



POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

UNIDAD ACADÉMICA MAZATLÁN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



“Biocenosis y distribución de los Asteroidea en el talud
continental del golfo de California”

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA MARINA)

P R E S E N T A:

Biól. Mar. Carlo Magno Zárate Montes

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Michel E. Hendrickx Reners

COMITÉ TUTORAL Y JURADO: Dra. María Nuria Méndez Ubach
Dr. Francisco Alonso Solís Marín
Dr. Alfredo Laguarda Figueras
Dr. Hugo Aguirre Villaseñor

Mazatlán, Sinaloa, abril 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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

DEDICADO

Antes que a todos a Dios nuestro Señor por permitirme estar presente en esta era que me toco vivir a lado de seres muy amados y queridos, y sobre todo por esta vida que me fue ofrecida. Amén.

A mi familia que tanto amo y admiro. A mis padres María de los Ángeles Montes Barcenas y Horacio Francisco Zárate García por su infinito amor y comprensión, por sus grandes enseñanzas que me fueron inculcadas durante mi infancia, así como todo el apoyo brindado para mi formación académica, infinitamente gracias. A mis hermanos Grecia, Paola y Horacio por todos los bellos momentos y que aún seguimos conviviendo, y por todo su apoyo. Y a mí cuñada Tere.

A María de los Ángeles Barrón García, a ti mujer gracias por tu infinito amor y apoyo incondicional, y por todas las cosas que hemos vivido, y aún mil gracias por el fruto bendito de nuestro amor. Te Amo...

A mi segunda familia que también los quiero mucho. A mis suegros Felipa García Escalera y Zantiago Barrón Osuna por su gran apoyo y ayuda incondicional. A mis cuñados Mayra, Mariana y Chago por su valiosa amistad, apoyo, y comprensión. En especial a la Sra. Felipa por su paciencia, compasión, bondad, atención y sobre todo por su inmenso amor brindado como a un hijo, mil gracias.

A mis sobrinitos hermosos que tanto quiero: Katherine Vanesa, Emiliano Yael, Cristal, Jasiel, Ernestito, Juanito y Luis Ángel.

Finalmente con todo respeto y admiración doy gracias a este hermoso y maravilloso lugar llamado "Tierra", a él mil gracias por tus grandes enseñanzas continuas, y sus maravillosas y espectaculares bellezas naturales.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer al Dr. Michel E. Hendrickx Reners por su gran apoyo e infinita paciencia. Así como sus grandes conocimientos y enseñanzas brindados durante mi formación. Por sus tan oportunas críticas constructivas, comentarios y observaciones, que fueron de gran ayuda para el desarrollo de este presente estudio.

A los Doctores María Nuria Méndez Ubach, Francisco Alonso Solís Marín, Alfredo Laguarda Figueras y Hugo Aguirre Villaseñor por sus valiosos comentarios, críticas y recomendaciones, que indudablemente enriquecieron el documento final de la tesis, muchas gracias.

Al Dr. Christopher L. Mah del Smithsonian Institution, Washington D.C., USA, por la valiosísima revisión y corroboración o identificación de los Asteroidea, ya que fue parte fundamental para la elaboración de este manuscrito.

A CONACYT por el apoyo económico brindado durante mi estancia en el posgrado.

A CONACYT (31805-N) y DGAPA (IN-217306-3) por el apoyo proporcionado al proyecto "TALUD".

A la M. en C. Alicia Durán González por el apoyo brindado durante mi estancia en CU, así como sus comentarios y sugerencias para el entendimiento de los equinodermos, muchas gracias.

A los Doctores Jose Salgado Barragán y Manuel Ayón Parente por sus valiosos comentarios y sugerencias que aportaron una mayor coherencia a la tesis.

A Margarita Cordero en Mazatlán, quien siempre estuvo al pendiente de los trámites académicos y administrativos, de una manera respetuosa, amable y atenta, muchas gracias.

A Gabriela Almaraz, Guadalupe Godoy, Chantal Ruíz y Diana Juárez en México, quienes siempre se mostraron de una manera atenta para el apoyo en los trámites académicos y administrativos del posgrado.

A Mercedes Cordero por el apoyo brindado durante mi estancia en el LIB, quien siempre ofreció su ayuda incondicional.

A María Clara Ramírez Jáuregui por sus contribuciones en búsqueda bibliográfica, esenciales para el desarrollo del trabajo de investigación.

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

A los investigadores que ayudaron en la parte de mi formación académica Dr. Michel Hendrickx, Dr. Carlos Green, Dr. Yovani Montaña, Dr. Federico Páez, a los Doctores de la clase de Limnología de la Ciudad de México, Dr. Juan Madrid, Dr. Hugo Aguirre, Dr. David Serrano, Dra. Nuria Méndez, Dr. Samuel Gómez, Dr. Jorge Ruelas, Dr. Felipe Amezcua, Cap. Antelmo, Dra. Vivian Solís, Dr. Martín Soto, Dr. Roberto Cortés, Dr. Francisco Flores, Dra. Carolina Ruiz, Dra. Rosalba Alonso, M. en C. Arturo Núñez, y al Ing. Alberto Castro.

Al personal administrativo de la Unidad Académica Mazatlán Elsi, Marcela y Alina por facilitar los apoyos académico y administrativo.

Al personal de intendencia, mantenimiento y seguridad de la Unidad Académica Mazatlán, ya que cada uno de ellos son parte importante para el buen funcionamiento y cuidado de esta institución.

A toda la tripulación B/O “El Puma” que ayudaron en los muestreos de campo.

A Mercedes, Nuri, María Ana, Agustina, Bety, Michel, Pepe, Manuel, Soledad, Julio, Neptalí, Tulio por hacer del LIB un buen ambiente de trabajo.

