



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Estructura del macrobentos abisal y su variación en presencia de un domo salino en el Golfo de México

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS
(B i o l o g í a M a r i n a)
P R E S E N T A :
Biól. Myrna Laura Martínez Robles

Directora de Tesis: **Dra. Elva Escobar Briones (ICML-UNAM)**

Comité tutorial: **Dra. Ma. Nuria Méndez Ubach (ICML Mazatlán)**
 Dra. Rosa María Prol Ledesma (Inst. Geofísica-UNAM)
 Dr. José Luis Carballo Cenizo (ICML Mazatlán)
 Dr. Carlos Mortera Gutiérrez (Inst. Geofísica-UNAM)

México, D.F. 2007



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 la institución que me ha formado como profesional a lo largo de estos años, además de ser el Patrimonio Cultural de la Humanidad; la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al programa del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y al personal que lo compone como la Dra. Gloria Vilaclara y en su momento el Dr. Martin Merino, por darme la oportunidad de pertenecer a éste y poder lograr este objetivo dentro del estudio de las Ciencias del Mar. También al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por el espacio brindado dentro de sus instalaciones.

A la Dra. Elva Escobar Briones por la acertada dirección de este trabajo de investigación, su paciencia para resolver mis dudas, su apoyo y preocupación para mi formación adecuada en las ciencias del mar.

A los miembros del comité tutorial por sus observaciones e importantes comentarios a este trabajo de investigación. Dra. Nuria Méndez Ubach, Dra. Rosa María Prol Ledesma, Dr. José Luis Carballo Cenizo y Dr. Carlos Mortera Gutiérrez.

A la M. en C. Nayeli López Balbuix, técnico académico de la USAI, por su colaboración para el análisis elemental.

Al M. en C. Eduardo Morales de la Garza por su colaboración en el análisis de tamaño de grano.

Al Laboratorio de Limnología, UIICSE de la FES-Iztacala por la facilitación de sus instalaciones para realizar el análisis de clorofilas y a la M. en C. Laura Peralta por su asesoría.

Al Geólogo Juan Ramón Peláez Gaviria por el apoyo brindado en la realización del mapa del área de estudio en Surfer.

Al Biól. León Felipe Álvarez Sánchez por su enorme apoyo en los análisis estadísticos, principalmente en los métodos de ordenación restringida y por supuesto por su invaluable y valiosísima amistad.

A la tripulación del B/O “Justo Sierra” por su apoyo en las maniobras realizadas a bordo para la recolección de muestras, su disposición de ayudar en los momentos requeridos y además de los ratos amenos durante la campaña oceanográfica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante mis estudios de maestría, así como a los proyectos DGAPA PAPITT IN224503 “Riqueza taxonómica de la fauna asociada al mar profundo del Golfo de México” y Ciencia Básica SEP-CONACyT 2002 Clave 40158 “Variación de la estructura comunitaria del bentos abisal en el Golfo de

México” por el apoyo financiero que otorgaron para la realización de este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros del Laboratorio de “Biodiversidad y Macroecología”: Ramón Gerardo Velázquez (Ramonovsky), Erika Estrada, Eduardo Cosgalla, Adry Gaytán (Hydrys), Balam Jiménez, León Álvarez (Lion), Francisco Javier García (Javis), Inna Plaza, Edith González, Manuel González, Ivette Arredondo, Olmo Torres, Yvette Cruz; por su apoyo y contribución a este trabajo, sus consejos, su amistad y por todos los momentos que compartimos.



DEDICATORIA

A mis padres; Silvia y Alfredo por ser de los principales fundamentos en mi vida. Gracias por el apoyo y el amor que siempre me han brindado.

A mis hermanas; Ana, Hilda y Viridiana. ¡¡Gracias por todo, hermanas!!

A mis sobrinos; Alan, Irasema y Alfredo. ¡¡Chamacos!! Gracias por crecer junto a mí.

A mi abuelita Esperanza. Gracias por estos largos años que son ejemplo para mí.

A mis tíos Juan, Martha y Cirila. Gracias por su apoyo.

A mis amigos de toda la vida; Arcelia, Chucho, Charo, Julio, Yesenia y Marco (Marco, gracias por estar ahí siempre).

A mis amigos y hermanos en Cristo; Ana Camarillo, Roberto y Marni, porque su amistad ha sido un apoyo enorme en las dificultades y en los momentos padres un toque de alegría, amor y sonrisas.

A todos aquellos que formaron parte de éste logro; que conocí en algún momento y que aportaron con un grano de arena o una gota de agua de mar al enriquecimiento de mi formación en éstos menesteres de las ciencias marinas.

Y principalmente a aquel que me dio la vida, quien le da sentido a mi vida, por quien subsisto hasta el final y siempre está conmigo, a mi Dios y mi Señor Jesús.





¡Oh Señor, cuán numerosas son tus obras!

¡Todas ellas las hiciste con sabiduría!

¡Rebosa la tierra con todas tus criaturas!

Allí está el mar, ancho e infinito,

que abunda en animales, grandes y pequeños,
cuyo número es imposible conocer.

Allí navegan los barcos y se mece Leviatán,
que tú creaste para jugar con él.

Todos ellos esperan de ti

que a su tiempo les des su alimento.

Tú les das, y ellos recogen;

abres la mano, y se colman de bienes.

Si escondes tu rostro, se aterran;

si les quitas el aliento, mueren y vuelven al polvo.

Pero si envías tu Espíritu, son creados,

y así renuevas la faz de la tierra.

Salmo 104:24-30

Jesús dijo: Porque sin mí nada podéis hacer.

Juan 15:5



ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Características principales del mar profundo	1
1.2. Estructuras topográficas	2
1.3. Modificación de la circulación	2
1.4. Macrobentos	3
2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	4
3. ANTECEDENTES	5
4. ÁREA DE ESTUDIO	10
4.1. Regiones geográficas	11
4.2. Corrientes	11
4.3. Sedimentos	11
4.4. Sitio de muestreo	12
5. HIPOTESIS	14
6. OBJETIVOS	14
6.1. Objetivo general	14
6.2. Objetivos particulares	14

	Página
7. MATERIAL Y METODOS	15
7.1. Trabajo de campo	15
7.1.1. Muestreo del macrobentos y sedimento	15
7.1.2. Muestreo del agua de fondo	15
7.2. Trabajo de laboratorio	16
7.2.1. Estructura comunitaria	16
7.2.2. Factores ambientales	16
7.3. Análisis de datos	21
8. RESULTADOS	23
8.1. Estructura comunitaria	23
8.2. Factores ambientales	29
8.3. Variación entre estaciones	40
8.4. Relación de los factores ambientales y la estructura comunitaria	43
9. DISCUSION	50
9.1. Estructura comunitaria	50
9.2. Factores ambientales	56
9.3. Variación de los factores entre estaciones	60
9.4. Relación de los factores ambientales y la estructura comunitaria	60
10. CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS	64
APENDICE I. Tabla de abundancia del macrobentos	72
APENDICE II. Matriz de similitud de Bray-Curtis	73
APENDICE III. Parámetros estadísticos granulométricos	74

APENDICE IV	Valores del porcentaje de los grupos taxonómicos restringidos y no restringidos por los factores ambientales y el domo salino de los análisis de CCA y RDA.	77
APENDICE V	Estudios de la comunidad macrobéntica en diferentes mares del mundo a profundidades a partir de 1 000 m hasta 4 000 m.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. A) Mapa del Golfo de México en relieve. B) Provincias fisiográficas del Golfo de México.	10
Figura 2. Área de estudio ubicada en el Golfo de México. Campaña Sigsbee 7.	13
Figura 3. Variación de los valores promedio por estación de la riqueza taxonómica (n=18) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.	25
Figura 4. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis.	26
Figura 5. Variación de los valores promedio por estación de la densidad (n=18) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.	27
Figura 6. Variación de los valores promedio por estación de la biomasa (n=18) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.	29
Figura 7. Porcentaje de las tres clases reconocidas de tamaño de grano: arena, limo y arcilla de las estaciones muestreadas de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México (n=6).	31
Figura 8. Variación del porcentaje de arena promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	32
Figura 9. Variación del porcentaje de limo promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	33
Figura 10. Variación del porcentaje de arcilla promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	34
Figura 11. Variación del porcentaje promedio de carbono orgánico en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	35
Figura 12. Variación del porcentaje promedio de nitrógeno en sedimento de las inmediaciones en el Golfo de México por estación.	36

	Página
Figura 13. Variación de C/N promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	37
Figura 14. Variación de clorofila <i>a</i> promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	38
Figura 15. Variación de clorofila <i>a</i> en agua de fondo en las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación.	39
Figura 16. Relación de los valores promedio de densidad del macrobentos con el porcentaje de (A) arenas, (B) limos y (C) arcillas.	43
Figura 17. Gráficas de doble proyección del análisis de correspondencia canónica de la comunidad béntica abisal. A) Factores ambientales sin la combinación del domo salino, B) Factores ambientales en combinación del domo salino	45
Figura 18. Gráficas de doble proyección del análisis de redundancia de la comunidad béntica abisal. A) Factores ambientales sin la combinación del domo salino; B) Factores ambientales en combinación del domo salino.	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Valores de densidad (ind.m^{-2}) y biomasa (gC.m^{-2}) de macrobentos en diferentes estructuras topográficas, estudiadas en el Océano Pacífico.	8
Tabla 2. Posición geográfica y profundidad de las estaciones de muestreo en las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.	12
Tabla 3. Escala de tamaños de grano. Clasificación de Wentworth de los tamaños de las partículas y escala phi.	18
Tabla 4. Grupos taxonómicos identificados de las muestras del macrobentos abisal en las inmediaciones de un domo salino.	23
Tabla 5. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de la riqueza taxonómica por estación ($n=6$) del macrobentos abisal.	24
Tabla 6. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de la densidad por estación ($n=6$) del macrobentos abisal.	27
Tabla 7. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de la biomasa por estación ($n=6$) del macrobentos abisal.	28
Tabla 8. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de los factores ambientales de las estaciones muestreadas.	30
Tabla 9. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores comunitarios de la estación del domo salino (E-2) con respecto a las estaciones E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6.	40
Tabla 10. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores ambientales de la estación del domo salino (E-2) con respecto a las estaciones E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6.	41
Tabla 11. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores comunitarios entre flancos similares.	41
Tabla 12. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores ambientales entre flancos similares.	42
Tabla 13. Valores de F y p de los factores ambientales del análisis de correspondencia canónica	46

	Página
Tabla 14. Valores de F y p de los factores ambientales del análisis de redundancia	49
Tabla 15. Comparación de valores de biomasa de diferentes estudios. A profundidades de menos de 3 000 m y a profundidades de más de 3 000 m.	53
Tabla 16. Comparación de valores de biomasa de diferentes estudios en presencia de domos salinos.	55

RESUMEN

Se evaluó la variabilidad en la estructura comunitaria del macrobentos por efecto de la presencia de un domo salino trazado en la parte central del Golfo de México, en la planicie abisal de Sigsbee. Éste domo actuó como accidente topográfico modificando las condiciones del sedimento superficial y la disponibilidad de alimento (C_{org} , N, Chl *a*), así como el tipo y tamaño de grano de sedimento (arenas y limos); por consiguiente varió la composición faunística, la riqueza taxonómica, la densidad y la biomasa de la comunidad béntica influenciada por los factores ambientales. Se recolectaron en un transecto lineal muestras replicadas ($n=4$) en 6 estaciones, incluyendo las asociadas con el domo salino (E-2), así como las estaciones abisales. La riqueza taxonómica varió de 4 a 6 grupos por estación, siendo los nemátodos y los poliquetos los grupos dominantes. La densidad osciló en un intervalo promedio de 1273.2 ± 180.1 a 2069 ± 847 ind. m^{-2} y la biomasa de 0.0278 ± 0.0104 a 0.0393 ± 0.0066 gC. m^{-2} . El tamaño de grano fue predominantemente limos, éste mostró una relación significativa con la distribución del macrobentos. La presencia del domo salino no influyó directamente en la estructura del macrobentos; sin embargo, los factores ambientales como el tamaño de grano (arenas y limos), la concentración de carbono orgánico (C_{org}), de nitrógeno (N), la proporción carbono/nitrógeno (C/N) y la clorofila *a* mostraron influencia. La variación en la estructura comunitaria fue a escala local e influenciada por variación en los factores ambientales. Los resultados del CCA mostraron que los factores ambientales en conjunto pero independientes al domo salino tuvieron baja influencia sobre los grupos taxonómicos (45.23%); contrastando, al relacionar el domo salino con los factores ambientales donde aumentó la influencia (72.80%). Los resultados del RDA relacionaron significativamente las concentraciones de C_{org} y C/N con la abundancia de los grupos taxonómicos pero independientes a la presencia del domo salino; pero al combinar los valores de los factores ambientales con el domo salino se encontró una alta influencia sobre los grupos taxonómicos (74.24%). Por lo tanto, la comunidad béntica de éste estudio no estuvo influenciada o limitada por un factor ambiental exclusivo, sino controlada por la asociación de los diversos factores ambientales incluyendo la presencia del domo salino.

ABSTRACT

It was studied the variability of the macrobenthic community structure in the central Gulf of Mexico due to the presence of a salt diapir, mapped on the Sigsbee abyssal plain. This salt diapir acted as a topographic feature modifying superficial sediment, food availability (C_{org} , N, Chl *a*), as well as the type and grain size of sediment (sand and silt); thus, the faunal composition, taxonomic richness, density and biomass of the benthic community varied due to the environmental factors. The samples were collected in a linear transect, with replicates ($n = 4$) in 6 stations, including those associated with the salt diapir (E-2) as well as the abyssal stations. The taxonomic richness differed from 4 to 6 groups per station, with polychaetes and nematodes as dominant groups. The density ranged in an average interval of 1273.2 ± 180.1 to 2069 ± 847 ind.m⁻² and the biomass from 0.0278 ± 0.0104 to 0.0393 ± 0.0066 gC.m⁻². The predominantly grain size was silt, and it showed a significant relationship with the distribution of macrobenthos. The presence of the salt diapir did not influence directly in the structure of macrobenthos; however, environmental factors such as grain size (sand and silt), the concentration of organic carbon (C_{org}), nitrogen (N), the proportion carbon/nitrogen (C/N) and chlorophyll *a* showed influence. The variation in the community structure was at the local scale, and it was influenced by environmental factors changes. The results of the CCA showed that environmental factors, excluding the presence of the salt diapir, had low influence on the taxonomic groups (45.23%); in contrast, when it was included which increased the influence (72.80%). The results of the RDA related concentrations significantly of C_{org} and C/N with the abundance of taxonomic groups, but independently of the presence of the salt diapir; nonetheless, the results showed a high influence on the taxonomic groups (74.24%) by combining values of environmental factors with presence of the salt diapir. Therefore, the benthic community of this study was not influenced or restricted by a unique environmental factor; instead, it was controlled by the association of various environmental factors including the presence of the salt diapir.

1. INTRODUCCION

1.1. Características principales del mar profundo. Las propiedades físicas del mar profundo presentan un intervalo estrecho y variabilidad en cualquier localidad por debajo de la termoclina permanente. La excepción son los cambios en presión hidrostática y las corrientes. La radiación solar tiene una importancia ecológica limitada, ya que ésta desaparece a 1 km de profundidad. El efecto sobre las comunidades biológicas es indirecto, siendo ésta la fuente de energía para la producción primaria en la capa epipelágica y que ingresa en el ecosistema del mar profundo vía cadena alimenticia de herbívoros y la agregación del material que es exportado por debajo de la termoclina. La temperatura del mar profundo varía de 4°C a -1°C, la salinidad es relativamente constante y, por debajo de los 2 km, los valores son de $34.8 \pm 0.3\text{‰}$ declinando en los niveles más profundos a 34.65‰ . La presión hidrostática incrementa 1 atmósfera (1 bar o 10^5 pascales) por cada 10 m de profundidad. El incremento de la presión, asociado a la baja temperatura, afecta la proporción de la catálisis enzimática de los organismos del mar profundo (Gage y Tayler, 1991).

Los sedimentos que se encuentran en la planicie abisal son principalmente lodos biogénicos hemipelágicos o arcillas, con contenido elevado de material terrígeno y contenido bajo de carbono orgánico (2%). Las arcillas pelágicas (rojas) son sedimentos biogénicos de origen pelágico, contienen >30% de material de esqueleto biogénico (foraminíferos-nanofósil). Los lodos silicios se derivan característicamente de las diatomeas y radiolarios. Los lodos de foraminíferos (oozes calcáreos) están compuestos por carbonato de calcio y se ubican bajo las áreas productivas cerca de la profundidad de compensación de carbonatos (CCD) (Gage y Tayler, 1991; Sokolova, 2000). Cerca de la costa, los sedimentos terrígenos provienen principalmente del talud continental y sus pendientes, éstos son transportados por corrientes de turbiditas y por desplome de sedimentos al liberarse hidratos de metano (Gage y Tayler, 1991). En contraste, los fondos rocosos son relativamente escasos en el mar profundo y solamente se forman por la precipitación inorgánica al mar como carbonatos asociados a las infiltraciones de metano (MacDonald *et al.*, 2004), los depósitos de fosfato o la formación de óxido metálico o los depósitos de sulfuro alrededor de los márgenes activos como ventilas hidrotermales (Hovland *et al.*, 2005). El acarreo o transporte por corrientes de turbidez de material sólido de ambientes someros contribuye a este tipo de fondos en mar profundo (Gage y Tayler, 1991).

1.2. Estructuras topográficas por orden jerárquico. En el mar profundo existen características morfológicas del relieve oceánico, las cuales se dividen en tres categorías principales. La primera es el piso abisal que incluye dos tipos de provincias, las planicies abisales y las colinas abisales; la segunda son las elevaciones del piso oceánico que incluye las características positivas más extensas; y la tercera está integrada por los montes marinos y grupos de montes marinos (Heezen *et al.*, 1959). Dentro de este relieve se encuentra la planicie abisal que es el área del piso de la cuenca oceánica que ocupa la porción más profunda, con excepción a las trincheras. La planicie abisal se encuentra cubierta por sedimentos con más de 1 000 m de espesor. (Heezen *et al.*, 1959; Garrison, 1996) y entre los rasgos topográficos que la caracterizan se encuentran las colinas abisales, pequeñas elevaciones que alcanzan algunos metros de altura y unos cientos de metros de ancho y probablemente se presentan de manera abundante en áreas adyacentes a elevaciones oceánicas, dorsales o trincheras (Heezen *et al.*, 1959). También se presentan los montes marinos que son elevaciones aisladas que alcanzan más de 900 metros de altura sobre el piso oceánico (Heezen *et al.*, 1959). Estos se caracterizan por ser generalmente de origen volcánico (de Forges *et al.*, 2000), donde la interacción de corrientes y la topografía probablemente juegan un papel importante en la estructuración de las comunidades de los montes marinos (Wilson y Boehlert, 2004). Las corrientes oceánicas, definen las concentraciones de nutrimentos y a la vez concentraciones elevadas de biomasa fitoplanctónica, zooplanctónica y de micronecton del cual se alimentan peces demersales y pelágicos y especies sésiles del megabentos (Wilson y Boehlert, 2004).

Los domos salinos son rasgos de la topografía de cuencas pasivas y se caracterizan por la presencia de sal, cubierta por centenares de metros de sedimentos, cuyo peso contribuye por la diferencia de densidad entre los depósitos de evaporitas (principalmente halita) para generar la elevación en la forma de montes marinos (Whitney, 2002). El movimiento de la sal y su deformación por el peso de los sedimentos generó, por pliegues y fallas, la provincia de los domos salinos o diapiros en el sur del Golfo de México (Whitney, 2002). Algunos de los domos salinos están activos y pueden contribuir con material reducido para conformar otro tipo de comunidades (MacDonald *et al.*, 2004; Hovland *et al.*, 2005).

1.3. Modificación de la circulación. Los efectos de la circulación afectan los procesos biogeoquímicos en los montes marinos facilitando la precipitación de minerales o la erosión y exposición al agua oxigenada (Perry *et al.*, 1993). Los montes pueden mostrar una conectividad grande entre la fauna de grupos de montes en una misma región geográfica (de Forges *et al.*,

2000; Rowden *et al.*, 2002) o bien pueden presentar el aislamiento de la fauna de vertebrados e invertebrados promoviendo los endemismos que caracterizan a los montes marinos (de Forges *et al.*, 2000; Rowden *et al.*, 2002). La biomasa tiende a incrementarse asimétricamente sobre el eje del monte marino debido a los procesos hidrodinámicos (surgencias, mezcla turbulenta, celdas de circulación cerrada) que ocurren en uno de los flancos con mayor energía y transporte de agua y la cima. Un factor común de los montes marinos es la alta variabilidad en la escala sobre el monte marino y que refleja una zonación definida por la hidrodinámica y el alimento disponible (Beckmann y Mohn, 2002).

Tanto sobre el eje principal de los montes marinos como en otras elevaciones se ha reconocido la presencia de afloramientos que se generan por el flujo que cruza la cima y desciende de nuevo por uno de los flancos. Este tipo de transporte de agua promueve la formación de giros anticiclónicos (en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte) con un patrón que se conoce como “forma de dipolo” o “patrones de mariposa” y que tiene un movimiento vertical y rotativo sobre el monte marino. Si la fricción es grande, el patrón de dipolo evoluciona a un estado estacionario, la fricción tiende a impedir asentamiento de larvas en la cima y existe una abundancia y riqueza de especies baja. Cuando el flujo es continuo y la corriente de marea es débil el “patrón de mariposa” varía (Beckmann y Mohn, 2002). El patrón hidrográfico resultante se conoce como columnas de Taylor y da lugar a zonas de agregación de fauna con actividad biológica excepcional y tasas de sedimentación elevadas (Beckmann y Mohn, 2002).

1.4. Macrobentos. El término de “macrobentos” proviene de la publicación de Mare (1940), quien determinó el límite de su tamaño con base en la apertura del tamiz donde la fauna es retenida. La apertura empleada es variable y está definida, en gran medida, por la latitud y disponibilidad de alimento que son los factores principales, además de la presión y temperatura que determinan el metabolismo y por ende la talla. Los tamices empleados van desde 5 mm hasta 125 μm , la abertura más grande es característica de estudios en latitudes altas y frías (Kröncke *et al.*, 2000; Wlodarska-Kowalczyk *et al.*, 2004) y la más pequeña de los fondos marinos tropicales (Gage y Tayler, 1991). Las aberturas de 297 μm y 250 μm son comunes en estudios de agencias gubernamentales en un afán de estandarizar los estudios de seguimiento y evaluación en mar profundo. (Hessler y Jumars, 1974; Rowe, 1983; Gage y Tayler, 1991; Gage, 2001a; Gage, 2001b; Gage *et al.*, 2002).

El macrobentos de la planicie abisal tropical habita los primeros milímetros de la superficie del sedimento que es considerado por diversos autores como un ambiente bidimensional. La fauna

puede penetrar el sedimento construyendo madrigueras cuya profundidad máxima en mar profundo alcanza los primeros 10 cm. Mare notó que los límites exactos entre las diferentes tallas y sus componentes (micro, meio y macrobentos) podrían variar localmente en función de la talla (Gage *et al.*, 2002), lo cual conlleva que la biomasa del macrobentos muestre una disminución con el incremento de la profundidad (Rowe, 1983; Gage, 2001b) debido a la menor precipitación de partículas provenientes de la zona eufótica, llegando solo del 1 al 10% al fondo. La cantidad varía por la latitud, las diferencias en la profundidad de la capa de mezcla y la intensidad de la estacionalidad de la capa superior del océano (Gage, 2001a).

En el apéndice V se presentan datos de diferentes estudios de la estructura comunitaria del macrobentos (densidad, biomasa y riqueza taxonómica) a diferentes latitudes (tropicales, subtropicales, templadas y frías), además estudios en estructuras topográficas.

2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Los domos salinos son estructuras características del piso oceánico en áreas abisales semi-cerradas. Estos tienen un papel similar a los montes marinos en áreas cerca de la costa. Se consideran organizadores de hábitats diversos de forma similar a los montes marinos, promueven la agregación de peces (Wilson y Boehlert, 2004), acumulación de fuente de energía y minerales como resultado de la interacción biológica. Estas estructuras modifican las corrientes de fondo y la distribución del sedimento promoviendo una clara zonación con la profundidad y la distancia (Denny y Wethey, 2001). El cambio de los regímenes hidrográficos en el fondo están asociados a la retención y dispersión larval promoviendo endemismo y alta diversidad (Parker y Tunnicliffe, 1994; Mullineaux y Mills, 1997; de Forges *et al.*, 2000; Rowden *et al.*, 2002), haciendo a los domos salinos un importante presupuesto para la diversidad global. La conectividad entre la región de los domos salinos y las características dentro de la cuenca del piso oceánico podrían ser un punto de soporte importante para la metadiversidad pero requiere ser probado.

El suroeste del Golfo de México se caracteriza por la presencia de domos salinos, los cuales pueden promover endemismo en la región por lo que esto podría considerarse como una estrategia de manejo para el ecosistema del piso marino (MacDonald *et al.*, 2004).

3. ANTECEDENTES

Los estudios que se han realizado de macrobentos marino sobre estructuras topográficas incluyen, en latitudes templadas, la descripción de las comunidades para los guyots, que son montes marinos con cima plana; en latitudes tropicales del océano Pacífico para los montes marinos y colinas abisales (Tabla 1). En todos ellos la circulación es el factor que determina la variación del hábitat y por ende de las comunidades.

Algunos estudios reconocen que la estructura comunitaria del macrobentos que habitan en los sedimentos de los montes marinos puede estar afectada por la concentración de oxígeno disuelto (Wishner *et al.*, 1990; Levin *et al.*, 1991), la disponibilidad de materia orgánica (Levin *et al.*, 1991), el régimen de flujo y profundidad del agua (Levin y Thomas, 1989). La variabilidad del régimen del transporte de sedimento por las corrientes de barrido, mediado por la composición del sedimento, aparentemente es un factor determinante, primordial de la estructura comunitaria del macrobentos (Levin *et al.*, 1994).

En los guyots se han realizado estudios de la influencia de flujo intenso en las comunidades de macrobentos (Levin *et al.*, 1994) examinándose sitios con cobertura arenosa, como en el caso de una zona apartada a 2.3 km de la planicie de la cima en el guyot Fieberling. Estos autores reconocieron que la movilidad del sustrato ejerce un control sobre la estructura de la comunidad del macrobentos de los dos sitios, ya que las características topográficas producen un ambiente sedimentario heterogéneo caracterizado por los diferentes regímenes de transporte. La distribución vertical de la fauna en la columna de los sedimentos se ve afectada intensamente por la movilidad del sustrato y cambia rápidamente en respuesta a las condiciones de flujo.

El 80% del macrobentos correspondió a fauna excavadora, encontrándose así, la abundancia máxima por debajo de los 2 cm de profundidad del sedimento. De forma similar Thistle y Levin (1998) registraron en el guyot Fieberling que el flujo cerca del fondo afecta al macrobentos del mar profundo, reduciendo la abundancia y alterando la composición faunística.

Otro estudio sobre el efecto de las corrientes de fondo en el Guyot Horizon y la elevación Magellan y la influencia de éstos en los sedimentos se refleja en la reducción de la actividad del macrobentos (Levin y Thomas, 1989). En este estudio se mostró que la composición del macrobentos, así como su distribución vertical dentro de los sedimentos, los patrones de movilidad y alimentación varían con el régimen del flujo de corrientes debido a la presencia del monte marino y la variabilidad de las propiedades de los sedimentos.

Asociados a los montes marinos se encuentran los nódulos de manganeso, donde los foraminíferos son el grupo taxonómico dominante, cubriendo el 20% de la superficie en dos sitios del Pacífico (Mullineaux, 1987). En los estudios sobre colinas o montes abisales, Hecker y Paul (1979), analizaron la composición faunística, diversidad de especies y la similitud de las comunidades bénticas muestreadas en tres sitios en el Este del Pacífico Ecuatorial. Estas colinas presentan un relieve de 50-300 m a 4 350-5 150 m de profundidad, con un régimen sedimentario diferente. La densidad del macrobentos varió de 36 a 268 ind.m⁻². En el sedimento de arcillas rojas se registró el valor más elevado, así como los valores de abundancia y peso húmedo de los organismos. La composición faunística presentó grupos reconocidos en otras áreas del mar profundo como los poliquetos, tanaidáceos, isópodos y bivalvos siendo estos los taxa dominantes. La riqueza de especies fue altamente significativa en los tres sitios. Los poliquetos son el taxa dominante que se ha registrado en los montes marinos del Pacífico Central (Hecker y Paul, 1979; Levin y Thomas, 1989; Thistle y Levin, 1998).

En los montes marinos se ha encontrado un gran endemismo de especies de macrobentos y megabentos, se han descrito más de 850 especies en el monte marino del mar de Tasmania y en el sureste del mar de Coral. Un número reducido de especies se traslapan entre los montes marinos en diferentes porciones de la región, indicando que este monte marino está agrupado o se encuentra a lo largo de un sistema funcional de dorsales, donde se localiza una distribución de especies y una aparente especiación entre los grupos de este sistema. La distribución consiste en que muchos taxa están adaptados a las condiciones limitadas del monte marino para mantener su población. Las celdas de circulación de las corrientes alrededor del monte marino que se presentan también a lo largo de las cordilleras de los montes marinos, permite el entrecruzamiento de grupos taxonómicos, aunque éstos no se encuentren cerca de la cordillera de montes marinos (de Forges *et al.*, 2000).

Estudios en el Golfo de México. Los primeros estudios de mar profundo los publicaron Rowe y Menzel (1971) y versan sobre la distribución de la biomasa del macrobentos en el Escarpe de Campeche, así como estudios ecológicos sobre macrobentos en el talud de Veracruz y Tamaulipas se describe en la tesis de Gettleson (1976) y otras en la UNAM las cuales no han analizado el efecto de los domos salinos o el bentos asociados a éstos. Como en el caso de los trabajos realizados dentro de la planicie abisal Sigsbee (Escobar *et al.*, 1999; Muñiz-Irigoyen, 2001; Plaza-Reséndiz, 2006) en los cuales se analiza la estructura comunitaria del macrobentos y la vinculación con los factores ambientales que describen su hábitat.

Los estudios que se han realizado de macrobentos en estructuras topográficas se han localizado principalmente en el océano Pacífico, en zonas tropicales y zonas templadas (Tabla 1).

En el apéndice V se presentan estudios de la estructura comunitaria del macrobentos (densidad, biomasa y grupos taxonómicos dominantes) en diferentes partes del mundo; en localidades de mares tropicales, subtropicales, templados, fríos y en estructuras topográficas (montes marinos, guyots y colinas abisales), a profundidades que van de 1 000 a 4 000 m. Incluye el equipo de muestreo (tipo de nucleador), forma de fijación a bordo del barco, apertura de tamiz, tipo de sedimento, características de la columna de agua y tipo de estructura topográfica donde se realizó el estudio.

Tabla 1. Valores de densidad (ind.m^{-2}) y biomasa (gC.m^{-2}) de macrobentos en diferentes estructuras topográficas, estudiadas en el océano Pacífico. I.N.D.= Información no disponible.

	Estructura Topográfica	Localidad	Latitud	Longitud	Prof. (m)	Número de Taxa	Densidad (ind.m^{-2})	Biomasa (gC.m^{-2})	Referencia
Pacífico Noroecuatorial	Montes marinos (sustrato Nódulos polimetálicos)	Pacífico Ecuatorial Norte	5° N	125° W	4 500	78	0.04	I.N.D.	Mullineaux, 1987
		Pacífico Central Norte	30° N	157° W	5 800	34	0.02	I.N.D.	Mullineaux, 1987
Pacífico Central	Guyots	Guyot Horizon	19°16' N	168°59' W	1 480	12	829	I.N.D.	Levin y Thomas, 1989
		Perímetro norte del Horizon	19°26' N	169°04' W	1 840	10	255	I.N.D.	Levin y Thomas, 1989
		Elevación Magellan	07°04' N	176°52' W	3 150	8	388	I.N.D.	Levin y Thomas, 1989.
Pacífico oriental Tropical	Monte marino	Volcán 7, Cima	13°25' N	102°35' W	730-770	14	1 854±877	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1991
		Limite inferior de la cima			770-1 000	32	8 457±3769	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1991
		Talud			1 000-2 000	81	2 165±948	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1991

Continuación de la tabla 1.

