



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DIVERSIDAD DE MACROFAUNA ASOCIADA A
FONDOS CARBONATADOS DEL BANCO DE
CAMPECHE, SUR DEL GOLFO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGA

P R E S E N T A:

ELVIRA LETICIA JIMÉNEZ GUADARRAMA



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ELVA GUADALUPE ESCOBAR BRIONES.
2009**



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.

Agradecimientos.

A las gestiones del ICML UNAM CU por el apoyo administrativo para el trámite de permisos para la realización de la colecta en el marco de la colaboración internacional con el Dr. D. Felder.

A la tripulación del B/O *Pelican* de la Universidad de Louisiana.

Al apoyo proporcionado a los proyectos:

- Factores que definen la variabilidad de la diversidad biológica y biomasa béntica en el mar profundo del Golfo de México Convocatoria del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) 2007 IN204307-3
- A survey of the deep bank marine macroalgae and macrocrustaceans in the Gulf of Mexico National Science Foundation 02-186 Awardee Organization Code 0020313000. Conjuntamente con los Drs. Darryl Felder & Suzanne Fredericq, Universidad de Louisiana.

Al financiamiento que incluyó la beca otorgada por CONACYT 102433 Diversidad Beta en macroinvertebrados de fondos carbonatados del sector noroccidental del Banco de Campeche, Golfo de México otorgado a la Dra. E. Escobar.

A la Dra. Elva Escobar por su apoyo, paciencia y orientación en la elaboración y culminación de este trabajo.

A los miembros del jurado: Dr. Raúl Gio, Dr. Javier Alcocer, Dr. Fernando Álvarez y Dr. José Luis Villalobos, por la dedicada revisión y las sugerencias que enriquecieron este trabajo.

A Adriana Gaytán por el trabajo en campo y colecta de materiales.

Al Dr. Emilio García por la identificación de los moluscos del Banco de Campeche.

Al Dr. Alfredo Laguarda y a la M. en C. Alicia Durán del laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos por su gran ayuda en la identificación de los equinodermos.

A la Dra. Ana Rosa Vázquez Bader, del laboratorio de Ecología pesquera de Crustáceos, quien me orientó en la identificación de los crustáceos decápodos.

Al Dr. Ignacio Winfield quien me orientó en la identificación de anfípodos.

Al M. en C. Antonio Márquez por proporcionarme la información sobre los sedimentos y tamaño de grano en el Banco de Campeche.

A la UNAM por abrirme las puertas.

A la Facultad de Ciencias e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por ser mi segundo hogar.

Al Laboratorio de Biodiversidad y Macroecología por brindarme un espacio físico para la realización de este trabajo y sobre todo a las maravillosas personas que he conocido, con las cuales he pasado gratos momentos: Vicky, Myrs, Javi, Adris, Lalo, León, Balam, Memo, Marco, Ramón, Bárbara, Manuel, Abril.

A mis mejores amigas Fer e Isa por todos los momentos de risas, aventuras y tristezas que hemos pasado juntas. A mis amigos con quien he pasado momentos inolvidables que nunca olvidaré: Ama, Rebe, Hypats, Marquito, Sergio, Flor. Y por supuesto a todos los que conforman el centro de operaciones con quienes pase gratos momentos.

A mi familia (mis papis, mi hermanito, abue, a mis tíos Marú, Pocha, Beto, Chavo, Letty, Oscar y Sofía, así como a mis primos Beto, Gigi, Brenda, Bethy, Gordo, Juan y mis nuevas sobrinitas Natalie y Maddie) por brindarme todo su apoyo, confianza y amor durante toda mi vida.

Dedicatoria.

A las personas más importantes de vida, que son mis padres por todo el amor que me han brindado. No saben cuánto les agradezco los sacrificios que han hecho para que salva y yo seamos felices y salgamos adelante. Gracias por el apoyo incondicional y la confianza, que me han brindado para que este sueño se realice.

A mi hermanito por ser mi confidente y ante todo mi mejor amigo. Gracias por cuidarme y nunca dejarme sola.

Índice.

| | |
|---|----|
| Índice de figuras. | I |
| Índice de tablas. | II |
| Índice de anexos. | II |
| Resumen. | 1 |
| Introducción. | 2 |
| Antecedentes. | 6 |
| Objetivo general. | 7 |
| Objetivos específicos. | 7 |
| Área de estudio. | 8 |
| Método. | 14 |
| • Trabajo de campo. | 14 |
| • Trabajo de laboratorio. | 16 |
| • Análisis de datos. | 17 |
| Resultados. | 19 |
| • Análisis de similitud | 19 |
| • Análisis de afinidad | 20 |
| • Número de taxa y frecuencia de ocurrencia. | 22 |
| • Distribución geográfica de taxa. | 23 |
| • Distribución geográfica del número de familias. | 25 |
| • Número de familias. | 28 |
| • Abundancia. | 31 |
| • Diversidad. | 34 |
| • Equidad. | 39 |

| | |
|--------------------|----|
| Discusión. | 41 |
| Conclusiones. | 46 |
| Literatura citada. | 48 |
| Anexos. | i |

Índice de figuras.

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio. | 9 |
| Figura 2 Localidades muestreadas en el Banco de Campeche. | 15 |
| Figura 3. Dendrograma obtenido con el índice de similitud de Bray-Curtis por la similitud en la abundancia y composición de los grupos taxonómicos de los fondos carbonatados del Banco de Campeche. | 19 |
| Figura 4. Análisis de redundancia para las familias de invertebrados del Banco de Campeche con base en la profundidad y proporción de sedimentos de tipo suave en los fondos duros. | 21 |
| Figura 5. Distribución de la macrofauna asociada a fondos carbonatados del Banco de Campeche en los diferentes sectores de la plataforma continental. | 22 |
| Figura 6. Distribución geográfica de los taxa en el Banco de Campeche. | 24 |
| Figura 7. Variación del número de familias con la profundidad en los fondos carbonatados en el Banco de Campeche. | 28 |
| Figura 8. Variación del valor promedio en el número de familias en el Banco de Campeche. | 29 |
| Figura 9. Variación en el número de familias en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche. | 30 |
| Figura 10. Variación en el número de familias en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche. | 31 |
| Figura 11. Variación del número de individuos promedio en el Banco de Campeche. | 32 |
| Figura 12. Variación del número de individuos en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche. | 33 |
| Figura 13. Variación del número de individuos en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche. | 34 |
| Figura 14. Variación del valor promedio de la diversidad de familias en el Banco de Campeche. | 35 |
| Figura 15. Variación de la diversidad en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche. | 36 |
| Figura 16. Variación de la diversidad en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche. | 37 |

Figura 17. Tendencia en el incremento de la diversidad con el número de individuos de macrofauna en el Banco de Campeche. 38

Figura 18. Correlación entre la abundancia y el número de familias con diversidad en el Banco de Campeche. 38

Figura 19. Variación del valor promedio de la equidad de familias en el Banco de Campeche. 39

Índice de tablas.

Tabla 1. Número de familias y frecuencia de ocurrencia en el Banco de Campeche a profundidades entre los 20 y 182 m. 23

Tabla 2. Familias que se distribuyen en Cayo Arenas y rompiente norte occidental del Banco de Campeche. 26

Tabla 3. Familias distribuidas en el complejo Triángulos, Banco Pera, Banco Nuevo y Cayo Arcas 27

Índice de anexos.

Anexo 1. Datos generales de cada estación realizada en la campaña NSF-II en junio del 2005. i

Anexo 2. Marcadores correspondientes a las familias del Banco de Campeche en el análisis de afinidad. iv

Anexo 3. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma interna del Banco de Campeche. viii

Anexo 4. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma media del Banco de Campeche. x

Anexo 5. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma externa del Banco de Campeche. x

Anexo 6. Estaciones que presentan mayor número de familias en el Banco de Campeche. xi

Anexo 7. Estaciones que presentan la menor número de familias en el Banco de Campeche. xii

Resumen.

En este estudio se reconoció la distribución, número de familias, abundancia y diversidad biológica (a nivel familia) de la comunidad macrobéntica de los fondos carbonatados del Banco de Campeche. Las muestras analizadas provinieron de colectas realizadas durante la campaña oceanográfica a bordo del B/O *Pelican* de la Universidad de Louisiana en una colaboración con el ICML de la UNAM en 2005. Los arrastres se efectuaron en un intervalo de profundidad de 20 a 182 m. Los grupos taxonómicos reconocidos en las muestras recolectadas en los fondos carbonatados del Banco de Campeche fueron los corales, los poliquetos, los crustáceos, los moluscos, los equinodermos y las ascidias. El número total de familias identificada fue de 145, el número mayor se reconoció en los crustáceos (44.14%), representando casi tres veces el número reconocido para los equinodermos (15.9%), los poliquetos (15.2%) y los moluscos (14.5%). El número menor de familias se reconoció para las ascidias y los corales. La abundancia, el número de familias y la diversidad biológica determinada por índice ecológico en el Banco de Campeche disminuyeron con la profundidad. Los crustáceos, equinodermos, poliquetos y ascidias se encontraron distribuidos homogéneamente a lo largo de todo el sector occidental del Banco de Campeche. Los moluscos están ausentes en el complejo Triángulos y Banco Pera. La única zona donde ocurrieron los corales fue la rompiente noroccidental del Banco de Campeche. Los factores ambientales que determinaron los patrones de distribución de la macrofauna asociada a fondos carbonatados fueron la profundidad y las proporciones de arenas, limos y arcillas del tamaño de grano del sustrato.

Introducción.

¿Qué son los sedimentos carbonatados?

Los sedimentos carbonatados se forman esencialmente en zonas caracterizadas por la pequeña proporción de materiales terrígenos y conforman los fondos carbonatados. La mayor parte de los sedimentos carbonatados resultan básicamente de procesos químicos y bioquímicos que ocurren en un ambiente marino de aguas someras limpias y cálidas (Reijers y Hsü, 1986). Los sedimentos carbonatados son depósitos de material de origen biogénico proveniente de la degradación de exoesqueletos de celenterados, algas, moluscos y equinodermos (Tucker y Wright, 2001). Las arenas carbonatadas también conocidas como oolitas se originan del depósito en áreas someras de oleaje y poca corriente; el lodo carbonatado se deposita como agujas diminutas de aragonita originada por la actividad algácea y la precipitación química en el cuerpo de agua (Reijers y Hsü, 1986).

La arena es el tamaño de grano más abundante en los fondos carbonatados aunque también se encuentran gravas pobremente clasificadas. Los minerales más comunes que componen estos fondos son el CaCO_3 y $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Reijers y Hsü, 1986). La textura del sedimento carbonatado es el resultado del tipo de organismos que lo constituyen, la actividad del oleaje y la desintegración producida por los mismos organismos y la disolución química (Scholle *et al.*, 1983).

¿Qué grupos se asocian a los fondos carbonatados?

La comunidad ecológica de los fondos carbonatados está constituida por productores primarios, herbívoros, carnívoros y organismos descomponedores que reciclan la materia y la transfieren sucesivamente de un nivel trófico a otro (Chávez e Hidalgo, 1988). Los phyla de invertebrados que se encuentran asociados a los fondos carbonatados incluyen a los Porifera, Annelida, Mollusca, Crustacea, Urochordata y Echinodermata (Dando *et al.*, 1996). Las familias de moluscos asociados al sustrato carbonatado entre otras son: Architectonidae, Epitonidae, Ovulidae, Coralliophiliidae y Murcidae.

Dentro de los crustáceos decápodos asociados al sustrato carbonatado encontramos a las familias Palemonidae, Alpheidae, Majidae, Pilunmidae, Mithracidae, Porcellanidae y Xanthidae (Gómez, 2008). Los crustáceos peracáridos asociados a este sustrato constituyen uno de los grupos con mayor diversidad de familias, que presentan adaptaciones complejas en sus ciclos biológicos (Thomas, 1993). Los requerimientos de microhábitats específicos les han permitido ocupar y coexistir en formas diferentes. Las familias de peracáridos presentan diferentes estrategias horadoras e incrustrantes (Aoridae, Amphitoidae e Ischyroceridae), tubícolas (Ampeliscidae y Corophiidae), excavadores (Haustoriidae, Platyschonopidae, Phoxocephalidae, Oedicerotidae y Melphidippidae) y comensales (Anamixidae, Iphimediidae, Leucothoidae, Sebidae y Colomastigidae) (Winfield y Escobar, 2007).

Los poliquetos en sustratos duros forman tubos calcáreos que transforman el sustrato, influyen en la bioerosión. Las familias de poliquetos que podemos encontrar en estos sustratos son: Spionidae, Nephtyidae, Nereidedae, Eunicidae (Vivien y Peirrot, 1974).

Plataformas carbonatadas

Las plataformas de ambientes carbonatados se desarrollan en áreas donde el influjo de sedimentos terrígenos no existe o es mínimo y principalmente se encuentran asociadas a corrientes marinas cálidas que es una de las razones por las que actualmente existen sólo algunas de éstas como es caso de la plataforma de Yucatán, Florida y las Bahamas (Tucker y Wright, 2001) en el caso de América. El tipo de plataforma de carbonatos está determinado principalmente por geotectónica y el nivel relativo del mar, pero una configuración puede evolucionar a otro, ya sea a través de los procesos naturales de sedimentación del carbonato o a través de efectos tectónicos y cambios del nivel del mar con el tiempo (Carozzi, 1989).

En el caso de la plataforma de Yucatán las rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas que la componen presentan un grosor de más de 3,500 metros cubriendo un basamento de rocas cristalinas del Paleozoico (López, 1975). Sobre este basamento se inicia la historia geológica de la península, en el Cretácico superior hace 100 millones de años, con depósito extenso de carbonatos y evaporitas en la plataforma continental que continúan hasta nuestros días (López, 1975).

Las características geológicas superficiales del subsuelo, permiten reconocer que la plataforma que constituye la península actual, inició su emersión lenta y gradual sobre el nivel del mar durante el Eoceno. Posteriormente en el Oligoceno y Mioceno inferior hubo depositación de carbonatos sobre todo en la porción Norte de la plataforma continental. En el Mioceno superior reinicia la elevación en la porción meridional de la península que es menos pronunciada en la porción Norte y en el área de Los Petenes. Finalmente un levantamiento diferencial más importante en la parte meridional que en

la parte septentrional determina un basculamiento Sur-Norte de todos los estratos de rocas carbonatadas que componen la Península de Yucatán (Urrutia, 2008).

Después del levantamiento gradual generalizado, se inicia la configuración moderna de la zona costera en una alternancia de transgresiones y regresiones menores. En el Pleistoceno, hace 80,000 años, la transgresión interglaciar originó cordones litorales a los cuales se les asocian las lagunas costeras actuales. La regresión ocasionada por una glaciación (18,000 años) provocó el descenso en el nivel del mar de hasta 130 m. La última regresión terminó con la gran avanzada transgresiva que expuso las geoformas terrestres a la energía marina sepultándolas y marcando el inicio del Holoceno. La línea de costa se ha estabilizado gradualmente desde hace 5,000 años a un nivel de 3 ó 4 m por debajo del nivel medio del mar actual ocurriendo una disminución del nivel del mar gradual (López, 1975).

Antecedentes.

Los estudios enfocados a fondos carbonatados han sido insuficientes, debido a que la mayor parte de los estudios se han enfocado a la diversidad de los arrecifes de coral. De los estudios realizados en fondos carbonatados sobresalen los siguientes.

En 1984 Wenner *et al.* realizó un listado de invertebrados presentes en la plataforma de Florida. También observó que la plataforma presentó una alta diversidad en comparación a la de sus alrededores. El estudio estuvo limitado debido a que sólo se muestreo en 2 estaciones del año por lo cual, no fue posible, que se determinará la composición de la comunidad, estructura y biomasa que ocurre durante un ciclo anual.

En 1988 Riddle estudió los patrones de la distribución de las comunidades bentónicas en la Gran Barrera Arrecifal de Australia. El estudio recoció una riqueza de familias y diversidad elevada en la plataforma interna declinando hacia la plataforma externa.

En el 2001 Guzmán *et al.* estudió la comunidad de macroinvertebrados y sus esquemas de distribución espacial y temporal del Caribe. El autor reconoció que la profundidad es la variable que mejor explica la distribución faunística.

Objetivo general

Reconocer la similitud, distribución, composición taxonómica, abundancia y diversidad a nivel familia de la comunidad macrobéntica de los fondos carbonatados del Banco de Campeche, sur del Golfo de México.

Objetivos específicos

1. Describir la similitud entre estaciones a partir de la composición taxonómica de familias de la comunidad macrobéntica del Banco de Campeche.
2. Describir la distribución de las familias de la comunidad macrobéntica de los fondos carbonatados del Banco de Campeche.
3. Describir la variabilidad en la composición taxonómica (con resolución taxonómica a nivel familia) de la comunidad macrobéntica en la escala local.
4. Describir la variabilidad en la abundancia y la diversidad a nivel familia de la comunidad macrobéntica en la escala local.

Área de Estudio

El Golfo de México es una cuenca semicerrada que circunda las costas orientales de México y se comunica con el Mar Caribe y el Océano Atlántico a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de Florida, respectivamente (Monreal *et al.*, 2004). La cuenca se encuentra ubicada en el extremo suroriental de Norteamérica, dicha cuenca es circular con un diámetro de 1600 km de este a oeste, 900 km de norte a sur, y una superficie de 1.5 millones de km² (Gore, 1992). El Golfo de México se localiza entre los 18° y 30° latitud Norte y 82° y 98° latitud Oeste.

El actual sistema de corrientes en el Golfo de México se origina en el Mar Caribe, donde el Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (ASSC) con alto contenido de sal y calor, entra al Golfo a través del Canal de Yucatán formando un meandro hacia el interior del Golfo antes de salir por el estrecho de Florida, que se mueve en el sentido de las manecillas del reloj, observándose una corriente en forma de Lazo del cual se desprende el gran giro anticiclónico, que viaja hacia el oeste, siendo esta la circulación de mayor escala en el Golfo de México (Monreal *et al.*, 2004).

Las masas de agua presentes en el Golfo de México son principalmente aquellas que entran a través del Canal de Yucatán, provenientes del Mar Caribe noroccidental (Nowlin *et al.*, 2001), las cuales entran al Golfo de México a diferentes profundidades: el Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (AS_tS_sC) se encuentra en la capa superior, a mayor profundidad llega el Agua Intermedia Antártica (AIA) y en la capa de fondo se presenta el Agua Profunda Noratlántica (APNA) (Monreal *et al.* 2004).

El Banco de Campeche es la plataforma continental que se extiende en el sur del Golfo de México, frente a la península de Yucatán. El Banco de Campeche se encuentra

aproximadamente entre los 19° y 23° de latitud Norte y los 89° y 93° de longitud Oeste (Gore 1992) (Figura 1) y está limitado hacia el Norte por el escarpe de Campeche, al sur por la franja litoral de los estados de Campeche, Yucatán y Norte de Quintana Roo, al occidente por la cuenca de Tabasco-Campeche y por el cañón de Campeche y al oriente por el estrecho o canal de Yucatán (Gutiérrez, 1977).

