E4w75	123.33	15	25.11	0.06	1.02	0.23	22.33	0.08	0.96	4.47	1.34	80.35	0.23	30.00	7.68	0.45	19.25	6.05	0.12
E5w30	66.67	9	18.68	0.14	1.04	0.31	16.68	0.13	DI	DI	DI	DI	DI	18.00	5.86	0.58	14.70	3.73	0.49
E6w15	16.67	5	15.72	0.31	1.15	0.33	6.13	0.24	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E7w15	370	11	225.55	0.34	1.01	0.38	105.07	0.23	0.99	2.13	0.41	491.54	0.39	22.00	3.05	0.25	7.64	3.32	0.25
E8e15	550	30	335.25	0.34	1.00	0.18	179.88	0.21	0.99	6.81	1.55	389.39	0.14	60.00	10.60	0.31	26.56	6.37	0.06
E9w15	728.33	28	578.86	0.40	1.00	0.20	223.23	0.24	0.99	5.78	1.19	532.47	0.18	56.00	7.05	0.22	17.68	4.56	0.06
E10e39	250	12	17.73	0.08	1.01	0.34	32.13	0.14	0.99	2.63	0.58	141.47	0.13	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E11e30	160	14	28.71	0.13	1.02	0.26	21.55	0.05	0.98	3.69	0.97	113.76	0.26	28.00	5.59	0.35	14.00	8.24	0.34
E12e50	103.33	11	12.99	0.08	1.02	0.29	20.17	0.13	0.97	3.11	0.88	81.53	0.09	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E13e75	115	15	15.30	0.05	1.02	0.24	18.41	0.11	0.96	4.61	1.41	88.91	0.07	30.00	7.46	0.44	18.71	3.30	0.06
E14e100	77.5	17	32.80	0.11	1.03	0.19	25.44	0.14	0.92	6.73	2.66	42.95	0.25	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E15e150	43.33	10	32.78	0.21	1.06	0.25	16.76	0.19	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
E16e125	152.5	19	39.29	0.14	1.01	0.20	40.20	0.12	0.96	5.72	1.72	103.99	0.04	38.00	10.30	0.48	25.82	6.93	0.43

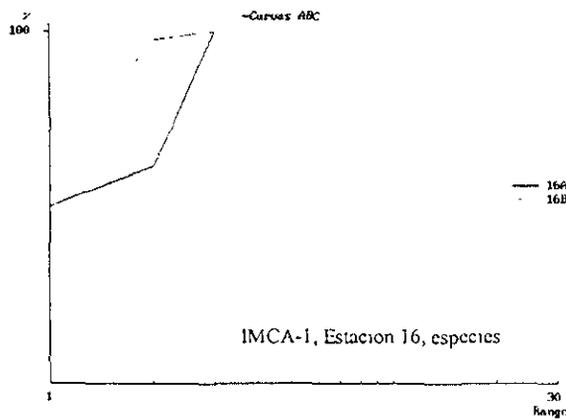
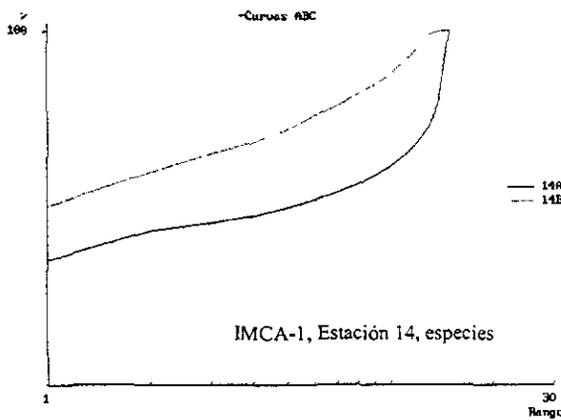
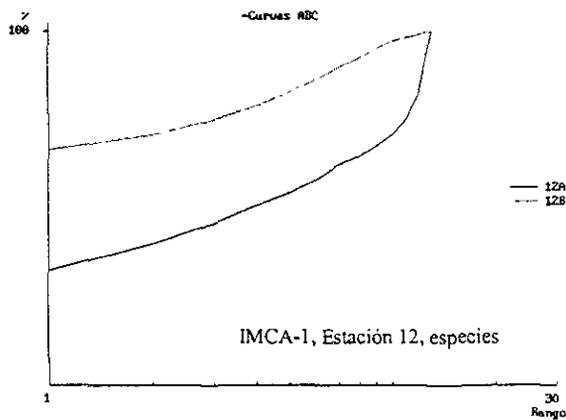
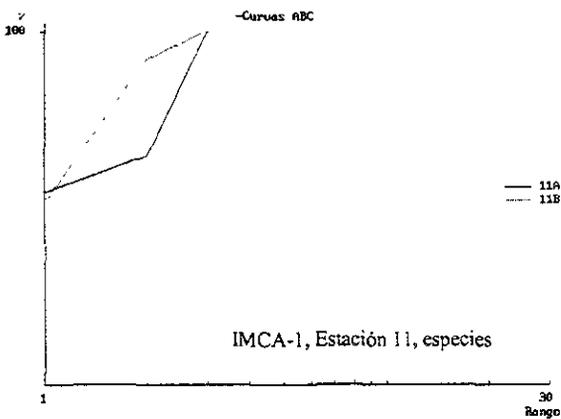
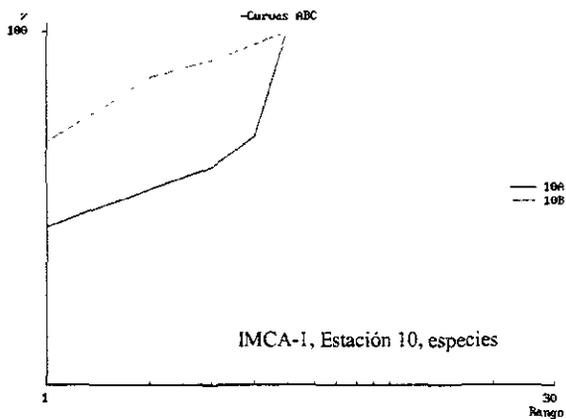
ANEXO 4.- Curvas de abundancia biomasa (ABC) para cada localidad, campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_1)



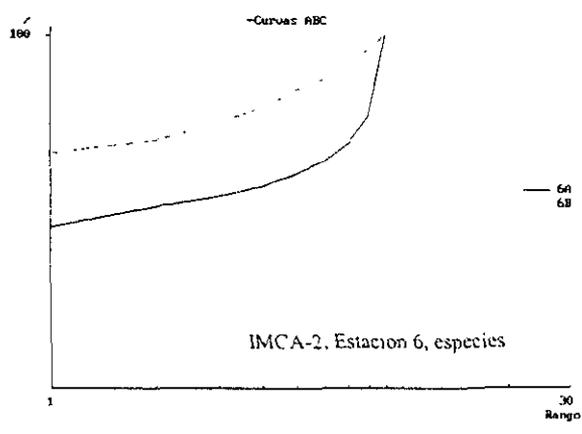
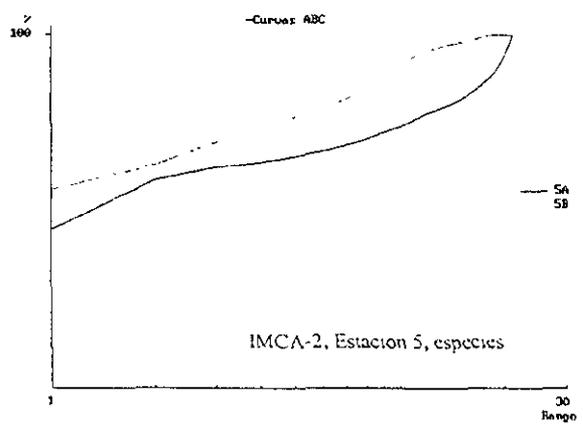
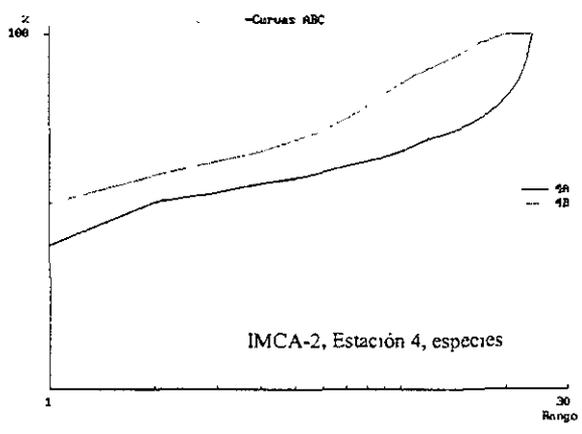
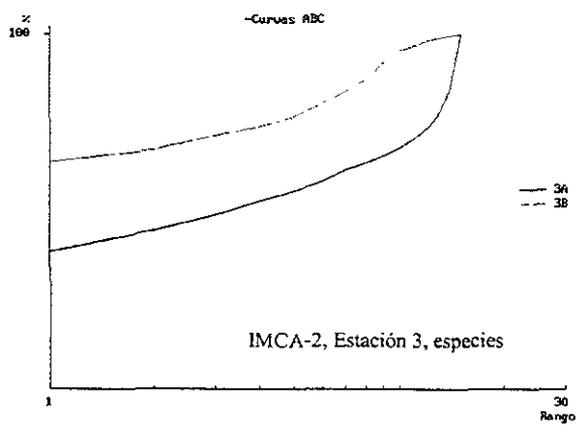
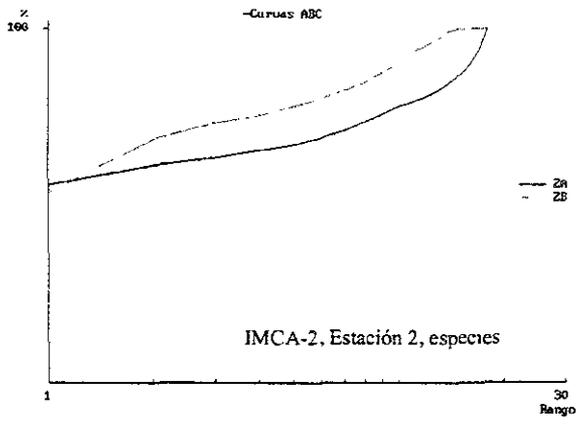
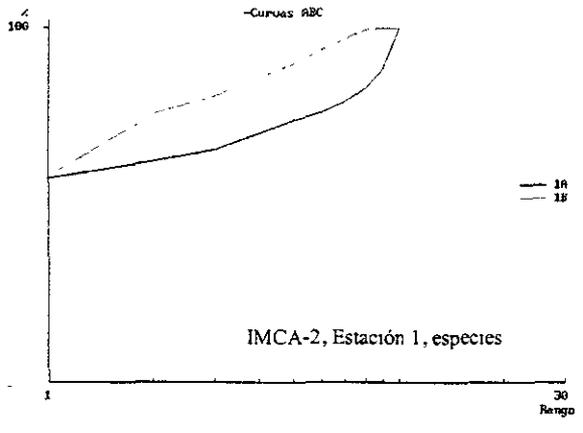
ANEXO 4.- Curvas de abundancia biomasa (ABC) para cada localidad, campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_1)



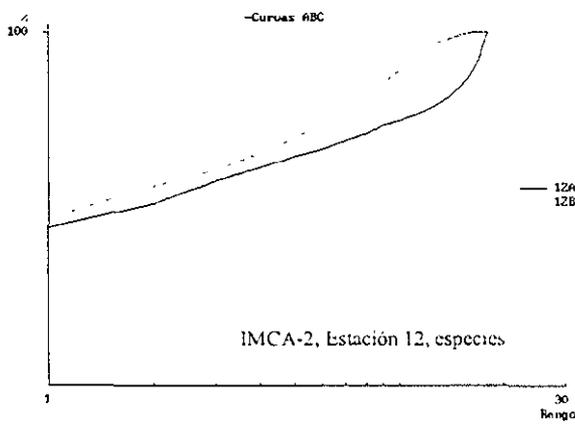
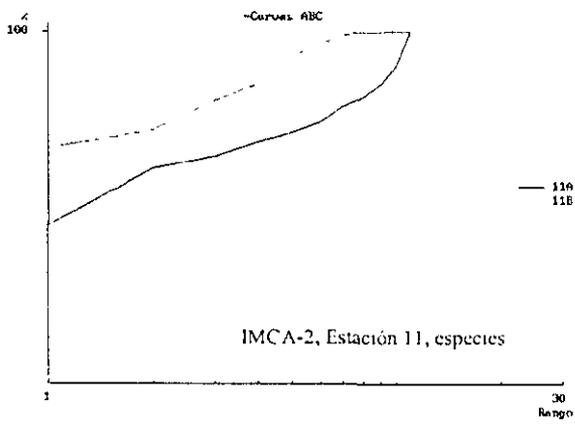
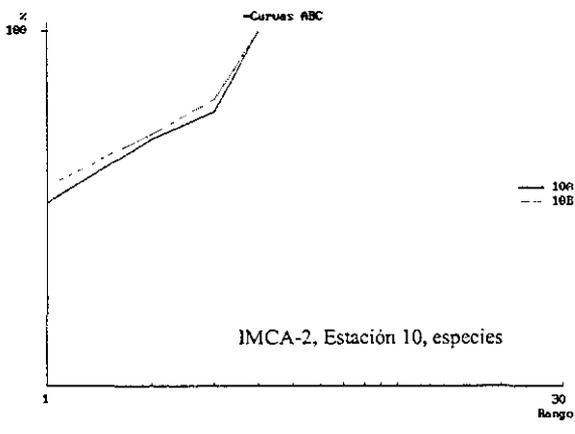
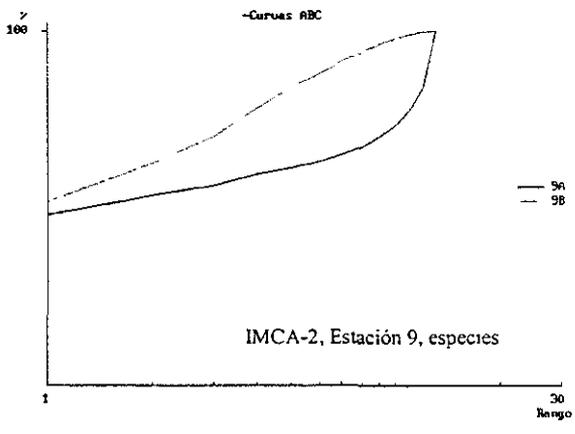
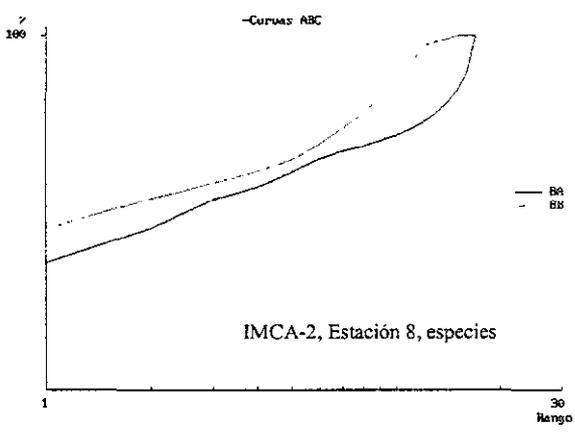
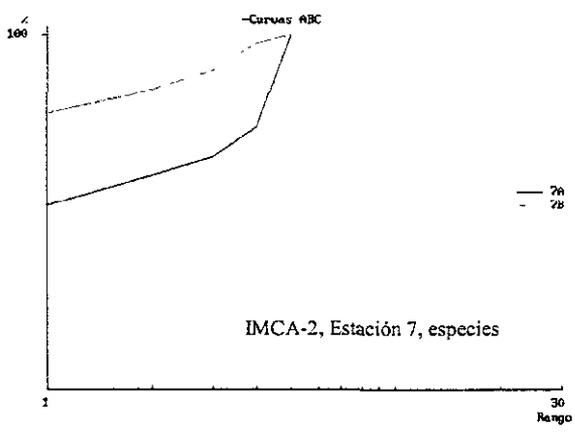
ANEXO 4.- Curvas de abundancia biomasa (ABC) para cada localidad y campaña y nivel taxonómico.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_2)



