

“Biocenosis y distribución de los moluscos asociados al
talud continental del Pacífico mexicano”

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA MARINA)

P R E S E N T A:

Biol. Mar. Pablo Zamorano De Haro

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Michel E. Hendrickx Reners

COMITÉ TUTORAL Y JURADO: Dra. Nuria Méndez Ubach

Dr. Juan Madrid Vera

Dr. Hugo Aguirre Villaseñor

Dr. Luis A. Soto González

Mazatlán, Sinaloa, Junio 2006



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.

©Queda prohibida la reproducción
y uso total o parcial de la información
contenida en el trabajo sin previa
autorización del autor y del director de la tesis.

Dedicado

“... a los valores que me fueron inculcados, que me acompañan a diario y que a diario crecen conmigo, valores que sin mis padres no los hubiera conocido...”

“... a ti mujer que estas tan lejos pero tan cerca de mi corazón; a ti mujer por tus palabras insonoras y tus ojos videntes; a ti mujer por tus besos mudos y sonrisas sordas; a ti mujer que siempre me acompañas...”

AGRADECIMIENTOS

A CONACyT que facilitó el hecho de que esta sueño y que este trabajo saliera adelante.

A mi director de tesis, el Dr. Michel E. Hendrickx Reners, que aún sin conocerme sembró en mí toda su confianza y hoy, estoy cosechando confianza en mí mismo.

A la Dra. Nuria Méndez, al Dr. Juan Madrid, al Dr. Hugo Aguirre y al Dr. Luis Soto, que formaron parte de mi comité tutorial y que gracias a sus comentarios siempre atinados, ayudaron a enriquecer la investigación.

A Mercedes Cordero, que proporcionó y facilitó la información que sirvió de base para construir esta investigación.

Al Dr. José Salgado que brindó todo su apoyo técnico durante el desarrollo del trabajo.

A Germán Ramírez y Carlos Suárez que ayudaron más de una vez, en la asistencia técnica computacional.

A María Clara Ramírez Jaúregui y Pedro Allende Rosales que contribuyeron a la búsqueda bibliográfica indispensable para el desarrollo del trabajo de investigación.

A Margarita Cordero quien siempre estuvo dispuesta a facilitar el camino administrativo, académico y burocrático.

A toda la tripulación del B/O “El Puma” que ayudaron a que los muestreos de campo salieran adelante.

Al personal de SCRIPPS Institution of Ogeanography que facilitaron una base de datos filtrada para complementar la información usada durante la investigación.

A Elenice que fue mi luna, siempre llena, siempre brillante y siempre viva.

Eric, Neptalí, Roberto, David, Fleury y Julio gracias por los paros carnales.

Michel, Mercedes, Carmen, Pepe, Soledad, Marcelo, Julio, Manuel, a todos ellos, gracias por el ambiente tan comfortable que brindaron para trabajar.

Y sobretodo, quiero agradecer a ti MAR, a ti OCÉANO, que me permitieron entrar en sus terrenos para explorarlos y ahora me toca a mí hacer algo para que florezcan.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	5
2.1. Entorno fisicoquímico	5
2.2. Estudios malacológicos	6
3. HIPÓTESIS	8
4. OBJETIVOS	9
4.1. Objetivo general	9
4.2. Objetivos particulares	9
5. ÁREA DE ESTUDIO	10
5.1. Océano Pacífico al oeste de la península de Baja California (Provincia de California)	11
5.2. Golfo de California (Provincia de Cortés)	11
5.3. Pacífico tropical mexicano (Provincia Mexicana)	13
5.4. Golfo de Tehuantepec (Provincia Panámica)	13
6. MATERIAL Y MÉTODOS	14
6.1. Material obtenido durante las Campañas “Talud”	14
6.1.1. Obtención del material	14
6.1.2. Medición de los parámetros ambientales	16
6.1.3. Análisis de datos	17
6.2. Información recopilada	20
6.2.1. Recopilación de datos	20
6.3. Tratamiento de la totalidad de los datos obtenidos (Campañas “Talud” y en la literatura)	22
6.3.1. Análisis de datos	22
6.3.2. Modelos de acumulación de especies por profundidad	24

7. RESULTADOS	25
7.1. Campañas “Talud IV-VII”	26
7.1.1 Endofauna	26
7.1.2. Epifauna	30
7.1.3. Endofauna y epifauna	34
7.2. Campañas “Talud VIII-IX”	35
7.3. Distribución geográfica y batimétrica de moluscos de aguas profundas (> 200 m) en el Pacífico mexicano	41
7.3.1. Distribución geográfica	43
7.3.1.1. Análisis latitudinal	43
7.3.1.2. Análisis longitudinal	46
7.3.1.3. Distribución de la comunidad de moluscos a ambos lados de la península de Baja California	49
7.3.1.4. Análisis comparativo entre cuadrantes de 1° latitud x 1° longitud de amplitud a lo largo del Pacífico mexicano	52
7.3.2. Distribución batimétrica	55
8. DISCUSIÓN	64
9. CONCLUSIONES	78
10. LITERATURA CITADA	80
ANEXO I	98
ANEXO II	119

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Provincias zoogeográficas someras (< 200 m) actualmente reconocidas para el Pacífico mexicano según Brusca y Wallerstein (1979) y Hendrickx (1992).....14
- Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo durante las campañas “Talud IV-VII”. Los círculos negros indican las estaciones donde se obtuvieron moluscos y los círculos blancos donde no se obtuvieron (modificado de Hendrickx, 2003b).....16
- Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo durante las campañas “Talud VIII-IX”. Los círculos negros indican las estaciones donde se obtuvieron moluscos y los círculos blancos donde no se obtuvieron.....17
- Figura 4. Draga tipo Karling. A) Vista ventral, B) vista lateral, C) vista inferior y D) vista superior. (1, armella para atar el cable oceanográfico; 2, cuchillas de muestreo; 3, brazos de equilibrio; 4, apertura posterior, boca de la draga para descarga y 5, puerta deslizante).....18
- Figura 5. A) Red de Patín al momento de ser recuperada. B) red de Patín al momento de prepararla para el descenso.....19
- Figura 6. División del Pacífico mexicano considerando cuadrantes de 1° de latitud x 1° de longitud.....23
- Figura 7. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables abióticas con respecto a la diversidad (bits), la abundancia y la riqueza de especies de la endofauna.....28
- Figura 8. Mapa perceptual del análisis de correspondencia simple encontrado para las especies dominantes y frecuentes de moluscos obtenidas con la draga tipo Karling (Talud IV-VII).....30

Figura 9. Intervalo de concentración de oxígeno epibéntico (ml l^{-1}) correspondiente a las especies de moluscos dominantes y frecuentes recolectados con la draga Karling (Talud IV-VI).....	30
Figura 10. Análisis de correspondencias canónicas mostrando el comportamiento de las variables abióticas con respecto a la diversidad (bits), la abundancia y la riqueza de especies de la epifauna recolectada por la red de Patín (Talud IV-VII).....	32
Figura 11. Mapa perceptual del análisis de correspondencia simple encontrado para las especies dominantes y frecuentes de moluscos obtenidas con la red de Patín (Talud IV-VII).....	33
Figura 12. Intervalo del porcentaje de materia orgánica en el sedimento correspondiente a las especies de moluscos dominantes y frecuentes recolectados por la red de Patín (Talud IV-VII).....	34
Figura 13. Curvas de rarefacción para la endofauna (DK) y la epifauna (RP) observadas sobre la base de la captura acumulada (Talud IV-VII).....	35
Figura 14. Análisis de correspondencias canónicas mostrando el comportamiento de las variables abióticas con respecto a la diversidad (bits), la abundancia y la riqueza de especies de la epifauna recolectada por la red de Patín (Talud VIII-IX).....	38
Figura 15. Mapa perceptual del análisis de correspondencia simple entre las especies dominantes y frecuentes de moluscos recolectadas por la RP y la temperatura (Talud VIII-IX).....	40
Figura 16. Intervalo de temperatura observado para las especies de moluscos dominantes y frecuentes recolectadas con la RP (Talud VIII-IX).....	40

Figura 17. Número de especies de moluscos registradas para las aguas profundas del Pacífico de México (> 200 m) divididas por clase taxonómica.....	41
Figura 18. Ubicación de los puntos geográficos en los cuales se ha documentado presencia de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) en el Pacífico mexicano.....	42
Figura 19. Riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) observada en las diferentes latitudes que conforman el Pacífico mexicano.....	44
Figura 20. Desviación estándar en la riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) presentes en las distintas latitudes que conforman el Pacífico mexicano.....	44
Figura 21. Línea de regresión para la riqueza de especies vs. Latitud de la comunidad de moluscos de aguas profundas (>200 m) en el Pacífico mexicano.....	45
Figura 22. Residuos studentizados obtenidos a partir del análisis de regresión lineal para la comunidad de moluscos de aguas profundas (> 200 m) en las distintas latitudes del Pacífico mexicano.....	46
Figura 23. Riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) observada a diferentes longitudes en el Pacífico mexicano.....	47
Figura 24. Desviación estándar en la riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) presentes en las distintas longitudes que conforman el Pacífico mexicano.....	47
Figura 25. Línea de regresión para la riqueza de especies vs. Longitud de la comunidad de moluscos de aguas profundas (>200 m) en el Pacífico mexicano.....	48

Figura 26. Residuos studentizados obtenidos a partir del análisis de regresión lineal para la comunidad de moluscos de aguas profundas (> 200 m) en las distintas longitudes del Pacífico mexicano.....	49
Figura 27. Número de registros disponibles en ambos lados de la península de Baja California en relación con las franjas latitudinales consideradas. GC, golfo de California; CC, zona de influencia de la corriente de California.....	50
Figura 28. Riqueza de especies de moluscos observada en los distintos cuadrantes (latitud x longitud) considerados, para los moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano (> 200 m).....	52
Figura 29. Distribución latitudinal y longitudinal de las especies de moluscos de aguas profundas del Pacífico mexicano (> 200 m) de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis y método de agrupación por promedio de grupos.....	54
Figura 30. Riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) en el Pacífico mexicano, de acuerdo con su distribución batimétrica.....	55
Figura 31. Línea de regresión para la riqueza de especies vs profundidad de la comunidad de moluscos de aguas profundas (>200 m) en el Pacífico mexicano.....	56
Figura 32. Residuos studentizados obtenidos a partir del análisis de regresión lineal para la comunidad de moluscos de aguas profundas (> 200 m) a distintas profundidades dentro del Pacífico mexicano.....	57
Figura 33. Histograma de frecuencias de residuales observadas dentro de la comunidad de moluscos de aguas profundas (> 200) en el Pacífico mexicano.....	57

Figura 34. Distribución batimétrica de la composición de especies de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano (> 200 m) de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis y método de agrupación por promedio de grupos.....58

Figura 35. Curva de acumulación de especies de moluscos en aguas profundas (>200 m) en el Pacífico mexicano en relación con la profundidad.....59

Figura 36. Curvas de acumulación de especies obtenidas a partir de los diversos modelos considerados para el análisis de la riqueza de especies conforme la profundidad.....62

Figura 37. Residuales obtenidos a partir de diversos modelos de acumulación de especies considerados para el análisis de la riqueza de especies conforme la profundidad.....63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos medidos en las campañas oceanográficas Talud IV-IX en las estaciones donde se encontraron moluscos en el sur del golfo de California. ND, sin dato.....	21
Tabla 2. Modelos contemplados para representar la curva de acumulación de especies. La variable dependiente es el número de especies acumuladas; x es la profundidad acumulada; a, b y c son los respectivos coeficientes.....	24
Tabla 3. Lista de especies registradas durante las campañas Talud IV-VII con los dos equipos de muestreo y sus claves respectivas consideradas para análisis posteriores. RP, red de Patín; DK, draga Karling; 0, ausencia; 1, presencia.....	25
Tabla 4. Posición, riqueza de especies (S), abundancia total (N) y diversidad de Shannon (H') para las estaciones de muestreo donde se capturaron moluscos de la endofauna durante los cruceros Talud IV-VII.....	27
Tabla 5. Correlaciones parciales obtenidas por el análisis de correlación canónica entre la densidad (ind l ⁻¹) y las variables ambientales consideradas para la endofauna durante las campañas Talud IV-VII.....	28
Tabla 6. Abundancia de las especies de moluscos dominantes y frecuentes recolectadas con la draga tipo Karling, por intervalo (C1, C2, C3 y C4) de concentración de oxígeno disuelto (Talud IV-VII).....	29
Tabla 7. Posición, riqueza de especies (S), abundancia total (N) y diversidad de Shannon (H') para las estaciones de muestreo donde se capturaron moluscos en la epifauna durante los cruceros Talud IV-VII.....	31

Tabla 8. Correlaciones parciales obtenidas por el análisis de correlación canónica entre la densidad (ind m ⁻²) y las variables ambientales consideradas para la epifauna durante las campañas Talud IV-VII.....	32
Tabla 9. Abundancia de las especies de moluscos abundantes y frecuentes recolectadas por la red de Patín y considerando el contenido de materia orgánica (%) en el sedimento (siete grupos de 1% de amplitud) (Talud IV-VII).....	33
Tabla 10. Lista de especies de moluscos recolectadas durante los Talud VIII-IX. * Recolectada por DK; 0, ausencia; 1, presencia.....	36
Tabla 11. Posición, riqueza de especies (S), abundancia total (N) y diversidad de Shannon (H') para las estaciones de muestreo donde se capturaron moluscos con la red de patín durante los cruceros Talud VIII-IX.....	37
Tabla 12. Correlaciones parciales obtenidas por el análisis de correlación canónica entre la densidad (ind m ⁻²) y las variables ambientales consideradas para la epifauna durante las campañas Talud VIII-IX.....	39
Tabla 13. Abundancia de las especies de moluscos dominantes y frecuentes recolectadas con la red de patín por intervalo de temperatura (Talud VIII-IX).....	39
Tabla 14. Número de registros de moluscos de aguas profundas (> 200 m) por banda latitudinal encontradas en el Pacífico mexicano.....	43
Tabla 15. Similitud en la composición de especies presentes a la misma latitud a ambos lados de la península de Baja California. GC, golfo de California; CC, corriente de California; Ij, índice de Jaccard; Is, índice de Sørensen; Iss, índice de Sokal y Sneath; Ibb, índice de Braun-Blanquet; Iob, índice de Ochiai-Barkman.....	50

Tabla 16. Similitud en la composición de géneros presentes a la misma latitud a ambos lados de la península de Baja California. GC, golfo de California; CC, corriente de California; Ij, índice de Jaccard; Is, índice de Sørensen; Iss, índice de Sokal y Sneath; Ibb, índice de Braun-Blanquet; Iob, índice de Ochiai-Barkman.....51

Tabla 17. Calidad de las características entre los modelos de acumulación de especies considerados.....60

Tabla 18. Riqueza máxima obtenida por los distintos modelos de acumulación de especies considerados.....61

RESUMEN

A partir de registros obtenidos en la literatura, colecciones y las campañas oceanográficas Talud IV-IX, se procedió a describir la biocenosis y la distribución geográfica de las especies de moluscos encontradas en el talud continental del Pacífico mexicano a profundidades > 200 m. Las campañas Talud se desarrollaron en el sur del golfo de California, se identificaron 49 especies de las cuales, 18 resultaron nuevos registros geográficos y/o batimétricos. Se relacionaron las variables bióticas (diversidad, riqueza de especies, abundancia y densidad) con las variables abióticas registradas (temperatura, profundidad, concentración de oxígeno, porcentaje de materia orgánica y tamaño del grano del sedimento) y se observó que la concentración de oxígeno, la temperatura y la materia orgánica, fueron las variables que más se correlacionaron con las variables bióticas. Se lograron recopilar 1085 registros y se documentaron 388 especies de aguas profundas, más del 50% de los registros corresponden al golfo de California; en el Pacífico tropical mexicano y golfo de Tehuantepec, los registros fueron escasos. Se notó una tendencia positiva entre la riqueza de especies y la latitud. Con la longitud, la riqueza de especies se mostró constante. La máxima riqueza se dio en la boca del golfo de California, zona considerada como intermedia o de transición, donde convergen especies de origen tropical, templado y endémico del golfo de California. La península de Baja California puede ser considerada como una barrera geográfica, ya que, los valores de la similitud entre géneros y especies presentes a ambos lados, resultó baja. No se pudo identificar la formación de regiones zoogeográficas, posiblemente por la gran disparidad que existe en el esfuerzo de muestreo entre las distintas zonas del Pacífico mexicano. Batimétricamente, se observó una clara reducción de la riqueza de especies conforme la profundidad aumenta y se identificaron tres regiones, la primera comprendida en el talud continental (200 – 1400 m); la segunda se observó entre 1600 m y 4000 m y, la tercera correspondió al plano abisal (> 4000 m). Se observó que la curva de acumulación de especies de acuerdo a la profundidad se volvió asintótica alrededor de los 3500 m y el mejor modelo que la describió fue el racional, que predijo una riqueza máxima de 392 especies, dicho modelo, se podría utilizar como un predictor confiable de la riqueza de especies en aguas profundas del Pacífico mexicano.

1. INTRODUCCIÓN

Resulta interesante estudiar el mar profundo porque el 62% de la superficie y el 79% del volumen de la tierra ocupados por la vida sobre la tierra se encuentran a profundidades superiores a 1000 m (Childress, 1995). Los trabajos publicados hasta ahora demuestran que la comunidad de invertebrados meiobénticos y macrobénticos en el mar profundo presenta una alta diversidad (Sanders *et al.*, 1965; Hessler y Sanders, 1967; Sanders y Hessler, 1969; Grassle, 1989; Smith *et al.*, 1998). Esta constatación ha llamado la atención de los investigadores y se ha intentado explicarla de acuerdo con su relación con algunos parámetros ambientales (Levin *et al.*, 2001), como lo es el contenido total de material orgánico e inorgánico particulado (Levin y Gage, 1998; Sommer y Pfannkuche, 2000; Kröncke y Türkay, 2003), el tipo y tamaño del sedimento (Etter y Grassle, 1992; Borowski y Thiel, 1998; Kurbjeweit *et al.*, 2000; Murray *et al.*, 2000; Heip *et al.*, 2001; Kröncke y Türkay, 2003), la disponibilidad de alimento (Janßen *et al.*, 2000; Witte, 2000; Kröncke y Türkay, 2003; Kröncke *et al.*, 2003) y la concentración de oxígeno disuelto a nivel de fondo (Levin y Gage, 1998; Lamont y Gage, 2000; Murray *et al.*, 2000). A pesar de estos estudios, no se ha podido establecer con seguridad cual es el factor determinante y se mantiene como prioritaria la idea que propusieron Hessler y Sanders (1967), quienes sugieren que la mejor explicación a la alta diversidad del mar profundo es la gran estabilidad del ambiente físico.

Se ha creído que en el mar profundo existen pocas barreras geográficas, lo que permite que la dispersión de los organismos sea amplia (Grassle, 1989). A pesar de ello, se ha observado que la riqueza de especies en aguas profundas, presenta un gradiente de distribución latitudinal que decrece en dirección a los polos (Etter y Grassle, 1992; Culver y Buzas, 2000; Rex *et al.*, 1993, 2000); similar gradiente se ha observado en plantas y animales terrestres (Pianka, 1966), sin embargo, las razones que pudieran explicarlo no son claras y muchas hipótesis se han planteado al respecto (véase Pianka, 1966; Stevens, 1989; Roy *et al.*, 1998; Hillebrand, 2004), por tal motivo, a este gradiente se le ha llegado a llamar “la gran característica inexplicable de la historia natural” (Clarke, 1992; Roy *et al.*, 2000). Para aguas profundas, se ha demostrado que el aporte de nutrientes juega un papel importante en la presencia de dicho gradiente latitudinal (Rex *et al.*, 2000; McClain, 2004).

De igual forma, se observa una variación latitudinal en el tamaño y la morfología externa de las especies de aguas profundas, reduciéndose el tamaño conforme se incrementa la latitud (Olabarría y Thurston, 2003, 2004).

La composición específica de la comunidad también cambia en relación con la profundidad (Etter y Grassle, 1992), por lo que se han podido establecer regiones batimétricas. McClain (2004) delimita al mar profundo en tres regiones: talud continental (200-2000 m), elevación continental (2000-4000 m) y plano abisal (> 4000 m). Entre los 100-1000 m de profundidad se presenta, en la mayoría de los océanos y de manera más o menos marcada, una zona mínima de oxígeno (OMZ) (Helly y Levin, 2004) que se define como la zona en la cual predominan valores de oxígeno inferiores o iguales a 0.5 ml l^{-1} (Parker, 1964a; 1964b). Asociado a esta OMZ, se observa una reducción en la abundancia, la diversidad y la riqueza de especies (Rosenberg *et al.*, 1983; Hendrickx *et al.*, 1984; Levin y Gage, 1998; Hendrickx, 2001; Levin *et al.*, 2001). En experimentos de laboratorio, Rosenberg *et al.* (1991) han comprobado tal efecto sobre especies de bivalvos y equinodermos bentónicos, encontrando menos tolerancia de las especies a concentraciones de oxígeno inferiores a 1 ml l^{-1} . Se ha estimado que la OMZ cubre un área de $1,148,000 \text{ km}^2$ del piso marino (Helly y Levin, 2004) y toda la costa del Pacífico mexicano, salvo el extremo norte del golfo de California, se encuentra en la zona del mundo con mayor área de hipoxia (Díaz y Rosenberg, 1995; Helly y Levin, 2004).

En el caso de los moluscos, también se ha encontrado una relación entre el tamaño máximo de los organismos y la concentración de oxígeno (MacClain y Rex, 2001), además, también se ha observado que las características batimétricas, influyen en la talla de los organismos (Rex y Etter, 1998; Olabarría y Thurston, 2003, 2004), y se ha determinado, por estudios de genética, que a los 2500 m de profundidad se presenta una barrera para que se de el flujo génico, observándose diferencias genéticas significativas por encima y por debajo de tal profundidad (Siebenaller, 1978; Chase *et al.*, 1998).