	Estructura Topográfica	Localidad	Latitud	Longitud	Prof. (m)	Número de Taxa	Densidad (ind.m ⁻²)	Biomasa (gC.m ⁻²)	Referencia
		Base			2 000-3 000	86	1 612±801	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1991
	Monte marino	Volcán 7	13°23' N	102°27' W	730-3 400	I.N.D.	8 444	I.N.D.	Wishner <i>et al.</i> , 1990
Pacífico Este Ecuatorial	Colinas Abisales	Sitio A	8°27' N	150°47' W	4 839-5 229	21	24.76	0.007	Hecker y Paul, 1979
		Sitio B	11°42' N	138°24' W	3 934-5 001	14	28.47	0.010	Hecker y Paul, 1979
		Sitio C	16° N	126° W	4 183-4 690	27	38.11	0.032	Hecker y Paul, 1979
Pacífico Norte	Guyot	Guyot Fieberling (White Sand Swale)	32°27.581' N	127°47.839' W	580-585	12	I.N.D.	I.N.D.	Thistle y Levin, 1998
	Guyot	Guyot Fieberling							
		Borde de la Pluma de mar	32°27.631' N	127°47.489' W	630-340	11	1 489±267	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1994
		White Sand Swale	32°27.581' N	127°47.839' W	580-585	11	1 870±153	I.N.D.	Levin <i>et al.</i> , 1994

4. AREA DE ESTUDIO

El Golfo de México está situado en la zona subtropical entre las latitudes 18° y 30° N y las longitudes 82° y 98° W. Es una cuenca semi-cerrada que se comunica con el océano Atlántico y con el Mar Caribe, por el estrecho de Florida y por el canal de Yucatán, respectivamente (Hofmann y Worley, 1986) (Fig. 1: A).

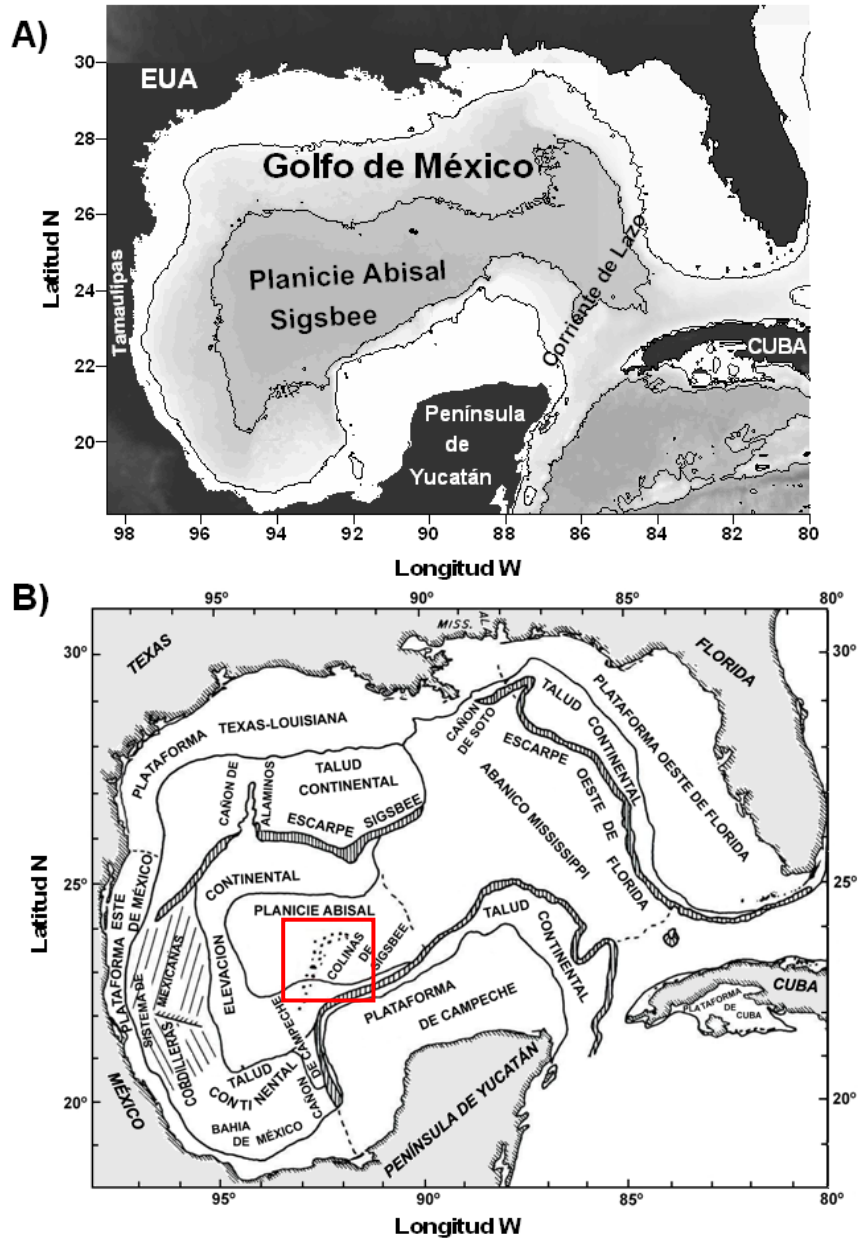


Figura 1. A) Mapa del Golfo de México en relieve con sus coordenadas latitudes 18° y 30° N y las longitudes 82° y 98° W. B) Provincias fisiográficas del Golfo de México. Dentro del recuadro es donde se presentan domos salinos en la Planicie abisal Sigsbee. Tomado de Bouma, 1972.

4.1. Regiones geográficas. La batimetría del Golfo de México varía considerablemente, y alcanza profundidades cercanas a los 4 000 m en su porción central (Monreal y Salas, 1997). En la porción central se localizan la Fosa (98 725 km²), y Planicie abisal de Sigsbee (22° y 26° N, 90° y 95° W) que tiene una extensión de 103 600 km² (Ewig y Antoine, 1966) (Fig. 1: B). En la planicie abisal se presentan los Montes o Colinas de Sigsbee (Antoine y Bryant, 1969; Bouma, 1972). Estas colinas son las estructuras topográficas predominantes dentro de la planicie abisal Sigsbee. Se extienden a través de la elevación sur en dirección noreste cerca del margen de la planicie abisal (Nowlin *et al.*, 1965 en Uchupi, 1972). Tienen un relieve de 100 a 200 m y un diámetro de 10 km. Asociadas a estas hay 21 estructuras diapíricas sin ninguna expresión superficial. En el Escarpe de Campeche se han registrado diapiros (Uchupi, 1972).

4.2. Corrientes. A mayor profundidad en el Golfo de México ocurre el Agua Profunda Noratlántica (APNA), “North Atlantic Deep Water (NADW)” (Monreal y Salas, 1997). La corriente dominante del Golfo de México es la corriente de Lazo que tiene una extensión mínima durante el invierno. Se presenta como un patrón característico un giro anticiclónico y se desplaza hacia el oeste hasta Tampico (Salas *et al.*, 1991), homogeneización de la columna de agua y transporte lateral.

Por debajo de los 2 000 m, las aguas son frías, y en México presentan una temperatura promedio de 4°C. A excepción de la zona de mínimo de oxígeno a 500 m, las aguas profundas en México se encuentran bien oxigenadas, ya que se originan del hundimiento de aguas superficiales subpolares en latitudes altas. Su rápido descenso y el escaso aprovechamiento en el fondo marino permiten un elevado contenido de oxígeno disuelto (Escobar-Briones, 2000).

La circulación profunda del Golfo de México se caracteriza por presentar un campo de giros de alta energía. Estos giros alcanzan velocidades de 10 a 21 cm s⁻¹ a una profundidad de 2 550 m en la parte central de la planicie (Welsh y Inoue, 2000). Las corrientes a profundidades de 3 074 a 3 286 m registran una velocidad de 9 a 19 cm s⁻¹ exhibiendo una naturaleza fluctuante (Pequegnat, 1972 en Welsh y Inoue, 2000).

4.3. Sedimentos. Los fondos del Golfo de México están conformados por sedimento fino del tamaño de las arcillas que se origina del depósito de material carbonatado procedente de la columna de agua, esqueletos de foraminíferos, cocolitofóridos y conchas de pterópodos (Escobar-Briones, 2000).

La distribución de sedimentos en el Golfo de México contiene paralelos generales de Carbonato. La planicie abisal Sigsbee y una pequeña porción del abanico del Mississippi están compuestas de carbonatos. Éstos son una mezcla de sedimento de carbonato pelágico, predominantemente de foraminíferos y cocolitos, y arcilla terrígena, principalmente proveniente del Río Mississippi. La contribución relativa que proviene de los organismos pelágicos disminuye, siendo que las arcillas terrígenas y arcillas calcáreas se hacen más abundantes en el abanico del Mississippi y la parte oeste de la planicie abisal Sigsbee (Balsam y Beeson, 2003).

4.4. Sitio de muestreo. Se realizó el muestreo en la planicie abisal con un intervalo de profundidad entre 3 651 y 3 740 m en la planicie Sigsbee donde se encuentra presente un domo salino (Tabla 2 y Fig. 2).

Tabla 2. Posición geográfica y profundidad de las estaciones de muestreo en las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México. Sombreado donde se presenta un domo salino.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
	N	W	
E-1	23° 04.0091	93° 00.0037	3 740
E-2	23° 11.7227	92° 50.9146	3 734
E-3	23° 21.4675	92° 40.2888	3 664
E-4	23° 21.3523	92° 41.8902	3 651
E-5	23° 19.6878	92° 39.9873	3 654
E-6	22° 59.1578	94° 01.0856	3 734

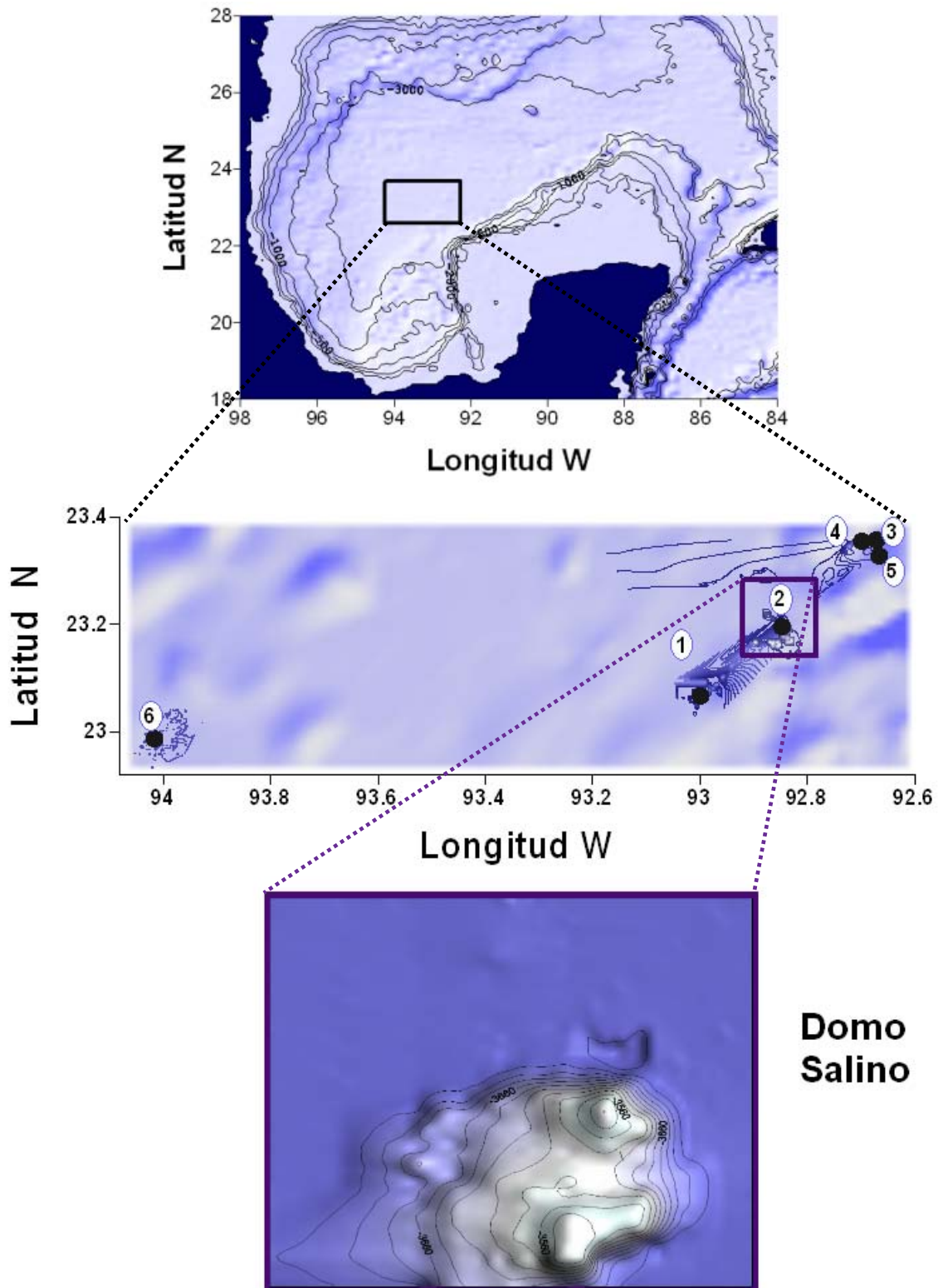


Figura 2. Área de estudio en el Golfo de México (rectángulo negro). Las estaciones de muestreo están representadas con puntos negros. La E-2 se ubica sobre el domo salino (recuadro negro). Campaña Oceanográfica Sigsbee 7 (contribución Carlos Mortera)

5. HIPOTESIS

La distribución del macrobentos abisal tropical, reconocida como homogénea en la planicie se modifica ante la presencia de una estructura topográfica al redistribuir el tipo de sedimento y la disponibilidad del alimento ejemplificada por el carbono orgánico y nitrógeno.

H' La distribución del macrobentos abisal es homogénea en la planicie abisal.

H° La distribución del macrobentos abisal es heterogénea en la planicie abisal.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Describir la estructura comunitaria del macrobentos abisal en la inmediación de un domo salino y los factores ambientales asociados.

6.2. Objetivos particulares

- ❖ Describir y analizar la estructura comunitaria del macrobentos (riqueza taxonómica, densidad y biomasa) y los factores ambientales (tamaño de grano, carbono orgánico y nitrógeno, clorofila *a*).
- ❖ Establecer el grado de similitud de la estructura comunitaria de las diferentes localidades.
- ❖ Analizar la variabilidad de la estructura comunitaria y los factores ambientales entre las estaciones del transecto del domo salino y la estación más alejada.
- ❖ Evaluar la relación entre los factores ambientales de las estaciones y la estructura comunitaria del macrobentos, y su relación con el domo salino.

7. MATERIAL Y METODOS

7.1. TRABAJO DE CAMPO

Las muestras se recolectaron a bordo del B/O Justo Sierra durante la campaña oceanográfica SIGSBEE 7 en Junio de 2004, en seis estaciones en la planicie abisal Sigsbee en una zona donde se presentan domos salinos, en la porción central del Golfo de México. (Tabla 2 y Fig. 2).

7.1.1. Muestreo del macrobentos y sedimento. Las muestras de sedimento se obtuvieron con un nucleador múltiple con subréplicas de 10 cm de diámetro con 1 m de profundidad y un área de 0.007854 m². Las muestras del macrobentos se tomaron los primeros 15 cm superficiales en cuatro subréplicas que se fijaron (prefijación) en etanol al 96%. Tres subréplicas adicionales permitieron determinar el tamaño de grano, el contenido de carbono orgánico (C_{org}) y nitrógeno (N), clorofila *a* (Chl *a*). El sedimento de las cuatro réplicas de macrobentos se tamizó a bordo, a través de una malla con abertura de 250 µm para retener solamente el macrobentos siguiendo la estrategia descrita en Gage *et al.* (2002). El material retenido en el tamiz se postfijó con etanol 70% añadiendo Rosa de Bengala como tinción vital para facilitar su separación posterior; éste se guardó en frascos de vidrio rotulados con el nombre de la campaña, estación y número de réplica. Para el análisis de carbono orgánico y nitrógeno las muestras de sedimento superficial se congelaron a bordo y, se analizaron en el laboratorio. Las muestras para el análisis de tamaño de grano del sedimento se colocaron en frascos de vidrio etiquetados.

7.1.2. Muestreo de agua de fondo. Las muestras de agua de fondo fueron colectadas con botellas Niskin de 10 litros montadas en la roseta CTD Delta Mark III C24 WOOCE de General Oceanic. El agua fue filtrada con equipo MILLIPORE, donde se utilizaron filtros de 47 mm de diámetro y se guardaron en un congelador a -10°C, para realizar el análisis de concentración de clorofila *a*.

7.2. TRABAJO DE LABORATORIO

7.2.1. Estructura comunitaria

Caracterización del macrobentos. La muestra de sedimento se tamizó en el laboratorio enjuagando con agua corriente el etanol. Los organismos se separaron bajo un microscopio de disección a quince aumentos en caja Petri. Los organismos se identificaron al nivel jerárquico taxonómico más alto posible con base en el sistema de clasificación propuesto por Brusca y Brusca (2003). Posteriormente los organismos se colocaron en viales organizados por taxón y se postfijaron con etanol al 70% y etiquetaron. Cada vial se rotuló con los datos de la campaña oceanográfica, estación y réplica. Los datos obtenidos se capturaron en bitácoras de laboratorio que se incorporaron en hojas de cálculo. Para determinar la densidad expresada en unidades de ind.m⁻². Los valores se transformaron usando una regla de tres a partir de los valores de abundancia obtenida en el área de cada núcleo, siendo ésta 0.007854 m², para llevar a cabo una comparación con otros estudios a nivel mundial.

La biomasa se obtuvo en gramos de peso húmedo fijado (g.phf) en una balanza analítica Sartorius efectuando el cálculo por taxón y por réplica. Los datos obtenidos se transformaron de g phf a g C con base en las constantes de transformación de biomasa propuestos por Rowe (1983) para cada grupo del macrobentos, y expresados como gC.m⁻² para llevar a cabo una intercomparación con otros estudios en la región y otras localidades del mar profundo en los trópicos.

7.2.2. Factores ambientales

Tamaño de grano. El análisis del tamaño de grano se realizó con el equipo láser Coulter Modelo LS230 (Small Volume Modulo Plus). Se evaluó el tamaño de las partículas por difracción del haz de luz láser en aproximadamente 0.1 g de muestra seca por triplicado a sextuplicado. La difracción es usada como estrategia para analizar las partículas que atraviesan el haz de luz. El análisis granulométrico y de los factores texturales se realizó en partículas con un intervalo de tamaño de 0.04 a 2 000 µm. Las gravas, cuando estuvieron presentes, se tamizaron con un tamiz de abertura de 2 mm (2 000 µm) (Gray, 1981), separándolas de las arenas y lodos, y cuantificándolas al final, reajustándose los valores totales de la muestra. En

muestras húmedas se tomó una porción homogénea representativa de la muestra y en un vaso de precipitado de 50 mL se disgregaron las partículas con 30 mL de una solución dispersante de hexametáfosfato de sodio (100 g en 1 litro de agua destilada) por 24 horas. La muestra se agitó, se homogenizó y se adicionó al equipo láser con una pipeta Pasteur, encendido éste con anticipación por lo menos 2 horas que permitiera estabilizar la temperatura del instrumento. Una muestra aceptable da un 8 a 12% de turbidez. La información analizada se reflejó gráficamente en porcentaje de volumen de muestra vs diámetro de partículas y en un listado de todos tamaños de partículas detectados. Los valores permitieron calcular los factores estadísticos (texturales) (Tabla 3) de cada muestra, siendo éstos el tamaño de grano promedio, M_z ; desviación estándar, σ_i ; grado de asimetría gráfica inclusiva S_{k_i} , y curtosis, K_G . (Folk, 1974), que se describieron con las siguientes ecuaciones (Folk, 1974).

Promedio gráfico (media); $M_z = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$ (Resultado = ver en la escala de tamaños en tabla 3).

$$\text{Desviación estándar gráfica inclusiva } \sigma_i = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

< 0.35 ϕ	muy bien clasificado
0.35 a 0.50	bien clasificado
0.50 a 0.71	moderadamente bien clasificado
0.71 a 1.0	moderadamente clasificado
1.0 a 2.0	mal clasificado
2.0 a 4.0	muy mal clasificado
> 4.0 ϕ	extremadamente mal clasificado

$$\text{Grado de asimetría gráfica; } S_{k_i} = \frac{\phi_{16} - \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

desde 1.00 a 0.30	muy asimétrico hacia los finos
0.30 a 0.10	asimétrico hacia los finos
0.10 a -0.10	asimétrico
-0.10 a -0.30	asimétrico hacia los gruesos

-0.30 a -1.00 muy asimétrico hacia los gruesos

$$\text{Curtosis gráfica; } K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

< 0.67 muy platicúrtico

0.67 a 0.90 platicúrtico

0.90 a 1.11 mesocúrtico

1.11 a 1.50 leptocúrtico

1.50 a 3.00 muy leptocúrtico

> 3.00 extremadamente leptocúrtico

Tabla 3. Escala de tamaños de grano. Clasificación de Wentworth de los tamaños de las partículas y escala phi, tomado de Gray (1981). Std.= Estándar.

Unidades	Diámetros		No. de Mallas		Término
	ϕ	Mm	µm	Tyler Std.	U.S. Std.
-3.00	8	8 000	2 ½	0.3125	G R A V A S S
-2.75	6.727	6 727	3	0.265	
-2.50	5.657	5 657	3.5	3 ½	
-2.25	4.757	4 757	4	4	
-2.00	4	4 000	5	5	
-1.75	3.364	3 364	6	6	
-1.50	2.828	2 828	7	7	
-1.25	2.378	2 378	8	8	
-1.00	2	2 000	9	10	
-0.75	1.682	1 682	10	12	
-0.50	1.414	1 414	12	14	
-0.25	1.189	1 189	14	16	
0.00	1	1 000	16	18	
0.25	0.841	841	20	20	

0.50	0.707	707	24	25	A S
0.75	0.595	595	28	30	
1.00	0.5	500	32	35	
1.25	0.42	420	35	40	
1.50	0.354	354	42	45	
1.75	0.297	297	48	50	
2.00	0.25	250	60	60	
2.25	0.21	210	65	70	
2.50	0.177	177	80	80	
2.75	0.149	149	100	100	
3.00	0.125	125	115	120	
3.25	0.105	105	150	140	
3.50	0.088	88	170	170	
3.75	0.074	74	200	200	
4.00	0.062	62	250	230	—————
4.25	0.053	53	270	270	
4.50	0.044	44	325	325	
4.75	0.037	37	400	400	
5.00	0.031	31			L I M O S
5.25	0.026	26			
5.50	0.023	23			
5.75	0.019	19			
6.00	0.016	16			
6.25	0.0131	13.1			
6.50	0.011	11			
6.75	0.0093	9.3			
7.00	0.008	8			
7.50	0.0055	5.5			
8.00	0.004	4			—————
8.50	0.00275	2.75			

9.00	0.002	2		A
9.50	0.00138	1.38		R
10.00	0.001	1		C
10.50	0.00069	0.69		I
11.00	0.00049	0.49		L
11.50	0.00034	0.34		L
12.00	0.00024	0.24	—————	L
13.00	0.00012	0.12		A
14.00	0.000061	0.06	COLOIDES	S
15.00	0.000031	0.03		

Análisis elemental carbono orgánico y nitrógeno. El análisis de carbono orgánico y nitrógeno requirió descongelar el sedimento que se colocó en cápsulas de porcelana para acidular con una solución de HCl 0.2 N y con ello eliminar el exceso de carbonatos. La muestra se enjuagó con agua bidestilada para eliminar el exceso de ácido y se dejó evaporar a temperatura ambiente en una campana de evaporación. El sedimento seco se tamizó homogeneizándose a través de una malla de 0.25 mm y se colocó en viales de vidrio debidamente etiquetados para el análisis de C_{org} y N. El contenido de carbono orgánico y nitrógeno se determinó por triplicado en un analizador elemental FISON model EA1108 siguiendo la técnica de Pella (1990).

Análisis de clorofila a. Se realizó el análisis de clorofila a en sedimento y columna de agua que contempló descongelar las muestras a temperatura ambiente en el laboratorio, ya descongeladas éstas se agregaron a 17 mL de sedimento de muestra, 10 mL de acetona al 90% para comenzar la extracción. Los tubos se mantuvieron en oscuridad y a 4°C no rebasando 24 horas para evitar la degradación de la clorofila a. Se procedió a centrifugar cada muestra a 1 700 rpm durante 15 minutos. Se tomó el sobrenadante con una pipeta y se colocó en cubetas de 15 mL para tomar lectura en un fluorómetro de mesa 10-AU Turner Desings, en el cual se analizaron las muestras en un espectro de fluorescencia a una longitud de onda de 680 nm, para obtener valores totales de clorofila a los cuales se expresaron en $\mu g.cm^{-2}$ (Arar y Collins, 1997).

Se procedió a hacer diluciones en el caso de muestras que presentaron concentraciones altas, fuera del intervalo del fluorómetro, por lo que la concentración de clorofila se obtuvo

recalculando los valores. Al valor registrado en fluorómetro se le restó el valor del blanco (acetona 90%); este valor se multiplicó por el factor de dilución. El resultado se multiplicó a la vez por el volumen final del extracto con acetona. Finalmente, se expresó la concentración de clorofila *a* en $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, considerando el número de diluciones (Estrada-Santillán, 2004).

7.3. ANÁLISIS DE DATOS

La comparación de la densidad, biomasa, riqueza taxonómica y de los factores ambientales contenidos en el sedimento como el carbono orgánico, nitrógeno, tamaño de grano, clorofila *a* y clorofila *a* en columna de agua, específicamente la de agua de fondo entre estaciones se realizó con un ANOVA de una vía para establecer las diferencias entre estaciones, y se apoyó con gráficas de caja y bigote de análisis exploratorio de datos.

Para comparar la similitud de la composición taxonómica 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. Se realizó un dendrograma de similitud utilizando el programa de Biodiversity Professional versión 2.

Para evaluar la relación entre la estructura comunitaria y los factores ambientales se aplicó una regresión lineal y solamente aquellos factores que la presentaron se graficaron con el factor de la estructura comunitaria.

La variabilidad entre los factores de la estructura comunitaria y los factores ambientales se evaluaron utilizando los métodos de ordenación restringida; el análisis de correspondencia canónica (CCA) y el análisis de redundancia (RDA). Los resultados del análisis de correspondencia canónica (CCA) se interpretaron por medio de la librería “vegan” del lenguaje estadístico R¹. Para lo cual se utilizó la presencia y ausencia de los diferentes taxa. Este análisis (CCA) permitió probar la varianza entre las localidades donde se realizaron las recolectas, para describir los patrones de distribución y establecer los factores de profundidad, presencia de domo salino, contenido de carbono orgánico, contenido de nitrógeno, proporción carbono/nitrógeno, clorofila *a* en el agua de fondo de la columna de agua, porcentaje de arenas, limos y arcillas, a los cuales pudieran ser afines los taxa a partir de este análisis. Los grupos taxonómicos y las localidades se ordenaron en una dimensión y el vector de las variables ajustadas creó un ordenamiento unidimensional nuevo. Los resultados se expresaron como diagramas de doble representación o proyección ordenada de taxa y localidades, y se interpretaron a partir de las variables que describen los ejes X y Y (descritas anteriormente)

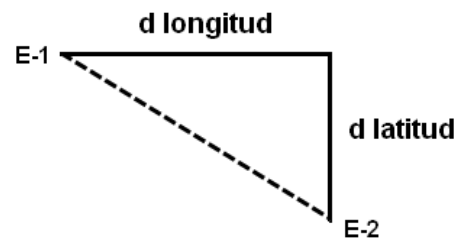
donde los taxa se expresaron como puntos en el espacio, y las flechas sólidas representaron los factores. Para establecer la distancia entre los puntos se utilizó Ji cuadrada (χ^2). Para ello se empleó el programa R Development Core Team¹.

El RDA se empleó para ver el efecto de los factores sobre las abundancias de los grupos taxonómicos. Los resultados del análisis de redundancia (RDA) se interpretaron por medio de la librería “vegan” del lenguaje estadístico R¹. Para ello la abundancia de los diferentes taxa se transformaron por medio de la constante de Hellinger siguiendo la estrategia descrita en Legendre y Gallagher (2001). La transformación de Hellinger consta de dos etapas, la primera es transformar a abundancias relativas los valores por localidad, después se transforman a raíz cuadrada. La transformación elimina las dobles ausencias de las localidades a comparar y la raíz cuadrada reduce la influencia de las especies más abundantes. Este análisis permitió probar la varianza entre las localidades donde se realizaron las recolectas, para describir los patrones de distribución y establecer los factores de profundidad, presencia de domo salino, contenido de carbono orgánico, contenido de nitrógeno, proporción carbono/nitrógeno, clorofila *a* en el agua de fondo de la columna de agua, proporción de arenas, limos y arcillas, a los cuales pudieran ser afines los taxa a partir de este análisis. Los grupos taxonómicos y las localidades se ordenaron en una dimensión y el vector de las variables ajustadas creó un ordenamiento unidimensional nuevo. Los resultados se expresaron como diagramas de doble representación o proyección ordenada de taxa y localidades, y se interpretaron a partir de las variables que describen los ejes X y Y (descritas anteriormente) donde los taxa se expresaron como puntos en el espacio, y las flechas sólidas representaron los factores. Se estableció la distancia entre los puntos por medio de la diferencia de varianzas. Para ello se empleó el programa R Development Core Team¹.

Para calcular la distancia del domo salino con respecto a las demás estaciones se utilizó la fórmula polinomial, la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de las distancias, con el programa Google Earth[®] versión 4.2.

$$r^2 [(diferencia\ de\ longitud)^2 + (diferencia\ de\ latitud)^2]$$

r^2 = raíz cuadrada; d= diferencia



¹ R Development Core Team, 2005. R. 2.1.1: A Language and Environment for Statistical Computing. Versión 2.1.1.

8. RESULTADOS

8.1. ESTRUCTURA COMUNITARIA

Composición taxonómica. De las muestras se separó un total de 321 organismos del macrobentos de los cuales se reconocieron 18 grupos taxonómicos. Estos grupos taxonómicos se identificaron a diferentes niveles taxonómicos: a nivel phylum (11), 3 a nivel subphylum, 10 a nivel clase, 5 a nivel subclase, 1 a nivel superorden, 5 a nivel orden y 1 a nivel familia, siendo el nivel jerárquico más especializado en que se determinó a los organismos (Tabla 4).

Tabla 4. Grupos taxonómicos identificados de las muestras de macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino. La clasificación sigue la clasificación de Brusca y Brusca (2003). Abreviaturas: (N.C.) Nombre Común.

Phylum	Subphylum	Clase	Subclase	Superorden	Orden	Familia	N.C.	
Porifera							Esponja	
Cnidaria		Hydrozoa					Hidroide	
Platyhelminthes		Turbellaria					Turbelario	
Nematoda							Nemátodo	
Annelida		Polychaeta					Poliqueto	
		Clitellata	Oligochaeta				Oligoqueto	
Priapula						Priapulidae	Priapulido	
Mollusca		Bivalvia					Bivalvo	
Arthropoda	Crustacea	Maxillopoda	Ostracoda				Ostrácodo	
			Copepoda				Copépodo	
		Malacostraca	Eumalacostraca	Peracarida	Cumacea			Cumáceo
					Tanaidacea			Tanaidáceo
					Isopoda			Isópodo
					Amphipoda			Anfípodo
	Cheliceriformes	Chelicerata	Arachnida		Acari	Acaro		
Sipuncula		Sipunculida				Sipuncúlido		
Bryozoa						Briozoarío		
Chordata	Urochordata	Ascidiacea				Ascidia		

Riqueza taxonómica. La riqueza taxonómica reconocida en las seis estaciones presentó un intervalo de valores de 4.25 ± 0.96 a 6.75 ± 0.96 grupos taxonómicos ($n=18$) entre las seis estaciones (Tabla 5), reconociéndose los valores más bajos sobre el domo salino (E-2). Los valores de la riqueza taxonómica entre las seis localidades no variaron significativamente (ANOVA $F_{(5,18)} = 1.92$, $p = 0.14$, Fig. 3). La estación E-2 (sobre el domo salino) con respecto a las estaciones E-3 y E-6, ubicadas corriente abajo, mostraron diferencias significativas (ANOVA $F_{(1,6)} = 21.43$, $p = 0.00$ y de $F_{(1,6)} = 21.43$ y $p = 0.00$ respectivamente) (Tabla 8).