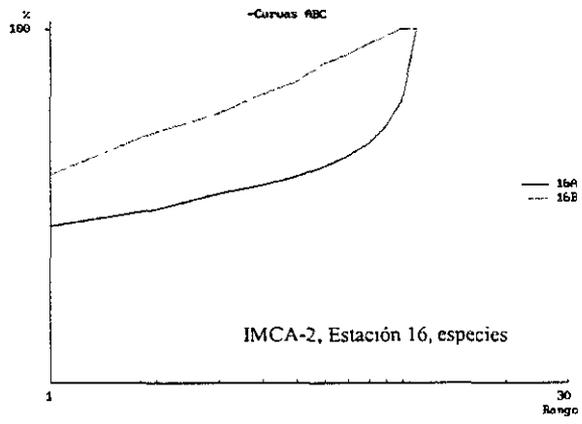
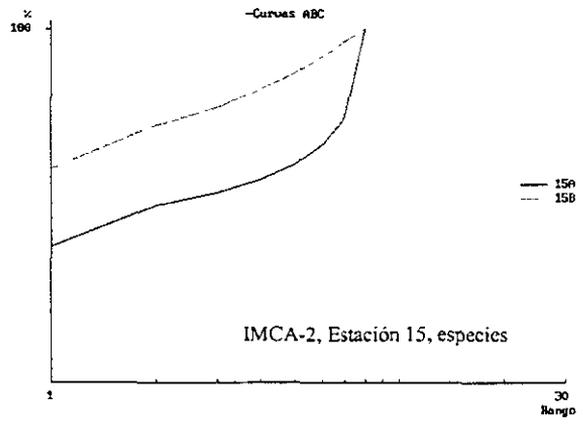
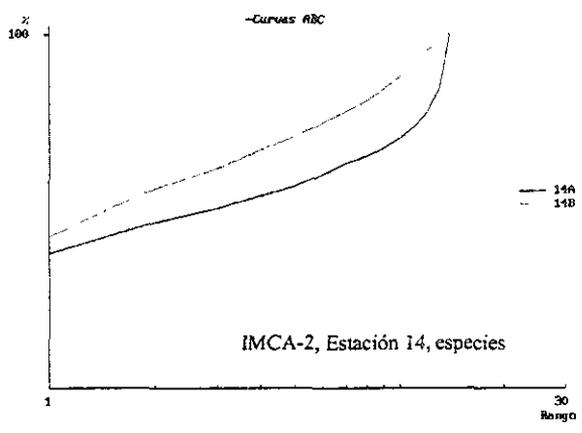
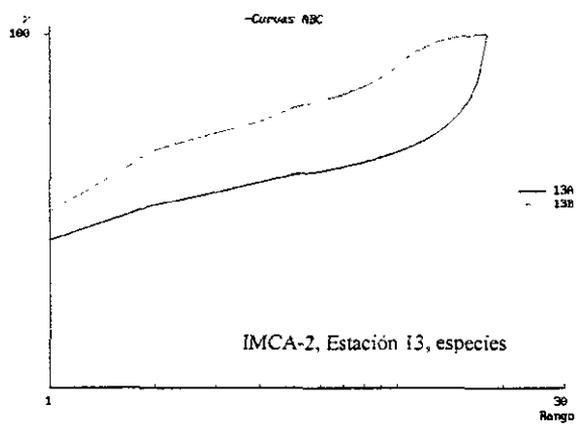
ANEXO 4.- Curvas de abundancia biomasa (ABC) para cada localidad y campaña y nivel taxonómico.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_2)



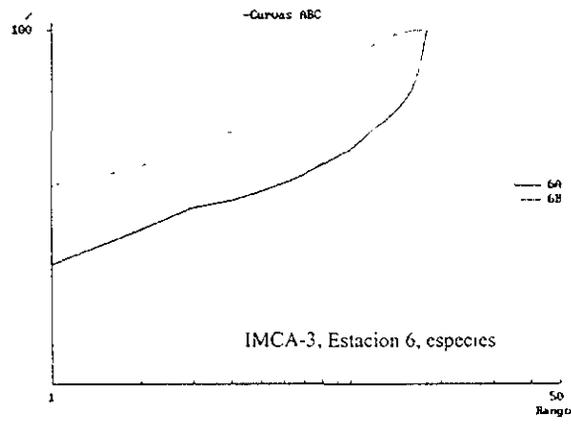
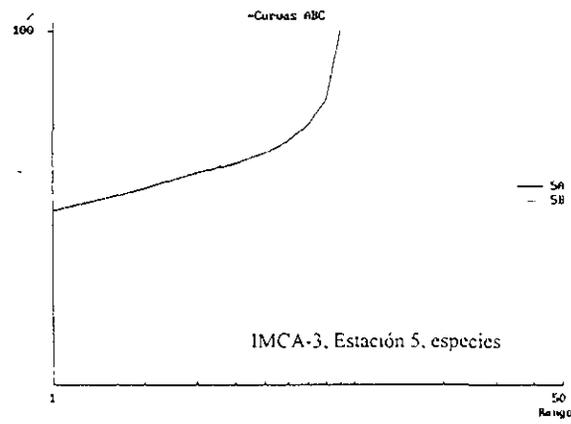
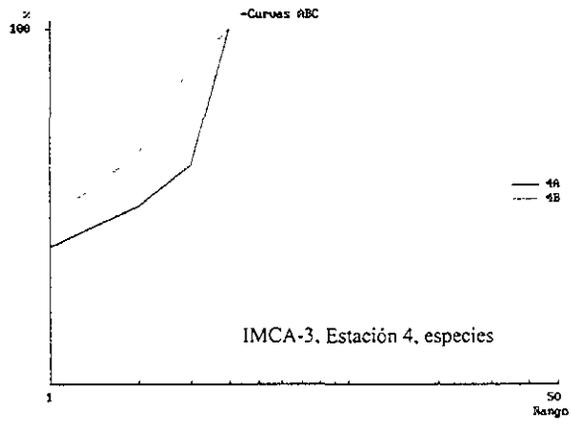
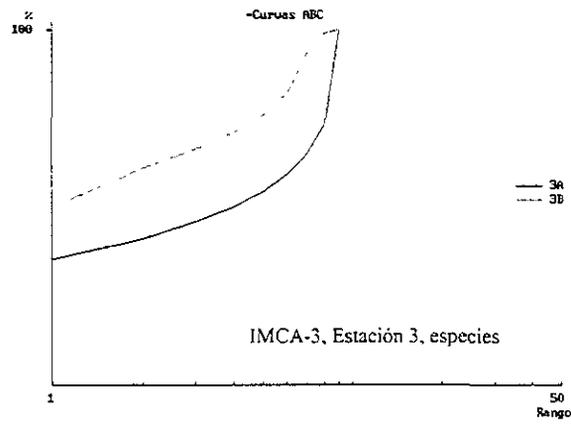
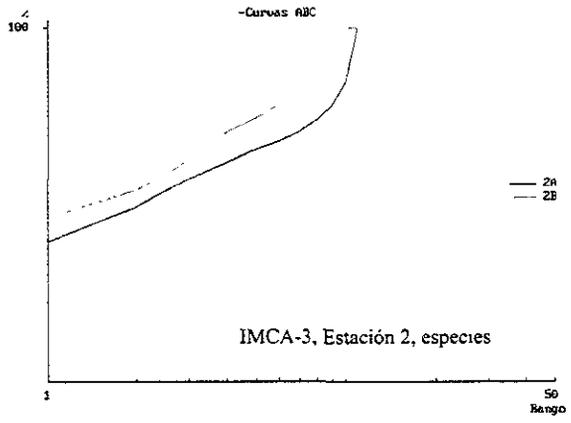
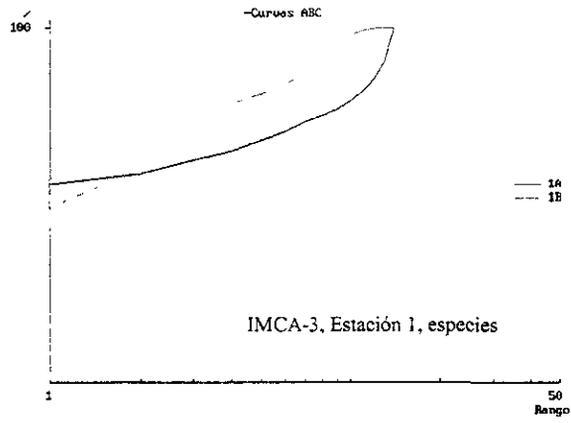
ANEXO 4.- Curvas de abundancia biomasa (ABC) para cada localidad y campaña y nivel taxonómico.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_2)



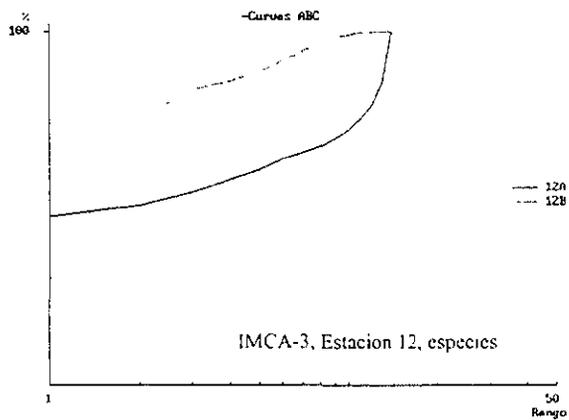
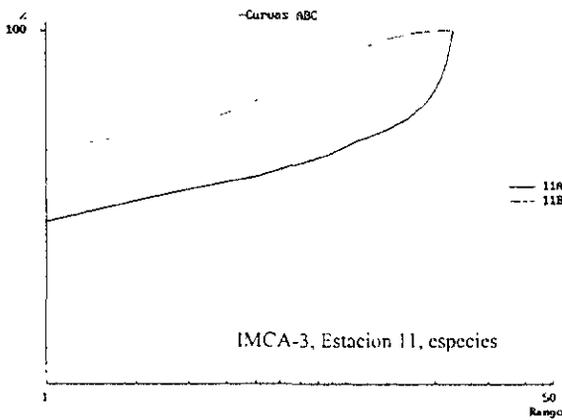
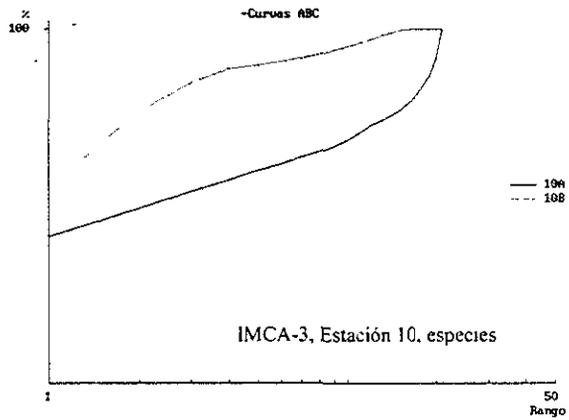
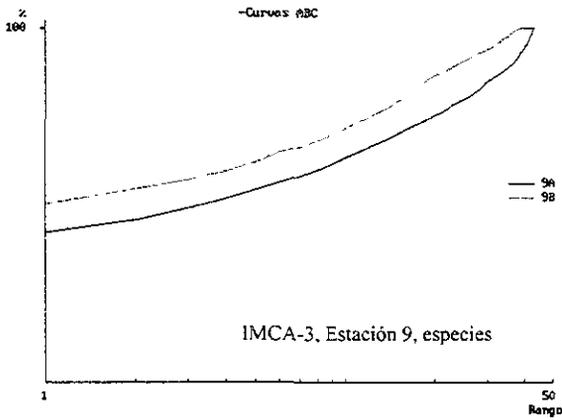
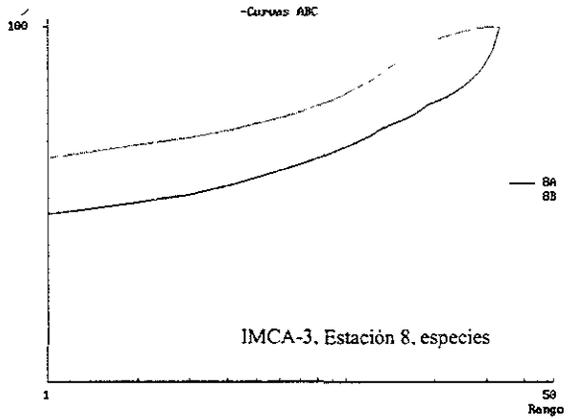
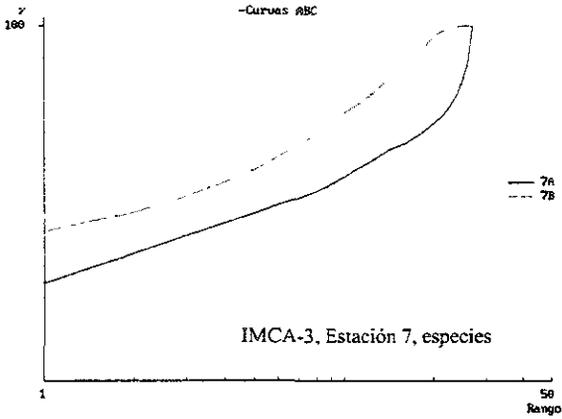
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_3)