La naturaleza del fondo oceánico en el mar profundo (i.e., fondo generalmente lodoso, detritus como principal fuente de alimento y condiciones ambientales comúnmente estables) ha permitido que bivalvos y poliquetos encuentren condiciones óptimas para dominar el ecosistema (Hessler y Sanders; 1967; Sanders y Hessler, 1969; Borowski y Thiel, 1998; Rex *et al.*, 2000; Kröncke y Türkay, 2003). Entre los moluscos, los bivalvos

protobranquios, caracterizados por alimentarse de partículas en suspensión, han sido restringidos, en su mayoría, a las aguas profundas. Esta predominancia puede ser el resultado de un desplazamiento de las aguas someras por los lamelibranquios (Sanders *et al.*, 1965; Allen y Hannah, 1989; Allen, 1992). Asimismo, grupos que se creían extintos, como es el caso de los gasterópodos pleurotomaroides, han sido observados en las aguas profundas a las que han sido restringidos (Vermeij, 1978). El fondo lodoso del mar profundo permite la presencia de organismos excavadores semi-sésiles, como es el caso de los moluscos escafópodos o colmillos marinos (McFadien, 1973), que presentan un pico de diversidad en la zona batial (Reynolds, 2002).

La distribución de las especies de moluscos de fondos blandos está determinada por la granulometría y el tipo de sustrato, como se ha demostrado en aguas someras (Baqueiro, 1979; Baron y Clavier, 1992) y en la plataforma continental (Reguero y García-Cubas, 1989; Ríos-Jara *et al.*, 1996, 2003). En el mar profundo no es la excepción (Kröncke y Türkay, 2003). Se ha visto que el tamaño de grano del sedimento decrece conforme la profundidad se incrementa (Sanders *et al.*, 1965). También se han estudiado los efectos del contenido de material orgánico en los sedimentos sobre la distribución de los moluscos (Sanders *et al.*, 1965; Wilson y Shelley, 1986). Al respecto, se ha observado que el material proveniente de los continentes hacia las aguas profundas enriquece al sedimento y contribuye al tamaño y a la riqueza de la comunidad de la endofauna, permitiendo que se presenten asociaciones bien definidas de moluscos, que descomponen el material de origen continental convirtiéndolo en alimento disponible para otros organismos (Turner, 1977).

Por todo lo anterior, resulta interesante estudiar la relación que existe entre los parámetros ambientales, la diversidad y la distribución de los moluscos del talud continental para contribuir al conocimiento y al entendimiento de este estrato oceánico que aún permanece prácticamente desconocido en el Pacífico mexicano, así como actualizar los datos taxonómicos con los que se cuenta.

2. ANTECEDENTES

2.1. Entorno fisicoquímico

El talud continental lo conforma la parte del suelo marino que presenta una pendiente pronunciada (por cada kilómetro la pendiente baja 20 m) y se sitúa después de la plataforma continental. Sus límites varían según su ubicación y dependen, esencialmente, de la topografía de cada lugar. En promedio, se puede inferir que el límite superior del talud continental es a los 200 m de profundidad y su límite inferior a partir de los 2000 m y hasta los 3000 m, dependiendo de la zona. Cubre aproximadamente el 5% de la superficie submarina (Longwell y Flint, 1981; Seibold y Berger, 1982). Para el Pacífico mexicano el área que cubre el talud continental de piso oceánico es de aproximadamente el 12.2%, o lo que es igual 288,900 km², sin considerar al golfo de Tehuantepec (Hendrickx, 2003a). Entre los sedimentos que dominan en el piso del talud continental, se encuentran sedimentos biogénicos formados de remanentes de organismos planctónicos (en su mayoría) que presentan dimensiones generalmente menores a 1 mm de diámetro; también existen, en considerable cantidad, sedimento del tipo arcilloso, además de la presencia de sedimentos terrígenos, principalmente cuarzos (Seibold y Berger, 1982). La capa sedimentaria en estas profundidades, por lo general, es compacta permeable y compacta debido a las grandes presiones a la que es sometida (Shepard, 1973).

En el océano Pacífico, la parte superior del talud continental (100-1000 m) se caracteriza por presentar bajas concentraciones de oxígeno disuelto ($\leq 0.5 \text{ ml l}^{-1}$). Esta característica se puede deber a los patrones de circulación de las aguas, ya que no existe un suministro adecuado de oxígeno por difusión vertical (Weyl, 1965). Además, se sabe que el Pacífico Este Tropical, región a la que pertenece el Pacífico mexicano, recibe agua del Atlántico Norte. Esta agua se desplaza hacia el sur por cientos de años, lo que provoca que el oxígeno se vaya perdiendo por su consumo (Levin, 2002). La reducción de oxígeno también es resultado de la alta demanda de oxígeno que existe en áreas de surgencias y alta productividad en la superficie (Grassle, 1989; Levin, 2002), como es el caso del sureste del golfo de California y del golfo de Tehuantepec (Lavin *et al.*, 1991; Lluch-Cota *et al.*, 1997).

La estructura térmica de la columna de agua del talud continental es caracterizada por una capa de mezcla, donde la temperatura es casi constante, mientras que la densidad de las masas de agua presenta variaciones horizontales y verticales (De la Lanza-Espino, 1991).

2.2. Estudios malacológicos

Los primeros registros de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano fueron obtenidos por el buque de vapor “*Albatros*” de la Comisión de Pesca de los Estados Unidos (Dall, 1895a). Posteriormente, la Academia de Ciencias de California realizó una serie de expediciones al golfo de California en 1921 y los resultados relacionados con los moluscos fueron publicados en Baker (1926) y Baker *et al.* (1928, 1930, 1938a, 1938b). Para 1932, la misma academia extendió su expedición hasta Acapulco (“The Templeton Crocker Expedition”) y continuó recopilando datos para este grupo (ver Strong *et al.*, 1933). Durante los años 40, la Sociedad Zoológica de Nueva York realizó una serie de trabajos sobre los moluscos de la costa oeste de México y de América Central (ver Hertlein y Strong, 1940). A finales de los años 50, Emerson y Puffer (1957) trabajaron las muestras obtenidas por el crucero realizado por el buque “E.W. Scripps” en 1940, en el golfo de California. Para la década de los años 60, Emerson (1960a, 1960b, 1964) y Emerson y Old (1962, 1963a, 1963b) publicaron los resultados de las muestras de “Puritan-American Museum of Natural History” obtenidas durante una expedición al oeste de México. En un trabajo reciente, Hendrickx y Brusca (2005) recopilaron la información sobre las especies de moluscos que hasta esa fecha se habían registrado en el golfo de California, registrando más de 2250 especies distribuidas en las lagunas costeras, los esteros, la zona intermareal, la plataforma continental, el talud continental y el plano abisal. Además, se tuvo acceso a la base de datos con la que se cuenta en el Laboratorio de Invertebrados Bentónicos del ICMYL, UNAM- Mazatlán, donde se tienen registradas especies de moluscos encontradas más allá de los 200 m de profundidad en el golfo de California.

Sin embargo, a pesar de que los moluscos bentónicos han sido recolectados en el talud continental del Pacífico mexicano por más de un siglo, no se tienen registros de alguna evaluación cuantitativa. Con lo que respecta a trabajos de ecología de moluscos realizados en el talud continental del Pacífico mexicano, son extremadamente escasos y los pocos que hay están restringidos al golfo de California. Por ejemplo, Parker (1964a, 1964b) realizó un

estudio sobre la zoogeografía y la ecología de los macroinvertebrados; dentro de los 11 ambientes que evaluó, cuatro se distribuyen en las distintas zonas del talud continental (superior, medio e inferior); sus datos corresponden a siete cruceros oceanográficos realizados por la “Scripps Institution of Oceanography” (1958-1961). Parker (1964a, 1964b) concluyó que la distribución de las especies resulta de la interdependencia de factores físicos, químicos y biológicos. Otros estudios sobre la ecología y la distribución de otros macroinvertebrados (no moluscos) asociados con el talud continental pueden ser útiles como marco de referencia para este estudio. Wicksten (1989) y Hendrickx (2001, 2003b) han realizado estudios zoogeográficos de la distribución de decápodos de mar profundo en el Pacífico americano y en el golfo de California, respectivamente. Se observa que las especies distribuidas en la parte norte de la costa occidental de la península de Baja California presentan un mayor afinidad con especies de aguas frías que con especies de aguas tropicales, por lo que dicha zona presenta diferencias con el resto de las zonas ubicadas hacia al sur (Wicksten, 1989). Por su parte, las especies del golfo de California presentan más afinidad con las especies del Pacífico tropical mexicano (Hendrickx, 2001, 2003b).

Considerando que algunas especies de moluscos marinos presentan una distribución batimétrica muy amplia (ocasionalmente desde la plataforma continental hasta el talud continental), es necesario tomar en cuenta los trabajos realizados en aguas con una profundidad inferior a 200 m, aún considerando que la presencia de la OMZ puede representar, en algún área del Pacífico mexicano, una barrera para la dispersión/distribución vertical de las especies.

En Sinaloa, Hendrickx *et al.* (1984) publicaron los resultados obtenidos en las campañas SIPCO y registraron que los moluscos solamente dominaron en 3 de las 24 estaciones pero se presentaron en 22 de ellas, considerándolos como un grupo conspicuo entre los 27 y 127 m de profundidad. En Nayarit, Reguero y García-Cubas (1989) revisaron muestras obtenidas entre los 15 y los 122 m de profundidad; encontraron especies de moluscos tanto de la provincia Panámica como de la provincia Californiana según la división hecha por Briggs (1974) y catalogaron a la región como una zona de transición debido a la convergencia de diversas especies típicas de ambas provincias. En la plataforma continental de los estados de Colima y Jalisco se han elaborado diversos estudios; entre los 40 y los 98

m de profundidad Ríos-Jara *et al.* (1996) encontraron 242 especies, en su mayoría representantes de la provincia zoogeográfica Panámica (Briggs, 1974) y citaron 17 nuevos registros de gasterópodos para la zona, ocho de ellos con registros previos hacia el sur y nueve con registros previos en el golfo de California. En la misma región, Landa-Jaime y Arciniaga-Flores (1998) estudiaron los macromoluscos bentónicos de fondos blandos recolectados en 1995-96 a partir de los 20 m y hasta los 80 m de profundidad. Encontraron 92 especies, de las cuales cinco presentaron una ampliación de distribución geográfica. Ríos-Jara *et al.* (2003) encontraron 15 especies de escafópodos distribuidas entre los 23 y 74 m de profundidad a lo largo de la plataforma continental de estos dos estados; la mayor abundancia se presentó en fondos limo-arcillosos, en la zona más profunda. En la plataforma continental del estado de Guerrero, Lesser-Hiriart (1983) determinó algunos índices ecológicos de la comunidad de moluscos considerando diferentes estratos de profundidad e identificó 152 especies. A lo largo del Pacífico mexicano hasta Ecuador, MacFaiden (1973) describió la zoogeografía y la ecología de siete especies de escafópodos; revisando muestras obtenidas durante la “Stanford Oceanographic Expedition 20”, además de revisar 160 colecciones de distintos museos para establecer la distribución geográfica de cada especie.

3. HIPÓTESIS

Hipótesis 1

Se espera que la composición de especies de moluscos, encontradas durante las campañas Talud IV-IX (2000-2005), presente diferencias en su distribución batimétrica por la presencia de la zona mínima de oxígeno (OMZ), que puede funcionar como una barrera que restrinja el paso de las especies hacia aguas más profundas en donde la concentración de oxígeno se estabilice. Así, se esperaría un pico de diversidad en profundidades superiores a 1000 m.

Hipótesis 2

Se espera que la composición de especies de la fauna malacológica de aguas profundas (> 200 m) del golfo de California, presente una mayor afinidad con las especies del Pacífico tropical mexicano y una menor afinidad con las especies encontradas en la zona de

m de profundidad Ríos-Jara *et al.* (1996) encontraron 242 especies, en su mayoría representantes de la provincia zoogeográfica Panámica (Briggs, 1974) y citaron 17 nuevos registros de gasterópodos para la zona, ocho de ellos con registros previos hacia el sur y nueve con registros previos en el golfo de California. En la misma región, Landa-Jaime y Arciniaga-Flores (1998) estudiaron los macromoluscos bentónicos de fondos blandos recolectados en 1995-96 a partir de los 20 m y hasta los 80 m de profundidad. Encontraron 92 especies, de las cuales cinco presentaron una ampliación de distribución geográfica. Ríos-Jara *et al.* (2003) encontraron 15 especies de escafópodos distribuidas entre los 23 y 74 m de profundidad a lo largo de la plataforma continental de estos dos estados; la mayor abundancia se presentó en fondos limo-arcillosos, en la zona más profunda. En la plataforma continental del estado de Guerrero, Lesser-Hiriart (1983) determinó algunos índices ecológicos de la comunidad de moluscos considerando diferentes estratos de profundidad e identificó 152 especies. A lo largo del Pacífico mexicano hasta Ecuador, MacFaiden (1973) describió la zoogeografía y la ecología de siete especies de escafópodos; revisando muestras obtenidas durante la “Stanford Oceanographic Expedition 20”, además de revisar 160 colecciones de distintos museos para establecer la distribución geográfica de cada especie.

3. HIPÓTESIS

Hipótesis 1

Se espera que la composición de especies de moluscos, encontradas durante las campañas Talud IV-IX (2000-2005), presente diferencias en su distribución batimétrica por la presencia de la zona mínima de oxígeno (OMZ), que puede funcionar como una barrera que restrinja el paso de las especies hacia aguas más profundas en donde la concentración de oxígeno se estabilice. Así, se esperaría un pico de diversidad en profundidades superiores a 1000 m.

Hipótesis 2

Se espera que la composición de especies de la fauna malacológica de aguas profundas (> 200 m) del golfo de California, presente una mayor afinidad con las especies del Pacífico tropical mexicano y una menor afinidad con las especies encontradas en la zona de

influencia de la Corriente de California (CC). La CC es una corriente de agua fría que fluye hacia el Ecuador y por cuestiones de densidad de las masas de agua, se restringe su entrada principalmente hacia el centro y norte del golfo de California. Además, el golfo de California presenta básicamente la misma estructura termohalina del Pacífico tropical oriental, lo que favorece que la composición de especies presentes en el Pacífico tropical mexicano se amplíe y tenga mayor afinidad con el golfo de California. Por otro lado, la península de Baja California representa una barrera geográfica para la extensión longitudinal de las especies, mientras que la boca del golfo de California permite un contacto continuo con el Pacífico tropical mexicano.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Describir la biocenosis y la distribución geográfica de las especies de moluscos encontradas en el talud continental del Pacífico mexicano, en la región batimétrica ubicada por encima de los 200 m de profundidad, a partir del material recolectado en las campañas oceanográficas Talud IV-IX realizadas a bordo del B/O “El Puma” (ICML, UNAM) y de registros complementarios obtenidos en la literatura.

4.2. Objetivos particulares

- Actualizar la base de datos para las especies de moluscos que se han registrado en profundidades mayores a 200 m en el Pacífico mexicano, creando una base única donde se incluyan todos los registros que se obtengan de la literatura.
- Con la información recopilada, elaborar un listado taxonómico de las especies de moluscos.
- Calcular la diversidad y la riqueza de especies de moluscos encontradas durante las campañas “Talud”.
- Establecer relaciones entre los parámetros fisicoquímicos registrados durante las campañas “Talud” y los parámetros poblacionales de los moluscos estudiados.
- Relacionar, más a detalle, la abundancia de especies dominantes y frecuentes de moluscos de las campañas “Talud”, con la variable ambiental con la que resulta estar más relacionada.

influencia de la Corriente de California (CC). La CC es una corriente de agua fría que fluye hacia el Ecuador y por cuestiones de densidad de las masas de agua, se restringe su entrada principalmente hacia el centro y norte del golfo de California. Además, el golfo de California presenta básicamente la misma estructura termohalina del Pacífico tropical oriental, lo que favorece que la composición de especies presentes en el Pacífico tropical mexicano se amplíe y tenga mayor afinidad con el golfo de California. Por otro lado, la península de Baja California representa una barrera geográfica para la extensión longitudinal de las especies, mientras que la boca del golfo de California permite un contacto continuo con el Pacífico tropical mexicano.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Describir la biocenosis y la distribución geográfica de las especies de moluscos encontradas en el talud continental del Pacífico mexicano, en la región batimétrica ubicada por encima de los 200 m de profundidad, a partir del material recolectado en las campañas oceanográficas Talud IV-IX realizadas a bordo del B/O “El Puma” (ICML, UNAM) y de registros complementarios obtenidos en la literatura.

4.2. Objetivos particulares

- Actualizar la base de datos para las especies de moluscos que se han registrado en profundidades mayores a 200 m en el Pacífico mexicano, creando una base única donde se incluyan todos los registros que se obtengan de la literatura.
- Con la información recopilada, elaborar un listado taxonómico de las especies de moluscos.
- Calcular la diversidad y la riqueza de especies de moluscos encontradas durante las campañas “Talud”.
- Establecer relaciones entre los parámetros fisicoquímicos registrados durante las campañas “Talud” y los parámetros poblacionales de los moluscos estudiados.
- Relacionar, más a detalle, la abundancia de especies dominantes y frecuentes de moluscos de las campañas “Talud”, con la variable ambiental con la que resulta estar más relacionada.

- Con la totalidad de los datos (de las campaña “Talud” más los registros de la literatura), analizar los patrones de distribución geográfica de las especies conocidas en profundidades mayores a 200 m, en particular en el talud continental del Pacífico mexicano considerando los coeficientes de similitud que se presenten.
- Comparar la composición de géneros y especies encontrada a un lado y al otro de la península de California para conocer si existen diferencias entre ambas zonas.
- Describir la distribución batimétrica de la comunidad de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano tal como se conoce en la actualidad y comprobar por medio de mínimos cuadrados si la curva de acumulación de especies por profundidad se ajusta a modelos ya descritos.
- Comprobar si la riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) conocidas en el Pacífico mexicano presenta un patrón de distribución latitudinal con reducción en dirección hacia los polos.
- Comparar los patrones de distribución obtenidos para los moluscos del talud continental con los patrones zoogeográficos reconocidos para la fauna de aguas someras.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El litoral mexicano en el océano Pacífico mide aproximadamente 4,054 km de longitud (De la Lanza-Espino, 1991). En aguas someras, la distribución y la co-ocurrencia de especies marinas han sido usadas para definir unidades zoogeográficas contiguas en el Pacífico mexicano. De norte a sur, estas son la Californiana, que se extiende de Punta Concepción a bahía Magdalena y la Panámica, que se extiende a lo largo del Pacífico este tropical (Briggs, 1987). De igual forma, se han propuesto subdivisiones de la subregión Panámica y se ha dividido en cuatro provincias. De norte a sur, estas son las provincias de Cortés, Mexicana, Panámica y de la Galápagos (Brusca y Wallerstein, 1979).

Para las aguas profundas del Pacífico mexicano (> 200 m de profundidad), no se han designado provincias zoogeográficas y se ha visto que la composición de las especies de mar profundo se ve más afectada por la batimetría (McClain, 2004), aunque también se presentan patrones latitudinales pero son menos marcados (Rex *et al.*, 2000; McClain, 2004). Por lo tanto, para explicar las características del área de estudio, se dividió al

- Con la totalidad de los datos (de las campaña “Talud” más los registros de la literatura), analizar los patrones de distribución geográfica de las especies conocidas en profundidades mayores a 200 m, en particular en el talud continental del Pacífico mexicano considerando los coeficientes de similitud que se presenten.
- Comparar la composición de géneros y especies encontrada a un lado y al otro de la península de California para conocer si existen diferencias entre ambas zonas.
- Describir la distribución batimétrica de la comunidad de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano tal como se conoce en la actualidad y comprobar por medio de mínimos cuadrados si la curva de acumulación de especies por profundidad se ajusta a modelos ya descritos.
- Comprobar si la riqueza de especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m) conocidas en el Pacífico mexicano presenta un patrón de distribución latitudinal con reducción en dirección hacia los polos.
- Comparar los patrones de distribución obtenidos para los moluscos del talud continental con los patrones zoogeográficos reconocidos para la fauna de aguas someras.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El litoral mexicano en el océano Pacífico mide aproximadamente 4,054 km de longitud (De la Lanza-Espino, 1991). En aguas someras, la distribución y la co-ocurrencia de especies marinas han sido usadas para definir unidades zoogeográficas contiguas en el Pacífico mexicano. De norte a sur, estas son la Californiana, que se extiende de Punta Concepción a bahía Magdalena y la Panámica, que se extiende a lo largo del Pacífico este tropical (Briggs, 1987). De igual forma, se han propuesto subdivisiones de la subregión Panámica y se ha dividido en cuatro provincias. De norte a sur, estas son las provincias de Cortés, Mexicana, Panámica y de la Galápagos (Brusca y Wallerstein, 1979).

Para las aguas profundas del Pacífico mexicano (> 200 m de profundidad), no se han designado provincias zoogeográficas y se ha visto que la composición de las especies de mar profundo se ve más afectada por la batimetría (McClain, 2004), aunque también se presentan patrones latitudinales pero son menos marcados (Rex *et al.*, 2000; McClain, 2004). Por lo tanto, para explicar las características del área de estudio, se dividió al

Pacífico mexicano en cuatro zonas que corresponden a las provincias zoogeográficas marinas reconocidas para aguas someras (véase Brusca y Wallerstein, 1979; Hendrickx, 1992).