Tabla 5. Valores promedio (\bar{X}) y desviación estándar (σ) de la riqueza taxonómica por estación ($n=6$) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.

Estación	Profundidad (m)	Riqueza Taxonómica ($\bar{X} \pm \sigma$)
E-1	3 740	5.50±1.29
E-2	3 734	4.25±0.96
E-3	3 664	6.75±0.96
E-4	3 651	5.50±1.91
E-5	3 654	5.50±1.91
E-6	3 734	6.75±0.50

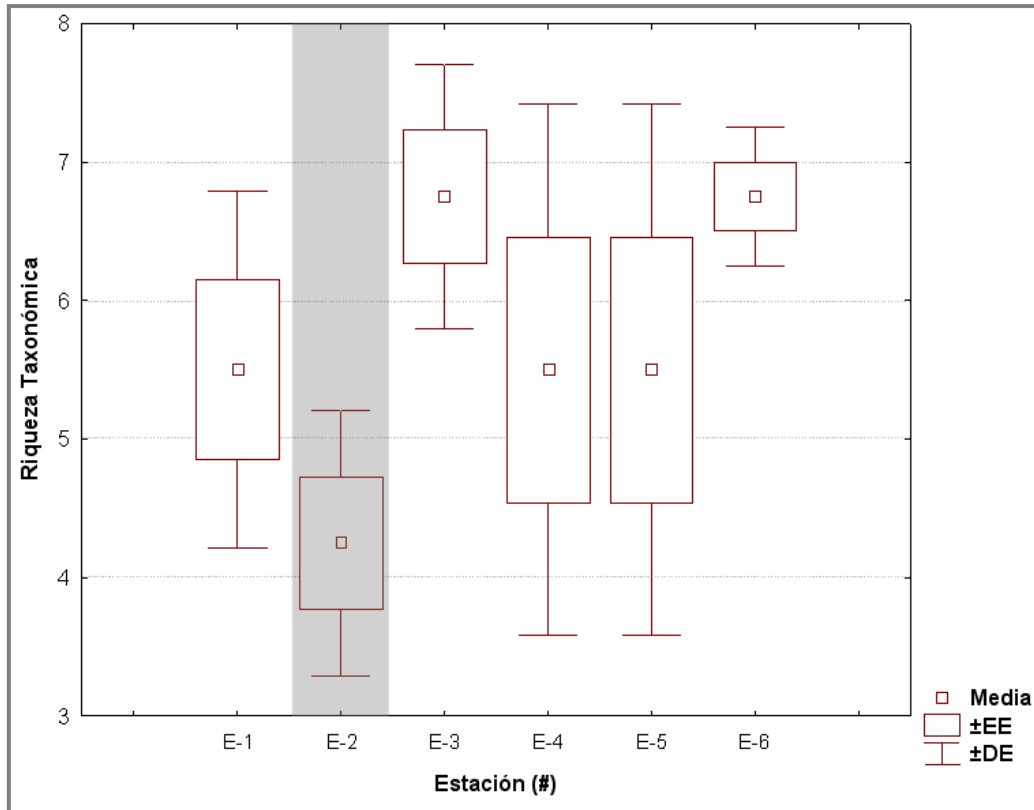


Figura 3. Variación de los valores promedio por estación de la riqueza taxonómica ($n=18$) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México. La estación correspondiente al domo salino se encuentra sombreada. Abreviaturas: (EE); Error estándar, (DE); Desviación Estándar.

Similitud taxonómica. La similitud de la abundancia de los grupos taxonómicos la conformaron tres grupos (Fig. 4). El primer grupo (G1) lo conformó la estación 2 donde se encuentra el domo salino que se caracterizó por presentar la menor abundancia de organismos con respecto a las otras estaciones. El segundo grupo (G2) lo conformaron las estaciones que tienen características típicas abisales, las cuales registraron valores de abundancia de organismos similares (E-3, E-4, E-5 y E-6), cuya similitud promedio entre ellas fue de 73%. El tercer grupo (G3) lo conformó solo la estación E-1 la cual se caracterizó por presentar una abundancia más baja que la de las estaciones del grupo G2. La matriz de similitud de Bray-Curtis se presenta en el apéndice II.

Análisis de Cluster Bray-Curtis (ligamento promedio simple)

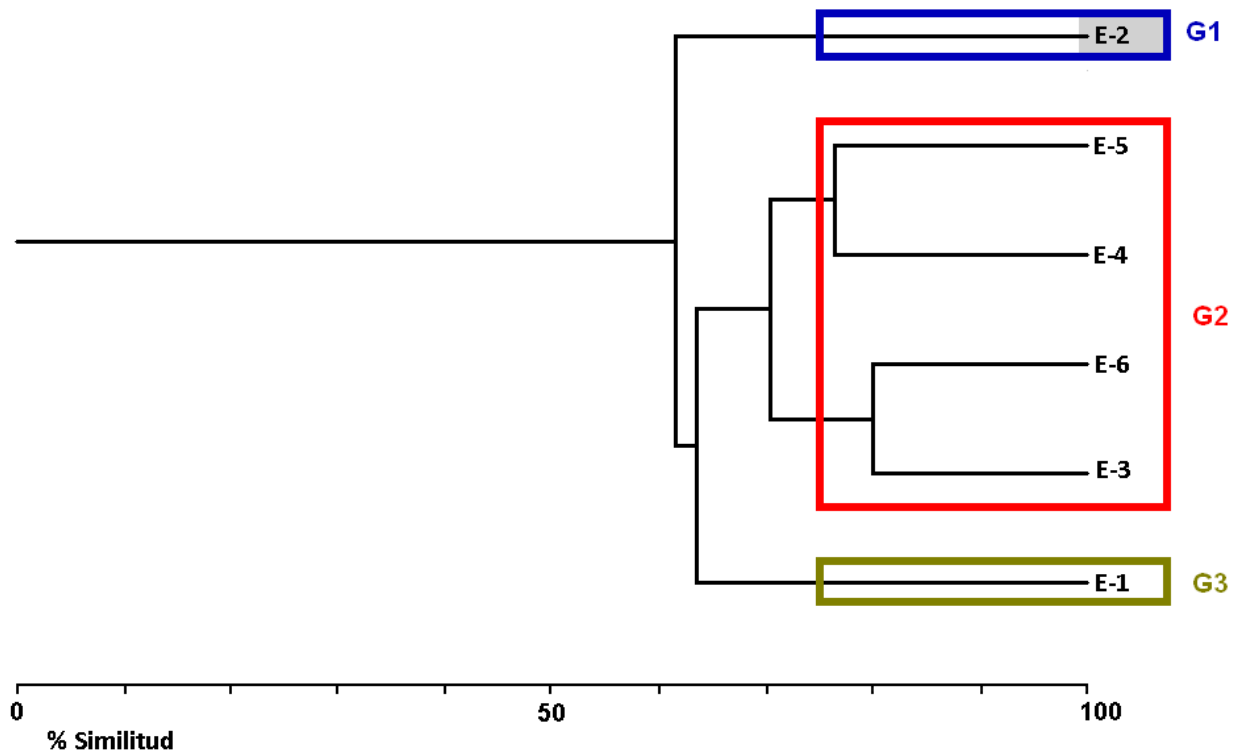


Figura 4. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis. Grupos G1, G2 y G3 regenerados a partir de la similitud en la abundancia de los grupos taxonómicos de las localidades de la inmediación del domo salino en la plataforma abisal del Golfo de México; la estación ubicada sobre el domo salino se presenta sombreada.

Densidad. La densidad del macrobentos reconocida en las seis estaciones obtuvo un intervalo de valores de 2069 ± 708 a 1273 ± 180 ind.m⁻² (n=18, Tabla 6), reconociéndose los valores más bajos de densidad en la estación E-2 (sobre el domo salino). La E-1 (inmediata a la estación del domo salino), presentó valores similarmente bajos. Los grupos taxonómicos que aportaron las densidades promedio más elevadas fueron los nemátodos con 695 ind.m⁻² (40.8%), los copépodos con 249 ind.m⁻² (14.6%) y los poliquetos con 223 ind.m⁻² (13.4%). Los valores de densidad entre las seis localidades no variaron significativamente (ANOVA $F_{(5,18)}=1.60$, $p=0.21$, Fig. 5). En el apéndice I se muestran los valores de abundancia, a partir de los cuales se calculó la densidad.

Tabla 6. Valores promedio (\bar{X}) y desviación estándar (σ) de la densidad por estación (n=6) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.

Estación	Profundidad (m)	Densidad (ind.m ⁻²) ($\bar{X} \pm \sigma$)
E-1	3740	1305±318
E-2	3734	1273±180
E-3	3664	2069±708
E-4	3651	1751±481
E-5	3654	1751±513
E-6	3734	2069±847

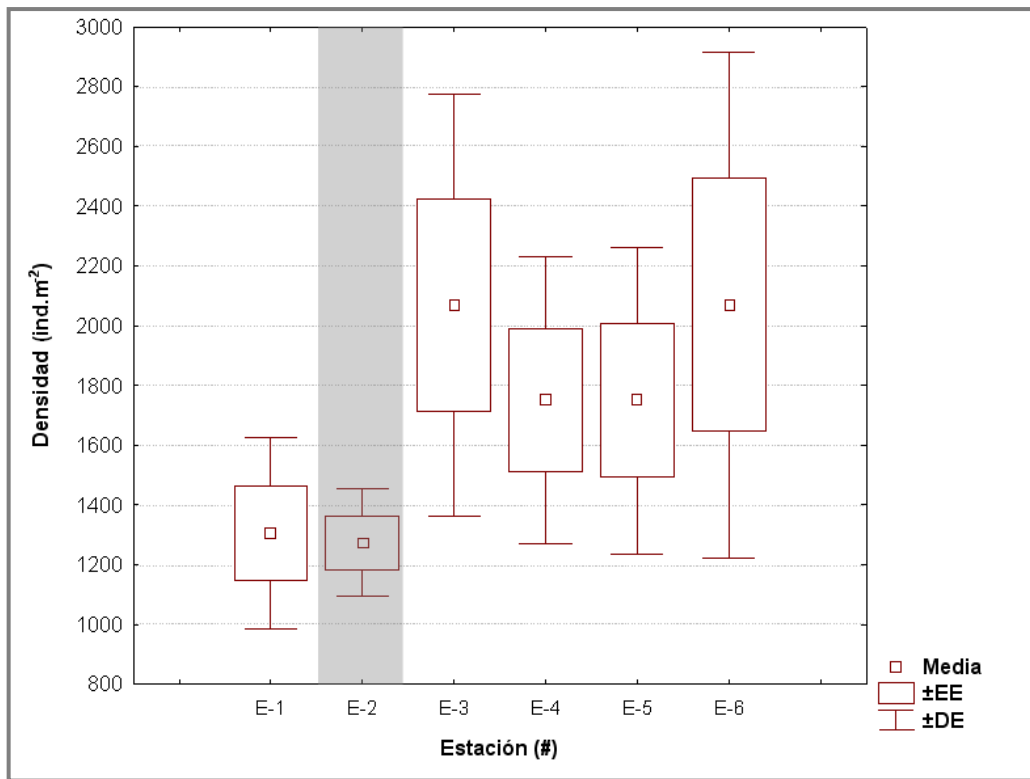


Figura 5. Variación de los valores promedio por estación de la densidad (n=18) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Biomasa. En los valores de la biomasa del macrobentos se reconoció un intervalo de 0.039 ± 0.002 a 0.028 ± 0.010 gC.m⁻² (Tabla 7). La estación donde se encuentra el domo salino (E-2) presentó el valor de biomasa más bajo y con una dispersión mayor de sus variables (error estándar), junto con la E-4 que presentó la mayor dispersión de variables, que presentó valores elevados y bajos de biomasa en una misma estación. La E-1 que se encuentra antes de la E-2 tiene un valor de biomasa similar al de las estaciones E-3, E-5 ésta última, que presentó el valor más elevado y E-6. La variación de la biomasa entre estaciones no fue significativa (ANOVA, $F_{(5,18)} = 1.13$, $p = 0.38$ (Fig. 6).

En la estación 3 y réplica 1 se separó un poliqueto de gran tamaño que registró valores de biomasa peso húmedo fijado de 0.015 mg (0.097 gC.m⁻²). Este organismo se incluyó sólo en la relación de la biomasa con los factores ambientales.

Tabla 7. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de la biomasa por estación (n=6) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México.

Estación	Profundidad (m)	Biomasa gC.m ⁻² ($\bar{x} \pm \sigma$)
E-1	3 740	0.034±0.003
E-2	3 734	0.028±0.010
E-3	3 664	0.037±0.005
E-4	3 651	0.037±0.011
E-5	3 654	0.039±0.002
E-6	3 734	0.037±0.005

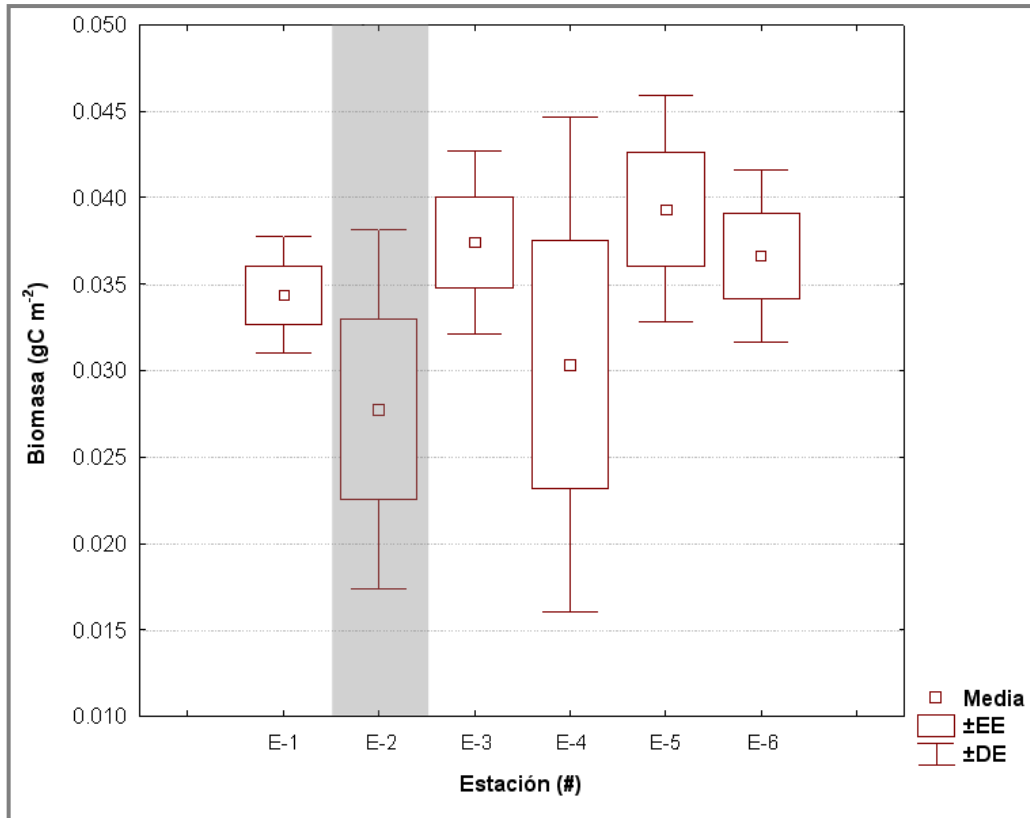


Figura 6. Variación de los valores promedio por estación de la biomasa ($n=18$) del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

8.2. FACTORES AMBIENTALES

En la tabla 8 se muestran los valores promedio de los factores ambientales contenidos en la capa superficial del sedimento que caracterizaron el ambiente sedimentario de las estaciones muestreadas (i.e. profundidad, tamaño de grano, carbono orgánico, nitrógeno, proporción carbono/nitrógeno, clorofila *a* y clorofila *a* en el agua de fondo de la columna de agua). La proporción carbono/nitrógeno (C/N) más elevada se registró en la estación E-2, donde se encuentra el domo salino. La mayor concentración de carbono orgánico y nitrógeno se presentó en la estación E-3. El contenido de clorofila *a* en sedimento y el porcentaje de arena presentaron un incremento en la estación E-6 y los valores de la clorofila *a* de agua de fondo junto con el porcentaje de limo y arcilla aumentaron en la estación E-1.

Tabla 8. Valores promedio (\bar{X}) y desviación estándar (σ) de los factores ambientales de las estaciones muestreadas, la estación E-2 correspondiente al domo salino se presenta sombreada (n=6). Abreviaturas: (C_{org}) carbono orgánico, (N) nitrógeno, (C/N) proporción carbono orgánico/nitrógeno, (Chl) Clorofila.

Estación	Profundidad (m)	Arena (%)	Limos (%)	Arcilla (%)	C_{org} (%)	N (%)	C/N	Chl a $\mu\text{g.cm}^{-2}$ Sedimento	Chl a $\mu\text{g.L}$ Agua de fondo
		($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)	($\bar{X} \pm \sigma$)
E-1	3 740	13.68±0.00	44.10±0.00	42.22±0.00	0.92±0.01	0.14±0.01	6.68±0.21	101.93±108.72	0.74±0.00
E-2	3 734	23.97±6.42	38.69±5.60	37.35±9.38	1.14±0.10	0.15±0.00	7.62±0.68	6.40±4.87	0.55±0.00
E-3	3 664	36.71±7.07	30.25±5.63	33.04±4.79	1.23±0.00	0.17±0.00	7.24±0.00	19.03±24.95	0.59±0.00
E-4	3 651	26.78±9.71	39.04±3.92	34.18±10.93	1.09±0.00	0.15±0.00	7.27±0.00	223.33±129.43	0.58±0.00
E-5	3 654	23.66±8.00	37.41±9.14	38.93±5.48	0.94±0.01	0.14±0.00	6.73±0.04	164.19±50.40	0.53±0.00
E-6	3 734	48.70±4.92	25.32±4.15	25.98±6.73	1.00±0.01	0.14±0.00	7.14±0.06	363.05±166.35	0.64±0.00

Tamaño de grano. Se reconocieron tres clases de tamaño de grano que comprendieron a las arenas, limos y arcillas. La proporción de limos se caracterizó por presentar el mayor porcentaje del tamaño de grano (44%), consecutivamente en menor proporción las arcillas (42%) y con una mínima proporción las arenas (14%) (Fig. 7). Los valores de los parámetros estadísticos granulométricos, como son el promedio gráfico (M_z), desviación estándar gráfica inclusiva (σ_i), grado de asimetría gráfica (Sk_i) y curtosis gráfica (K_G) se presentan en el apéndice III.

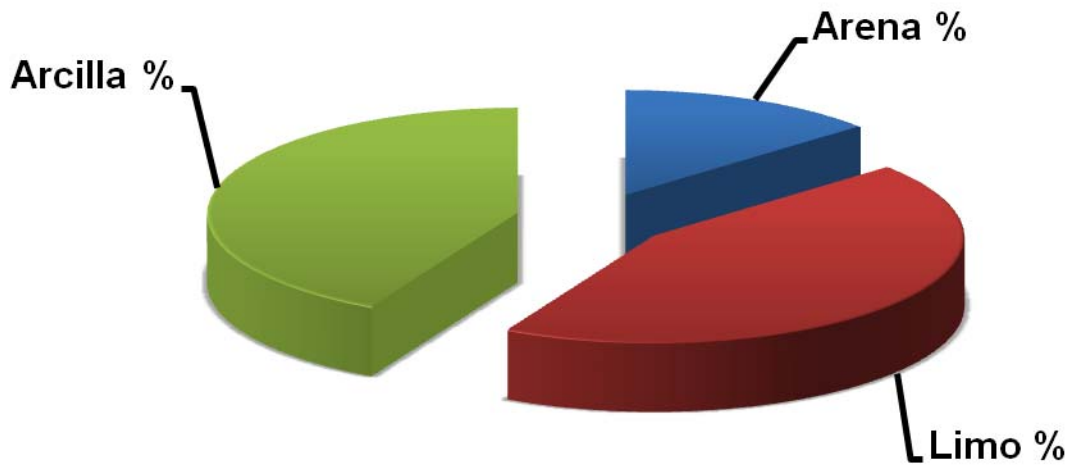


Figura 7. Porcentaje de las tres clases reconocidas de tamaño de grano: arena, limo y arcilla de las estaciones muestreadas en las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México (n=6).

Arena. Los valores porcentuales de arena registraron un intervalo de 13.68 ± 0.00 a 48.70 ± 4.92 . El valor promedio de arena más bajo se presentó en la estación E-1 (13.68%), las estaciones E-4 y E-2, estación propia del domo salino, mostraron valores similares (23%) y la estación E-6 se caracterizó por mostrar el valor más elevado (48%) de todas las estaciones muestreadas. Se reconoció una variación significativa del porcentaje de arena entre estaciones (ANOVA, $F_{(5,18)} = 12.10$, $p = 0.00$) (Fig. 8).

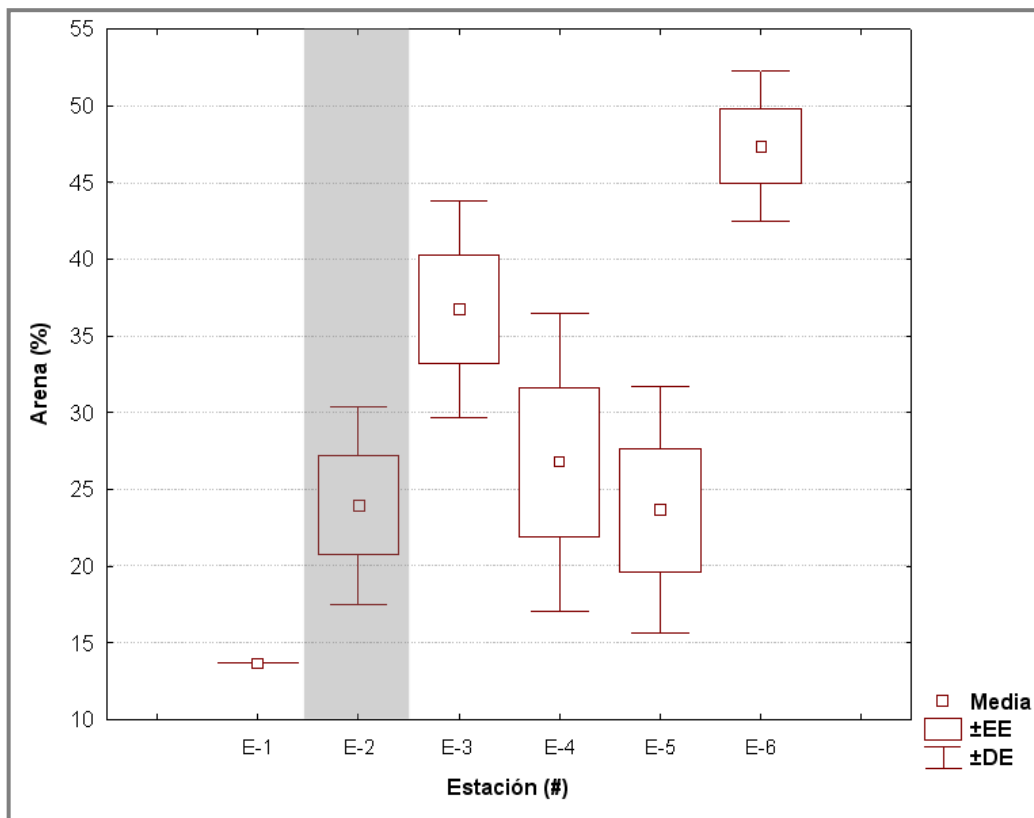


Figura 8. Variación del porcentaje de arena promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Limo. El porcentaje de limo obtuvo un intervalo de valores de 25.32 ± 4.15 a 44.10 ± 0.00 . El valor más elevado (44%) se presentó en la estación E-1, las estaciones E-2, estación propia del domo salino, E-4 y E-5 presentaron valores similares (~38%), la estación E-3 mostró una disminución del porcentaje de limo (30%), mientras que E-6 registró el valor más bajo (25%) del porcentaje de limo. La variación del porcentaje de limo entre estaciones fue significativa (ANOVA, $F_{(5,18)} = 6.49$, $p = 0.00$) (Fig. 9).

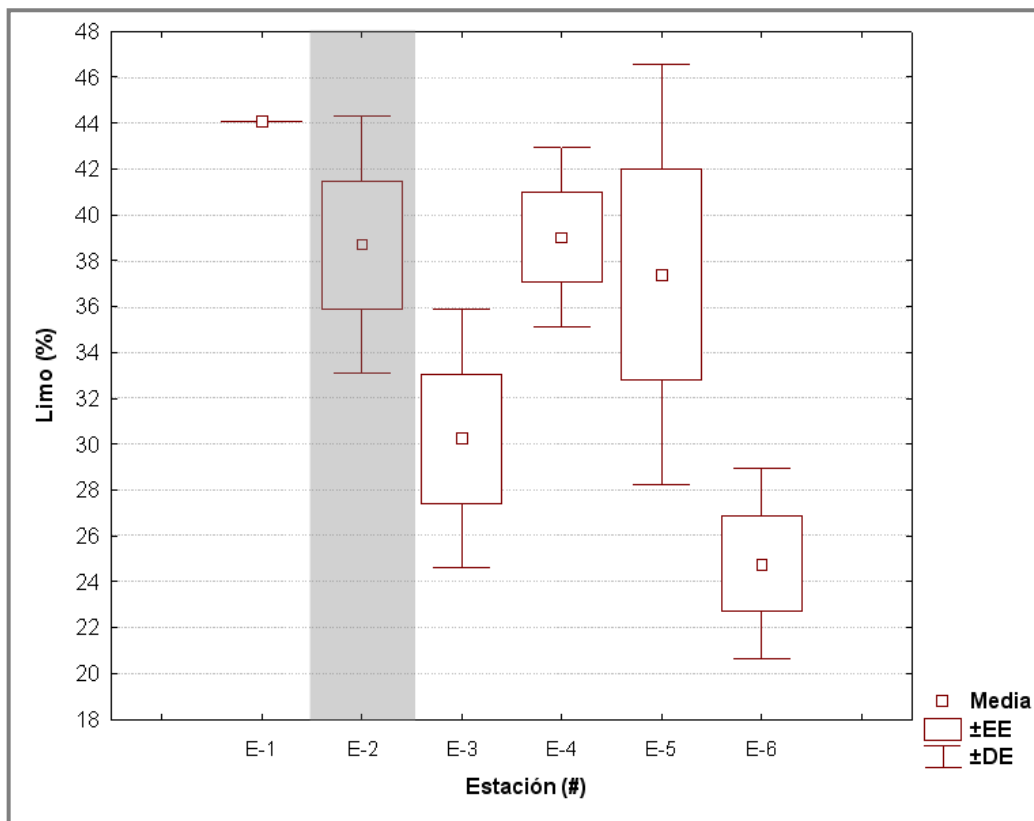


Figura 9. Variación del porcentaje de limo promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se encuentra sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Arcilla. El porcentaje de arcilla obtuvo un intervalo de valores de 25.98 ± 6.73 a 42.22 ± 0.00 siendo la estación E-1 la que presentó el valor más alto (42%). La estación E-6 registró el valor más bajo del porcentaje de arcilla (26%). La E-2, estación propia del domo salino, junto con la E-5 registraron porcentajes de arcilla similares ($\sim 38\%$), así como las estaciones E-3 y E-4 ($\sim 34\%$). No se reconoció una variación significativa entre estaciones en el porcentaje de arcilla (ANOVA, $F_{(5,18)} = 1.99$, $p = 0.13$) (Fig. 10).

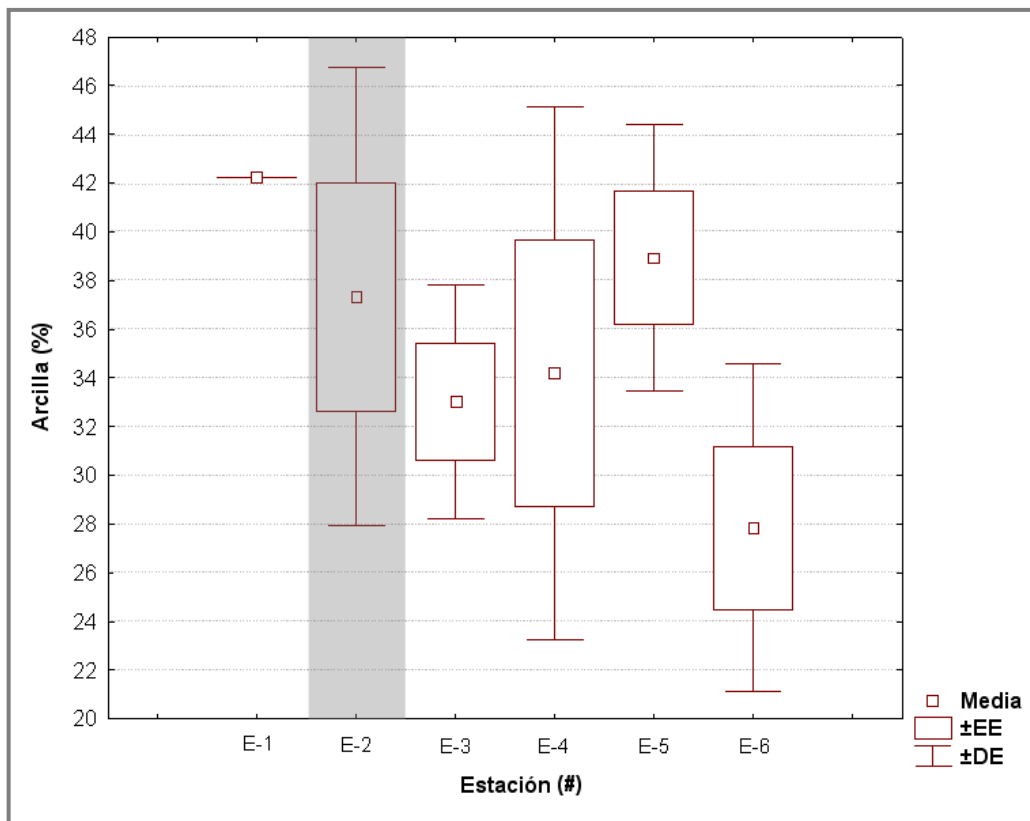


Figura 10. Variación del porcentaje de arcilla en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estaciones. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Carbono orgánico. Los valores porcentuales de carbono orgánico presentaron un intervalo de 1.23 ± 0.00 a 0.92 ± 0.00 . El valor promedio más elevado se registró en la estación E-3 (1.23%), mientras que el porcentaje más bajo se registró en las estaciones E-5 (0.94%) y E-1 (0.92%). La estación E-2, propia del domo salino, presentó un porcentaje ligeramente más elevado (1.14%) al de las estaciones E-4 (1.09%) y E-6 (1.00%). Los valores de carbono orgánico mostraron una variación significativa entre estaciones (ANOVA, $F_{(5,18)} = 33.73$, $p = 0.00$) (Fig. 11).