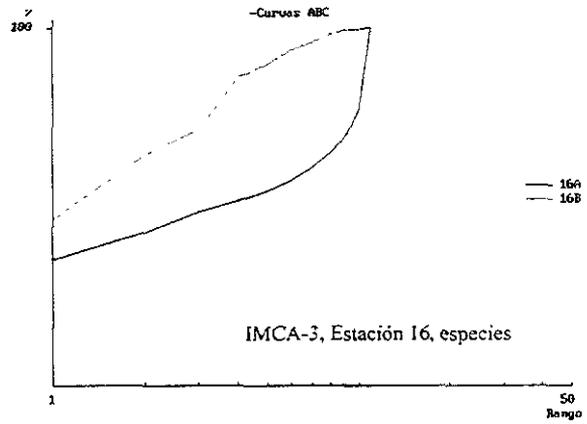
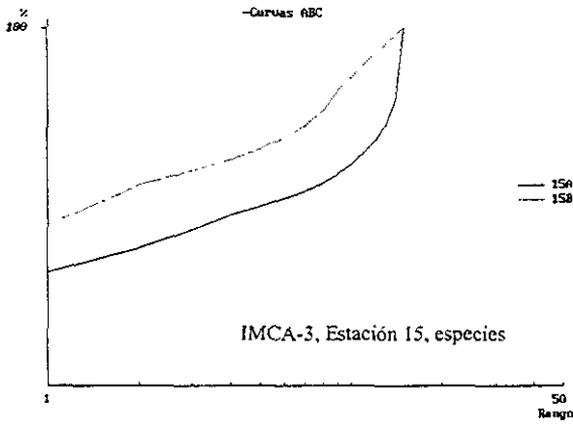
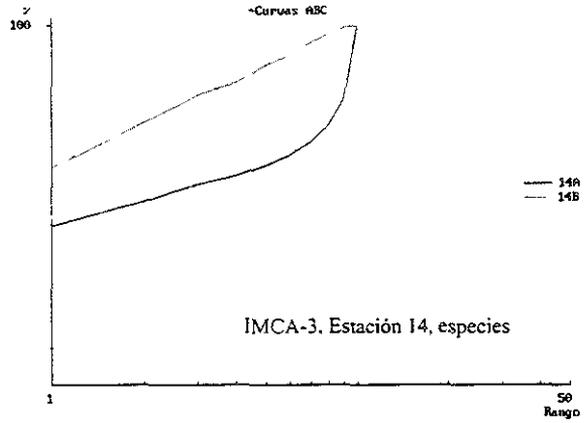
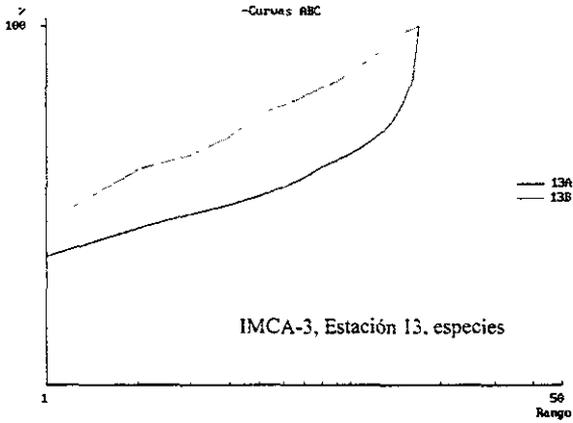
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_3)



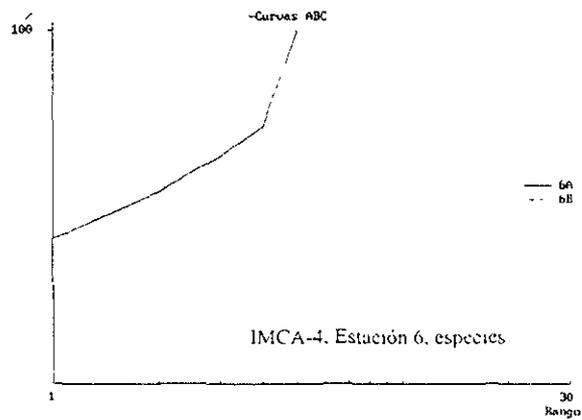
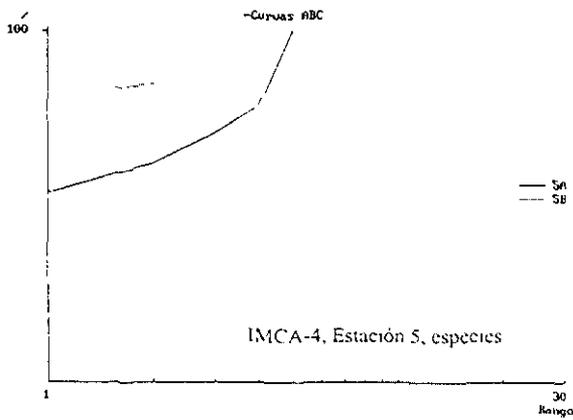
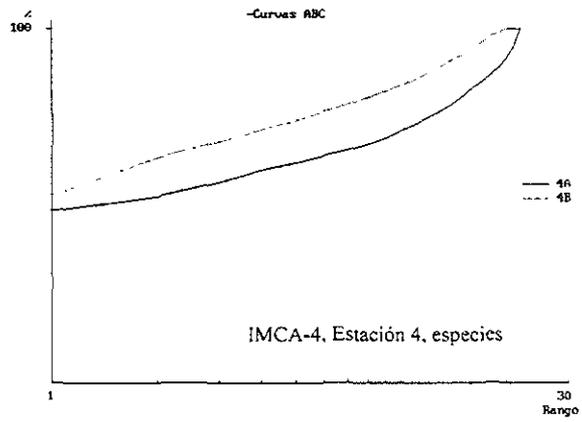
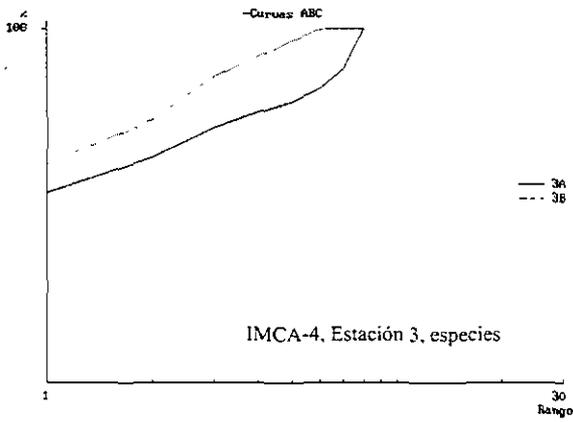
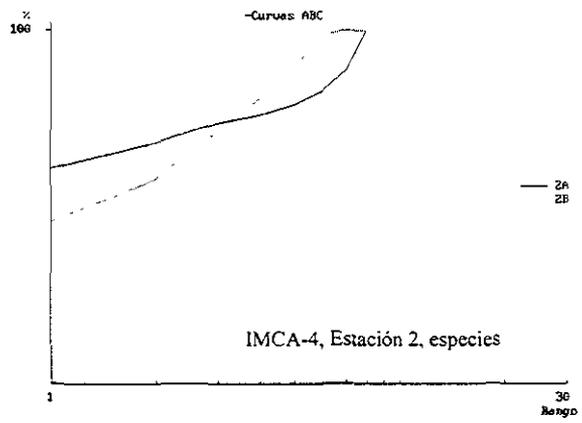
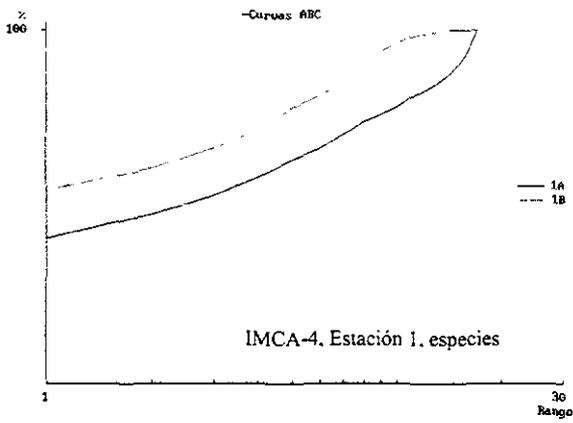
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_3)



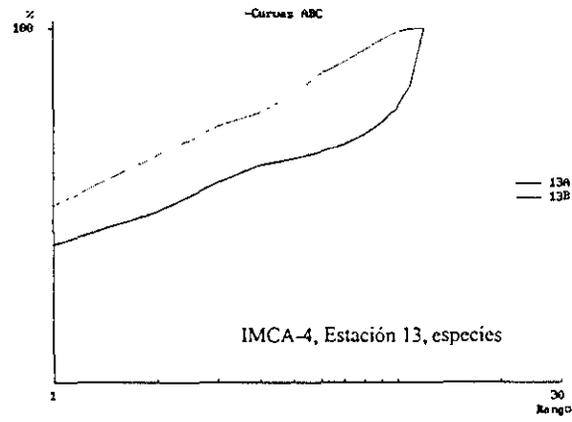
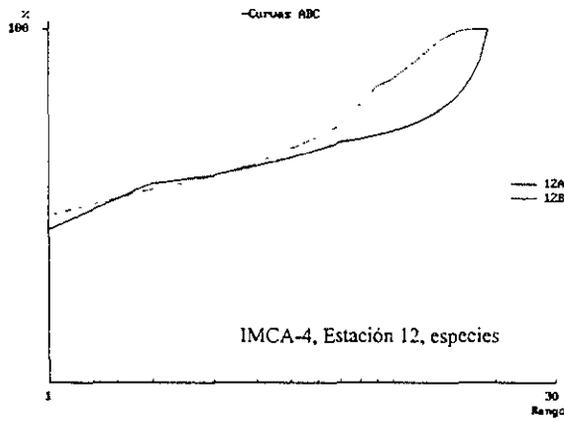
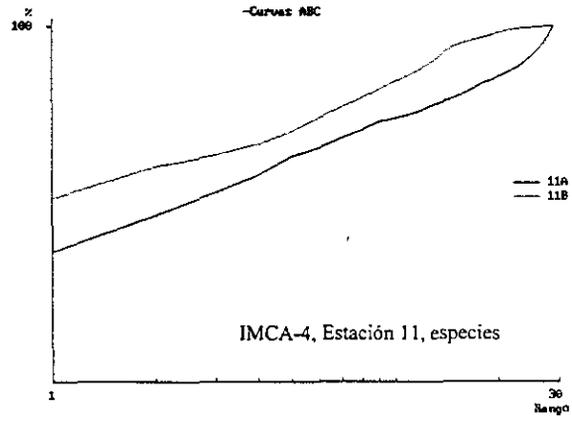
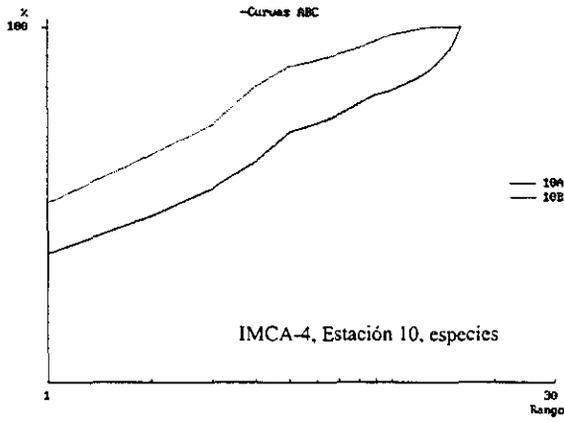
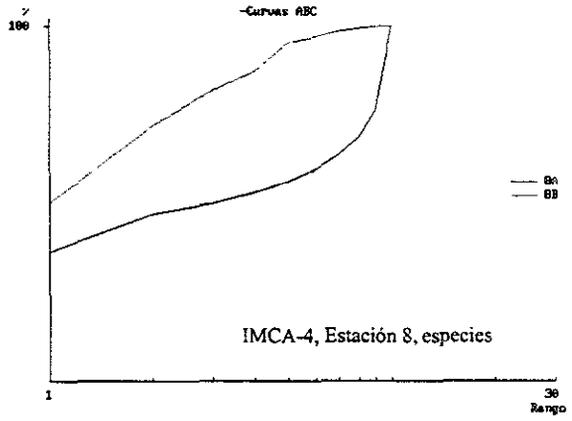
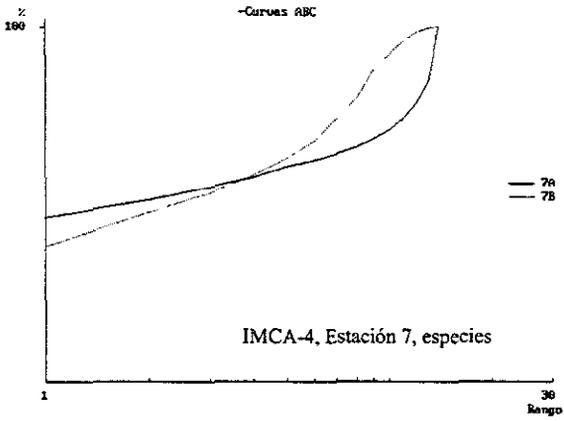
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_4)



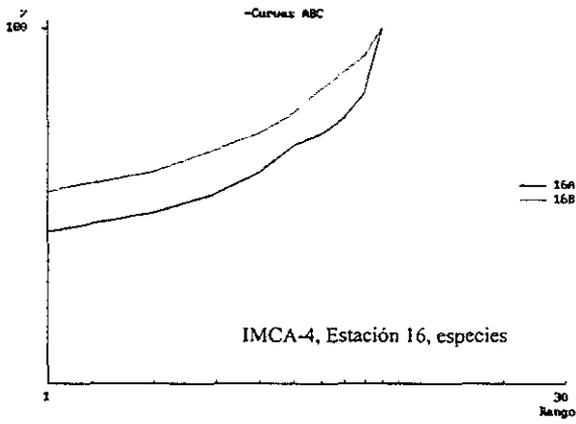
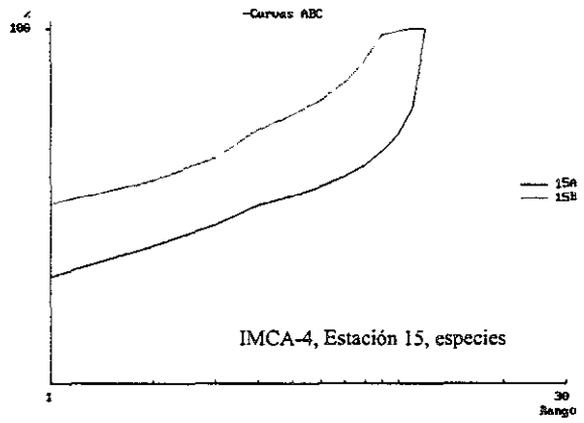
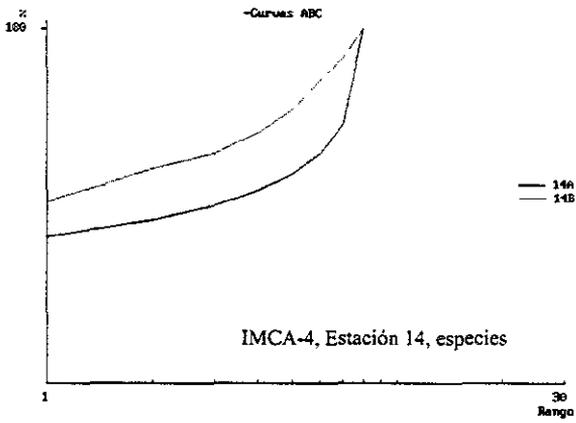
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_4)