5.1. Océano Pacífico al oeste de la península de Baja California (Provincia de California)

Correspondería a la parte sureña de la provincia zoogeográfica Californiana, que se extiende de norte a sur a lo largo de la costa oeste de la península de California hasta la altura de bahía Magdalena, B.C.S. (Fig. 1). Esta zona se ve fuertemente influenciada por la corriente de California que contribuye considerablemente a definir las condiciones oceanográficas. Constituye un amplio flujo hacia el Ecuador que se presenta frente a las costas del oeste de Estados Unidos y del noroeste de México. Sin embargo, la mayor parte de los cambios hidrográficos que suceden en la zona responden a la variabilidad regional del régimen del océano Pacífico adyacente (Espinosa-Carreón *et al.*, 2001). En la costa occidental de Baja California, la densidad del agua es controlada por la temperatura, mientras que en otras áreas la estabilidad de la columna de agua es controlada por la salinidad (Hernández-Ayón *et al.*, 2003).

5.2. Golfo de California (Provincia de Cortés)

Esta zona corresponde a lo que se ha denominado en la literatura como la Provincia de Cortés y se extiende desde el alto golfo de California hasta cabo Corrientes, Jalisco y cabo San Lucas, B.C.S. Recientemente, se ha considerado que la porción sur de la costa occidental de la península de California, hasta la altura de bahía Magdalena, forma parte de esta provincia (Hendrickx, 1992; Hendrickx *et al.*, 2002) (Fig. 1).

El golfo de California (GC) es una cuenca alargada (aproximadamente 1000 km) y estrecha (200 km en promedio), que constituye un mar marginal del océano Pacífico (Fernández-Barajas *et al.*, 1994). El GC es una cuenca compleja, donde se registran todo tipo de accidentes topográficos, desde los abanicos sedimentarios de pendientes suaves en el golfo superior, los cuales se interrumpen bruscamente por una serie de escarpes accidentados, hasta llegar a formar paredes casi verticales en el canal de Ballenas, hasta los cañones submarinos, localizados, principalmente, en el extremo sur de la península, así como frente

a Topolobampo, Sinaloa. En el GC se conoce una serie de diez cuencas alineadas de norte a sur hasta las islas Marías y cuya batimetría se incrementa en el mismo sentido (De la Lanza-Espino, 1991). El canal de Ballenas presenta una profundidad mayor a los 1500 m y divide al GC en dos regiones: hacia el norte, la profundidad no excede los 450 m, a excepción de la cuenca Delfín; hacia el sur, el golfo mantiene una comunicación abierta con el océano Pacífico, con profundidades de hasta más de 3000 m en la entrada (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Castro *et al.*, 2000). Otra característica del GC es la extensión de la plataforma continental en el margen oriental del golfo y su fuerte reducción, hasta su casi ausencia, en el lado opuesto (Amador-Buenrostro *et al.*, 2003). Finalmente, existen alrededor de 102 islas, la mayoría de ellas de origen volcánico. Esta complejidad topográfica es debida al desplazamiento de las fallas situadas en el piso oceánico del mar de Cortés (De la Lanza-Espino, 1991). El GC presenta básicamente la estructura termohalina del Pacífico Tropical Oriental (PTO) (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Fernández-Barajas *et al.*, 1994; Salinas-González *et al.*, 2003). Durante los meses de invierno se presenta, en el GC, agua de la corriente de California ($T < 23^{\circ}\text{C}$, $S > 34.60$ ppm), agua del golfo o transicional ($T = 15\text{-}20^{\circ}\text{C}$, $S > 34.90$ ppm), agua subsuperficial subtropical ($T = 10\text{-}15^{\circ}\text{C}$, $S > 34.80$ ppm) y agua intermedia antártica ($S < 34.55$ ppm); durante el verano se presentan las mismas masas de agua que en invierno pero, además, se presenta agua tropical superficial ($T > 25^{\circ}\text{C}$, $S < 34.00$ ppm) (Fernández-Barajas *et al.*, 1994). En las aguas profundas, durante febrero, se observan flujos de agua que van hacia afuera del golfo, en la costa de la península, y hacia adentro, en la parte próxima al continente. El mayor de estos flujos está en el margen occidental del golfo. El flujo hacia el sur tiene una extensión horizontal de 100 km y una profundidad de 700 m. Entre los 750 y 850 m de profundidad, se define débilmente un flujo hacia el interior del golfo. En la parte este del golfo, el flujo tiene una dirección hacia el norte, cuya velocidad disminuye conforme aumenta la profundidad, alcanzando su mínimo a los 700 m (Fernández-Barajas *et al.*, 1994). Las aguas del golfo interactúan con la corriente de California entre los 0 y 250 m de profundidad; las masas de agua que se presentan en el mar profundo del GC son el Agua Intermedia del Pacífico (500-1000 m) y el Agua Profunda del Pacífico (> 1500 m) que viajan a altas velocidades gracias a las islas (Bray, 1988). Entre los 150 y 700-800 m de profundidad, aproximadamente, una amplia capa de mínimo de oxígeno, paralela a la costa,

caracteriza al SE del golfo de California, donde se presentan severas condiciones de hipoxia o anoxia (Hendrickx, 2001, 2003b).

5.3. Pacífico tropical mexicano (Provincia Mexicana)

El Pacífico tropical mexicano al sur del golfo de California, cuenta con un litoral de 1,702 km (De la Lanza-Espino, 1991). Parte del área comprendida en esta zona corresponde a la provincia zoogeográfica Mexicana, que se extiende desde bahía Magdalena hasta la bahía de Tangolunda (Hendrickx, 1992) (Fig. 1). En la plataforma continental, se presentan oscilaciones estacionales en las características hidrofísicas de la columna de agua hasta los 100 m y se observan con mayor intensidad en las capas subsuperficiales (Filonov *et al.*, 2000). Las masas de agua de la región se relacionan con la estructura tropical oriental del océano Pacífico, donde la capa superficial superior, hasta una profundidad de 50-75 m, está ocupada por agua de alta temperatura y salinidad (34.7-34.8 ppm). Esta agua se extiende hasta la capa de aguas subsuperficiales (75-200 m). Por debajo de esta capa se sitúa la capa intermedia de baja salinidad (300-800 m), con valores de 34.6 ppm. Entre 900-3500 m se encuentra una masa de agua profunda con valores medios de temperatura de 3°C y de salinidad de 34.6 ppm. El agua por debajo de los 3500 m presenta valores de 1.4°C y 34.8 ppm (Hydrology of the Pacific Ocean, 1968 citado en Filonov *et al.*, 2000).

En invierno, esta región se encuentra bajo la influencia de la advección, así como de la corriente superficial que sale del golfo de California; en verano es afectada por los flujos de la contracorriente Norecuatorial (De la Lanza-Espino, 1991). La dinámica de las aguas de la zona se determina por un flujo medio con dirección noroeste en los meses de verano y con dirección contraria en invierno (De la Lanza-Espino, 1991).

5.4. Golfo de Tehuantepec (Provincia Panámica)

El área comprendida en esta zona corresponde a la porción norte de la Provincia Panámica que se extiende, dentro del Pacífico mexicano, a lo largo del golfo de Tehuantepec, en las costas de Oaxaca y Chiapas (Fig. 1) y se prolonga hasta el norte de Perú (Brusca y Wallerstein, 1979).

El golfo de Tehuantepec conforma la zona sur del Pacífico mexicano. Cubre un extensión de aproximadamente 125,000 km² (Monreal y Salas, 1998). El área se ve afectada por

diversas corrientes; surge la presencia de una rama débil de la corriente de California que fluye hacia el sur y trae agua fría y de salinidad baja; la contracorriente Ecuatorial fluye hacia el este con agua caliente y alta salinidad; la corriente Ecuatorial del Norte se alimenta de la corriente de California y del agua del Pacífico oriental tropical, fluye hacia el oeste con velocidad constante a lo largo del año; la corriente Costera de Costa Rica se mueve hacia el noroeste y al oeste presentando agua cálida (Wyrтки, 1965; Fiedler, 1992).

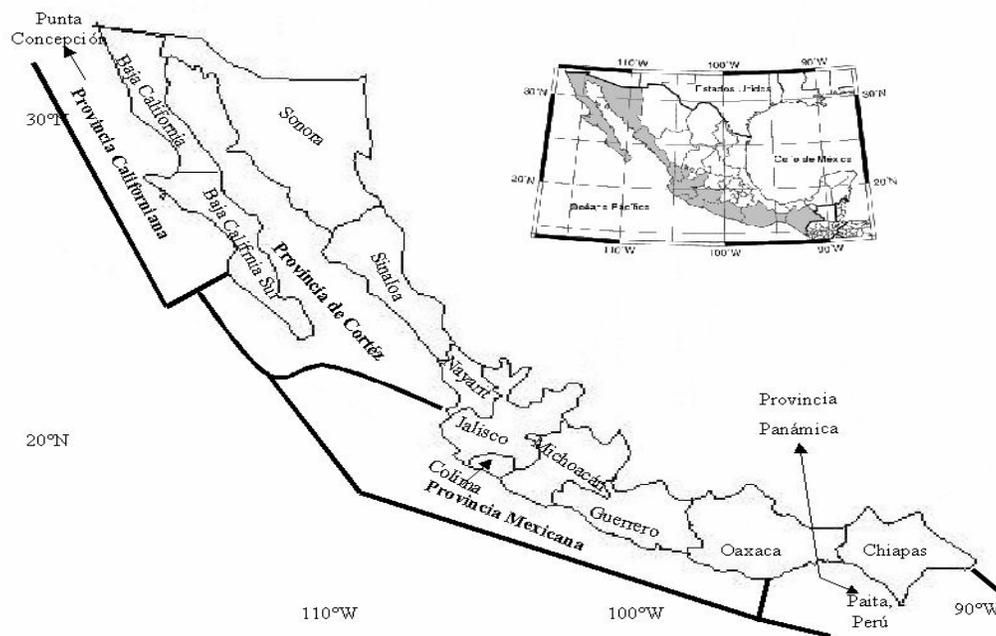


Figura 1. Provincias zoogeográficas someras (< 200 m) actualmente reconocidas para el Pacífico mexicano según Brusca y Wallerstein (1979) y Hendrickx (1992).

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Material obtenido durante las Campañas “Talud”

6.1.1. Obtención del material

Los cruceros Talud IV y V se llevaron a cabo del 23 al 27 de agosto y del 13 al 18 de diciembre de 2000 y los Talud VI y VII se desarrollaron del 13 al 17 de marzo y del 5 al 9 de junio de 2001 respectivamente, dichos cruceros se realizaron en el sureste del golfo de California. Se procuró que en cada crucero las posiciones de las 30 estaciones coincidieran, éstas quedaron comprendidas entre los 22° 00.0' N - 106° 28.1' W y los 26° 06.5' N - 110° 11.4' W (Fig. 2); la profundidad de las estaciones fue de los 700 m y hasta los 2300 m. Del

8. DISCUSIÓN

De las 24 especies de la endofauna recolectadas con la DK durante las campañas Talud IV-VII en el mar profundo del sureste del golfo de California, solamente cinco fueron citadas por Parker (1964a, 1964b); estas son: *Acharax johnsoni*, *Ennucula cardara*, *Limatula similis*, *Periploma carpenteri* y *Dentalium agassizi*. Esto indica que nuestro conocimiento de los moluscos de aguas profundas es aún limitado; además, una buena cantidad de las especies encontradas en cada muestreo no han sido descritas (Grassle, 1989). La mitad de las especies de bivalvos encontradas, en las muestras de sedimento, durante las campañas Talud, pertenecen a la subclase Protobranchia que, según Allen (1992) son los principales representantes de los bivalvos en aguas profundas, donde han logrado colonizar los sedimentos suaves por su habilidad para absorber y digerir materia orgánica extracelular en relativamente bajas concentraciones. La densidad de estos bivalvos aumenta conforme la profundidad se incrementa (Sanders *et al.*, 1965). La predominancia de organismos del grupo Protobranchia en los sedimentos de aguas profundas puede ser el resultado del desplazamiento de aguas someras por especies de la subclase Lamellibranchia (Zardus, 2002).

No existe un estudio extensivo sobre las comunidades de moluscos en aguas profundas para el Pacífico este tropical y los pocos estudios que se tienen son, en su mayoría, aportes taxonómicos. Incluso, durante los muestreos en aguas profundas, se tiende a omitir a la endofauna. Por ejemplo, grandes cantidades de *Bathybembix bairdii* fueron recientemente obtenidas en las costas de El Salvador usando una red de arrastre (entre 850 y 920 m) (Hendrickx y López, sometido), pero no se aprovecharon los muestreos para recolectar la endofauna, este gasterópodo también resultó muy abundante en la epifauna durante este estudio

Los resultados aquí obtenidos, indican que, en el caso de la endofauna del SE del golfo de California, el contenido de oxígeno disuelto y la profundidad fueron los factores más importantes en la determinación, la composición y la distribución de los moluscos (Zamorano *et al.*, sometido), como se ha observado con anterioridad para otros grupos de invertebrados en otras regiones del mundo (Rosenberg *et al.*, 1983; Levin y Gage, 1998; Levin *et al.*, 2001) y en el golfo de California (Hendrickx, 2001; Méndez, sometido). La OMZ que prevalece en la parte externa de la plataforma continental y en la parte superior

del talud continental en esta área (ca. 100 a 800 m) presenta concentraciones epibénticas de oxígeno disuelto siempre $< 0.5 \text{ ml l}^{-1}$ y ocasionalmente $< 0.1 \text{ ml l}^{-1}$ (Parker 1964a, 1964b; Hendrickx 2001, 2003b). La OMZ representa los límites de distribución de especies que no pueden tolerar condiciones severas de hipoxia, comportándose así como una barrera fisiológica para su dispersión desde la plataforma continental media hasta aguas más profundas, como lo ha notado Rogers (2000) y para el golfo de California, la comunidad de moluscos encontrada entre 200 m y 800 m, es muy diferente a la encontrada más allá de los 1000 m (Zamorano y Hendrickx, sometido). Sin embargo, los moluscos que habitan en la OMZ han logrado interesantes adaptaciones para tolerar bajas concentraciones de oxígeno, que consisten prácticamente en un aumento de la superficie branquial y en la habilidad ventilatoria, un incremento en la capacidad de remoción de oxígeno y de la capacidad circulatoria, una mayor afinidad de la hemocianina por el oxígeno, una reducción en la tasa de consumo de oxígeno y en incremento de la dependencia de un metabolismo anaeróbico (Childress y Seibel, 1998). Esto también se ha observado en crustáceos (Childress, 1995; Childress y Seibel, 1998) y en poliquetos (Lamont y Gage, 2000; Levin, 2002). Pero no todo es adverso en la OMZ, ya que la disminución en el traslape por el alimento y la presencia de pocos depredadores compensa algunas de las desventajas y favorece a organismos capaces de adaptarse a un ambiente extremo (Rogers, 2000; Levin, 2002). Para los datos aquí presentados, un claro ejemplo es *Lucinoma heroica* que presenta cierta preferencia por ambientes hipóxicos, donde la concentración de oxígeno fue $< 0.5 \text{ ml l}^{-1}$. De acuerdo con Williams *et al.* (2004), la mayoría de las familias incluidas en la superfamilia Lucinoidea mantienen una relación quimiosimbiótica con bacterias oxidantes de sulfhídrico que le ayudan a tolerar condiciones anaeróbicas.

En este estudio, la más alta abundancia de individuos fue observada entre los 700 y 1000 m de profundidad, donde la concentración de oxígeno disuelto raramente excedió los 0.5 ml l^{-1} . En aguas más profundas ($>1600 \text{ m}$), la abundancia y la riqueza de especies de moluscos son más bajas a pesar del incremento de oxígeno disuelto. Las especies más abundantes de bivalvos habitan preferentemente la parte superior del talud continental bajo severas condiciones de hipoxia, mientras que los escafópodos son mucho más frecuentes en la parte inferior del talud continental, en aguas más oxigenadas. Sin embargo, la más alta diversidad fue observada en las estaciones donde la profundidad excedió los 1250 m, lo que coincide

con Hendrickx (2001) que en la misma región encontró la mayor diversidad de crustáceos decápodos en profundidades entre 1188 y 1245 m. En otras regiones del mundo, por ejemplo en Gayhead-Bermuda (Atlántico oeste), Hessler y Sanders (1967) encontraron la mayor diversidad de especies entre 1330-1470 m de profundidad; Etter y Grassle (1992), también detectaron un pico de diversidad en estas profundidades en el Atlántico Norte. En el caso de los poliquetos, Levin *et al.* (2001) encontraron la máxima diversidad a 1700 m de profundidad, lo que sugiere que, aparentemente, las condiciones imperantes a estas profundidades, favorecen a una alta diversidad de especies.

La incertidumbre que se presenta sobre la existencia de algún o algunos parámetros ambientales, que determinen de manera consistente la riqueza y la diversidad de especies en el mar profundo permanece vigente. Al revisar una amplia gama de trabajos, resulta que se han encontrado diferentes parámetros ambientales considerados como la variable que explica la mayor varianza con respecto a las variables de la comunidad. En el presente estudio, tal incertidumbre permanece, para la epifauna, se encontró la mayor correlación de la diversidad con la temperatura, situación que en ninguno de los trabajos revisados se había registrado; la temperatura en aguas profundas por lo general se mantiene constante (Grassle, 1989), por lo que, no se esperaría tal situación. Esta heterogeneidad de resultados sugiere que no necesariamente son los parámetros ambientales los que están determinando la distribución de los moluscos de aguas profundas, sino más bien aspectos bio-ecológicos como la interacción depredador-presa (Snelgrove *et al.*, 1992), la competencia (Dayton y Hessler, 1972), las estrategias reproductivas (Rex, 1979; Sanders, 1979) o la colonización (Snelgrove *et al.*, 1992). Esta última sucede de manera lenta (Grassle, 1977; Snelgrove *et al.*, 1992), excepto cuando sucede un enriquecimiento orgánico que produce una rápida respuesta por especies oportunistas (Grassle y Morse-Porteous, 1987). Dicha colonización se debe más a la migración vertical que al reclutamiento larval (Borowski y Thiel, 1998). El alimento en aguas profundas es escaso (Grassle, 1989) y arriba de manera esporádica (Witte, 2000). Cuando en el fondo marino es depositada alguna fuente de alimento como un trozo de madera (Turner, 1973, 1977; Grassle, 1977), racimos de *Sargassum* (Snelgrove *et al.*, 1992) o cadáveres de animales (Escobar-Briones y Tamez-Cruz, 2004), la comunidad bentónica responde a estos pulsos de disponibilidad de carbono orgánico de manera

episódica (Sauter *et al.*, 2001) y la distribución de los organismos se da por parches, que abarcan pocos metros y rara vez algunos kilómetros (Grassle, 1989), lo que puede causar diferencias marcadas en las respuestas observadas durante los distintos muestreos. Estos parámetros bio-ecológicos son difíciles de medir u observar por la dificultad económica y logística que representa explorar las grandes profundidades.

Para hacer frente a la escasez de alimento que impera en el mar profundo, algunos moluscos han logrado adaptaciones fisiológicas para sobrevivir. En algunas especies, como el bivalvo *Tindaria callistiformis*, se ha logrado registrar edades de hasta 100 años (Turekian *et al.*, 1975). En el trabajo de Rex (1979) se compararon dos poblaciones del gasterópodo *Alvania pelagica*, una de ellas fue recolectada a profundidades de “plataforma continental” (70-200 m) y la otra en profundidades de “talud continental” (470-800 m) en el Atlántico Norte; el autor señala que, debido al ambiente más estresante que impera en la plataforma continental, los organismos han adquirido una estrategia tipo r, mientras que los individuos que habitan en el talud continental destinan más energía al crecimiento, menos a la reproducción y presentan mayor longevidad (características típicas de la estrategia tipo k). En consecuencia, se presenta así, altas condiciones de mortalidad denso-independiente en la plataforma continental, mientras que en el talud continental, donde el ambiente es más estable, se presenta una regulación denso-dependiente y, por consiguiente, se puede considerar a la comunidad como biológicamente acomodada, compuesta por un gran número de especies estenotópicas (Sanders, 1979).

La alta abundancia (> 1000 organismos) de *Solariella nuda* en la estación 25 del Talud IV coincidió con el valor de materia orgánica más bajo (9.86%) registrado en las estaciones donde se muestreó durante las campañas Talud IV-VII. El bajo porcentaje de materia orgánica puede deberse al consumo hecho por la gran cantidad de organismos que se presentaron; en la misma estación, el poliqueto *Melinnampharete eoa* también presentó altas abundancias (> 15,000 organismos) (Méndez, *com. pers.*, 2005).

Para las campañas Talud IV-VII si fue posible estudiar tanto la riqueza de especies en la endofauna como en la epifauna, pero no se pudieron realizar comparaciones directas, porque los muestreos se hicieron con dos artes diferentes, por lo que, hay que considerar a la endofauna y a la epifauna como dos eventos diferentes. De acuerdo a las curvas de

rarefacción (Sanders, 1968), en la endofauna la riqueza de especies es inferior a lo encontrado en la epifauna. Para la endofauna, después de los 150 organismos recolectados la riqueza de especies se vuelve asintótica, manteniéndose en 21 especies (riqueza máxima); para la epifauna, las 21 especies se alcanzan con 270 organismos y posteriormente la riqueza de especies sigue aumentando sin alcanzar estabilidad, por lo que se esperaría que con más muestreos la riqueza de especies siga aumentando, de acuerdo al número de interacciones consideradas (500), en la epifauna, la riqueza máxima fue de 25 especies con tendencia a incrementarse ligeramente conforme los muestreos vayan aumentando (ver Fig. 13). Sin embargo, hay que tener presente que la técnica de la rarefacción, desaprovecha mucha información (Moreno, 2001) debido a que el número de especies y su abundancia relativa es conocido para cada muestra antes de la rarefacción, y después de la rarefacción, se obtiene el número esperado de especies por muestra y no el observado en todas las muestras restantes (Magurran, 1988).