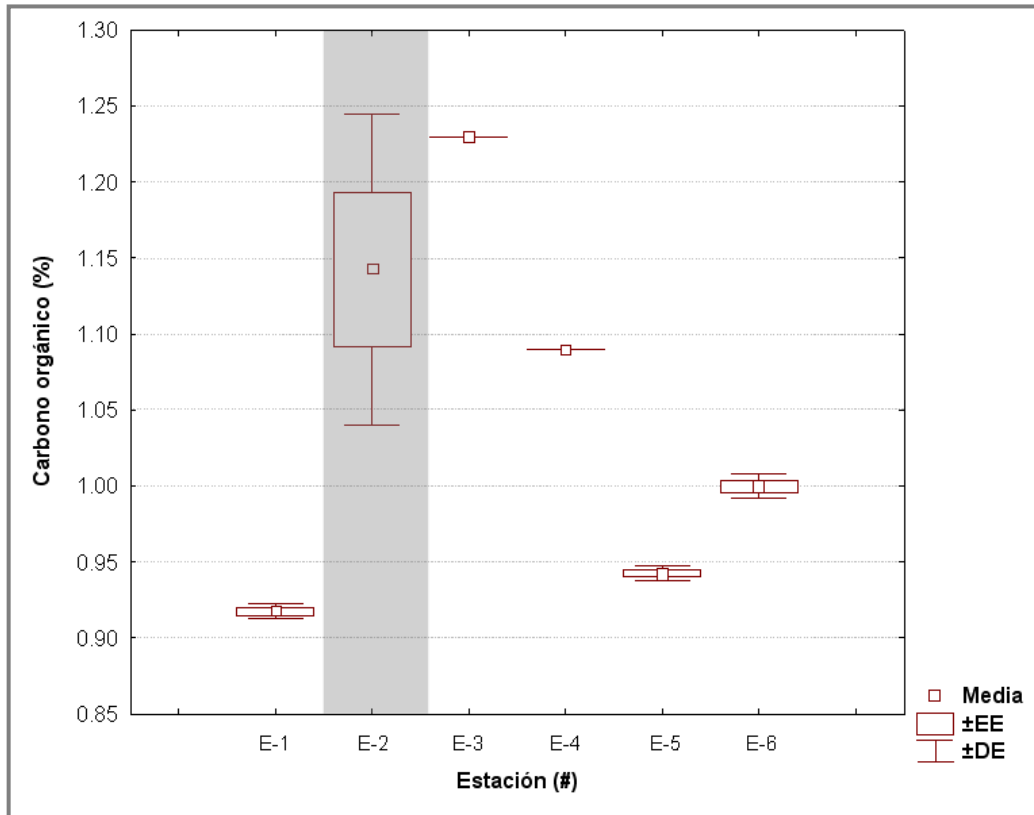


Figura 11. Variación del porcentaje promedio de carbono orgánico en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Nitrógeno. El porcentaje de nitrógeno registró un intervalo de valores de 0.17 ± 0.00 a 0.14 ± 0.00 . La estación E-3 registró el porcentaje más alto de nitrógeno (0.17%), mientras que las estaciones E-1, E-5 y E-6 mostraron el porcentaje más bajo (0.14%). Las estaciones E-2 (sobre el domo salino) y E-4 registraron porcentajes similares (0.15%). La variación del porcentaje de nitrógeno entre estaciones fue significativa (ANOVA $F_{(5,18)}=140.2$ y $p=0.00$). (Fig. 12).

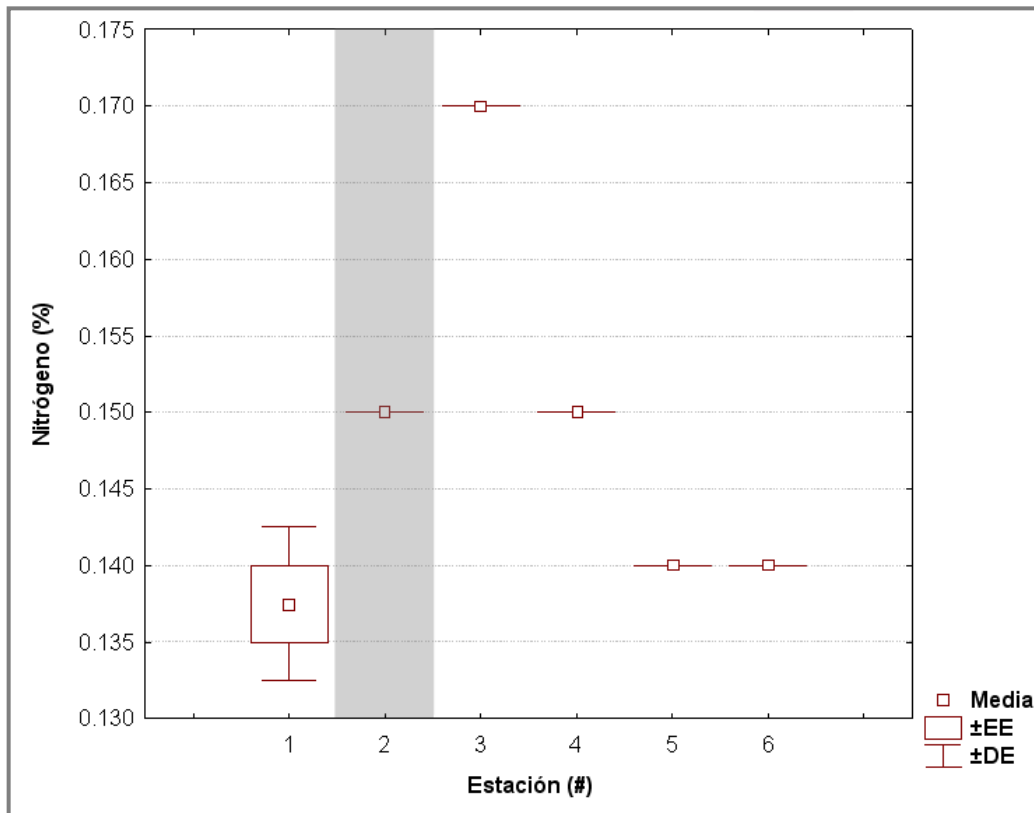


Figura 12. Variación del porcentaje promedio de nitrógeno en sedimento de las inmediaciones en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Proporción carbono/nitrógeno (C/N). La proporción C/N mostró un intervalo de valores de 6.68 ± 0.21 a 7.62 ± 0.68 . La estación E-2, estación propia del domo salino, registró el valor más alto de proporción C/N (7.62), en contraste, la estación E-1 registró el valor más bajo (6.68). Las estaciones E-3 y E-4 presentaron valores similares (~ 7.26), consecutivamente la estación E-6 presentó un valor relativamente más bajo (7.14) y disminuye en la E-5 (6.73). Se reconoció una variación significativa de la proporción C/N entre estaciones (ANOVA, $F_{(5,18)} = 5.86$, $p = 0.00$) (Fig. 13).

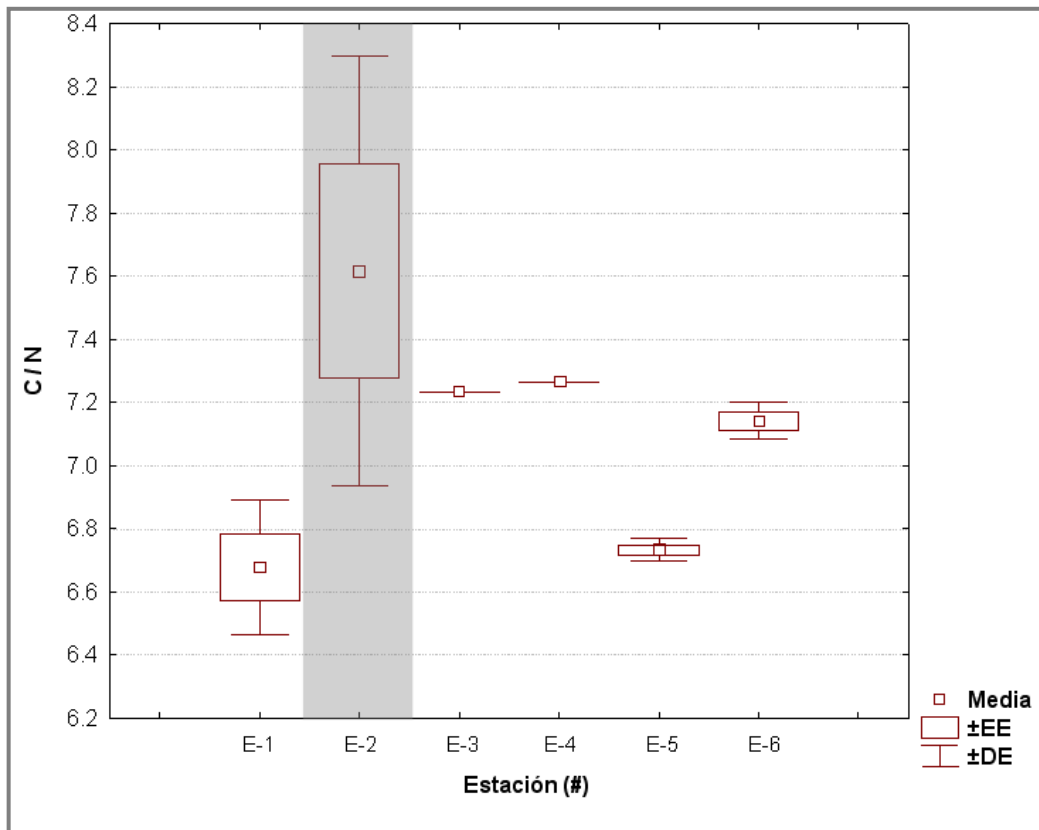


Figura 13. Variación de la proporción carbono/nitrógeno (C/N) promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

Clorofila a. Se analizó la cantidad de clorofila a en sedimento y en agua de fondo. Los valores de clorofila a en sedimento mostraron un intervalo de 6.40 ± 4.87 a $363.05 \pm 166.35 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ siendo la estación E-6 la que presentó el valor más elevado de clorofila a en sedimento ($363.05 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$), disminuyendo en la estación E-4 ($223.33 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$), mientras que en las estaciones E-5 ($164.19 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) y E-1 ($101.93 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) se registraron valores más bajos. En las estaciones E-2 (sobre el domo salino) y E-3 se presentaron valores extremadamente bajos (6.40 y $19.03 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, respectivamente) en comparación con los valores de las otras estaciones. Se reconoció una variación significativa de clorofila a en sedimento entre estaciones (ANOVA, $F_{(5,18)} = 7.34$, $p = 0.00$) (Fig. 14).

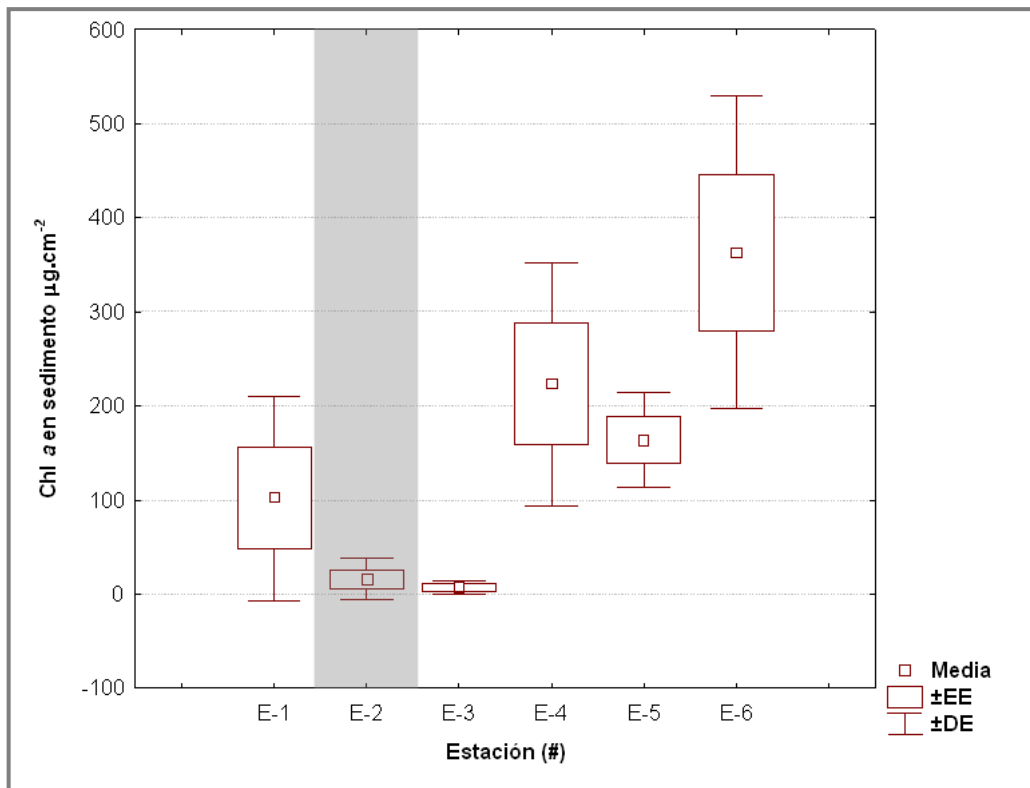


Figura 14. Variación de clorofila a promedio en sedimento de las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (Chl) clorofila, (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

De los valores de clorofila *a* en columna de agua únicamente se utilizaron los valores de agua de fondo. Estos valores registraron un intervalo de 0.53 ± 0.00 a 0.74 ± 0.00 $\mu\text{g.L}$. El valor más alto se presentó en la estación E-1 (0.74 $\mu\text{g.L}$), mientras que en la estación E-5 se presentó el valor más bajo (0.53 $\mu\text{g.L}$). Las estaciones E-3 y E-4 registraron valores similares (~ 0.58 $\mu\text{g.L}$), disminuyendo en la estación E-2 (sobre el domo salino) (0.55 $\mu\text{g.L}$). La E-6 registró un valor más elevado (0.64 $\mu\text{g.L}$) que éstas estaciones. La variación de clorofila *a* en agua de fondo entre estaciones fue significativa (ANOVA, $F_{(5,18)} = 220.05$, $p = 0.00$) (Fig. 15).

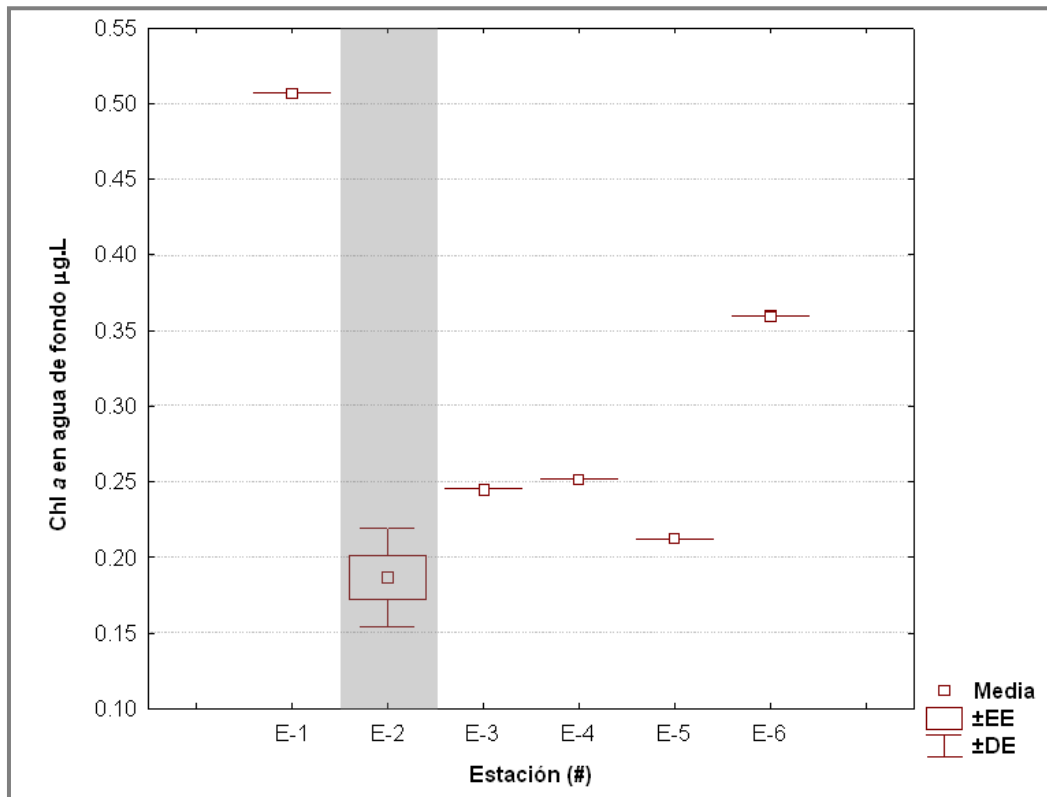


Figura 15. Variación de clorofila *a* en agua de fondo en las inmediaciones de un domo salino en el Golfo de México por estación. La estación correspondiente al domo salino se presenta sombreada. Abreviaturas: (Chl) clorofila, (EE) Error Estándar, (DE) Desviación Estándar.

8.3. VARIACIÓN ENTRE ESTACIONES

Se analizó la variación de la estructura comunitaria y los factores ambientales entre las estaciones que se encuentran a menor distancia del domo salino: E-1, E-3, E-4 y E-5 y la estación totalmente abisal que no presenta ninguna influencia del domo salino (E-6) con respecto a la estación del domo salino (E-2). Se aplicó un ANOVA, el cual mostró una variación significativa en la riqueza taxonómica (Tabla 9) y en los factores ambientales como son el porcentaje de carbono orgánico, nitrógeno, la proporción carbono/nitrógeno y el tamaño de grano, principalmente el porcentaje de arena en E-1, E-3, E-5 y E-6 (Tabla 10). E-2 vs. E-6 mostraron mayor variación con respecto a la estructura comunitaria (riqueza taxonómica) y en los factores ambientales (porcentaje de carbono orgánico, porcentaje de arena y limo, y clorofila a en sedimento).

Tabla 9. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores comunitarios de la estación del domo salino (E-2) con respecto a las estaciones E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$).

Factores Comunitarios	E-2 vs E-1		E-2 vs E-3		E-2 vs E-4		E-2 vs E-5		E-2 vs E-6	
	F _(1,6) =	p=	F _(1,6) =	p=	F _(1,6) =	p=	F _(1,6) =	p=	F _(1,6) =	p=
Riqueza taxonómica	2.42	0.17	13.64	0.01*	1.36	0.28	1.36	0.28	21.43	0.00*
Densidad (ind.m⁻²)	0.03	0.87	4.75	0.07	3.47	0.11	3.08	0.13	3.38	0.12
Biomasa (gC.m⁻²)	1.47	0.27	1.69	0.24	1.54	0.26	3.57	0.11	2.36	0.18

Tabla 10. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores ambientales de la estación del domo salino (E-2) con respecto a las estaciones E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6. No = No se pudo realizar al no existir variaciones entre los valores. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$). Abreviaturas: (C_{org}) carbono orgánico, (N) nitrógeno, (C/N) proporción carbono/nitrógeno, (Chl) Clorofila.

Factores ambientales	E-2 vs E-1		E-2 vs E-3		E-2 vs E-4		E-2 vs E-5		E-2 vs E-6	
	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$
% C_{org}	19.38	0.00*	2.94	0.14	1.06	0.34	15.31	0.01*	7.74	0.03*
%N	25	0.00*	No	No	No	No	No	No	No	No
C/N	6.91	0.04*	1.23	0.31	1.04	0.35	6.75	0.04*	1.95	0.21
%Arena	10.27	0.02*	7.13	0.04*	0.23	0.65	0.00	0.93	33.50	0.00*
%Limo	3.74	0.10	4.51	0.08	0.01	0.92	0.05	0.82	15.90	0.01*
%Arcilla	1.08	0.34	0.67	0.44	0.19	0.68	0.09	0.78	2.71	0.15
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	3.08	0.13	0.99	0.36	11.21	0.02*	38.83	0.00*	18.37	0.01*

Las estaciones E-1, E-3, E-4 y E-5 se encuentran a menor distancia a la estación del domo salino. Para reconocer la variación de la estructura comunitaria y los factores ambientales se aplicó un ANOVA entre estas estaciones, el cual mostró que no se presentaron variaciones significativas con los factores comunitarios (Tabla 11). En contraste, sólo se presentaron variaciones significativas entre la E-1 y E-3, con los factores ambientales, porcentaje de carbono orgánico y nitrógeno, proporción carbono/nitrógeno, tamaño de grano: arenas, limos y arcillas (Tabla 12).

Tabla 11. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores comunitarios entre flancos similares. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$).

Factores Comunitarios	E-1 vs E-3		E-4 vs E-5	
	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$
Riqueza taxonómica	2.42	0.17	0.00	1.00
Densidad ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	3.88	0.10	0.00	0.99
Biomasa ($\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}$)	1.14	0.33	0.14	0.72

Tabla 12. Valores de F y p de los ANOVAs de los factores ambientales entre flancos similares. No = No se pudo realizar al no existir variaciones entre los valores. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$). Abreviaturas: (C_{org}) carbono orgánico, (N) nitrógeno, (C/N) proporción carbono/nitrógeno, (Chl) Clorofila.

Factores ambientales	E-1 vs E-3		E-4 vs E-5	
	$F_{(1,6)} =$	$p =$	$F_{(1,6)} =$	$p =$
%C_{org}	15625	0.00*	3481	0.00*
%N	169	0.00*	No	No
C/N	27.38	0.00*	729	0.00*
%Arena	42.43	0.00*	0.24	0.64
%Limo	24.18	0.00*	0.11	0.74
%Arcilla	14.71	0.01*	0.60	0.47
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	2.21	0.19	0.73	0.43

8.4. RELACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA COMUNITARIA

Relación del tamaño de grano y la densidad. El porcentaje de arenas presentó una relación lineal significativa positiva ($r^2= 0.71$, $p= 0.04$, Fig. 16 A) con los valores promedio de densidad del macrobentos; en contraste, el porcentaje de limos presentó una relación significativa negativa ($r^2= 0.73$, $p= 0.03$, Fig. 16 B) y el porcentaje de arcillas no mostró una relación significativa ($r^2= 0.62$, $p= 0.06$, Fig. 16 C) con los valores promedio de la densidad del macrobentos. La relación con los otros factores no fue significativa y no se presenta en forma gráfica.

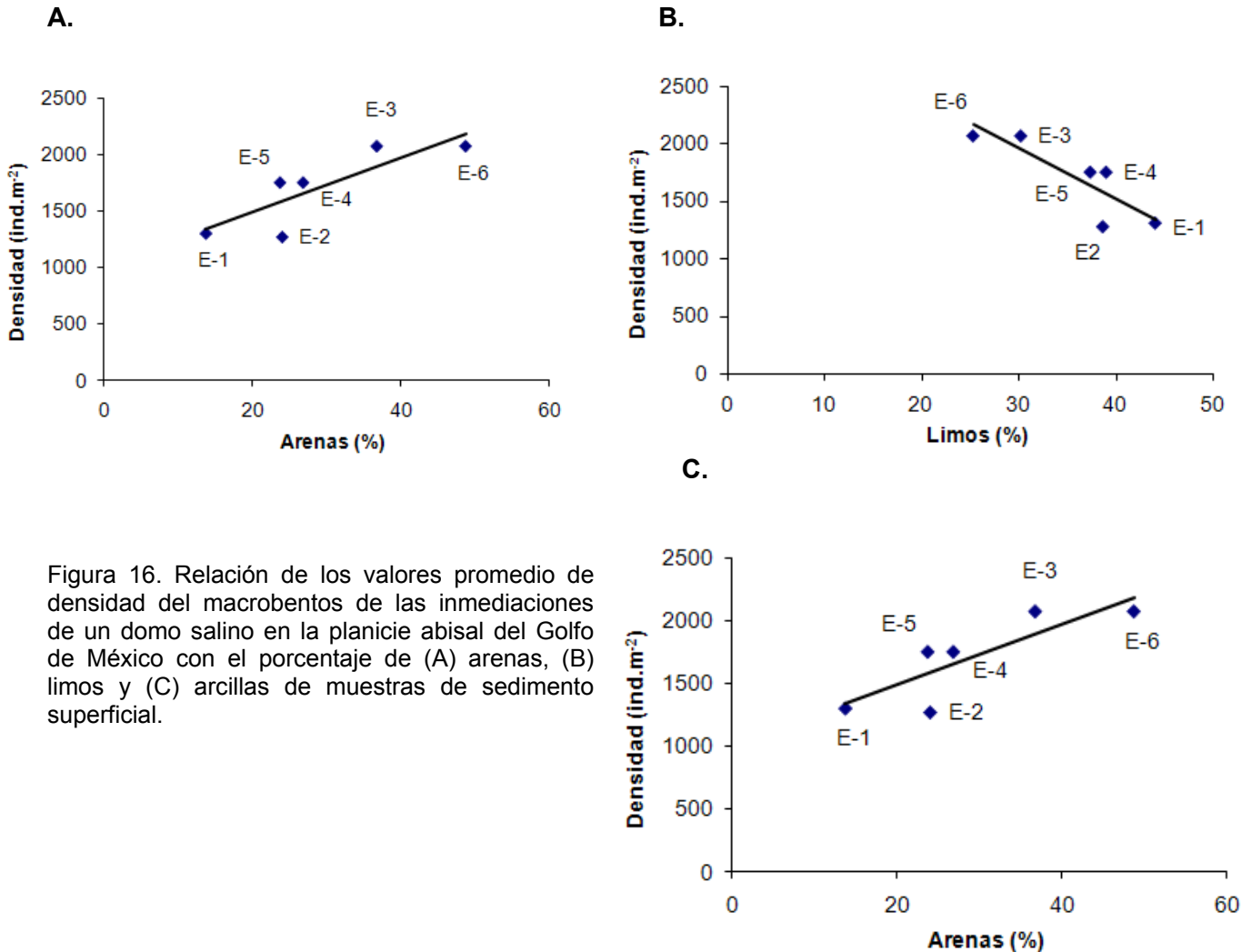


Figura 16. Relación de los valores promedio de densidad del macrobentos de las inmediaciones de un domo salino en la planicie abisal del Golfo de México con el porcentaje de (A) arenas, (B) limos y (C) arcillas de muestras de sedimento superficial.

Análisis de Correspondencia Canónica (CCA). Los resultados del análisis de correspondencia canónica muestran la relación de los hidroides y los copépodos con la clorofila *a* de agua de fondo (columna de agua), de los bivalvos con la clorofila *a* en sedimento y de los turbelarios con la fracción de arena en el sedimento, sin embargo, éstas asociaciones no muestran valores significativos (Tabla 13). En contraste, la presencia del domo salino (ANOVA, $F_{(1,14)} = 2.19$, $p = 0.01$) influye de manera significativa sobre los grupos taxonómicos, así como el carbono orgánico (ANOVA, $F_{(1,14)} = 1.77$, $p = 0.03$) y la proporción C/N (ANOVA, $F_{(1,14)} = 1.86$, $p = 0.03$). El 45.23% (ANOVA, $F_{(9,14)} = 1.34$, $p = 0.01$) de los grupos taxonómicos responden a los factores ambientales reflejándose en el patrón de distribución descrito en la figura 17 A. Los porcentajes de los grupos taxonómicos restringidos y no restringidos por los factores ambientales se presentan en el apéndice IV.

Los resultados de la presencia del domo salino como un factor más asociado a los factores ambientales muestran que la clorofila *a* del agua de fondo (columna de agua) influyó en los grupos taxonómicos de la comunidad del macrobentos (ANOVA, $F_{(1,8)} = 1.21$, $p = 0.04$). Un alto porcentaje de los grupos taxonómicos responden a los factores ambientales ante la presencia del domo salino reflejándose en el patrón de distribución observado en el macrobentos (Fig. 17 B) (Tabla 13). Los porcentajes de los grupos taxonómicos restringidos y no restringidos por los factores ambientales se presentan en el apéndice IV.

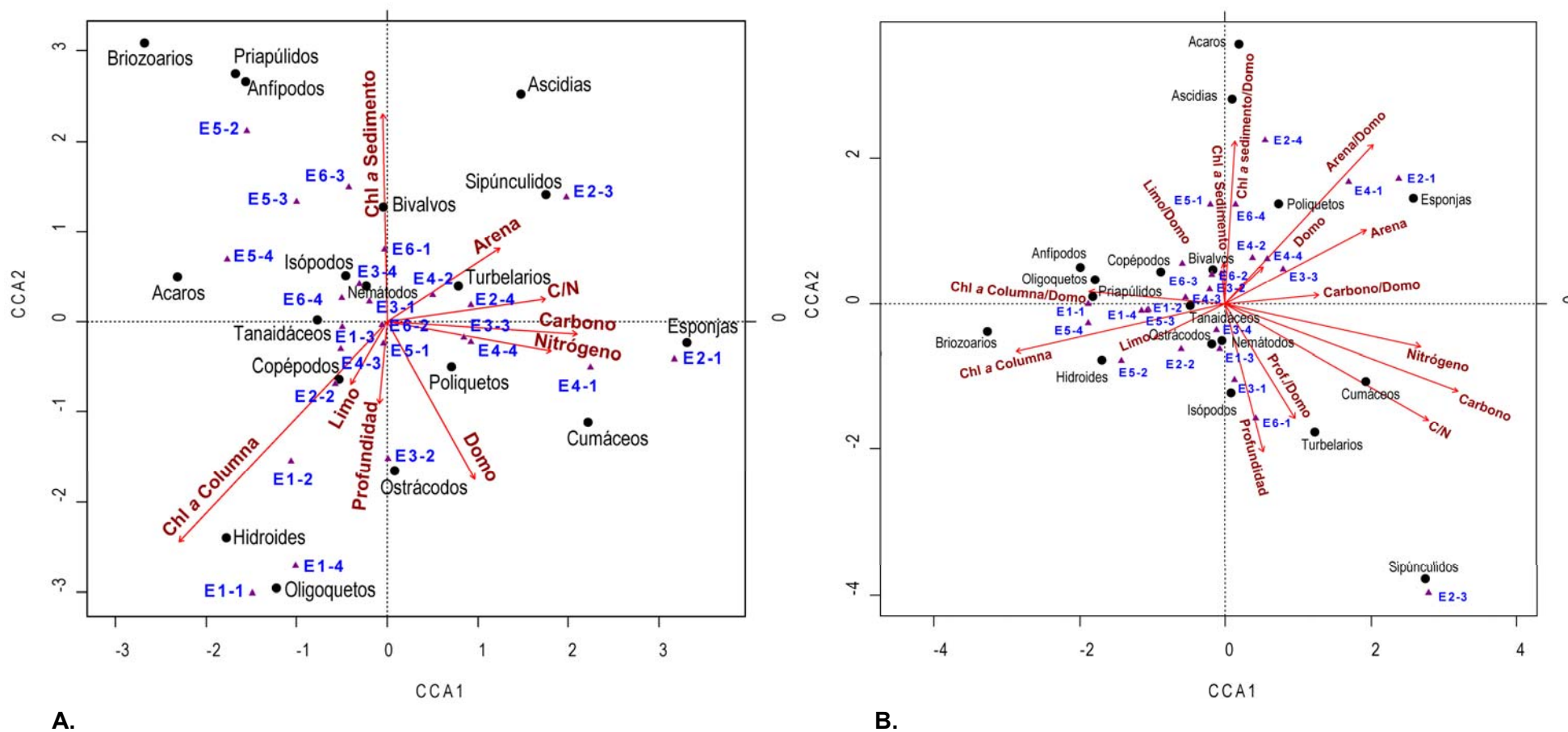


Figura 17. Gráficas de doble proyección del análisis de correspondencia canónica de la comunidad béntica abisal asociada al domo salino en el Golfo de México. Los grupos taxonómicos se representan con puntos, las estaciones y réplicas se representan con triángulos. Los factores ambientales se representan como vectores. A) Factores ambientales sin la combinación del domo salino, B) Factores ambientales en combinación del domo salino

Tabla 13. Valores de F y p de los factores ambientales del análisis de correspondencia canónica. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$). Abreviaturas: (C_{org}) carbono orgánico, (N) nitrógeno, (C/N) proporción carbono/nitrógeno, (Chl) clorofila, (Prof.) profundidad

Factores ambientales	F =	p =
Domo salino	(1,14)= 2.19	0.01*
Profundidad (m)	(1,14)= 1.32	0.14
%C_{org}	(1,14)= 1.77	0.03*
%N	(1,14)= 0.61	0.87
C/N	(1,14)= 1.86	0.03*
%Arena	(1,14)= 1.05	0.37
%Limo	(1,14)= 0.87	0.60
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	(1,14)= 0.82	0.63
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g}\cdot\text{L}$)	(1,14)= 1.55	0.08
General	(9,14)= 1.34	0.01*
Prof./Domo	(1,8)= 0.75	0.68
%C_{org}/Domo	(1,8)= 1.23	0.24
%Arena/Domo	(1,8)= 1.50	0.15
%Limo/Domo	(1,8)= 1.81	0.07
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) /Domo	(1,8)= 1.32	0.30
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g}\cdot\text{L}$)/Domo	(1,8)= 1.21	0.04*
General/Domo	(8,15)= 1.43	0.05

Análisis de Redundancia (RDA). Los resultados del análisis de redundancia muestran que la presencia del domo salino en la planicie abisal determina directamente la distribución de los grupos taxonómicos a partir de la variación de los factores ambientales (ANOVA, $F_{(1,14)}= 1.94$, $p= 0.01$). El contenido de nitrógeno (6.81% restringido) y de carbono orgánico en sedimento (7.10% restringido) (ANOVA, $F_{(1,14)}= 2.18$, $p= 0.00$) influyen sobre el patrón de distribución de los grupos taxonómicos; de igual forma la proporción C/N (ANOVA, $F_{(1,14)}= 1.74$, $p= 0.02$). Las variables ambientales anteriores determinan el patrón de distribución del 48.18% de los grupos taxonómicos. (Tabla 14) (Fig. 18 A). Los porcentajes de los grupos taxonómicos restringidos y no restringidos por los factores ambientales se presentan en el apéndice IV.