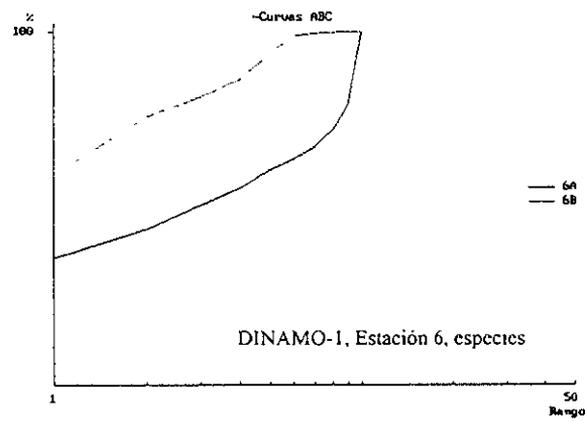
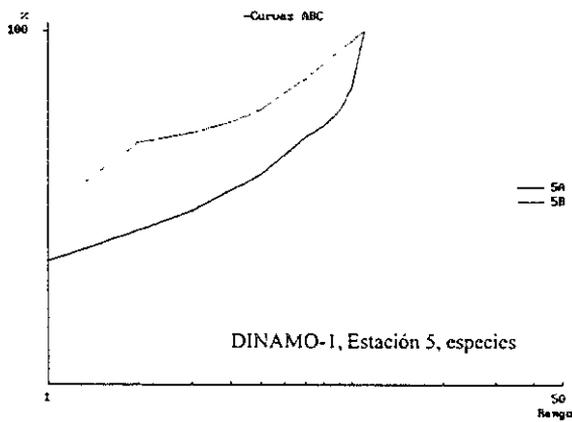
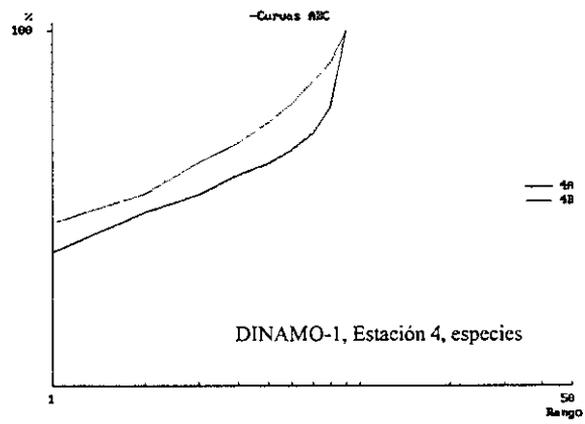
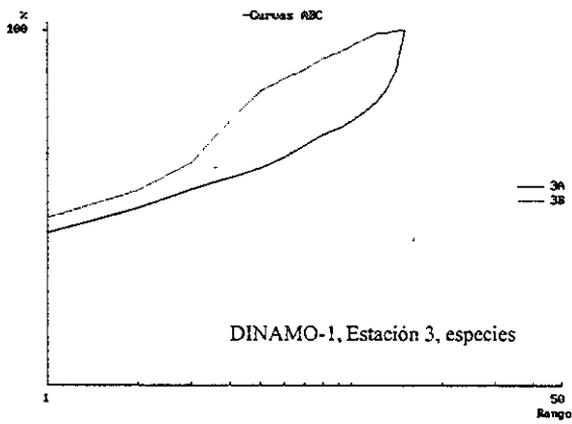
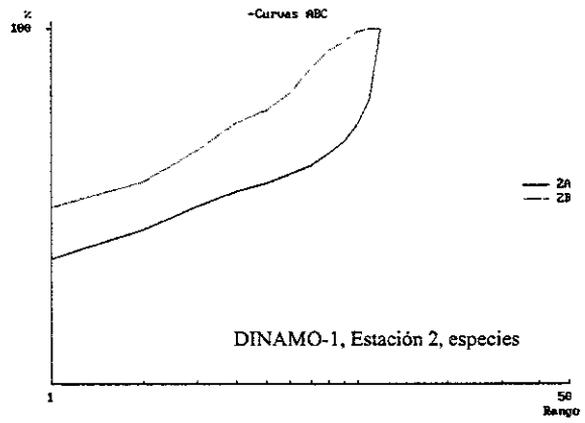
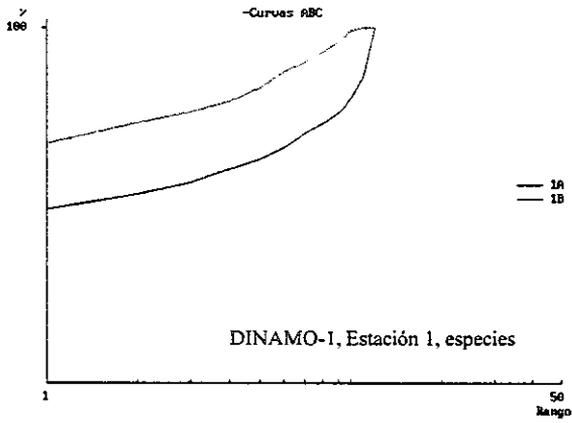
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (IMCA_4)



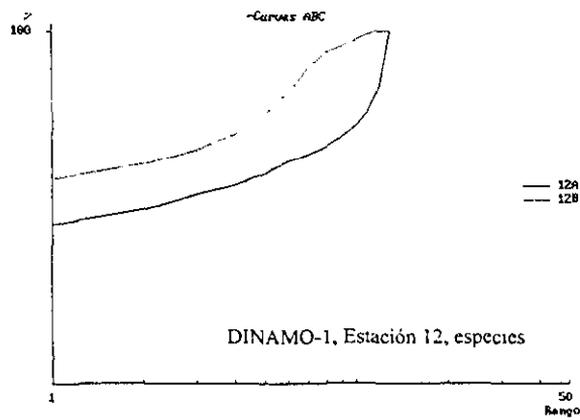
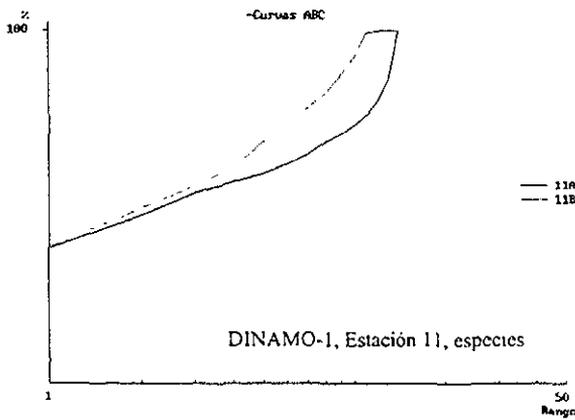
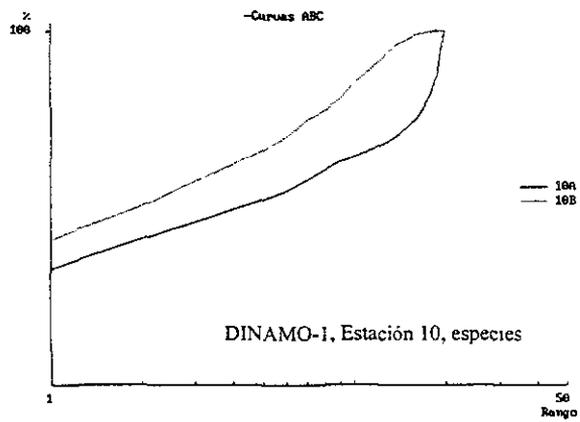
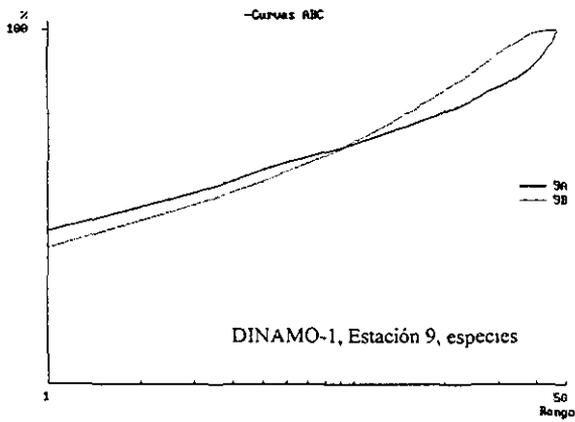
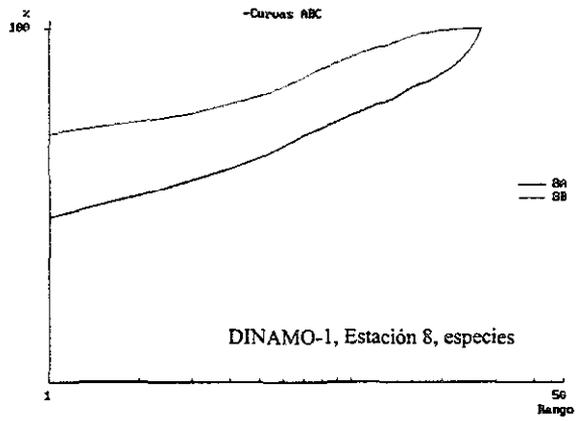
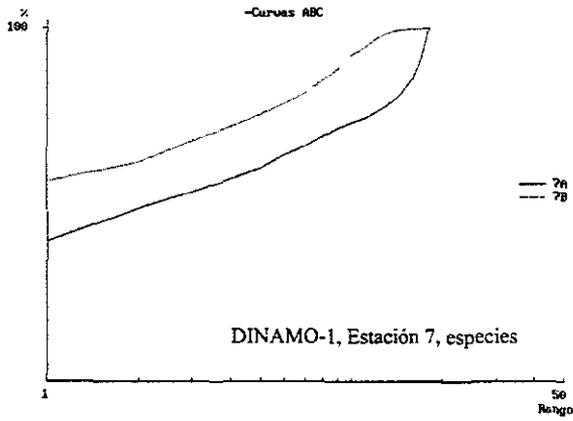
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_1)



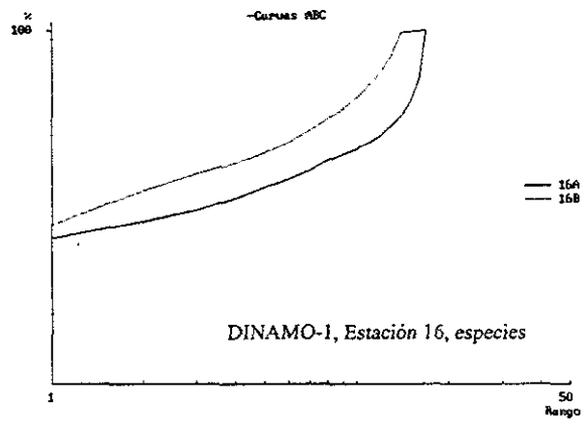
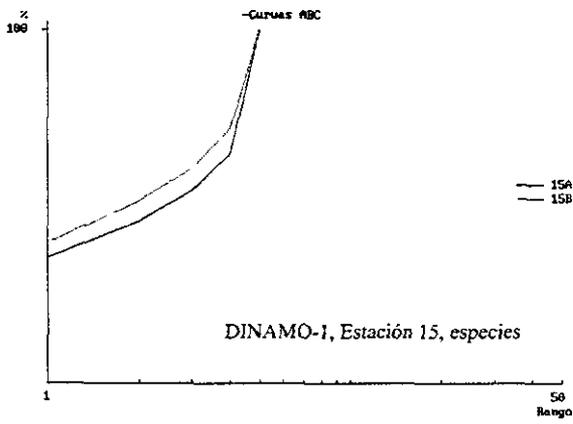
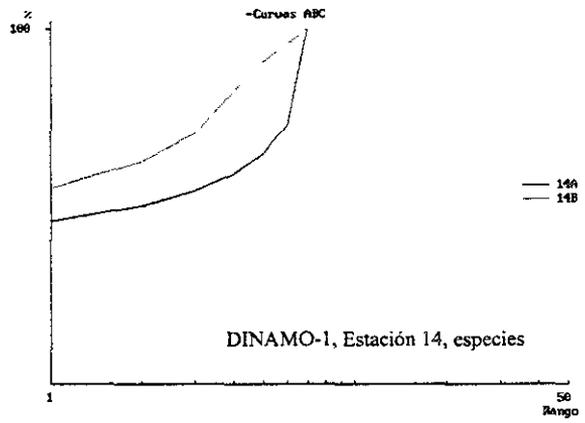
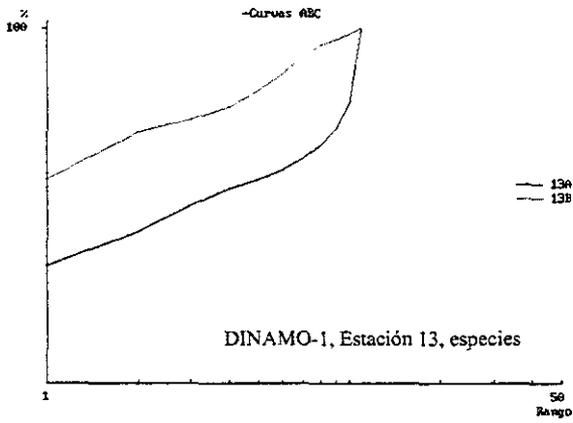
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_1)