En el suroeste del golfo de California, donde se desarrollaron las campañas Talud VIII y Talud IX, fue aún más difícil identificar la ó las variables que pudieran determinar la distribución de moluscos de aguas profundas, ya que no se cuenta con datos de granulometría y materia orgánica para algunas estaciones, debido a condiciones adversas que afectaron el muestreo. A diferencia del sureste del golfo de California, el oxígeno no fue la variables ambiental que más se correlacionó con las variables bióticas, lo que presume que del lado suroeste la OMZ es menos notoria; de hecho, en esta zona la concentración de oxígeno puede llegar a ser de hasta 1.2 ml l^{-1} y rara vez muestra valores inferiores a 0.1 ml l^{-1} . En esta región del golfo, se observa un aumento de los valores de mínimo de oxígeno de oeste a este (Weyl, 1965), mientras que en el sureste del golfo de California se lograron registrar concentraciones hasta de 0.04 ml l^{-1} . Así, de acuerdo con estos resultados y con lo obtenido del lado sureste del golfo de California, se puede apreciar que el grupo de los escafópodos se distribuye con preferencia en aguas donde la concentración de oxígeno rebasa los 0.5 ml l^{-1} y la temperatura es inferior a 5°C , condiciones típicas de la franja batimétrica de los 1200 – 1500 m, donde los escafópodos han encontrado las condiciones óptimas para su desarrollo y llegan a presentar picos de diversidad (Reynolds, 2002). De igual forma, con los resultados del presente trabajo, se

observa como algunas especies de escafópodos como *Cadulus californicus*, *Dentalium agassizi*, *Gadila fusiformis* y *Rhabdus dalli* son especies abundantes y frecuentes en el sur del golfo de California y son capaces de distribuirse a lo largo de amplios gradientes de oxígeno, temperatura y profundidad, como anteriormente lo observó McFaiden (1976).

Durante las campañas Talud IV-IX se identificaron un total de 49 especies, de las cuales, 18 especies, constituyen nuevos registros ya sean geográficos y/o batimétricos para el Pacífico mexicano (véase Anexo II), lo que respalda, una vez más, que la fauna presente en aguas profundas es poco conocida, incluso, de acuerdo al punto de vista de especialistas, parte del material obtenido durante las campañas “Talud”, son especies que aún no han sido descritas (Coan, *com. pers.*, 2001).

El diseño experimental considerado, para el análisis de los moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano, se prefirió ante otras propuestas. Wicksten (1989) por ejemplo, en un trabajo sobre los crustáceos decápodos de mar abierto, utilizó cuadrantes de 5° de latitud x 5° de longitud; sin embargo, su área de estudio es mucho más amplia, porque abarcó toda la costa del Pacífico americano. Así, si se hubiera aplicado esa metodología, se estaría subestimando las condiciones regionales que pudieran suceder en los distintos cuerpos de agua que se presentan en el Pacífico mexicano, como lo es el golfo de California, el mar occidental de la península de California, el Pacífico tropical mexicano o el golfo de Tehuantepec y se estaría omitiendo el efecto que existe de la riqueza de especies local sobre la riqueza de especies regional (véase Witman *et al.*, 2004). Otra opción era usar bandas latitudinales de 1° de amplitud, ya que esta técnica ha sido utilizada en estudios de zoogeografía de aguas profundas (Rex *et al.*, 1993). De haber considerado tal diseño, se estaría omitiendo la influencia de un patrón longitudinal sobre la distribución de los moluscos de aguas profundas y, para el caso del Pacífico mexicano, desde los 23° y hasta los 32° de latitud, se estaría despreciando el papel de la península de Baja California como una barrera geográfica, además de no considerar las distintas condiciones ambientales que imperan en el golfo de California y en las aguas de la costa occidental de la península y, posiblemente, se estaría sobreestimando la diversidad, debido a que la mayoría de las especies en los ecosistemas naturales no presenta una distribución continua (Rex *et al.*, 2000). Una tercera opción era trabajar de acuerdo con las provincias zoogeográficas

propuestas por Brusca y Wallerstein (1979), Briggs (1987) y Hendrickcx (1992) para aguas someras (< 200 m), lo que sería muy poco robusta y sólo nos ayudaría a aceptar o rechazar diferencias entre las provincias zoogeográficas someras y del mar profundo. Para evitar los problemas antes mencionados, se decidió trabajar con cuadrantes de 1° de latitud por 1° de longitud, con lo que se estaría considerando también la posible influencia de la longitud sobre la distribución de moluscos de aguas profundas y respetar, las distintas condiciones ambientales que imperan a lo largo del Pacífico mexicano.

Una vez recopilada la información para el Pacífico mexicano, se observó discrepancia en el esfuerzo de muestreo en las diferentes zonas que lo conforman. Por ejemplo, los registros para el golfo de California constituyen más del 50% (695 registros) de los 1085 registros con los que se cuenta. Incluso entre las zonas centro, sur y norte del golfo de California existe diferencia en el esfuerzo de muestreo, mostrándose la mayor cantidad de registros entre los 22° y 24° N (267 registros) y entre los 27° y 28° N (206 registros). El golfo de Tehuantepec y el Pacífico tropical mexicano (al sur de Cabo Corrientes, Jal.) han sido pobremente muestreados (130 registros entre ambas zonas). El resto de los registros (199) corresponde a la costa occidental de la península de Baja California. Finalmente, un total de 61 registros fueron reconocidos para el Pacífico mexicano, pero no se cuenta con la posición geográfica que corresponde a la captura. En la recopilación de registros de moluscos de aguas profundas del Pacífico mexicano (> 200 m), no fueron los bivalvos los que presentaron la mayor riqueza de especies (137 especies), sino los gasterópodos (185 especies); sin embargo, el 43% (79 especies) de estos gasterópodos no sobrepasan los 500 m de profundidad en su distribución batimétrica, mientras que tan sólo el 31% (43 especies) de bivalvos registradas presentan una distribución máxima de registro batimétrico a 500 m de profundidad, por lo que no se puede pensar en un grupo específico de moluscos que se pudiera considerar como dominante en las aguas profundas, ya que la riqueza de especies de bivalvos (94 especies) y la riqueza de gasterópodos (106 especies) es muy parecida a profundidades superiores a 500 m.

Muchos trabajos han tratado de explicar la diversidad del mar profundo basándose en el número de especies presentes (Rex, 1973; Grassle, 1989; Rex *et al.*, 1993, 2000) y han

encontrado altos valores de diversidad en estos ambientes. Sin embargo, la alta diversidad varía sobre escalas globales, regionales o locales (Levin *et al.*, 2001). En las trincheras, las áreas de surgencias y con baja concentración de oxígeno, en las regiones con intensas corrientes en el fondo y en las ventilas hidrotermales, no se presenta esta alta diversidad (Grassle, 1989). De manera generalizada, en años recientes se ha reconocido la formación de un gradiente latitudinal de la riqueza de especies en aguas profundas (Rex *et al.*, 1993; Wilson, 1998; Culver y Buzas, 2000) y se ha encontrado que la diversidad varía parabólicamente con la latitud (Roy *et al.*, 1998), presentándose la mayor riqueza de especies en bajas latitudes y un decremento en altas latitudes (Witman *et al.*, 2004). De acuerdo con los resultados aquí presentados, no se detectó la existencia de dicho patrón latitudinal, ya que, la relación con la latitud fue positiva, es decir, a mayor latitud, mayor riqueza de especies. Lo anterior puede estar más relacionado con el tamaño de muestra en cada latitud que con la realidad ecológica, como lo mencionan Hessler y Sanders (1967), eso es posible, porque la cantidad de registros de moluscos de aguas profundas encontrados en el Pacífico mexicano son muy dispares y van desde dos registros a 19° N hasta 129 registros a 28° N.

Longitudinalmente, no se detectó algún patrón que pudiera describir la distribución de los moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano y entre las distintas longitudes no se observaron diferencias en cuestión de riqueza de especies y de acuerdo a lo encontrado en el análisis de regresión lineal, la pendiente resultó igual a cero, lo que presume, que la riqueza de especies se mantiene constante a lo largo de las distintas bandas longitudinales que conforman el Pacífico mexicano. La variación longitudinal se ha observado en el Atlántico Norte (Olabbarría *com. pers.*, 2006), donde el aumento de la distancia que existe con la costa, causa una reducción en la disponibilidad de alimento y por consiguiente, una reducción de la riqueza de especies. Para los crustáceos del golfo de California, se menciona que la más alta diversidad sucede en la franja costera y alrededor de las islas, existiendo una alta diversidad en el centro y sur del golfo de California con fuerte decremento en el norte (Hendrickx *et al.*, 2002); para el grupo de los moluscos, en este trabajo, se identificó un patrón muy parecido ya que la mayor riqueza de especies fue observada en la zona donde se distribuyen las grandes islas como Tiburón y Espíritu Santo.

Trabajos sobre moluscos en el Pacífico Este, sugieren que la distribución latitudinal de este grupo cambia con la profundidad y se observa que las especies que viven en aguas someras tienden a tener un intervalo de distribución latitudinal más amplio que aquellas que viven sobre la plataforma continental. Dicha tendencia se rompe cerca del límite plataforma-talud, y las especies que habitan las franjas más profundas tienden a incrementar su intervalo de distribución latitudinal; los amplios intervalos de distribución latitudinal de las especies que viven debajo de este límite es atribuido a la desaparición de fluctuaciones ambientales con el incremento de la profundidad (Jackson, 1974). La diversidad de especies muestra una disminución en relación con la profundidad, alcanzando un pico en la zona batial para volver a decrecer en el plano abisal (Rex, 1981; Roy *et al.*, 1998). Los resultados encontrados en este estudio, respaldan dicha hipótesis, ya que, se observa como la riqueza de especies decrece de los 200 a los 1000 m de profundidad para que a los 1200 m (zona batial) se presente un aumento de la riqueza de especies. Otro pico de diversidad se observó a los 2600 m y posteriormente la riqueza decrece en el plano abisal. Para la misma zona pero en el caso de los crustáceos, se observa una marcada reducción de la diversidad con el incremento de la profundidad, presentándose la más baja diversidad a profundidades > 2500 m (Hendrickx *et al.*, 2002), caso muy parecido a lo encontrado para los moluscos donde, después de los 2600 m, la diversidad disminuye.

Como se observó en los resultados, la composición de géneros y especies a ambos lados de la península de Baja California es bastante diferente de acuerdo con lo obtenido por los índices de similitud calculados. En la latitud de 23° se presentó la más alta similitud en cuanto a la composición de géneros y especies. Dicha zona puede ser considerada como una zona intermedia donde convergen especies procedentes del norte y procedentes del sur, encontrando algunas de ellas condiciones óptimas para colonizar el golfo de California o bien, logrando ampliar su distribución ya sea hacia aguas tropicales o hacia aguas templadas. En un estudio global sobre gasterópodos prosobranquios, Roy *et al.* (1998) identificaron, a la altura de Cabo San Lucas (22.52°N), el punto donde sucede el máximo intercambio (“turnover”) de especies; lo anterior coincide con lo obtenido en este trabajo, aunque en nuestro caso el área de estudio es menor. A nivel de especies, se aprecia una tendencia donde la similitud entre las zonas disminuye conforme la latitud se incrementa;

para los géneros esta tendencia no se aprecia, ya que la similitud presentó un comportamiento irregular a lo largo de las nueve bandas latitudinales que se consideraron. Lo que es claro, es que la similitud registrada en las latitudes 29°, 30° y 31° N, fueron las más bajas, debido posiblemente a dos cosas: 1) la profundidad del lado del golfo de California a estas latitudes no rebasa los 450 m (Santamaría del Ángel *et al.*, 1996) y a la misma latitud pero del lado occidental y según los registros con los que se cuenta, la profundidad es mucho mayor; 2) en el lado del golfo de California se presenta una tasa de endemismo mayor (Hendrickx, 1992). El alto endemismo que existe en el norte del golfo de California puede deberse posiblemente a que es la zona donde la conexión con el Pacífico Este es casi nula, lo que ha propiciado que las condiciones ambientales sean muy distintas con el océano Pacífico adyacente. En el alto golfo de California, la turbidez y la salinidad son altas debido a los aportes de sedimentos del río Colorado y a que la evaporación supera a la precipitación (Carbajal y Montaña, 1999); dichas condiciones, además de los cambios bruscos de profundidad, crean barreras que restringen la libre dispersión de las especies propiciando cierta especiación alopátrica, lo que conlleva a la producción de especies endémicas (Briggs, 2006). Además, se sabe que los bloques de continentes estables que se han fragmentado o separado por la influencia de la tectónica de placas (como la península de Baja California), provocan procesos de especiación que generan biotas endémicas además de experimentar extinciones (McDowall, 2004). Estas extinciones pueden verse compensada por la inmigración (efecto “rescate”) (Brown y Kodric-Brown, 1977), como la que se presenta en la boca del golfo de California. Un proceso semejante puede estar sucediendo con la influencia de la península de Baja California, lo que se ha reflejado en los valores de similitud identificados en este estudio (18.78% para especies y 33.44% para géneros). Otra posible causa puede estar más relacionada con los patrones de distribución de las especies a lo largo de las provincias zoogeográficas identificadas; actualmente, la mitad de la fauna considerada por Briggs (1974) como endémica de la provincia Californiana ha sido observada también dentro de los límites de la provincia de Oregon (Dawson, 2001), lo que sugiere que las especies distribuidas en la costa occidental de Baja California presentan una clara afinidad con las especies de aguas templadas, por lo que es de esperarse que esta fauna sea muy distinta a las presentes en el golfo de California. En efecto, en esta última zona el 34.5% de las especies de moluscos de aguas profundas

registradas presenta afinidad por la fauna del sur y solamente el 20% presenta afinidad con la fauna del norte, mientras que el 23.8% sólo se ha registrado en el golfo de California (Zamorano y Hendrickx, sometido).

Durante muchos años, se ha tratado de obtener una función que permita predecir la riqueza de especies en un ecosistema. Este objetivo, se ha tratado de alcanzar, con curvas de especies-diversidad (Sanders, 1968), con curvas de especies-riqueza (Hurlbert, 1971), con curvas de especies-esfuerzo de muestreo (Soberón y Llorente, 1993; Christen y Nakamura, 2000; Moreno y Halffter, 2000, 2001), con curvas de especies-área (Miller y Wiegert, 1989), con curvas de especies-abundancia (Willott, 2001) y con curvas de acumulación de especies (Grassle y Maciolek, 1992). En el presente trabajo, debido a la falta de información puntual sobre abundancias o sobre continuidad en los muestreos (porque hay que recordar, que la información utilizada, procede en su mayoría de información taxonómica), se propone construir una curva de acumulación de especies pero en relación a la profundidad, en dicha curva, se identificó un comportamiento exponencial como lo encontrado por Rex *et al.* (1990) y Etter y Grassle (1992), sin embargo, lo anterior puede resultar engañoso, debido a que no se cuenta con la misma cantidad de muestreos en los distintos estratos de profundidad, misma situación que se suscitó en el trabajo de Grassle (1989). En otros trabajos de moluscos de aguas profundas, se ha observado que la riqueza de especies presenta un comportamiento lineal con la profundidad (Olabarría y Thurston, 2003). Una vez obtenida la curva de acumulación de especies, se trató de ajustar por mínimos cuadrados a modelos ya descritos en la literatura y se observó que el modelo que mejor podría predecir la riqueza de especies de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano, es el racional porque presenta el promedio más bajo de los residuales (-0.0004) y porque la curva obtenida con este modelo, prácticamente se distribuye sobre la curva obtenida con los datos observados. De acuerdo al modelo racional, se observa un comportamiento asintótico a partir de los 3500 m de profundidad y predice una riqueza máxima cercana a 400 especies. Los beneficios de utilizar las curvas de acumulación de especies como indicador de la diversidad de algún sitio, han sido discutidos en diversos trabajos (ver Soberón y Llorente, 1993; Christen y Nakamura, 2000; Moreno y Halffter, 2000, 2001). Las curvas de acumulación de especies además de tener un cierto poder de

predicción, son una herramienta útil para evaluar inventarios de muy diversos grupos taxonómicos; también sirven para comparar curvas obtenidas en diferentes sitios; pueden proporcionar una visión para reducir el esfuerzo de muestreo sin que éste deje de ser representativo; sirven para estimar los costos para comenzar un proyecto de inventario; permiten extrapolar la curva para conocer el esfuerzo necesario para alcanzar la fase asintótica de la curva, aunque tal fase no ha sido alcanzada con el esfuerzo que se ha invertido en una investigación; incluso, ciertos modelos permiten trabajar con una comunidad espacialmente homogénea o heterogénea (ver Smith *et al.*, 2000). Sin embargo, para una adecuada interpretación, valoración y extrapolación de las curvas de acumulación de especies según Soberón y Llorente (1993), hay que tener presente la biología del grupo que se pretenda estudiar; hay que considerar de preferencia todo un ciclo anual de muestreo; hay que elegir un adecuado modelo dependiendo de los métodos de captura que son importantes en la estimación de la riqueza de especies; al escoger entre los diferentes modelos existentes, hay que tomar en cuenta información del tamaño del área muestreada y el tipo de fauna o flora en cuestión. En conclusión, las curvas de acumulación de especies, estimadas con los modelos de Soberón y Llorente (1993), de Colwell y Coddington (1994), de Flather (1996) o de cualquier otro trabajo, son herramientas prácticas para predecir la riqueza de especies en algún ecosistema, pero siempre se debe tomar algunas precauciones, sobretodo en su interpretación y elección del modelo adecuado.

La profundidad puede servir como un parámetro importante que facilite definir un gradiente geográfico para la distribución de las especies. Sobre esta base, se han definido tres provincias biogeográficas en aguas profundas: la provincia de la plataforma continental (hasta alrededor de los 250 m), una zona de transición a profundidad batial (hasta 1000 m) y la provincia abisal (> 1000 m) (Menzies *et al.*, 1973 citado en Wicksten, 1989); Flach y Thomsen (1998) también mencionan la presencia de tres grupos principales distribuidos en la plataforma continental, en el talud continental superior y en el talud continental inferior; McClain (2004) también define tres regiones batimétricas: el talud continental (200-2000 m), la cordillera continental (2000-4000 m) y el plano abisal (>4000m). En el presente estudio, también se considera la presencia de tres regiones batimétricas: la primera va de los 200 m hasta los 1500 m (zona de talud continental); la segunda se distribuye desde los

1600 m hasta los 4000 m (zona batial); y la tercera, muy diferente a las otras dos, va de los 4100 m a los 6000 m (zona de plano abisal) (ver figura 34). Estas regiones pueden ser consideradas como regiones biogeográficas con diferente fauna bentónica y variables ambientales. En estudios sobre los crustáceos decápodos en el golfo de California (sin limitar la profundidad), se observó que el 31% de las especies se encontró en la plataforma continental, 25% en la plataforma intermedia y en la fauna fuera de la plataforma tan sólo el 5% (Hendrickx, 1992). Para los moluscos de aguas profundas del golfo de California, se puede observar cómo el 67% de las especies se encontraron en la zona de confluencia entre la plataforma y el talud continental (200-500 m); de éstas, sólo el 12% ha logrado colonizar aguas más profundas (> 500 m) y solamente el 3% de las especies registradas se encontraron en el plano abisal.

Así, en diversos trabajos se han hecho propuestas sobre la formación de provincias zoogeográficas para la fauna de aguas profundas con respecto a la profundidad pero no se cuenta con estudios (al menos para moluscos) donde se traten de establecer provincias zoogeográficas en relación a la latitud. En un estudio sobre zoogeografía de crustáceos decápodos de aguas profundas, Wicksten (1989) encontró la formación de cinco grupos principales a lo largo de la costa del Pacífico en el continente americano. Estos son, de norte a sur: de las Islas Aleutianas hasta Washington; de Oregon al sur de California; Baja California y el golfo de California hasta América Central; de Panamá a Colombia o Perú; y de Chile a Cabo Horno. Se observa que entre Norteamérica y Sudamérica no hay especies en común. El autor señala que barreras topográficas tales como las trincheras y las bases de las cordilleras pueden limitar la dispersión de algunas especies bentónicas, mientras que los regímenes de temperatura, salinidad y oxígeno pueden limitar a otras. Siguiendo con los crustáceos decápodos, pero independientemente de la profundidad, en el golfo de California se ha documentado que el 75.7 % de las especies muestran una afinidad tropical (Hendrickx, 1992). En el caso de los moluscos de aguas profundas, se tiene que el 34.5% de las especies muestran una afinidad tropical, 20.4% son más afines a la fauna de aguas templadas, y 21.3% pertenecen a especies conocidas tanto al sur como al norte del golfo de California. Para los decápodos, el componente endémico varía considerablemente de 11% en el sur del golfo de California a 17% en el centro, 22% en el norte y 15.3% en todo el golfo (Hendrickx, 1992). El componente endémico para los moluscos de aguas profundas

en el golfo de California es de 4% en el sur, 6% en el centro, 7% en el norte. Globalmente, el 23.8% de las especies se distribuyen en varias zonas dentro del golfo de California pero no cuentan con un solo registro en otras áreas geográficas.

De acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo no existe suficiente claridad en los patrones generales de distribución geográfica de la fauna de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano y, consecuentemente. Este hecho no permite definir provincias zoogeográficas profundas en este momento. La causa que mejor explica tal situación, es la disparidad que existe en la cantidad de registros encontrados a lo largo de la región.