Al M. en C. Manuel de Jesus Sol Hernández por su valioso tiempo dedicado al entendimiento y comprensión estadístico.

Finalmente gracias a todos mis compañeros de maestría de la Unidad Académica Mazatlán Omar Hernández, Luis Sauma, Ricardo Colima, Mauricio Ramos, Jorge Ontiveros, Sara Bojorquez, y de CU Lourdes Figueroa, Cinthya García, Vero Vega, Tania Arce, Quetzalli Hernández, Magaly Honey, Sergio Escobar y Julio Arriaga por el poco o mucho tiempo compartido y sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
3. OBJETIVOS	8
3.1. Objetivo general	8
3.2. Objetivos específicos	8
4. ÁREA DE ESTUDIO	9
4.1. Golfo de California	10
5. MATERIAL Y MÉTODOS	14
5.1. Cruceros TALUD IV-X	14
5.2. Organismos	14
5.3. Sedimentos	16
5.4. Procesamiento del material obtenido	16
5.5. Medición de los parámetros ambientales	17
5.6. Análisis de datos	22
5.7. Morfología general de los Asteroidea	23
6. RESULTADOS	26
6.1. Material recolectado	26
6.2. Sección sistemática	32
6.3. Catálogo fotográfico	54
6.4. Afinidad de las especies por lo parámetros ambientales	60
6.4.1. Profundidad	60
6.4.2. Temperatura	62
6.4.3. Oxígeno	63
6.4.4. Contenido de materia orgánica	65
6.5. Parámetros bióticos y abióticos: correlaciones simples y multivariantes ..	66
6.5.1. Golfo de California completo (TALUD IV-X)	67
6.5.2. Sureste del golfo de California (TALUD IV-VII)	69
6.5.3. Suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX)	71
6.5.4. Centro del Golfo de California (TALUD X)	72

7. DISCUSIÓN	75
7.1. Parte faunística	75
7.2. Distribución geográfica	80
7.3. Distribución batimétrica	81
7.4. Parámetros bióticos y abióticos	83
7.4.1. Golfo de California completo (TALUD IV-X)	83
7.4.2. Sureste del golfo de California (TALUD IV-VII)	85
7.4.3. Suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX)	86
7.4.4. Centro del golfo de California (TALUD X)	86
8. CONCLUSIONES	88
9. BIBLIOGRAFÍA	90
10. GLOSARIO	99
ANEXO I	101
ANEXO II	105
ANEXO III	106

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Provincias zoogeográficas someras (< 200 m) actualmente reconocidas para el Pacífico mexicano, según Brusca y Wallerstein (1979) y Hendrickx (1992).....9
- Figura 2. División del golfo de California en tres regiones faunísticas (**GCN, GCC, GCS**). La región faunística del suroeste de Baja California Sur (**SWB**, solo aguas neríticas) también esta indicada (tomado de Hendrickx et al., 2005).13
- Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se realizaron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD IV-X. Círculo, TALUD IV-VII; triángulo, TALUD VIII-IX; Cuadrado, TALUD X.15
- Figura 4. Trineo bentónico. A) Vista lateral, B) vista frontal. 1) Armella para atar el cable oceanográfico; 2) Alerones; 3) Cadena espantadora.....21
- Figura 5. Draga tipo Karling. A) Vista inferior, B) vista lateral, C) vista posterior, D) vista anterior. 1, armella para atar el cable oceanográfico; 2, cuchillas de muestreo; 3, brazos anti-volteo; 4, apertura posterior para descarga; 5, puerta deslizable (tomado de Zamorano, 2006).....21
- Figura 6. Nucleador de caja tipo Reineck utilizado durante el crucero Talud X.....22
- Figura 7. Principales divisiones y medidas de una estrella de mar (esquemático). Br, brazo; D, disco; Ir, interradial; R, radio mayor; r, radio menor.....24
- Figura 8. Principales características morfológicas de una estrella de mar. *Ceramaster leptoceramus* (Talud IV, Est. 25), en vista dorsal (abactinal) (A) y en vista ventral (actinal) (B).....25
- Figura 9. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD IV-VII. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos. Los números entre paréntesis indican el número total de veces que se muestreó la estación.....29
- Figura 10. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD VIII-IX. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos. Los números entre paréntesis indican el número total de veces que se muestreó la estación.....30
- Figura 11. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante la campaña oceanográfica TALUD X. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos.....31
- Figura 12. *Ampheraster chiroplus* Fisher, 1928; R = 50.26 mm, r = 9.59 mm (EMU-8981).....54

Figura 13. Distribución de las especies de Pedicellasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	34
Figura 14. <i>Ampheraster hyperoncus</i> (H.L. Clark, 1913); R = 25.20 mm, r = 3.15 mm (EMU-8991A).....	54
Figura 15. <i>Anteliaster coscinactis</i> Fisher, 1923; R = 33.49 mm, r = 3.87 mm (EMU-8985).....	54
Figura 16. <i>Myxoderma platyacanthum</i> (H.L. Clark, 1913); R = 60.25 mm, r = 9.74 mm (EMU-8976).....	55
Figura 17. Distribución de las especies de Zoroasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	37
Figura 18. <i>Myxoderma sacculatum</i> (Fisher, 1905); R = 156.81 mm, r = 32.5 mm (EMU-8978).....	55
Figura 19. <i>Nearchaster aciculosus</i> (Fisher, 1910); R = 82.51 mm, r = 17.03 mm (EMU-8999B).....	55
Figura 20. Distribución de las especies de Benthopectinidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	40
Figura 21. <i>Pectinaster agassizii</i> (Ludwig, 1905); R = 155.55 mm, r = 16.27 mm (EMU-9004B).....	56
Figura 22. <i>Dipsacaster laetmophilus</i> Fisher, 1910; R = 97.14 mm, r = 31.42 mm (EMU-8962).....	56
Figura 23. Distribución de las especies de Astropectinidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	42
Figura 24. <i>Thrissacanthias penicillatus</i> (1905); R = 94.72 mm, r = 17.76 mm (EMU-8967).....	56
Figura 25. <i>Ctenodiscus crispatus</i> (Retzius, 1805); R = 20.52 mm, r = 9.72 mm (EMU-8980).....	57
Figura 26. Distribución de las especies de Ctenodiscidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	44