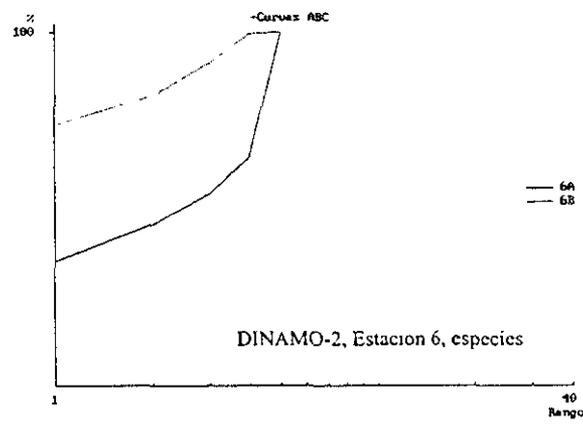
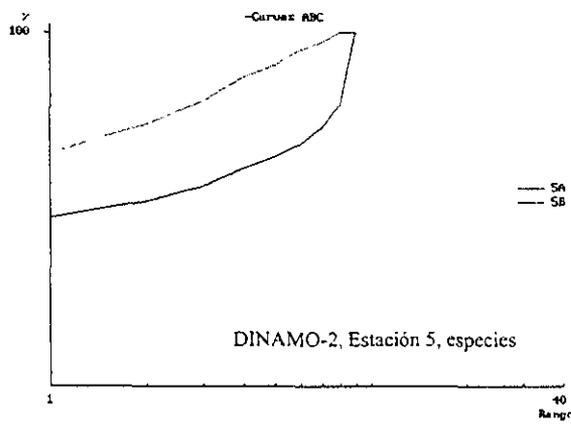
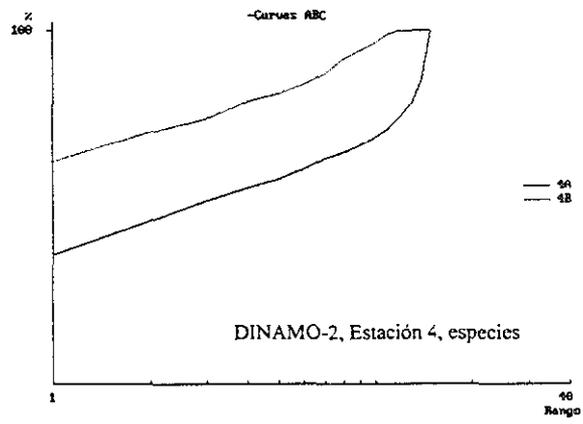
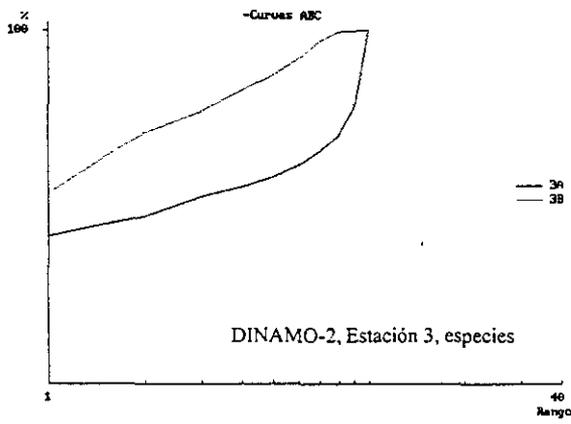
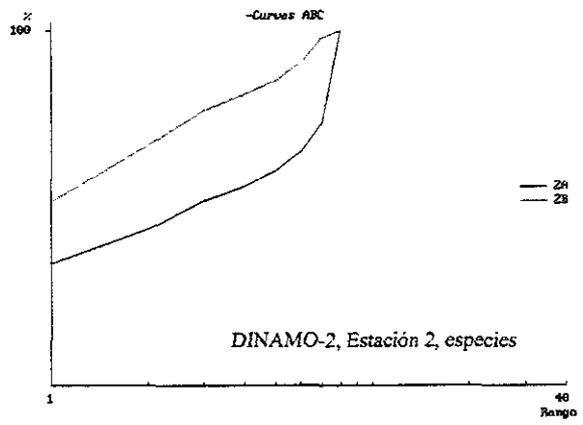
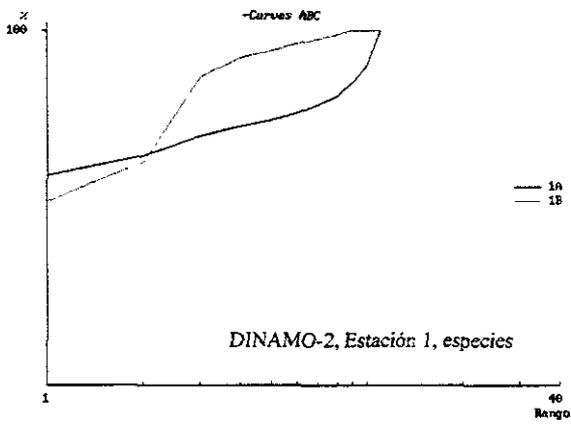
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_1)



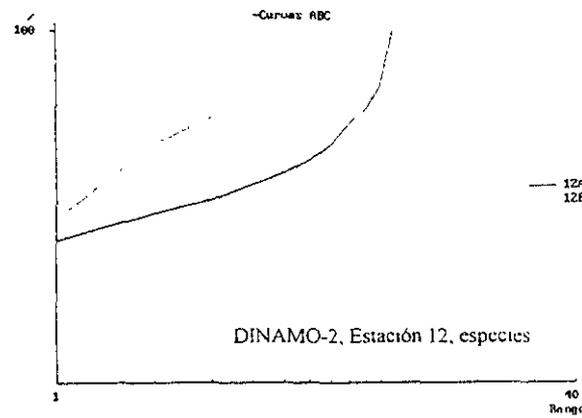
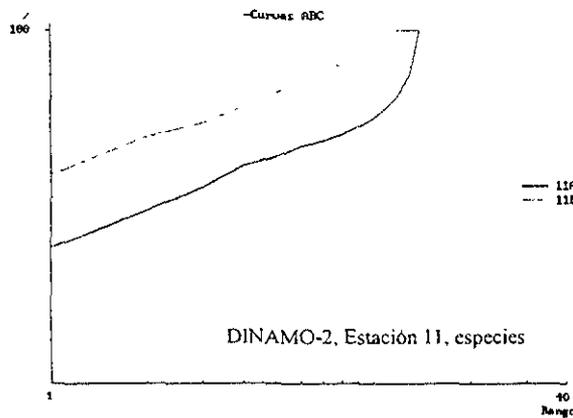
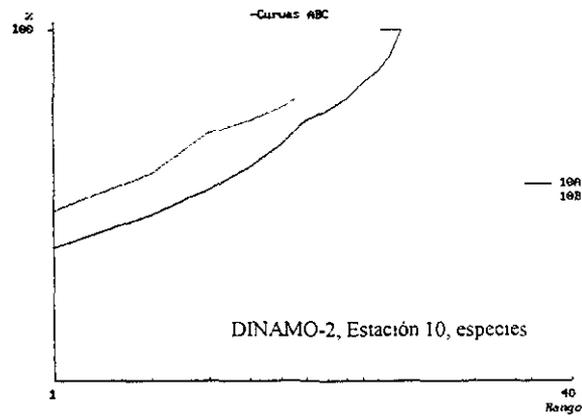
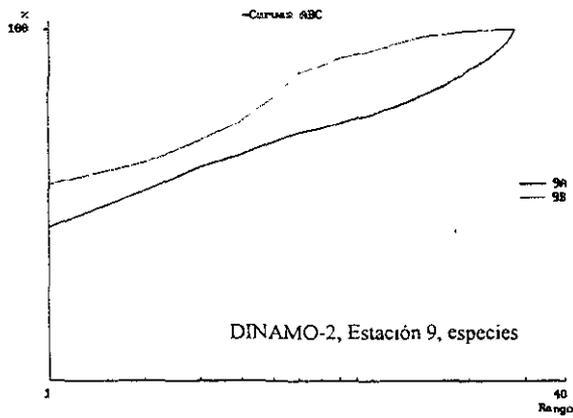
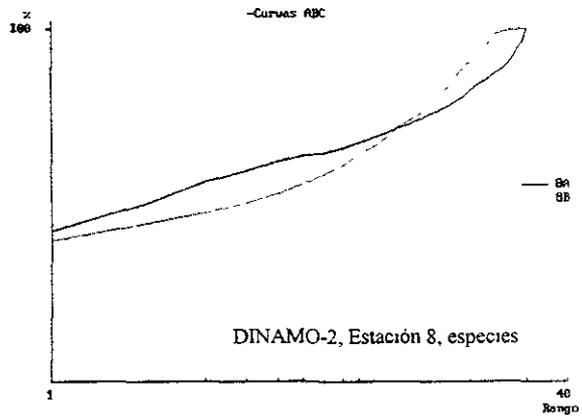
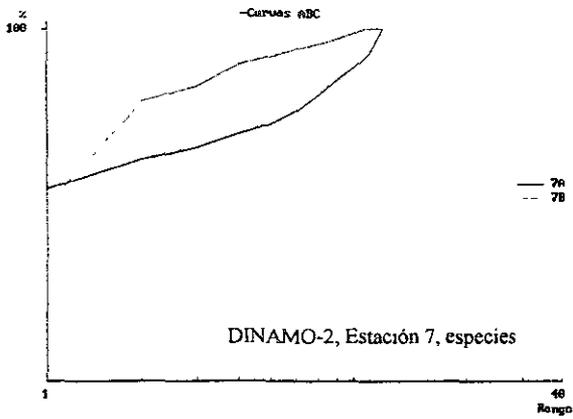
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_2)



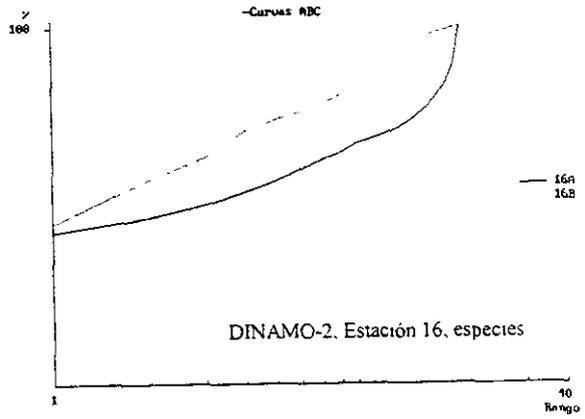
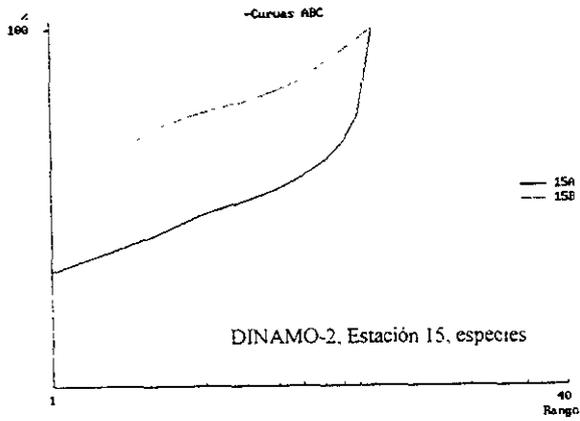
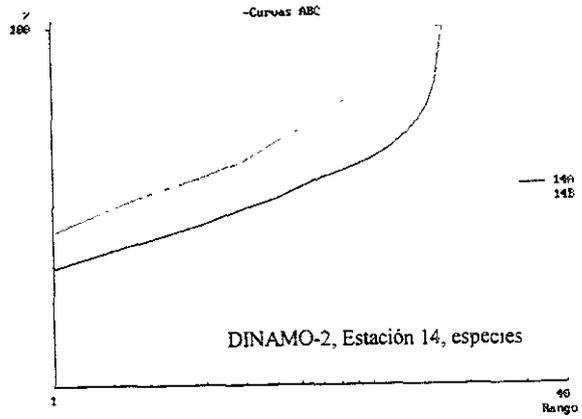
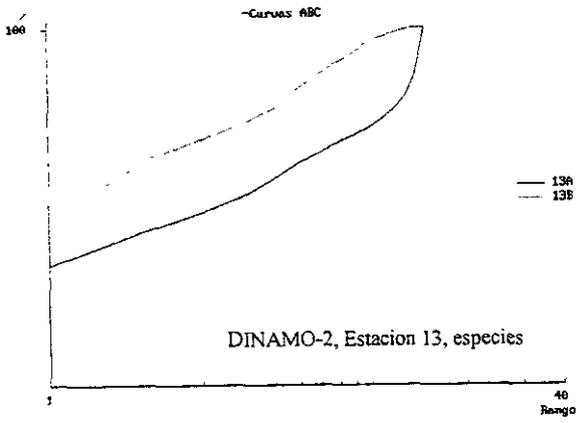
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_2)