9. CONCLUSIONES

- La base de datos con que se contaba antes del presente trabajo consistía de 132 especies de moluscos de aguas profundas (> 200 m), contenidas en 395 registros; dicha base se logró incrementar en 275%, alcanzando 388 especies contenidas en 1085 registros.
- En el listado taxonómico se presentan 388 especies, 237 géneros, 114 familias, 23 órdenes y las siete clases de moluscos existentes.
- Durante las campañas Talud IV-IX se registraron 49 especies de moluscos, de las cuales, 18 resultaron nuevos registros geográficos y/o batimétricos.
- La diversidad promedio registrada durante las campañas Talud IV-IX en el sur del golfo de California fue de 2.968 bits y la riqueza de especies promedio fue de 21 especies.
- La concentración de oxígeno, la profundidad y la temperatura, fueron las variables ambientales que más se correlacionaron con las variables bióticas (diversidad, abundancia, riqueza de especies y densidad) registradas en la endofauna y en la epifauna, encontradas en las campañas Talud IV-IX.
- Se observó que dentro de la endofauna, los bivalvos habitan zonas mínimas de oxígeno, mientras que los escafópodos prefieren profundidades superiores, donde la concentración de oxígeno se recupera y la temperatura permanece baja.
- La riqueza de especies encontrada en la epifauna supera a lo encontrado en la endofauna.
- No existe evidencia de un patrón de distribución geográfica definido para la fauna de moluscos de aguas profundas en el Pacífico mexicano, la causa principal es la disparidad que existe en la cantidad de registros encontrados a lo largo de la región.
- Más del 50% de los registros corresponden al golfo de California.
- La baja similitud que existe en la composición de géneros y especies a ambos lados de la península de Baja California, presume que su presencia, puede estar funcionando como una barrera geográfica para la distribución de los moluscos de aguas profundas.

- Se identificó la presencia de tres regiones batimétricas en el Pacífico mexicano: la primera va de los 200 m hasta los 1500 m (zona de talud continental); la segunda se distribuye desde los 1600 m hasta los 4000 m (zona batial); y la tercera, muy diferente a las otras dos, va de los 4100 m a los 6000 m (zona de plano abisal).
- El modelo racional fue con el modelo con el que la curva de acumulación de especies con respecto a la profundidad mejor se ajustó.
- Si existe un patrón de distribución de la riqueza de especies de moluscos con respecto a la latitud, dicho patrón consiste en un aumento de la riqueza de especies conforme la latitud se incrementa, lo que resulta contrario al gradiente registrado en anteriores trabajos, donde la riqueza de especies decrece en dirección hacia los polos.
- Se identificó que la boca del golfo de California puede considerarse como una zona de transición entre las especies de moluscos de aguas profundas procedentes de latitudes templadas, de latitudes tropicales y de especies endémicas del golfo de California, sin embargo, no se pudo comparar adecuadamente con las provincias zoogeográficas reconocidas para aguas someras.

10. LITERATURA CITADA

- Allen, J.A. 1992. The evolution of the hindgut of the deep-sea protobranch bivalves. *American Malacological Bulletin* 9(2): 187-191.
- Allen, J. A. 1993. A new deep-water hydrothermal species of *Nuculana* (Bivalvia: Protobranchia) from the Guaymas basin. *Malacologia* 35(1): 141-15.
- Allen, J.A y F.J Hannah. 1989. Studies on the deep-sea protobranchia: The subfamily Ladellinae (Nuculanidae). *Bulletin of the British Museum of Natural History*. (Zoology) 55(2): 123-171.
- Álvarez-Borrego, S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas* 6(1-2): 43-63.
- Amador-Buenrostro, A., A. Trasviña-Castro, A. Muhlia-Melo y M.L. Argote-Espinoza. 2003. Influence of EBES seamount and Farallon basin on coastal circulation in the Gulf of California, Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3): 407-418.
- Baker, F. 1926. VI Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. Mollusca of the family Triphoridae. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 4th ser. 15(6): 223-239.
- Baker, F., G. D. Hanna y A.M. Strong. 1928. Some Pyramidellidae from the Gulf of California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 4th ser. 17(7): 205-246.
- Baker, F., G. D. Hanna y A.M. Strong. 1930. Some Mollusca of the family Epitoniidae from the Gulf of California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 4th ser. 19(5): 41-56.
- Baker, F., G. D. Hanna y A.M. Strong. 1938a. Some Mollusca of the families Cerithiopsidae, Cerithiidae and Cyclostrematidae from the Gulf of California and adjacent waters. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 4th ser. 23(15): 217-244.
- Baker, F., G. D. Hanna y A.M. Strong. 1938b. Columbelloididae from Western Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 4th ser. 23(16): 245-254.
- Baqueiro, E. 1979. Sobre la distribución de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby), *M. squalida* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación a la granulometría del

- sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 6(1): 25-32.
- Baron, J. y J. Clavier. 1992. Effects of environmental factors on the distribution of the edible bivalves *Atactodea striata*, *Gafrarium tumidum* and *Anadara scapha* on the coast of New Caledonia (SW Pacific). *Aquatic Living Resources* 5: 107-114.
- Bartsch, P. 1911. The recent a fossil mollusks of the genus *Alvania* from the west coast America. *Proceedings of the United States National Museum* 41(1863): 333-362.
- Bartsch, P. 1917. A monograph of west American Mellanellid mollusks. *Proceedings of the United States National Museum* 53(2207): 295-356.
- Bartsch, P. 1921. A new classification of the shipworms and descriptions of some new wood boring mollusks. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 34: 25-32.
- Borowski, C. y H. Thiel. 1998. Deep-sea macrofaunal impacts of a large-scale physical disturbance experiment in the Southeast Pacific. *Deep-Sea Research II* 45: 55-81.
- Bouchet, P. y A. Warén. 1988. Transfer of Exilioidea Grant y Gale, 1931 to Turbinellidae, with descriptions of three new species (Neogastropoda). *Venus* 47(3): 172-184.
- Bray, N-A. 1988. Water mass formation in the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 93(C8): 9223-9240.
- Briggs, J. C. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill, New York.
- Briggs, J.C. 1987. *Biogeography and plate tectonics*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Briggs, J. C. 2006. Proximate sources of marine biodiversity. *Journal of Biogeography* 33: 1-10.
- Brown, J. H. y A. Kodric-Brown. 1977. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58(2): 445-449.
- Brusca, R.C. y B. R. Wellerstein. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the Northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 3: 67-105.
- Carbajal, N. y Y. Montaña. (1999). Growth rates and scales of sand banks in the Colorado River delta. *Ciencias Marinas* 25(4): 525-540.

- Castro, R., A.S. Mascarenhas, R. Durazo y C.A. Collins. 2000. Seasonal variation of the temperature and salinity at the entrance to the Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas* 26(4): 561-583.
- Clark, R. N. 1991. Notes on the distribution, taxonomy, and natural history of some north Pacific chitons (Mollusca:Polyplacophora). *The Veliger* 34(1): 91-96.
- Clarke, A. 1992. Is there a latitudinal diversity cline in the sea? *Trends in Ecology and Evolution* 7(9): 286-287.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 345: 101-118.
- Chase, M.R., R.J. Etter, M.A. Rex y J.M. Quattro. 1998. Bathymetric patterns of genetic variation in a deep-sea protobranch bivalve, *Deminucula atacellana*. *Marine Biology* 131: 301-308.
- Childress, J. J. 1995. Are there physiological and biochemical adaptations of metabolism in deep-sea animal? *Trends in Ecology and Evolution* 10: 30-36.
- Childress, J. J. y B. A. Seibel. 1998. Life at stable low oxygen levels: adaptations of animals to oceanic oxygen minimum layers. *The Journal of Experimental Biology* 201: 1223-1232.
- Christen, J.A. y M. Nakamura. 2000. On the analysis of accumulation curves. *Biometrics* 56: 748-754.
- Culver, S.J. y M.A. Buzas. 2000. Global latitudinal species diversity gradient in deep-sea benthic foraminifera. *Deep-Sea Research I* 47: 259-275.
- Dall, W.H., 1889 Report on the results of dredging by the U. S. Coast survey steamer "Blake". XXIX. Report on the Mollusca, part II: Gastropoda and Scaphopoda. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University* 18: 1-491.
- Dall, W.H. 1895a. Scientific results of explorations by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross. No. XXXIV. Report on Mollusca and Brachiopoda dredged in deep water, chiefly near the Hawaiian Island, with illustrations of hitherto unfigured

- species from northwest America. *Proceedings of the United States National Museum* 17 (1032): 675-733.
- Dall, W. H. 1895b. Diagnoses of new species of mollusks from the west coast of America. *Proceedings of the United States National Museum* 18(1034): 7-20.
- Dall, W. H. 1901. Synopsis of the Lucinacea and of the American species. *Proceedings of the United States National Museum* 23(1237): 779-833.
- Dall, W. H. 1913. Diagnoses of new shells from the Pacific Ocean. *Proceedings of the United States National Museum* 45(2002): 587-597.
- Dall, W. H. 1917a. Notes on the shells of the genus *Epitonium* and its allies of the Pacific coast of America. *Proceedings of the United States National Museum* 53(2217): 471-48.
- Dall, W. H. 1917b. Summary of the mollusks of the family Alectrionidae of the west coast of America. *Proceedings of the United States National Museum* 51(2166): 575-579.
- Dall, W. H. 1919a. Descriptions of new species of mollusca from the north Pacific ocean in the collection of the United States National Museum. *Proceedings of the United States National Museum* 56(2295): 293-371.
- Dall, W. H. 1919b. Descriptions of new species of mollusks of the family Turritidae from the west coast of America and adjacent regions. *Proceedings of the United States National Museum* 54(2238): 1-86.
- Dawson, M. N. 2001. Phylogeography in coastal marine animals: a solution from California? *Journal of Biogeography* 28: 723-736.
- Dayton, P. K. y R. R. Hessler. 1972. Role of biological disturbance in maintaining diversity in the deep-sea. *Deep-Sea Research* 19: 199-208.
- De la Lanza, G.E. 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT editor, México.
- Dean Jr. W. E. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss of ignition: comparison with other methods. *Journal of Sediment and Petrology* 44: 242-248.
- Demond, J. 1952. The Nassaridae of the west coast of North America between Cape San Lucas, lower California, and Cape Flattery, Washington. *Pacific Science* 6(4): 300-317.

- Díaz, R. J. y R. Rosenberg. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 33: 244-303.
- Durham, J.W. 1942. Four new gastropods from the Gulf of California. *The Nautilus* 55(4): 120-125.
- DuShane, H. 1979. The family Epitoniidae (Mollusca: Gastropoda) in the northeastern Pacific. *The Veliger* 22(2): 91-134.
- Emerson, W.K. 1960a. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 11. Pleistocene invertebrates from Cerralvo Island. *American Museum Novitates* 1995: 1-6.
- Emerson, W.K. 1960b. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 12. Shell middens of San Jose Island. *American Museum Novitates* 2013: 1-9.
- Emerson, W.K. 1964. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 20. The recent Mollusks: Gastropoda: Harpidae, Vasidae and Volutidae. *American Museum Novitates* 2202: 1-23.
- Emerson, W.K. y E.L. Puffer. 1957. Recent mollusks of the 1940 "E.W. Scripps" Cruise to the Gulf of California. *American Museum Novitates* 1825: 1-25.
- Emerson, W.K. y W.E. Old. 1962. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 16. The recent mollusks: Gastropoda, Conidae. *American Museum Novitates* 2112: 1-44.
- Emerson, W.K. y W.E. Old. 1963a. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 17. The recent mollusks: Gastropoda, Cypraeacea. *American Museum Novitates* 2136: 1-32.
- Emerson, W.K. y W.E. Old. 1963b. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 19. The recent mollusks: Gastropoda, Strombacea, Tonnacea, and Cymatiacea. *American Museum Novitates* 2153: 1-38.
- Emerson, W.K. y H. W. Chaney. 1997. A review and evaluation of records for *Conus orbigny*, 1831, in the eastern Pacific ocean (Gastropoda: Conidae). *The Festivus* 29(10): 91-95.

- Escobar-Briones, E. y S. Tamez-Cruz. 2004. El papel de la exportación de carbono biogénico sobre los patrones de distribución de crustáceos meiofaunales batiales: cuenca de Santa Cruz y depresión de San Diego. *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans* 3: 99-116.
- Espinosa-Carreón T.L., G. Gaxiola-Castro, J.M. Robles-Pacheco y S. Nájera-Martínez. 2001. Temperature, salinity, nutrients and chlorophyll a in coastal waters of the southern California bight. *Ciencias Marinas* 27(3): 397-422.
- Etter, R. J. y J. F. Grassle. 1992. Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity. *Nature* 360: 576-578.
- Fernández-Barajas, M.A., M.A. Monreal-Gómez y A. Molina-Cruz. 1994. Thermohaline structure and geostrophic flow in the Gulf of California, during 1992. *Ciencias Marinas* 20(2): 267-286.
- Ferreira, A. J. 1979. The family Lepidopleuridae (Mollusca: Polyplacophora) in the eastern Pacific. *The Veliger* 22(2): 145-165.
- Ferreira, A. J. 1980. A new species of *Lepidopleurus* Risso, 1826 (Mollusca: Polyplacophora) in the deep waters of the eastern Pacific. *The Veliger* 23(1): 55-61.
- Fiedler, P.C. 1992. Seasonal Climatologies and variability of Eastern Tropical Pacific Surface Waters. *NOAA Technical Report NMFS 109*, Southwest Fisheries Science Center, California.
- Filonov, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Seasonal variability of the temperature and salinity fields in the coastal zone of the states of Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 26(2): 303-321.
- Fisher, R. A., A. Steven-Corbet y C. B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of animal population. *Ecology* 12(1): 42-58.
- Flach, E. y L. Thomsen. 1998. Do physical and chemical factors structure the macrobenthic community at a continental slope in the NE Atlantic? *Hydrobiologia* 375/376: 265-285.
- Flather, C. H. 1996. Fitting species-accumulation functions and assessing regional land use impacts on avian diversity. *Journal of Biogeography* 23: 155-168.

- Folk, R.L. 1965. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphills Publications Company, Austin.
- Gleason, H. A. 1922. On the relation between species and area. *Ecology* 3(2): 158-162.
- Glémarec, M. 1964. Bionomie benthique de la partie orientale du golfe du Morbihand. *Cahiers de. Biologie Marine* 5: 33-96.
- Grassle, J. F. 1977. Slow recolonization of deep-sea sediment. *Nature* 265: 618-619.
- Grassle, J. F. 1989. Species diversity in deep-sea communities. *Trends in Ecology and Evolution* 4(1): 12-15.
- Grassle, J. F. y L. S. Morse-Porteous. 1987. Macrofaunal colonization of disturbed deep-sea environments and the structure of deep-sea benthic communities. *Deep-Sea Research* 34: 1911-1950.
- Grassle, J. F. y N. J. Maciolek. 1992. Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *The American Naturalist* 139(2): 313-341.
- Groves, L. T. (ed.) 2005. Catalog of Recent Molluscan Types in the Natural History Museum of Los Angeles County. The Natural History Museum of Los Angeles. On line: <http://www.nhm.org/research/malacology/coltypelist/index.html>.
- Hair, F.H., R.E. Anderson, R.L. Tatham y W.C. Black. 1998. *Multivariate data analysis*. 5a edición, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.
- Heip, C.H.R., G. Duineveld, E. Flach, G. Graf, P.M.J. Herman, M. Lavaleye, J.J. Middelburg, O. Pfannkuche, K. Soetaert, T. Soltwedel, H. de Stigter, L. Thomsen, J. Vanaverbeke y P. del Wilde. 2001. The role of the benthic biota in sedimentary metabolism and sediment-water exchange processes in the Gobar Spur area (NE Atlantic). *Deep-Sea Research II* 48: 3223-3243.
- Helly, J.J. y L.A. Levin. 2004. Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins. *Deep-Sea Research I* 51: 1159-1168.
- Hendrickx, M.E. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 20: 1-12.

- Hendrickx, M.E. 2001. Occurrence of a continental slope decapod crustacean community along the edge of the minimum oxygen zone in the south eastern Gulf of California, Mexico. *Belgian Journal of Zoology* 131(2): 95-109.
- Hendrickx, M.E. 2003a. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano 271-318. In Salazar-Vallejo, S.I y N. E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO y CIQRO, México
- Hendrickx, M.E. 2003b. Size and abundance of deep water shrimps on the continental slope of the SE Gulf of California, Mexico. *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans* 2: 227-234.
- Hendrickx, M. E. y A. Toledano-Granados. 1994. *Catálogo de moluscos Pelecypodos, Gastropodos y Poliplacóforos. Colección de referencia, Estación Mazatlán. ICML, UNAM. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.*
- Hendrickx, M.E. y R.C. Brusca. 2005. Cap. 15. MOLLUSCA. pp. 195-310. In: Listado y Distribución de la Macrofauna del golfo de California, México. M.E. Hendrickx, y R.C. Brusca (Eds.).
- Hendrickx, M. E. y J. López (manuscrito sometido, 2006). Geographic and depth distribution of *Bathybembix bairdii* (Dall, 1889) (Mollusca, Gastropoda, Trochidae) in the East Pacific. *Investigaciones Marinas*.
- Hendrickx, M.E., A.M. Van Der Heiden y A. Toledano-Granados. 1984. Resultados de las campañas SIPCO (sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O "El Puma". Hidrología y composición de las capturas efectuadas en los arrastres. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 2(2): 107-122.
- Hendrickx, M. E., R. C. Brusca y G. Ramírez-Reséndiz. 2002. Biodiversity of Macrocrustaceans in the Gulf of California, México. *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans* 1: 349-367.
- Hernández-Ayón, J.M., A. Zirino, S.G. Marinone, R. Canino-Herrera y M.S. Galindo-Bect. 2003. pH-density relationships in seawater. *Ciencias Marinas* 29(4): 497-508.

- Hertlein, L. G. 1935. The Templeton Crocker expedition of the California Academy of Sciences, 1932. No.25. The recent pectinidae. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 21(25): 301-328.
- Hertlein, L.G. y A.M. Strong. 1940. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. Mollusks from the west coast of Mexico and Central America. *Zoologica* 25: 369-430.
- Hessler, R.R. y H.L. Sanders. 1967. Faunal diversity in the deep-sea. *Deep-Sea Research* 14: 65-78.
- Hickman, C. S. 1984. A new archaeogastropod (Rhipidoglossa, Trochacea) from hydrothermal vents on the east Pacific rise. *Zoologica Scripta* 13(1): 19-25.
- Hickman, C. S. 1994. The genus *Parvilucina* in the eastern Pacific: making evolutionary sense of the chemosymbiotic species complex. *The Veliger* 37(1): 43-61.
- Hillebrand, H. 2004. On the generality of latitudinal diversity gradient. *The American Naturalist* 163(2): 192-211.
- Hoyle, W. E. 1904. Reports on the dredging operations off the west coast of Central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico and in the Gulf of California in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish. Commission Steamer "Albatross" during 1891 (Reports on the cephalopoda). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University* 43(1): 1-71.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52(4): 577-586.
- Jackson, J.B.C. 1974. Biogeographic consequences of eurytopy and stenotopy among marine bivalves and their evolutionary significance. *The American Naturalist* 108(962): 541-560.
- Janßen, F., T. Treude y U. Witte. 2000. Scavenger assemblages under differing trophic conditions: a case study in the deep Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47: 2999-3026.
- Keen, A.M. 1971. *Sea shells of Tropical West America: Marine mollusk from Baja California to Peru*. 2a edición. Stanford University Press, California.

- Keen, A.M. y E. Coan. 1975. "Sea shells of Tropical West America": Additions and Corrections to 1975. *The Western Society of Malacologists. Occasional Paper 1*. 8 (1): 1-66.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. 2ª edición, Addison Wesley Longman, Inc. U.S.A.
- Kröncke, I. y M. Türkay. 2003. Structural and functional aspects of the benthic communities in the deep Angola basin. *Marine Ecology Progress Series* 260: 43-53.
- Kröncke, I., M. Türkay y D. Fiege. 2003. Macrofauna communities in the eastern Mediterranean deep sea. *Marine Ecology* 24(3): 193-216.
- Kurbjeweit, F., G. Schmiedl, R. Schiebel, Ch. Hemleben, O. Pfannkuche, K. Wallmann y P. Schäfer. 2000. Distribution, biomass and diversity of benthic foraminifera in relation to sediment geochemistry in the Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47: 2913-2955.
- Lamont, P.A. y J.D. Gage. 2000. Morphological responses of macrobenthic polychaetes to low oxygen on the Oman continental slope, NW Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47: 9-24.
- Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Soft-bottom benthic macromollusks of the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 24(2): 155-167.
- Lesser-Hiriart, H. 1983. Algunas implicaciones ecológicas acerca de los moluscos bentónicos de la plataforma continental del estado de Guerrero, México. p.63 In: Resúmenes del primer encuentro académico de estudiantes, ICML-UNAM..
- Levin, L. A. 2002. Deep-Ocean life where oxygen is scarce. *American Scientist* 90: 436-444.
- Levin, L.A. y J.D. Gage. 1998. Relationships between oxygen, organic matter and the diversity of bathyal macrofauna. *Deep-Sea Research II* 45: 129-163.
- Levin, L.A., R.J. Etter, M.A. Rex, A.J. Gooday, C.R. Smith, J. Pineda, C.T. Stuart, R.R. Hessler y D. Pawson. 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 51-93.
- Lluch-Cota, S., S. Álvarez-Borrego, E.M. Santamaría del Ángel, F.E. Müller-Karger y S. Hernández-Vázquez. 1997. Gulf of Tehuantepec and adjacent areas: spatial and

- temporal variation of satellite derived photosynthetic pigments. *Ciencias Marinas* 23(3): 329-340.
- Longwell, C.R. y R.F. Flint. 1981. *Geología Física*. Limusa, México.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- McDowall, R. M. 2004. What biogeography is: a place for process? *Journal of Biogeography* 31: 345-351.
- McClellan, J. H. y R. Poorman. 1971. New species of Tropical Eastern Pacific Turridae. *The Veliger* 14(1): 89-113.
- McClain, C.R. 2004. Connecting species richness, abundance and body size in deep-sea gastropods. *Global Ecology and Biogeography* 13(4): 327-334.
- McClain, C.R. y M.A. Rex. 2001. The relationship between dissolved oxygen concentration and maximum size in deep-sea turrid gastropods: an application of quantile regression. *Marine Biology* 139: 681-685.
- McFadden, M.S. 1973. Zoogeography and ecology of seven species of Panamic-Pacific scaphopoda. *The Veliger* 15(4): 340-347.
- Mendenhall, W. y J. Reinmuth. 1981. *Estadística para administración y economía*. Grupo Editorial Iberoamericana, México.
- Méndez, N. (manuscrito sometido, 2005). Deep-water polychaeta assemblages from the southeastern Gulf of California, Mexico. *Deep-Sea Research I*.
- Miller, R. I. y R. G. Wiegert. 1989. Documenting completeness species-area relations and the species-abundance distribution of a regional flora. *Ecology* 70(1): 16-22.
- Monreal, J.M.A. y L.D.A. Salas. 1998. Dinámica y estructura termohalina, Cap. 2: 13-26. *In: Tapia-García (Ed.). El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- Moreno, C.E. 2001. *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana, México.
- Moreno, C.E. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158.