Figura 27. <i>Radiaster</i> sp. nov.; R = 30.88 mm, r = 10.74 mm (EMU-8956A).....	57
Figura 28. Distribución de las especies de Radiasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	45
Figura 29. <i>Henricia</i> sp. 1; R = 31.85 mm, r = 6.12 mm (EMU-9010A).....	57
Figura 30. Distribución de las especies de Echinasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	47
Figura 31. <i>Henricia</i> sp. 2; R = 41.29 mm, r = 7.38 mm (EMU-9011A).....	58
Figura 32. <i>Ceramaster leptoceramus</i> (Fisher, 1905); R = 40.56 mm, r = 26.12 mm (EMU-8987).....	58
Figura 33. Distribución de las especies de Goniasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	50
Figura 34. <i>Mediaster transfuga</i> Ludwig, 1905; R = 54.17 mm, r = 16.98 mm (EMU-8994A).....	58
Figura 35. <i>Nymphaster diomedae</i> Ludwig, 1905; R = 47.51 mm, r = 19.35 mm (EMU-8995B).....	59
Figura 36. <i>Peribolaster biserialis</i> Fisher, 1905; R = 31.51 mm, r = 8.14 mm (EMU-9008A).....	59
Figura 37. Distribución de las especies de Korethrasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	51
Figura 38. <i>Lophaster furcilliger</i> (Fisher, 1905); R = 31.99 mm, r = 7.99 mm (EMU-9007A).....	59
Figura 39. Distribución de las especies de Solasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).....	53
Figura 40. Intervalos batimétricos registrados para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD III-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.....	60
Figura 41. Distribución batimétrica (intervalo de 200 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California	

de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	61
Figura 42. Distribución batimétrica (intervalo de 200 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	61
Figura 43. Distribución batimétrica (intervalo de 300 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	62
Figura 44. Intervalos de temperatura registrados para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD IV-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.....	63
Figura 45. Intervalo de oxígeno registrado para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD III-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.....	63
Figura 46. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.30 ml/l) de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	64
Figura 47. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.30 ml/l) de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	65
Figura 48. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.40 ml/l) de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.....	65
Figura 49. Intervalo de porcentaje de materia orgánica por ignición registrado para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD IV-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.....	66
Figura 50. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O ₂ , oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el golfo de California (TALUD IV-X).....	69

Figura 51. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el sureste del golfo de California (TALUD IV-VII).....71

Figura 52. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX).....73

Figura 53. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el centro del golfo de California (TALUD X).....74

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Números de especies de Asteroidea de aguas profundas descritas para el Pacífico este central (total, 117) por diversos autores. Fuente: Ludwig (1905); Maluf (1988); Mah (2008). Las especies adicionales son aquellas registradas en esta contribución.....7
- Tabla 2. Valores de los parámetros fisicoquímicos medidos durante las campañas oceanográficas TALUD IV-X. Est., estación; Lat., latitud; Long., longitud; PmA, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno; MO, materia orgánica; L, lodo; A, arena; G, grava. ND, no datos.....19
- Tabla 3. Listado taxonómico de las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas oceanográficas TALUD III-X. Cl., clave de la especie para análisis posteriores; Est., estación; Prof., profundidad de arrastre en metros; Org., número de organismos. Además se indica el número de catálogo correspondiente para cada lote.....27
- Tabla 4. Número de especímenes recolectados y número de estaciones donde los Asteroidea fueron encontrados durante los cruceros TALUD. Las medidas de los datos ambientales a nivel de fondo se indican para registros previos (RP) y para las muestras obtenidas durante los cruceros TALUD. ND, sin datos.....53
- Tabla 5. Estaciones de muestreo donde se capturaron asteroideos durante los cruceros TALUD IV-X con su posición, riqueza de especies (S), densidad total (D) y diversidad de Shannon (H').....67
- Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el golfo de California: campañas TALUD IV-X (⁽¹⁾p<0.05; ⁽²⁾p<0.025; ⁽³⁾p<0.005; ⁽⁴⁾p<0.001; NS= no significativo).....68
- Tabla 7. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el sureste del golfo de California (⁽¹⁾p<0.05; ⁽²⁾p<0.01; ⁽³⁾p<0.005; ⁽⁴⁾p<0.001; NS= no significativo).....70
- Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el suroeste del golfo de California (⁽¹⁾p<0.02; ⁽²⁾p<0.01; ⁽³⁾p<0.005; ⁽⁴⁾p<0.001; NS= no significativo).....72
- Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el centro del golfo de California (⁽¹⁾p<0.05; ⁽²⁾p<0.02; ⁽³⁾p<0.005; ⁽⁴⁾p<0.001; NS= no significativo).....73
- Tabla 10. Especies de Asteroidea de aguas profundas (≥ 500 m; pero ver notas de pie) registradas frente a la costa oeste de México (límite norte ubicado en 32°28'16"N, límite sur ubicado en 14°32'27"N), incluyendo la zona de la corriente de California (CC), el golfo de California (GC), la zona del suroeste de México, al sur de bahía de Banderas (SOM), y

frente a las islas oceánicas (IO). Los datos utilizados en la tabla fueron tomados de las siguientes fuentes: MA, Maluf (1988); MA2, Maluf (1991) (sólo aquellos datos complementarios a Maluf, 1988); SO, Solís-Marín et al. (1997); SO2, Solís-Marín et al. (2005); MB, Maluf & Brusca (2005); MC, Mah (2007); HE, Honey-Escandón et al. (2008); PE, presente estudio. Negritas: especies recolectadas durante los cruceros TALUD. (?) Registros o identificaciones dudosas (Rev., islas Revillagigedo). Se siguió la secuencia de especies descritas por Maluf (1988).....77