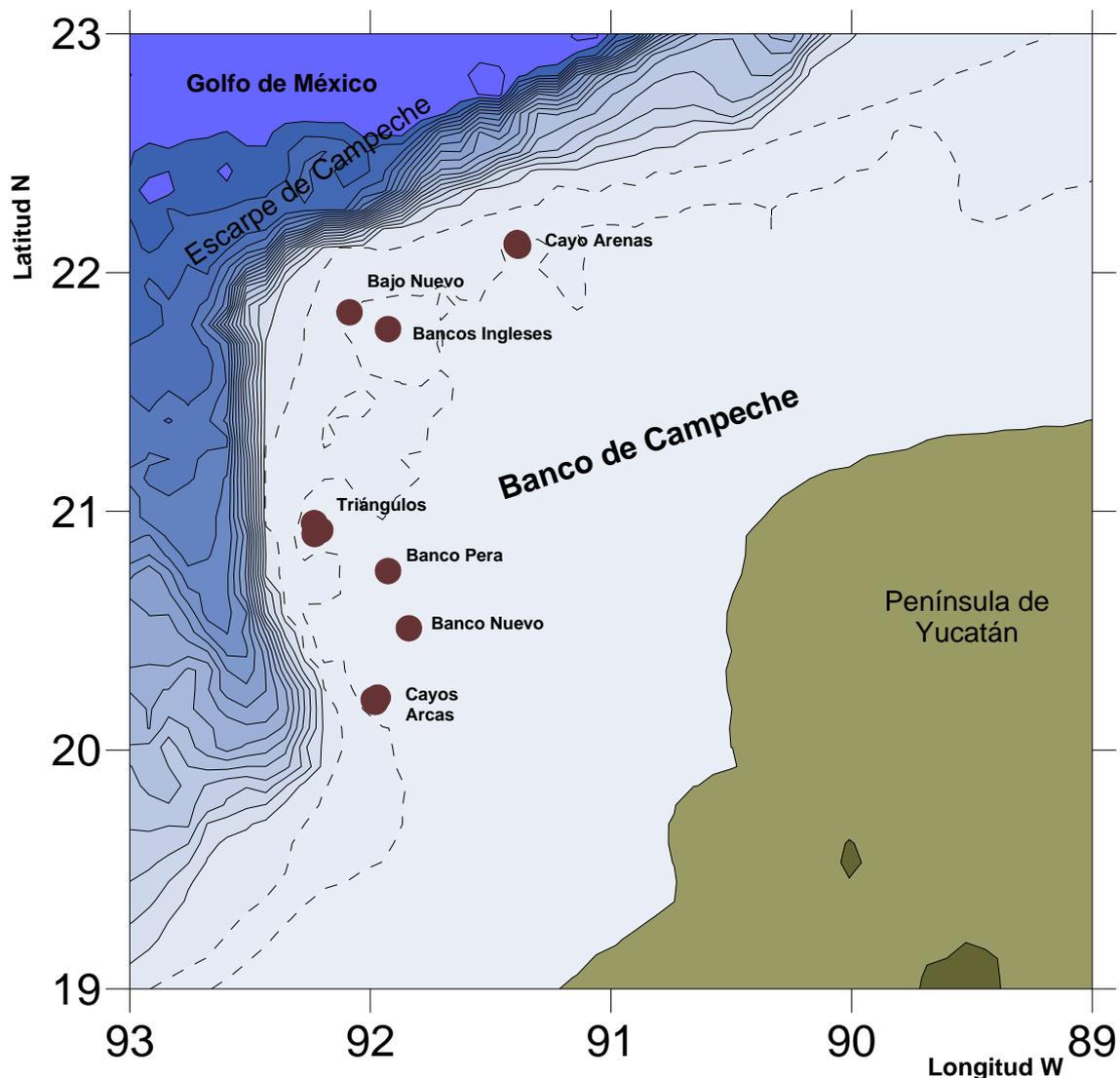


Figura 1. Localización del área de estudio.

En las porciones centro-occidental y sur-occidental del Banco de Campeche, la plataforma continental es de pendiente baja, en ella se presenta evidencias de antiguas

líneas de playa asociadas también a arrecifes, bancos biogénicos y cordones litorales calcareníticos, estos se manifiestan a 36, 60, 90 m de profundidad. Localmente se ha detectado un depósito arrecifal en el borde de la plataforma continental a 100 m de profundidad (Gutiérrez, 2003).

En la zona calcárea del Banco de Campeche, además de las acumulaciones de sedimentos y de arrecifes el relieve es irregular formando fosas, canales y pináculos por la carsticidad. La carsticidad fue originada por el descenso del nivel del mar durante el Pleistoceno temprano, generándose también terrazas litorales en los períodos cortos de estabilidad eustática durante la transgresión marina del Pleistoceno tardío-Holoceno temprano, a partir del Wisconsiniano (18 000 años antes del presente). Desde el Holoceno tardío (6 000- 5 000 años antes del presente) el nivel del mar se estabilizó en su posición actual (Araujo, 2003).

En toda la extensión de la plataforma y sus márgenes son comunes los depósitos sedimentarios calcáreos asociados a disolución cárstica formando canales y depresiones a demás de paleo-dunas, barras y cordones litorales, así como paleo-arrecifes y bancos biogénicos (Aguayo 2003).

Las corrientes marinas de fondo se manifiestan como canales erosivos y por las numerosas terrazas erosivas y de sedimentación que son comunes en el piso marino de la plataforma calcárea y también en sus márgenes. Todos estos rasgos geomorfológicos son evidencias de las fluctuaciones eustáticas que ocurrieron durante el Cuaternario (Araujo, 2003).

Actualmente existen la formación de arrecifes y de bancos de calcarenitas biogénicas en aguas someras bordeando el norte y el occidente del Banco de Campeche,

Los arrecifes coralinos del Banco de Campeche están bien desarrollados, lo que refleja condiciones favorables para su crecimiento durante la mayor parte de la transgresión holocénica. Estas comunidades han formado los arrecifes del margen occidental del Banco de Campeche, operan como un sistema semicerrado en escalas de tiempo ecológicas, debido al relativo aislamiento del Golfo, así como a la elevada influencia continental, que limitan el aporte larval. Por ello la comunicación entre los arrecifes del Caribe mexicano y la Sonda de Campeche está restringida por efecto de la barrera temporal (Torruco y González, 1997).

En el Banco de Campeche se encuentran arrecifes como Arcas, Triángulos, Arenas, Pera, Nuevo e Ingleses.

Cayo Arcas. Es una pared arrecifal continúa que se erige en el noreste del borde de la placa y se continúa al sur y este a lo largo del margen norte del canal de Arcas. Esta pared proporciona una bahía (laguna arrecifal) protegida la cual se abre al occidente, a pesar de que al sur está parcialmente cerrada por abundantes parches arrecifales desconectados entre sí que se extiende hacia el occidente y termina en la estructura de Cayo Oeste. La pared se desarrolla hacia el sur y oriente del canal Arcas formando una estructura arrecifal distinta la cual soporta la Isa de Cayo Negro (Torruco y González, 1997)

Complejo Triángulos. Es un arrecife de plataforma sin laguna interior y la explanada arrecifal ocupa la parte superior del mismo. La cúspide arrecifal emerge desde los 18 m de profundidad y conforma una estructura desconectada a lo largo del borde arrecifal. El crecimiento coralino se extiende a lo largo de la cresta en dirección noreste-suroeste, a pesar de que los lados del noreste, sur y sureste están limitados por la tolerancia a la profundidad de las comunidades hermatípicas. Se puede considerar como un borde

estrecho con lados escarpados cuya base se localiza en la isóbata de 45 m, la base posee sedimentos de calcisilicio gris mezclado con remanentes esqueléticos de corales (Logan et al., 1969). En el sureste y noreste, la planicie se mezcla con el arrecife frontal con un cambio gradual y perceptible en el límite interno.

La planicie tiene una superficie suave y compacta, sin hoyos ni cavidades. Sin embargo, la meseta del brazo sureste es irregular con parches arrecifales y una extensa deposición de fragmentos coralinos de 300 m de largo, los cuales han llegado a formar una pequeña isla (Bolivar, 1996).

Cayo Arenas. Es un arrecife complejo en el cuál las masas arrecifales adyacentes que mutuamente influyen al ambiente, se presentan en tres arrecifes: norte, sureste y oeste. Los dos primeros forman una larga media luna a lo largo del margen este de la placa subarrecifal, la continuidad de esta pared es interrumpida por una hendidura estrecha la cual cubre una depresión de la fundación subarrecifal. El arrecife occidental está en la cara de sotavento de la pared este y lo separa un canal amplio de 30 m de profundidad (Bolivar 1996). La abertura noreste del canal tiene aproximadamente 820 m de amplitud y la del sureste 1820 m. La isla ha sido formada por cementación de terraplenes y arena en la parte de sotavento de la plataforma arrecifal, su altitud es de aproximadamente 2.3 m sobre el nivel del mar. En el margen de sotavento es más difuso debido a que grandes áreas de la plataforma están cubiertas por blanquizales que se extienden a través del frente arrecifal y de la pendiente (Bojorquez, 2006).

Banco Nuevo y Banco Pera. Son los arrecifes más cercanos al continente. Su extensión es bastante amplia y presenta un intervalo de profundidad de 24 a 56 m. Presenta una conformación arrecifal muy similar en sus taludes con el sistema Cayo Arcas. Donde a 30 - 40 m se presenta una comunidad coralina dominada por *Agaricia agaricites* y

Montastrea spp., junto con algas calcáreas del género *Lithothamnium* hasta alcanzar una profundidad de 20-25 m. A partir de esa profundidad hasta los 10 m se muestra una comunidad predominante de *Montastrea sp.*, *Porites asteroides* y *Diploria spp.*: además de hidrozoarios del género *Millepora*. Los elementos dominantes en estos bancos son las anémonas coloniales *Palythoa caribbeaerum* y *Zoanthus sociatus*. No existe ninguna cresta arrecifal diferenciada. Y planicies arrecifales están representadas por escalones de diferentes amplitudes (Torruco, 1977).

Bancos Ingleses. Es un sistema arrecifal que presenta paredes simples fusionadas con taludes externos de pendientes moderadas, que comparten la característica de masas arrecifales angostas. Con profundidades mayores a los 52 m (Torruco, 1977). Es evidente que por las condiciones de hundimiento, estos arrecifes no presentan una zonación típica y quedan como parches oceánicos muy dispersos, pero con una gran diversidad de corales masivos e incrustantes (Bolívar, 1996).

Método.

Trabajo de campo.- Las muestras obtenidas para este estudio provinieron de colectas realizadas durante la campaña oceanográfica a bordo del B/O *Pelican* de la Universidad de Louisiana en una colaboración con el ICML de la UNAM en 2005. Las colectas se realizaron en 120 localidades (de las cuales sólo 86 estaciones presentaron organismos, mientras que las otras 34 estaciones no se encontraron organismos) en la plataforma continental del sector occidental del Banco de Campeche en un intervalo de profundidad de 20 a 182 m (Figura 2, Anexo 1). Los fondos muestreados en este estudio fueron de tipo carbonatado por lo cual la estrategia empleada por la lejanía a la costa y la profundidad en cuestión fue realizar arrastres por medio de una draga tipo Agassiz, la cual tiene una forma rectangular con un marco fijo que representa la boca con un eje transversal de 2 m de ancho por 10 m de longitud y una red metálica con una malla de alrededor de 12.5 mm siguiendo la descripción de Eleftheriou y McIntyre (2005). En cada localidad se cuenta con la posición inicial. Los datos de coordenadas de fin del muestreo, tiempo de arrastre, millas arrastradas, proporción de cable y longitud de cable no se tomaron a bordo. Cada arrastre solamente consideró la duración de toda la actividad, incluyendo el ascenso y descenso de la draga, que fue aproximadamente de 15 a 20 minutos a 1.5 nudos (casi a la deriva) en las estaciones someras y aquellas con mayor profundidad con una duración de casi 45 minutos. La permanencia en el fondo fue aproximada de unos 10 minutos.

A bordo, el contenido recolectado con la draga de arrastre se vació sobre una mesa separándose los fragmentos carbonatados de mayor tamaño mismos que se colocaron en agua marina. La pedacería y grava se revisaron manualmente en cubierta, separando a los organismos colectados por grupo taxonómico y colocándolos en contenedores con

agua. Posteriormente los ejemplares se congelaron en bolsas de plástico con agua marina prefiltrada a través de $2\mu\text{m}$ el caso de sedimento éste se fijó con etanol en viales o frascos etiquetados. En casos donde la muestra de pedacería fue abundante o contenía arena gruesa se preservó una submuestra con etanol al 95% en frascos grandes, etiquetados, para su revisión posterior en el laboratorio. En el caso de organismos duplicados uno de ellos se congeló a bordo, para preservar los colores y facilitar la identificación, guardándolos en bolsa de plástico con etiqueta.

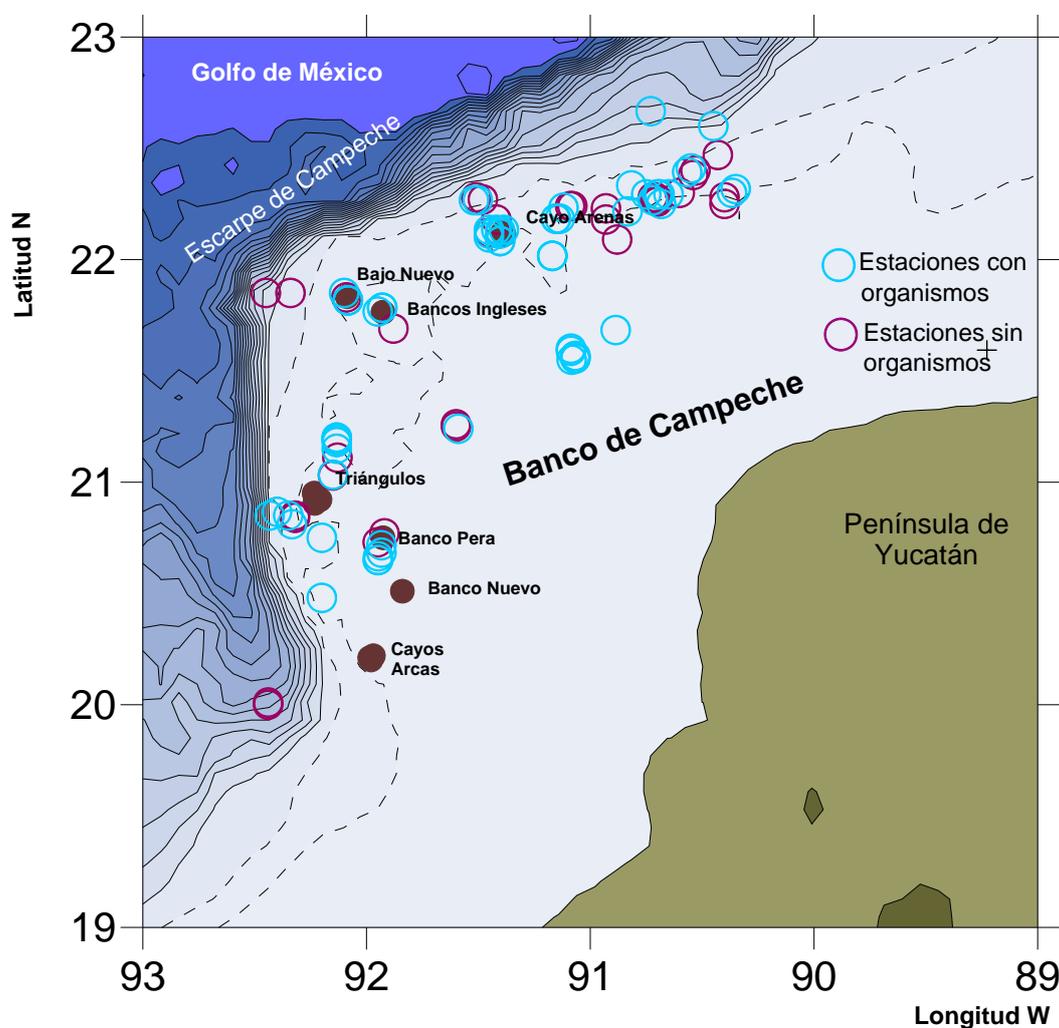


Figura 2. Localidades muestreadas en el Banco de Campeche. Círculos azules: estaciones con organismos; círculos morados: estaciones sin organismos.

Trabajo de laboratorio.- En el laboratorio los organismos y muestras se hidrataron. El etanol se reemplazó por una mezcla nueva al 70%. Los fragmentos de roca carbonatada se fraccionaron para separar fauna críptica asociada, la cual también se extrajo de los fragmentos de roca a bordo. Para ello se empleó un microscopio de disección marca Zeiss con un aumento de 3x y oculares W 10x/25 y un microscopio óptico marca Olympus con un aumento de 10x.

El listado de las muestras recolectadas permitió elaborar el inventario a partir del cual se calculó el número requerido de bitácoras de registro de laboratorio. Con el inventario actualizado se procedió a revisar las muestras y llenar las bitácoras incluyendo el nombre del taxón, la abundancia, los datos de la estación y de la campaña, (p.e. fecha, buque, latitud y longitud de inicio de arrastre, nombre de la zona de muestreo, profundidad en metros, colector y número total de taxa). Con estos datos se generó la base que permitió realizar los análisis comunitarios.

Identificación de grupos taxonómicos.-En una etapa siguiente, después de haber separado los organismos que se encontraron en los fragmentos de rocas y arena gruesa, se procedió a identificar cada organismo a nivel de orden y familia. El número de organismos encontrados por muestra se cuantificó y a este valor se le denominó abundancia. Para la identificación de los grupos taxonómicos las claves a nivel familia utilizadas fueron las siguientes:

Corales: Torruco y González, 1997; poliquetos: Hubbard, 1992; crustáceos: Abele y Kim, 1986; Bowman *et al.* 1985; Dahl, 1985; Escobar y Villalobos, 1995; Gerken y Watling, 1998; Hessler y Sanders, 1995; Kensley y Schotte, 1989; Ortiz *et al.* 2004; Schultz, 1969; Suárez *et al.* 2004; Haney y Martin, 2000; Winfield *et al.* 2007; moluscos: García y Reguero, 1994; García 2007; equinodermos: Clark y Downey,

1992; Hendler *et al.*, 1995; Messing y Dearborn, 1990; Miller y Pawson, 1984; Serafy, 1979 y ascidias: Grassé, 1996; Felder y Camp, 2009; Pollock, 1998

Análisis de datos.- Para comparar la similitud de la composición taxonómica de las familias encontradas en el Banco de Campeche se aplicó el análisis de Bray-Curtis para grupos promedio, que permitió agrupar las estaciones por la similitud en la composición taxonómica (Bray y Curtis, 1957), utilizando los datos de abundancia. El resultado numérico de este análisis fue una matriz de similitud que permitió construir un dendrograma.

Para establecer si la profundidad y el tamaño de grano tienen alguna influencia en la distribución de las familias en el Banco de Campeche se realizó un análisis de redundancia (RDA). Los datos utilizados para el tamaño de grano se obtuvieron de la literatura (Campos, 1981) y la profundidad se obtuvo durante la campaña oceanográfica. El RDA es un análisis de ordenamiento donde primero se determinan la matriz de los componentes principales (familias), después se elabora una matriz con los factores ambientales a medir (profundidad y tamaño de grano), posteriormente se relacionan ambas matrices y se analiza la relación entre las coordenadas principales (familias) y las variables ambientales (profundidad y tamaño de grano). Se implementan al final una prueba para determinar si el modelo es significativo, mediante una ANOVA usando para ello una $p= 0.05$ (Legendre y Anderson, 1999).

Los grupos reconocidos en el dendrograma facilitaron en generar una representación geográfica de localidades similares y reconocer el patrón de tendencia de distribución espacial de las familias. Este mapa se realizó con Surfer v.8 usando como base la

batimetría ETOPO de datos de cada 2 minutos (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/2minrelief.html>).

La información de las bitácoras de registro de laboratorio con organismos identificados a nivel familia permitió elaborar una hoja de cálculo en Excel con los valores de abundancia encontrados para cada familia y estación. Con los datos de las hojas de cálculo, se determinaron con el programa Biodiversity Professional 7 versión 2 los parámetros estructurales comunitarios que incluyeron la diversidad para cada localidad. Esta paquetería usó el índice de Shannon-Wiener (Ecuación 1), uno de los índices más utilizados en los estudios ecológicos marinos, con datos transformados a ln base 2 (Gray, 2000).

$$H' = - \sum p_i \ln 2 p_i \quad (\text{Ecuación 1}).$$

Donde:

p_i = proporción de individuos de la familia i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la familia i)

El índice contempló la totalidad de familias presentes en el área de estudio (número de familias), y la abundancia relativa de individuos por familia determinada con respecto a la abundancia total.

También se utilizó el índice de equidad (J' , Ecuación 2) propuesto por Pielou (1976), el cual se determinó considerando la porción entre la diversidad observada y la diversidad máxima ($H'_{\max} = \log_2$ del número de familias) esperada en la comunidad de las colectas en el banco de Campeche con base en la definición de Gray (2000).

$$J' = H' / H'_{\max} \quad (\text{Ecuación 2})$$

RESULTADOS.