- Moreno, C.E. y G. Halffter. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 38: 487-490.
- Murray, J.M.H., P.S. Meadows, A. Meadows, F.J.C. West and D.M. Wood. 2000. Micro-scale geotechnical variability in continental slope and abyssal sediments influenced by the oxygen minimum zone in the Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47: 281-301.
- Myers, B. W. y A. D'Antilio, 1980. Observations on *Dimya californiana* Berry, 1936 and redescription of the hinge (Bivalvia: Dimyacea). *The Festivus* 12(10): 119-124.
- Olabarría, C. y M.H. Thurston. 2003. Latitudinal and bathimetric trends in body size of the deep-sea gastropod *Troschelia barniciensis* (King). *Marine Biology* 143: 723-730.
- Olabarría, C. y M.H. Thurston. 2004. Patterns of morphological variation of the deep-sea gastropod *Troschelia berniciensis* (King, 1846) (Buccinidae) from the northeastern Atlantic Ocean. *Journal of Molluscan Studies* 70: 59-66.
- Parker, R. H. 1964a. Zoogeography and ecology of macro-invertebrates of Gulf of California and continental slope of western Mexico. 331-376. In van Andel, T.H. y G.C. Shor (Eds.). Marine geology of the Gulf of California, a Symposium. *American Association of Petroleum Geologists* 3.
- Parker, R. H. 1964b. Zoogeography and ecology of some macro-invertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off Mexico. *Videnskabelige Meddeleiser, Dansk Naturhistorisk Forening Copenhagen* 126 : 1-178.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *The American Naturalist* 100(910): 33-46.
- Picard, J. 1965. Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 36: 1-160.
- Preston, F. W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology* 43(2): 185-215.
- Poorman, L. H. 1981. New species of *Fusinus* (Gastropoda: Fascioliariidae) from the Tropical Eastern Pacific. *The Veliger* 23(4): 339-344.

- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 16(1): 33-58.
- Rex, M. A. 1973. Deep-sea species diversity: decreased gastropod diversity at abyssal depths. *Science* 181: 1051-1053.
- Rex, M.A. 1979. r- and k- selection in a deep-sea gastropod. *Sarsia* 64: 29-32.
- Rex, M.A. 1981. Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 331-353.
- Rex, M.A. y R.J. Etter. 1998. Bathymetric patterns of body size: implications for deep-sea biodiversity. *Deep-Sea Research II* 45: 103-127.
- Rex, M.A., R.J. Etter y P.W. Nimeskern. 1990. Density estimates for deep-sea gastropod assemblages. *Deep-Sea Research* 37: 555-569.
- Rex, M.A., C.T. Stuart y G. Coyne. 2000. Latitudinal gradients of species richness in the deep-sea benthos of the North Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*. 97(8): 4082-4085.
- Rex, M.A., C.T. Stuart, R.R. Hessler, J.A. Allen, H.L. Sanders y G.D.F. Wilson. 1993. Global-scale latitudinal patterns of species diversity in the deep-sea benthos. *Nature* 365: 636-639.
- Reynolds, P.D. 2002. The Scaphopoda. In: Molluscan radiation-Lesser know branches. Soutward, Tyler, Young y Fuima (Eds.) *Advances in Marine Biology* 42: 137-236.
- Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. López-Uriarte y E. Juárez-Carrillo. 2003. Scaphopod mollusks from the Atlas V expedition (continental shelf of Jalisco and Colima, Mexico) on board of the R/V El Puma. *Ciencias Marinas* 29(1): 67-76.
- Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, L. Lizárraga-Chávez y J.E. Michel-Morfín. 1996. Additional gastropod records from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas* 22(3): 347-359.
- Rogers, A. D. 2000. The role of the oceanic oxygen minima in generating biodiversity in the deep sea. *Deep-Sea Research II* 47: 119-148.

- Rokop, F. J. 1972. Notes on abyssal gastropods of the eastern Pacific, with descriptions of three new species. *The Veliger* 15(1): 15-19.
- Rosenberg, R., B. Hellman y B. Johansson. 1991. Hypoxic tolerance of marine benthic fauna. *Marine Ecology Progress Series* 79: 127-131.
- Rosenberg, R., W.E. Arntz, E. Chumán de Flores, L.A. Flores, G. Carvajal. I. Finger y J. Tarazona. 1983. Benthos biomass and oxygen deficiency in the upwelling system off Peru. *Journal of Marine Research* 41: 263-279.
- Roy, K., D. Jablonski y J.W. Valentine. 2000. Dissecting latitudinal diversity: functional groups and clades of marine bivalves. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267(1440): 293-299.
- Roy, K., D. Jablonski, J.W. Valentine y G. Rosenberg. 1998. Marine latitudinal diversity gradients: test of causal hypotheses. *Proceedings of the Natural Academy of Science USA* 95: 3699-3702.
- Salinas-González, F., O. Zaytsev y V. Makarov. 2003. Formation of the termohaline structure of water in Bahia de La Paz from summer to autumn. *Ciencias Marinas* 29(1): 51-65.
- Sánchez, P. 2003. Cephalopods from off the Pacific coast of Mexico: biological aspects of the most abundant species. *Scientia Marina* 67(1): 81-90.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *The American Naturalist* 102(925): 243-262.
- Sanders, H. L. 1979. Evolutionary ecology and life-history patterns in deep-sea. *Sarsia* 64: 1-7.
- Sanders, H.L. y R.R. Hessler. 1969. Ecology of the deep-sea benthos. *Science* 163: 1419-1424.
- Sanders, H.L., R.R. Hessler y R. Hampson. 1965. An introduction of deep-sea benthic faunal assemblages along the Gay Head-Bermuda transect. *Deep-Sea Research* 12: 845-867.
- Santamaría del Ángel, E., R. Millán-Núñez y G. De la Peña-Nettel. 1996. Effect of turbidity on primary productivity at two stations in the area of the Colorado River delta. *Ciencias Marinas* 22(4): 483-493.

- Sauter, E.J., M. Schlüter y E. Suess. 2001. Organic carbon flux remineralization in surface sediments from the northern North Atlantic derived from pore-water oxygen microprofiles. *Deep-Sea Research I* 48: 529-553.
- Scott, P. H., G. Hochberg y B. Roth. 1990. Catalog of recent and fossil molluscan types in the Santa Barbara Museum of Natural History. I. Caudofoveata, Polyplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, and Cephalopoda. *The Veliger* 33(1): 1-27.
- Scott, P. H., J. M. Blake y A. L. Lissner (eds.). 1996. *Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel*. Vol. 9, Part 2: The Gastropoda. Santa Barbara Museum of Natural History. Santa Barbara, California.
- Scott, P. V. y J. A. Blake (eds.). 1998. *Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel*. Vol. 8, Part 1: The Aplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Bivalvia and Cephalopoda. Santa Barbara Museum of Natural History. Santa Barbara, California.
- Seibold, E. y W.H. Berger. 1982. *The Sea Floor*. Springer-Verlag, N.Y.
- Shasky, D. R. 1961. New deep water mollusks from the Gulf of California. *The Veliger* 4(1): 18-21.
- Shasky, D. R. 1997. New range, depth and size records for some Panamic Province gastropods. *The Festivus* 29(6): 45-52.
- Shepard, F.P. 1973. *Submarine Geology*. 3a edición, Harper y Row, Publishers, N.Y.
- Siebenaller, J.F. 1978. Genetic variation in deep-sea invertebrate populations: the bathyal gastropod *Bathybembix bairdii*. *Marine Biology* 47: 265-275.
- Skoglund, C. 1989. Additions to the Panamic province Chiton (Polyplacophora) literature-1971 through 1988. *The Festivus* 21(9): 78-89.
- Skoglund, C. 1991a. Additions to the Panamic province Bivalve (Mollusca) literature 1971 to 1990. *The Festivus* 22(2): 1-63.
- Skoglund, C. 1991b. Small boat dredging with resulting Panamic Province molluscan range extensions. *Annual Report* 21.
- Skoglund, C. 1992. Additions to the Panamic province Gastropod (Mollusca) literature 1971 to 1992. *The Festivus* 24(2): 1-169.

- Smith, C.R., L.A. Levin y L.S. Mullineaux. 1998. Deep-sea biodiversity: a tribute to Robert R. Hessler. *Deep-Sea Research II* 45:1-11.
- Smith, W., A. Solow y C. Chu. 2000. An index of the contribution of spatial community structure to the species-accumulation curve. *Ecology* 81(11): 3233-3236.
- Snelgrove, P. V. R., J. F. Grassle y R. F. Petrecca. 1992. The role of food patches in maintaining high deep-sea diversity: Field experiments with hydrodynamically unbiased colonization trays. *Limnology and Oceanography* 37(7): 1543-1550.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.
- Sommer, S. y O. Pfannkuche. 2000. Metazoan meiofauna of the deep Arabian Sea: standing stocks, size spectra and regional variability in relation to monsoon induced enhanced sedimentation regimes of particulate organic matter. *Deep-Sea Research II* 47: 2957-2977.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropic. *The American Naturalist* 133(2): 240-256.
- Strickland, J. D. H. y T. R. Parson. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. *Bulletin. Fisheries Research Board of Canada* 167.
- Strong, A. M. y L. G. Hertlein. 1937. The Templeton Crocker expedition of the California Academy of Sciences, 1932. No. 35. New species of recent mollusks from the coast of western north America. *Proceedings of the California Academy of Science* 22(6): 159-178.
- Strong, A.M., G.D. Hanna y L.G. Hertlein. 1933. The Templeton Crocker Expedition of the California Academy of Sciences, 1932. No.10. Marine Mollusca from Acapulco, Mexico with notes on other species. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 21(10): 117-130.
- Turekiann, K. K., J.K. Cochran, D.P. Kharkar, R.M. Cerrato, J.R. Vaisnys, H.L. Sanders, J.F. Grassle y J.A. Allen. 1975. Slow growth rate of a deep-sea clam determined by ²²⁸Ra chronology. *Proceedings of the Natural Academy of Science USA* 72(7): 2829-2832.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179.

- Turner, R.D. 1973. Wood-boring bivalves, opportunistic species in the deep sea. *Science* 180: 1377-1379.
- Turner, R. D. 1977. Wood, mollusks, and deep-sea food chains. *Bulletin of the American Malacological Union. Inc.* 13-19.
- Vermeij, G.J. 1978. *Biogeography and adaptation*. Harvard University Press, Massachusetts.
- Warén, A. y P. Bouchet. 2001. Gastropoda and Monoplacophora from hydrothermal vents and seeps; new taxa and records. *The Veliger* 44(2): 116-231.
- Weyl, P.K. 1965. On the oxygen supply of the deep Pacific Ocean. *Limnology and Oceanography* 10(2): 215-219.
- Wicksten, M.K. 1989. Ranges of offshore decapod crustaceans in the eastern Pacific Ocean. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 21(19): 291-316.
- Wilson, G.D.F. 1998. Historical influences on deep-sea isopod diversity in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II* 45: 279-301.
- Wilson, J.G. y C. Shelley. 1986. The distribution of *Nucula turgida* (Bivalvia: Protobranchia) from Dublin Bay, Ireland, and the effect of sediment organic content. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom* 66: 119-130.
- Williams, S. T., J. D. Taylor y E. A. Glover. 2004. Molecular phylogeny of the Lucinoidea (Bivalvia): non-monophyly and separate acquisition of bacterial chemosymbiosis. *Journal of Molluscan Studies* 70: 187-202.
- Willott, S. J. 2001. Species accumulation curves and the measure of sampling effort. *Journal of Applied Ecology* 38: 484-486.
- Witman, J.D., R.J. Etter y F. Smith. 2004. The relationship between regional and local species diversity in marine benthic communities: a global perspective. *Proceedings of the Natural Academy of Science USA* 101(44): 15664-15669.
- 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: 2979-2997.
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bulletin of the International Tropical Tuna Commission* 9: 271-304.

- Zamorano, P. y M. E. Hendrickx. (Manuscrito sometido, 2006). Análisis latitudinal y batimétrico de la comunidad de moluscos de mar profundo en el golfo de California, México. *Ciencias Marinas*
- Zamorano, P., M. E. Hendrickx y A. Toledano-Granados. (Manuscrito sometido, 2005). Distribution and ecology of deep water mollusks from the continental slope, southeastern Gulf of California, Mexico. *Marine Biology*
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4ª edición. Prentice Hall, New Jersey.
- Zardus, J. D. 2002. Protobranch bivalves. *In* : Molluscan radiation-Lesser know branches. Soutward, Tyler, Young y Fuima (Eds.) *Advances in Marine Biology*, Elsevier 42: 1-65.

**ANEXO 1. LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DE MOLUSCOS
ENCONTRADAS A PROFUNDIDADES SUPERIORES A LOS 200 M A LO LARGO
DEL PACÍFICO MEXICANO.**

Phylum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Subclase: Protobranchia

Superorden:

Orden: Solemyoidea

Suborden: Solemyina

Superfamilia: Solemyacea

Familia: Solemyidae

Subfamilia:

Género: *Solemya*

Especie: *Solemya agassizi* Dall, 1908

Solemya panamensis Dall, 1908

Solemya valvulus Carpenter, 1864

Familia: Acharacidae

Género: *Acharax*

Especie: *Acharax johnsoni* (Dall, 1891)

Suborden: Nucinellina

Superfamilia: Manzanellacea

Familia: Manzanellidae

Género: *Huxleyia*

Especie: *Huxleyia munita* (Dall, 1898)

Orden: Nuculoidea

Superfamilia: Nuculacea

Familia: Nuculidae

Subfamilia: Nuculinae

Género: *Nucula*

Especie: *Nucula carlottensis* Dall, 1897

Nucula chrysocome Dall, 1908

Nucula exigua Sowerby, 1833

Nucula panamina Dall, 1908

Nucula taeniolata Dall, 1908

Género: *Acila*

Especie: *Acila castrensis* (Hinds, 1843)

Subfamilia: Nuculominae

Género: *Ennucula*

Especie: *Ennucula cardara* (Dall, 1916)

Ennucula colombiana Dall, 1908

Ennucula tenuis (Montagu, 1808)

Superfamilia: Nuculanacea

Familia: Nuculanidae

Subfamilia: Nuculaninae

Género: *Nuculana*
Especie: *Nuculana agapea* (Dall, 1908)
Nuculana grasslei Allen, 1993
Nuculana hamata (Carpenter, 1864)
Nuculana lobula (Dall, 1908)
Nuculana pontonia (Dall, 1890)
Nuculana rhytida (Dall, 1908)
Nuculana taphria (Dall, 1897)

Subfamilia: Spinulinae
Género: *Bathyspinula*
Especie: *Bathyspinula calcar* (Dall, 1908)

Familia: Sareptidae
Subfamilia: Sareptinae
Género: *Sarepta*
Especie: *Sarepta abyssicola* (Smith, 1885)

Subfamilia: Yoldiinae
Género: *Yoldia*
Especie: *Yoldia ensifera plana* Dall, 1908
Yoldia martyria Dall, 1897
Género: *Orthoyoldia*
Especie: *Orthoyoldia panamensis* (Dall, 1908)

Subfamilia: Yoldiellinae
Género: *Yoldiella*
Especie: *Yoldiella dicella* (Dall, 1908)

Familia: Tindariidae
Género: *Tindaria*
Especie: *Tindaria compressa* Dall, 1908
Tindaria kennerly (Dall, 1897)
Tindaria mexicana Dall, 1908

Familia: Neilonellidae
Género: *Neilonella*
Especie: *Neilonella lucasana* (Strong & Hertlein, 1937)
Neilonella ritteri (Dall, 1916)

Familia: Malletiidae
Género: *Malletia*
Especie: *Malletia alata* Bernard, 1989
Malletia arciformis Dall, 1908
Malletia benthima Dall, 1908
Malletia faba Dall, 1897
Malletia truncata Dall, 1908

Subclase: Autobranchia
Superorden: Prinodonta
Orden: Arcoida
Superfamilia: Arcacea
Familia: Arcidae
Subfamilia: Arcinae
Género: *Arca*

Especie: *Arca corpulenta pompholynx* Dall, 1908
Subfamilia: *Anadarinae*
Género: *Bathyarca*
Especie: *Bathyarca nucleator* Dall, 1908
Género: *Anadara*
Especie: *Anadara mazatlanica* (Hertlein & Strong, 1943)
Superfamilia: Limopsacea
Familia: Limopsidae
Género: *Limopsis*
Especie: *Limopsis dalli* Lamy, 1912
Limopsis diazi Dall, 1908
Limopsis juarezi Dall, 1908
Superorden: Isofilibranchia
Orden: Mytiloidea
Superfamilia: Mytilacea
Familia: Mytilidae
Subfamilia: Crenellinae
Género: *Crenella*
Especie: *Crenella decussata* (Montagu, 1808)
Crenella divaricata (d'Orbigny, 1846)
Género: *Solamen*
Especie: *Solamen columbianum* (Dall, 1897)
Subfamilia: Lithophaginae
Género: *Lithophaga*
Especie: *Lithophaga aristata* (Dillwyn, 1817)
Género: *Botula*
Especie: *Botula fusca* (Gmelin, 1791)
Subfamilia: Modiolinae
Género: *Modiolus*
Especie: *Modiolus eiseni* Strong & Hertlein, 1937
Género: *Amygdalum*
Especie: *Amygdalum pallidulum* (Dall, 1916)
Amygdalum politum (Verrill y Smith, 1880)
Género: *Dacrydium*
Especie: *Dacrydium elegantulum* Soot-Ryen, 1955
Dacrydium pacificum Dall, 1916
Dacrydium panamensis Knudsen, 1970
Superorden: Pteriomorpha
Orden: Ostreoida
Suborden: Ostreina
Superfamilia: Dimyacea
Familia: Dimyidae
Género: *Dimya*
Especie: *Dimya californiana* Berry, 1936
Suborden: Pectinina
Superfamilia: Pectinacea
Familia: Pectinidae

Género: *Pecten*
Especie: *Pecten sericeus* Hinds, 1908
Pecten tumbezensis (d'Orbigny, 1846)

Género: *Cyclopecten*
Especie: *Cyclopecten exquisitus* Grau, 1959
Cyclopecten incongruus (Dall, 1916)
Cyclopecten pernomus (Hertlein, 1935)
Cyclopecten polyleptus (Dall, 1908)
Cyclopecten randolphi (Arnold, 1906)

Género: *Delectopecten*
Especie: *Delectopecten vancouverensis* (Whiteaves, 1893)
Delectopecten vitreus (Gmelin, 1791)
Delectopecten zacaе (Hertlein, 1935)

Género: *Flabellipecten*
Especie: *Flabellipecten diegensis* (Dall, 1898)

Género: *Leptopecten*
Especie: *Leptopecten biolleyi* (Hertlein y Strong, 1946)
Leptopecten latiaurata (Conrad, 1837)

Género: *Oppenheimiopecten*
Especie: *Oppenheimiopecten vogdesi* (Arnold, 1906)

Género: *Pseudamussium*
Especie: *Pseudamussium fasciculatum* (Hinds, 1845)

Orden: Limoida
Superfamilia: Limacea
Familia: Limidae
Género: *Limatula*
Especie: *Limatula saturna* Bernard, 1978
Limatula similaris (Dall, 1908)

Superfamilia: Anomiacea
Familia: Anomiidae
Género: *Anomia*
Especie: *Anomia adamas* Gray, 1850

Subclase: Heterodonta
Orden: Veneroida
Superfamilia: Crassatellacea
Familia: Crasatellidae
Subfamilia: Crassatellinae
Género: *Eucrassatella*
Especie: *Eucrassatella antillarum* (Reeve, 1842)

Subfamilia: Scambulinae
Género: *Crassinella*
Especie: *Crassinella varians* (Carpenter, 1857)

Superfamilia: Carditacea
Familia: Carditidae
Subfamilia: Carditamerinae
Género: *Cyclocardia*
Especie: *Cyclocardia ventricosa* (Gould, 1850)

Cyclocardia crebricostata (Krauss, 1885)

Superfamilia: Glossacea

Familia: Vesicomysidae

Género: *Vesicomys*

Especie: *Vesicomys angulata* Dall, 1908

Vesicomys lepta (Dall, 1896)

Vesicomys ovalis Dall, 1896

Vesicomys suavis Dall, 1913

Género: *Calyptogena*

Especie: *Calyptogena gigas* (Dall, 1896)