Tabla 11. Estaciones de muestreo de los cruceros TALUD donde los especímenes de Asteroidea fueron recolectados y lista de especies por estación. La profundidad, la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto epibentónicas son indicadas para cada estación.....79

RESUMEN

Se recolectaron 373 organismos de estrellas de mar (Asteroidea) de aguas profundas en el centro, suroeste y sureste del golfo de California durante las campañas oceanográficas TALUD III-X, a bordo del B/O “El Puma”. Se identificaron 18 especies, de las cuales nueve representaron nuevos registros geográficos y tres nuevos registros batimétricos. Los intervalos de los parámetros abióticos de profundidad, de temperatura, de concentración de oxígeno disuelto y de materia orgánica en los que se recolectaron los asteroideos fueron: 587-2,000 m; 2.8-8.2 °C; 0.03-1.26 ml/l; 4.84-17.47%. Los análisis de agrupamiento (Cluster) utilizando como variables la profundidad y la concentración de oxígeno disuelto indicaron que, conforme aumentaba la profundidad y disminuía la concentración de oxígeno, incrementaba la similitud entre la comunidad de asteroideos. Las mayores densidad y diversidad media se dieron en el centro del golfo de California con 88.38 ind/ha y 0.87 bits respectivamente. La profundidad, la temperatura y el oxígeno fueron las variables ambientales que más se correlacionaron con las variables bióticas (riqueza, densidad, diversidad). De acuerdo con el análisis de correspondencias canónicas, las variables ambientales que más influyeron en la distribución de las estrellas de mar para cada zona de estudio fueron: el oxígeno para el sureste y suroeste y la temperatura para el centro del golfo de California. La mayoría de las especies (15 de 18) recolectadas durante este estudio se ubicaron en la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO; ≤ 0.5 ml/l). Sobre la base de una amplia revisión bibliográfica, se determinó que, hasta el momento, se conocen 66 especies de Asteroidea de aguas profundas frente a las costas del Pacífico mexicano, de las cuales 41 especies tienen al menos un registro en la zona de la corriente de California, 43 en el golfo de California y 10 en la porción suroeste de México. Este trabajo es el primero en su tipo en donde se lleva a cabo un amplio estudio taxonómico y ecológico con los asteroideos de aguas profundas en el talud continental del golfo de California, México y ha permitido iniciar una colección que está entre las más grandes conocidas para la costa oeste de México desde que el “Albatross” realizó sus estudios exploratorios en la región.

ABSTRACT

A total of 373 specimens of deep-water sea stars (Asteroidea) were collected in the central, southeastern and southwestern Gulf of California during the oceanographic cruises TALUD III-X, aboard the R/V El Puma. A total of 18 species were identified, of which nine represent news geographic records and three news bathymetric records. The range of abiotic parameters (i.e., depth, temperature, dissolved oxygen concentration and organic matter) where asteroids were collected were: 587-2,000 m; 2.8-8.2 °C; 0.03-1.26 ml/l; 4.84-17.47%. Cluster analysis using the variables depth and dissolved oxygen concentration indicated that the similarity between the community of asteroids increased, with increasing depth and decreasing oxygen concentration. The highest average density and diversity occurred in the central Gulf of California, with 88.38 ind/ha y 0.87 bits, respectively. Depth, temperature and oxygen were the environmental variables that best correlated with biotic variables (i.e., richness, density, and diversity). According to canonical correspondence analysis, environmental variables that most influenced the distribution of sea stars for each study area were: the oxygen for the southeastern and southwestern portions of the Gulf of California, and temperature for the central Gulf of California. Most species collected during this study were located in the Oxygen Minimum Zone (OMZ; ≤ 0.5 ml/l). Based on a comprehensive literature review, a list of 66 deep-water species of Asteroidea are currently known from off the Pacific coast of Mexico. Of these, 41 species have at least one record in the area of the California Current, 43 in the Gulf of California, and 10 in the southwestern portion of Mexico. This study is the first of its kind addressing broad taxonomic and ecological study with deep-water asteroids on the continental slope of the Gulf of California, Mexico, and allowed to start a collection of specimens that is among the largest known for the west coast of Mexico since the “Albatross” made her exploratory survey in the region.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los grupos taxonómicos de mayor importancia en la estructura de las comunidades marinas es el Phylum Echinodermata (Hooker et al., 2005). La palabra Echinodermata deriva del griego *echinos*, “espinoso” y *dermatos*, “piel”. Los equinodermos constituyen un grupo altamente diversificado y bien caracterizado entre los macroinvertebrados marinos bentónicos más importantes de las costas de México (Solís-Marín, 1997). Son organismos deuterostomados que presentan una gran variedad de formas con representantes fósiles y actuales: esferoidal, discoidal y cordiforme en los equinoideos (erizos de mar); estelar en los asteroideos (estrellas de mar) y en los ofiuroideos (estrellas serpientes o estrellas quebradizas); cilíndrica en los holoturoideos (pepinos de mar); y pentacrinal en los crinoideos (lirios de mar) (Solís-Marín, 1997).