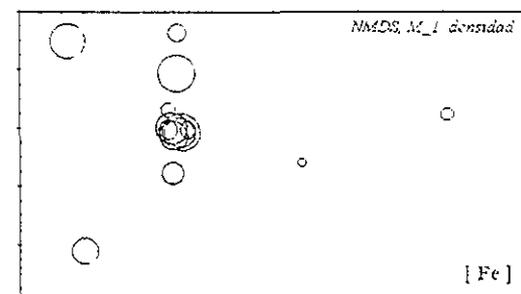
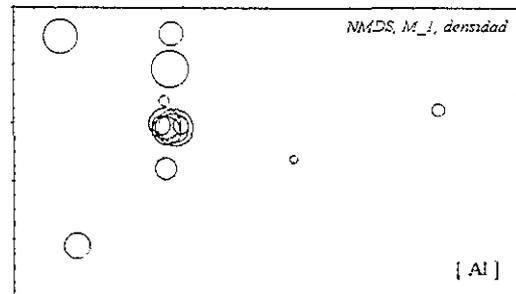
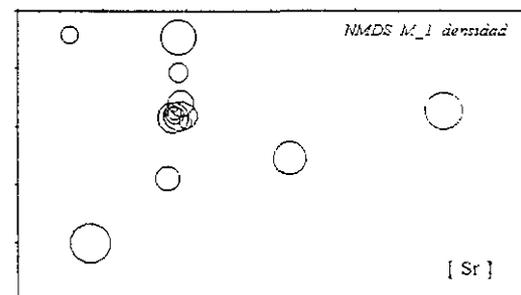
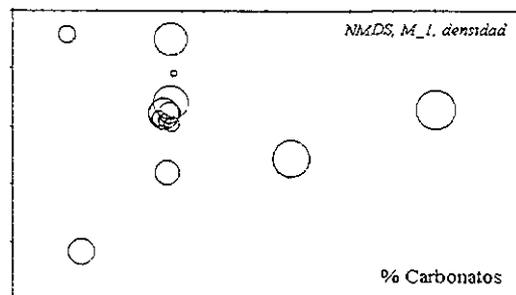
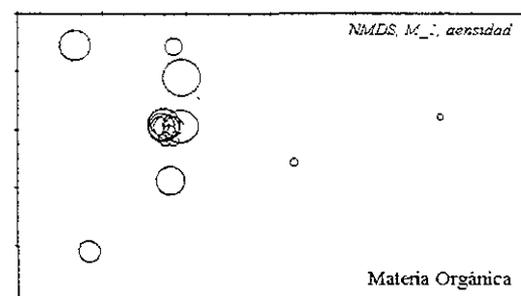
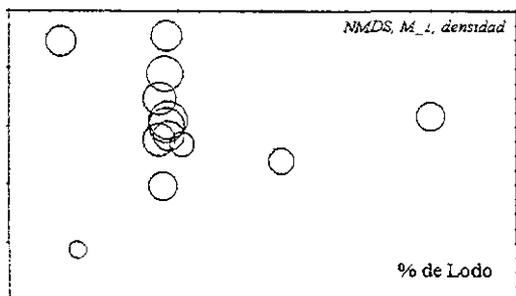
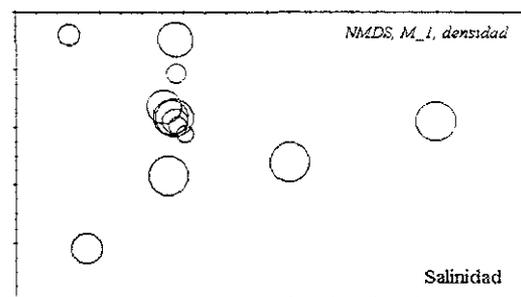
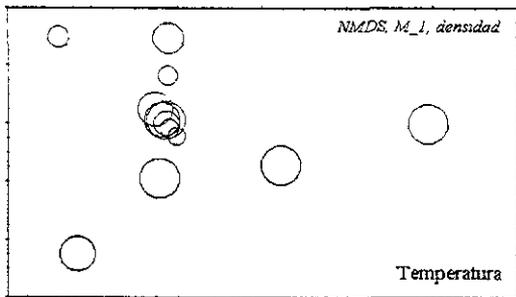
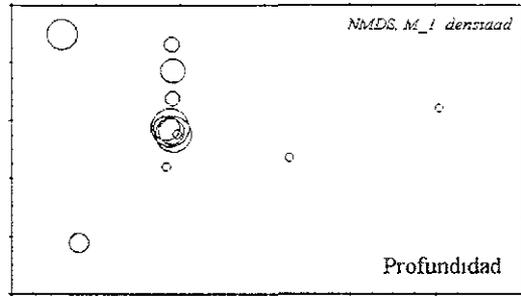
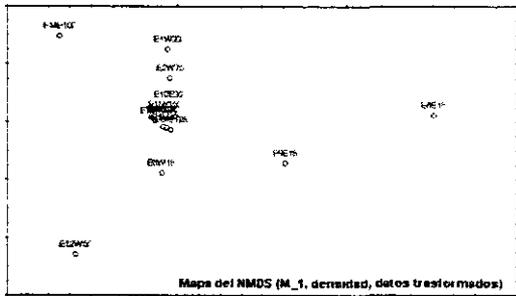
ANEXO 4.- Curvas ABC para cada localidad y campaña.

Curvas de Abundancia Biomasa (DINAMO_2)

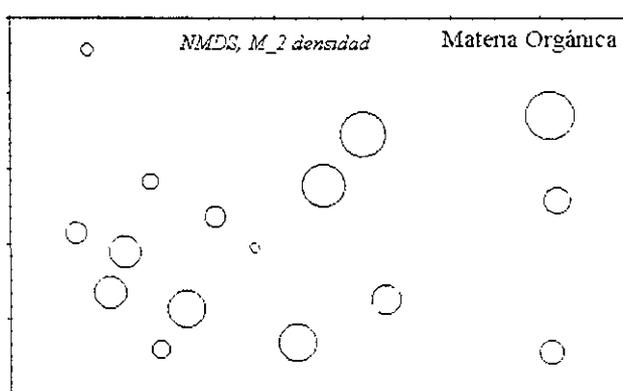
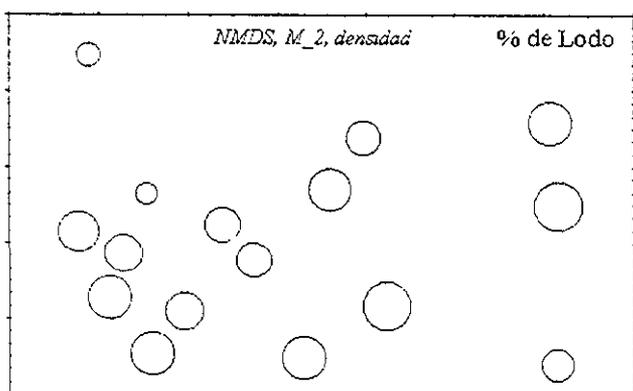
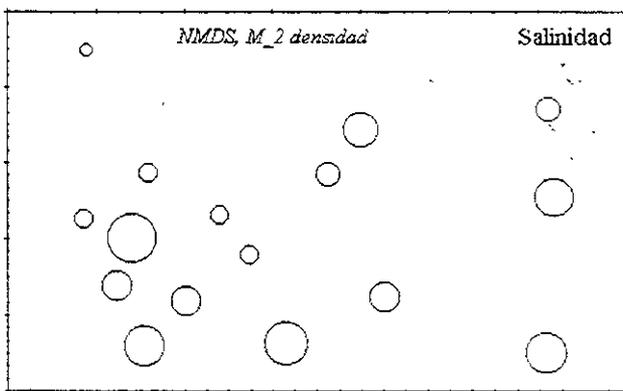
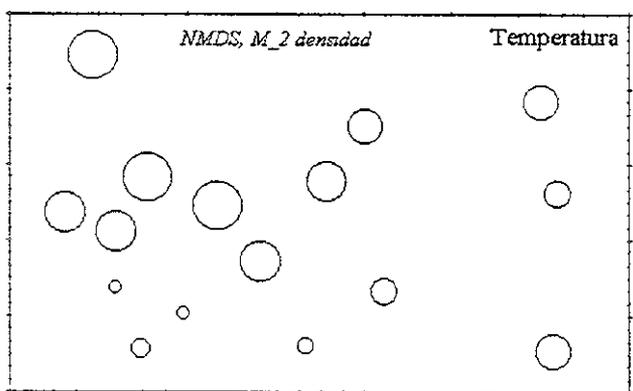
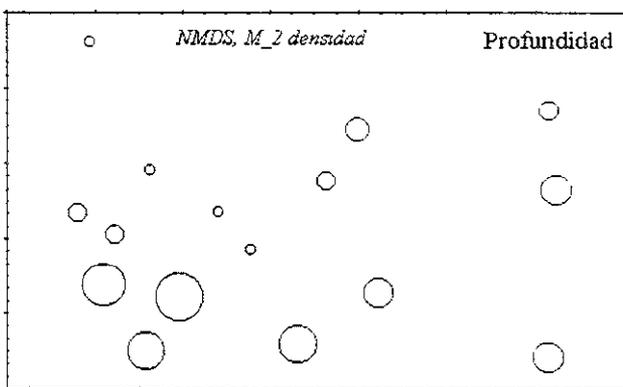
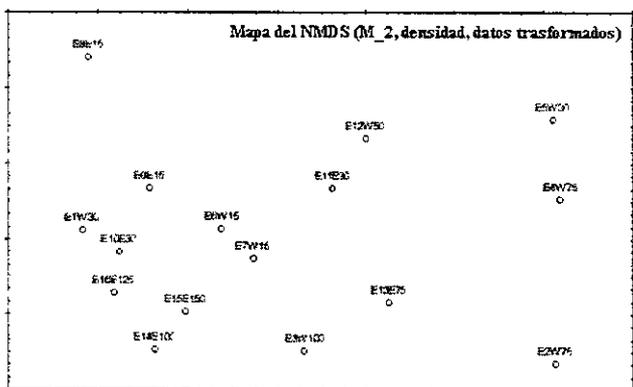


ANEXO 5.- Valores de los estimadores DAP y SEP para las curvas ABC por estación y campaña.

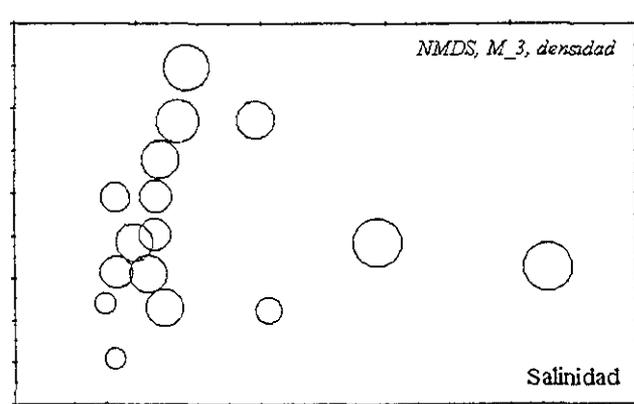
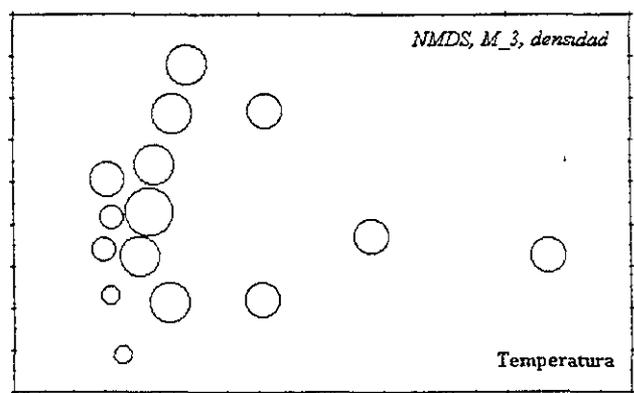
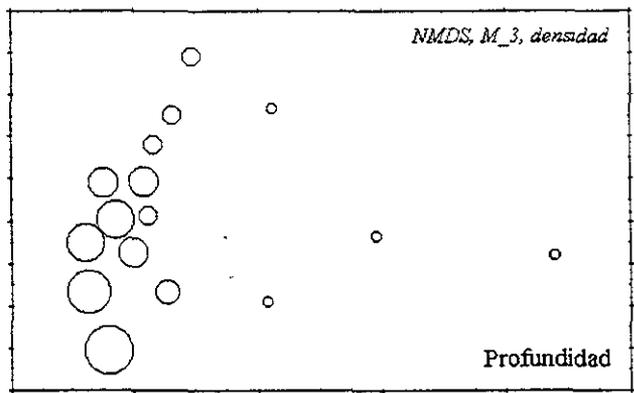
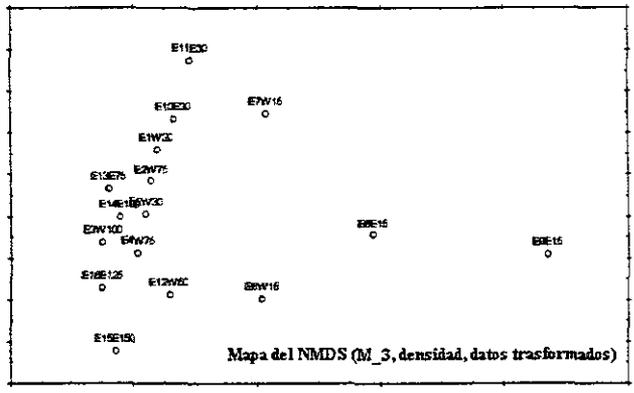
EST.	IMCA_1			IMCA_2			IMCA_3		
	S	DAP	SEP	S	DAP	SEP	S	DAP	SEP
E1w30	8	-0.27	0.61	10	-0.09	0.71	14	-0.04	0.93
E2w75	6	-0.36	0.38	18	-0.07	0.82	11	-0.10	0.83
E3w100	DI	DI	DI	15	-0.33	0.40	9	-0.34	0.68
E4w75	DI	DI	DI	24	-0.15	0.69	4	-0.22	0.80
E5w30	DI	DI	DI	21	-0.10	0.69	9	0.01	1.03
E6w15	7	-0.01	1.04	9	-0.28	0.40	18	-0.29	0.53
E7w15	3	-0.16	0.02	5	-0.22	0.23	27	-0.22	0.75
E8e15	21	-0.15	0.70	17	-0.11	0.83	33	-0.20	0.47
E9w15	18	0.04	1.08	13	-0.17	0.69	43	-0.13	0.76
E10e39	5	-0.30	0.33	4	-0.04	0.90	21	-0.26	0.41
E11e30	3	-0.08	0.78	11	-0.16	0.43	23	-0.23	0.37
E12e50	13	-0.42	0.33	18	-0.07	0.85	14	-0.27	0.33
E13e75	DI	DI	DI	18	-0.20	0.59	17	-0.27	0.64
E14e100	15	-0.33	0.63	14	-0.17	0.76	10	-0.28	0.46
E15e150	DI	DI	DI	8	-0.32	0.48	15	-0.29	0.72
E16e125	3	-0.20	0.56	11	-0.29	0.49	11	-0.34	0.56
EST.	IMCA_4			DINAMO_1			DINAMO_2		
	S	DAP	SEP	S	DAP	SEP	S	DAP	SEP
E1w30	17	-0.18	0.63	12	-0.23	0.39	11	-0.01	0.94
E2w75	8	0.09	1.42	12	-0.26	0.66	8	-0.34	0.59
E3w100	8	-0.09	0.63	15	-0.13	0.73	10	-0.30	0.53
E4w75	22	-0.13	0.71	9	-0.13	0.84	15	-0.32	0.39
E5w30	5	-0.18	0.19	11	-0.29	0.58	9	-0.26	0.41
E6w15	5	-0.26	0.54	10	-0.37	0.40	5	-0.46	0.25
E7w15	14	0.01	1.00	18	-0.20	0.58	11	-0.07	0.68
E8e15	10	-0.35	0.50	27	-0.19	0.32	30	0.09	1.12
E9w15	DI	DI	DI	47	0.03	1.04	28	-0.11	0.64
E10e39	16	-0.19	0.63	20	-0.19	0.75	12	-0.17	0.73
E11e30	29	-0.15	0.70	14	-0.07	0.87	14	-0.24	0.50
E12e50	19	-0.03	0.92	13	-0.22	0.58	11	-0.25	0.57
E13e75	12	-0.21	0.65	11	-0.36	0.48	15	-0.26	0.61
E14e100	8	-0.25	0.73	7	-0.22	0.68	17	-0.23	0.74
E15e150	12	-0.34	0.64	5	-0.10	0.97	10	-0.37	0.52
E16e125	9	-0.18	0.72	17	-0.16	0.80	19	-0.18	0.72