La combinación del domo salino con los factores ambientales muestra un alto porcentaje de los grupos taxonómicos determinan el patrón de distribución del macrobentos en el domo salino (ANOVA, $F_{(8,15)}= 1.54$, $p= 0.01$) (Fig. 18 B).

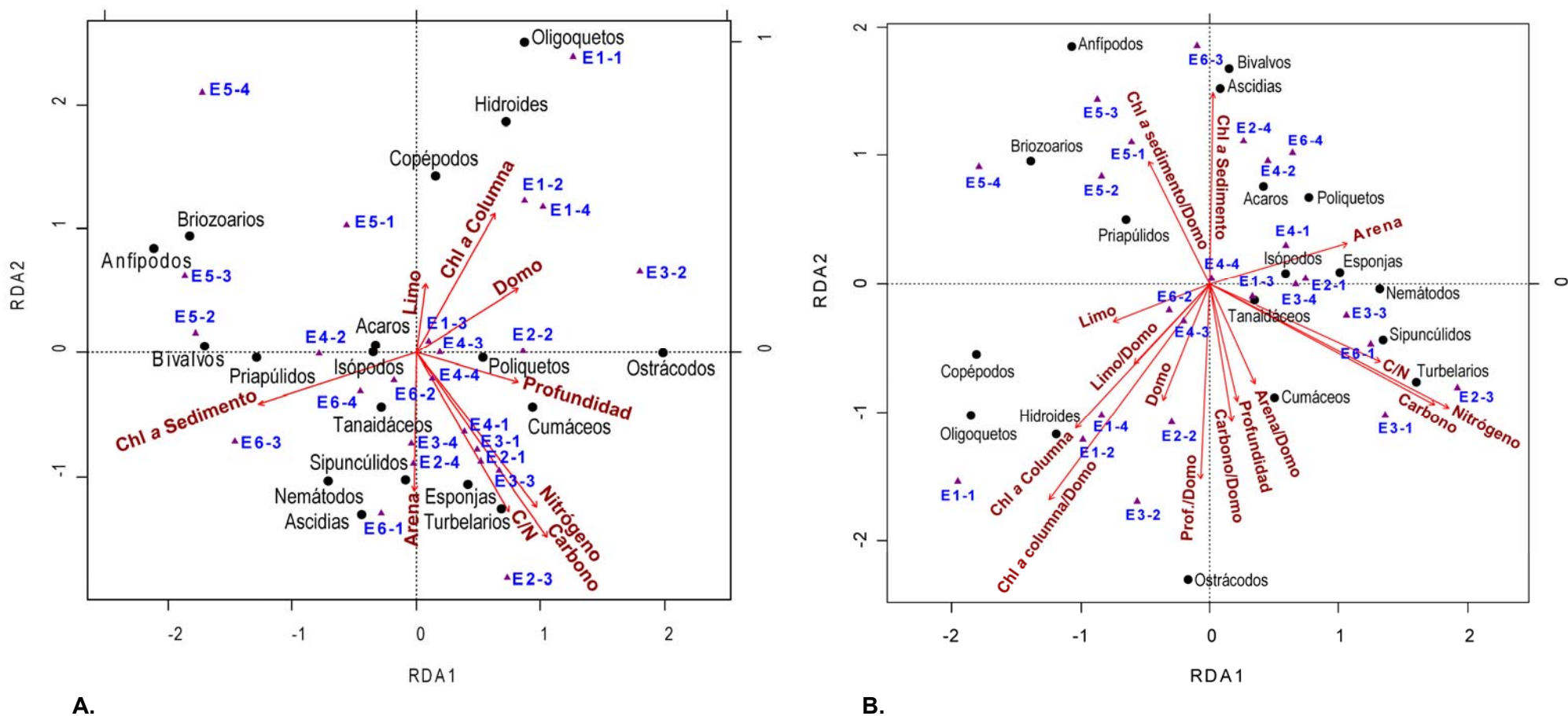


Figura 18. Gráfica de doble proyección del análisis de redundancia de la comunidad béntica abisal asociada al domo salino en el Golfo de México. Los grupos taxonómicos se representan con puntos, las estaciones y réplicas se representan con triángulos. Los factores ambientales se presentan como vectores: A) Factores ambientales sin la combinación del domo salino; B) Factores ambientales en combinación del domo salino.

Tabla 14. Valores de F y p de los factores ambientales del análisis de redundancia. Con **negritas** y * los valores de p que fueron significativos ($p < 0.05$). Abreviaturas: (C_{org}) carbono orgánico, (N) nitrógeno, (C/N) proporción carbono/nitrógeno, (Chl) Clorofila, (Prof.) profundidad

Factores ambientales	F =	p =
Domo salino	(1,14)= 1.94	0.01*
Profundidad (m)	(1,14)= 1.37	0.11
%C_{org}	(1,14)= 2.18	0.00*
%N	(1,14)= 0.83	0.71
C/N	(1,14)= 1.74	0.02*
%Arena	(1,14)= 1.38	0.11
%Limo	(1,14)= 1.20	0.24
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	(1,14)= 0.84	0.69
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g}\cdot\text{L}$)	(1,14)= 1.58	0.06
General	(9,14)= 0.91	0.33
Prof./Domo	(1,8)= 0.81	0.65
%C_{org}/Domo	(1,8)= 1.34	0.21
%Arena/Domo	(1,8)= 1.47	0.14
%Limo/Domo	(1,8)= 1.41	0.19
Chl a sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) /Domo	(1,8)= 1.59	0.08
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g}\cdot\text{L}$)/Domo	(1,8)= 1.45	0.15
General/Domo	(8,15)= 1.54	0.01*

9. DISCUSIÓN

9.1. ESTRUCTURA COMUNITARIA

Composición taxonómica.

Un gran número de fila de metazoarios se encuentra representado en el sedimento (Etter y Mullineaux, 2001). Los nemátodos, copépodos y poliquetos dominaron la comunidad asociada al domo salino, lo cual es consistente con otros estudios a profundidades similares tanto en el sector suroeste del Golfo de México (Escobar *et al.*, 1999; Escobar-Briones, 2004; Plaza-Reséndiz, 2006), como en el norte (Rowe y Kennicutt, 2002). Los nemátodos se concentran en la superficie del sedimento en diversos estudios a nivel global y con el incremento de la profundidad dominan progresivamente la comunidad béntica (Soetaert *et al.*, 1997; Flach *et al.*, 2002).

Los nemátodos y copépodos, considerados *sensu stricto* meiofauna (Hessler y Jumars, 1974), son componentes comunes en mares tropicales (Parulekar *et al.*, 1982; Richardson *et al.*, 1985; Richardson y Young, 1987; De Wilde *et al.*, 1989; Galéron *et al.*, 2000), en mares templados (Thistle *et al.*, 1991; Aller, 1997; Cartes *et al.*, 2002; Flach *et al.*, 2002; Nodder *et al.*, 2003) y en estructuras topográficas (Hecker y Paul, 1979; Levin y Thomas, 1989; Levin *et al.*, 1991; Thistle y Levin, 1998). El hecho de ser considerados componentes de la meiofauna ha conllevado que en algunos trabajos éstos sean excluidos a pesar de ser retenidos por los tamices de apertura de 250 o 300 μm (Richardson y Young, 1987; Cosson *et al.*, 1997; Levin *et al.*, 2000; Hughes y Gage, 2004). La reducción en la talla del macrobentos en mares tropicales ha sugerido el uso de tamices <300 μm (Escobar *et al.*, 1999; Ingole *et al.*, 2001; Plaza-Reséndiz, 2006) ya que de otra forma organismos que son comúnmente componentes del macrobentos y que son abundantes quedando subvalorados o ausentes de los análisis, como en el caso de este estudio.

Un número elevado de estudios ha reconocido que los poliquetos son un grupo dominante del macrobentos (Hecker y Paul, 1979; Parulekar *et al.*, 1982; Richardson *et al.*, 1985; Mullineaux, 1987; Richardson y Young, 1987; De Wilde *et al.*, 1989; Levin y Thomas, 1989; Levin *et al.*, 1991; Thistle *et al.*, 1991; Levin *et al.*, 1994; Gerino *et al.*, 1995; Aller, 1997; Clough *et al.*, 1997; Cosson *et al.*, 1997; Borowski y Thiel, 1998; Thistle y Levin, 1998; Escobar *et al.*, 1999; Galéron

et al., 2000; Levin *et al.*, 2000; Borowski, 2001; Duineveld *et al.*, 2001; Etter y Mullineaux, 2001; Ingole *et al.*, 2001; Flach *et al.*, 2002; Nodder *et al.*, 2003; Hughes y Gage, 2004; Blake y Narayaswamy, 2004; Wlodarska-Kowalczyk *et al.*, 2004; Brandt *et al.*, 2005). Aunque se les ha incluido como componentes de la meiofauna (Cartes *et al.*, 2002) en algunos estudios se encuentran ausentes como en el cañón Cap-Ferret (Sorbe, 1999).

Los crustáceos peracáridos y moluscos son considerados también grupos de importancia en el macrobentos (Etter y Mullineaux, 2001). En este estudio presentaron porcentajes menores al 6%. De igual manera los priapúlidos y sipuncúlidos son grupos abundantes en comunidades batiales y abisales (Etter y Mullineaux, 2001) que en este estudio registraron porcentajes insignificantes.

En la planicie abisal un metro cuadrado de sedimento puede contener 250 especies macrobénticas y meiobénticas (Smith *et al.*, 1998). En este estudio se encontró un promedio de 4.25 a 6.75 grupos taxonómicos en un área de 0.007854 m² que de mantenerse la proporción en el muestreo equivale a unas 541 especies, lo cual conlleva a que el número de réplicas tienda a aumentarse en muestras de mar profundo en ambientes tropicales. La riqueza de especies de la fauna profunda es menor en latitudes altas, i.e. Kongsfjord (Wlodarska-Kowalczyk *et al.*, 2004) sugiriendo que la diversidad es el resultado de diferencias en factores ambientales y comunitarios. La diversidad baja del norte del NorAtlántico se interpretó como resultado de las propiedades geofísicas de la región y su historia, no solamente de la productividad primaria y el subsecuente flujo de materia orgánica hacia el sedimento profundo. Estos datos se relacionan a nuestro estudio al considerar que en cada grupo taxonómico puede haber diversas especies y que ésta variabilidad se debe de igual manera, en el marco histórico, a condiciones estables de los mares tropicales y a las variaciones actuales que imperen en aportes de partículas fotoautotróficas al fondo marino.

La riqueza taxonómica y la abundancia definen la estructura de la comunidad de la planicie abisal, en la cual, ocurre la mayor riqueza de grupos y abundancia, que en este estudio se reconoce a partir de los grupos G2 y G3 del dendrograma (Fig. 4), y que son un reflejo de las típicas comunidades abisales (Escobar *et al.*, 1999; Escobar-Briones, 2004; Plaza-Reséndiz, 2006). La riqueza taxonómica y abundancia en la estación ubicada en el domo salino se caracterizó en este estudio por valores bajos. Valores similares bajos se han atribuido en montes marinos y otras estructuras topográficas cuando el fondo se encuentra expuesto a fuertes corrientes erosivas (Levin *et al.*, 1991; Levin *et al.*, 1994) o cuando una sección de estas estructuras está expuesta a condiciones de oxígeno mínimo (Levin *et al.*, 2000).

Densidad

La variedad de equipos usados para recolectar las muestras de sedimento en los diferentes estudios dificulta la intercomparación de los valores de densidad y biomasa entre diversas regiones (Richardson *et al.*, 1985) en altas latitudes se ha usado comúnmente los nucleadores de caja con área 0.25 m^2 que son útiles en el análisis de organismos de tallas más grandes que los tropicales. Los nucleadores de caja USNEL y el múltiple proveen valores diferentes significativos en abundancia y composición taxonómica en una misma latitud (Shirayama y Fukushima, 1995). Para el caso de los ambientes tropicales el nucleador múltiple es una herramienta útil que se refleja en abundancia elevada proveyendo números elevados de organismos macrobénticos, lo que sugiere una eficiencia mayor que el nucleador de caja (Blake y Narayanaswamy, 2004) para el mar Weddell y el talud Sandwich al Sur de la Antártida. El uso del nucleador múltiple en este estudio nos permite contar con muestras más representativas en un ecosistema oligotrófico como es el Golfo de México abisal.

La variación observada a lo largo del transecto de este estudio caracterizó la estación propia del domo salino con la densidad más baja ($1\ 273 \pm 180 \text{ ind.m}^{-2}$), que se relaciona al bajo suministro de materia orgánica por transporte asociado a la estructura como se ha reconocido por Gerino *et al.* (1995) en localidades donde la remoción se atribuye a las corrientes de fondo. Aller (1997) observó que las fuertes corrientes cerca del fondo ($>25 \text{ cm s}^{-1}$) provocan un efecto de erosión y remoción de la materia orgánica contribuyendo al decremento de la densidad de la fauna en la zona de HEBBLE en la elevación Nueva Escocia. De igual manera Levin *et al.* (1991) registraron una disminución de la densidad en la cima (770 m) similar a la de la base del volcán que se encuentra a una profundidad de 3 500 m, el Volcán 7 ubicado en el Pacífico donde la densidad del macrobentos decrece, *sensu stricto* con el incremento de la profundidad (Gerino *et al.*, 1995; Cartes *et al.* 2002; Flach *et al.*, 2002; Kröncke *et al.*, 2003; Wlodarska-Kowalczyk *et al.*, 2004).

A distancia, alejándose del domo salino, la densidad incrementó encontrándose una consistencia con valores de densidad previamente descritos para la zona en la planicie abisal (i.e., la E-10 del estudio de Plaza-Reséndiz, 2006) con densidades de $2\ 981 \pm 1\ 049 \text{ ind.m}^{-2}$ considerándose los valores más bajos de dicho estudio, siendo valores similares al presente estudio ($2\ 069 \pm 847 \text{ ind.m}^{-2}$). La abundancia del macrobentos en estudios del sector norte del Golfo de México han reconocido que existen diferencias entre oeste y este que se atribuyen a la

disponibilidad diferencial de materia orgánica disponible para el bentos profundo (Rowe y Kennicutt, 2002).

Biomasa

De la comunidad béntica, el macrobentos contribuye mayoritariamente a la biomasa en el sedimento marino (Snelgrove, 1998) en virtud de que las comunidades bénticas abisales dependen de la exportación de carbono biogénico en el Golfo de México (Escobar-Briones, 2004) la biomasa béntica del macrobentos se distribuye a partir del contenido de nitrógeno orgánico contenido en el sedimento que a la vez decrece con el incremento de la profundidad (Kröncke *et al.*, 2000; Rowe y Kennicutt, 2002; Wlodarska-Kowalczyk *et al.*, 2004). Los valores de biomasa (0.028 a 0.039 gC.m⁻²) de éste estudio reflejan una baja exportación de carbono orgánico al fondo, en particular en la estación del domo salino (con un valor de biomasa de 0.028 gC.m⁻²). Estos valores son consistentes a los valores registrados por Hernández-Robles (1999) (0.008 a 0.052 gC.m⁻²) a lo largo de un transecto en un gradiente de profundidad en el Golfo de México y que se interpretaron como un reflejo de las condiciones oligotróficas del Golfo de México. A más de 3 000 m de profundidad los valores reconocidos en el océano Índico son comparables. Inclusive existen localidades en el océano Ártico que son más bajos aun. Esto puede ser debido a la baja tasa de producción primaria de la columna de agua (limitado por el bajo suministro de nutrientes y los regímenes de luz), además del escaso flujo de carbono al bentos (Grebmeier y Barry, 1991). De forma similar, se registran valores mínimos en el océano Atlántico tropical en zonas mesotróficas y oligotróficas. En contraste, en el océano Atlántico nororiental y noroccidental se reconocen valores de biomasa más elevados (ver Tabla 15). En las colinas abisales los valores de biomasa son bajos comparados con los de éste estudio (Tabla 16). Los valores de biomasa que se describen a profundidades de menos de 3 000 m son más elevados que los registrados en éste estudio, a pesar de la diferencia en latitud (ver Tabla 15).

Tabla 15. Comparación de valores de Biomasa de diferentes estudios. En el primer estrato a profundidades de menos de 3 000 metros y en el segundo estrato a profundidades de más de 3 000 m.

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROFUNDIDAD (m)	BIOMASA (gC.m ⁻²)	REFERENCIA
Indonesia:				
Islas Madura y Bali	9°01' S y 115°05' E	1 430	0.160	De Wilde <i>et al.</i> , 1989
Mar de Arabia, NW: <i>Margen Omán</i>	19°16.28' N y 58°29.25' E	1 000	2.175	Levin <i>et al.</i> , 2000

Continuación de la tabla 15.

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROFUNDIDAD (m)	BIOMASA (gC.m ⁻²)	REFERENCIA
<u>Océano Atlántico:</u>				
NW Tropical: Elevación Cabo Verde, <i>Sitio E Eutrófico</i>	20°32' N y 18°32' W	1 700	0.251-0.405	Galéron <i>et al.</i> , 2000
Golfo de México	24°03' N y 96°44' W	1 231-2 620	0.038-0.052	Hernández-Robles, 1999
<u>Océano Atlántico NW:</u>				
Talud continental Irlandesa y Escocesa (NW Europa), <i>Sitio B: Cuenca Hatton-Rockall</i>	57°25.5' N y 15°41.0' W	1 100	1.283-1.416	Hughes y Gage, 2004
<i>Sitio C: Nororiental del Ridge Feni</i>	57°06.0' N y 12°30.9' W	1 920	0.310-0.484	
Cañón Hudson	38° N y 69° W	1 141-1 437	0.520	Rowe <i>et al.</i> , 1982
		1 707-1 815	0.460	
		2 351-2 673	0.410	
<u>Mar Mediterráneo:</u> Cañón Toulon	42°56' N y 06°00' E	1 000-2 000	0.019-0.225	Stora <i>et al.</i> , 1999
<u>Océano Pacífico SW:</u>				
Elevación Chatham	41°-47° S y 178° 30' E	1 000	0.150-0.200	Nodder <i>et al.</i> , 2003
		2 600	0.090-0.170	
<u>Océano Ártico:</u>				
Elevación del talud Kongsfjord	78°54' N y 6°46' E	1 545-2 977	0.075-0.110	Wlodarska-Kowalczyk <i>et al.</i> , 2004
Planicie abisal Chukchi	76°41' N y 173°28' W	2 220	0.028	Clough <i>et al.</i> , 1997
Placa Arlis	78°08' N y 176°53' W	1 000	0.033	
Ridge Mendeleev	80°00' N y 174°18' W	1 520-2 500	0.014-0.522	
Talud Mendeleev	81°16' N y 178°52' W	2 217	0.018	
Ridge Lomonosov	88°04' N y 147°48' W	1 020-2 150	0.010-0.022	
Ártico Eurasiático: <i>Ridge Lomonosov</i>	88°02.16' N y 134°53.71' E	1 388-1 654	0.103	Kröncke <i>et al.</i> , 2000
<u>Océano Indico:</u>				
Cuenca Central de la India	10°01' S y 75°59' E	5 300-5 350	0.002-0.069	Ingole <i>et al.</i> , 2001
Océano Indico Central	00°11.3' N y 58°51.1' E	3 600-5 400	0.131	Parulekar <i>et al.</i> , 1982
Mar de Arabia	10°02' N y 65°00' E	3 187-4 424	0.021-0.160	Witte, 2000
<u>Océano Atlántico:</u>				
NW Tropical: <i>Sitio M Mesotrófico</i>	18°30' N y 21°01' W	3 100	0.099, 0.115, 0.218	Galéron <i>et al.</i> , 2000

Continuación de la tabla 15.

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROFUNDIDAD (m)	BIOMASA (gC.m ⁻²)	REFERENCIA
<i>Sitio O Oligotrófico</i>	21°03' N y 31°10' W	4 500	0.004, 0.005, 0.004	
Cuenca de Venezuela, Mar Caribe: <i>Ridge Aves</i>	13°30' N y 64°45' W	3 450	0.018	Richardson <i>et al.</i> , 1985; Richardson y Young, 1987
<i>Ridge Beata</i>	15°07' N y 69°22' W	3 950	0.004	
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	13°45' N y 67°45' W	5 050	0.007	
Golfo de México	25°22' N y 93°33' W	3 200-3 760	0.008-0.052	Hernández-Robles, 1999
<u>Océano Atlántico NW:</u>				
Talud continental Irlandesa y Escocesa (NW Europa), <i>Sitio A:</i> <i>Suroriental Rockall</i>	52°55.1' N y 16°55.1' W	3 580	0.061- 0.088	Hughes y Gage, 2004
Cañón Hudson	38° N y 69° W	3 264	0.315	Rowe <i>et al.</i> , 1982
<u>Océano Atlántico NE:</u> Margen continental Celta: <i>Cañón Whittard</i>				
	48°33.54' N y 10°45.55' W	4 500	0.086	Duineveld <i>et al.</i> , 2001
<i>Goban Spur</i>	49°34.67' N y 11°31.79' W	4 375	0.137	
<u>Océano Ártico:</u> Planicie abisal Wrangel				
	82°27' N y 175°44' W	3 180	0.018-0.027	Clough <i>et al.</i> , 1997
Planicie abisal Siberia	85°55' N y 166°41' W	3 890	0.004-0.015	
Océano Ártico Eurasiático: <i>Cuenca</i> <i>Nansen</i>	81°45.32' N y 29°59.97' E	3 981	0.041	Kröncke <i>et al.</i> , 2000
<u>Golfo de México- Planicie abisal</u> Sigsbee: Transecto Domo salino				
	23° 11.72' N y 92° 50.91' W	3 740-3 651	0.028-0.039	Presente Estudio

Tabla 16. Comparación de valores de biomasa de diferentes estudios en presencia de domos salinos.

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROFUNDIDAD (m)	BIOMASA (gC.m ⁻²)	REFERENCIA
<u>Pacífico Oriental Ecuatorial:</u>				
Colinas abisales (Domos), <i>Sitio A</i>	8°27' N y 150°47' W	4 839-5 229	0.007	Hecker y Paul, 1979
<i>Sitio B</i>	11°42' N y 138°24' W	3 934-5 001	0.010	
<i>Sitio C</i>	16° N y 126° W	4 183-4 690	0.032	
<u>Golfo de México-Planicie abisal</u> Sigsbee: Transecto Domo salino				
	23° 11.72' N y 92° 50.91' W	3 740-3 651	0.028-0.039	Presente Estudio

9.2. FACTORES AMBIENTALES

Tamaño de grano

El tamaño de grano que caracteriza las profundidades a más de 3 000 m de profundidad son limo y arcilla (Gage y Tayler, 1991; Sokolova, 2000). En este estudio, la composición de limos (44%) y arcillas (42%) difiere de otros estudios donde los porcentajes de limos (95-98%) son mayores en cañones submarinos (Duineveld *et al.*, 2001) o en otros mares como el mar de Bali (84.5%) (De Wilde *et al.*, 1989). Nodder *et al.* (2003) documentaron valores más similares con limos (41.7%) y arcillas (54.1%) a 2 300 m en la elevación Chatham al igual que Levin *et al.* (1991) en la base del Volcán 7 que se encuentra en el Pacífico en porcentajes de limos (36.09%) y arcillas (50.80%); el porcentaje de arenas que registraron fue bajo (13.12%) al igual que en este estudio (14%), así mismo fue equivalente al registrado por Escobar *et al.* (1999) (13.7%) en la zona abisal del Golfo de México, sin embargo Plaza-Reséndiz (2006) para ésta misma zona encontró que el porcentaje de arenas fue nulo. Por otro lado, por debajo de la zona de mínimo oxígeno (3 400 m) en el mar Árabe, Cook *et al.* (2000) y Levin *et al.* (2000) encontraron porcentajes de arena más elevados (21.3%), como los descritos por Nodder *et al.* (2003) que documentaron valores más similares con limos (41.7%) a 2 300 m de profundidad. En el talud continental de Kongsfjord, Wlodarska-Kowalczyk *et al.* (2004) registraron porcentajes de limos (42.5%), arcillas (37.8%) y arenas (19.7%) similares a este estudio y denominaron el tipo de sedimento como limo arcilloso-arenoso. De igual forma, en un estudio para el Golfo de México encontraron que el tipo de sedimento más común es de tipo limo-arcilloso. (Pequegnat *et al.*, 1990).

La variabilidad del tamaño de grano entre estaciones en éste estudio refleja regímenes hidrodinámicos y topográficos diferentes (Gage y Tayler, 1991), influidos por el domo salino en la pequeña escala. La heterogeneidad en el tamaño de grano del sedimento puede ser más importante ya que provee diferentes fuentes de alimento debido a que el tamaño de grano tiene una fuerte influencia sobre el contenido de carbono orgánico en los sedimentos, que es una fuente importante, de alimento disponible (Milliman 1994), incluso, a menudo puede estar influenciado por el régimen hidrodinámico (Etter y Mullineaux, 2001) por lo que la estructura y composición de las comunidades en sedimentos suaves se encuentran relacionadas con la estructura del sedimento (Etter y Mullineaux, 2001).

Carbono orgánico

Para el Golfo de México la principal fuente de la materia orgánica que se encuentra en los sedimentos es el hundimiento del carbono orgánico particulado de origen biogénico, pero otra fuente disponible es la importación desde la cadena alimenticia pelágica y de las infiltraciones de metano (Rowe y Kennicutt, 2002; Escobar-Briones, 2004). Mucha de la materia orgánica es de origen autóctono y una tercera parte por descargas de ríos (Hedges y Keil, 1995) o de origen alóctono, proveniente de fuentes terrestres y que también procede de la atmosfera (i.e. CO₂) (Giordani *et al.*, 2002). En ambientes como el mar profundo, la alimentación de la comunidad béntica probablemente depende más de la materia orgánica alóctona (carbono orgánico particulado) que del material autóctono (producción secundaria local) (Pérez-Mendoza *et al.*, 2003). En el Golfo de México, la exportación del carbono de origen biogénico al fondo marino es incipiente; sin embargo, dentro de esta cuenca oligotrófica existe un importante almacenaje y secuestro de carbono biogénico en los domos salinos (Escobar-Briones, 2004) como en este estudio, que se reconoció uno de los valores máximos de la concentración de carbono orgánico (1.14%) en la estación del domo salino.

El valor promedio de la concentración de carbono orgánico en el sedimento que se registró para este estudio (1.05±0.12%) se encuentra ligeramente por debajo de los descritos por otros autores para la planicie abisal en el Golfo de México (0.90-1.91%, Muñiz-Irigoyen, 2001; 1.31-1.57%, Plaza-Reséndiz, 2006). Los valores de materia orgánica para la planicie abisal Sigsbee que han registrado algunos autores es de 1.1-1.4% (Escobar-Briones *et al.*, 1999) y 1.07-1.38% (Pérez-Mendoza *et al.*, 2003). En el mar Mediterráneo, como cuenca oligotrófica (Kröncke *et al.*, 2003) se presentan concentraciones similares a las del Golfo de México. Se han reconocido valores de carbono orgánico similares o ligeramente más bajos en zonas profundas como en el cañón Toulon 0.78-1.44% (Stora *et al.*, 1999), en el mar Catalán 0.79% (Cartes *et al.*, 2002) y en el mar Jonio 0.55% (Giordani *et al.*, 2002). En otras cuencas de sitios tropicales a profundidades similares se han encontrado valores más elevados de la concentración de carbono orgánico; como en el Atlántico oriental Cosson *et al.* (1997) registran el 1.6% en una zona oligotrófica. Para el margen Omán se registran valores de 1.07% (Levin y Gage, 1998) y 1.93-2.72% (Levin *et al.*, 2000). En la cuenca de Venezuela, Richardson y Young (1987) describen valores en tres diferentes zonas; hemipelágica (0.46-0.65%), pelágica (0.23%) y turbidita (0.59-0.85%) evidentemente valores más pobres que los encontrados en este estudio. De la misma manera, en el mar Bali muestra valores extremadamente bajos (0.0-0.1%, De Wilde *et al.*, 1989). Duineveld *et al.* (2001) registran para el cañón Whittard valores de 0.9-1.1%

que son considerados valores altos, los cuales son similares a los registrados para este estudio (0.92-1.23%). Nodder *et al.* (2003) reconocen valores de dos sitios; en el sitio más profundo 1% y 0.2-0.3% en el talud de la elevación Chatham. En mares fríos las bajas temperaturas y la cobertura glaciaria limitan la productividad primaria, por lo que la concentración de carbono orgánico oscila. En el océano Ártico, el mar Laptev contiene sedimentos principalmente de limos y arcillas con un contenido de carbono orgánico total que va de 0.6-1.6%. Los datos limitados del mar oriental Siberiano indican una proporción de carbono orgánico total de 0.4-1.5% (Grebmeier y Barry, 1991; Clough *et al.*, 1997). Consecutivamente en la cuenca profunda del Ártico (>2 000 m) el valor promedio es de 1-2% llegando hasta el 6% en la planicie abisal, decreciendo ésta concentración en las cuencas Nansen y Amundsen (0.88-0.63%), y en la dorsal Gakkel (>0.5%). En contraste, en la Antártida en la plataforma continental con cobertura de hielo permanente en el mar Weddell registra un valor de 0.35% (Grebmeier y Barry, 1991). Para las estructuras topográficas como el Volcán 7 se registran los valores más altos en la cima (3.35%) y los valores de la base del volcán son similares a los de este estudio (1.17%) (Wishner *et al.*, 1990; Levin *et al.*, 1991). El guyot Horizon presentó valores bajos (0.14-0.19%; Levin y Thomas, 1989), mientras que en el guyot Fieberling se encontraron valores más bajos (0.11-0.13%; Levin *et al.*, 1994, 0.10-0.12%; Thistle y Levin, 1998).

Nitrógeno

La concentración media del nitrógeno que se presentó en este estudio fue de $0.15 \pm 0.01\%$, que cae dentro de los valores descritos para ésta misma zona (0.09-0.13%, Muñiz-Irigoyen, 2001; 0.13-0.17%; Plaza-Reséndiz, 2006). Se han registrado los mismos valores para el mar Mediterráneo (0.07-0.12%, Cartes *et al.*, 2002). Para los mares tropicales se han registrado valores similares a este estudio, como en la cuenca de Venezuela (0.06-0.15%, Richardson y Young, 1987). En estructuras topográficas como el Volcán 7 los valores porcentuales del nitrógeno alcanzan valores entre 0.46 y 0.55%, esto principalmente en la cima de ésta estructura (Wishner *et al.*, 1990; Levin *et al.*, 1991), en la zona de la base del volcán se registraron valores similares al de este estudio (0.16%, Levin *et al.*, 1991). Los valores registrados para el guyot Horizon fueron extremadamente bajos (0.011%, Levin y Thomas, 1989) con ésta misma tendencia en el guyot Fieberling ubicado en el Pacífico, se describieron concentraciones de nitrógeno de 0.014-0.016% (Levin *et al.*, 1994) y 0.013-0.014% (Thistle y Levin, 1998) valores más bajos que los registrados en este estudio.

Proporción Carbono/Nitrógeno (C/N)

El promedio de la proporción C/N fue 7.12 ± 0.34 un valor consistentemente por debajo de los documentados para este sitio de estudio (9.08-9.77, Plaza-Reséndiz, 2006). En la elevación Chatham ubicada en el Pacífico suroeste, la proporción C/N se presentan valores muy elevados (21-22), reflejando una disminución de la materia orgánica lábil. En cambio, la proporción de C/N en el cañón Whittard registró valores de 6-8, lo que indica una alta concentración de carbono en el suelo del cañón relativamente reciente (Duineveld *et al.*, 2001), similar al que se documentó para el banco de Galicia (~6, Flach *et al.*, 2002) y para el mar Jonio (mar Mediterráneo), con un valor de 6.3 que está cerca del valor característico de bacterias (5) (Giordani *et al.*, 2002). En estructuras topográficas, como el Volcán 7, la materia orgánica es reciente debido a la proporción de C/N que presenta (7-9), similar a la de este estudio (Wishner *et al.*, 1990; Levin *et al.*, 1991), siguiendo con ésta misma tendencia se registraron en el guyot Fieberling valores similares (8.16-8.31, Levin *et al.*, 1994); en contraste, el guyot Horizon presentó valores elevados (11-19, Levin y Thomas, 1989).