Los equinodermos presentan una simetría pentámera, un esqueleto interno de carbonato de calcio conformado principalmente por placas y un sistema vascular acuífero compuesto por estructuras llamadas pies ambulacrales, dispuestas en diferentes partes del cuerpo (Brusca y Brusca, 1990; Hyman, 1995). Este último carácter los distingue de todos los otros animales. Su intervalo de talla varía de unos pocos milímetros a más de dos metros de longitud (Hendler et al., 1995). La superficie del cuerpo está generalmente dividida en 10 secciones alternadas con pies ambulacrales, llamadas ambulacros, y secciones intermedias llamadas interambulacros (Hyman, 1995).

Los equinodermos son, por lo general, organismos de vida sedentaria que viven agrupados en bancos compactos homogéneos. Presentan una euritermia relativa, propiedad que les permite que no les afecten los cambios de temperatura durante las estaciones del año. Presentan estenobatia, es decir, una distribución batimétrica bien definida, lo que hace que desempeñen un papel fundamental en la clasificación de los fondos submarinos. También son animales muy abundantes, diversos y se les localiza fácilmente. Siendo parte de la fauna comúnmente encontrada en sitios de acceso fácil, representan un medio faunístico de primer orden para su estudio junto con otros grupos sedentarios (e.g., moluscos, cirripedios) o poco móviles que se encuentran en un sustrato o fondo característico. Por su propia talla, su forma y sus colores, en la mayoría de los casos los equinodermos pueden ser reconocidos con facilidad, más aún considerando que es generalmente muy poca la epifauna que vive sobre ellos (Caso, 1978).

Los equinodermos se encuentran altamente diversificados en aguas someras de las regiones tropical y subtropical. En general, decrecen en su variedad y abundancia en las latitudes altas (Brusca & Brusca, 1990). Su presencia es conspicua en todos los ambientes marinos, desde la zona intermareal hasta los abismos oceánicos (6,000 m de profundidad) y desde las fuentes hidrotermales submarinas hasta las aguas polares (Hooker et al., 2005). Con excepción de algunos holoturoideos pelágicos y un género comensal de un pez óseo (*Rynkatorpa pawsoni* Martin, 1969), todos los equinodermos son bentónicos. En los mares profundos, pueden constituir hasta más del 90% de la biomasa bentónica (Brusca & Brusca, 1990). Su éxito en la colonización del mar se debe a las adaptaciones que han desarrollado desde su aparición antes del Cámbrico inferior (hace 600 millones de años) (Hooker et al., 2005). El Phylum posee un linaje antiguo y existen aproximadamente 16 clases extintas, con más de 13,000 especies fósiles descritas. Los primeros registros datan del Cámbrico inferior. Actualmente, a escala mundial, existen aproximadamente 7,000 especies de equinodermos vivientes agrupadas en cinco clases: Crinoidea (700 especies), Ophiuroidea (2,000), Asteroidea (1,800), Echinoidea (900) y Holothuroidea (1,200) (Hendler et al., 1995).

Debido a los diversos nichos que ocupan estos organismos dentro de la trama trófica, es fundamental conocer las relaciones entre este grupo y los diferentes factores ambientales que hacen fluctuar la distribución y la abundancia de sus poblaciones, tanto en el espacio como en el tiempo. Los equinodermos no están distribuidos al azar en el bentos; se presentan en asociaciones más o menos bien definidas, las cuales pueden ser identificadas y caracterizadas en términos de sus especies más abundantes o dominantes (Caso et al., 1996).

Se sabe que los equinodermos son especies dominantes de comunidades y han sido utilizados para medir perfiles de biomasa (Caso, 1976). También son conocidos por ser buenas especies indicadoras en los estudios de impacto sobre la explotación de depósitos de nódulos polimetálicos (Thiel et al., 1992; Bluhm et al., 1995; Bluhm & Gebruk, 1999; Tilot, 2006) o en los estudios de la variación en el flujo de partículas de carbono orgánico (Smith et al., 1997; Tilot, 2006). De los estudios realizados sobre asteroideos, hasta ahora se sabe que desempeñan un papel muy importante en la organización de las comunidades

marinas bentónicas, debido a que son muy voraces y a que son casi los depredadores más destacados de estos ecosistemas (Caso, 1978).

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 1,000 m (Childress, 1995). Por lo tanto, sobre la base de todo lo anterior y considerando la necesidad de aumentar el conocimiento acerca de este grupo de organismos en México y la importancia de poder contribuir a actualizar el registro taxonómico nacional y las colecciones de Equinodermos de la clase Asteroidea con las que se cuenta actualmente (véase: Solís-Marín et al., 2005; Honey-Escandón et al., 2008), se realizó este estudio con el fin de contribuir al conocimiento y al entendimiento de la diversidad y la distribución de los asteroideos en el talud continental del golfo de California, un ambiente oceánico que hasta la fecha aún permanece prácticamente desconocido.

2. ANTECEDENTES

Los primeros trabajos sobre los equinodermos de aguas profundas en el Pacífico mexicano datan de hace más de un siglo. Entre ellos, se encuentran los efectuados a partir de las muestras recolectadas por el buque de investigaciones “Albatross”, de la Comisión de Pesca de los Estados Unidos. Ludwig (1905) trabajó con muestras de asteroideos recolectadas en las costas de México, América Central y América del Sur, y de las islas Galápagos durante 1891, y con muestras de 1899 a 1900 obtenidas en el Pacífico tropical. A.H. Clark (1916) describió seis nuevas estrellas de mar para el golfo de California y aguas adyacentes, a partir de material adicional obtenido por el mismo “Albatross”. Posteriormente, H.L. Clark (1920) presentó un informe en el cual considera material adicional recolectado por el mismo barco en el Pacífico tropical oriental, entre octubre de 1904 y marzo de 1905. Por otra parte, es importante mencionar la amplia serie de trabajos de Fisher (1910a, 1910b, 1910c, 1910d, 1911, 1919, 1923, 1928a, 1928b, 1930), que aportaron una enorme cantidad de información relacionada con los Asteroidea del Pacífico americano, en particular en la zona templada norte y en la zona subtropical, y que es de mucho interés por incluir registros de material que proviene de México.