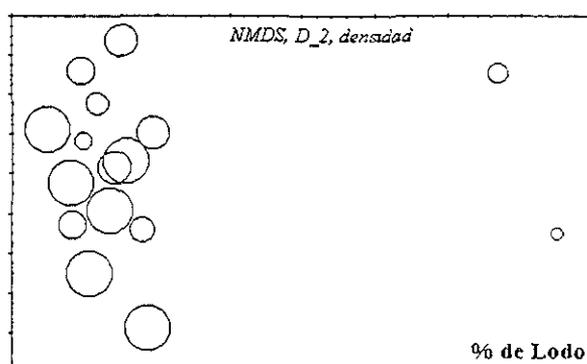
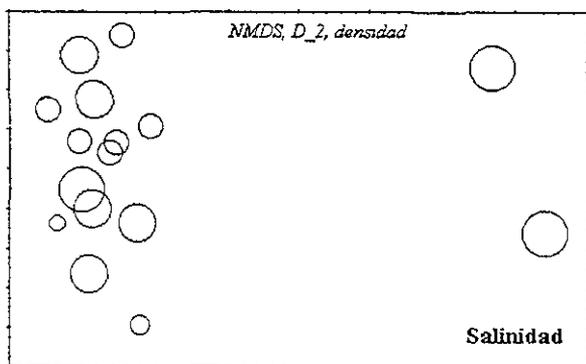
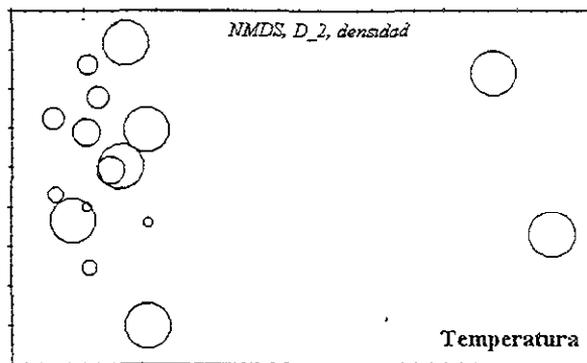
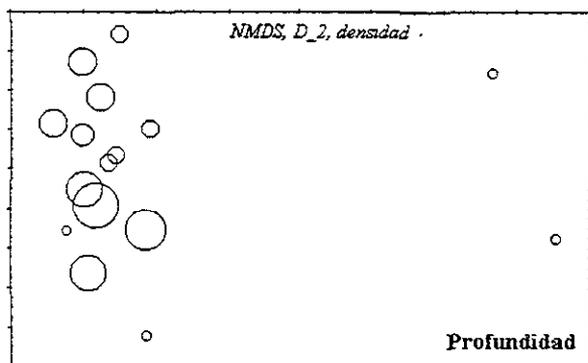
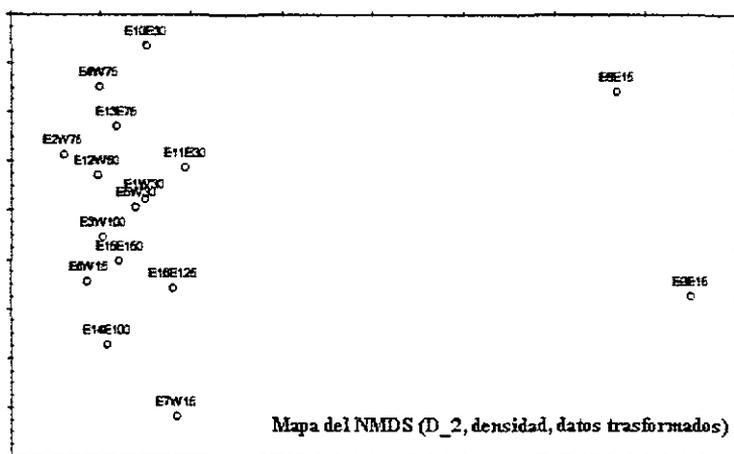
Anexo 6 - Superposición de parámetros ambientales sobre el mapa del NMDS obtenido con los datos de densidad para la campaña IMCA - 1 (M_1). El valor del parámetro es proporcional al tamaño de los círculos.



Anexo 6 - Superposición de parámetros ambientales sobre el mapa del NMDS obtenido con los datos de densidad para la campaña IMCA - 2 (M₂). El valor del parámetro es proporcional al tamaño de los círculos



Anexo 6.- Superposición de parámetros ambientales sobre el mapa del NMDS obtenido con los datos de densidad para la campaña IMCA - 3 (M_3) El valor del parámetro es proporcional al tamaño de los círculos



Anexo 6.- Superposición de parámetros ambientales sobre el mapa del NMDS obtenido con los datos de densidad para la campaña DINAMO - 2 (D_2). El valor del parámetro es proporcional al tamaño de los círculos.

TAT. ANEXO 7.- Correlación simple entre variables ambientales, parámetros y especies importantes. * significativas: p < .0500
M=campaña; D=densidad; B=biomasa; R=riqueza de especies.

campaña variable	M_1D	M_1B	M_1R	M_1P	M_1T	M_1S	M_1TS	M_1MO	M_1CO3	M1SR	M_1FE
M_1D	1.00	.70*	.86*	-.34	.32	.36	-.15	-.76*	.58*	.47	-.40
M_1B	.70*	1.00	.59*	-.31	.36	.32	.08	-.34	.30	.37	-.23
M_1R	.86*	.59*	1.00	-.36	.40	.38	-.29	-.70*	.60*	.57*	-.41
M_1P	-.34	-.31	-.36	1.00	-.94*	-.98*	-.12	.34	-.73*	-.53*	.77*
M_1T	.32	.36	.40	-.94*	1.00	.92*	.10	-.21	.58*	.48	-.61*
M_1S	.36	.32	.38	-.98*	.92*	1.00	.16	-.41	.73*	.49	-.81*
M_1TS	-.15	.08	-.29	-.12	.10	.16	1.00	.20	-.23	-.60*	-.03
M_1MO	-.76*	-.34	-.70*	.34	-.21	-.41	.20	1.00	-.70*	-.43	.63*
M_1CO3	.58*	.30	.60*	-.73*	.58*	.73*	-.23	-.70*	1.00	.75*	-.89*
M1SR	.47	.37	.57*	-.53*	.48	.49	-.60*	-.43	.75*	1.00	-.56*
M_1FE	-.40	-.23	-.41	.77*	-.61*	-.81*	-.03	.63*	-.89*	-.56*	1.00
M_1AL	-.33	-.16	-.24	.52*	-.50*	-.56*	-.17	.51*	-.57*	-.15	.56*
DM1LS1	.93*	.59*	.75*	-.37	.33	.40	-.04	-.86*	.58*	.31	-.45
DM1CDE	.94*	.69*	.64*	-.29	.26	.29	-.06	-.64*	.48	.37	-.32
DM1SVE	.92*	.65*	.60*	-.23	.16	.25	.08	-.68*	.45	.26	-.32
DM1KCE	.46	.22	.63*	.13	-.09	-.14	-.30	-.14	.15	.30	.07
DM1PPI	.73*	.53*	.54*	.09	-.13	-.05	-.19	-.61*	.36	.16	-.23
DM1NIN	.47	.46	.40	-.19	.20	.17	.20	-.24	.32	.23	-.18
DM1NLE	-.10	-.27	-.18	.42	-.55*	-.45	.01	.07	-.30	-.12	.39
DM1AMA	-.00	-.14	.19	-.16	.23	.08	-.39	.18	.21	.52*	-.17
DM1AVE	.95*	.67*	.67*	-.32	.28	.34	.03	-.74*	.51*	.29	-.39
DM1STE	-.17	.52*	-.10	-.17	.22	.15	.27	.28	-.01	.09	-.06

TAT. ANEXO 7.- Correlación simple entre variables ambientales, parámetros y especies importantes. * significativas: p < .0500
M=campaña; D=densidad; B=biomasa; R=riqueza de especies.

campaña variable	M_1AL	DM1LS1	DM1CDE	DM1SVE	DM1KCE	DM1PPI	DM1NIN	DM1NLE	DM1AMA	DM1AVE	DM1STE
M_1D	-.33	.93*	.94*	.92*	.46	.73*	.47	-.10	-.00	.95*	-.17
M_1B	-.16	.59*	.69*	.65*	.22	.53*	.46	-.27	-.14	.67*	.52*
M_1R	-.24	.75*	.64*	.60*	.63*	.54*	.40	-.18	.19	.67*	-.10
M_1P	.52*	-.37	-.29	-.23	.13	.09	-.19	.42	-.16	-.32	-.17
M_1T	-.50*	.33	.26	.16	-.09	-.13	.20	-.55*	.23	.28	.22
M_1S	-.56*	.40	.29	.25	-.14	-.05	.17	-.45	.08	.34	.15
M_1TS	-.17	-.04	-.06	.08	-.30	-.19	.20	.01	-.39	.03	.27
M_1MO	.51*	-.86*	-.64*	-.68*	-.14	-.61*	-.24	.07	.18	-.74*	.28
M_1CO3	-.57*	.58*	.48	.45	.15	.36	.32	-.30	.21	.51*	-.01
M1SR	-.15	.31	.37	.26	.30	.16	.23	-.12	.52*	.29	.09
M_1FE	.56*	-.45	-.32	-.32	.07	-.23	-.18	.39	-.17	-.39	-.06
M_1AL	1.00	-.49	-.34	-.32	.23	-.21	-.14	.47	.16	-.42	-.02
DM1LS1	-.49	1.00	.88*	.89*	.19	.71*	.36	-.15	-.19	.95*	-.19
DM1CDE	-.34	.88*	1.00	.96*	.32	.76*	.44	-.09	-.05	.97*	-.16
DM1SVE	-.32	.89*	.96*	1.00	.27	.74*	.50*	.03	-.19	.97*	-.15
DM1KCE	.23	.19	.32	.27	1.00	.29	.13	.25	.45	.23	-.25
DM1PPI	-.21	.71*	.76*	.74*	.29	1.00	.33	-.22	-.18	.78*	-.13
DM1NIN	-.14	.36	.44	.50*	.13	.33	1.00	-.21	-.17	.44	.06
DM1NLE	.47	-.15	-.09	.03	.25	-.22	-.21	1.00	-.05	-.13	-.21
DM1AMA	.16	-.19	-.05	-.19	.45	-.18	-.17	-.05	1.00	-.17	-.10
DM1AVE	-.42	.95*	.97*	.97*	.23	.78*	.44	-.13	-.17	1.00	-.16
DM1STE	-.02	-.19	-.16	-.15	-.25	-.13	.06	-.21	-.10	-.16	1.00

TAT.

ampaña variable	M_2D	M_2B	M_2R	M_2P	M_2T	M_2S	M_2TS	M_2MO	DM2PPI	DM2NIN	DM2STE
M_2D	1.00	.77*	.72*	-.13	.13	.08	.15	.34	.89*	.74*	.28
M_2B	.77*	1.00	.52*	-.25	.20	.03	.26	.37	.50*	.93*	.13
M_2R	.72*	.52*	1.00	.12	-.10	.08	.06	.23	.57*	.39	.38
M_2P	-.13	-.25	.12	1.00	-.97*	.62*	.40	.46	-.07	-.21	-.08
M_2T	.13	.20	-.10	-.97*	1.00	-.61*	-.44	-.48	.12	.12	.04
M_2S	.08	.03	.08	.62*	-.61*	1.00	.48	.72*	.18	.14	.08
M_2TS	.15	.26	.06	.40	-.44	.48	1.00	.66*	-.03	.38	.09
M_2MO	.34	.37	.23	.46	-.48	.72*	.66*	1.00	.24	.49	.27
DM2PPI	.89*	.50*	.57*	-.07	.12	.18	-.03	.24	1.00	.46	.19
DM2NIN	.74*	.93*	.39	-.21	.12	.14	.38	.49	.46	1.00	.13
DM2STE	.28	.13	.38	-.08	.04	.08	.09	.27	.19	.13	1.00
DM2SSA	.25	.18	.22	-.40	.37	-.80*	-.18	-.37	.03	.05	.06
DM2LCI	.82*	.75*	.67*	-.12	.03	.16	.15	.34	.63*	.75*	.32
DM2CDE	.56*	.66*	.42	.06	-.04	.21	.20	.18	.47	.54*	-.19
DM2PDE	.20	-.00	.17	-.34	.34	-.74*	-.16	-.35	.05	-.07	.23
DM2KCE	-.00	-.09	.32	.27	-.25	.33	.13	-.01	.02	-.14	.15
DM2SVE	.50*	.06	.30	-.16	.27	-.42	-.19	-.25	.60*	-.05	.01
DM2PPA	.21	-.04	.17	.56*	-.52*	.40	.14	.32	.33	-.03	-.24

TAT.

ampaña variable	DM2SSA	DM2LCI	DM2CDE	DM2PDE	DM2KCE	DM2SVE	DM2PPA
M_2D	.25	.82*	.56*	.20	-.00	.50*	.21
M_2B	.18	.75*	.66*	-.00	-.09	.06	-.04
M_2R	.22	.67*	.42	.17	.32	.30	.17
M_2P	-.40	-.12	.06	-.34	.27	-.16	.56*
M_2T	.37	.03	-.04	.34	-.25	.27	-.52*
M_2S	-.80*	.16	.21	-.74*	.33	-.42	.40
M_2TS	-.18	.15	.20	-.16	.13	-.19	.14
M_2MO	-.37	.34	.18	-.35	-.01	-.25	.32
DM2PPI	.03	.63*	.47	.05	.02	.60*	.33
DM2NIN	.05	.75*	.54*	-.07	-.14	-.05	-.03
DM2STE	.06	.32	-.19	.23	.15	.01	-.24
DM2SSA	1.00	.18	-.05	.89*	-.25	.56*	-.20
DM2LCI	.18	1.00	.48	.01	.06	.09	.04
DM2CDE	-.05	.48	1.00	-.26	.39	.11	.23
DM2PDE	.89*	.01	-.26	1.00	-.24	.67*	-.22
DM2KCE	-.25	.06	.39	-.24	1.00	-.20	-.09
DM2SVE	.56*	.09	.11	.67*	-.20	1.00	.16
DM2PPA	-.20	.04	.23	-.22	-.09	.16	1.00

TAT.