La materia orgánica representada en la concentración carbono orgánico, nitrógeno, proporción carbono/nitrógeno y clorofila *a* de este estudio presentó una variación significativa, lo cual puede reflejar la influencia de la hidrodinámica como en el caso descrito por Aller (1997) en áreas más profundas (>4 000 m), que registra una variabilidad significativa a diferentes escalas, de la concentración del carbono orgánico. En el mar Mediterráneo, la hidrodinámica modifica las condiciones oligotróficas de la cuenca (Kröncke *et al.*, 2003).

Clorofila *a*

La presencia de clorofila *a* en el sedimento refleja un flujo de materia orgánica al fondo que se representa como disponibilidad de alimento para la fauna béntica (Levin *et al.*, 2000). En el margen Oman, los pigmentos no mostraron una correlación significativa con la profundidad, debido principalmente a que es un sitio de alto depósito de materia orgánica que genera condiciones de oxígeno mínimo, por lo cual la abundancia de la fauna es baja (Levin *et al.*, 2000). Se estima que la vida media de los cloropigmentos en el mar profundo es del orden de varias semanas a meses (Duineveld *et al.*, 2001), por lo que la presencia de pigmentos en el sedimento de la planicie abisal indicaría aportes recientes y alimento de alta calidad para el macrobentos.

El suministro de material orgánico a los sedimentos y la materia orgánica preservada es vulnerable a la degradación por bacterias y pequeños metazoarios y por lo tanto se ha venido usando el alto contenido de la proporción de clorofila *a* y carbono orgánico como un indicativo de zonas con actividad biológica (Dauwe *et al.*, 1998).

9.3. VARIACIÓN DE LOS FACTORES ENTRE ESTACIONES

En este estudio se presentó una variación significativa de los factores ambientales del sedimento, que se explican al comparar datos de otros estudios en la planicie abisal (Escobar-Briones *et al.*, 1991; Clough *et al.*, 1997), mostrando con ello que la presencia del domo salino tiene una influencia en la distribución del sedimento, la agregación de la materia orgánica y una concentración de la fauna en parches en la zona de baja energía y en contraste una sobredispersión de la densidad en la zona de la cima. Lo anterior es un reflejo de cómo la hidrodinámica local es modificada con la presencia del domo salino creando un ambiente heterogéneo de mínima perturbación (Paterson *et al.*, 1998). Generalmente, la materia orgánica particulada se deposita en el mar profundo generando pequeños oasis que no son muy evidentes en la gran escala (Hedges y Keil, 1995), como en el caso de la planicie abisal Sigsbee donde Antoine (1972) la describe como una estructura fisiográfica altamente homogénea y menciona que las irregularidades que se presentan son las colinas de Sigsbee. Cada una de ellas contribuye con una heterogeneidad local que solamente realizando un muestreo similar sobre cada domo salino permitirá generalizar la forma en la cual actúa. Por el momento la literatura existente se centra en montes marinos que han descrito claramente la existencia de alteraciones en escala local para la distribución del sedimento, de la materia orgánica y de la densidad de los organismos (Levin y Thomas, 1989; Levin *et al.*, 1991; Levin *et al.*, 1994).

9.4. RELACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA COMUNITARIA

El macrobentos de este estudio mostró de manera significativa (relación lineal) que el tamaño de grano, principalmente las arenas y los limos, influye sobre la estructura comunitaria, lo cual es consistente con otros estudios del mar profundo (Etter y Grassle, 1992; Stora *et al.*, 1999). Es en este tipo de fondos donde predominan organismos detritívoros (Etter y Mullineaux, 2001), influyendo en valores de la diversidad biológica en el macrobentos (Etter y Grassle, 1992; Snelgrove, 1998; Etter y Mullineaux, 2001).

El nitrógeno se ha usado como una medida de materia orgánica lábil disponible y contenida en la capa superficial del sedimento (Soetaert *et al.*, 1997) y junto con el carbono orgánico es parte de los factores ambientales que controlan las características y distribución de los descriptores de la estructura de la comunidad béntica (Kröncke *et al.*, 2000). Ésta depende de la calidad y cantidad de materia orgánica lábil en el sedimento (Turnewitsch, *et al.*, 2000; Cartes *et al.*, 2002), regulando la distribución de los organismos (Levin y Gage, 1998), como en el caso de este estudio donde el carbono orgánico limitó al 7.10% de los grupos taxonómicos, este valor sin embargo, es un porcentaje considerablemente bajo comparado con el porcentaje descrito en zonas batiales profundas donde el carbono orgánico actúa como segundo factor determinante junto con el oxígeno como los responsables de 88% de la variación de la riqueza taxonómica (Levin y Gage, 1998). Por su parte, el nitrógeno afectó también a un porcentaje mínimo de los grupos taxonómicos del macrobentos de este estudio (6.81%). Esto puede ser debido a la baja calidad nutritiva del alimento (C_{org}), es decir, materia orgánica refractaria; esto significa que aunque los sedimentos presenten un alto contenido orgánico (2% COT) (Dauwe *et al.*, 1998) ésta es una fuente de alimento no lábil o no accesible para los organismos del macrobentos (Levin y Gage, 1998).

Con respecto a lo anterior y debido a los resultados de los análisis de ordenación restringida, la comunidad béntica de este estudio se encontró limitada, no por un factor ambiental exclusivo, sino controlada por la asociación de factores ambientales diversos entre los cuales destacan el carbono orgánico y la proporción carbono/nitrógeno. Resultados similares se han reconocido en otras localidades, donde inclusive algunos que no se midieron, determinando el patrón de distribución de los grupos taxonómicos. Como ejemplo, Stora *et al.* (1999) han reconocido que conjuntamente los factores (i.e. tamaño de grano, composición geoquímica y modo de transportación y sedimentación) se relacionan con la naturaleza y origen del sedimento, son responsables de la distribución de la comunidad béntica en el mar Mediterráneo. Rex (1981) ha enfatizado para los modelos de distribución del bentos de mar profundo que la multiplicidad de los factores físicos y la importancia relativa de éstos, determinan los cambios en la riqueza de especies. El análisis resulta en ocasiones más complejo como se ejemplifica en el caso del Cañón Toulon donde a pesar de analizar un abanico grande de factores se estableció que ninguno de ellos fue predominante (Stora *et al.*, 1999). Las diferencias entre los resultados obtenidos en este estudio con los análisis de ordenación restringida, el CCA y el RDA, se atribuyen al uso de la abundancia de los grupos taxonómicos en el RDA.

La presencia del domo salino influye como estructura topográfica en la naturaleza y distribución de los descriptores del sedimento y el agua de fondo como se ha reconocido en diversos montes marinos (Whitney, 2002). El cambio en el patrón de corrientes profundas y de la productividad y materia que llega al fondo tienen un efecto en la distribución de la comunidad béntica (de Forges *et al.*, 2000; Beckman y Mohn, 2001). La generación de una zona de alta presión cerca de la base de un domo salino o monte acoplada a una celda de presión baja en la cima del monte marino o domo salino modifican las características del sedimento superficial (Denny y Wethey 2001). Lo anterior es una respuesta al levantamiento sustancial de la corriente y resuspensión de partículas del sedimento por la presión alta que se reproduce en la heterogeneidad del sustrato. La estructura topográfica tiende a intensificar el flujo de las corrientes de fondo afectando la estructura comunitaria del macrobentos (Beckman y Mohn, 2001). Como ejemplo de lo anterior se reconoce que el régimen de transporte del flujo de corriente que se intensifica en la cima del guyot Fieberling es responsable de la erosión y por ende de la presencia de arenas y gravas en lugar de sedimento blando (Levin *et. al.*, 1994). Por lo que el flujo puede alterar directamente la distribución de los organismos que habitan el sedimento. Las fuertes corrientes inducen el transporte del sedimento. Los penetrantes efectos del régimen hidrodinámico sobre el bentos y sobre los mecanismos ecológicos controlando la distribución de los organismos, sugiere que el régimen del flujo ejerce una fuerza poderosa sobre las comunidades locales del sedimento (Etter y Mullineaux, 2001).

10. CONCLUSIONES

Este estudio que describe la estructura comunitaria del macrobentos abisal reconoce que los factores ambientales en las inmediaciones del domo salino afectan la densidad y biomasa de los componentes biológicos. La distribución del macrobentos abisal tropical se modifica ante la presencia del domo salino redistribuyendo el sedimento, la materia orgánica, factores a los cuales responde la riqueza de grupos taxonómicos y abundancia. Este hallazgo confirma la hipótesis nula de la distribución del macrobentos en el área de estudio.

1. La riqueza taxonómica, la densidad y la biomasa mostraron los valores más bajos en la estación ubicada en el domo salino y se relacionaron a condiciones de erosión en la cima. Este cambio también se refleja en los factores ambientales como tamaño de grano, carbono orgánico y nitrógeno.

2. La estructura comunitaria del macrobentos de este estudio se caracteriza por presentar variabilidad determinada por la riqueza taxonómica, la cual al contrastarse entre la estación del domo salino y las estaciones más alejadas a ella registra una variación significativa; de igual forma al agruparse en la similitud taxonómica, la estación del domo salino se agrupa independiente a las estaciones que tienen mayor distancia a este, reconociéndose tres agrupaciones.

3. Los factores ambientales descritos en este estudio determinan al área caracterizándolo de acuerdo con los valores obtenidos. En el caso del tipo de sedimento se definió como limo-arcilloso, la materia orgánica es reciente o fresca (C/N 7), pero probablemente la mayoría de tipo refractario que de tipo lábil, porque en este estudio refleja una escasa influencia sobre los organismos. Estos factores mostraron una clara variabilidad, a excepción del tamaño de grano representado en la fracción de arcillas. Esta variabilidad se da en una escala local dentro de la planicie abisal Sigsbee. Esto puede ser influenciado por la hidrodinámica afectada por la presencia del domo salino.

4. La estructura comunitaria no estuvo influenciada por un solo factor exclusivo, sino influenciada por la asociación de los diversos factores ambientales incluyendo la presencia del domo salino.

REFERENCIAS

Formato Deep-Sea Research

- Aller, J.Y., 1997. Benthic community response to temporal and spatial gradients in physical disturbance within a deep-sea western boundary region. *Deep-Sea Research I* 44 (1), 39-69.
- Antoine, J.W., 1972. Structure of the Gulf of Mexico. In: Rezak R., Henry, V.I. (Eds.), *Contributions on the Geological and geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Publishing Company, Houston, pp. 1-34.
- Antoine, J.W., Bryant, W.R., 1969. Distribution of salt and salt structures in Gulf of Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 53 (12), 2543-2550.
- Arar, J.E., Collins, B.G., 1997. *In Vitro* Determination of Chlorophyll *a* and Pheophytin *a* in marine and Freshwater Algae by Fluorescence. National Exposure Research Laboratory. Cincinnati, Ohio. pp. 22.
- Balsam, W.L., Beeson J.P., 2003. Sea-floor sediment distribution in the Gulf of México. *Deep Sea Research I* 50 (12), 1421-1444.
- Beckmann, A., Mohn, C., 2002. The upper ocean circulation at Great Meteor Seamount. Part II: Retention potential of the seamount induced circulation. *Ocean Dynamics* 52, 194-204.
- Blake, J.A., Narayanaswamy, B.E., 2004. Benthic infaunal communities across the Weddell Sea Basin and South Sandwich Slope Antarctica. *Deep-Sea Research II* 51 (14-16), 1797-1815.
- Borowski, C., 2001. Physically disturbed deep-sea macrofauna in the Peru Basin, southeast Pacific, revisited 7 years after the experimental impact. *Deep-Sea Research II* 48 (17-18), 3809-3839.
- Borowski, C., Hjalmar, T., 1998. Deep-sea macrofaunal impacts of a large-scale physical disturbance experiment in the Southeast Pacific. *Deep-Sea Research II* 45 (1-3), 55-81.
- Bouma, H.A., 1972. Distribution of sediments and sedimentary structures in the Gulf of Mexico. In: Rezak R., Henry, V.I. (Eds.), *Contributions on the Geological and geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Publishing Company, Houston, pp. 35-65.
- Brandt, A., Nils, B., Adres, H.G., Brix, S., Guerrero, J.K., Mühlenhardt, S.U., Wägele, J.W., 2005. Diversity of peracarid crustaceans (Malacostraca) from the abyssal plain of the Angola Basin, *Organisms. Diversity and Evolution* 5 (1), 105-112.

- Bray, J.R., Curtis, J.T., 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27, 325-349.
- Brusca, R.C., Brusca G.J., 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. U.S.A. Massachusetts, pp. 422.
- Cartes, J.E., Grémare, A., Maynou, F., Villora, S.M., Dinet, A., 2002. Bathymetric changes in the distributions of particulate organic matter and associated fauna along a deep-sea transect down the Catalan sea slope (Northwestern Mediterranean). *Progress in Oceanography* 53 (1), 29-56.
- Clough, L.M., Ambrose, Jr. W.G., Cochran, J.K., Barnes, C., Renaud, P.E., Aller, R.C., 1997. Infaunal density, biomass and bioturbation in the sediments of the Arctic Ocean. *Deep-Sea Research II* 44 (8), 1683-1704.
- Cosson, N., Sibuet, M., Galeron, J., 1997. Community Structure and spatial heterogeneity of the deep-sea macrofauna at three contrasting stations in the tropical northeast Atlantic. *Deep-Sea Research II* 44 (2), 247-269.
- Cook, A.A., Lamshead, J.D., Hawkins, L.E., Mitchell, N., Levin, L.A., 2000. Nematode abundance at the oxygen minimum zone in the Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47, 75-85.
- Dauwe, B., Herman, P.M.J., Heip, C.H.R., 1998. Community structure and bioturbation potential of macrofauna at four North Sea stations with contrasting food supply. *Marine Ecology Progress Series* 173 (12), 67-83.
- De Forges, B.R., Koslow, J.A., Poore G.C.B., 2000. Diversity and endemism of the benthic seamount fauna in the southwest Pacific. *Nature* 405 (6789), 944-947.
- De Wilde, P.A.W.J., Kastoro, W.W., Berghuis, E.M., Aswandy, I., Al Hakim, I., Kok, A., 1989. Structure and energy demand of the benthic soft-bottom communities in the Java Sea and around the islands of Madura and Bali, Indonesia. *Netherlands Journal of Sea Research* 23 (4), 449-461.
- Denny, M., Wethey, D., 2001. Processes influencing pattern in marine communities. In: Bertness, M.D., Gaines, S.G., Hay M.E. (Eds.), *Marine community ecology*. Publisher Sinauer Associates, Massachusetts, pp. 3-37.
- Duineveld, G., Lavaleye, M., Berghuis, E., de Wilde, P., 2001. Activity and composition of the benthic fauna in the Whittard Canyon and the adjacent continental slope (NE Atlantic). *Oceanologica Acta* 24 (1), 69-83.

- Escobar-Briones, E., Signoret, M., Hernández, D., 1999. Variación de la densidad de la infauna macrobéntica en un gradiente batimétrico; Oeste del Golfo de México, *Ciencias Marinas* 25 (2), 193-212.
- Escobar-Briones, E., 2000. La biodiversidad del mar profundo en México. *Biodiversitas* 6 (29), 2-6.
- Escobar-Briones, E., 2004. Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el Golfo de México. En: Caso, M., Pisanty, I., Ezcurra, E. (Comp.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 199-244.
- Estrada-Santillán, E.L., 2004. Macroinfauna béntica del cañón de Campeche, SW del Golfo de México. Tesis de Licenciatura, FES-Iztacala, UNAM, México.
- Etter, R.J., Grassle, J.F., 1992. Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity. *Nature* 360, 576-578.
- Etter, R.J., Mullineaux, L.S., 2001. Deep-Sea communities. In: Bertness, M.D., Gaines, S.D., Hay, M.E. (Eds.), *Marine community ecology*. Sinauer Associates, Massachusetts, pp. 367-393.
- Ewig, M, Antoine, J.W., 1966. New seismic data concerning sediments and diapiric structures in Sigsbee Deep and continental slope, Gulf of México. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 50 (3), 479-504.
- Flach E., Muthumbi, A., Heip, C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). *Progress in Oceanography* 52 (2-4), 433-457.
- Folk, R.L., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, pp. 190.
- Gage, J.D., Tayler, P.A., 1991. *Deep Sea Biology, A natural history of organisms at the deep sea floor*. Cambridge University Press, pp. 504.
- Gage, J.D., 2001a. Macrobenthos. In: Steele, J.H., Thorpe, S.A., Turekian, K.K. (Eds.), *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Vol. 3 (I-M), Academic Press, San Diego, pp. 1505-1515.
- Gage, J.D., 2001b. Deep-Sea benthic community and environmental impact assessment at the Atlantic Frontier. *Continental Shelf Research* 21, 957-986.
- Gage, J.D., Hughes, D.J., Gonzalez V.J.L., 2002. Sieve size influence in estimating biomass, abundance and diversity in samples of deep-sea macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series* 225, 97-107.
- Galéron, J., Sibuet, M., Mahaut, M.L., Dinet, A., 2000. Variation in structure and biomass of the benthic communities at three contrasting sites in the tropical Northeast Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 197, 121-137.

- Garrison, T., 1996. *Oceanography: An Invitation to marine science*. Continental and oceans basins. Wadsworth publishing company. California, USA, pp. 567.
- Gerino, M., Stora, G., Poydenot, F., Bourcier, M., 1995. Benthic fauna and bioturbation on the Mediterranean continental slope: Toulon Canyon. *Continental Shelf Research* 15 (11-12), 1483-1496.
- Gettleson, D.A., 1976. An ecological study of the benthic meiofauna and macroinfauna of a soft bottom area on the Texas outer continental shelf. Ph D Thesis. Texas, A & M, USA.
- Giordani, P., Helder, W., Koning, E., Miserocchi, S., Danovaro, R., Malaguti, A., 2002. Gradients of benthic-pelagic coupling and carbon budgets in the Adriatic and Northern Ionian Sea. *Journal of Marine Systems* 33-34, 365-387.
- Gray, J. S., 1981. *The ecology sediments*. Cambridge University Press, pp. 185.
- Grebmeier, J.M., Barry, J.P., 1991. The influence of Oceanographic processes on pelagic-benthic coupling in polar regions: A benthic perspective. *Journal of Marine Systems* 2 (3-4), 495-518.
- Hecker, B., Paul, A.Z., 1979. Abyssal community structure of the benthic infauna of the eastern equatorial Pacific: DOMES sites A, B and C. In: Bischoff, J.L., Piper, D.Z. (Eds.), *Marine Geology and Oceanography of the Pacific Manganese Nodule Province*. Plenum Pres., New York, pp. 287-308.
- Hedges, J.I., Keil, R.G., 1995. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine Chemistry* 49, 81-115.
- Hernández-Robles, D., 1999. Riqueza taxonómica, densidad y biomasa de la infauna macrobéntica a lo largo de un gradiente batimétrico en el sector occidental del Golfo de México. Tesis de Licenciatura, FES-Zaragoza, UNAM, México.
- Hessler, R.R., Jumars, P.A., 1974. Abyssal community analysis from replicate box cores in the central North Pacific. *Deep-Sea Research I* 21, 181-209.
- Heezen, B.C., Tharp, M., Ewing M., 1959. The floors of the oceans I. The North Atlantic. *Special Paper Geological Society of America* 65, 1-115.
- Hofmann, E.E., Worley, S.J., 1986. An investigation of the circulation of the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 91 (C12), 14 221-14 236.
- Hovland, M., MacDonald, I.R., Rueslåtten, H., Johnsen, H.K., Naehr, T., Bohrmann, G., 2005. Chapopote asphalt volcano may have been generated by supercritical water. *Eos: Transactions. American Geophysical Union* 86 (42), 397.

- Hughes, D.J., Gage, J.D., 2004. Benthic metazoan biomass, community structure and bioturbation at three contrasting deep-water sites on the northwest European continental margin. *Progress in Oceanography* 63 (1-2), 29-55.
- Ingole, B.S., Anzari, Z.A., Rathod, V., Rodríguez, N., 2001. Response of deep-sea macrobenthos to a small-scale environmental disturbance. *Deep-Sea Research II* 48 (16), 3401-3410.
- Kröncke, I., Vanreusel, A., Vincx, M., Wollenburg, J., Mackensen, A., Liebezeit, G., Behrends, B., 2000. Different benthic size-compartments and their relationship to sediment chemistry in the deep Eurasian Arctic Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 199, 31-41.
- Kröncke, I., Türkay, M., Fiege, D., 2003. Macrofauna communities in the eastern Mediterranean deep sea. *Marine Ecology* 24 (3), 193-206.
- Legendre, P., Gallagher, E., 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129, 271-280.
- Levin, L.A., Thomas, C.L., 1989. The influence of hydrodynamic regime on infaunal assemblages inhabiting carbonate sediments on central Pacific seamounts. *Deep-Sea Research* 36 (12), 1897-1915.
- Levin, L.A., Huggett, C.L., Wishner, K.F., 1991. Control of deep-sea benthic community structure by oxygen and organic-matter gradients in the eastern Pacific Ocean. *Journal of Marine Research* 49 (4), 763-800.
- Levin, L.A., Leithold, E.L., Gross, T.F., Huggett, C.L., DiBacco, C., 1994. Contrasting effects of substrate mobility on infaunal assemblages inhabiting two high-energy settings on Fieberling Guyot. *Journal of Marine Research* 52 (3), 489-522.
- Levin, L.A., Gage, J.D., 1998. Relationships between oxygen, organic matter and the diversity of bathyal macrofauna. *Deep-Sea Research II* 45, 129-163.
- Levin, L.A., Gage, J.D., Martin, C., Lamont, P., 2000. Macrobenthic community structure within beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47, 189-226.
- MacDonald, I.R., Bohrmann, G., Escobar, E., Abegg, F., Blanchon, P., Blinova, V., Brückmann, W., Drews, M., Eisenhauer, A., Han, X., Heeschen, K., Meier, F., Mortera, C., Naehr, T., Orcutt, B., Bernard, B., Brooks, J., de Faragó, M., 2004. Asphalt volcanism and chemosynthetic life in the Campeche knolls, Gulf of Mexico. *Science* 304 (5673), 999-1002.
- Milliman, J.D., 1994. Organic matter content in U.S. Atlantic continental slope sediments: Decoupling the grain-size factor. *Deep-Sea Research* 41, 797-808.

- Monreal-Gómez, M. A., Salas de León, D. A., 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México. En: Lavín, M.F. (Ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana 99, pp. 183-199.
- Mullineaux, L.S., 1987. Organisms living on manganese nodules and crusts: distribution and abundance at three North Pacific sites. *Deep-Sea Research* 34 (2), 165-184.
- Mullineaux, L.S., Mills S.W., 1997. A test of the larval retention hypothesis in seamount-generated flows. *Deep-Sea Research I* 44 (5), 745-770.
- Muñiz-Irigoyen, C.G., 2001. Variación de la estructura comunitaria de la infauna macrobentónica en el gradiente batimétrico del sector occidental del escarpe de Campeche, Suroeste del Golfo de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Nodder, S.D., Pilditch, C.A., Probert, P.K., Hall, J.A., 2003. Variability in benthic biomass and activity beneath the Subtropical Front, Chatham Rise, SW Pacific Ocean. *Deep-Sea Research I* 50 (8), 959-985.
- Paterson, G.L.J., Wilson, G.D.F., Cosson, N., Lamont, P.A., 1998. Hessler and Jumars (1974) revisited: abyssal polychaete assemblages from the Atlantic and Pacific. *Deep-Sea Research II* 45, 225-251.
- Parker T., Tunnicliffe, V., 1994. Dispersal strategies of the Biota on an Oceanic Seamount: Implications for ecology and biogeography. *The Biological Bulletin* 187, 336-345.
- Parulekar, A.H., Harkantra, S.N., Ansari, Z.A., Montondkar, G.P., 1982. Abyssal benthos of the central Indian Ocean. *Deep-Sea Research* 29 (12), 1531-1537.
- Pella, E., 1990. Elemental organic analysis. Part 1. Historical developments. *American Laboratory* 22 (2), 116-125.
- Pequegnat, W.E., Gallaway, B.J., Pequegnat, L.H., 1990. Aspects of the ecology of the deep-water fauna of the Gulf of Mexico. *American Zoologist* 30, 45-64.
- Pérez-Mendoza, A.Y., Hernández-Alcántara, P., Solis-Weiss, V., 2003. Bathymetric distribution and diversity of deep water polychaetous annelids in the Sigsbee Basin, northwestern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia* 496, 361-370.
- Perry, R.I., Harding, G.C., Loder, J.W., Tremblay, M.J., Sinclair, M.M., Drinkwater, K.F., 1993. Zooplankton distributions at the Georges Bank frontal system: retention or dispersion? *Continental Shelf Research* 13 (4), 357-383.
- Plaza-Reséndiz, I.P., 2006. Variación de la estructura comunitaria béntica de la planicie abisal del Golfo de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Rex, M.A., 1981. Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12, 331-353.
- Richardson D.M., Briggs, B.K., Young, D.K., 1985. Effects of biological activity by abyssal benthic macroinvertebrates on sedimentary structure in the Venezuela Basin. *Marine Geology* 68 (1-4), 243-267.
- Richardson, D.M., Young, D.K., 1987. Abyssal benthos of the Venezuela Basin, Caribbean Sea: Standing stock considerations. *Deep-Sea Research II* 34 (2), 145-164.
- Rowden, A.A., O'Shea, S., Clark, M.R., 2002. Benthic biodiversity of seamounts on the northwest Chatham Rise. *Marine Biodiversity Biosecurity Report No. 2* 21 pp.
- Rowe, G.T., 1983. Biomass and production of the deep-sea macrobenthos. In: Rowe, G.T. (Ed.), *Deep-sea biology. The sea. Vol. 8.* Wiley, New York, pp. 97-121.
- Rowe, G.T., Menzel, D.W., 1971. Quantitative benthic samples from the deep Gulf of Mexico with some comments in the measurement of deep-sea biomass. *Bulletin of Marine Science* 21, 556-566.
- Rowe, G.T., Polloni, P.T., Haedrich, R.L., 1982. The deep-sea macrobenthos on the continental margin of the northwest Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research* 29 (2), 257-278.
- Rowe, G.T., Kennicutt, M.C., 2002. Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope habitat and Benthic Ecology. Year 2: Interim Report. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, Louisiana. OCS Study MMS 2002-063. 158 pp.
- Salas de León, D.A., Monreal-Gómez, M.A., Alatorre, M.J.J., Díaz, P.H., Velasco, M.M., Quintero, C.F., Jaime, D. Subproyecto Física. Primer informe técnico. En: Solís, W.V. (Ed.), *Dinámica oceánica y su relación con el deterioro ambiental en la porción sur del Golfo de México.* Proyecto DGAPA/UNAM IN209789. Primer informe técnico, pp. 5-28.
- Shirayama, Y., Fukushima, T., 1995. Comparisons of Deep-Sea sediments and overlying water collected using multiple corer and box corer. *Journal of Oceanography* 51, 75-82.
- Smith, C.R., Levin, L.A., Mullineaux, L.S., 1998. Deep-Sea biodiversity: a tribute to Robert R. Hessler. *Deep-Sea Research II* 45, 1-11.
- Snelgrove, P.V.R., 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation* 7, 1123-1132.
- Soetaert, K., Vanaverbeke, J., Heip, C., Herman, P.M.J., Middelburg, J.J., Sadee, A., Duineveld, G., 1997. Nematode distribution in ocean margin sediments of the Goban Spur (northeast Atlantic) in relation to sediment geochemistry. *Deep-Sea Research I* 44 (9-10), 1671-1683.

- Sokolova, M.N., 2000. Feeding and trophic structure of the deep-sea macrobenthos. Science Publishers, pp. 264.
- Sorbe, J.C., 1999. Deep-sea macrofaunal assemblages within the Benthic Boundary Layer of the Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). *Deep-Sea Research II* 46 (10), 2309-2329.
- Stora, G., Bourcier, M., Arnoux, A., Gerino, M., Campion, J.L., Gilbert, F., Durbec, J.P., 1999. The deep-sea macrobenthos on the continental slope of the northwestern Mediterranean Sea: a quantitative approach. *Deep-Sea Research I* 46 (8), 1339-1368.
- Thistle, D., Ertman, C.S., Fauchald, K., 1991. The fauna of the HEBBLE site: patterns in standing stock and sediment-dynamics effects. *Marine Geology* 99 (3-4), 413-422.
- Thistle, D., Levin, L.A., 1998. The effect of experimentally increased near-bottom flow on metazoan meiofauna at a deep-sea site, with comparison data on macrofauna, *Deep-Sea Research I* 45 (4-5), 625-638.
- Turnewitsch, R., Witte, U., Graf, G., 2000. Bioturbation in the abyssal Arabian Sea: influence of fauna and food supply. *Deep-Sea Research II* 47, 2877-2911.
- Uchupi, E., 1975. Physiography of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (Eds.), *The ocean basins and margins: The Gulf of Mexico and the Caribbean*. Vol. 3, Plenum Press, New York, pp. 1-20.
- Welsh, S.E., Inoue, M., 2000. Loop current rings and the deep circulation in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 105 (C7), 16 951-16 959.
- Whitney, J. A., 2002. Landscape evolution of the Five Islands of south Louisiana: scientific policy and salt dome utilization and management. *Geomorphology* 47 (2-4), 227-244.
- Wilson, C. D., Boehlert, G. W., 2004, Interaction of ocean currents and resident micronekton at a seamount in the central North Pacific. *Journal of Marine Systems* 50 (1-2), 39-60.
- Wishner, K., Levin, L., Gowing, M., Mullineaux, L., 1990. Involvement of the oxygen minimum in benthic zonation on a deep seamount. *Nature* 346 (6279), 57-59.
- Witte, U., 2000. Vertical distribution of metazoan macrofauna within the sediment at four sites with contrasting food supply in the deep Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47(14), 2979-2997.
- Wlodarska-Kowalczyk, M., Kendall, M.A., Marcin, W.J., Klages, M., Soltwedel, T., 2004. Depth gradients of benthic standing stock and diversity on the continental margin at a high-latitude ice-free site (off Spitsbergen, 79°N). *Deep-Sea Research I* 51 (12), 1903-1914.

Apéndice I

Valores de abundancia del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino. De la estación E-1 a la E-3 con sus respectivas réplicas (4).

Grupos taxonómicos	ESTACIÓN Y RÉPLICA											
	E-1	E-1	E-1	E-1	E-2	E-2	E-2	E-2	E-3	E-3	E-3	E-3
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-1	R-2	R-3	R-4	R-1	R-2	R-3	R-4
Acaros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anfípodos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Briozoarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copépodos	4	3	0	1	0	3	0	1	1	4	1	2
Cumáceos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Esponjas	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	1	0
Hidroides	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Isópodos	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Nemátodos	2	4	7	2	2	6	4	2	16	5	5	5
Oligoquetos	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Ostracodos	1	1	0	1	1	2	0	0	1	2	1	0
Poliquetos	0	1	2	1	2	0	1	4	1	3	4	1
Priapulidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sipuncúlidos	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Tanaidáceos	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ascidias	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Turbelarios	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1

Valores de abundancia del macrobentos abisal de las inmediaciones de un domo salino. De la estación E-4 a la E-6 con sus respectivas réplicas (4).