Análisis de Similitud. La macrofauna asociada a fondos carbonatados del Banco de Campeche se agrupó por intervalos de profundidad en 2 conglomerados bien definidos por la profundidad. La primera asociación agrupó las localidades del sector interno de la plataforma (20-59 m) reconociendo un 40% de similitud para profundidades de 20-29 m, 50% de similitud para profundidades de 50-59m y un 60% de similitud para localidades de 30-49 m. La segunda asociación agrupó localidades del sector intermedio de la plataforma continental (70-109 m) reconociendo con una similitud del 10% aquellas a profundidades de 70-89 m y con un 30% de similitud las ubicadas a profundidades de 90-109 m. La localidad ubicada a 180 m de profundidad no se une a ningún grupo reconocido (Figura 3).

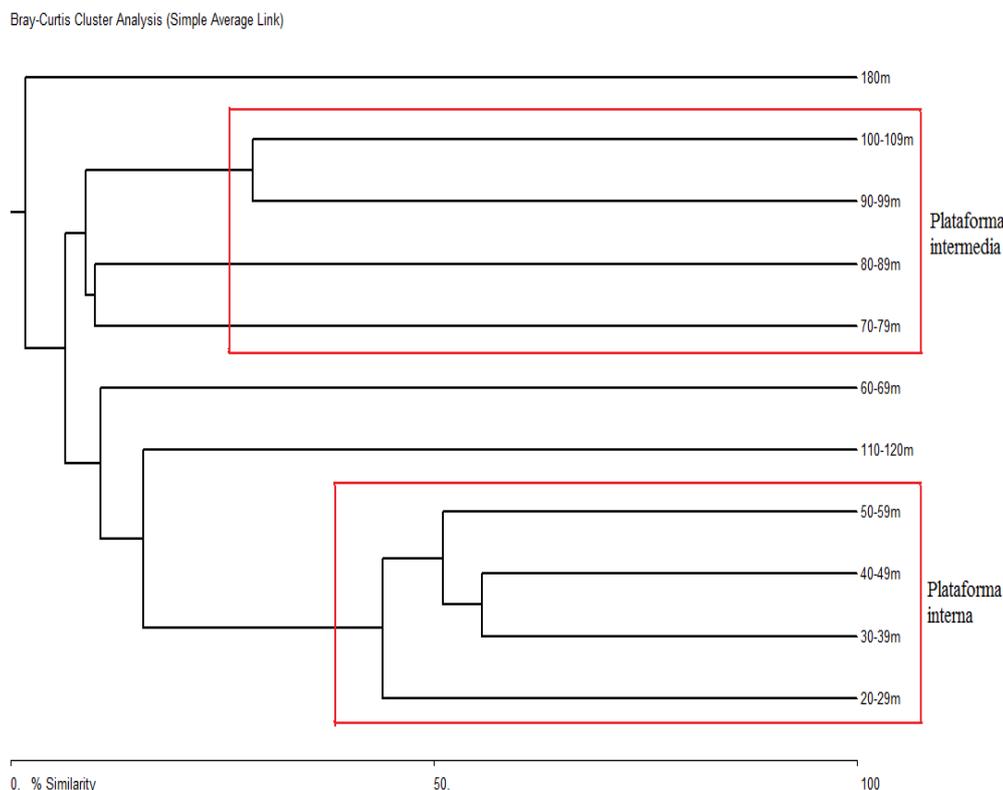


Figura 3. Dendrograma obtenido con el índice de similitud de Bray-Curtis por la similitud en la abundancia y composición de los grupos taxonómicos de los fondos carbonatados del Banco de Campeche. Encuadrados en rojo los dos grupos batimétricos reconocidos.

Análisis de afinidad. El análisis de redundancia (RDA) mostró que las familias del Banco de Campeche sólo el 2.06% se encuentran restringidas por la profundidad (ANOVA: $f_{97,1}=2.0403$, $p=0.005$), el 2.38% estuvo determinado por la proporción del tipo de sustrato arenoso que existe en estos fondos duros (ANOVA: $f_{97,1}=2.3649$, $p=0.005$), el 2.39% estuvo determinado por la proporción del tipo de sustrato arcilloso en estos fondos duros (ANOVA: $f_{97,1}=2.3758$, $p=0.005$) y el 2.30% estuvo determinado por la proporción del tipo de sustrato limoso presente en estos fondos duros (ANOVA: $f_{97,1}=2.2837$, $p=0.005$). Estas variables en su conjunto, profundidad proporción de sustrato suave en los fondos duros determinaron la presencia de las familias en un 5.74% (ANOVA: $f_{4,94}=5.7219$, $p=0.005$).

La fauna de las estaciones profundas (Figura 4, líneas azules) se relacionó en el diagrama del análisis de redundancia a las arcillas donde la presencia de corales (cuadros azul claro) de profundidad fue de importancia. La fauna de las estaciones someras (Figura 4, líneas rojas) se relacionó con la presencia de arena que se caracterizó con un número elevado de familias de crustáceos (cuadros verdes, Anexo 2) y de moluscos (color amarillo, Anexo 2).

Los factores ambientales (profundidad y tamaño de grano) que determinaron la distribución espacial de la macrofauna asociada a fondos carbonatados del Banco de Campeche se debió a que las estaciones se agruparon por intervalos de profundidad (Figura 5), lo cual, estuvo relacionado con el tamaño de grano. Porque las estaciones someras presentaron mayor cantidad de arenas. Mientras que las estaciones más profundas presentaron mayor cantidad de limos y arcillas.

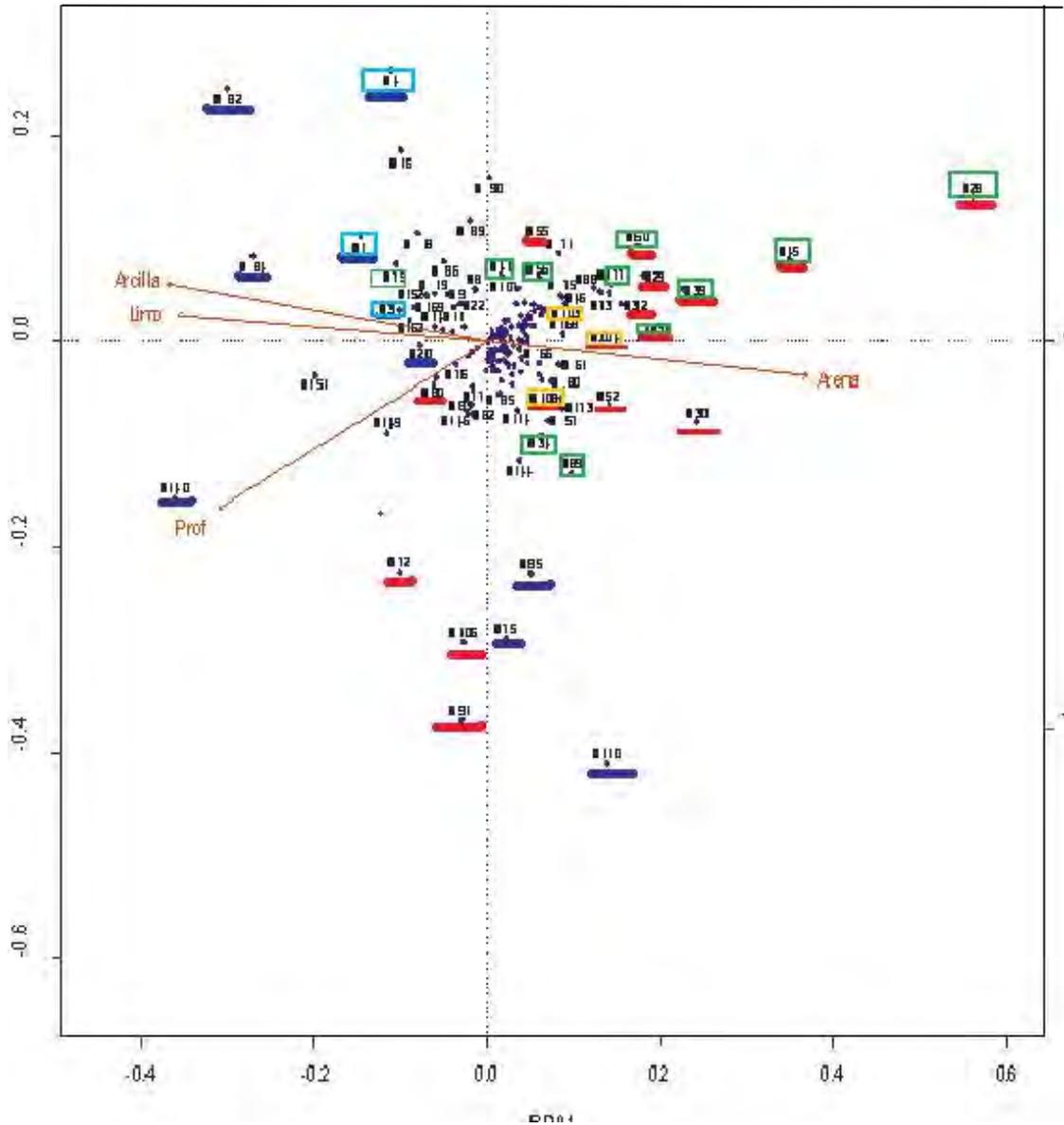


Figura 4. Análisis de redundancia para las familias de invertebrados del Banco de Campeche con base en la profundidad y proporción de sedimentos de tipo suave en los fondos duros. Las estaciones marcadas con azul representaron a las estaciones más profundas, las estaciones marcadas con rojo representaron a las estaciones más someras. Las estaciones marcadas con verde fueron las estaciones con un número elevado de familias de crustáceos, azul claro represento a las estaciones que sólo presentan corales y amarillas representan el número elevado de familias de moluscos.

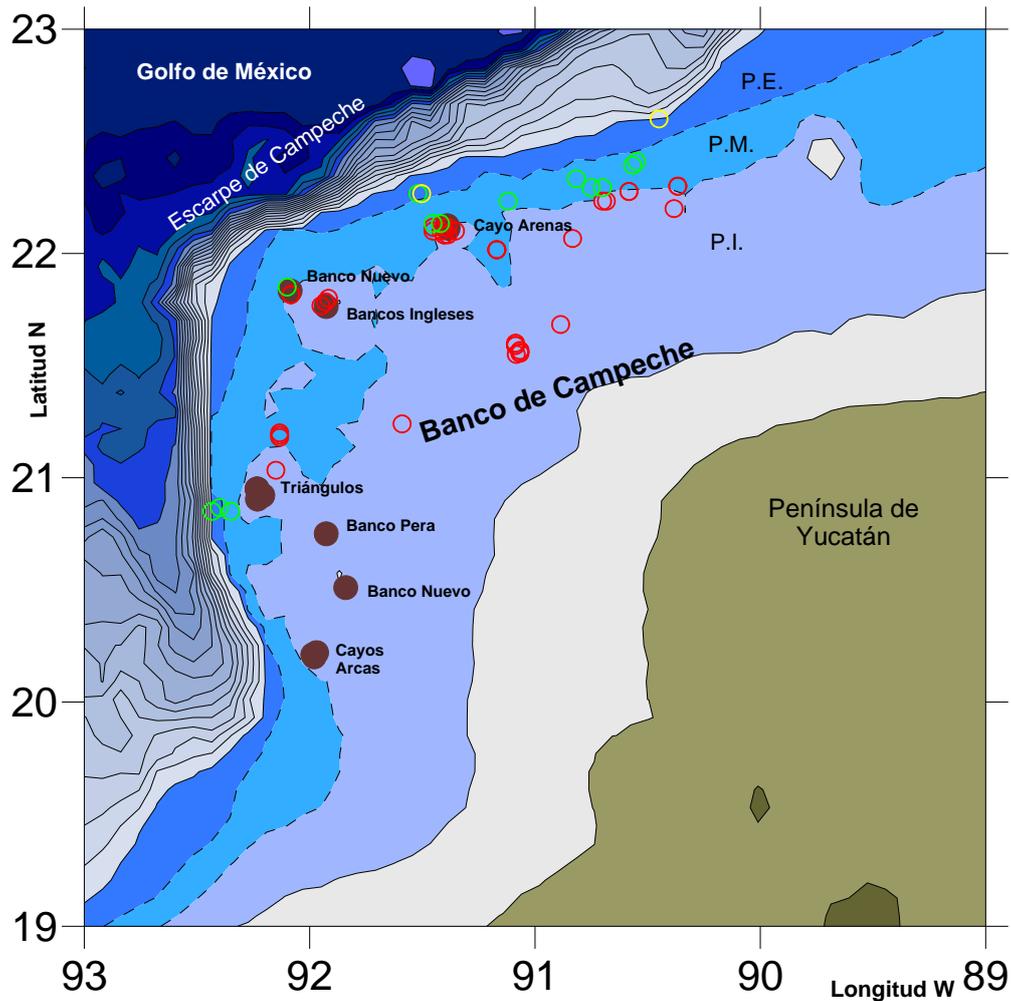


Figura 5. Distribución de la macrofauna asociada a fondos carbonatados del Banco de Campeche en los diferentes sectores de la plataforma continental. Abreviaturas empleadas: P.I.: Plataforma interna; P.M.: Plataforma Media; P.E.: Plataforma Externa. Círculos rojos representan estaciones de la Plataforma Interna., círculos verdes representan estaciones de la Plataforma Media y círculos amarillos representan estaciones de la Plataforma Externa.

Número de taxa y frecuencia de ocurrencia.- En los fondos carbonatados del Banco de Campeche se reconocieron seis grupos taxonómicos. Los grupos identificados fueron: corales, poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos y ascidias. El número total de familias identificadas fue de 145. El número mayor de familias se registró en los crustáceos (64 familias, 44.14%), siguiendo los equinodermos (23 familias, 15.9%),

los poliquetos (22 familias, 15.2%), los moluscos (21 familias, 14.5%) y con menores porcentajes las ascidias (13 familias, 9%) y los corales (3 familias, 2.1%) (Tabla 1).

La frecuencia mayor se registró en los crustáceos, con una ocurrencia en 66 estaciones (55.5%), estando presentes en casi el doble de estaciones que en los equinodermos (39 estaciones, 32.8%) y que en las ascidias (35 estaciones, 29.4%) y tres veces más que en los anélidos poliquetos (21 estaciones, 17.6%). La frecuencia de ocurrencia fue menor para moluscos (11 estaciones, 9%) y corales (4 estaciones, 3%) (Tabla 1).

Tabla 1. Número de familias y frecuencia de ocurrencia en el Banco de Campeche a profundidades entre los 20 y 182 m.

| Taxón | Número de Familias | Frecuencia (# de estaciones) |
|--------------|---------------------------|--|
| Corales | 3 | 4 |
| Poliquetos | 22 | 21 |
| Crustáceos | 64 | 66 |
| Moluscos | 21 | 11 |
| Equinodermos | 23 | 39 |
| Ascidias | 13 | 35 |

Distribución Geográfica de Taxa.- En este estudio los taxa se agregaron en el complejo de Cayos Arenas y la rompiente noroccidental del Banco de Campeche. Un número elevado de taxa se distribuye en el Complejo de Triángulos y Banco Pera. (Figura 6).

El patrón de distribución varía para cada uno de los taxa. Los crustáceos y equinodermos se encuentran agregados alrededor de Cayo Arenas y la rompiente norte-occidental del Banco de Campeche. Las ascidias y moluscos ocurren adicionalmente a las localidades antes descritas y en los Bancos Ingleses. Los poliquetos ocurren dispersos en la zona de estudio y son comunes en los diferentes bancos con excepción de Banco Nuevo y Cayo Arcas en donde este grupo estuvo ausente. Los corales presentan una distribución muy distinta a la de los demás grupos ocurriendo solamente en la rompiente noroccidental del Banco de Campeche.

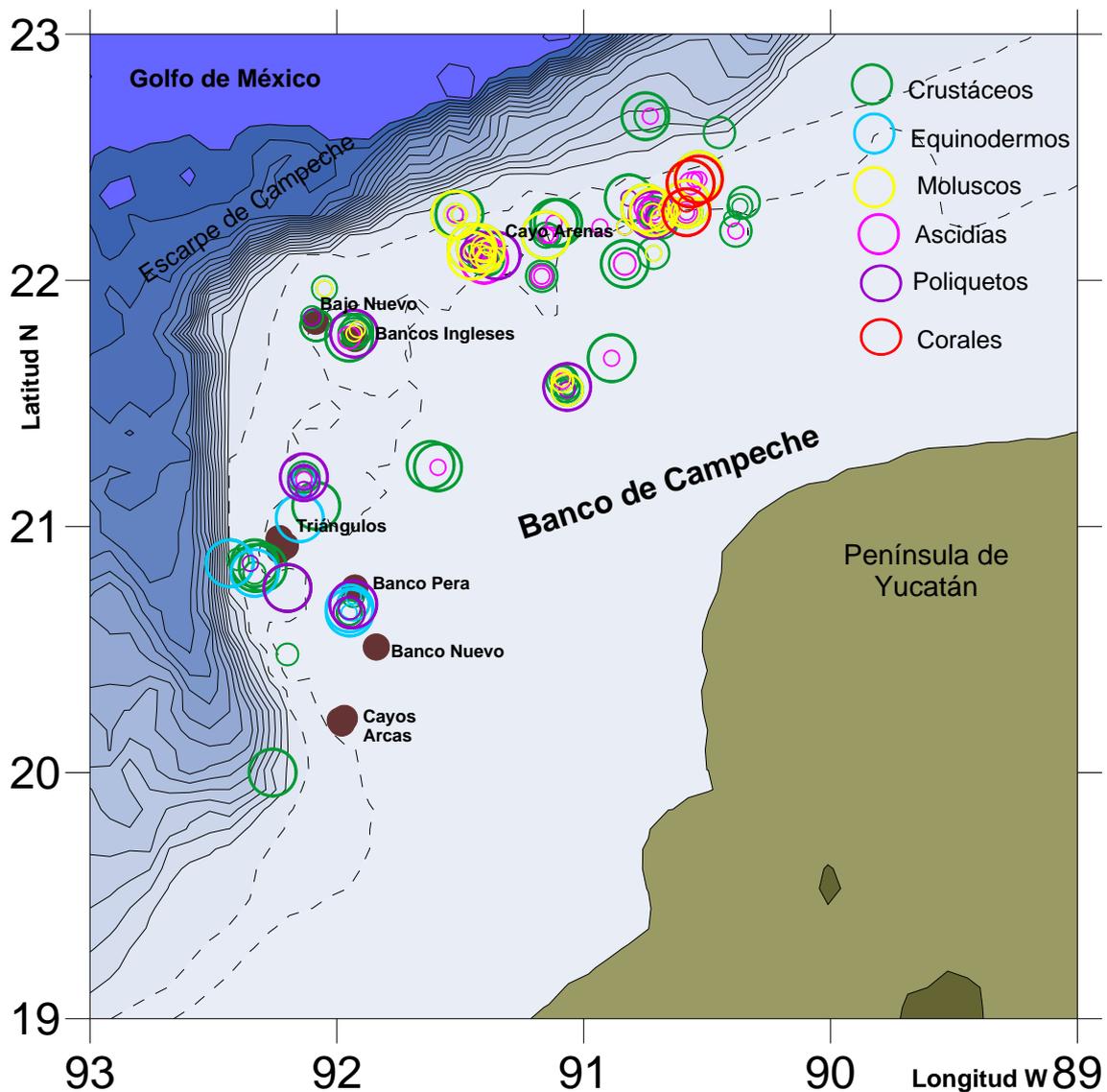


Figura 6. Distribución geográfica de los taxa en el Banco de Campeche.

Distribución Geográfica del número de familias.- La rompiente norte-occidental y Cayo Arenas se caracterizan por presentar el número mayor de familias (102 familias). Los grupos que presentan el número mayor de familias en esta zona son los crustáceos y los equinodermos con 43 y 23 familias respectivamente (Tabla 2). Mientras que los demás grupos presentaron un número menor de familias como es el caso de los poliquetos (13 familias), ascidias (13 familias), moluscos (10 familias) y corales (3 ordenes).