Durante la primavera de 1936, la Sociedad Zoológica de Nueva York realizó varias recolecciones de equinodermos (2,277 especímenes de 65 especies) en el golfo de California y aguas adyacentes a bordo del yate “Zaca”, en la expedición “Templeton Crocker” (Zieshenne, 1937). Tres años después, la misma sociedad elaboró un listado de los equinodermos del Pacífico oriental que consiste en 822 especímenes pertenecientes a 57 especies, todos recolectados por la expedición “Zaca” durante 1937-1938 (H.L. Clark, 1940). Para la década de los 40, la fundación Allan Hancock de la Universidad del Sur de California realizó una serie de trabajos sobre los equinodermos dentro de los cuales incluye a la clase Asteroidea de la costa de México, América Central, América del Sur y en las islas Galápagos, recolectados en el crucero “Velero III”, de 1932 a 1941 (Zieshenne, 1942). Downey (1979) describió una nueva especie de asteroideo de agua profunda, recolectada por el Scripps Institution of Oceanography, en diciembre de 1969, en la costa oeste de Baja California, México.

En 1988, L.Y. Maluf elaboró un listado con la composición y las distribuciones geográfica y batimétrica de los equinodermos del Pacífico este central, para aguas someras y

profundas, entre el sur de California y el sur de Perú, registrando 630 especies de equinodermos (12 crinoideos, 185 asteroideos, 188 ofiuroideos, 95 equinoideos y 150 holoturoideos) (Maluf, 1988). Esta compilación representa la referencia por excelencia de los equinodermos de la región, pues incluye toda la literatura disponible hasta 1988 y un análisis detallado sobre la presencia de estos equinodermos en intervalos latitudinales, además de proporcionar información acerca de su distribución geográfica, los intervalos de profundidad, y las asociaciones con el sustrato para cada especie.

Más recientemente, Maluf & Brusca (2005) recopilaron información sobre las especies de equinodermos que hasta esa fecha se habían registrado en el golfo de California, registrando más de 260 especies distribuidas en las lagunas costeras, los esteros, la zona intermareal, la plataforma continental, el talud continental y el plano abisal. Solís-Marín et al. (2005) elaboraron un listado sistemático de las especies de equinodermos del golfo de California representadas en la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, y en el National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D. C. Ellos registraron un total de 193 especies de equinodermos, distribuidas en 108 géneros, 51 familias y 19 órdenes, tanto para aguas someras como profundas. Para el 2006, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (ICO por sus siglas en inglés) de la UNESCO, presentó un atlas fotográfico de los equinodermos de la zona de fractura Clarion-Clipperton, el cual consiste en una serie de fotos del Phylum, descripciones morfológicas y ciertos aspectos del comportamiento, preferencias edáficas e hidrológicas y distribuciones batimétrica y geográfica (Tilot, 2006). Honey-Escandón et al. (2008) elaboraron un listado actualizado de las especies de equinodermos presentes en las costas del Pacífico mexicano según los mismos criterios utilizados por Solís-Marín et al. (2005), y citan un total de 196 especies de equinodermos distribuidas en 112 géneros, 56 familias y 20 órdenes, tanto para aguas someras como profundas. Trego (2008) registró la nueva distribución de tres asteroideos y de un holoturoideo, ambos encontrados en el Pacífico oriental.

De acuerdo con Maluf (1988), había 114 especies de Asteroidea en profundidades cercanas (~ 475 m) o mayores a 500 m en el Pacífico este central. Sin embargo, algunas de estas especies en realidad son típicas de aguas más someras y sólo unos pocos registros corresponden a profundidades mayores a 500 m (i.e., *Luidia asthenosoma* Fisher, 1906, 20-

620 m; *Odontaster crassus* Fisher, 1905, 27-595 m; *Henricia aspera* Fisher, 1906, 18-572 m; *Stylasterias forreri* de Loriol, 1899, 29-532 m). La mayoría de estas 114 especies fueron descritas basándose en material recolectado en el Pacífico este central o en localidades cercanas a lo largo de la costa del Pacífico de América durante expediciones organizadas por instituciones de los Estados Unidos de América (USA).

Teniendo en cuenta las 114 especies que habitan en profundidades cercanas o mayores a 500 m en el Pacífico este central, las contribuciones de Ludwig (1905, 1907: 39 especies descritas), Fisher (1905, 1906a, 1906c, 1910a, 1910b, 1917, 1928: 44 especies descritas) y H.L. Clark (1913, 1920: ocho especies descritas) son, sin duda, las más importantes. En conjunto, contienen el 80% de las descripciones originales de estas 114 especies. Otras contribuciones tratan con material recolectado en la zona o con las especies descritas en otro lugar y posteriormente registradas en el Pacífico este central y completan nuestro conocimiento actual de los asteroideos de aguas profundas en el Pacífico este central (Tabla 1). De acuerdo con Maluf (1988), 55 de estas 114 especies tenían al menos un registro frente a la costa oeste de México, aunque algunos de estos registros pueden no ser plenamente confiables. Algunos datos adicionales relacionados con la distribución de las especies de Asteroidea que ocurren en la costa del Pacífico de México fueron publicados o resumidos en documentos posteriores a la revisión de Maluf en 1988 (i.e., Maluf, 1991; Nybakken et al., 1998; Solís-Marín et al., 2005; Maluf & Brusca, 2005; Keller et al., 2007; Honey-Escandón et al., 2008; Trego, 2008). Sin embargo, una de las contribuciones, publicada por Alton (1966), escapó a la revisión exhaustiva de Maluf (1988). En este documento, Alton registra 54 especies de estrellas de mar recolectadas frente al norte de Oregón, la mayoría formando parte de la fauna batial y abisal. Carey (1972) resumió las distribuciones de los asteroideos de la zona sublitoral hasta la abisal del noreste del océano Pacífico y listó sus tipos de alimentación y fuentes de alimentos. Otra fuente importante de información es la revisión de la filogenia de los Zoroasteridae por Mah (2007), que proporcionó muchos datos nuevos de distribución relacionados con especies presentes frente a la costa oeste de México.