Grupos taxonómicos	ESTACIÓN Y RÉPLICA											
	E-4	E-4	E-4	E-4	E-5	E-5	E-5	E-5	E-6	E-6	E-6	E-6
	R-1	R-2	R-3	R-4	R-1	R-2	R-3	R-4	R-1	R-2	R-3	R-4
Acaros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Anfípodos	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0
Bivalvos	0	4	1	0	2	0	2	2	1	0	2	1
Briozoarios	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Copépodos	2	1	3	3	3	1	4	2	2	3	2	1
Cumáceos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esponjas	4	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Hidroides	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Isópodos	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Nemátodos	4	6	4	5	4	6	8	3	16	5	6	4
Oligoquetos	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Ostracodos	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Poliquetos	4	3	1	1	7	0	0	0	1	2	1	3
Priapulidos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Sipuncúlidos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Tanaidáceos	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1
Ascidias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Turbelarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Apéndice II

Matriz de similitud del índice de Bray-Curtis

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
E-1	*	61.73	64.15	66.67	64.58	58.49
E-2	*	*	62.86	65.26	54.74	62.86
E-3	*	*	*	73.33	68.33	80.00
E-4	*	*	*	*	76.36	70.00
E-5	*	*	*	*	*	70.00
E-6	*	*	*	*	*	*

Apéndice III

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS GRANULOMÉTRICOS

Mz= Promedio gráfico (media):

$$Mz = (\phi 16 + \phi 50 + \phi 84) / 3 = \text{Limos}$$

σ_I = Desviación estándar gráfica inclusiva:

$$\sigma_I = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6} = \text{Muy mal clasificado}$$

Sk_I = Grado de asimetría gráfica:

$$Sk_I = \frac{\phi 16 - \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)} =$$

E-1: Asimétrico hacia los gruesos

E-2: Muy asimétrico hacia los gruesos

E-3: Asimétrico hacia los gruesos

E-4: Asimétrico hacia los gruesos

E-5: Asimétrico hacia los gruesos

E-6: Asimétrico hacia los finos

K_G = Curtosis gráfica:

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44 (\phi 75 - \phi 25)} = \text{Extremadamente leptocurtico}$$

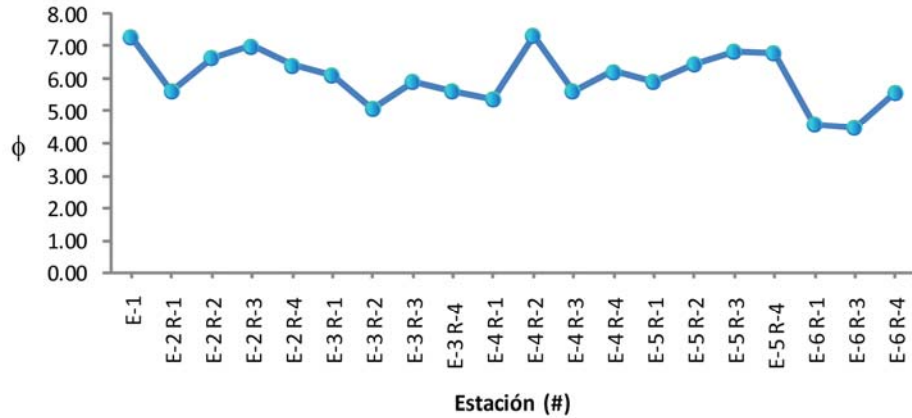
PARÁMETROS ESTADÍSTICOS GRANULOMÉTRICOS

Valores de los parámetros estadísticos granulométricos analizados por estación con su respectiva réplica y color de las muestras. * Color en húmedo

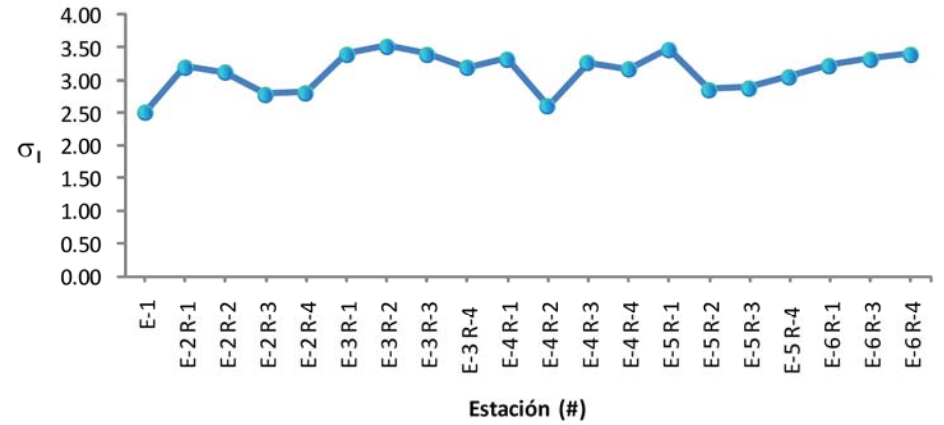
Estación- Répica	*Color (Tablas Munsell)		Mz	σ_1	SK ₁	K _G
	Clave	Descripción				
E-1	5Y 6/2	Gris olivo claro	7.306	2.514	-0.252	1.222
E-2 R-1	5Y 5/3	Olivo	5.632	3.216	-0.253	0.695
E-2 R-2	5Y 6/3	Olivo pálido	6.665	3.126	-0.410	0.831
E-2 R-3	5Y 5/2	Gris olivo	7.026	2.805	-0.374	0.951
E-2 R-4	5Y 5/3	Olivo	6.442	2.817	-0.252	0.918
E-3 R-1	5Y 6/3	Olivo pálido	6.144	3.403	-0.373	0.673
E-3 R-2	5Y 6/2	Gris olivo claro	5.076	3.530	0.023	0.577
E-3 R-3	5Y 6/3	Olivo pálido	5.938	3.399	-0.314	0.614
E-3 R-4	2.5Y 6/2	Gris pardusco claro	5.657	3.203	-0.214	0.675
E-4 R-1	5Y 5/3	Olivo	5.381	3.328	-0.207	0.654
E-4 R-2	5Y 5/3	Olivo	7.342	2.614	-0.350	1.110
E-4 R-3	5Y 5/2	Gris olivo	5.642	3.275	-0.286	0.768
E-4 R-4	5Y 5/2	Gris olivo	6.248	3.177	-0.334	0.787
E-5 R-1	5Y 6/2	Gris olivo claro	5.946	3.483	-0.337	0.612
E-5 R-2	2.5Y 5/2	Pardo grisáceo	6.455	2.876	-0.286	1.097
E-5 R-3	2.5Y 6/2	Gris pardusco claro	6.837	2.890	-0.325	1.222
E-5 R-4	2.5Y 6/2	Gris pardusco claro	6.792	3.066	-0.414	0.833
E-6 R-1	5Y 6/2	Gris olivo claro	4.593	3.234	0.189	0.646
E-6 R-3	5Y 6/2	Gris olivo claro	4.511	3.329	0.402	0.612
E-6 R-4	5Y 6/2	Gris olivo claro	5.587	3.413	-0.124	0.590

GRÁFICAS DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS AMBIENTALES

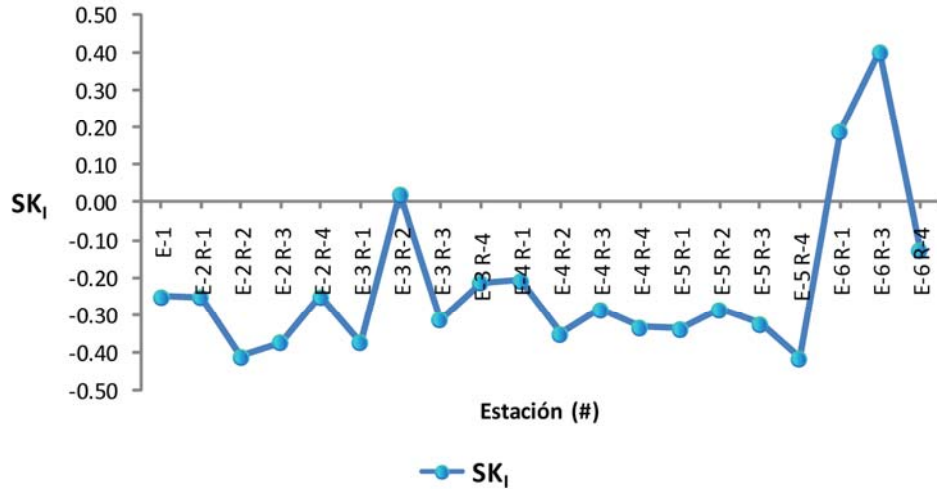
Promedio Gráfico



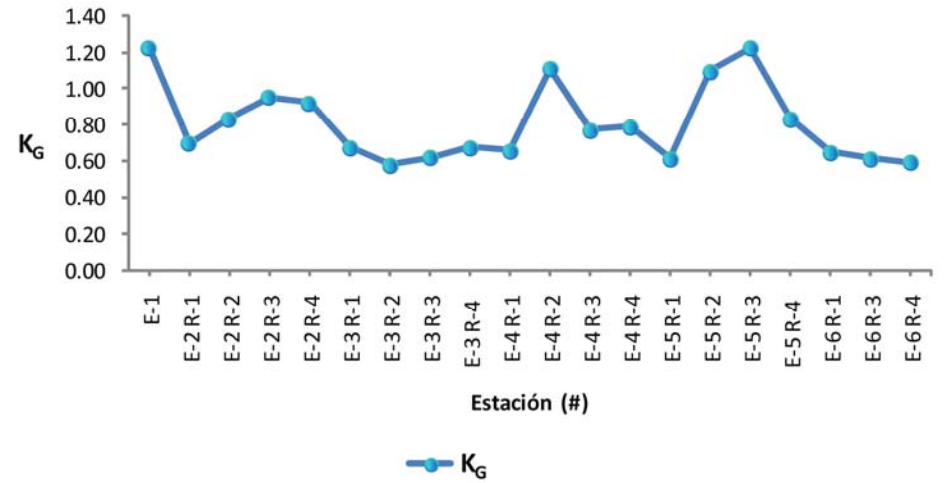
Desviación estandar gráfica inclusiva



Grado de asimetría gráfica



Curtosis gráfica



Apéndice IV

Porcentajes de los grupos taxonómicos restringidos y no restringidos por los factores ambientales y la presencia del domo salino: (CCA) Análisis de Correspondencia Canónica y (RDA) Análisis de Redundancia. En negritas los porcentajes significativos de acuerdo a los valores de p ($p < 0.05$). (Tablas 13 y 14).

Factores ambientales	Grupos taxonómicos restringidos (%)	Grupos taxonómicos No restringidos (%)	Grupos taxonómicos restringidos (%)	Grupos taxonómicos No restringidos (%)
	CCA	CCA	RDA	RDA
Domo salino	4.25	95.75	5.87	94.13
Profundidad (m)	5.06	94.94	5.03	94.97
%C _{org}	5.54	94.46	7.10	92.90
%N	4.85	95.15	6.81	93.19
C/N	4.99	95.01	4.80	95.20
%Arena	3.48	96.52	5.30	94.70
%Limo	2.00	98.00	3.34	96.66
%Arcilla	4.60	95.41	6.00	94.00
Chl a sedimento ($\mu\text{g.cm}^{-2}$)	3.53	96.48	4.88	95.12
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g.L}$)	6.10	93.91	6.18	93.82
General	45.23	53.77	48.18	95.17
Profundidad/Domo	13.53	86.47	16.87	83.13
%C _{org} /Domo	12.86	87.14	16.06	83.94
%N/Domo	16.59	83.41	18.56	81.44
C/N/Domo	13.57	86.43	15.39	84.61
%Arena/Domo	16.10	83.90	16.44	83.56
%Limo/Domo	10.87	89.13	15.86	84.14
%Arcilla/Domo	17.97	82.03	17.70	82.30
Chl a sedimento ($\mu\text{g.cm}^{-2}$)/Domo	13.94	86.06	15.55	84.45
Chl a agua de fondo ($\mu\text{g.L}$)/Domo	17.08	82.92	17.91	82.09
General/Domo	72.80	27.20	74.24	25.76

Apéndice V

Estudios de la comunidad macrobéntica en diferentes mares del mundo a profundidades a partir de 1 000 m hasta 4 000 m. En latitudes tropicales, subtropicales, templadas y frías, conjuntamente estudios donde se presentan estructuras topográficas en el mar profundo como son los montes marinos, guyots, colinas abisales y dorsales. I.N.D.= Información no disponible.

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROF. (m)	EQUIPO DE MUESTREO DEL MACROBENTOS	SUBMUESTREO MACROBENTOS
<u>MARES TROPICALES</u>				
Indonesia:				
Islas Madura y Bali	9°01' S; 115°05' E	1 430	Nucleador de caja	10 cm de diámetro y 15 cm de prof.
Océano Indico:				
Cuenca Central de la India	10°01' S; 75°59' E 10°03' S; 76°02' E	5 300- 5 350	Nucleador de caja (50x50x50 cm)	8 cm de diámetro
Océano Indico Central	00°11.3' N; 58°51.1' E	3 600- 5 400	Petersen Okean Grab	cuadrante de 170 cm ² 10cm de prof.
Cuenca de Angola	16°14.3' S; 22°20.2' E	5 389	Red de arrastre 500 µm -300 µm	
Mar de Arabia	10°02' N; 65°00' E 20°00' N; 65°35.0' E	3 187 4 424	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	1-20 cm de prof.
Mar de Arabia, NW				
<i>Margen Omán</i>	19°16.28' N; 58°29.25' E 19°14.31' N; 58°31.32' E 18°59.84' N; 59°00.96' E	1 000 1 250 3 400	Nucleador de caja 0.25 m ²	I.N.D.
Océano Atlántico:				
Atlántico Nororiental Tropical: Mauritania				
<i>Cabo Blanc</i>	20°25' N; 18°35' W	1 700	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	10 cm
<i>Terraza Cabo Verde</i>	18°25' N; 21°08' W	3 100		5 cm
<i>Planicie abisal Cabo Verde</i>	21°00' N; 31°14' W	4 700		3 cm
Atlántico Nororiental Tropical: Elevación Cabo Verde				

<i>Sitio E Eutrófico</i>	20°32' N; 18°32' W	1 700	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	10 cm
<i>Sitio M Mesotrófico</i>	18°30' N; 21°01' W	3 100		5 cm
<i>Sitio O Oligotrófico</i>	21°03' N; 31°10' W	4 500		3 cm
Cuenca de Venezuela, Mar Caribe:				
<i>Ridge Aves</i>	13°30' N; 64°45' W	3 450	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	3.6 cm
<i>Ridge Beata</i>	15°07' N; 69°22' W	3 950		
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	13°45' N; 67°45' W	5 050		
Cuenca de Venezuela:				
<i>Ridge Aves</i>	13°30' N; 64°45' W	3 500	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	I.N.D.
<i>Ridge Beata</i>	15°07' N; 69°22' W	3 950		
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	13°45' N; 67°45' W	5 050		
Golfo de México				
	24°03' N; 96°44' W	1 231	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	10 cm
	24°09' N; 96°34' W	1 698		
	24°12' N; 96°09' W	2 220		
	24°23' N; 96°00' W	2 620		
	25°22' N; 93°33' W	3 200		
	25°15' N; 93°25' W	3 620		
	25°23' N; 93°37' W	3 635		
	25°15' N; 93°25' W	3 650		
	25°27' N; 93°45' W	3 690		
	24°59' N; 94°46' W	3 700		
	24°03' N; 94°42' W	3 760		
	23°24' N; 93°07' W	3 760		
Océano Pacífico:				
		4 122-		
Cuenca de Perú	07°04.4' S; 88°27.6' W	4 201	Nucleador de caja 0.25m ²	5 cm de prof.
Cuenca de Perú (SE Pacifico Tropical)	07°04.4' S; 88°27.6' W	1 989-		
		4 150	Nucleador de caja USNEL 0.25m ²	I.N.D.
<u>MARES SUBTROPICALES Y TEMPLADOS</u>				
Océano Atlántico NW:				
Talud continental Irish y Scottish (NW Europa)				
<i>Sitio A: Suroriental Rockall</i>	52°55.1' N; 16°55.1' W	3 580	Nucleador de caja USNEL Mk 2 0.25m ²	prof. 10 cm/Cilindros 10 cm diámetro

<i>Sitio B: Cuenca Hatton-Rockall</i>	57°25.5' N; 15°41.0' W	1 100	Meganucleador: Dispositivo hidráulico	
<i>Sitio C: Nororiental del Ridge Feni</i>	57°06.0' N; 12°30.9' W	1 920		
Cañón Hudson	38° N; 69° W	1 141- 3 659	Nucleador de caja Birge-Ekman 0.04m ²	10 cm
	41° N; 75° W			
Elevación Nova Scotia <i>HEBBLE: Experimento de la Capa Límite Béntica de Alta Energía</i>	40°27' N; 62°20' W	4 820	Nucleador de caja 0.25m ² 9 sub- núcleos 77 cm ²	10 cm de prof.
Elevación Nova Scotia				
<i>Sitio somero</i>	40°53' N; 63°44' W	4 185	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	10 cm de prof. (2 cm)
<i>Sitio medio (HEBBLE)</i>	40°27' N; 62°20' W	4 815- 4 830		
<i>Sitio profundo</i>	40°07.62' N; 62°26.12' W	4950		
Océano Atlántico NE:				
Margen Ibérico:				
<i>La Coruña</i>	43°40.9' N; 08°37.2' W	1 522- 4 909	Nucleador de caja Cilíndrico (NOIZ)	30 cm de diámetro y 15 cm de prof.
<i>Talud Galicia</i>	42°39.8' N; 09°28.2' W	1 794- 2 625	Netherlands Institute of Sea Research	
<i>Goban Spur</i>	49°22.0' N; 11°48.1' W	1 021- 4 470		
Margen continental Celta:				
<i>Cañón Whittard</i>	48°33.54' N; 10°45.55' W	2 200- 4 500	Nucleador de caja	50 cm de diámetro y 2 cm de prof.
<i>Goban Spur</i>	49°34.67' N; 11°31.79' W	2 735- 4 375		
Bahía Biscay:				
<i>Cañón Cap- Ferret MS 1</i>	44°46.44' N; 02°37.38' W	2 300	Draga suprabentica	I.N.D.
<i>MS 2</i>	43°43.46' N; 02°16.80' W	3 000		
Mar Mediterráneo:				
Cañón Toulon:				
<i>Flanco Oriental y Flanco Occidental</i>	42°56'80'' N; 06°00'50'' E	1 000	Nucleador de caja FLUCHA (2.5 X 2.5 dm) ancho 30-40 cm	12 cm volumen de 7.5 dm ³
<i>Canal del cañón</i>	45°03'50'' N; 05°58'52'' E	1 100		
<i>Canal y Flanco Oriental</i>		1 500		

<i>Flanco Oriental</i>		1 570		
<i>Canal del cañón</i>		2 000		
Cañón Toulon, Talud continental	43°00'70" N; 05°59'37" E	1 000	Nucleador de caja FLUCHA Area 6.25 dm ²	volumen de 1.8 dm ³
		1 169-		Rectángulo de 40 x 80
Talud del Mar de Catalán	40°52' N; 2°05' E	1 645	Red de arrastre Macer-GIROQ	cm
	41°16' N; 2°17' E			
Océano Pacífico SW:				
		1 000-		
Elevación Chatham	41°-47° S	2 600	Nucleador de caja y Nucleador múltiple	área de 0.067m ² /núcleos de 10 cm
Oriente de Nueva Zelanda	178° 30' E			
<u>MARES FRIOS</u>				
Océano Ártico:				
		1 545-		
Elevación del talud Kongsfjord	78°54' N; 6°46' E	2 977	Nucleador de caja 0.25 m ²	20 cm de prof.
	79°00' N; 3°00' E			
Planicie abisal Chukchi	76°41' N; 173°28' W	2 220	Rompehielos: USCGC <i>Polar Sea</i> y CCGS <i>Louis S. St. Laurent</i>	9.5 cm de diámetro
Placa Arlis	78°08' N; 176°53' W	1 000	Nucleador de caja USNEL Mark III 0.16m ²	10 cm de prof.
Ridge Mendeleev	80°00' N; 174°18' W	1 593		
Ridge Mendeleev	80°09' N; 173°23' W	2 500		
Ridge Mendeleev	80°20' N; 178°43' W	1 520		
Talud Mendeleev	81°16' N; 178°52' W	2 217		
Planicie abisal Wrangel	82°27' N; 175°44' W	2 400		
Planicie abisal Wrangel	84°06' N; 174°58' W	3 180		
Planicie abisal Siberia	85°55' N; 166°41' W	3 475		
Planicie abisal Siberia	87°09' N; 160°43' W	3 890		
Ridge Lomonosov	88°04' N; 147°48' W	2 150		
Ridge Lomonosov	88°48' N; 143°07' W	1 020		
Ridge Lomonosov	88°52' N; 140°11' W	1 990		
Océano Ártico Eurasiático:				
		2 950-		
<i>Cuenca Nansen</i>	81°45.32' N; 29°59.97' E	3 981	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	0.02m ²
		2 035-		
<i>Rigde Gakkel</i>	86°14.54' N; 59°14.03' E	4 425		

		4 384-		
<i>Cuenca Amundsen</i>	87°35.14' N; 68°58.63' E	4 427		
		1 388-		
<i>Ridge Lomonosov</i>	88°02.16' N; 134°53.71' E	1 654		
Antártica:				
		3 057-		
Cuenca abisal del Mar Weddell	65°19.45' S; 51°30.97' W	3 065	Nucleador de caja 0.25 m ² /25 cajas ind. 10 x 10 x 50 cm	100 cm ²
		3 052-		5.7 cm de diámetro/área
	65°19.37' S; 51°32.26' W	3 068	Nucleador múltiple con 12 núcleos	25.5 cm ²
		2 074-		
Talud Sandwich Sur	65°17.50' S; 53°23.60' W	2 084		
		2 085-		
	65°17.75' S; 53°22.92' W	2 086		
		1 108-		
	65°20.09' S; 54°14.72' W	1 120		
		1 110-		
	65°20.10' S; 48°5.43' W	1 166		
		4 064-		
	65°19.50' S; 48°4.83' W	4 069		
		4 060-		
	65°20.10' S; 48°5.43' W	4 062		
		4 679-		
	64°58.99' S; 48°0.64' W	4 680		
		4 732-		
	64°1.73' S; 39°7.80' W	4 737		
		4 741-		
	64°2.02' S; 39°6.12' W	4 748		
		4 975		
	63°45.16' S; 33°47.72' W	4 975-		
		4 976		
	63°45.00' S; 33°47.81' W	4 976		
		4 540-		
	62°57.82' S; 27°54.01' W	4 541		
		4 537-		
	63°45.00' S; 33°47.81' W	4 539		
		3 935		
	58°14.10' S; 24°20.73' W	2 942-		
		2 950		
	58°16.07' S; 24°54.12' W	2 950		
		2 944		
	58°16.09' S; 24°54.26' W	2 944		
		2 293-		
	58°24.96' S; 24°0.84' W	2 277		

ESTRUCTURAS TOPOGRAFICAS**Pacífico Noroecuatorial:**Montes marinos de las Islas
Hawai

<i>Pacífico Ecuatorial Norte</i>	5° N; 125° W	4 500	Nucleador tipo caja USNEL/Sandia 0.25m ²	I.N.D.
<i>Pacífico Central Norte</i>	30° N; 157° W	5 800		

Pacífico Oriental Ecuatorial:

Colinas Abisales (Domos)

<i>Sitio A</i>	8°27' N; 150°47' W	4 839- 5 229 3 934-	Nucleador de caja USNEL 0.25 m ²	I.N.D.
<i>Sitio B</i>	11°42' N; 138°24' W	5 001 4 183-		
<i>Sitio C</i>	16° N; 126° W	4 690		

Montes marinos**Océano Pacífico Central:**

<i>Guyot Horizon</i>	19°16' N; 168°59' W	1 480	Cuatro tipo de nucleadores : Nuclador Ekman-style núcleos 15 x 15 x 20 cm y 20.3 x 20.3 x 30 cm Núcleos de tubos cilíndricos (7 cm diámetro x 20 cm de prof.)	0-2 cm 2-5 y 5-10 cm
<i>Perímetro norte</i>	19°26' N; 169°04' W	1 840		
<i>Elevación de la placa Magellan</i>	07°04' N; 176°52' W	3 150	Nucleador grande MK-1 (20 x 30 x 40 cm)	I.N.D.

Pacífico Oriental Tropical:

<i>Volcán 7</i>	13°25' N; 102°35' W		Nucleador de caja Ekman-style 15 x 15 x 20 cm	(7 x 7 x 15 cm) y 10 cm de prof.
<i>Cima</i>		730-770		
<i>Límite inferior de la cima</i>		770-1000 1 000-		
<i>Talud</i>		2 000 2 000-		
<i>Base</i>		3 500 730-		
<i>Volcán 7</i>	13°23' N y 102°27' W	3 400	Nucleador de caja Ekman-style área 196 cm ²	15 cm de prof.

Guyot del Pacífico Norte:Guyot Fieberling (White Sand
Swale)

32°27.581' N; 127°47.839' W	580-585	Nucleador Ekman-style 15 x 15 cm ² Nucleador Ekman-style 16.2 x 16.2 cm ²	10 cm
-----------------------------	---------	--	-------

Guyot Fieberling

<i>Borde de la pluma de mar</i>	32°27.631' N; 127°49.489' W	630-340	Nucleador de caja Ekman-style 15 x 15 cm	10 cm de prof.
<i>White Sand Swale</i>	32°27.581' N; 127°47.839' W	580-585	Nucleador de caja Ekman-style 16.2 x 16.2 cm	

(Continúa)

LOCALIDAD	FORMA DE FIJACION A BORDO	TAMIZ	TIPO DE SEDIMENTO
<u>MARES TROPICALES</u>			
Indonesia:			
Islas Madura y Bali	Formaldehido 4%/ Rosa de Bengala	1 mm 400 µm	Lodos sueltos
Océano Indico:			
Cuenca Central de la India	Formaldehido 10%/Rosa de Bengala 10%	I.N.D.	I.N.D.
Océano Indico Central	Formaldehido 5%/Rosa de Bengala	500 µm	Oozes calcáreos
Cuenca de Angola	Etanol 80%	I.N.D.	I.N.D.
Mar de Arabia	Formaldehido 4%	500 µm	Lodos
Mar de Arabia, NW			
<i>Margen Omán</i>	Formaldehido 8%	300 µm	I.N.D.
Océano Atlántico:			
Nororiental del Atlántico Tropical: Mauritania			
<i>Cabo Blanc</i>	Formaldehido 10%/Floxina	500 µm	Lodos terrígenos
<i>Terraza Cabo Verde</i>		250 µm	Montículos de lodo
<i>Planicie abisal Cabo Verde</i>			Lodos terrígenos y restos biogénicos
Atlántico Nororiental Tropical: Elevación Cape Verde			
<i>Sitio E Eutrófico</i>	Formaldehido Buffer-Borax 3%	250 µm	Verdoso, mezcla de arcillas, calcio y magnesio carbonatados y remanente de conchas. Color grisáceo, calcio y magnesio carbonatados y remanente de conchas y oozes nanofósiles.
<i>Sitio M Mesotrófico</i>			
<i>Sitio O Oligotrófico</i>			Oozes nanofósiles blanquecino, Montículos de lodo
Cuenca de Venezuela, Mar Caribe:			
<i>Ridge Aves</i>	I.N.D.	500 µm	Arcillas, Carbonatos: Testas de foraminíferos/Cocolitoforidos

<i>Ridge Beata</i>	I.N.D.	300 µm	Carbonatos: Arenas/Arcillas
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>			Arcillas
Cuenca de Venezuela:			
Ridge Aves	Solución Formaldehido/Rosa de Bengala 5%	500 µm	Arenas pelágicas, testas de foraminíferos/cocolitoforidos
Ridge Beata		300 µm	Carbonatos: Testas foraminíferos/cocolitoforidos/conchas pterópodos)
Planicie Abisal Venezuela			Arcillas pelágicas, sedimento grueso por corriente turbidita
Golfo de México	Formaldehido 4%/Rosa de Bengala y etanol	500 µm	Lodos, arenas, testas de foraminíferos
		250 µm	

Océano Pacífico:

Cuenca de Perú	Formaldehido 4%/Rosa de Bengala	500 µm	Silicatos semi líquidos de oozes, arcillas con C org.
Cuenca de Perú (SE Pacífico Tropical)	Formaldehido 4%/Rosa de Bengala	500 µm	Sedimento uniforme: oozes de silicato
			Material semi-líquido, arcillas/alto contenido C org.