El Complejo Triángulos, Cayo Arcas, Banco Pera y Nuevo presentó el número mayor de familias con 47 (Tabla 3). Los crustáceos presentaron el número mayor de familias con 29 familias (Figura 6, círculos verdes). Las familias de crustáceos que sólo ocurrieron en esta zona pertenecen a los peracáridos Anamixiidae, Corallanidae, Apseudidae y los decápodos Xanthidae. Los equinodermos fueron menos diversos con tan sólo 10 familias (Figura 6, círculos azules). Los poliquetos presentaron 7 familias y las ascidias solamente una familia (Figura 6, círculos morados y rosa respectivamente). Las familias de poliquetos que estuvieron presentes sólo en esta zona fueron Amphionomidae, Euphrosinidae y Arenicolidae. La única familia de ascidias presente fue Polycitoridae. Mientras que los corales y moluscos estuvieron ausentes en esta zona.

Tabla 2. Familias que se distribuyen en Cayo Arenas y en la rompiente noroccidental del Banco de Campeche.

| Taxón | Corales | Poliquetos | Crustáceos | Moluscos | Equinodermos | Ascidias |
|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Familias | Gorgononacea (orden) | Eunicidae | Nebaliidae | Triviidae | Comasteridae | Polyclinidae |
| | Alcyonacea (orden) | Lacidoniidae | Paranebaliidae | Noctuoidea | Curculionoidea | Didemnidae |
| | Scleractinia (orden) | Pilargidae | Ampithoidae | Cerithiidae | Asterinidae | Diazonidae |
| | | Lumbrineridae | Lysianassidae | Glycymerididae | Asteropseidae | Clavelinidae |
| | | Nephtyidae | Ampeliscidae | Marginellidae | Gonoasteridae | Holozoidae |
| | | Serpulidae | Liljeborgiidae | Pectinidae | Amphiuridae | Polycitoridae |
| | | Nereididae | Aoridae | Cypraeidae | Gorgonocephalidae | Ascidiidae |
| | | Polynoidae | Eusiridae | Leucinidae | Asteroschematidae | Corellidae |
| | | Fauveliopsidae | Colomastigiidae | Corbulidae | Ophiactidae | Subfamilia |
| | | Aphroditidae | Bateidae | Turridae | Ophiacanthidae | Rhodosomatae |
| | | Oeonidae | Ischyroceridae | | Ophiomyxidae | |
| | | Capitellidae | Amphilochoideae | | Ophiodermatidae | Styelidae |
| | | Sigalionidae | Leucothoidae | | Ophiuridae | Pyuridae |
| | | | Palicidae | | Ophionereididae | Molgulidae |
| | | | Podoceridae | | Ophiocomidae | Perophoridae |
| | | | Phoxocephalidae | | Ophiotrichidae | |
| | | | Oedicerotidae | | Arbaciidae | |
| | | | Melitidae | | Diadematidae | |
| | | | Phliantidae | | Echinometridae | |
| | | | Leuconidae | | Cidariidae | |
| | | | Aegidae | | Toxopneustidae | |
| | | | Excorallanidae | | Clypeasteridae | |
| | | | Sphaeromatidae | | Brissidae | |
| | | | Anthuridae | | | |
| | | | Cirolanidae | | | |
| | | | Jaeropsidae | | | |
| | | | Mysidae | | | |
| | | | Leptocheliidae | | | |
| | | | Metapseudidae | | | |
| | | | Sicyoniidae | | | |
| | | | Caridea tipo a | | | |
| | | | Caridea tipo b | | | |
| | | | Alpheidae | | | |
| | | | Scyllaridae | | | |
| | | | Galatheidae | | | |
| | | | Porcellanidae | | | |
| | | | Paguridae | | | |
| | | | Diogenidae | | | |
| | | | Axiidae | | | |
| | | | Upogebiidae | | | |
| | | | Callianassidae | | | |
| | | | Majidae s.s. | | | |
| | | | Leucosiidae | | | |

Tabla 3. Familias distribuidas en el Complejo Triángulos, Banco Pera, Banco Nuevo y Cayo Arcas. Las familias en negritas sólo se encontraron distribuidas en estos arrecifes.

| Taxón | Poliquetos | Crustáceos | Equinodermos | Ascidias |
|----------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Familia | Eunicidae | Ampithoidae | Asteropseidae | Polycitoridae |
| | Amphinomidae | Lysianassidae | Gorgonocephalidae | |
| | Euphrosinidae | Ampeliscidae | Ophiomyxidae | |
| | Nephtyidae | Liljeborgiidae | Ophiodermatidae | |
| | Fauveliopsidae | Anamixidae | Ophiuridae | |
| | Arenicolidae | Eusiridae | Ophiocomidae | |
| | Capitellidae | Phoxocephalidae | Ophiotrichidae | |
| | | Melitidae | Echinometridae | |
| | | Aegidae | Cidariidae | |
| | | Excorallanidae | Toxopneustidae | |
| | | Cirolanidae | | |
| | | Corallanidae | | |
| | | Leptocheliidae | | |
| | | Apseudidae | | |
| | | Alpheidae | | |
| | | Galatheidae | | |
| | | Porcellanidae | | |
| | | Axiidae | | |
| | | Upogebiidae | | |
| | | Callianassidae | | |
| | | Majidae s.s. | | |
| | | Raninidae | | |
| | | Inachidae | | |
| | | Dromiidae | | |
| | | Partenopidae | | |
| | | Xanthidae s.s. | | |
| | | Palicidae | | |
| | | Cyclodorippidae | | |
| | | Calappidae | | |

Número de familias.- Como patrón general el número de familias presentó un comportamiento inversamente proporcional con relación a la profundidad (Figura 7). El valor más elevado en el número de familias por localidad fue 25 que ocurrió a los 35 m de profundidad.

El valor más elevado se reconoció a los 33 m de profundidad para los crustáceos con un máximo de 20 familias. La tendencia de este grupo fue el de disminuir con la profundidad. Los corales ocurrieron en el estrato de profundidad limitado de 75 a 85 m por lo que no podría describirse un patrón definido de cambio respecto a la profundidad al contarse solamente con tres réplicas en las cuales este taxón estuvo presente. Mientras que las familias de los equinodermos, los moluscos, las ascidias y los anélidos poliquetos no mostraron un patrón de variación en sus valores del número de familias a lo largo de la profundidad.

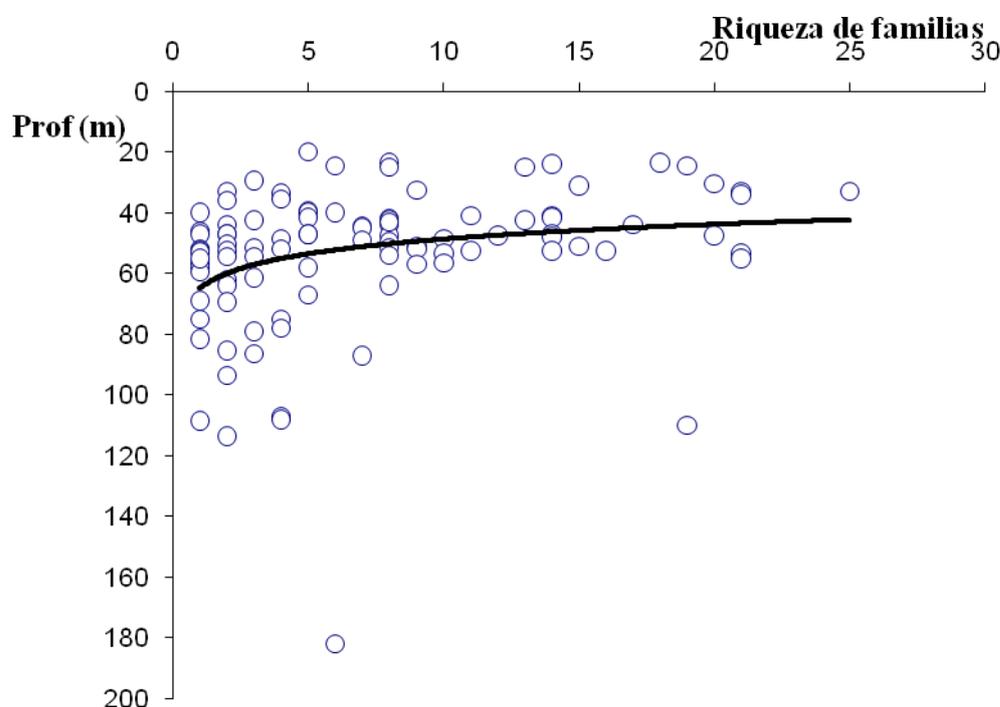


Figura 7. Variación del número de familias con la profundidad en los fondos carbonatados del Banco de Campeche.

También se observó una disminución en el número de familias conforme la estación se encontraba alejada de los arrecifes (162 a 256 km). Mientras que el número mayor de familias fue para la las estaciones que se encontraban cercanas a los arrecifes, ya que las estaciones se encontraba a una distancia entre los 32 y los 75 km alejados del arrecife (Anexo 3 - 5).

Número de familias por estrato de profundidad.- El número de familias disminuyó con la profundidad. En la plataforma interna (20 a 59 m) se presentó el número mayor de familias (9.67 ± 6.44 familias, $n= 69$), la plataforma media (60 a 109 m) presentó un número de familias intermedio entre la plataforma interna y externa (4.73 ± 4.35 familias, $n=15$). Mientras que la plataforma externa (110 a 182 m) presentó el número menor de familias (3.50 ± 2.12 familias, $n= 2$; Figura 8).

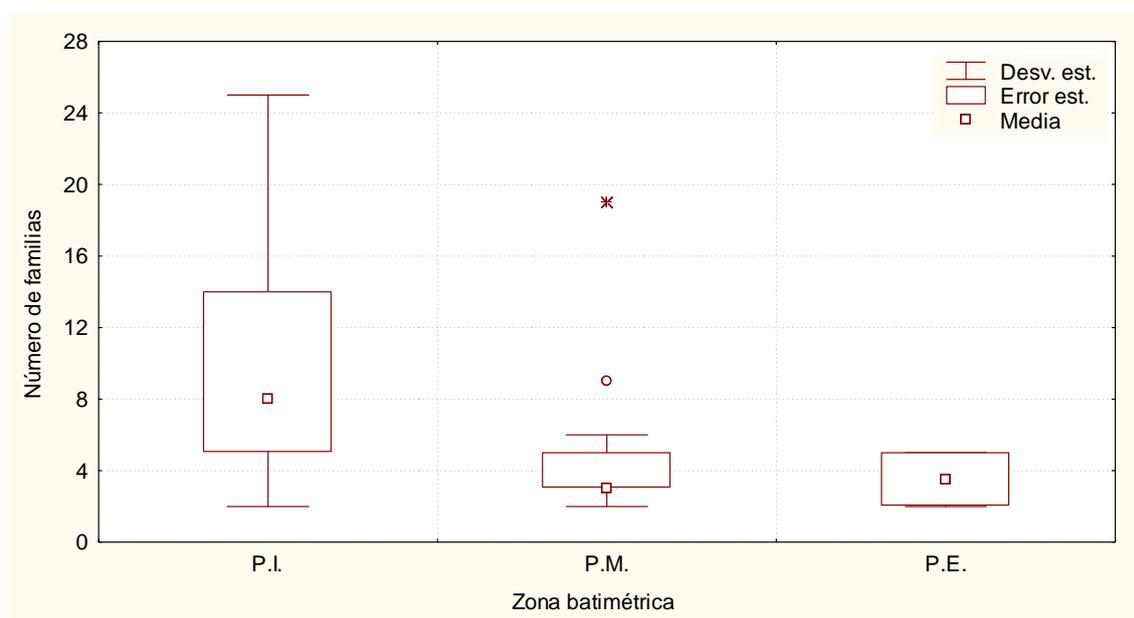


Figura 8. Variación del valor promedio en el número de familias en el Banco de Campeche. Se integran tanto la desviación estándar y error estándar de los valores. Abreviaturas empleadas PI: Plataforma Interna, PM: Plataforma Media, PE: Plataforma Externa.

Número de familias en la plataforma interna (20 a 59 m). En la plataforma interna no se reconoció algún patrón de distribución con respecto a la profundidad, el número mayor de familias ocurrió a los 53.5 m de profundidad con 25 familias (estación NSF-II-107, Anexo 3 y 6). En la zona de estudio se registraron 7 estaciones con solamente 2 familias (Figura 9; Anexo 7).

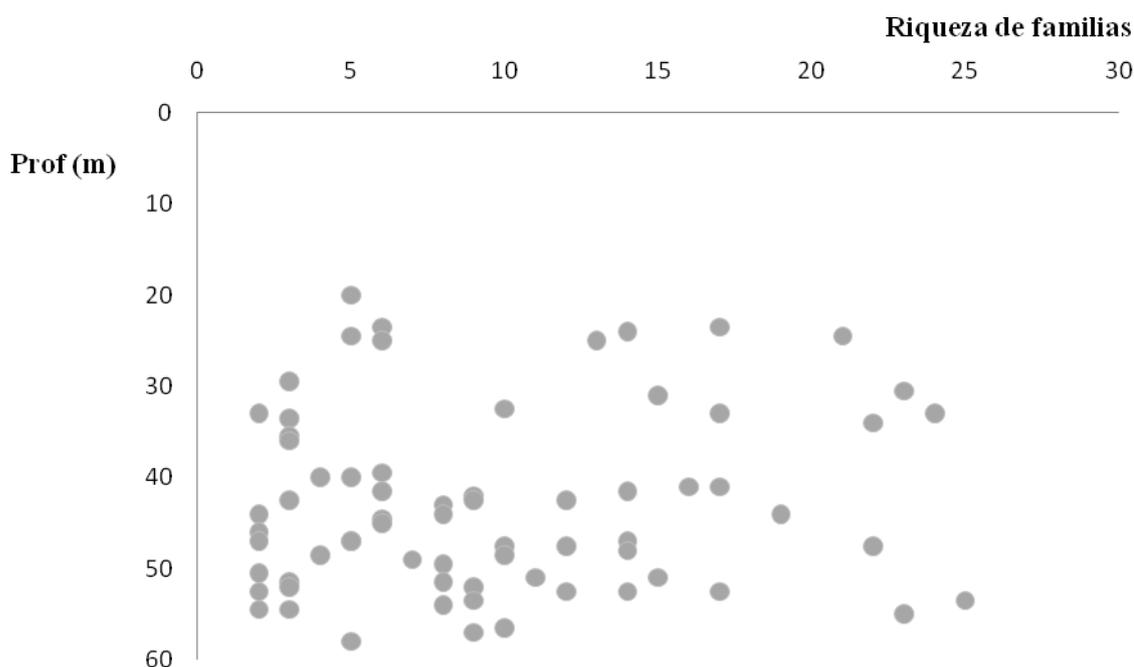


Figura 9. Variación en el número de familias en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche.

Número de familias en la plataforma media (60 a 109 m). El número mayor de familias en la plataforma media se presentó en la estación NSF-II-A con 19 familias a una profundidad de 109 m (Figura 10, Anexo 6). En este estrato batimétrico tres estaciones presentaron solamente 2 familias (Anexo 4 y 7). El patrón que se observaría fue de incrementar con la profundidad, sin embargo es solamente una localidad la que muestra el incremento con respecto al resto de las muestras.

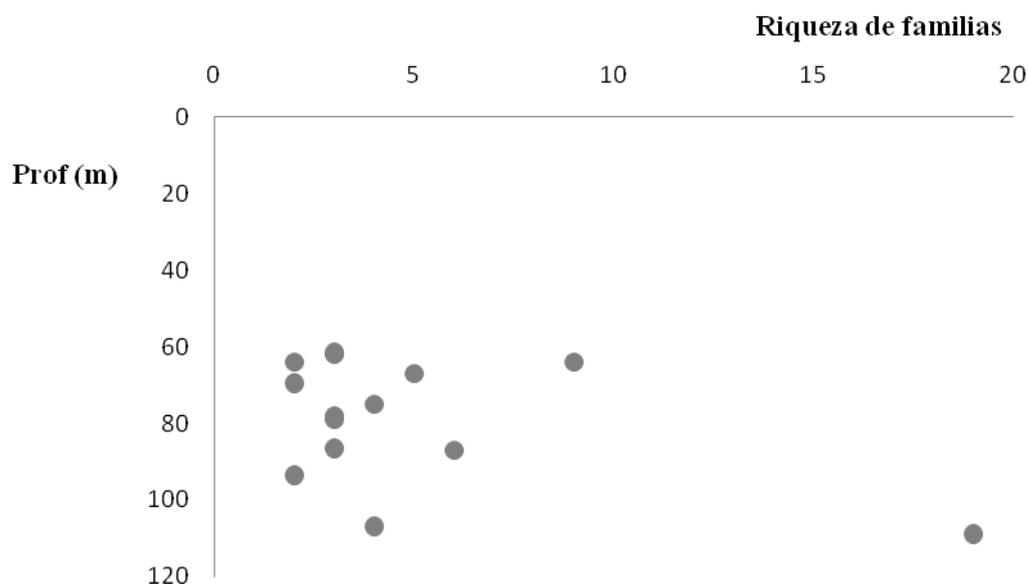


Figura 10. Variación en el número de familias en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche.

Número de familias en la plataforma externa (110-182 m). Solamente dos estaciones se ubican en la plataforma externa (Anexo 5). En la estación NSF-II-119 se presentaron 5 familias a 182 m (Anexo 6) y en la estación NSF-II-89 2 familias a los 113.5 m de profundidad (Anexo 7). Es necesario contar con un mayor número de muestras en este estrato para poder describir una tendencia de distribución en el número de familias con la profundidad.

Abundancia de familias. La abundancia total fue de 1,674 individuos en el Banco de Campeche. La familia Amphitoidae (Crustacea: Amphipoda) fue la más abundante con 243 individuos (14.5%) del total de organismos colectados. Otras familias abundantes de crustáceos fueron Majidae y Galatheidae con 109 (6.5%) y 84 (5.1%) individuos, respectivamente. Los poliquetos de la familia Eunicidae contribuyeron con 48

individuos (2.9%) seguidos por los equinodermos de la familia Ophiotrichidae con 30 individuos (1.8%). La abundancia del resto de las familias fue menor (p.e. la familia Polycitoridae de las ascidias con 16 individuos, el orden Gorgonacea de los corales con 4 individuos y la familia Turridae de los moluscos con 2 individuos).

Abundancia por estrato de profundidad. En el Banco de Campeche la abundancia disminuyó con la profundidad (Figura 11). La plataforma interna (20 a 59 m) presentó la mayor abundancia (21.3 ± 27.0 individuos, $n=69$), la plataforma media (60 a 109 m) presentó valores de abundancia de casi la mitad que la plataforma interna (10.9 ± 19.0 individuos, $n=15$). La plataforma externa (110 a 182 m) presentó valores equivalentes a la cuarta que la plataforma interna (4.0 ± 2.8 individuos, $n=2$).

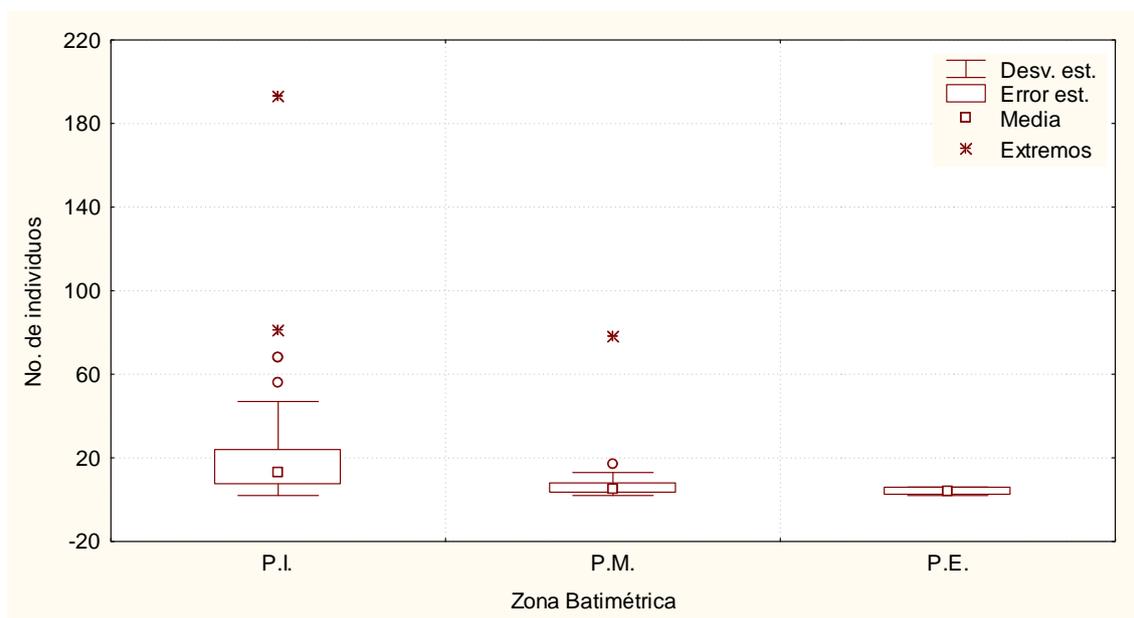


Figura 11. Variación del número de individuos promedio en el Banco de Campeche. Se presentan, la desviación estándar y error estándar. Abreviaturas empleadas: PI: Plataforma Interna, PM: Plataforma Media, PE: Plataforma Externa.