A pesar de que los equinodermos bentónicos han sido recolectados en el talud continental del Pacífico mexicano de manera intermitente desde hace más de un siglo, no se cuenta con registros de alguna evaluación cuantitativa. Con lo que respecta a trabajos de ecología de

equinodermos realizados en el talud continental del Pacífico mexicano, son extremadamente escasos y los pocos que existen están restringidos al golfo de California.

De acuerdo con la literatura citada anteriormente, lo resaltante de este trabajo es que es el primero en su tipo con asteroideos de aguas profundas en el talud continental del golfo de California, México, en donde se lleva a cabo un estudio taxonómico y ecológico.

Tabla 1. Números de especies de Asteroidea de aguas profundas descritas para el Pacífico este central (total, 117) por diversos autores. Fuente: Ludwig (1905); Maluf (1988); Mah (2008). Las especies adicionales son aquellas registradas en esta contribución.

Ludwig (1905)	37	De Loriol (1889)	1
Fisher (1905)	19	Downney (1979)	1
Fisher (1910)	12	Duben & Koren (1846)	1
Fisher (1906)	8	Grube (1865)	1
H.L. Clark (1920)	6	Fisher (1919)	1
A.H. Clark (1916)	3	Linnaeus (1771)	1
Ludwig (1907)	3	Moyana & Larrain Prat (1976)	1
Sladen (1883)	3	Retzius (1805)	1
Sladen (1889)	3	Sars (1865)	1
Fisher (1917)	2	Stimpson (1857)	1
Fisher (1923)	2	Verrill (1909)	1
Fisher (1928)	2	W. Thomson (1873)	1
H.L. Clark (1913)	2	W. Thomson (1877)	1
De Loriol (1887)	1	Zienzehenne (1942)	1
		Especies adicionales	6

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Describir la biocenosis y la distribución geográfica de las especies de asteroideos encontradas en el talud continental del golfo de California, en profundidades mayores a 500 m, a partir del material recolectado en las campañas oceanográficas “TALUD IV-X” realizadas a bordo del Buque Oceanográfico “El Puma” (UNAM).

3.2. Objetivos específicos

- Identificar y cuantificar las especies recolectadas en los muestreos de las campañas “Talud”.
- Comparar la distribución de estas especies con lo citado en la literatura
- Calcular la diversidad y la riqueza de especies encontradas.
- Analizar la composición de las comunidades de Asteroidea en relación con los estratos batimétricos muestreados.
- Establecer las posibles relaciones entre los parámetros fisicoquímicos registrados (profundidad, temperatura, oxígeno, materia orgánica y tipo de sedimento) durante las campañas y la presencia de las especies estudiadas.
- Comparar los patrones de distribución obtenidos de las especies recolectadas con los patrones zoogeográficos reconocidos para la fauna de aguas someras.
- Realizar un catálogo fotográfico y conformar una colección biológica.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El litoral del Pacífico mexicano mide aproximadamente 4,054 km de longitud (De la Lanza-Espino, 1991) y se encuentra ubicado en la región del Pacífico Oriental, entre los $14^{\circ}31'58''\text{N}$ y $32^{\circ}32'03''\text{N}$ y los $92^{\circ}13'44''\text{W}$ y $117^{\circ}07'20''\text{W}$ (Fig.1). En aguas someras, la distribución y la co-ocurrencia de especies marinas en esta región han sido empleadas para definir unidades zoogeográficas (o provincias) contiguas. En el Pacífico, de norte a sur, la zona litoral ha sido dividida en secciones por diversos autores. La subregión templada norte se divide en cuatro provincias: Ártica, Aleutiana, Oregoniana y Californiana (Espinosa-Pérez & Hendrickx, 2006). Por su parte, la subregión templada sur está dividida en tres provincias: Perú-Chile, Transicional Templada y Magallanes (Espinosa-Pérez & Hendrickx, 2006). En el caso de la subregión del Pacífico este tropical, en el cual se sitúa el Pacífico mexicano tropical y subtropical, se ha propuesto una división en cuatro provincias. De norte a sur, estas son las provincias de Cortés, Mexicana, Panámica y de las Galápagos. Parte de la costa oeste de México, de bahía Magdalena hasta la frontera con los USA, forma parte de la provincia Californiana, con carácter templado caliente (Brusca & Wallerstein, 1979; Hendrickx, 1992; Espinosa-Pérez & Hendrickx, 2006).