MARES SUBTROPICALES Y TEMPLADOS

Océano Atlántico NW:

Talud continental Irish y Scottish (NW Europa)

<i>Sitio A: Suroriental Rockall</i>	Formaldehido 4%/Rosa de Bengala	250 µm	I.N.D.
<i>Sitio B: Cuenca Hatton-Rockall</i>			
<i>Sitio C: Nororiental del Ridge Feni</i>			
Cañón Hudson	Formaldehido 10%	1.0 mm, 420 µm	I.N.D.
Elevación Nova Scotia <i>HEBBLE: Experimento de la Capa Límite Béntica de Alta Energía</i>	Formaldehido 4% neutralizado con Borato de Sodio	297 µm	Lodos y testas de foraminíferos
Elevación Nova Scotia <i>Sitio somero</i>	Buffer agua de mar filtrada y formaldehido 10% con Borato de Sodio	300 µm	Sedimento bien consolidado. Testas de foraminíferos Mezcla de limos y arcillas con agregados de partículas grandes, fecal pellets. Testas de foraminíferos arenosos y calcáreos. Color castaño rojizo. Sedimento consolidado
<i>Sitio medio (HEBBLE)</i>			Testas de foraminíferos
<i>Sitio profundo</i>			

Océano Atlántico NE:

Margen Ibérico:

<i>La Coruña</i>	Formaldehido 4%	500 µm	Sedimentos carbonatados
<i>Talud Galicia</i>			
<i>Goban Spur</i>			
Margen continental Celta:			
<i>Cañón Whittard</i>	Formaldehido 4%	1.0 mm	I.N.D.
<i>Goban Spur</i>		500 µm	
Bahía Biscay:			
<i>Cañón Cap- Ferret</i>	Formaldehido 5%	1.0 mm	I.N.D.
		500 µm	

Mar Mediterráneo:

Cañón Toulon:			
<i>Flanco Oriental y Flanco Occidental</i>	I.N.D.	500 µm	I.N.D.
<i>Canal del cañón</i>			
<i>Canal y Flanco Oriental</i>			
<i>Flanco Oriental</i>			
<i>Canal del cañón</i>			
Cañón Toulon, Talud continental	I.N.D.	250 µm	I.N.D.
Talud del Mar de Catalán	Formaldehido 10%	500 µm	Arenas y lodos
Océano Pacífico SW:			
Elevación Chatham	Formaldehido 10%	425 µm	I.N.D.
Oriente de Nueva Zelanda			

MARES FRIOS

Océano Ártico:

Elevación del talud Kongsfjord	Formaldehido	500 µm	Arcillas arenosas mal clasificadas
Planicie abisal Chukchi	Formaldehido 10%/Rosa de Bengala	250 µm	I.N.D.
Placa Arlis			
Ridge Mendeleev			
Ridge Mendeleev			
Ridge Mendeleev			

Talud Mendeleev			
Planicie abisal Wrangel			
Planicie abisal Wrangel			
Planicie abisal Siberia			
Planicie abisal Siberia			
Ridge Lomonosov			
Ridge Lomonosov			
Ridge Lomonosov			
Océano Ártico Eurasiático:			
Cuenca Nansen	Formaldehido 4%	500 µm	I.N.D.
Rigde Gakkel			
Cuenca Amundsen			
Ridge Lomonosov			
Antártica:			
Cuenca abisal del Mar Weddell		250 µm	I.N.D.
Talud Sandwich Sur	I.N.D.	I.N.D.	I.N.D.
<u>ESTRUCTURAS TOPOGRAFICAS</u>			
Pacífico Noroecuatorial:			
Montes marinos de las Islas Hawai			
Pacífico Ecuatorial Norte		300 µm	Arcillas pelágicas silíceas
Pacífico Central Norte			Arcillas rojas
Pacífico Oriental Ecuatorial:			
Colinas Abisales (Domos)			
<i>Sitio A</i>	Formaldehido 10%	300 µm	Arcillas silíceas
<i>Sitio B</i>			Arcillas silíceas y arcillas rojas
<i>Sitio C</i>			Arcillas rojas
<u>Montes marinos</u>			
Océano Pacífico Central:			
Guyot Horizon	Formaldehido 10%/Etanol 70%	300 µm	Sedimento ooze calcáreo

Perímetro norte			
Elevación de la placa Magellan			Sedimento ooze calcáreo
Pacífico Oriental Tropical:			
Volcán 7	Formaldehido 10%	300 µm	Basalto fresco, arenas de foraminíferos y sedimentos finos ricos en Mn
<i>Cima</i>			
<i>Límite inferior de la cima</i>			
<i>Talud</i>			
<i>Base</i>			
Volcán 7	Formaldehido 10%	300 µm	I.N.D.
Guyot del Pacífico Norte:			
Guyot Fieberling (White Sand Swale)	Formaldehido 10%/Rosa de Bengala	300 µm	Arenas blancas calcáreas compuesto de restos de foraminíferos
<i>Guyot Fieberling</i>			
<i>Borde de la pluma de mar</i>	Formaldehido 10%	300 µm	Arenas basálticas y calcárea
<i>White Sand Swale</i>			Arenas calcáreas

(Continúa)

LOCALIDAD	COLUMNA DE AGUA	ESTRUCTURAS TOPOGRÁFICAS
<u>MARES TROPICALES</u>		
Indonesia:		
Islas Madura y Bali	38 gC.m ⁻² a ⁻²	No
Océano Indico:		
Cuenca Central de la India	pre-perturbación	No
	post-perturbación	No
Océano Indico Central	439.8 g.m ⁻²	Nódulos polimetálicos
Cuenca de Angola	oligotrófico	No
Mar de Arabia	meso oligo	No
Mar de Arabia, NW	I.N.D.	No
<i>Margen Omán</i>	I.N.D.	No

Océano Atlántico:

Atlántico Nororiental Tropical: Mauritania

<i>Cabo Blanc</i>	I.N.D.	No
<i>Terraza Cabo Verde</i>	I.N.D.	No
<i>Planicie abisal Cabo Verde</i>	I.N.D.	No

Atlántico Nororiental Tropical: Elevación Cape Verde

<i>Sitio E Eutrófico</i>	6 gC.m ⁻² a ⁻¹	No
<i>Sitio M Mesotrófico</i>	1.9 gC.m ⁻² a ⁻¹	No
<i>Sitio O Oligotrófico</i>	0.4 gC.m ⁻² a ⁻¹	No

Cuenca de Venezuela, Mar Caribe:

<i>Ridge Aves</i>	500 mgC.m ⁻² d ⁻¹	Flanco de la Dorsal
<i>Ridge Beata</i>	150-250 mgC.m ⁻² d ⁻¹	Flanco de la Dorsal
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	100-150 mgC.m ⁻² d ⁻¹	No

Cuenca de Venezuela:

<i>Ridge Aves</i>	I.N.D.	Flanco de la dorsal
<i>Ridge Beata</i>	I.N.D.	Flanco de la dorsal
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	I.N.D.	No

Golfo de México meso-oligo No

Océano Pacífico:

Cuenca de Perú	I.N.D.	Nódulos de manganeso
Cuenca de Perú (SE Pacífico Tropical)	I.N.D.	Nódulos de manganeso

MARES SUBTROPICALES Y TEMPLADOS

Océano Atlántico NW:

Talud continental Irish y Scottish (NW Europa)

<i>Sitio A: Suroriental Rockall</i>	~2.8 gC.m ⁻² a ⁻²	No
<i>Sitio B: Cuenca Hatton-Rockall</i>	~9.1 gC.m ⁻² a ⁻²	No
<i>Sitio C: Nororiental del Ridge Feni</i>	~5.2 gC.m ⁻² a ⁻²	No
Cañón Hudson	I.N.D.	No
Elevación Nova Scotia	I.N.D.	No

HEBBLE: Experimento de la Capa Límite Béntica de Alta Energía

Elevación Nova Scotia

Sitio somero I.N.D. No

Sitio medio (HEBBLE) Sobresaturación de carbonatos No

Sitio profundo Profundidad de compensación de carbonatos No

Océano Atlántico NE:

Margen Ibérico:

La Coruña I.N.D. No

Talud Galicia I.N.D. No

Goban Spur I.N.D. No

Margen continental Celta:

Cañón Whittard I.N.D. No

Goban Spur I.N.D. No

Bahía Biscay:

Cañón Cap- Ferret 15-41 mgC.m⁻² d⁻¹ No

Mar Mediterráneo:

Cañón Toulon:

Flanco Oriental y Flanco Occidental I.N.D. No

Canal del cañón I.N.D. No

Canal y Flanco Oriental I.N.D. No

Flanco Oriental I.N.D. No

Canal del cañón I.N.D. No

Cañón Toulon, Talud continental I.N.D. No

Talud del Mar de Catalán 181 gC.m⁻² a 102.8 gC.m⁻² No

Océano Pacífico SW:

Elevación Chatham 15-35 mgC.m⁻² d⁻¹ No

Oriente de Nueva Zelanda I.N.D. No

MARES FRIOS**Océano Ártico:**

Elevación del talud Kongsfjord	I.N.D.	No
Planicie abisal Chukchi	I.N.D.	No
Placa Arlis	I.N.D.	Dorsal
Ridge Mendeleev	I.N.D.	Dorsal
Ridge Mendeleev	I.N.D.	Dorsal
Ridge Mendeleev	I.N.D.	Dorsal
Talud Mendeleev	I.N.D.	No
Planicie abisal Wrangel	I.N.D.	No
Planicie abisal Wrangel	I.N.D.	No
Planicie abisal Siberia	I.N.D.	No
Planicie abisal Siberia	I.N.D.	No
Ridge Lomonosov	I.N.D.	Dorsal
Ridge Lomonosov	I.N.D.	Dorsal
Ridge Lomonosov	I.N.D.	Dorsal
Océano Ártico Eurasiático:		
<i>Cuenca Nansen</i>	I.N.D.	No
<i>Rigde Gakkel</i>	I.N.D.	Dorsal
<i>Cuenca Amundsen</i>	I.N.D.	No
<i>Ridge Lomonosov</i>	I.N.D.	Dorsal
Antártica:		
Cuenca abisal del Mar Weddell	I.N.D.	No
Talud Sandwich Sur	I.N.D.	No

ESTRUCTURAS TOPOGRAFICAS**Pacífico Noroecuatorial:**

Montes marinos de las Islas Hawai		Monte marino
<i>Pacífico Ecuatorial Norte</i>	Surgencias	Sustrato: Nódulos polimetálicos
<i>Pacífico Central Norte</i>	Giro oligotrófico	

Pacífico Oriental Ecuatorial:

Colinas Abisales (Domos)

<i>Sitio A</i>	I.N.D.	Colinas abisales
<i>Sitio B</i>	I.N.D.	Colinas abisales
<i>Sitio C</i>	I.N.D.	Colinas abisales

Montes marinos

Océano Pacífico Central:

Guyot Horizon	0.4-1.7 mgC.m ⁻² d ⁻¹	Guyot
<i>Perímetro norte</i>		
<i>Elevación de la placa Magellan</i>		

Pacífico Oriental Tropical:

Volcán 7	I.N.D.	Monte marino
<i>Cima</i>	I.N.D.	
<i>Límite inferior de la cima</i>	I.N.D.	
<i>Talud</i>	I.N.D.	
<i>Base</i>	I.N.D.	
Volcán 7	I.N.D.	Monte marino

Guyot del Pacífico Norte:

Guyot Fieberling (White Sand Swale)	I.N.D.	Guyot
Guyot Fieberling		
<i>Borde de la pluma de mar</i>	250 mgC.m ⁻² d ⁻¹	Guyot
<i>White Sand Swale</i>		

(Continúa)

LOCALIDAD	COORDENADAS Latitud-Longitud	PROF. (m)	BIOMASA	DENSIDAD	GRUPOS DOMINANTES *Registrados como meiofauna	REFERENCIA
<u>MARES TROPICALES</u>						
Indonesia:						
Islas Madura y Bali	9°01' S; 115°05' E	1 430	426 PSLC mg.m ⁻²	3514 Ind.m ⁻²	Poliquetos, Crustáceos, Nemátodos, Equinodermos,	De Wilde <i>et al.</i> , 1989

					Sipuncúlidos, Celenterados y Moluscos.	
Océano Indico:						
Cuenca Central de la India	10°01' S; 75°59' E	5 300-5 350	4.6-69.3 mg.m ⁻²	48-704 Ind.m ⁻²	Poliquetos 65%, Crustáceos Peracáridos (Tanaidáceos, Isópodos, Anfípodos y Cumáceos) 31.8 %, Moluscos 1.5% y Sipuncúlidos 1.4%.	Ingole <i>et al.</i> , 2001
	10°03' S; 76°02' E		1.6-254 mg.m ⁻²	48-704 Ind.m ⁻²	Nemátodos 33%, Crustáceos 28%, Poliquetos 27%; Bivalvos, Gastrópodos y Holoturias 12%.	
Océano Indico Central	00°11.3' N; 58°51.1' E	3 600-5 400	2.62 g.m ⁻²	2 – 5 por 170cm ²	Poliquetos 66.6%, Anfípodos 33.3%, Tanaidáceos 25%, Isópodos 16%, Briozoarios 16%, Ofiúridos 16% y *Nemátodos 69.4%.	Parulekar <i>et al.</i> , 1982
Cuenca de Angola	16°14.3' S; 22°20.2' E	5 125-5 389	I.N.D.	I.N.D.	Peracáridos 21.8%, Poliquetos, Copépodos y Bivalvos.	Brandt <i>et al.</i> , 2005
Mar de Arabia	10°02' N; 65°00' E; 20°00' N; 65°35.0' E	3 187-4 424	21-106 mgC.m ⁻²	280-2 860 Ind.m ⁻²	Crustáceos 65-44%, Poliquetos 20-33% y Moluscos 3-10%.	Witte, 2000
Mar de Arabia, NW						Levin <i>et al.</i> , 2000
<i>Margen Omán</i>	19°16.28' N; 58°29.25' E	1 000	43.5 g.m ⁻²	5 818 Ind.m ⁻²	Poliquetos 96%, Moluscos 1.9% y Crustáceos 0.1%.	
	19°14.31' N; 58°31.32' E	1 250		2 480 Ind.m ⁻²	Poliquetos 71%, Moluscos 23%, Crustáceos (Anfípodos, Tanaidáceos y Cumáceos) 2.7%.	
	18°59.84' N; 59°00.96' E	3 400		3 190 Ind.m ⁻²	Poliquetos 37%, Moluscos 18%, Crustáceos (Anfípodos, Tanaidáceos e Isópodos) 31%, Priapúlidos 10.9%, Nemertinos, Ofiúridos y Antozoos.	
Océano Atlántico:						
Atlántico Nororiental Tropical: Mauritania						
<i>Cabo Blanc</i>	20°25' N; 18°35' W	1 700	I.N.D.	5 403 Ind.m ⁻²	Poliquetos 56%, Tanaidáceos 12.7%, Isópodos, Anfípodos y Bivalvos.	Cosson <i>et al.</i> , 1997
<i>Terraza Cabo Verde</i>	18°25' N; 21°08' W	3 100	I.N.D.	1 856 Ind.m ⁻²	Poliquetos 64%.	
<i>Planicie abisal Cabo Verde</i>	21°00' N; 31°14' W	4 700	I.N.D.	231.5 Ind.m ⁻²	Poliquetos 67%, Tanaidáceos 11.8% y Sipuncúlidos, Nemertinos, Gastrópodos, Cirripedios, Anfípodos y Equinodermos	

Atlántico Nororiental						Galéron <i>et al.</i> , 2000
Tropical: Elevación Cabo Verde						
<i>Sitio E Eutrófico</i>	20°32' N; 18°32' W	1 700	2 985.0-4 077.6 mgC.m ²	1 357.5, 996.3 Ind.0.25 m ²	*Nemátodos >90%, Poliquetos, Tanaidáceos, Isópodos y Bivalvos 85-92%.	
<i>Sitio M Mesotrófico</i>	18°30' N; 21°01' W	3 100	1 376.9, 1 195.9, 2 240,3 mgC.m ²	460.3, 427.0, 443.0 Ind.0.25 m ²	*Nemátodos >90%, Poliquetos, Tanaidáceos, Isópodos y Bivalvos 85-92%.	
<i>Sitio O Oligotrófico</i>	21°03' N; 31°10' W	4 500	56.6, 59.2, 48.9 mgC.m ²	57.7, 57.4, 51.0 Ind.0.25 m ²	*Nemátodos >90%, Poliquetos, Tanaidáceos, Isópodos y Bivalvos 85-92%.	
Cuenca de Venezuela, Mar Caribe:						Richardson y Young, 1987
<i>Ridge Aves</i>	13°30' N; 64°45' W	3 450	350 mg.phm ⁻²	678 Ind.m ²	*Nemátodos 72-88%, Poliquetos 55%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 10%.	
<i>Ridge Beata</i>	15°07' N; 69°22' W	3 950	70 mg.phm ⁻²	263 Ind.m ²	*Nemátodos 72-88%, Poliquetos 55%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 10%.	
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	13°45' N; 67°45' W	5 050	135 mg.phm ⁻²	238 Ind.m ²	*Nemátodos 72-88%, Poliquetos 55%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 10%.	
Cuenca de Venezuela:						Richardson <i>et al.</i> , 1985
<i>Ridge Aves</i>	13°30' N; 64°45' W	3 500	350 mg m ⁻²	678 Ind.m ²	*Nemátodos 74.5%, Poliquetos 54.5%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 9.6%.	
<i>Ridge Beata</i>	15°07' N; 69°22' W	3 950	70 mg.m ⁻²	263 Ind.m ²	*Nemátodos 74.5%, Poliquetos 54.5%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 9.6%.	
<i>Planicie Abisal Venezuela</i>	13°45' N; 67°45' W	5 050	135 mg.m ⁻²	238 Ind.m ²	*Nemátodos 74.5%, Poliquetos 54.5%, Esponjas 12%, Tanaidáceos 10% y Pelecípodos 9.6%.	
Golfo de México						Hernández-Robles, 1999; Escobar <i>et al.</i> , 1999
	24°03' N; 96°44' W	1 231	0.052 gC m ⁻²	2 714 Ind.m ⁻²	Nemátodos, Poliquetos y Artrópodos (Crustáceos peracáridos 90%) 82-99%.	
	24°09' N; 96°34' W	1 698	0.013 gC.m ⁻²	1 067 Ind.m ⁻²		
	24°12' N; 96°09' W	2 220	0.016 gC.m ⁻²	880 Ind.m ⁻²		

	24°23' N; 96°00' W	2 620	0.038 gC.m ⁻²	1 125 Ind.m ⁻²		
	25°22' N; 93°33' W	3 200	0.022 gC.m ⁻²	853 Ind.m ⁻²		
	25°15' N; 93°25' W	3 620	0.044 gC.m ⁻²	1 808 Ind.m ⁻²		
	25°23' N; 93°37' W	3 635	0.008 gC.m ⁻²	491 Ind.m ⁻²		
	25°15' N; 93°25' W	3 650	0.037 gC.m ⁻²	1 557 Ind.m ⁻²		
	25°27' N; 93°45' W	3 690	0.051 gC.m ⁻²	1 696 Ind.m ⁻²		
	24°59' N; 94°46' W	3 700	0.050 gC.m ⁻²	1 667 Ind.m ⁻²		
	24°03' N; 94°42' W	3 760	0.026 gC.m ⁻²	795 Ind.m ⁻²		
	23°24' N; 93°07' W	3 760	0.042 gC.m ⁻²	1 400 Ind.m ⁻²		
Océano Pacífico:						
Cuenca de Perú	07°04.4' S; 88°27.6' W	4 122- 4 201	I.N.D.	I.N.D.	Poliquetos, Tanaidáceos, Isópodos, Cumáceos, Bivalvos, Gastrópodos, Escafópodos, Equinoideos y Ofiúridos.	Borowski, 2001
Cuenca de Perú (SE Pacífico Tropical)	07°04.4' S; 88°27.6' W	1 989- 4 150	I.N.D.	77-122.8 Ind.m ²	Poliquetos 48.6%, Tanaidáceos 28.0%, Isópoda 18.5% y Bivalvos 9.3%.	Borowski y Thiel, 1998
<u>MARES SUBTROPICALES Y TEMPLADOS</u>						
Océano Atlántico NW:						
Talud continental Irish y Scottish (NW Europa)						
<i>Sitio A: Suroriental Rockall</i>	52°55.1' N; 16°55.1' W	3 580	0.061 y 0.088 gC.m ⁻²	6 292 ± 1 207 Ind.m ²	Poliquetos 55-58%, Sipuncúlidos, Nemertinos.	
<i>Sitio B: Cuenca Hatton-Rockall</i>	57°25.5' N; 15°41.0' W	1 100	1.283 y 1.416 gC.m ⁻²	9 709 ± 2 264 Ind.m ²	Anemonas de tubo, Nemertinos.	
<i>Sitio C: Nororiental del Ridge Feni</i>	57°06.0' N; 12°30.9' W	1 920	0.310 y 0.484 gC.m ⁻²	1 777 ± 587 Ind.m ²	Nemertinos.	
Cañón Hudson	38° N; 69° W	1 141-	10.4 g.m ⁻²	I.N.D.	I.N.D.	Rowe <i>et al.</i> , 1982
		1 437				
		1 707-	9.2 g.m ⁻²	I.N.D.	I.N.D.	
		1 815				
		2 351-	8.2 g.m ⁻²	I.N.D.	I.N.D.	
Elevación Nova Scotia	40°27' N; 62°20' W	2 673				*Nemátodos, Poliquetos, Bivalvos, Tanaidáceos,
		2 749-	6.3 g.m ⁻²	I.N.D.	I.N.D.	
		3 264				
<i>HEBBLE: Experimento de la Capa Límite Béntica de</i>		3 659	0.7 g.m ⁻²	I.N.D.		
		4 820	I.N.D.	0.015 ind.77 cm ²		Thistle <i>et al.</i> , 1991

Alta Energía				Isópodos.		
Elevación Nova Scotia						
<i>Sitio somero</i>	40°53' N; 63°44' W	4 185	I.N.D.	23 949 ± 19 354 Ind.0.25 m ⁻²	*Nemátodos 75%, Copépodos, Tanaidáceos, Isópodos, Poliquetos.	Aller, 1997
<i>Sitio medio (HEBBLE)</i>	40°27' N; 62°20' W	4 815- 4 830	I.N.D.	Flujo alto: 9 893 ± 7 617 Ind.0.25 m ⁻² Flujo intermedio: 71 243 ± 39 896 Ind.0.25 m ⁻² Flujo bajo: 97 078 ± 35 919 Ind.0.25 m ⁻²	Nemátodos 70-85%, Poliquetos, Crustáceos, Bivalvos.	
<i>Sitio profundo</i>	40°07.62' N; 62°26.12' W	4950	I.N.D.	28 501 ± 12 823 Ind.0.25 m ⁻²	Nemátodos 66%, Poliquetos, Crustáceos, Bivalvos	
Océano Atlántico NE:						
Margen Ibérico:						
<i>La Coruña</i>	43°40.9' N; 08°37.2' W	1 522- 4 909	I.N.D.	407 ± 69 n/m ²	*Nemátodos 81-94%, Poliquetos 73-79%, Crustáceos.	Flach <i>et al.</i> , 2002
<i>Talud Galicia</i>	42°39.8' N; 09°28.2' W	1 794- 2 625	I.N.D.	I.N.D.	*Nemátodos 81-94%, Turbelarios 7.5%-14% y Copépodos 7%-9%, Poliquetos 73-79%, Crustáceos (Tanaidáceos, Anfípodos, Isópodos, Cumáceos) 3.7%	
<i>Goban Spur</i>	49°22.0' N; 11°48.1' W	1 021- 4 470	I.N.D.	I.N.D.	*Nemátodos 93-97%, Poliquetos 73-79%, Crustáceos (Tanaidáceos, Anfípodos, Isópodos) 3.7%, Holoturidos, Ofiúridos	
Margen continental Celta:						
<i>Cañón Whittard</i>	48°33.54' N; 10°45.55' W	2 200- 4 500	1 727 mg.m ⁻²	1 809 ind.m ⁻²	Poliquetos, Bivalvos.	Duineveld <i>et al.</i> , 2001
<i>Goban Spur</i>	49°34.67' N; 11°31.79' W	2 735- 4 375	2 736 mg.m ⁻²	1 584 ind.m ⁻²	Poliquetos, Oligoquetos.	
Bahía Biscay:						
<i>Cañón Cap-Ferret MS 1</i>	44°46.44' N; 02°37.38' W	2 300	I.N.D.	525.3 ind.100 m ²	Isópodos 42.2%, Anfípodos 19%, Euphausiacea 17.3%, Cumáceos 13.5%, Mysidaceos, 2.8% y Tanaidáceos 2.6%	Sorbe, 1999
<i>MS 2</i>	43°43.46' N; 02°16.80' W	3 000	I.N.D.	283.3 ind.100 m ²		
Mar Mediterráneo:						

Cañón Toulon:

<i>Flanco Oriental y Flanco Occidental</i>	42°56'80" N; 06°00'50" E	1 000	0.16 y 0.60 g.m ⁻²	137.1 y 161.2 ind.m ⁻²	I.N.D.	Stora <i>et al.</i> , 1999
<i>Canal del cañón</i>	45°03'50" N; 05°58'52" E	1 100	0.01 g.m ⁻²	80.66 ind.m ⁻²	I.N.D.	
<i>Canal y Flanco Oriental</i>		1 500	0.01 y 0.26 g.m ⁻²	157.1 y 220.1 ind.m ⁻²	I.N.D.	
<i>Flanco Oriental</i>		1 570	0.11 g.m ⁻²	85.91 ind.m ⁻²	I.N.D.	
<i>Canal del cañón</i>		2 000	0.05 g.m ⁻²	144.2 ind.m ⁻²	I.N.D.	
Cañón Toulon, Talud continental	43°00'70" N; 05°59'37" E	1 000	I.N.D.	13.1 ± 5.6 ind.dm ⁻²	Poliquetos 43%, Moluscos 32%, Sipuncúlidos 16% y Crustáceos 8%	Gerino <i>et al.</i> , 1995
Talud del Mar de Catalán	40°52' N; 2°05' E	1 169- 1 645	I.N.D.	190.2-146. 9 Ind./1000 m ³	*Nemátodos 85-93%, *Poliquetos, *Copépodos, Mysidáceos, Isópodos, Anfípodos, Cumáceos, Ostrácodos y Quetognatos.	Cartes <i>et al.</i> , 2002
	41°16' N; 2°17' E					

Océano Pacífico SW:

Elevación Chatham	41°-47° S	1 000- 2 600	~150-200 mgC.m ⁻²	I.N.D.	Poliquetos 22-87%, Anfípodos 15%, Isópodos 8%, Ofiúridos 8% y *Nemátodos 80%.	Nodder <i>et al.</i> , 2003
Oriente de Nueva Zelanda	178° 30' E		90-170 mgC.m ⁻²	I.N.D.		

MARES FRIOS

Océano Ártico:

Elevación del talud Kongsfjord	78°54' N; 6°46' E	1 545- 2 977	2.2 ± 1.5 g.phm ⁻²	64.6 ind.m ²	Poliquetos, Bivalvos, Crustáceos y Ofiúridos.	Wlodarska-Kowalczyk <i>et al.</i> , 2004
	79°00' N; 3°00' E					
Planicie abisal Chukchi	76°41' N; 173°28' W	2 220	28 mgC.m ⁻²	5 408 ind.m ²	Poliquetos	Clough <i>et al.</i> , 1997
Placa Arlis	78°08' N; 176°53' W	1 000	33 mgC.m ⁻²	3 620 ind.m ²		
Ridge Mendeleev	80°00' N; 174°18' W	1 593	522 mgC.m ⁻²	2 892 ind.m ²		
Ridge Mendeleev	80°09' N; 173°23' W	2 500	14 mgC.m ⁻²	2 304 ind.m ²		
Ridge Mendeleev	80°20' N; 178°43' W	1 520	33 mgC.m ⁻²	6 818 ind.m ²		
Talud Mendeleev	81°16' N; 178°52' W	2 217	18 mgC.m ⁻²	3 622 ind.m ²		
Planicie abisal Wrangel	82°27' N; 175°44' W	2 400	18 mgC.m ⁻²	5 408 ind.m ²		
Planicie abisal Wrangel	84°06' N; 174°58' W	3 180	27 mgC.m ⁻²	6 490 ind.m ²		

Planicie abisal Siberia	85°55' N; 166°41' W	3 475	15 mgC.m ⁻²	1 646 ind.m ²		
Planicie abisal Siberia	87°09' N; 160°43' W	3 890	4 mgC.m ⁻²	917 ind.m ²		
Ridge Lomonosov	88°04' N; 147°48' W	2 150	10 mgC.m ⁻²	1 693 ind.m ²		
Ridge Lomonosov	88°48' N; 143°07' W	1 020	20 mgC.m ⁻²	4 704 ind.m ²		
Ridge Lomonosov	88°52' N; 140°11' W	1 990	22 mgC.m ⁻²	1 552 ind.m ²		
Océano Ártico						
Eurasiático:						
<i>Cuenca Nansen</i>	81°45.32' N; 29°59.97' E	2 950- 3 981	8.27 x 10 ¹ g.phm ⁻²	950 ind.m ²	I.N.D.	Kröncke <i>et al.</i> , 2000
<i>Rigde Gakkel</i>	86°14.54' N; 59°14.03' E	2 035- 4 425	1.00 x 10 ⁻¹ g.phm ⁻²	50 ind.m ²	I.N.D.	
<i>Cuenca Amundsen</i>	87°35.14' N; 68°58.63' E	4 384- 4 427	2.00 x 10 ⁻¹ g.phm ⁻²	75-200 ind.m ²	I.N.D.	
<i>Ridge Lomonosov</i>	88°02.16' N; 134°53.71' E	1 388- 1 654	2.05 x 10 ⁰ g.phm ⁻²	200-250 ind.m ²	I.N.D.	
Antártica:						
Cuenca abisal del Mar Weddell	65°19.45' S; 51°30.97' W	3 057- 3 065	I.N.D.	70.8 Ind.0.1m ⁻²	Anélidos (principalmente poliquetos) 67%, Crustáceos (Tanaidáceos, Isópodos y desmosomatidos) 20%, Otros (Nemertinos, Sipuncúlidos, Moluscos, Ofiúridos, Holoturias, Ascidas, Enteropneustos y Oligoquetos) 13%.	Blake y Narayawamy, 2004
	65°19.37' S; 51°32.26' W	3 052- 3 068	I.N.D.	47.5 Ind.0.1m ⁻²		
Talud Sandwich Sur	65°17.50' S; 53°23.60' W	2 074- 2 084	I.N.D.	70.9 Ind.0.1m ⁻²		
	65°17.75' S; 53°22.92' W	2 085- 2 086	I.N.D.	62.5 Ind.0.1m ⁻²		
	65°20.09' S; 54°14.72' W	1 108- 1 120	I.N.D.	259.8 Ind.0.1m ⁻²		
	65°20.10' S; 48°5.43' W	1 110- 1 166	I.N.D.	117.5 Ind.0.1m ⁻²		
	65°19.50' S; 48°4.83' W	4 064- 4 069	I.N.D.	49 Ind.0.1m ⁻²		
	65°20.10' S; 48°5.43' W	4 060- 4 062	I.N.D.	7.5 Ind.0.1m ⁻²		
	64°58.99' S; 48°0.64' W	4 679- 4 680	I.N.D.	30 Ind.0.1m ⁻²		
	64°1.73' S; 39°7.80' W	4 732- 4 737	I.N.D.	39.2 Ind.0.1m ⁻²		

64°2.02' S; 39°6.12' W	4 741- 4 748	I.N.D.	12.9 Ind.0.1m ⁻²
63°45.16' S; 33°47.72' W	4 975	I.N.D.	39.2 Ind.0.1m ⁻²
63°45.00' S; 33°47.81' W	4 975- 4 976	I.N.D.	15 Ind.0.1m ⁻²
62°57.82' S; 27°54.01' W	4 540- 4 541	I.N.D.	100.8 Ind.0.1m ⁻²
63°45.00' S; 33°47.81' W	4 537- 4 539	I.N.D.	28.3 Ind.0.1m ⁻²
58°14.10' S; 24°20.73' W	3 935	I.N.D.	33.8 Ind.0.1m ⁻²
58°16.07' S; 24°54.12' W	2 942- 2 950	I.N.D.	88.2 Ind.0.1m ⁻²
58°16.09' S; 24°54.26' W	2 944	I.N.D.	11.3 Ind.0.1m ⁻²
58°24.96' S; 24°0.84' W	2 293- 2 277	I.N.D.	78.4 Ind.0.1m ⁻²

ESTRUCTURAS TOPOGRAFICAS

Pacífico

Noroecuatorial:

Montes marinos de las Islas

Hawai

Pacífico Ecuatorial Norte 5° N; 125° W

4 500 I.N.D.

4 Ind.cm²

Foraminíferos, Esponjas, Hidroides, Escifozoos, Antozoos, Moluscos, Poliquetos, Crustáceos, Briozoos, Braquiopodos, Crinoideos, Ascidas.

Mullineaux, 1987

Pacífico Central Norte 30° N; 157° W

5 800 I.N.D.

2 Ind.cm²

Pacífico Oriental

Ecuatorial:

Colinas Abisales (Domos)

Sitio A 8°27' N; 150°47' W

4 839-
5 229 0.144 g.m⁻²

24.76 Ind.0.25m²

Poliquetos 19.5%, Isópodos 11.7%, Bivalvos 8.4%, *Nemátodos, *Copépodos, *Ostrácodos.

Hecker y Paul, 1979

Sitio B 11°42' N; 138°24' W

3 934-
5 001 0.1911 g.m⁻²

28.47 Ind.0.25m²

Sitio C 16° N; 126° W

4 183-
4 690 0.6435 g.m⁻²

38.11 Ind.0.25m²

Montes marinos

Océano Pacífico

Central:

Guyot Horizon	19°16' N; 168°59' W	1 480	I.N.D.	~829 Ind.m ²	*Nemátodos 50%, *Copépodos 30%, Poliquetos 66%, Crustáceos peracaridos, Moluscos.	Levin y Thomas, 1989
<i>Perímetro norte</i>	19°26' N; 169°04' W	1 840	I.N.D.	255 y 586 Ind.m ²	*Nemátodos 50%, *Copépodos 30%, Poliquetos 47%, Moluscos.	
<i>Elevación de la placa Magellan</i>	07°04' N; 176°52' W	3 150	I.N.D.	388 y 432 Ind.m ²	*Nemátodos 50%, *Copépodos 30%, Poliquetos 67%, Crustáceos peracaridos, Moluscos.	
Pacífico Oriental Tropical:						
Volcán 7	13°25' N; 102°35' W					
<i>Cima</i>		730-770	I.N.D.	1 854 ± 877 Ind.m ²	*Nemátodos, *Copépodos 98%, Poliquetos, Bivalvos.	Levin <i>et al.</i> , 1991
<i>Límite inferior de la cima</i>		770-1000	I.N.D.	8 457 ± 3769 Ind.m ²	*Nemátodos, *Copépodos 98%, Poliquetos 70.8%, Anemonas 21.3%, Bivalvos 3-4%, Moluscos 0.3%.	
<i>Talud</i>		1 000-2 000	I.N.D.	2 165 ± 948 Ind.m ²	*Nemátodos, *Copépodos 98%, Poliquetos 62%, Moluscos 12%, Crustáceos Peracáridos 7%.	
<i>Base</i>		2 000-3 500	I.N.D.	1 612 ± 801 Ind.m ²	*Nemátodos, *Copépodos 98%, Poliquetos 49.5%, Moluscos 3%, Crustáceos Peracáridos 31%	
Volcán 7	13°23' N y 102°27' W	800-1 000	I.N.D.	8 444 Ind.m ²	*Nemátodos, *Copépodos	Wishner <i>et al.</i> , 1990
Guyot del Pacífico Norte:						
Guyot Fieberling (White Sand Swale)	32°27.581' N; 127°47.839' W	580-585	I.N.D.	I.N.D.	Poliquetos, Moluscos, *Nemátodos, *Copépodos, *Kinorincos.	Thistle y Levin, 1998
Guyot Fieberling						
<i>Borde de la pluma de mar</i>	32°27.631' N; 127°49.489' W	630-340	I.N.D.	1 489 ± 267 Ind.m ²	Poliquetos 43.2%, Peracáridos, Equinodermos, Esponjas y Briozoos.	Levin <i>et al.</i> , 1994
<i>White Sand Swale</i>	32°27.581' N; 127°47.839' W	580-585	I.N.D.	1 870 ± 153 Ind.m ²		