Abundancia en la plataforma interna (20-59 m). La abundancia no mostró un patrón de cambio dentro de la plataforma interna. El mayor número de individuos ocurre en la estación NSF-II-109 con 193 individuos a 55 m de profundidad (Figura 12). Al menos tres estaciones presentaron solamente 2 individuos en el intervalo de 46 a 52.5 m de profundidad (Anexo 3).

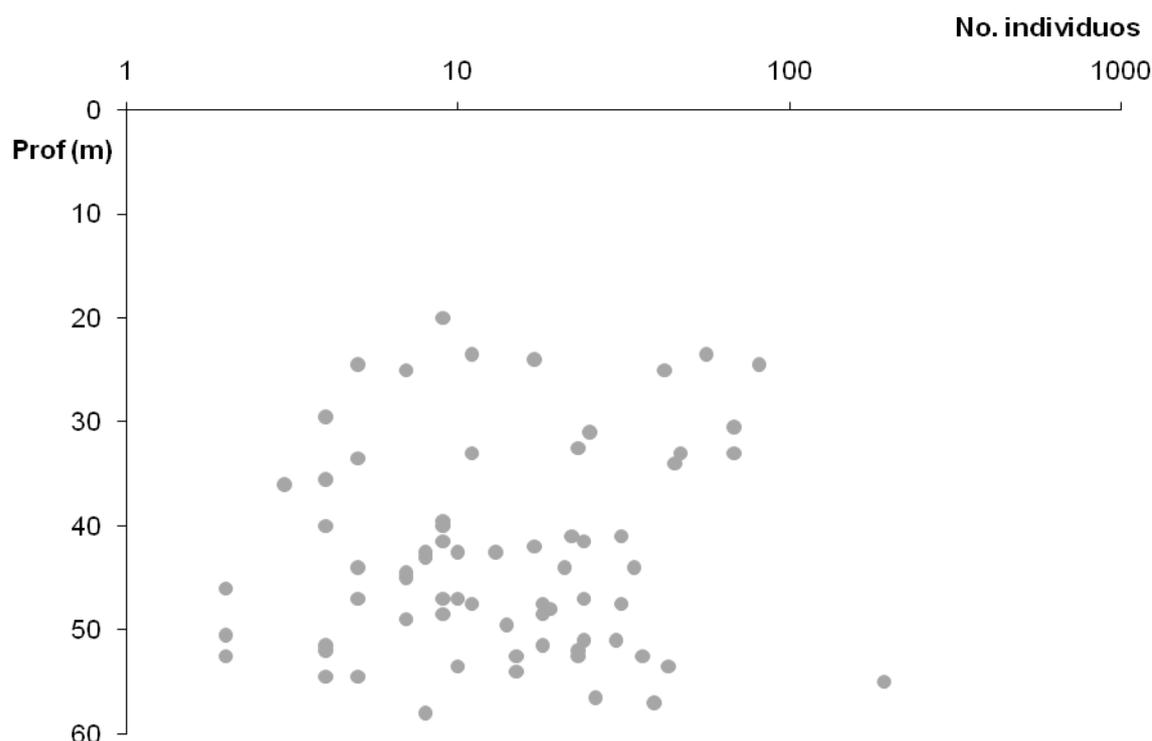


Figura 12. Variación del número de individuos en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche.

Abundancia en la plataforma media (60-109 m). En la plataforma media el patrón de cambio con la profundidad no muestra una tendencia particular. La estación NSF-II-A presentó el mayor número de individuos en esta zona con 78 individuos (Figura 13). Mientras que dos estaciones en este estrato de profundidad (NSF-II-73 y NSF-II-102) presentaron solamente 2 individuos en el intervalo de 62 a 69.5 m de profundidad (Anexo 4).

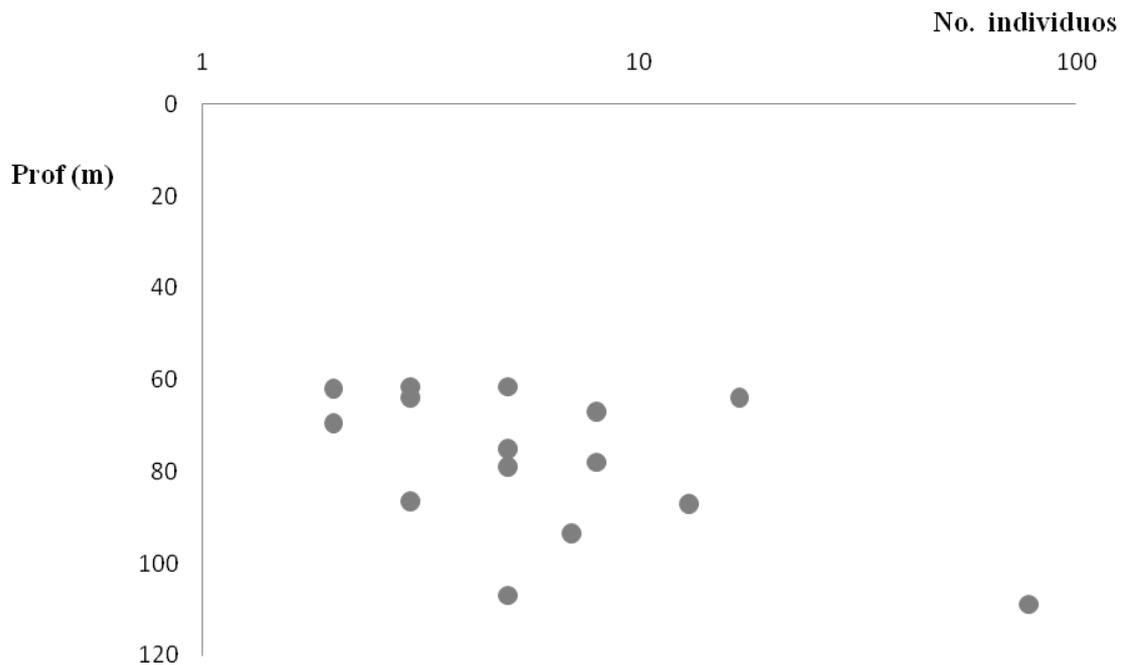


Figura 13. Variación del número de individuos en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche.

Abundancia en la plataforma externa (110-182 m). El número de individuos menor se presentó en el estrato de la plataforma externa. La estación NSF-II-119 presentó el mayor número de individuos de esta zona con 6 individuos a una profundidad de 182 m. Mientras que la estación NSF-II-89 presentó 2 individuos a una profundidad de 113.5 m (Anexo 5).

Diversidad por estratos de profundidad. El Banco de Campeche presentó una disminución de la diversidad con la profundidad. En la plataforma interna del Banco de Campeche se presentó la diversidad más alta $H' = 4.44$ a 0.68 bits (valor promedio 2.64 ± 1.03 bits, $n=69$). La plataforma media presentó una diversidad de $H' = 4.02$ a 0.59 bits

(valor promedio 1.72 ± 0.82 bits, $n=15$). La plataforma externa presentó la diversidad más baja $H' = 2.25$ y 1.63 bits (valor promedio 1.63 ± 0.89 bits, $n=2$; Figura 14).

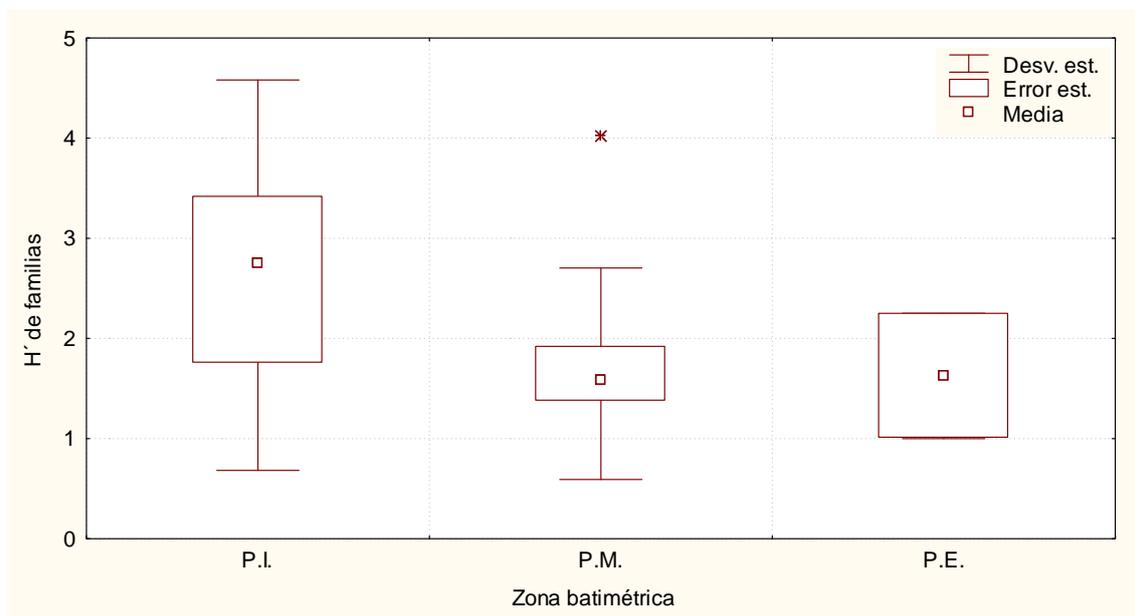


Figura 14. Variación del valor promedio de la diversidad de familias en el Banco de Campeche con desviación estándar y error estándar. Abreviaturas empleadas: PI: Plataforma Interna, PM: Plataforma Media, PE: Plataforma Externa.

Diversidad en la plataforma interna (20-59 m). La plataforma interna presentó la diversidad más elevada en el Banco de Campeche. Los valores de diversidad no presentaron un patrón definido. La estación con la diversidad más alta fue NSF-II-58 con una H' de $=4.44$ bits a una profundidad de 33 m (Figura 15, Anexo 3). Mientras que la estación con la diversidad más baja fue NSF-II- 59 con una H' de $= 0.68$ bits a 33 m de profundidad.

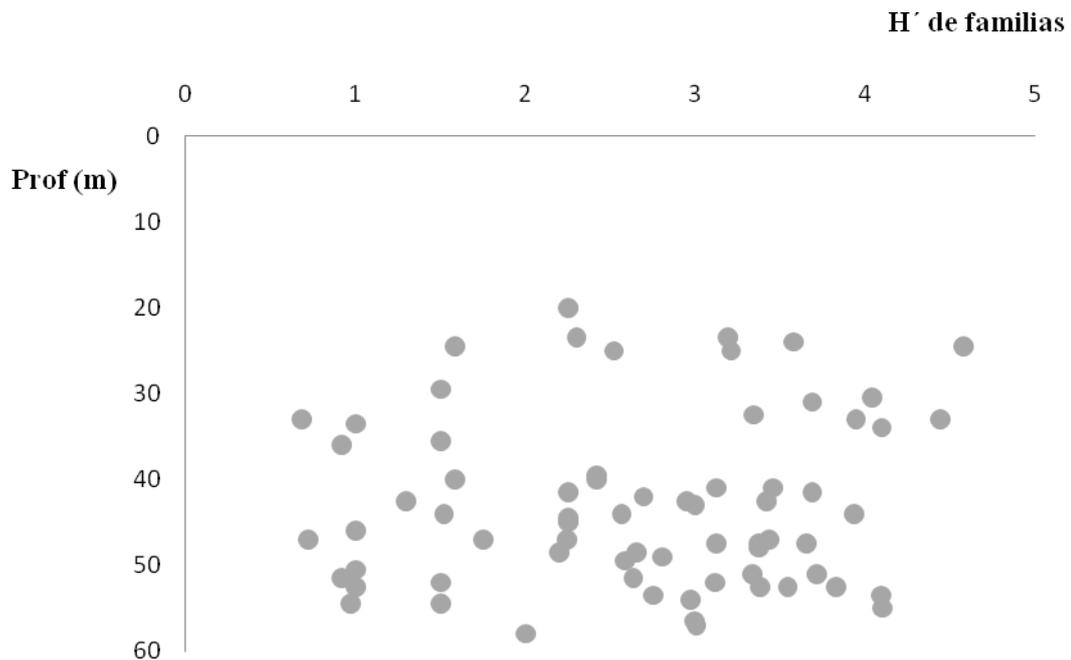


Figura 15. Variación de la diversidad en la plataforma interna (20 a 59 m) del Banco de Campeche.

Diversidad en la plataforma media (60 a 109 m). La variación de la diversidad con la profundidad en la plataforma media mostró una tendencia de aumentar con la profundidad, aunque ésta con una gran variabilidad de valores. Los valores más elevados de diversidad se registraron en la estación NSF-II-A con una H' de 4.02 bits a una profundidad de 109 m. Mientras que la diversidad más baja se registró en la estación NSF-II-34 con una H' de 0.59 bits a una profundidad de 93.5 m (Figura 16, Anexo 4).

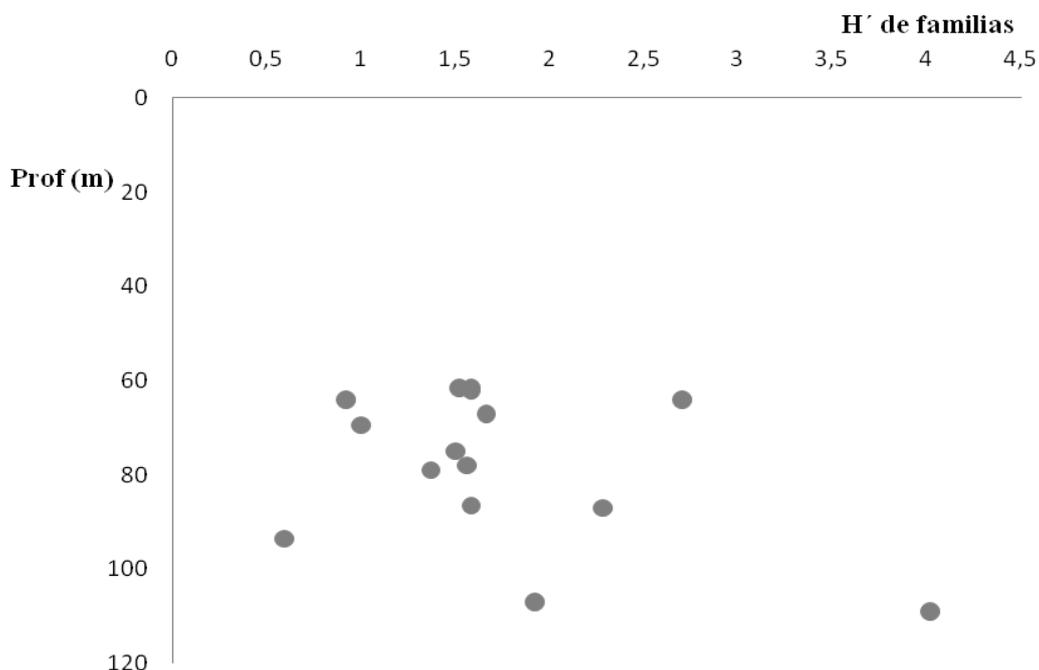


Figura 16. Variación de la diversidad en la plataforma media (60 a 109 m) del Banco de Campeche.

Diversidad de la plataforma externa (110 a 182 m). La diversidad más baja se registró en este estrato batimétrico con valores que variaron de 2.25 bits a 182 m a 1 bit a 113.5 m (Anexo 5). El número limitado de registros impide describir algún patrón o tendencia de cambio con la profundidad.

Factores que determinan la diversidad. La diversidad se relaciona exponencialmente con la abundancia (Figura 17) en una correlación de $r^2=0.924$ ($p=0.05$) así como linealmente con una correlación de $r^2=0.924$ ($p=0.05$). Por otra parte la diversidad y el número de familias se relacionan linealmente (Figura 18) en una correlación de $r^2=0.978$ ($p=0.05$).

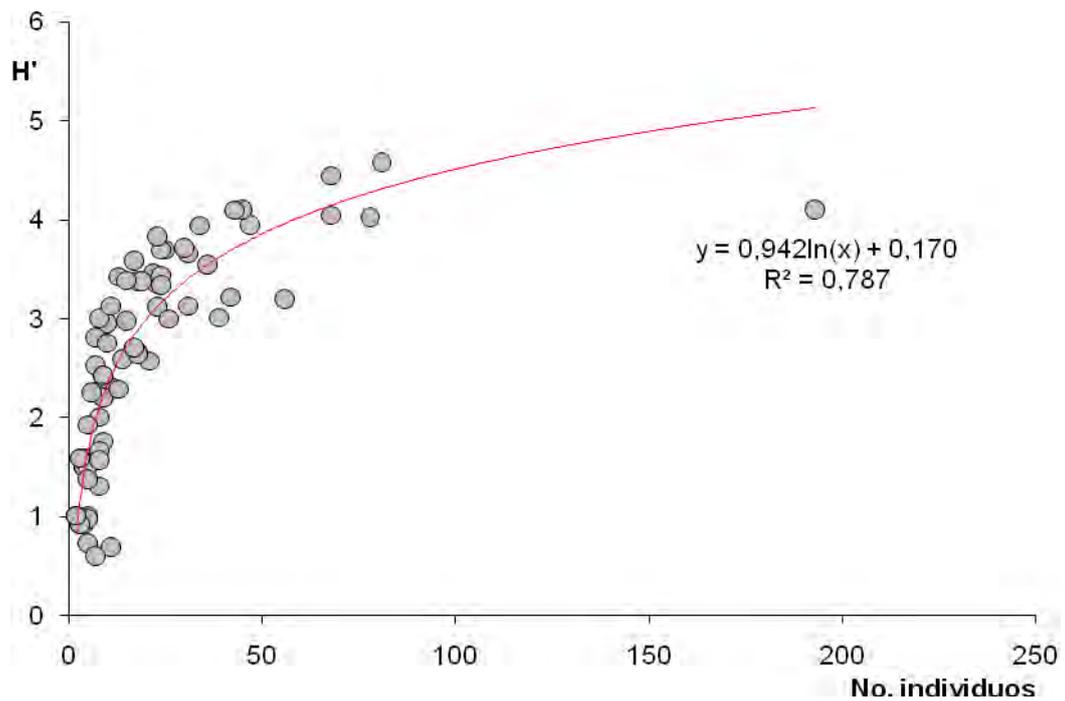


Figura 17. Tendencia en el incremento de la diversidad con el número de individuos de macrofauna en el Banco de Campeche.