Superfamilia: Arcticacea

Familia: Kelliellidae

Género: *Kelliella*

Especie: *Kelliella galathea* Knudsen, 1970

Superfamilia: Lucinacea

Familia: Lucinidae

Subfamilia: Lucininae

Género: *Lucina*

Especie: *Lucina nutalli* Conrad, 1837

Género: *Parvilucina*

Especie: *Parvilucina approximata* (Dall, 1901)

Parvilucina mazatlanica (Carpenter, 1857)

Parvilucina tenuisculpta (Carpenter, 1864)

Subfamilia: Myrtaeinae

Género: *Lucinoma*

Especie: *Lucinoma aequizonata* (Stearns, 1891)

Lucinoma annulatum (Reeve, 1850)

Lucinoma heroica (Dall, 1901)

Familia: Ungulinidae

Género: *Diplodonta*

Especie: *Diplodonta subquadrata* Carpenter, 1856

Familia: Thyasiridae

Subfamilia: Thyasirinae

Género: *Thyasira*

Especie: *Thyasira flexuosa* (Montagu, 1803)

Thyasira gouldi (Philippi, 1845)

Género: *Conchocele*

Especie: *Conchocele excavata* (Dall, 1901)

Subfamilia: Axinopsidinae

Género: *Axinopsida*

Especie: *Axinopsida serricata* (Carpenter, 1864)

Género: *Adontorhina*

Especie: *Adontorhina cyclia* Berry, 1947

Superfamilia: Galeommatacea

Familia: Kelliidae

Subfamilia: Kelliinae

Género: *Kellia*

Especie: *Kellia laperousi* (Deshayes, 1839)
Familia: Lasaeidae
Género: *Rochefortia*
Especie: *Rochefortia compressa* Dall, 1913
Rochefortia tumida (Carpenter, 1864)
Superfamilia: Chamacea
Familia: Chamidae
Género: *Chama*
Especie: *Chama arcana* Bernard, 1976
Género: *Pseudochama*
Especie: *Pseudochama exogyra* (Conrad, 1837)
Superfamilia: Cardiacia
Familia: Cardiidae
Subfamilia: Protocardiinae
Género: *Nemocardium*
Especie: *Nemocardium centifilosum* (Carpenter, 1864)
Superfamilia: Veneracea
Familia: Veneridae
Subfamilia: Pitarinae
Género: *Pitar*
Especie: *Pitar newcombianus* (Gabb, 1865)
Subfamilia: Clementiniinae
Género: *Compsomyax*
Especie: *Compsomyax subdiaphana* (Carpenter, 1864)
Subfamilia: Chioninae
Género: *Protothaca*
Especie: *Protothaca grata* (Say, 1831)
Superfamilia: Tellinacea
Familia: Tellinidae
Género: *Tellina*
Especie: *Tellina carpenteri* Dall, 1900
Tellina lyrica Pilsbry & Lowe, 1932
Tellina paziana Dall, 1900
Género: *Macoma*
Especie: *Macoma carlottensis* (Whiteaves, 1880)
Macoma siliqua (Adams, 1852)
Macoma siliqua spectri Hertlein & Strong, 1949
Familia: Semelidae
Género: *Abra*
Especie: *Abra californica* Knudsen, 1970
Abra profundorum Smith, 1885
Orden: Myoidea
Suborden: Myina
Superfamilia: Myacea
Familia: Myidae
Género: *Sphenia*
Especie: *Sphenia fragilis* Carpenter, 1855

Familia: Corbulidae
Género: *Corbula*
Especie: *Corbula ira* Dall, 1908
Corbula ventricosa Adams & Reeve, 1850

Superfamilia: Hiatellacea
Familia: Hiatellidae
Género: *Hiatella*
Especie: *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767)

Suborden: Pholadina
Superfamilia: Pholadacea
Familia: Pholadidae
Subfamilia: Xylophaginae
Género: *Xylophaga*
Especie: *Xylophaga mexicana* Dall, 1908

Subclase: Anomalodesmata
Orden: Pholadomyoida
Superfamilia: Pandoracea
Familia: Pandoridae
Género: *Pandora*
Especie: *Pandora bilirata* Conrad, 1855
Pandora convexa Dall, 1915

Superfamilia: Thraciacea
Familia: Periplomatidae
Género: *Periploma*
Especie: *Periploma carpenteri* Dall, 1896
Familia: Thraciidae
Género: *Thracia*
Especie: *Thracia trapezoides* Conrad, 1849

Superfamilia: Poromyacea
Familia: Poromyidae
Género: *Poromya*
Especie: *Poromya mactroides* Dall, 1889
Poromya perla Dall, 1908
Poromya smithi (Dall, 1908)

Familia: Cuspidariidae
Género: *Cuspidaria*
Especie: *Cuspidaria berigensis* Leche, 1883
Cuspidaria panamensis Dall, 1908
Cuspidaria parapodema Bernard, 1969
Cuspidaria parkeri Knudsen, 1970
Género: *Cardiomya*
Especie: *Cardiomya californica* (Dall, 1886)
Cardiomya lanieri (Strong y Hertlein, 1937)
Cardiomya pectinata (Carpenter, 1864)
Cardiomya planetita (Dall, 1908)
Género: *Myonera*
Especie: *Myonera garretti* Dall, 1908

Género: *Plectodon*
Especie: *Plectodon scaber* Carpenter, 1864
Superfamilia: Verticordiacea
Familia: Verticordiidae
Género: *Verticordia*
Especie: *Verticordia spinosa* Bernard, 1969
Género: *Halicardia*
Especie: *Halicardia perplicata* (Dall, 1890)
Género: *Lyonsiella*
Especie: *Lyonsiella quaylei* Bernard, 1969
Lyonsiella magnifica Dall, 1913
Género: *Policordia*
Especie: *Policordia alaskana* (Dall, 1895)

Clase: Gastropoda

Subclase: Prosobranchia

Superorden: Archaeogastropoda

Orden: Patellogastropoda

Suborden: Lepetopsina

Superfamilia: Lepetopsoidea

Familia: Lepetidae

Género: *Eulepetopsis*

Especie: *Eulepetopsis vitrea* MacLean, 1990

Familia: Neolepetopsidae

Género: *Neolepetopsis*

Especie: *Neolepetopsis gordensis* McLean, 1990

Neolepetopsis verruca McLean, 1990

Neolepetopsis densata McLean, 1990

Suborden: Patellina

Superfamilia: Acmaeoidea

Familia: Lepetidae

Género: *Iothia*

Especie: *Iothia lindbergi* McLean, 1985

Suborden: Vetigastropoda

Superfamilia: Scissurelloidea

Familia: Scissurellidae

Subfamilia: Anatominae

Género: *Anatoma*

Especie: *Anatoma crispata* (Fleming, 1832)

Subfamilia: Temnocinclinae

Género: *Temnozaga*

Especie: *Temnozaga parilis* McLean, 1989

Subfamilia: Sutilizoninae

Género: *Sutilizona*

Especie: *Sutilizona theca* McLean, 1989

Superfamilia: Neomphaloidea

Familia: Cyathermiidae

Género: *Cyathermia*
Especie: *Cyathermia naticoides* Waren & Bouchet, 1989
Superfamilia: Peltospiroidea
Familia: Peltospiridae
Género: *Peltospira*
Especie: *Peltospira operculata* McLean, 1989
Peltospira delicada McLean, 1989
Género: *Nodopelta*
Especie: *Nodopelta rigneae* Warén & Bouchet, 2001
Nodopelta heminoda McLean, 1989
Nodopelta subnoda McLean, 1989
Género: *Rynchopelta*
Especie: *Rynchopelta concentrica* McLean, 1989
Género: *Echinopelta*
Especie: *Echinopelta fistulosa* MacLean, 1989
Género: *Melanodrymia*
Especie: *Melanodrymia aurantica* Hickman, 1984
Melanodrymia galeronae Warén & Bouchet, 2001
Género: *Pachyderma*
Especie: *Pachyderma laevis* Waren & Bouchet, 1989
Género: *Depressigyra*
Especie: *Depressigyra planispira* Waren & Bouchet, 1989
Género: *Solutigyra*
Especie: *Solutigyra reticulata* Waren & Bouchet, 1989
Género: *Lirapex*
Especie: *Lirapex humata* Waren & Bouchet, 1989
Superfamilia: Lepetodriloidea
Familia: Lepetodrilidae
Género: *Lepetodrilus*
Especie: *Lepetodrilus guaymasensis* McLean, 1988
Lepetodrilus cristatus McLean, 1988
Lepetodrilus elevatus McLean, 1988
Lepetodrilus ovalis McLean, 1988
Lepetodrilus pustolosus McLean, 1988
Lepetodrilus tevnianus McLean, 1993
Familia: Gorgoleptidae
Género: *Gorgoleptis*
Especie: *Gorgoleptis emarginatus* McLean, 1988
Superfamilia: Fissurelloidea
Familia: Clypeosectidae
Género: *Clypeosectus*
Especie: *Clypeosectus delectus* MacLean, 1989
Familia: Fissurellidae
Subfamilia: Emarginulinae
Género: *Emarginula*
Especie: *Emarginula velascoensis* Shasky, 1961
Género: *Puncturella*

Especie: *Puncturella expansa* (Dall, 1896)
Género: *Zeidora*
Especie: *Zeidora flabellum* (Dall, 1896)
Superfamilia: Trochoidea
Familia: Turbinidae
Subfamilia: Liottinae
Género: *Macrarene*
Especie: *Macrarene lepidotera* McLean, 1979
Subfamilia: Colloniinae
Género: *Hamalopoma*
Especie: *Hamalopoma clippertonense* (Hertlein y Emerson, 1953)
Subfamilia: Turbininae
Género: *Contrainea*
Especie: *Contrainea panamense* (Dall, 1908)
Familia: Trochidae
Subfamilia: Eucyclinae
Género: *Bathymargarites*
Especie: *Bathymargarites symplector* Waren & Bouchet, 1989
Género: *Bathybembix*
Especie: *Bathybembix bairdii* (Dall, 1889)
Bathybembix ceratophora (Dall, 1889)
Bathybembix equatorialis (Dall, 1896)
Género: *Cidarina*
Especie: *Cidarina cidaris* (Carpenter, 1864)
Subfamilia: Calliostomatinae
Género: *Calliostoma*
Especie: *Calliostoma gordanum* McLean, 1980
Calliostoma iridium Dall, 1896
Subfamilia: Solariellinae
Género: *Solariella*
Especie: *Solariella ecuatorialis* Dall, 1908
Solariella nuda Dall, 1896
Solariella peramabilis Carpenter, 1864
Familia: Skeneidae
Género: *Skenea*
Especie: *Skenea spiritualis* (Baker, Hanna y Strong, 1938)
Suborden: Cocculiformia
Superfamilia: Cocculinoidea
Familia: Bathysciadiidae
Género: *Bathyphytophilus*
Especie: *Bathyphytophilus diegensis* Haszprunar & McLean, 1996
Superfamilia: Lepetelloidea
Familia: Pyropeltidae
Género: *Pyropelta*
Especie: *Pyropelta corymba* McLean y Haszprunar, 1987
Familia: Pseudococculinidae
Género: *Punctabyssia*

Especie: *Puctabyssia tibbettsi* MacLean, 1991
Género: *Caymanabyssia*
Especie: *Caymanabyssia fosteri* McLean, 1991
Superorden: Caenogastropoda
Orden: Neotaenioglossa
Suborden: Discopoda
Superfamilia: Seguenzoidea
Familia: Seguenziidae
Género: *Seguenzia*
Especie: *Seguenzia occidentalis* Dall, 1908
Seguenzia stephanica Dall, 1908
Superfamilia: Loxonematoidea
Familia: Provannidae
Género: *Provanna*
Especie: *Provanna goniata* Warén y Bouchet, 1986
Provanna laevis Warén y Ponder, 1991
Provanna muricata Warén y Bouchet, 1986
Superfamilia: Rissooidea
Familia: Rissoidae
Subfamilia: Rissooinae
Género: *Alvinia*
Especie: *Alvinia clarionensis* (Bartsch, 1911)
Alvinia monserratis (Baker, Hanna y Strong, 1930)
Género: *Alvania*
Especie: *Alvania rosana* (Bartsch, 19
Familia: Vitrenellidae
Género: *Vitrinella*
Especie: *Vitrinella tiburonensis* Durham, 1942
Género: *Teinostoma*
Especie: *Teinostoma amplexans* Carpenter, 1856
Familia: Caecidae
Género: *Caecum*
Especie: *Caecum crebricinctum* Carpenter, 1864
Superfamilia: Cerithioidea
Familia: Turritellidae
Subfamilia: Turritellinae
Género: *Turritella*
Especie: *Turritella mariana* Dall, 1908
Familia: Cerithiidae
Subfamilia: Bittinae
Género: *Lirobittium*
Especie: *Lirobittium rugatum* (Carpenter, 1864)
Superfamilia: Vanikoroidea
Familia: Hipponicidae
Género: *Hipponix*
Especie: *Hipponix pilosus* (Deshayes, 1831)
Superfamilia: Xenophoroidea

Familia: Xenophoridae
Género: *Xenophora*
Especie: *Xenophora conchyliophora* (Born, 1780)

Superfamilia: Naticoidea
Familia: Naticidae
Subfamilia: Naticinae
Género: *Natica*
Especie: *Natica caneloensis* Hertlein & Strong, 1955
Natica othello Dall, 1908
Natica scethra Dall, 1908

Subfamilia: Polinicinae
Género: *Polinices*
Especie: *Polinices crawfordianus* Dall, 1908
Polinices intermeratus (Philippi, 1853)
Polinices otis (Broderip y Sowerby, 1829)

Género: *Choristes*
Especie: *Choristes carpenteri* Dall, 1896

Género: *Calinacticina*
Especie: *Calinacticina oldroydii* (Dall, 1897)

Superfamilia: Lamellarioidea
Familia: Lamellariidae
Subfamilia: Lamellariinae
Género: *Lamellaria*
Especie: *Lamellaria perspicua* (Linnaeus, 1758)

Familia: Triviidae
Subfamilia: Triviinae
Género: *Pusula*
Especie: *Pusula californica* (Gray, 1827)

Superfamilia: Tonnoidea
Familia: Cassidae
Subfamilia: Cassinae
Género: *Cassis*
Especie: *Cassis coarctatus* Sowerby, 1825

Suborden: Heteropoda
Superfamilia: Carinarioidea
Familia: Carinariidae
Género: *Carinaria*
Especie: *Carinaria japonica* Okutani, 1955

Suborden: Ptnoglossa
Superfamilia: Janthinoidea
Familia: Epitoniidae
Subfamilia: Epitoniinae
Género: *Epitonium*
Especie: *Epitonium appressicostatum* Dall, 1917
Epitonium berryi (Dall, 1907)
Epitonium indianorum (Carpenter, 1864)

Epitonium macleani DuShane, 1979
Epitonium pazianum Dall, 1917

Género: *Nitidiscala*
Especie: *Nitidiscala catalinense* (Dall, 1917)
Nitidiscala sawinae (Dall, 1903)

Género: *Depressiscala*
Especie: *Depressiscala polita* (Sowerby, 1844)

Género: *Amaea*
Especie: *Amaea ferminiana* (Dall, 1908)
Amaea pompholyx (Dall, 1890)

Género: *Sthenorytis*
Especie: *Sthenorytis turbinus* (Dall, 1908)

Superfamilia: Eulimoidea
Familia: Eulimidae
Género: *Haliella*
Especie: *Haliella abyssicola* Bartsch, 1917

Género: *Polygireulina*
Especie: *Polygireulina rutila* (Carpenter, 1864)

Género: *Vitreolina*
Especie: *Vitreolina yod* (Carpenter, 1857)

Suborden: Neogastropoda
Superfamilia: Muricoidea
Familia: Muricidae
Subfamilia: Trophoninae
Género: *Trophonopsis*
Especie: *Trophonopsis cerrosensis catalinensis* (Oldroyd, 1927)
Trophonopsis diazi (Durham, 1942)
Trophonopsis hubbsi Rokop, 1972
Trophonopsis lorenzoensis (Durham, 1942)

Género: *Bareotrophon*
Especie: *Bareotrophon avalonensis* Dall, 1902
Bareotrophon pedroanus (Arnold, 190)

Género: *Ocenotrophon*
Especie: *Ocenotrophon painei* (Dall, 1903)

Subfamilia: Ocenebrinae
Género: *Ocenebrina*
Especie: *Ocenebrina lurida* (Middendorff, 1848)

Familia: Buccinidae
Género: *Neptunea*
Especie: *Neptunea amiantus* (Dall, 1890)

Subfamilia: Buccininae
Género: *Cantharus*
Especie: *Cantharus rehderi* Berry, 1962

Género: *Antillophos*
Especie: *Antillophos veraguensis* (Hinds, 1843)

Género: *Phos*
Especie: *Phos articulatus* Hinds, 1844

Género: *Ancistrolepis*
Especie: *Ancistrolepis californicus* Dall, 1919
Ancistrolepis magnus Dall, 1894
Subfamilia: Nassariinae
Género: *Nassarius*
Especie: *Nassarius catallus* (Dall, 1908)
Nassarius coppingeri (E. A. Smith, 1881)
Nassarius howardae Chace, 1958
Nassarius insculptus (Carpenter, 1864)
Nassarius insculptus gordanus (Hertlein y Strong, 1951)
Género: *Alectrion*
Especie: *Alectrion miser* Dall, 1908
Subfamilia: Fasciolarinae
Género: *Fusinus*
Especie: *Fusinus barberensis* (Trask, 1855)
Fusinus colpoicos Dall, 1915
Fusinus dupetitthouarsi (Kiener, 1840)
Fusinus magnapex Poorman, 1981
Fusinus panamensis Dall, 1908
Fusinus traski Dall, 1915
Fusinus turris (Valenciennes, 1832)
Fusinus zaca Strong y Hertlein, 1937
Familia: Columbellidae
Género: *Cosmioconcha*
Especie: *Cosmioconcha parvula* (Dall, 1913)
Género: *Strombina*
Especie: *Strombina angularis* (Sowerby, 1832)
Strombina fusinoidea Dall, 1916
Strombina maculosa (Sowerby, 1832)
Género: *Cotonopsis*
Especie: *Cotonopsis hirundo* (Gaskoin, 1852)
Subfamilia: Pyreninae
Género: *Astyris*
Especie: *Astyris gausapata* (Gould, 1850)
Astyris permodesta (Dall, 1890)
Género: *Amphissa*
Especie: *Amphissa reticulata* Dall, 1916
Superfamilia: Volutoidea
Familia: Volutidae
Subfamilia: Odontocymbiolinae
Género: *Tractolira*
Especie: *Tractolira sparta* Dall, 1896
Familia: Turninellidae
Género: *Exilioidea*
Especie: *Exilioidea rufocaudatus* (Dall, 1896)
Familia: Marginellidae
Subfamilia: Marginellinae

Género: *Sigaluta*

Especie: *Sigaluta cukri* Rokop, 1972

Género: *Gibberulina*

Especie: *Gibberulina margaritula* (Carpenter, 1857)

Suborden: Muricoidei

Superfamilia: Cancellarioidea

Familia: Cancellariidae

Subfamilia: Cancellariinae

Género: *Cancellaria*

Especie: *Cancellaria cooperii* Gabb, 1865

Cancellaria crawfordiana Dall, 1891

Cancellaria microsoma Dall, 1908

Género: *Agatrix*

Especie: *Agatrix strongi* (Shasky, 1961)

Subfamilia: Admetinae

Género: *Admete*

Especie: *Admete californica* (Dall, 1908)

Admete gracilior (Carpenter, 1869)

Subfamilia: Plesiotritoninae

Género: *Tritonoharpa*

Especie: *Tritonoharpa vexillata* Dall, 1908

Superfamilia: Conoidea

Familia: Conidae

Género: *Conus*

Especie: *Conus archon* Broderip, 1833

Conus emersoni Hanna, 1963

Conus orbigny Audouin, 1831

Conus recurvus Broderip, 1833

Género: *Lora*

Especie: *Lora diegensis* Dall, 1919

Familia: Terebridae

Género: *Terebra*

Especie: *Terebra lucana* Dall, 1908

Terebra panamensis Dall, 1908

Familia: Turridae

Género: *Bathybela*

Especie: *Bathybela papiracea* Warén & Bouchet, 2001

Subfamilia: Drillinae

Género: *Kylix*

Especie: *Kylix panamella* (Dall, 1908)

Subfamilia: Turrinae

Género: *Gemmula*

Especie: *Gemmula hindsiana* Berry, 1958

Género: *Polystira*

Especie: *Polystira oxytropis* (Sowerby, 1834)

Género: *Cryptogemma*

Especie: *Cryptogemma quentinensis* Dall, 1919

Subfamilia: Turriculinae
Género: *Anticlinura*
Especie: *Anticlinura movilla* (Dall, 1908)
Género: *Fusiturricula*
Especie: *Fusiturricula armilda* (Dall, 1908)
Género: *Steiraxis*
Especie: *Steiraxis aulaca* (Dall, 1896)
Subfamilia: Cochlespirinae
Género: *Cochlespira*
Especie: *Cochlespira cedonulli* (Reeve, 1843)
Género: *Aforia*
Especie: *Aforia goodei* (Dall, 1890)
Género: *Antiplanes*
Especie: *Antiplanes agamedea* Dall, 1919
Antiplanes thalea (Dall, 1902)
Subfamilia: Crassispirinae
Género: *Crassispira*
Especie: *Crassispira chacei* Hertlein y Strong, 1951
Género: *Lioglyphostoma*
Especie: *Lioglyphostoma rectilabrum* McLean & Poorman, 1971
Género: *Pseudotaranis*
Especie: *Pseudotaranis strongi* (Arnold, 1903)
Subfamilia: Borsoniinae
Género: *Borsonella*
Especie: *Borsonella agassizi* (Dall, 1908)
Borsonella callicesta (Dall, 1902)
Borsonella coronadoi (Dall, 1908)
Género: *Ophiodermella*
Especie: *Ophiodermella fancherae* (Dall, 1903)
Subfamilia: Clathurellinae
Género: *Clathurella*
Especie: *Clathurella thalassoma* Dall, 1908
Subfamilia: Mangeliinae
Género: *Mangilia*
Especie: *Mangilia eurybia* Dall, 1919
Género: *Crockerella*
Especie: *Crockerella conradiana* (Gabb, 1869)
Crockerella crystallina (Gabb, 1865)
Subfamilia: Daphnellinae
Género: *Pleurotomella*
Especie: *Pleurotomella clarinda* Dall, 1908
Subfamilia: Mitrolumninae
Género: *Arielia*
Especie: *Arielia mitriformis* Shasky, 1961
Subclase: Heterobranchia
Orden: Mesurethra
Familia: Helminthoglyptidae