Campana variable	M_3D	M_3B	M_3R	M_3P	M_3T	M_3S	DM3NIN	DM3CDE	DM3PPI	DM3PPE	DM3SVE
M_3D	1.00	.53*	.88*	-.58*	.20	.81*	.01	.93*	.82*	.89*	.42
M_3B	.53*	1.00	.67*	-.69*	.38	.61*	.45	.35	.60*	.54*	.62*
M_3R	.88*	.67*	1.00	-.58*	.08	.74*	-.08	.83*	.79*	.91*	.52*
M_3P	-.58*	-.69*	-.58*	1.00	-.76*	-.66*	-.40	-.39	-.48	-.61*	-.48
M_3T	.20	.38	.08	-.76*	1.00	.49	.45	.06	.19	.15	.36
M_3S	.81*	.61*	.74*	-.66*	.49	1.00	.17	.79*	.65*	.74*	.54*
DM3NIN	.01	.45	-.08	-.40	.45	.17	1.00	-.27	.07	-.20	.14
DM3CDE	.93*	.35	.83*	-.39	.06	.79*	-.27	1.00	.65*	.87*	.33
DM3PPI	.82*	.60*	.79*	-.48	.19	.65*	.07	.65*	1.00	.67*	.55*
DM3PPE	.89*	.54*	.91*	-.61*	.15	.74*	-.20	.87*	.67*	1.00	.38
DM3SVE	.42	.62*	.52*	-.48	.36	.54*	.14	.33	.55*	.38	1.00
DM3AMA	.80*	.28	.64*	-.39	.01	.38	-.21	.74*	.60*	.72*	.17
DM3NLO	.94*	.27	.79*	-.38	.05	.68*	-.26	.95*	.74*	.85*	.25
DM3DCU	.25	.71*	.30	-.58*	.52*	.50*	.80*	.03	.27	.17	.41
DM3LS1	.93*	.24	.74*	-.31	.04	.70*	-.25	.95*	.73*	.79*	.25
DM3STE	.00	.23	-.01	-.27	.45	.24	.33	-.12	.05	.01	.64*

TAT.

Campana variable	DM3AMA	DM3NLO	DM3DCU	DM3LS1	DM3STE
M_3D	.80*	.94*	.25	.93*	.00
M_3B	.28	.27	.71*	.24	.23
M_3R	.64*	.79*	.30	.74*	-.01
M_3P	-.39	-.38	-.58*	-.31	-.27
M_3T	.01	.05	.52*	.04	.45
M_3S	.38	.68*	.50*	.70*	.24
DM3NIN	-.21	-.26	.80*	-.25	.33
DM3CDE	.74*	.95*	.03	.95*	-.12
DM3PPI	.60*	.74*	.27	.73*	.05
DM3PPE	.72*	.85*	.17	.79*	.01
DM3SVE	.17	.25	.41	.25	.64*
DM3AMA	1.00	.83*	-.20	.77*	-.23
DM3NLO	.83*	1.00	-.05	.99*	-.12
DM3DCU	-.20	-.05	1.00	-.03	.44
DM3LS1	.77*	.99*	-.03	1.00	-.13
DM3STE	-.23	-.12	.44	-.13	1.00

T.

Campana variable	M_4D	M_4B	M_4R	M_4P	M_4S	M_4TS	M_4T	M_4MO	DM4PPI	DM4NIN	DM4SVE
M_4D	1.00	.92*	.82*	-.19	.34	.35	.17	.52*	.40	.88*	.88*
M_4B	.92*	1.00	.69*	-.29	.38	.32	.18	.53*	.16	.97*	.84*
M_4R	.82*	.69*	1.00	-.06	.12	.43	-.09	.43	.24	.62*	.79*
M_4P	-.19	-.29	-.06	1.00	-.82*	.67*	.24	.16	.23	-.27	-.32
M_4S	.34	.38	.12	-.82*	1.00	-.37	-.27	-.05	.18	.34	.25
M_4TS	.35	.32	.43	.67*	-.37	1.00	.24	.64*	.30	.33	.15
M_4T	.17	.18	-.09	.24	-.27	.24	1.00	.35	.01	.33	.24
M_4MO	.52*	.53*	.43	.16	-.05	.64*	.35	1.00	.33	.53*	.35
DM4PPI	.40	.16	.24	.23	.18	.30	.01	.33	1.00	.12	-.02
DM4NIN	.88*	.97*	.62*	-.27	.34	.33	.33	.53*	.12	1.00	.81*
DM4SVE	.88*	.84*	.79*	-.32	.25	.15	.24	.35	-.02	.81*	1.00
DM4KCE	.83*	.88*	.71*	-.30	.25	.21	.21	.38	-.13	.87*	.94*
DM4DCU	.75*	.86*	.52*	-.32	.25	.14	.16	.33	-.16	.80*	.84*
DM4STE	.40	.39	.59*	-.12	.25	.25	-.65*	.25	.21	.29	.22
DM4PDE	.63*	.52*	.63*	-.19	.16	.11	.14	.19	.07	.50*	.79*
DM4CDE	.42	.27	.29	.10	.26	.24	-.01	.04	.60*	.25	.18
DM4SEL	.42	.58*	.14	-.19	.15	.09	.13	.21	-.13	.53*	.44
DM4MDO	.47	.18	.51*	.11	.02	.19	.07	.15	.58*	.19	.29

T.

Campana variable	DM4KCE	DM4DCU	DM4STE	DM4PDE	DM4CDE	DM4SEL	DM4MDO
M_4D	.83*	.75*	.40	.63*	.42	.42	.47
M_4B	.88*	.86*	.39	.52*	.27	.58*	.18
M_4R	.71*	.52*	.59*	.63*	.29	.14	.51*
M_4P	-.30	-.32	-.12	-.19	.10	-.19	.11
M_4S	.25	.25	.25	.16	.26	.15	.02
M_4TS	.21	.14	.25	.11	.24	.09	.19
M_4T	.21	.16	-.65*	.14	-.01	.13	.07
M_4MO	.38	.33	.25	.19	.04	.21	.15
DM4PPI	-.13	-.16	.21	-.07	.60*	-.13	.58*
DM4NIN	.87*	.80*	.29	.50*	.25	.53*	.19
DM4SVE	.94*	.84*	.22	.79*	.18	.44	.29
DM4KCE	1.00	.84*	.32	.81*	.02	.41	.07
DM4DCU	.84*	1.00	.11	.48	.19	.83*	.05
DM4STE	.32	.11	1.00	.26	.08	-.14	.03
DM4PDE	.81*	.48	.26	1.00	-.11	-.07	.11
DM4CDE	.02	.19	.08	-.11	1.00	.31	.56*
DM4SEL	.41	.83*	-.14	-.07	.31	1.00	.02
DM4MDO	.07	.05	.03	.11	.56*	.02	1.00

TAT.

Campana variable	D_1D	D_1B	D_1R	D_1P	D_1TS	D_1MO	D_1BA	D_1CO3	D_1SR	D_1FE	D_1AL
D_1D	1.00	.52*	.96*	-.45	-.05	-.78*	.07	.63*	.85*	-.63*	-.48
D_1B	.52*	1.00	.54*	-.68*	-.02	-.48	.50*	.53*	.68*	-.68*	-.51*
D_1R	.96*	.54*	1.00	-.47	-.03	-.65*	.08	.71*	.77*	-.67*	-.54*
D_1P	-.45	-.68*	-.47	1.00	-.17	.33	-.13	-.69*	-.49	.53*	.79*
D_1TS	-.05	-.02	-.03	-.17	1.00	-.00	-.00	.13	-.04	-.02	-.28
D_1MO	-.78*	-.48	-.65*	.33	-.00	1.00	-.24	-.56*	-.89*	.73*	.44
D_1BA	.07	.50*	.08	-.13	-.00	-.24	1.00	.08	.36	-.49	.04
D_1CO3	.63*	.53*	.71*	-.69*	.13	-.56*	.08	1.00	.59*	-.81*	-.90*
D_1SR	.85*	.68*	.77*	-.49	-.04	-.89*	.36	.59*	1.00	-.79*	-.49
D_1FE	-.63*	-.68*	-.67*	.53*	-.02	.73*	-.49	-.81*	-.79*	1.00	.66*
D_1AL	-.48	-.51*	-.54*	.79*	-.28	.44	.04	-.90*	-.49	.66*	1.00
DD1CDE	.98*	.46	.89*	-.43	-.06	-.80*	.07	.56*	.85*	-.59*	-.43
DD1PPI	.54*	.22	.47	-.10	.30	-.52*	-.31	.25	.37	-.18	-.22
DD1SVE	.90*	.55*	.79*	-.51*	-.00	-.84*	.10	.58*	.87*	-.64*	-.50*
DD1NIN	-.19	.49	-.14	-.21	-.21	.12	.37	.03	.02	-.08	-.02
DD1PDE	.79*	.20	.85*	-.27	-.17	-.46	.07	.58*	.56*	-.49	-.37
DD1MCA	.88*	.26	.88*	-.31	-.14	-.59*	.05	.55*	.68*	-.50*	-.37
DD1KCE	.06	.12	.14	.14	.30	-.00	-.23	.03	-.11	.04	-.14
DD1AMA	.78*	.26	.83*	-.34	-.13	-.45	.13	.55*	.59*	-.48	-.39
DD1STE	-.14	.30	-.07	-.12	.13	.11	.38	.12	-.10	-.17	-.22
DD1MPH	.74*	.44	.58*	-.51*	.03	-.73*	-.07	.48	.71*	-.43	-.47

TAT.

Campana variable	DD1CDE	DD1PPI	DD1SVE	DD1NIN	DD1PDE	DD1MCA	DD1KCE	DD1AMA	DD1STE	DD1MPH
D_1D	.98*	.54*	.90*	-.19	.79*	.88*	.06	.78*	-.14	.74*
D_1B	.46	.22	.55*	.49	.20	.26	.12	.26	.30	.44
D_1R	.89*	.47	.79*	-.14	.85*	.88*	.14	.83*	-.07	.58*
D_1P	-.43	-.10	-.51*	-.21	-.27	-.31	.14	-.34	-.12	-.51*
D_1TS	-.06	.30	-.00	-.21	-.17	-.14	.30	-.13	.13	.03
D_1MO	-.80*	-.52*	-.84*	.12	-.46	-.59*	-.00	-.45	.11	-.73*
D_1BA	.07	-.31	.10	.37	.07	.05	-.23	.13	.38	-.07
D_1CO3	.56*	.25	.58*	.03	.58*	.55*	.03	.55*	.12	.48
D_1SR	.85*	.37	.87*	.02	.56*	.68*	-.11	.59*	-.10	.71*
D_1FE	-.59*	-.18	-.64*	-.08	-.49	-.50*	.04	-.48	-.17	-.43
D_1AL	-.43	-.22	-.50*	-.02	-.37	-.37	-.14	-.39	-.22	-.47
DD1CDE	1.00	.49	.95*	-.28	.72*	.87*	-.06	.71*	-.20	.83*
DD1PPI	.49	1.00	.55*	-.32	.11	.19	.55*	.06	-.10	.55*
DD1SVE	.95*	.55*	1.00	-.30	.52*	.71*	-.04	.51*	-.16	.93*
DD1NIN	-.28	-.32	-.30	1.00	-.13	-.25	-.06	-.08	.19	-.29
DD1PDE	.72*	.11	.52*	-.13	1.00	.93*	-.07	.98*	-.12	.28
DD1MCA	.87*	.19	.71*	-.25	.93*	1.00	-.11	.91*	-.18	.53*
DD1KCE	-.06	.55*	-.04	-.06	-.07	-.11	1.00	-.10	.50	-.13
DD1AMA	.71*	.06	.51*	-.08	.98*	.91*	-.10	1.00	-.10	.27
DD1STE	-.20	-.10	-.16	.19	-.12	-.18	.50	-.10	1.00	-.24
DD1MPH	.83*	.55*	.93*	-.29	.28	.53*	-.13	.27	-.24	1.00

TAT.											
campaña variable	D_2B	D_2D	D_2R	D_2P	D_2T	D_2S	D_2TS	DD2SVE	DD2NIN	DD2PPI	DD2AS1
D_2B	1.00	.86*	.81*	-.52*	.48	.47	-.66*	.83*	-.05	.32	.86*
D_2D	.86*	1.00	.68*	-.45	.43	.49	-.71*	.64*	-.01	.01	.85*
D_2R	.81*	.68*	1.00	-.13	.09	.72*	-.70*	.84*	-.19	.02	.75*
D_2P	-.52*	-.45	-.13	1.00	-.98*	.28	.21	-.45	-.26	-.23	-.35
D_2T	.48	.43	.09	-.98*	1.00	-.27	-.17	.42	.33	.17	.31
D_2S	.47	.49	.72*	.28	-.27	1.00	-.54*	.58*	-.35	-.25	.60*
D_2TS	-.66*	-.71*	-.70*	.21	-.17	-.54*	1.00	-.59*	.25	.11	-.75*
DD2SVE	.83*	.64*	.84*	-.45	.42	.58*	-.59*	1.00	-.13	.04	.72*
DD2NIN	-.05	-.01	-.19	-.26	.33	-.35	.25	-.13	1.00	-.05	-.24
DD2PPI	.32	.01	.02	-.23	.17	-.25	.11	.04	-.05	1.00	-.05
DD2AS1	.86*	.85*	.75*	-.35	.31	.60*	-.75*	.72*	-.24	-.05	1.00
DD2CDE	.92*	.80*	.72*	-.41	.36	.51*	-.66*	.71*	-.26	.25	.95*
DD2KCE	.02	.20	.06	-.09	.18	-.10	.06	-.00	.17	-.11	-.15
DD2DCU	.07	.23	.01	-.19	.27	-.04	-.11	.09	.17	-.11	-.11
DD2STE	.16	.06	.23	-.26	.29	-.10	.08	.26	.64*	-.08	-.04
DD2NLO	.70*	.77*	.59*	-.18	.12	.46	-.68*	.40	-.24	-.03	.90*

TAT.					
campaña variable	DD2CDE	DD2KCE	DD2DCU	DD2STE	DD2NLO
D_2B	.92*	.02	.07	.16	.70*
D_2D	.80*	.20	.23	.06	.77*
D_2R	.72*	.06	.01	.23	.59*
D_2P	-.41	-.09	-.19	-.26	-.18
D_2T	.36	.18	.27	.29	.12
D_2S	.51*	-.10	-.04	-.10	.46
D_2TS	-.66*	.06	-.11	.08	-.68*
DD2SVE	.71*	-.00	.09	.26	.40
DD2NIN	-.26	.17	.17	.64*	-.24
DD2PPI	.25	-.11	-.11	-.08	-.03
DD2AS1	.95*	-.15	-.11	-.04	.90*
DD2CDE	1.00	-.22	-.16	-.09	.83*
DD2KCE	-.22	1.00	.67*	.41	-.14
DD2DCU	-.16	.67*	1.00	-.02	-.19
DD2STE	-.09	.41	-.02	1.00	-.10
DD2NLO	.83*	-.14	-.19	-.10	1.00