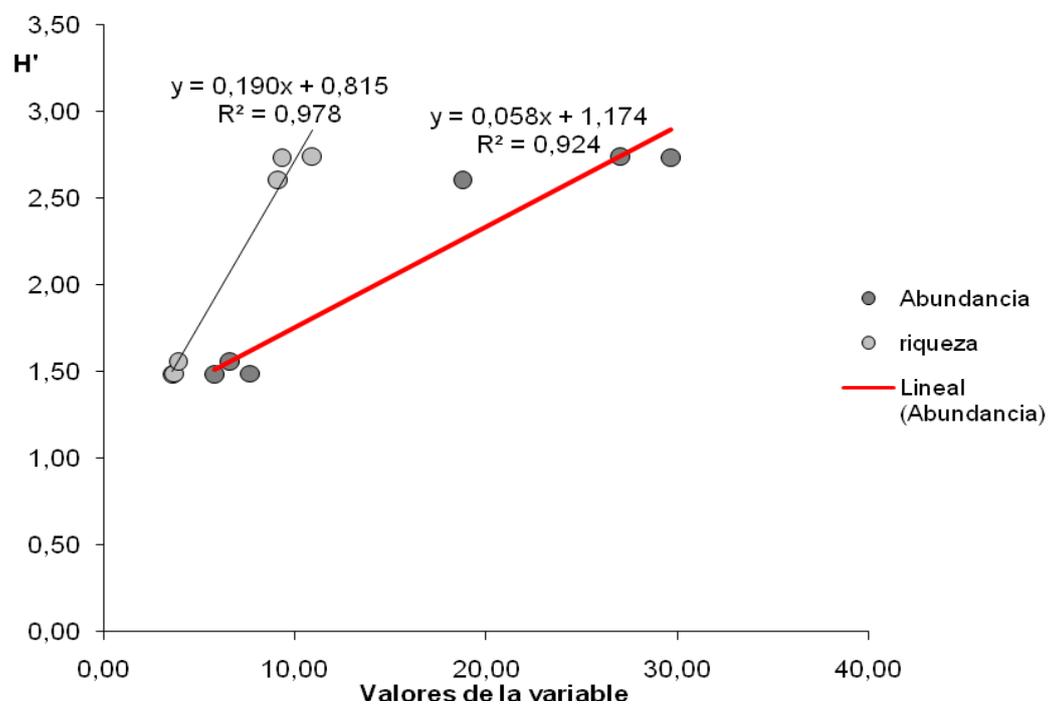


Figura 18. Correlación entre la abundancia y el número de familias con la diversidad en el Banco de Campeche.

Equidad por estrato de profundidad. Los valores de equidad (J') en el Banco de Campeche incrementaron con la profundidad. La plataforma interna (20 a 59 m) presentó valores promedio de equidad de ($J' 0.93 \pm 0.06$, $n=69$) más elevados que los determinados para la plataforma media ($J' 0.91 \pm 0.11$, $n= 15$) y menores a los determinados para la plataforma externa ($J' 0.99 \pm 0.02$, $n=2$; Figura 19).

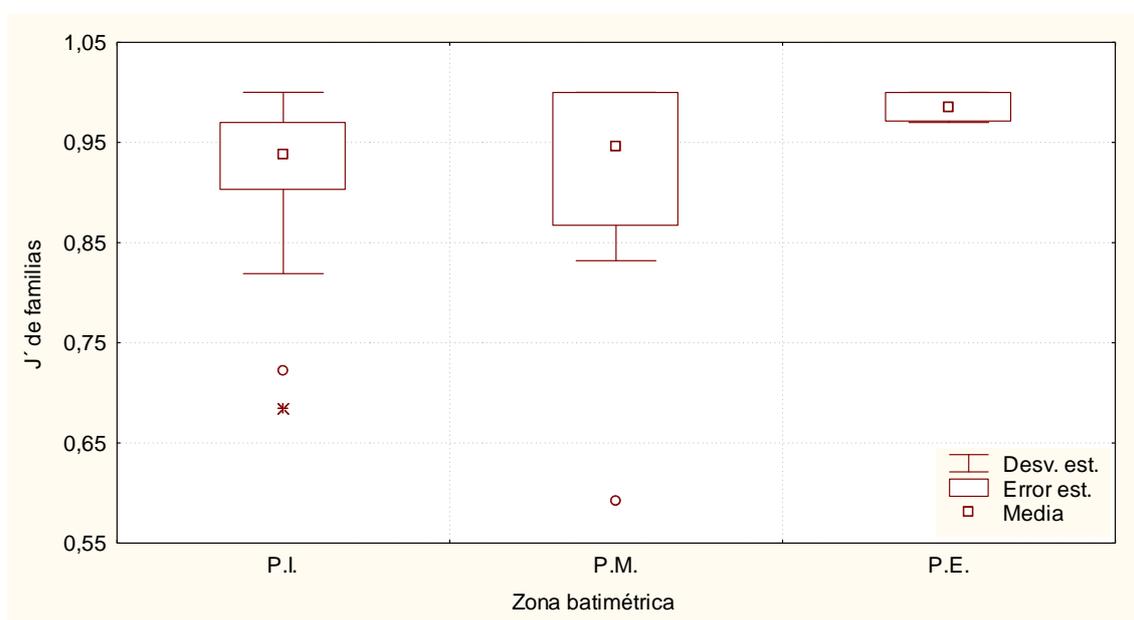


Figura 19. Variación del valor promedio de la equidad de familias en el Banco de Campeche con desviación estándar y error estándar. Abreviaturas empleadas: PI: Plataforma Interna, PM: Plataforma Media, PE: Plataforma Externa.

Equidad en la plataforma interna (20 a 59 m). La equidad en la plataforma interna no mostró un patrón de cambio con la profundidad. Los valores más elevados de equidad se registraron en 8 estaciones con una $J'=1$ (Anexo 3). La equidad más baja de registró en la estación NSF-II-59 con una J' de 0.68 a una profundidad de 33m.

Equidad en la plataforma media (60-109 m). La equidad en la plataforma media no presentó un patrón definido con la profundidad. Los valores más elevados de equidad se registraron en 4 estaciones (NSF-II- 19, NSF-II- 73, NSF-II- 102, NSF-II- 105) con una J' de 1. El valor más bajo de equidad se reconoció en la estación NSF-II-34 con J' de 0.59 (Anexo 4).

Equidad en la plataforma externa (110 a 182 m). La equidad en la plataforma externa varió de $J'=1$ a una profundidad de 113.5 m a $J'=0.97$ a 182 m de profundidad (Anexo 5). El número reducido de muestras en este estrato batimétrico impide decir más sobre tendencias y patrones.

Discusión.

Similitud y Afinidad.- Los factores ambientales que pueden determinar la distribución espacial en los fondos carbonatados incluyen la temperatura del sedimento (Mc Lusky y McIntyre, 1988), la concentración de clorofila en el sedimento (Barnes y Hughes, 1988) y la salinidad del sedimento (Kinne, 1963). En el Banco de Campeche la distribución espacial de las familias estuvo delimitada por dos factores ambientales, que fueron la profundidad y el tamaño de grano expresada por la variación batimétrica en las proporciones de arenas, limas y arcillas. Mientras que Riddle (1988) encontró que el tamaño de grano influyo en la distribución espacial de la macrofauna en la Gran Barrera Arrecifal de Australia. En la plataforma de Florida los factores ambientales que influyeron en la distribución espacial de la comunidad bentónica fueron la profundidad, la salinidad del sedimento y la concentración del oxígeno disuelto (Wenner, et al., 1984).

Riqueza taxonómica.-La riqueza elevada de macrofauna béntica en los fondos carbonatados observada en estudios similares en el Caribe (Guzmán *et al.*, 2001) y Florida, se ha atribuido a la complejidad y heterogeneidad de hábitat (Wenner *et al.*, 1984), proporcionando un número elevado de microhábitats en los cuales los crustáceos, poliquetos y moluscos ocupan espacios disponibles en el sustrato por los hábitos crípticos de estos taxa (Ellingsen, 2001).

Los estudios realizados en fondos carbonatados coinciden en que los poliquetos muestran una riqueza elevada (Riddle, 1988; Ellingsen, 2001). Como ejemplo se encuentra el de Wenner *et al.*, (1984) realizado en la plataforma continental de Florida.

Este estudio, además de reconocer una riqueza mayor de familias para los poliquetos, mostró un decremento para los crustáceos, moluscos y equinodermos que se debió a factores ambientales como el incremento de la profundidad, la salinidad del sedimento, la temperatura y el oxígeno disuelto. En el Banco de Campeche se encontró una riqueza mayor de familias de crustáceos seguido por los equinodermos, poliquetos, moluscos, ascidias y corales, que se debió al incremento de la profundidad y a las proporciones de arenas, limos y arcillas del tamaño de grano del sustrato.

En la plataforma interna de la Gran Barrera Arrecifal de Australia se reconoció una riqueza de familias elevada (Riddle, 1988) declinando hacia la plataforma externa (28 familias) que se debió a el tamaño de grano, que presentó cada sección de la plataforma continental. Mientras que la fauna de la sección media mostró pocos grupos taxonómicos con un número de familias menor, que la plataforma interna. En el Banco de Campeche la plataforma interna, media y externa presentaron el mismo patrón de riqueza de familias que en la Gran Barrera Arrecifal de Australia, ya que en ambos lugares influyó el tamaño de grano además que en el Banco de Campeche también influyó el incremento de la profundidad.

Abundancia.- En estudios que analizan la abundancia de invertebrados bénticos en fondos carbonatados la abundancia tiende a ser elevada cuando se presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de los organismos. Un ejemplo de estudios en fondos carbonatados son los estudios que se han realizado en la plataforma de Florida en la cual se reconocieron 60,739 organismos para seis estaciones cada una con dos réplicas realizadas en muestreos trimestrales durante un año este número elevado se atribuyó a la complejidad de la estructura del sustrato, ya que les proporciona un número elevado de microhábitats (Wenner *et al.*, 1984). En la Gran Barrera Arrecifal

de Australia se han registrado abundancias de 36,725 organismos para seis localidades, las cuales fueron muestreadas tres veces cada estación. En el Banco de Campeche se reconoció una abundancia de 1,674 organismos. Si la plataforma de Florida se presentó una abundancia de 60,739 organismos, en muestreos realizados durante cuatro épocas del año con dos réplicas en seis estaciones, por tal motivo tendrá 1,266 organismos por estación. En la Gran Barrera Arrecifal se reconoció una abundancia de 36,725 organismos, en muestreos realizados en tres épocas del año con dos réplicas en seis estaciones, por lo tanto tendrá 1,020 organismos por estación. Mientras que el Banco de Campeche se presentaron 1,674 organismos, donde sólo se muestreo en una época del año con una réplica en 86 estaciones, presentando así 20 organismos por estación. Al comparar el esfuerzo de muestreo en estas zonas nos damos cuenta que el número de individuos en el Banco de Campeche es muy bajo, aunque el tipo de draga que se utilizó en la plataforma de Florida fue una draga béntica llamada Cerame-Vivas y en la Gran Barrera Arrecifal de Australia no especifican el tipo de draga. Por tal motivo al no ser el mismo tipo de draga se puede decir que en el caso de la draga Agassiz, que se utilizó en el Banco de Campeche no es recomendable para el estudio de la macrofauna bentónica.

El que la abundancia disminuya con la profundidad puede atribuirse asimismo a la intensidad de muestreo (Holme y McIntyre, 1984), o a la disponibilidad de materia orgánica mayor que presenta la plataforma interna con respecto a la plataforma externa como se ha reconocido en la plataforma de Florida (Hallock y Schlager, 1986), o a la temperatura del agua que disminuye conforme aumenta la profundidad (24° a 17°) (Kinne, 1963).

Diversidad.- Los estudios realizados en fondos carbonatados describen que estos ecosistemas se caracterizan por una diversidad elevada de familias de macroinvertebrados bentónicos (Wenner *et al.*, 1984; Riddle, 1988). La diversidad elevada en estos sustratos se ha atribuido por una parte a la disponibilidad de alimento (Barnes y Hughes, 1988) así como a la gran cantidad de microhábitats disponibles para el establecimiento de la comunidad macrobentónica (Hartoll, 1983). En el presente estudio la diversidad más elevada se presentó en la sección interna del Banco de Campeche, mientras que la sección externa presentó la diversidad más baja. En la Gran Barrera Arrecifal de Australia, la plataforma interna presentó la mayor diversidad de familias, debido a que presenta mayor cantidad de arenas que hace propicio el establecimiento de mayor número de microhábitats, que en la sección externa que presenta mayor cantidad de limos y arcillas y al ser sedimentos más finos se establecen menor número de microhábitats para la macrofauna asociada a fondos carbonatados. Así la diversidad más baja de familias se presentó en la sección externa de la plataforma (Riddle, 1988).

La diversidad elevada que se presenta en la sección interna del Banco de Campeche puede estar determinada por: la heterogeneidad del hábitat de los fondos carbonatados como fue el caso de la plataforma de Florida (Wenner *et al.*, 1984) y la complejidad del hábitat que ofrece refugio para los invertebrados bentónicos (Barnes y Hughes, 1988).

La plataforma interna del Banco de Campeche se podría considerar como un “hotspot” de diversidad de familias con base en la definición de Myers *et al.*, (2000). Muchas de las familias reconocidas son típicas de otros fondos carbonatados p. e. los poliquetos (Sabellidae, Cirratulidae, Terebellidae, Fauveliopsidae, Eunicidae), los crustáceos (Corophiidae, Gammaridae, Portunidae, Majidae, Xanthidae), los moluscos (Murcidae, Triviidae, Limidae, Turridae) (Netto *et al.*, 2000). Los arrecifes en el Mar Caribe, en las

Bahamas (Brooks *et al.*, 2002) y en Australia (Malcolm *et al.*, 2006) son de las áreas más importantes en la conservación de la biodiversidad global al identificarse como “hotspot” (Myers *et al.*, 2000). Por tal razón los resultados que este estudio reconoce permiten sugerir que el Banco de Campeche se podría considerar como un “hotspot”, en el cual ocurre una alta diversidad de familias macrobénticas asociadas a fondos carbonatados. En esta zona de alta diversidad, se localiza en una zona afectada por actividades humanas, que incluyen desechos líquidos y sólidos de materia orgánica, derrames de petróleo de plataformas de extracción de crudo y encallado de embarcaciones en los arrecifes (Tunnell, 1992), lo cual implica que la macrofauna asociada a fondos carbonatados se encuentra en una zona vulnerable que necesita protección.

Conclusiones.

Los objetivos planteados al inicio de este estudio se cumplieron. Este estudio describe la similitud entre estaciones con base en la comunidad macrobéntica y la distribución de las familias en los fondos carbonatados del Banco de Campeche. Adicionalmente se presentan resultados sobre la variabilidad en la composición taxonómica, abundancia y diversidad de familias en la comunidad macrobéntica del Banco de Campeche. De los resultados obtenidos este estudio concluye que:

- La profundidad y el tamaño de grano, expresado éste último por la variación de las proporciones de arenas, limos y arcillas son los factores ambientales que determinaron los patrones de distribución de la macrofauna observados en los fondos carbonatados.
- Las estaciones se agruparon por intervalos de profundidad, donde las estaciones someras se caracterizaron por mayor proporción de arenas y las estaciones más profundas presentaron mayor proporción de limos y arcillas.
- Los crustáceos, equinodermos, poliquetos y ascidias se encontraron distribuidos homogéneamente a lo largo de todo el sector occidental del Banco de Campeche.
- Los moluscos mostraron un patrón similar a los cuatro taxa anteriores pero están ausentes en el complejo Triángulos y Banco Pera.
- Los corales ocurrieron únicamente en la rompiente noroccidental del Banco de Campeche.
- La composición taxonómica varía en los fondos del Banco de Campeche debido a que presentó una distribución desigual en los diferentes grupos taxonómicos.

- El número mayor de familias se registró para los crustáceos, seguido para los equinodermos, los poliquetos y los moluscos. El número menor de familias se reconoció para las ascidias y los corales.
- Las localidades se agruparon en secciones interna y media de la plataforma por la composición similar de taxa separando las localidades más profundas que no se agruparon entre sí.
- El número de familias de la macrofauna asociada a fondos carbonatados disminuyó con la profundidad. El número mayor de familias se presentó en la sección interna de la plataforma continental del Banco de Campeche y la más baja en la externa.
- La abundancia de la macrofauna asociada a fondos carbonatados y la diversidad de familias disminuyeron así mismo con la profundidad.
- Este estudio concluye que el Banco de Campeche puede considerarse un “hotspot” de diversidad biológica marina.
- Comparativamente con otros estudios y zonas con fondos carbonatados la abundancia en el Banco de Campeche es baja y se atribuye al tipo de draga que se utilizó en este estudio. Por lo anterior la draga Agassiz no es recomendable para estudios futuros de la macrofauna asociada a fondos carbonatados.

Este estudio contribuye al conocimiento de estudios de diversidad biológica marina aportando registros de familias de macrofauna bentónica para el Banco de Campeche. La recomendación para la toma de decisiones es evaluar la vulnerabilidad de la macrofauna, el grado de endemismo de los fondos carbonatados y principales daños que permitan a futuro establecer un Área Marina Protegida en el Banco de Campeche.

Literatura citada.

(Utilizando el formato de Marine Ecology).

- Abele L. y Kim W. (1986) *An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida*. Florida State University, Florida: 749 pp.
- Aguayo C. J. (2003) *Modelo conceptual sobre la evolución-tecto-sedimentaria del suroeste del Golfo de México y la llanura costera antigua*. In. Agustín Ayala Castañares: universitario impulsor de la investigación científica. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Aguilar O.D. (1998) Estructura de la comunidad bentónica del arrecife de Majahual, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría, IPN-CINVESTAV-Mérida.
- Araujo M. J. (2003) *Provincias fisiográficas marinas reciente, su relación con la tectónica salina y la presencia de hidrocarburos, en el suroeste del Golfo de México*. In. Agustín Ayala Castañares: universitario impulsor de la investigación científica. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Barnes R. S. K. y Hughes R.N. (1988) *An introduction to marine ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 357 pp.
- Begon M. Harper J. y Townsend C. (1999) *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona: pp. 609-1022.

- Bolivar A. J. (1996) *Monografía del estado de Campeche*. Universidad Nacional Autónoma del Carmen, Campeche. pp. 17.
- Bojorquez C. F. (2006) Bahía y Rey Mar: 2 embarcaciones camaroneras en la sonda de Campeche un caso de arqueología subacuática industrial. Tesis profesional. ENAH, México.
- Brooks T., Mittermeier R., Mittermeier C., Da Fonseca G., Rylands A., Konstant W., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G. y Hilton C. (2002) Habitat loss and extinction in the hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* **16** (4): 909-923.
- Bowman T., Yager J., Iliffe T. (1985) *Speoneballia cannoni*, N. Gen., N. Sp., from the Caicos Islands, the first hypogean leptostracan (Nebaliacea: Nebaliidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*: **98** (2): 439-446.
- Bray J.R. y Curtis J.T. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*: **27**: 325-349.
- Campos J.C. (1981) *Contribución a la sedimentología y morfología de la plataforma continental frente a las costas de Campeche, México*. Secretaría de Marina, México.: 46 pp.
- Chávez E.A., Hidalgo E. (1988) Los arrecifes coralinos del Caribe noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM*, **15** (1): 167-175.
- Clark A. y Downey M. (1992) *Starfishes of the Atlantic*. Natural History Museum Publications. Identification Guide 3. Chapman and Hall, London, U.K.: 779 pp.

- Carozzi A. V. (1989) *Carbonate rock depositional models*. Prentice Hall, New Jersey, 604 pp.
- Carricart G. J. y Horta P.G. (1993) *Arrecifes de coral en México* In Salazar-Vallejo, S. y N. E. González. Biodiversidad marina y costera de México CONABIO y CQROO, México: 81-92.
- Dahl E. (1985) Crustacea Leptostraca, principles of taxonomy and a revision of European shelf species. *Sarsia* **70**:135-165.
- Eleftheriou A. y McIntyre A. (2005) *Methods for the study of Marine Benthos (Macrofauna Techniques)*. Blackwell Publishing: pp 160-228.
- Ellingsen K.E. (2001) Biodiversity of a continental shelf soft sediment macrobenthos community. *Marine Ecology Progress Series* **218**: 1-15.
- Escobar E. y Villalobos J. (1995) *Nebalia Lagartensis* (Leptostraca) a new species from the Yucatán Península, México. *Crustaceana* **68** (1): 1:11.
- Felder D. y Camp D. (2009) *Gulf of Mexico: Origin, waters and biota. Biodiversity*. Vol. 1. Texas A. & M. University Press, E.U.A.: pp. 1209-1216.
- García A., Reguero M. (1994) *Moluscos Arrecifales de Veracruz, México*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M., México:143 pp.
- García E. (2007). Results of deep-water dredging in the Gulf of Mexico using the “Benthic Skimmer”; and report on several geographic extensions, including two species not previously reported in the western Atlantic. *The Festivus* (2):13-19.