Género: *Sonorella*
Especie: *Sonorella mormonum hausabasensis* Miller, 1967
Familia: Bulimulidae
Género: *Rabdotus*
Especie: *Rabdotus perhirsutus* Christensen, & Roth, 1990
Orden: Heterostropha
Superfamilia: Pyramidelloidea
Familia: Pyramidellidae
Subfamilia: Turbonillinae
Género: *Turbonilla*
Especie: *Turbinilla c-b-adamsi* (Carpenter, 1857)
Orden: Cephalaspidea
Superfamilia: Acteonacea
Familia: Acteonidae
Género: *Acteon*
Especie: *Acteon panamensis* Dall, 1908
Género: *Microglyphis*
Especie: *Microglyphis mazatlanicus* (Dall, 1908)
Superfamilia: Diphanacea
Familia: Scaphandridae
Género: *Scaphander*
Especie: *Scaphander cylindrellus* Dall, 1908
Scaphander interruptus Dall, 1889
Género: *Acteocina*
Especie: *Acteocina smirna* Dall, 1919
Familia: Cylichnidae
Género: *Cylichna*
Especie: *Cylichna atahualpa* (Dall, 1908)
Superfamilia: Philinoidea
Familia: Philinidae
Género: *Philine*
Especie: *Philine hemphilli* Dall, 1919
Orden: Thecosomata
Suborden: Euthecosomata
Familia: Cavoliinidae
Género: *Cavolinia*
Especie: *Cavolinia uncinata* (Rang, 1829)
Género: *Diacria*
Especie: *Diacria quadridentata* (Blainville, 1821)
Orden: Nudibranchia
Suborden: Aeolidiida
Superfamilia: Aeolidiacea
Familia: Facelinidae
Género: *Phidiana*
Especie: *Phidiana hiltoni* (O'Donoghue, 1927)
Suborden: Doridina
Familia: Dendrodoridae

Subfamilia:

Género: *Bathydoris*

Especie: *Bathydoris aioca* Marcus, 1962

Suborden: Doridoira

Superfamilia: Doridacea

Familia: Chromodorididae

Subfamilia: Cadlininae

Género: *Cadlina*

Especie: *Cadlina flavomaculata* MacFarland, 1905

Clase: Monoplacophora

Orden: Tryblidioidea

Superfamilia: Tryblidiacea

Familia: Tryblidiidae

Subfamilia: Neopilinae

Género: *Neopilina*

Especie: *Neopilina galathea* Lemche, 1957

Neopilina veleronis Manzies & Layton, 1963

Clase: Aplacophora

Subclase: Neomeniomorpha

Orden: Neomeniidae

Familia: Neomeniidae

Género: *Alexandromenia*

Especie: *Alexandromenia agassizzi* Heath, 1911

Clase: Polyplacophora

Orden: Neoloricata

Suborden: Lepidopleurina

Familia: Leptochitonidae

Subfamilia: Leptochitoninae

Género: *Lepidopleurus*

Especie: *Lepidopleurus abbreviatus* Dall, 1908

Lepidopleurus halistreptus Dall, 1902

Lepidopleurus halistreptus abbreviatus Dall, 1908

Lepidopleurus scrippsianus Ferreira, 1980

Género: *Leptochiton*

Especie: *Leptochiton alveolus* (Loven, 1846)

Leptochiton americanus Kaas & Van Belle, 1985

Leptochiton incongruus (Dall, 1908)

Leptochiton rugatus (Pilsbry, 1892)

Género: *Oldroydia*

Especie: *Oldroydia percrassa* (Dall, 1894)

Género: *Hanleyella*

Especie: *Hanleyella oldroydi* (Dall, 1919)

Suborden: Chitonina

Familia: Ischnochitonidae

Subfamilia: Ischnochitoninae
Género: *Lepidozona*
Especie: *Lepizona retipororsa* (Carpenter, 1864)
Lepidozona scabricostata (Carpenter, 1864)
Lepidozona sinudentata (Carpenter, 1892)
Subfamilia: Calliostoplacinae
Género: *Calliostochiton*
Especie: *Calliostochiton colimensis* (Smith, 1961)
Subfamilia: Lepidochitoninae
Género: *Lepidochitona*
Especie: *Lepidochitona beanii* (Carpenter, 1857)
Familia: Mopaliidae
Subfamilia: Mopaliinae
Género: *Placiphorella*
Especie: *Placiphorella atlantica* (Verrill y Smith, 1882)

Clase: Scaphopoda

Orden: Dentaliida

Familia: Dentallidae

Subfamilia:

Género: *Dentalium*

Especie: *Dentalium agassizi* Pilsbry & Sharp, 1897

Dentalium neohexagonum Pilsbry & Sharp, 1897

Dentalium pretiosum berryi Smith y Gordon, 1948

Dentalium splendidum Sowerby, 1832

Dentalium vallicolens Raymond, 1904

Género: *Fissidentalium*

Especie: *Fissidentalium megathyris* (Dall, 1890)

Género: *Compressidens*

Especie: *Compressidens brevicornu* (Pilsbry & Sharp, 1897)

Familia: Rhabdidae

Género: *Rhabdus*

Especie: *Rhabdus dalli* (Pilsbry & Sharp, 1897)

Rhabdus rectius (Carpenter, 1864)

Orden: Gadilida

Familia: Gadilidae

Género: *Gadila*

Especie: *Gadila fusiformis* (Pilsbry y Sharp, 1898)

Gadila perpusillus (Sowerby, 1832)

Género: *Siphonodentalium*

Especie: *Siphonodentalium quadrifissatum* (Pilsbry & Sharp, 1898)

Género: *Cadulus*

Especie: *Cadulus albicomatus* Dall, 1890

Cadulus austinclarki Emerson, 1951

Cadulus californicus Pilsbry & Sharp, 1898

Cadulus striatus Pilsbry & Sharp, 1898

Cadulus tolmiei Dall, 1897

Clase: Cephalopoda
Subclase: Coleoidea
Superorden: Decapodiformis
Orden: Teuthoidea
Suborden: Myopsida
Familia: Loliginidae
Género: *Loliopsis*
Especie: *Loliopsis diomedea* (Hoyle, 1904)
Suborden: Oegopsina
Familia: Chiroteuthidae
Género: *Valbyteuthis*
Especie: *Valbyteuthis oligobessa* Young, 1972
Valbyteuthis danae Joubin, 1931
Familia: Cranchiinae
Subfamilia: Cranchiinae
Género: *Cranchia*
Especie: *Cranchia scabra* Leach, 1817
Subfamilia: Taoniinae
Género: *Halicocranchia*
Especie: *Halicocranchia pfefferi* Massy, 1907
Familia: Enoploteuthinae
Subfamilia: Enoploteuthinae
Género: *Abraliopsis*
Especie: *Abraliopsis falco* Young, 1972
Abraliopsis hoylei (Pfeffer, 1884)
Abraliopsis affinis (Pfeffer, 1912)
Subfamilia: Pyroteuthinae
Género: *Pterygioteuthis*
Especie: *Pterygioteuthis giardi* Fisher, 1896
Familia: Gonatidae
Género: *Gonatus*
Especie: *Gonatus berryi* Naef, 1923
Familia: Histioteuthidae
Género: *Histioteuthis*
Especie: *Histioteuthis dofleini* (Pfeffer, 1912)
Histioteuthis melagroteuthis (Chun, 1910)
Familia: Mastigoteuthis
Género: *Mastigoteuthis*
Especie: *Mastigoteuthis pyrodes* Young, 1972
Familia: Ommastrephidae
Subfamilia: Ommastrephimae
Género: *Ommastrephes*
Especie: *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821)
Género: *Dosidicus*
Especie: *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835)
Género: *Symplectoteuthis*
Especie: *Symplectoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830)

Familia: Onychoteuthidae
 Género: *Onychoteuthis*
 Especie: *Onychoteuthis banksi* (Leach, 1817)
Familia: Tysanoteuthidae
 Género: *Tysanoteuthis*
 Especie: *Tysanoteuthis rhombus* (Troschel, 1857)
Familia: Pyroteuthidae
 Género: *Pyroteuthis*
 Especie: *Pyroteuthis addolux* Young, 1972
Superorden: Octopodiformis
Orden: Octopoda
Suborden: Incirrina
Superfamilia: Octopodacea
 Familia: Argonautidae
 Subfamilia: Argonautacea
 Género: *Argonauta*
 Especie: *Argonauta hians* Lightfoot, 1786
 Argonauta pacificus Dall, 1869
 Familia: Bolitaenidae
 Género: *Japetella*
 Especie: *Japetella diaphana* (Hoyle, 1885)
 Japetella prismatica Hoyle, 1885
 Familia: Octopodidae
 Subfamilia: Octopodinae
 Género: *Octopus*
 Especie: *Octopus californicus* Berry, 1911
 Octopus pusillus Gould, 1852
 Octopus rubescens Berry, 1953
 Octopus veligero Berry, 1953
 Subfamilia: Bathypolypodinae
 Género: *Benthoctopus*
 Especie: *Benthoctopus robustus* Voss & Pearcy, 1990
 Familia: Ocythoidae
 Género: *Ocythoe*
 Especie: *Ocythoe tuberculata* Refinesque, 1814

**ANEXO II. ESPECIES DE MOLUSCOS ENCONTRADAS DURANTE LAS
CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS “TALUD IV-IX” EN EL SUR DEL GOLFO DE
CALIFORNIA QUE REPRESENTAN NUEVOS REGISTROS GEOGRÁFICOS Y/O
BATIMÉTRICOS.**

Malletia alata Bernard, 1989

La localidad tipo de esta especie es San Diego, California y sólo se había registrado para dicha zona. Durante las campañas Talud fue recolectada durante los cinco cruceros, con 13 organismos durante el Talud IV, un ejemplar en el Talud V, cuatro individuos en el Talud VI, siete representantes en el Talud VII y 12 organismos en el Talud VIII, por lo que se podría considerar como una especie conspicua en el SE y SW del golfo de California. Para el SE del golfo de California la especie se encontró entre los 770 m y 880 m de profundidad, mientras en el SW se encontró a 1030 m.

Lyonsella quaylei Bernard, 1969

La localidad tipo de este bivalvo es en Santa Catalina, California y no se había registrado más al sur. Durante el Talud IV se encontraron 50 organismos entre los 778 m y 800 m de profundidad en el SE del golfo de California (24° 53' N y 108° 59' W).

Neilonella ritteri (Dall, 1916)

La localidad tipo se ubica en La Joya, California; Scott y Blake (1998) registra la presencia de la especie en Santa Bárbara, California y no existían registros en aguas del Pacífico mexicano. Durante las campañas Talud IV y V, la especie fue registrada en el SE del golfo de California con 453 organismos y 3 organismos respectivamente. Además, se encontró tanto en la endofauna y en la epifauna con una alta abundancia en esta última en profundidades de 778 m a 944 m.

Dacrydium pacificum Dall, 1916

Se desconoce la localidad tipo de esta especie, pero en registros previos sólo se había encontrado en el mar de Alaska entre 502 y 1310 m de profundidad. En el Talud IV se recolectaron 50 ejemplares en las muestras de epifauna entre 778 y 800 m de profundidad; para el Talud V se encontraron 71 organismos en las muestras de endofauna entre los 830 y 1310 m de profundidad; y en el Talud VII se encontró un organismo en la endofauna entre 1180 y 1200 m de profundidad.

Ennucula tenuis (Montagu, 1808)

A pesar de que esta especie presenta una distribución tanto en el Pacífico como en el Atlántico, no se había registrado más allá de Baja California, Méx. (Dall, 1889). La localidad tipo de esta especie es en Edimburgo, Escocia y en el Talud IV (24° 53' N y 108° 59' W) y en el Talud VI (24° 14' N y 108° 35' W) se encontró en el SE del golfo de California a profundidades de 778-800 m y 1250-1440 m con abundancias de 52 y 1 organismos respectivamente, tanto en la endofauna como en la epifauna. Dall (1889) menciona que el intervalo de distribución batimétrica de esta especie era de 315 m a 810 m, durante el Talud IV la especie se encontró entre 778 y 800 m, mientras que en el Talud VI se recolectó entre 1250 y 1440 m de profundidad, siendo este último el nuevo límite inferior de distribución batimétrica de esta especie.

Ennucula cardara (Dall, 1916)

Su distribución antes registrada iba desde Cabo Flattery, Washington hasta Cabo San Lucas (Scott y Blake, 1998), para el Talud V se obtuvo un ejemplar en la endofauna (23° 18'N y 107° 27'W) a una profundidad de 1160-1170 m.

Periploma carpenteri Dall, 1896

A pesar de que esta especie se había registrado para bahía de San Carlos, Sonora en la parte norte del golfo de California, no se tenían registros de ella para el sur del golfo y su límite sureño es en la bahía de Panamá. En el Talud IV se registró un ejemplar en la epifauna entre los 778 y 800 m de profundidad; en el Talud VI se registró un organismo en la endofauna capturado entre 830 y 850 m de profundidad. En el Talud VIII, esta especie fue

abundante (73 organismos) y se capturó a 1030 m de profundidad en 23° 24'N y 110° 37'W. En la base de datos que existe en el Laboratorio de Invertebrados Bentónicos del Instituto de Ciencias de Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, se menciona que esta especie se distribuye en el golfo de California entre los 100 y 380 m de profundidad. Durante el Talud IV a esta especie se le encontró entre 778 y 800 m, en el Talud VI se le encontró entre 830 m y 850 m, en el Talud VIII se le encontró a 1030 m de profundidad y en el Talud IX entre 997-1021 m. Todas estas profundidades en las campañas "Talud", establecen un nuevo límite superior de distribución batimétrica de la especie.

Cardiomya planetica (Dall, 1908)

Registros de esta especie documentaban que su límite sureño era la Isla de Cedros, Baja California (Keen, 1971), para este estudio, nueve organismos de dicha especie fueron encontrados en el SW del golfo de California (24° 54' N y 110° 25' W) a profundidades de 920 m durante el Talud VIII.

Nuculana pontonia (Dall, 1890)

La distribución de esta especie mencionada en Keen (1971) y Scott y Blake (1998) es amplia y va desde San Diego, California hasta Perú, pero no se menciona su presencia en el golfo de California. En el presente estudio, dos organismos fueron encontrados en el SW del golfo (24° 32' N y 109° 29') durante el Talud VIII a una profundidad promedio de 1100 m. Registros previos mencionan que *N. pontonia* se distribuía entre los 1485 m y 3050 m de profundidad (Keen, 1971). Para Scott y Blake (1998) el límite inferior de profundidad para esta especie se había ampliado a 1150 m y, durante el Talud VIII, la especie fue recolectada a 1100 m representando así su nuevo límite inferior de distribución batimétrica.

Limatula saturna Bernard, 1978

La distribución registrada anteriormente iba de Kodiak Island, Alaska (56.5°N), a Cabo San Lucas, BCS (22.9°N) (Scott y Blake, 1998). Durante la campaña Talud VIII del presente estudio, se encontraron siete organismos a una profundidad de 920-1150 m a la altura de Isla de Carmen, BCS (24-26° N y 110° W), por lo que su rango de extensión se extendió más hacia norte del golfo de California. Para este bivalvo se tenían registros de que el

intervalo de distribución batimétrica que presentaba se extendía desde los 30 m hasta los 675 m de profundidad (Scott y Blake, 1998); sin embargo, en este trabajo durante la campaña Talud VIII, la especie se recolectó en dos estaciones (11 y 20), en la primera se encontró a 920 m y en la segunda a 1150 m de profundidad, representando así un nuevo límite superior de distribución batimétrica para esta especie.

Ennucula colombiana Dall, 1908

El intervalo de distribución batimétrica al que estaba restringida esta especie va de 11-730 m de profundidad (Hertlein y Strong, 1940; Keen, 1971). Durante el presente estudio, la especie se encontró entre 778-800 m de profundidad en el Talud IV; en la estación 3 del Talud V se registró entre 770-780 m y en la estación 14 del mismo crucero se recolectó entre 2080-2140 m; en el Talud VI se encontró a 770-780 m de profundidad; para el Talud VII se registró entre 1200-1230 m y para el Talud VIII se encontró entre 1030 m y 1150 m de profundidad. Así, las profundidades a la que todos los especímenes se encontraron durante el estudio, representan una ampliación en el límite superior de profundidad en la distribución de esta especie, alcanzando el máximo a 2140 m.

Limopsis dalli Lamy, 1912

Generalmente a esta especie se le había registrado únicamente más allá de los 1960 m de profundidad (Keen, 1971). Por ejemplo, en trabajos realizados por SCRIPPS en el golfo de California, la especie se había encontrado entre 2889 m y 4096 m; en los trabajos de Parker (1964a, 1964b) se había registrado entre 2622 m y 3557 m. Para el presente estudio la especie se encontró a 1500 m de profundidad en la estación 10 de la campaña Talud VIII, lo que significa un nuevo límite inferior de distribución batimétrica para *L. dalli*.

Lucinoma heroica (Dall, 1901)

La descripción de esta especie hecha por Dall (1901) registra una profundidad de 1829 m; Keen (1971) presenta una profundidad para esta especie en el golfo de California de 1836 m; posteriormente, Scott *et al.* (1990) mencionan una profundidad de 1838 m y por último durante muestreos hechos por SCRIPPS, la especie se encontró entre los 931 y 1344 m de profundidad. Durante las campañas “Talud”, esta especie resultó ser abundante y la

encontramos desde 770 m en el Talud V hasta 1310 m en la misma campaña, ésto representa un nuevo límite inferior de distribución batimétrica para *L. heroica* a 770 m de profundidad.

Poromya mactroides Dall, 1889

Se tiene como referencia únicamente a Keen (1971), que menciona que la especie se distribuye entre 637 m y 915 m de profundidad. Durante el Talud VIII la especie se encontró a una profundidad superior muy semejante a lo mencionado por Keen (1971), con una pequeña diferencia de cinco metros. Así, la especie se encontró a 920 m de profundidad, que aunque casi despreciable es un nuevo límite superior de distribución para *P. mactroides*.

Bathybembix bairdii (Dall, 1889)

Este gasterópodo ha sido encontrado en grandes cantidades en la costa de El Salvador (Hendrickx y López, *sometido*). Su distribución mencionada en Keen (1971) y Scott *et al.* (1996) va desde British Columbia hasta el golfo de Tehuantepec, Siebenaller (1978) realizó estudios genéticos a partir de poblaciones de *B. bairdii* recolectadas en el sur de California a profundidades de entre 759 y 1150 m. Ninguno de los anteriores trabajos incluyen en la distribución de este gasterópodo en el sur del golfo de California y durante los muestreos de las campañas Talud IV-VIII, esta especie fue frecuente con presencia desde uno y hasta siete organismos tanto en la endofauna como en la epifauna a profundidades de hasta 2140 m. El gasterópodo *B. bairdii* se ha registrado en distintos intervalos de profundidad. Por ejemplo, Keen (1971) menciona que se distribuye entre 457 m y 915 m; Scott *et al.* (1996) incrementa el intervalo de profundidad y lo ubica entre 350 m y 1400 m, mientras que en trabajos realizados por SCRIPPS en el golfo de California, la especie fue encontrada entre 931 m y 952 m de profundidad. Para este estudio, la especie fue frecuente durante los crueros Talud IV-VIII y se le encontró en distintas profundidades: 778-800 m y 1060-1090 m durante el Talud IV; 850-870 m, 940-990 m y 2080-2140 m en el Talud V; 830-850 m, 890-950 m y 1240-1270 m para el Talud VI; 850-880 m en el Talud VII; y 1030 y 1150 m en el Talud VIII, representando así un nuevo límite superior de distribución batimétrica de 2140 m para la especie en cuestión.

Solariella nuda Dall, 1895

La localidad tipo de esta especie es en las Islas de Revillagigedo y se ha logrado distribuir hacia el norte hasta British Columbia (Parker, 1964a; Keen, 1971; Scott *et al.*, 1996). Sin embargo, no se tenían registros de la especie para la parte sur del golfo de California y durante las campañas Talud IV, V, VII y VIII esta especie se identificó como frecuente, registrándose abundancias mayores a 1000 organismos durante el Talud IV.

Astyris permodesta (Dall, 1890)

La localidad tipo de dicha especie es en Santa Bárbara, California. Scott *et al.* (1996) menciona como límite sur de distribución de la especie a Bahía Magdalena, Baja California Sur y durante el Talud VIII se capturaron 77 organismos con la red de patín en el SW del golfo de California (25° 24' N y 110° 48' W) ampliando así su límite de distribución sureño.

Dentalium agassizi Pilsbry y Sharp, 1897

La distribución de este escafópodo va desde Isla Santa Bárbara, California hasta Panamá e Isla Galápagos (Parker, 1964a, 1964b; Keen, 1971) pero no se contaba con registros para el SE del golfo de California. En las campañas Talud V-VII fue una especie frecuente, tanto en la endofauna como en la epifauna y se lograron recolectar hasta 17 organismos en una sola estación.