- Gerken S. y Watling L. (1998) *Diastylis tongoyensis*, a new dyastylid (Crustacea: Cumacea) from the northern central coast of Chile, with an amendment to the description of *Diastylis crenellate* Watling & McCann. *Proceedings of the Biological Society of Washington*: **111**(4): 857-874.
- Gómez M. D. (2008) Simbiosis de crustáceos en arrecifes de coral. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México.
- Gore R. H. (1992) *The Gulf of Mexico*. Pinaapple Pres. Inc., Sarasota, Florida.
- Grassé P. (1996) *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*. Masson & Cie, París: 1077 pp.
- Gray J. (1981) *The ecology of marine sediments (Diversity and An introduction to the structure and function of benthic communities)*. Cambridge University Press, New York: 185 pp.
- Gray J.S. (2000) The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **250**: 23-49.
- Gutiérrez E. M. (1977) Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígena y carbonatada del suroeste de Golfo de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. 175 pp.
- Gutiérrez E. (2003) *Morfobatimetría y textura de los sedimentos de las provincias del Banco de Campeche y Bahía de Campeche, Suroeste del Golfo de México*. In. Agustín Ayala Castañares: *universitario impulsor de la investigación científica*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. pp. 189-208.

- Guzmán A.A., Solano O.D., Córdoba T.M. y López R.A. (2001) Comunidad macroinfaunal de fondos blandos someros tropicales (Caribe). *Biol. Invest. Mar. Cost.* **30**: 39-66.
- Hallock P. y Schlager W. (1986) Nutrient excess and demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios* **1**: 389-398.
- Haney T. y Martin J. (2000) *Nebalia gerkenae*, a new species of lecostracan (Crustacea: Malacostraca: Phyllocarida) from the Bennett Slough region of Monterrey Bay, California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*: **113** (4): 996-1014.
- Hartnoll R. G. (1983) *Substratum*. In: Earll R, Erwing DG. *Sublittoral ecology. The ecology of the shallow sublittoral benthos*. Claredon Press, Oxford: 97-124.
- Hendler G., Miller J., Pawson J., Kier D. y Kier P. (1995) *Sea Stars, sea urchins y Allies: Echinoderms of Florida y the Caribbean*. Smithsonian Institute Press, Washington: 390 pp.
- Hessler R. y Sanders H. (1965) Bathyal Leptostraca from the continental slope of the northeastern United States. *Crustaceana* **9**: 71-74.
- Holme N.A. y McIntyre A.D. (1984) *Methods for the study of marine benthos: Design of Sampling Programmes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: pp. 6-17.
- Hubbard G. (1992) *Polychaete identification workshop*: 46 pp.
- Kensley B. y Schotte M. (1989) *Guide to the Marine Isopod Crustaceans*. Smithsonian Institute Press, Washington: 308 pp.

- Kinne O. (1963) The effects of temperature and salinity on marine brackish water animals. *Temperature Oceanogra. Mar. Biol. Ann. Rev.* **1**: 301-340.
- Klumpp D., McKinnon A. y Mundy C. (1988) Motile cryptofauna of a coral reef: abundance, distribution and trophic potential. *Marine Ecology Progress Series* **45**: 95-108.
- Legendre P. y Anderson M.J. (1999) Distance based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological*
- López R. (1975) *Geological summary of the Yucatan Peninsula*. In: The ocean basins and margins. Plenum Pres, New York, pp. 257-282.
- Malcolm J., Liu C., Neilson R., Hansen L. y Hannah L. (2006) Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology* **20** (2): 538-548.
- Mc Lusky D.S. y McIntyre (1988). *Characteristics of the benthic fauna*. In *Continental Shelves (Ecosystems of the world)*. H. Postma y J.J. Zijlstra. Elsevier, Amsterdam: 131-154.
- Messing C. y Dearborn J. (1990) Marine flora and fauna of the northeastern United States Echinodermata: Crinoidea. *NOAA Technical Report NMFS*: **91**:1-30.
- Miller J. y Pawson D. (1984) Holothurians (Echinodermata: Holothuroidea). *Memoirs of the Hourglass Cruises*. Florida Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory: **22** (1):1-79.

- Mills E. (1969) The community concept in marine zoology with comments on continue and instability in some marine communities. *Jour. Fish. Res. Board Can.* **26** (6): 1415-1428.
- Modlin R. (1991) *Paranebalia belizensis*, a new species from shallow waters off Belize, central America (Crustacea: Malacostraca: Leptostraca). *Proceedings of the Biological Society of Washington*: **104** (3): 603-612.
- Monreal G. M., Salas L. D., Velasco M. H. (2004) *La hidrodinámica del Golfo de México*. In Caso. M. Pisanty, I., Ezcurra, E. (Comp.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Vol. 1. Instituto Nacional de Ecología México: pp. 627.
- Myers N., Mittermeier R., Mittermeier C., Fonseca G. y Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*: **403**: 853-858.
- Netto S.A., Attrill M.J. y Warwick R.M. (1999) Sublittoral meiofauna and macrofauna of Rocas Atoll: indirect evidence of a topographically controlled front. *Marine Ecology Progress Series*: **175**: 175-186.
- Nowlin W. D., Jochens A. E., Dimarco S.F., Reid R.O. y Howard M.K. (2001) *Deepwater physical oceanography reanalysis and synthesis of historical data: Synthesis report*. OCS Study MMS 2001-064, U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, L.A: 528 pp.
- Ortiz M., Martín A., Winfield I., Díaz Y. y Atienza D. (2004) *Anfípodos (Crustacea: Gamamaridea) Clave gráfica para la identificación de las familias, géneros y especies marinas y estuarinas del Atlántico occidental tropical*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala U.N.A.M., México.: 162 pp.

- Patiño S. A. (2004) Análisis espacial de corales escleractínios en el gradiente de profundidad de las tres barreras del Arrecife Punta Nizuc, Cancún. Tesis de Maestría, IPN-CINVESTAV.
- Pielou E.C. (1976) *Population and Community Ecology*. Gordon y Breach, Chicago: 424 pp.
- Pollock L. (1998) *A practical guide to the marine animals of northeastern north America*. Rutgers University Press New Brunswick, New Jersey, U.S.A.: 367 pp.
- Reijers T.A. y Hsü K.J. (1986) *Manual of carbonate sedimentology: A lexicographical Approach*. Academic Press, London, 302 pp.
- Riddle M.J. (1988) Patterns in the distribution of macrofaunal communities in coral reef sediments on the central Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* **47**: 281:292.
- Robertson S.S. (1988) Recovery of a distribution reef Bermudas, influence of reef structure and herbivorous grazers on algae and sessil invertebrates recruitment. *Proceeding of the 6th International coral reef: Symposium Australia* Vol. 2
- Scholle P. A., Bebout D. G. y Moore C. H. (1983) *Carbonate depositional environments*. The American Association of Petroleum Geologist, U.S.A. pp. 267- 344.
- Schultz G. (1969) *The Marine Isopod Crustacean*. Brown Company, Iowa: 359 pp.

- Serafy D. K. (1979). *Memoirs of the Hourglass Cruises. V (III): Echinoids (Echinodermata: Echinoidea)*. St. Petesburg, Florida Department of Natural Resources. 120 pp.
- Suárez E., Heard R., García S., Oliva J., Escobar E. (2004) *Catálogo de los tanaidaceos (Crustacea: Peracarida) del Caribe Mexicano*. Desarrollo Gráfico Editorial, Chetumal, Q. R: 121 pp.
- Thomas J. D. (1993) Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations ad comments on the use of amphipods as bioindicators. *Journal of Natural History*, **27**: 795-806.
- Torruco G.D. y González S. M. (1997) *Arrecifes y Corales de Campeche*. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N-Unidad Mérida.: 42 pp.
- Tretjen J. H. (1991) Ecology of free living nematodes from the continental shelf of the central Great Barrier Reef. *Estuar Coast Shelf Sci.*: **32**: 421-438.
- Tucker M.E. y Wright V.P. (2001) *Carbonate sedimentology*. Blackwell Science, U.S.A., 482 pp.
- Tunnell J. W. (1992) Natural Versus Human Impacts to Southern Gulf of Mexico coral reef resources. *Proceedings of Seventh International Coral Reef Symposium, Guam*. (1):300-306.
- Urrutia F. J., Pérez C.L. (2008) Post-impact carbonate deposition in the Chicxulub impact crater region, Yucatan platform, Mexico. *Current Science.*: 241-252.
- Wenner E.L., Hinde P., Knott D.M. y Van Dolah R.F. (1984) A temporal and spatial study of invertebrate communities associated with hard-bottom habitats in

the South Atlantic. National *Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report NMFS 18.*

- Winfield I., Escobar E. y Álvarez F. (2007) *Clave para la identificación de los anfípodos bentónicos del Golfo de México y el sector norte de mar Caribe.* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M., México: 197 pp.
- Winfield I., Escobar E. (2007) Anfípodos (Crustacea Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: Listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **78**:001 51-61.

Anexo 1. Datos generales de cada estación realizada en la campaña NSF-II en junio del 2005.

| Estación | Fecha | Profundidad (m) | Latitud N | Longitud W |
|-----------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------|
| NSF-II-01 | jun-04 | 68.5 | 28°05.95´ | 91°01.34´ |
| NSF-II-02 | jun-04 | 57 | 28°05.57´ | 91°01.27´ |
| NSF-II-03 | jun-04 | 87 | 28°06.12´ | 91°02.45´ |
| NSF-II-04 | jun-04 | 58 | 28°05.90´ | 91°02.41´ |
| NSF-II-05 | jun-06 | 85.5 | 22°24.05´ | 90°32.85´ |
| NSF-II-06 | jun-06 | 78 | 22°23.57´ | 90°32.72´ |
| NSF-II-07 | jun-06 | 81.5 | 22°23.57´ | 90°32.54´ |
| NSF-II-08 | jun-06 | 75 | 22°22.82´ | 90°34.50´ |
| NSF-II-09 | jun-06 | 59.5 | 22°17.90´ | 90°35.63´ |
| NSF-II-10 | jun-06 | 42.5 | 22°15.88´ | 90°35.64´ |
| NSF-II-11 | jun-06 | 42.5 | 22°15.88´ | 90°35.64´ |
| NSF-II-12 | jun-06 | 54 | 22°16.45´ | 90°39.83´ |
| NSF-II-13 | jun-06 | 61.5 | 22°16.57´ | 90°42.78´ |
| NSF-II-14 | jun-06 | 54.5 | 22°16.07´ | 90°42.86´ |
| NSF-II-15 | jun-06 | 53.5 | 22°16.02´ | 90°42.23´ |
| NSF-II-16 | jun-07 | 51 | 22°05.05´ | 90°43.23´ |
| NSF-II-17 | jun-07 | 52 | 22°15.15´ | 90°43.29´ |
| NSF-II-18 | jun-07 | 61.5 | 22°16.47´ | 90°42.76´ |
| NSF-II-19 | jun-07 | 61.5 | 22°16.57´ | 90°42.82´ |
| NSF-II-20 | jun-07 | 49 | 22°04.47´ | 90°50.08´ |
| NSF-II-21 | jun-07 | 51 | 22°05.78´ | 90°53.09´ |
| NSF-II-22 | jun-07 | 55 | 22°10.54´ | 90°55.43´ |
| NSF-II-23 | jun-07 | 58 | 22°13.39´ | 90°56.66´ |
| NSF-II-24 | jun-07 | 58 | 22°13.44´ | 90°50.54´ |
| NSF-II-25 | jun-07 | 44 | 22°14.77´ | 90°42.89´ |
| NSF-II-26 | jun-09 | 50 | 21°06.41´ | 92°08.05´ |
| NSF-II-27 | jun-09 | 51.5 | 21°06.33´ | 92°08.07´ |
| NSF-II-28 | jun-09 | 47.5 | 21°06.47´ | 92°08.47´ |
| NSF-II-29 | jun-09 | 47 | 21°06.51´ | 92°08.54´ |
| NSF-II-30 | jun-09 | 52.5 | 21°06.60´ | 92°08.66´ |
| NSF-II-31 | jun-09 | 47.5 | 21°06.64´ | 92°08.72´ |
| NSF-II-32 | jun-09 | 46 | 21°02.02´ | 92°09.61´ |
| NSF-II-33 | jun-10 | 109 | 20°51.09´ | 92°27.09´ |
| NSF-II-34 | jun-10 | 93.5 | 20°51.16´ | 92°26.48´ |
| NSF-II-35 | jun-10 | 79 | 20°52.39´ | 92°24.83´ |
| NSF-II-36 | jun-10 | 64 | 20°51.49´ | 92°21.44´ |
| NSF-II-37 | jun-10 | 46 | 21°02.02´ | 92°09.61´ |
| NSF-II-38 | jun-10 | 52.5 | 20°51.5´ | 92°20.38´ |
| NSF-II-39 | jun-10 | 48.5 | 20°51.47´ | 92°20.14´ |
| NSF-II-40 | jun-10 | 52.5 | 20°45.59´ | 92°12.62´ |
| NSF-II-41 | jun-10 | 52 | 20°50.50´ | 92°18.61´ |
| NSF-II-42 | jun-10 | 53 | 20°50.22´ | 92°18.91´ |
| NSF-II-43 | jun-10 | 54.5 | 20°48.50´ | 92°20.35´ |
| NSF-II-44 | jun-11 | 71 | 20°00.35´ | 92°26.10´ |
| NSF-II-45 | jun-11 | 75 | 20°00.35´ | 92°26.10´ |
| NSF-II-46 | jun-11 | 38 | 20°46.97´ | 91°55.86´ |
| NSF-II-47 | jun-11 | 20 | 20°43.31´ | 91°56.44´ |
| NSF-II-48 | jun-11 | 20 | 20°43.37´ | 91°56.16´ |
| NSF-II-49 | jun-11 | 24 | 20°41.64´ | 91°56.28´ |

Anexo 1. Datos generales de cada estación realizada en la campaña NSF-II en junio del 2005.

| Estación | Fecha | Profundidad (m) | Latitud N | Longitud W |
|-----------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------|
| NSF-II-50 | jun-11 | 30.5 | 20°39.69' | 91°57.06' |
| NSF-II-51 | jun-11 | 25 | 20°40.36' | 91°57.10' |
| NSF-II-52 | jun-11 | 31 | 20°39.66' | 91°57.09' |
| NSF-II-53 | jun-12 | 48 | 21°15.282' | 91°36.163' |
| NSF-II-54 | jun-12 | 47 | 21°15.29' | 91°36.15' |
| NSF-II-55 | jun-12 | 47 | 21°15.31' | 91°36.00' |
| NSF-II-56 | jun-12 | 29.5 | 21°33.19' | 91°05.40' |
| NSF-II-57 | jun-12 | 32.5 | 21°33.97' | 91°04.75' |
| NSF-II-58 | jun-12 | 33 | 21°33.98' | 91°04.74' |
| NSF-II-59 | jun-12 | 33 | 21°34.59' | 91°04.59' |
| NSF-II-60 | jun-12 | 33 | 21°34.18' | 91°04.71' |
| NSF-II-61 | jun-13 | 24.5 | 21°46.07' | 91°57.53' |
| NSF-II-62 | jun-13 | 23.5 | 21°47.08' | 91°57.49' |
| NSF-II-63 | jun-13 | 23.5 | 21°47.08' | 91°57.49' |
| NSF-II-64 | jun-13 | 41 | 21°48.10' | 91°55.50' |
| NSF-II-65 | jun-13 | 44 | 21°58.91' | 92°03.68' |
| NSF-II-66 | jun-13 | 67 | 21°51.32' | 92°06.17' |
| NSF-II-67 | jun-13 | 44 | 21°49.30' | 92°05.59' |
| NSF-II-68 | jun-13 | 48 | 21°50.82' | 92°05.30' |
| NSF-II-69 | jun-13 | 45 | 21° 49.42' | 92°05.54' |
| NSF-II-70 | jun-13 | 44.5 | 21° 49.48' | 92°05.62' |
| NSF-II-71 | jun-14 | 39.5 | 22° 06.47' | 91°25.99' |
| NSF-II-72 | jun-14 | 40 | 22° 06.62' | 91°25.73' |
| NSF-II-73 | jun-14 | 62 | 22°08.12' | 91°26.71' |
| NSF-II-74 | jun-14 | 47.5 | 22°07.22' | 91°26.43' |
| NSF-II-75 | jun-14 | 33.5 | 22°06.78' | 91°26.43' |
| NSF-II-76 | jun-14 | 35.5 | 22°05.99' | 91°23.19' |
| NSF-II-77 | jun-14 | 41 | 22°07.55 | 91°15.30 |
| NSF-II-78 | jun-14 | 47.5 | 22°10.42' | 91°09.55' |
| NSF-II-79 | jun-14 | 48 | 22°10.38' | 91°09.69' |
| NSF-II-80 | jun-14 | 47 | 22°10.80' | 91°09.00' |
| NSF-II-81 | jun-15 | 47 | 21°41.91' | 90°52.48' |
| NSF-II-82 | jun-15 | 36 | 21°41.47' | 90°52.04' |
| NSF-II-83 | jun-15 | 24.5 | 21°36.54' | 91°04.60' |
| NSF-II-84 | jun-15 | 25 | 21°36.44' | 91°04.66' |
| NSF-II-85 | jun-15 | 41 | 21°36.44' | 91°04.66 |
| NSF-II-86 | jun-15 | 41.5 | 22°05.87' | 91°22.96' |
| NSF-II-87 | jun-15 | 34 | 22°05.96' | 91°23.06' |
| NSF-II-88 | jun-16 | 108 | 22°16.57' | 91°30.33' |
| NSF-II-89 | jun-16 | 113.5 | 22°16.21' | 91°29.64' |
| NSF-II-90 | jun-16 | 108.5 | 22°16.25' | 91°29.91' |
| NSF-II-91 | jun-16 | 107 | 22°16.28' | 91°30.42' |
| NSF-II-92 | jun-16 | 90.5 | 22°11.96' | 91°25.96' |
| NSF-II-93 | jun-16 | 64 | 22°08.76' | 91°24.00 |
| NSF-II-94 | jun-17 | 49.5 | 22°07.98' | 91°23.75' |
| NSF-II-95 | jun-17 | 53.5 | 22°08.56' | 91°22.91' |
| NSF-II-96 | jun-17 | 52.5 | 22°08.04' | 91°23.67' |
| NSF-II-97 | jun-17 | 42.5 | 22°07.43' | 91°22.85' |
| NSF-II-98 | jun-17 | 41.5 | 22°06.91' | 91°20.74' |
| NSF-II-99 | jun-17 | 52 | 22°11.64' | 91°07.70' |
| NSF-II-100 | jun-17 | 51 | 22°11.33' | 91°08.71' |
| NSF-II-101 | jun-17 | 52.5 | 22°11.46' | 91°08.28' |

Anexo 1. Datos generales de cada estación realizada en la campaña NSF-II en junio del 2005.

| Estación | Fecha | Profundidad (m) | Latitud N | Longitud W |
|-----------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------|
| NSF-II-102 | jun-18 | 69.5 | 22°14.01' | 91°06.57' |
| NSF-II-103 | jun-18 | 70 | 22°14.09' | 91°06.35' |
| NSF-II-104 | jun-18 | 69 | 22°14.28' | 91°05.98' |
| NSF-II-105 | jun-18 | 86.5 | 22°20.00' | 90°49.45' |
| NSF-II-106 | jun-18 | 40 | 22°14.04' | 90°41.63' |
| NSF-II-107 | jun-18 | 53.5 | 22°15.12' | 90°43.25' |
| NSF-II-108 | jun-18 | 57 | 22°16.08' | 90°42.81' |
| NSF-II-109 | jun-18 | 55 | 22°16.08' | 90°42.89' |
| NSF-II-110 | jun-18 | 56.5 | 22°16.07' | 90°42.91' |
| NSF-II-111 | jun-18 | 56.5 | 22°16.05' | 90°42.83' |
| NSF-II-112 | jun-19 | 42 | 22°12.24' | 90°23.65' |
| NSF-II-113 | jun-19 | 47 | 22°15.45' | 90°24.82' |
| NSF-II-114 | jun-19 | 48 | 22°16.39' | 90°24.91' |
| NSF-II-115 | jun-19 | 46.5 | 22°18.69' | 90°22.13' |
| NSF-II-116 | jun-19 | 51.5 | 22°19.42' | 90°21.84' |
| NSF-II-117 | jun-19 | 50.5 | 22°18.39' | 90°22.75' |
| NSF-II-118 | jun-19 | 98 | 22°28.15' | 90°26.61' |
| NSF-II-119 | jun-19 | 182 | 22°36.05' | 90°27.08' |
| NSF-II-A | jun-19 | 109 | 22° 38.09' | 90°28.78' |

Anexo2. Marcadores correspondientes a las familias del Banco de Campeche en el análisis de afinidad.

| Taxón | Familia | Marcador RDA |
|----------------------|----------------------|---------------------|
| .Corales | Gorgononacea (orden) | 1 |
| | Alcyonacea (orden) | 2 |
| | Scleractinia (orden) | 3 |
| Poliquetos | Eunicidae | 4 |
| | Lacidoniidae | 5 |
| | Amphinomidae | 6 |
| | Euphrosinidae | 7 |
| | Pilargidae | 8 |
| | Scalibregmidae | 9 |
| | Onuphidae | 10 |
| | Lumbrineridae | 11 |
| | Nephtyidae | 12 |
| | Serpulidae | 13 |
| | Nereididae | 14 |
| | Polynoidae | 15 |
| | Fauveliopsidae | 16 |
| | Aphroditidae | 17 |
| | Trochochaetidae | 18 |
| | Arenicolidae | 19 |
| | Oeonidae | 20 |
| | Capitellidae | 21 |
| | Sigalionidae | 22 |
| | Iospilidae | 23 |
| | Dorvilleidae | 24 |
| | Terebellidae | 25 |
| | Crustáceos | Nebaliidae |
| Paranebaliidae | | 27 |
| Ampithoidae | | 28 |
| Lysianassidae | | 29 |
| Ampeliscidae | | 30 |
| Liljeborgiidae | | 31 |
| Aoridae | | 32 |
| Anamixidae | | 33 |
| Eusiridae | | 34 |
| Colomastigidae | | 35 |
| Bateidae | | 36 |
| Ischyroceridae | | 37 |
| Isaeidae | | 38 |
| Amphilochidae | | 39 |
| Leucothoidae | | 40 |
| Acantonothosomatidae | | 41 |
| Podoceridae | | 42 |

Anexo2. Marcadores correspondientes a las familias del Banco de Campeche en el análisis de afinidad.

| Taxón | Familia | Marcador |
|---------------|-----------------|-----------------|
| Crustáceos | Phoxocephalidae | 43 |
| | Oedicerotidae | 44 |
| | Melitidae | 45 |
| | Caprellidae | 46 |
| | Corophidae s.l. | 47 |
| | Phliantidae | 48 |
| | Leuconidae | 49 |
| | Aegidae | 50 |
| | Excorallanidae | 51 |
| | Sphaeromatidae | 52 |
| | Anthuridae | 53 |
| | Cirolanidae | 54 |
| | Corallanidae | 55 |
| | Jaeropsidae | 56 |
| | Mysidae | 57 |
| | Leptocheliidae | 58 |
| | Metapseudidae | 59 |
| | Apseudidae | 60 |
| | Parapseudidae | 61 |
| | Penaeidae | 62 |
| | Sicyoniidae | 63 |
| | Caridea tipo a | 64 |
| | Caridea tipo b | 65 |
| | Palemonidae | 66 |
| | Alpheidae | 67 |
| | Scyllaridae | 68 |
| | Galathoidea | 69 |
| | Porcellanidae | 70 |
| | Paguridae | 71 |
| | Diogeninidae | 72 |
| | Axiidae | 73 |
| | Upogebiidae | 74 |
| | Callianassidae | 75 |
| | Majidae | 76 |
| Leucosiidae | 77 | |
| Raninidae | 78 | |
| Inachidae | 79 | |
| Portunidae | 80 | |
| Dromiidae | 81 | |
| Parthenopidae | 82 | |
| Xanthidae | 83 | |
| Palicidae | 84 | |

Anexo2. Marcadores correspondientes a las familias del Banco de Campeche en el análisis de afinidad.

| Taxón | Familia | Marcador RDA |
|--------------|--------------------|---------------------|
| Crustáceos | Cyclodorippidae | 85 |
| | Grapsidae | 86 |
| | Pilunmidae | 87 |
| | Calappidae | 88 |
| | Goneplacidae | 89 |
| Moluscos | Limidae | 90 |
| | Arcidae | 91 |
| | Columbellidae | 92 |
| | Cerithiidae | 93 |
| | Armadilloidea | 94 |
| | Turbinidae | 95 |
| | Triviidae | 96 |
| | Trapezidae | 97 |
| | Trochoidea | 98 |
| | Patellogastropodea | 99 |
| | Buccinidae | 100 |
| | Noctuoidea | 101 |
| | Cerithiidae | 102 |
| | Glycymerididae | 103 |
| | Marginellidae | 104 |
| | Pectinidae | 105 |
| | Cypraeidae | 106 |
| | Leucinidae | 107 |
| | Corbulidae | 108 |
| | Turridae | 109 |
| Equinodermos | Comasteridae | 110 |
| | Curculionoidea | 111 |
| | Asterinidae | 112 |
| | Asteropseidae | 113 |
| | Gonoiasteridae | 114 |
| | Amphiuridae | 115 |
| | Gorgonocephalidae | 116 |
| | Asteroschematidae | 117 |
| | Ophiactidae | 118 |
| | Ophiacanthidae | 119 |
| | Ophiomyxidae | 120 |
| | Ophiodermatidae | 121 |
| | Ophiuridae | 122 |
| | Ophionereididae | 123 |
| | Ophiocomidae | 124 |
| | Ophiotrichidae | 125 |

Anexo2. Marcadores correspondientes a las familias del Banco de Campeche en el análisis de afinidad.

| Taxón | Familia | Marcador RDA |
|--------------|----------------|-------------------------|
| Equinodermos | Arbaciidae | 126 |
| | Diadematidae | 127 |
| | Echinometridae | 128 |
| | Cidariidae | 129 |
| | Toxopneustidae | 130 |
| | Clypeasteridae | 131 |
| | Brissidae | 132 |
| Ascidias | Tipo a | 133 |
| | Tipo b | 134 |
| | Tipo c | 135 |
| | Tipo d | 136 |
| | Tipo e | 137 |
| | Tipo f | 138 |
| | Tipo g | 139 |
| | Tipo h | 140 |
| | Tipo i | 141 |
| | Tipo j | 142 |
| | Tipo k | 143 |
| | Tipo l | 144 |
| | Tipo m | 145 |

Anexo 3. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma interna del Banco de Campeche.

| Plataforma Interna (20-59 m) | Estación | Profundidad (m) | Abundancia | No. de familias | H' | J' | Distancia al arrecife (km) |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| | NSF-II-48 | 20 | 9 | 5 | 2.25 | 0.97 | 160 |
| | NSF-II-62 | 23.5 | 56 | 17 | 3.19 | 0.84 | 67.5 |
| | NSF-II-63 | 23.5 | 11 | 6 | 2.30 | 0.89 | 172.3 |
| | NSF-II-49 | 24 | 17 | 14 | 3.58 | 0.97 | 70 |
| | NSF-II-61 | 24.5 | 5 | 5 | 1.58 | 1 | 110 |
| | NSF-II-83 | 24.5 | 81 | 21 | 4.58 | 0.91 | 50.2 |
| | NSF-II-51 | 25 | 7 | 6 | 2.52 | 0.98 | 95 |
| | NSF-II-84 | 25 | 42 | 13 | 3.21 | 0.87 | 70 |
| | NSF-II-56 | 29.5 | 4 | 3 | 1.50 | 0.95 | 123.4 |
| | NSF-II-50 | 30.5 | 68 | 23 | 4.04 | 0.91 | 39.7 |
| | NSF-II-52 | 31 | 25 | 15 | 3.69 | 0.92 | 66.1 |
| | NSF-II-57 | 32.5 | 23 | 10 | 3.34 | 0.93 | 83.5 |
| | NSF-II-58 | 33 | 68 | 24 | 4.44 | 0.92 | 37.1 |
| | NSF-II-59 | 33 | 11 | 2 | 0.68 | 0.68 | 180 |
| | NSF-II-60 | 33 | 47 | 17 | 3.95 | 0.89 | 38.4 |
| | NSF-II-75 | 33.5 | 5 | 3 | 1 | 1 | 165 |
| | NSF-II-87 | 34 | 45 | 22 | 4.09 | 0.93 | 40.5 |
| | NSF-II-76 | 35.5 | 4 | 3 | 1.50 | 0.95 | 162.3 |
| | NSF-II-82 | 36 | 3 | 3 | 0.92 | 0.92 | 176.8 |
| | NSF-II-71 | 39.5 | 9 | 6 | 2.42 | 0.94 | 166.6 |
| | NSF-II-72 | 40 | 4 | 4 | 1.59 | 0.94 | 178 |
| | NSF-II-106 | 40 | 9 | 5 | 2.42 | 1 | 143.3 |
| | NSF-II-64 | 41 | 22 | 17 | 3.46 | 0.96 | 56 |
| | NSF-II-85 | 41 | 31 | 16 | 3.12 | 0.90 | 68.7 |
| | NSF-II-86 | 41.5 | 24 | 14 | 3.69 | 0.94 | 44.8 |
| | NSF-II-98 | 41.5 | 9 | 6 | 2.25 | 0.97 | 176.4 |
| | NSF-II-112 | 42 | 17 | 9 | 2.70 | 0.85 | 90.5 |
| | NSF-II-10 | 42.5 | 13 | 12 | 3.42 | 0.99 | 53.9 |
| | NSF-II-11 | 42.5 | 10 | 9 | 2.95 | 0.98 | 165 |
| | NSF-II-97 | 42.5 | 8 | 3 | 1.29 | 0.82 | 162.7 |
| | NSF-II-77 | 43 | 8 | 8 | 3.00 | 1 | 130.2 |
| | NSF-II-25 | 44 | 5 | 2 | 1.52 | 0.96 | 176 |
| | NSF-II-65 | 44 | 34 | 19 | 3.94 | 0.93 | 69.4 |
| | NSF-II-67 | 44 | 21 | 8 | 2.57 | 0.86 | 110.6 |
| | NSF-II-70 | 44.5 | 7 | 6 | 2.25 | 0.97 | 145 |
| | NSF-II-69 | 45 | 7 | 6 | 2.25 | 0.97 | 157.4 |
| | NSF-II-37 | 46 | 2 | 2 | 1 | 1 | 177 |
| | NSF-II-29 | 47 | 10 | 5 | 2.25 | 0.97 | 168 |
| | NSF-II-54 | 47 | 5 | 2 | 0.72 | 0.72 | 179.6 |
| | NSF-II-78 | 47 | 24 | 14 | 3.43 | 0.90 | 80.7 |

Anexo 3. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma interna del Banco de Campeche.

| Plataforma Interna de 20-59 m | Estación | Profundidad (m) | Abundancia | No. de familias | H' | J' | Distancia al arrecife (km) |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------------|
| | NSF-II-80 | 47 | 9 | 5 | 1.75 | 0.88 | 163.4 |
| | NSF-II-28 | 47.5 | 18 | 12 | 3.38 | 0.98 | 97 |
| | NSF-II-31 | 47.5 | 31 | 22 | 3.66 | 0.95 | 80.3 |
| | NSF-II-74 | 47.5 | 11 | 10 | 3.12 | 0.98 | 117.5 |
| | NSF-II-79 | 48 | 19 | 14 | 3.38 | 0.97 | 93 |
| | NSF-II-39 | 48.5 | 9 | 4 | 2.19 | 0.84 | 164 |
| | NSF-II-115 | 48.5 | 18 | 10 | 2.65 | 0.95 | 89.7 |
| | NSF-II-20 | 49 | 7 | 7 | 2.81 | 1 | 158.5 |
| | NSF-II-94 | 49.5 | 14 | 8 | 2.58 | 0.92 | 142 |
| | NSF-II-117 | 50.5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 176.3 |
| | NSF-II-16 | 51 | 24 | 11 | 3.34 | 0.93 | 97.1 |
| | NSF-II-100 | 51 | 30 | 15 | 3.71 | 0.90 | 84 |
| | NSF-II-27 | 51.5 | 4 | 3 | 0.92 | 0.88 | 178 |
| | NSF-II-116 | 51.5 | 18 | 8 | 2.64 | 0.92 | 98.6 |
| | NSF-II-17 | 52 | 23 | 9 | 3.12 | 0.94 | 120.8 |
| | NSF-II-99 | 52 | 4 | 3 | 1.50 | 0.95 | 169.7 |
| | NSF-II-30 | 52.5 | 23 | 14 | 3.83 | 0.98 | 126.3 |
| | NSF-II-40 | 52.5 | 2 | 2 | 1.00 | 0.96 | 184.2 |
| | NSF-II-96 | 52.5 | 36 | 17 | 3.54 | 1 | 46.4 |
| | NSF-II-101 | 52.5 | 15 | 12 | 3.38 | 0.89 | 98 |
| | NSF-II-95 | 53.5 | 10 | 9 | 2.75 | 0.91 | 146.8 |
| | NSF-II-107 | 53.5 | 43 | 25 | 4.09 | 0.98 | 75 |
| | NSF-II-12 | 54 | 15 | 8 | 2.97 | 0.94 | 158 |
| | NSF-II-14 | 54.5 | 5 | 2 | 0.97 | 0.97 | 169.8 |
| | NSF-II-43 | 54.5 | 4 | 3 | 1.50 | 0.95 | 166.5 |
| | NSF-II-109 | 55 | 193 | 23 | 4.09 | 0.91 | 73.3 |
| | NSF-II-111 | 56.5 | 26 | 10 | 2.99 | 0.90 | 90 |
| | NSF-II-02 | 57 | 39 | 9 | 3.01 | 0.84 | |
| | NSF-II-24 | 58 | 8 | 5 | 2.00 | 0.86 | 157 |
| | x | | 21.30 | 9.66 | 2.64 | 0.93 | |
| | σ | | 26.99 | 6.44 | 1.033 | 0.06 | |

Anexo 4. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma media del Banco de Campeche.

| Plataforma Media de 60-109 m | Estación | Profundidad (m) | Abundancia | No. de familias | H' | J' | Distancia al arrecife (km) |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|--------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| | NSF-II-13 | 61.5 | 5 | 3 | 1.52 | 0.96 | 168 |
| | NSF-II-19 | 61.5 | 3 | 3 | 1.59 | 1 | 175 |
| | NSF-II-73 | 62 | 2 | 2 | 1.59 | 1 | 161.2 |
| | NSF-II-36 | 64 | 3 | 2 | 0.92 | 0.92 | 179.7 |
| | NSF-II-93 | 64 | 17 | 9 | 2.70 | 0.90 | 32.4 |
| | NSF-II-66 | 67 | 8 | 5 | 1.66 | 0.83 | 173.6 |
| | NSF-II-102 | 69.5 | 2 | 2 | 1.00 | 1 | 164 |
| | NSF-II-08 | 75 | 5 | 4 | 1.50 | 0.95 | 166 |
| | NSF-II-06 | 78 | 8 | 3 | 1.56 | 0.99 | 171.2 |
| | NSF-II-35 | 79 | 5 | 3 | 1.37 | 0.87 | 163 |
| | NSF-II-105 | 86.5 | 3 | 3 | 1.59 | 1 | 154 |
| | NSF-II-03 | 87 | 13 | 6 | 2.28 | 0.88 | |
| | NSF-II-34 | 93.5 | 7 | 2 | 0.59 | 0.59 | 173 |
| | NSF-II-91 | 107 | 5 | 4 | 1.92 | 0.96 | 157.8 |
| | NSF-II-A | 109 | 78 | 19 | 4.02 | 0.87 | 38.7 |
| | x | | 10.93 | 3.71 | 1.72 | 0.91 | |
| | σ | | 19.01 | 4.35 | 0.82 | 0.11 | |

Anexo 5. Abundancia, número de familias, diversidad (H') y equidad (J') de la macrofauna béntica en la plataforma externa del Banco de Campeche.

| Plataforma Externa de 110-182 m | Estación | Profundidad (m) | Abundancia | No. de familias | H' | J' | Distancia al arrecife (km) |
|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| | NSF-II-89 | 113.5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 197.8 |
| | NSF-II-119 | 182 | 6 | 5 | 2.25 | 0.97 | 256 |
| | x | | 4 | 3.5 | 1.63 | 0.99 | |
| | σ | | 2.83 | 2.12 | 0.89 | 0.02 | |

Anexo 6. Estaciones que presentan mayor número de familias en el occidente del Banco de Campeche.

| Estación | Taxón | Familia | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|-------------------------|-----------------|------------|
| Plataforma interna | NSF-II-107 | Poliquetos | Eunicidae | | |
| | | | Pilargidae | | |
| | | | Lumbrineridae | | |
| | | | Fauveliopsidae | | |
| | | | Aphroditidae | | |
| | | | Crustáceos | Amphithoidae | |
| | | | | Lysianassidae | |
| | | | | Ampeliscidae | |
| | | | | Aoridae | |
| | | | | Colomastigidae | |
| | | | | Phoxocephalidae | |
| | | | | Oedicerotidae | |
| | | | | Melitidae | |
| | | | | Leuconidae | |
| | Leptocheliidae | | | | |
| | Porcellanidae | | | | |
| | Paguridae | | | | |
| | Majidae s.s. | | | | |
| | NSF-II-107 | Equinodermos | Leucosidae | | |
| | | | Portunidae | | |
| | | | Partenopidae | | |
| | | | Palicidae | | |
| | | | Cidariidae | | |
| | | | Clypeasteridae | | |
| | | | Brissidae | | |
| | | | Plataforma media | NSF-II-A | Crustáceos |
| Sicyoniidae | | | | | |
| Galatheidae | | | | | |
| Porcellanidae | | | | | |
| Paguridae | | | | | |
| Diogenidae | | | | | |
| Axiidae | | | | | |
| Upogebiidae | | | | | |
| Majidae s.s. | | | | | |
| Leucosidae | | | | | |
| Raninidae | | | | | |
| Inachidae | | | | | |
| Portunidae | | | | | |
| Partenopidae | | | | | |
| Palicidae | | | | | |
| Cyclodorippidae | | | | | |
| Calappidae | | | | | |

Anexo 6. Estaciones que presentan mayor número de familias en el Banco de Campeche.

| | Estación | Taxón | Familia |
|---------------------------|-----------------|--------------|--|
| Plataforma externa | NSF-II-119 | Crustáceos | Paguridae Callianassidae Majidae s.s. Portunidae Palicidae |

Anexo 7. Estaciones que presentan la menor número de familias en el Banco de Campeche.

| | Estación | Taxón | Familia | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Plataforma interna | NSF-II-14 | Crustáceos | Inachidae Calappidae | |
| | NSF-II-25 | Equinodermos | Curculionoidae Clypeasteridae | |
| | NSF-II-37 | Crustáceos Equinodermos | Leptocheliidae Asterinidae | |
| | NSF-II-40 | Poliquetos Crustáceos | Eunicidae Aegidae | |
| | NSF-II-54 | Crustáceos Ascidias | Majidae Polycitoridae | |
| | NSF-II-59 | Crustáceos | Amphithoidae Caprellidae | |
| | NSF-II-117 | Crustáceos | Melitidae Cirolanidae | |
| | Plataforma media | NSF-II- 34 | Crustáceos Equinodermos | Ampeliscidae Comasteridae |
| | | NSF-II-36 | Poliquetos | Eunicidae Fauveliopsidae |
| | | NSF-II-102 | Crustáceos Ascidias | Diogenidae Polycitoridae |
| Plataforma externa | NSF-II-89 | Equinodermos | Gorgonocephalidae Comasteridae | |