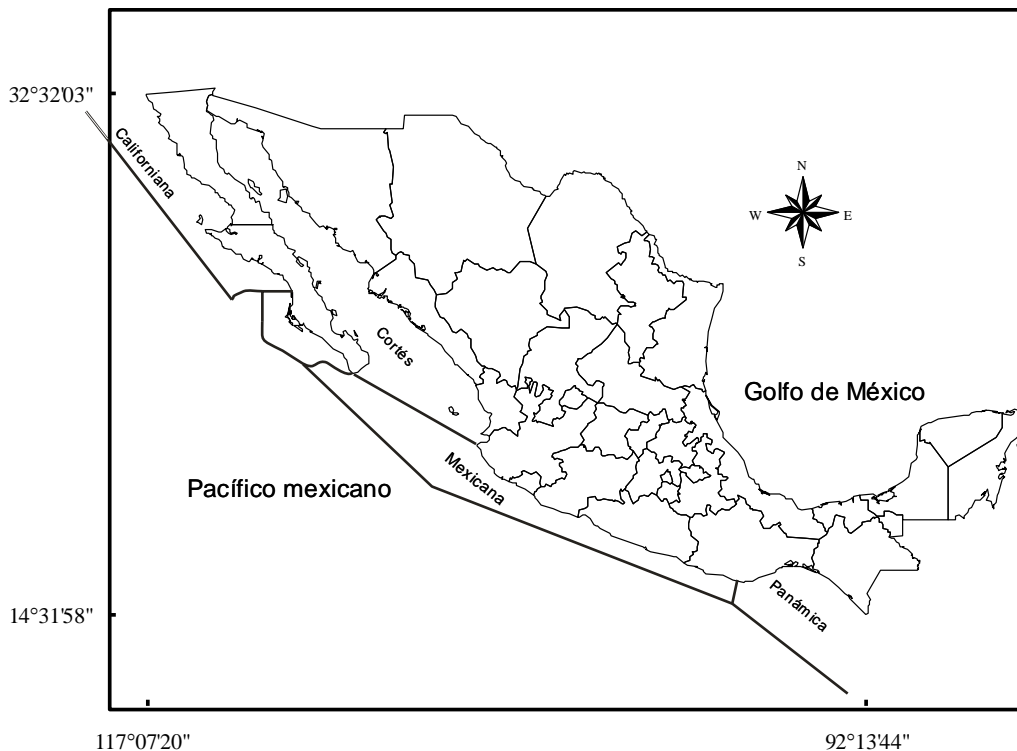


Figura 1. Provincias zoogeográficas someras (< 200 m) actualmente reconocidas para el Pacífico mexicano, según Brusca & Wallerstein (1979) y Hendrickx (1992).

Por lo que respecta a las aguas profundas del Pacífico mexicano (> 200 m), 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).

4.1. Golfo de California

El golfo de California está incluido en la Provincia de Cortés, que se extiende desde el alto golfo de California (delta del río Colorado) hasta Cabo San Lucas, Baja California Sur y Cabo Corrientes, Jalisco, e incluye la porción suroeste de la península de Baja California, hasta el límite extremo norte del complejo lagunar de bahía Magdalena en Boca de Las Animas (Hendrickx, 1992; Hendrickx et al., 2002; 2005) (Fig. 1).

El golfo de California (GC) es una cuenca alargada de aproximadamente 1,000 km de longitud y estrecha, de 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 son interrumpidos bruscamente por una serie de escarpes accidentados, hasta llegar a formar paredes casi verticales en el canal de Ballenas, y 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 1,500 m y divide al GC en dos secciones: 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 3,000 m en la boca (Álvarez-Borrego & Schwartzlose, 1979; Castro et al., 2000).

Otra característica particular 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 & 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 ($T < 23^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}} > 34.60$ ppm), agua del golfo o transicional ($T = 15\text{-}20^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}} > 34.90$ ppm), agua subsuperficial subtropical ($T = 10\text{-}15^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}} > 34.80$ ppm) y agua intermedia antártica ($S_{\text{‰}} < 34.55$ ppm). Durante el verano se presentan las mismas masas de agua que en invierno pero, además, se presenta agua tropical superficial ($T > 25^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}} < 34.00$ 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 amplitud 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 GC 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 (500-1,000 m) y el agua profunda del Pacífico ($> 1,500$ m) que viajan a altas velocidades gracias a las islas (Bray, 1988).

Con respecto al contenido de oxígeno disuelto (COD), los estudios confirman la presencia de una área denominada zona de mínimo de oxígeno (ZMO) en la columna de agua, que se extiende a lo largo del GC (centro y sur), salvo el extremo norte. Esta ZMO presenta condiciones desde hipóxicas (0.5 ml/l) hasta anóxicas (0.0 ml/l) y se localiza a partir de los 75-150 m, según la región, hasta ca 700-800 m (Hendrickx, 2001, 2003; Zamorano et al., 2006; Hendrickx & Serrano, 2010). Incluso este fenómeno se manifiesta a profundidades mayores en algunas áreas (hasta 1,386 m) (Hendrickx & Serrano, 2010). Las COD tienden a recuperarse lentamente una vez superada esta zona, alcanzando valores de hasta 2.0 ml/l a 2.5 ml/l en la franja batimétrica correspondiente a 2,000-2,400 m de profundidad (Hendrickx, 2001, 2003; Hendrickx & Serrano, 2007), indicando que el incremento de la COD está correlacionado positivamente con la profundidad.

En el GC, la temperatura del agua no muestra una estructura especial. En general, por debajo de los 100 m la temperatura superficial se reduce hasta alcanzar 14°C en los 150 m de profundidad (Robinson, 1973; Cano, 1991). En aguas más profundas, la temperatura decrece uniformemente con la profundidad y alcanza valores < 10°C por debajo de los 400-500 m. Hay una progresión ordenada para las porciones más profundas del golfo que van de 10°C a < 4°C a los 2,000 m. A profundidades entre 2,500 y 3,000 m, la temperatura alcanza menos de 1.85°C (Roden & Emilson, 1980; Alvarez-Borrego, 1983; Cano, 1991). Un conjunto de cuencas más al sur (Farallón y Pescadero), que se extiende de aproximadamente los 26° N hasta la boca del golfo, presenta temperaturas de 2°C o menos, característico del fondo marino del Pacífico ecuatorial (Parker, 1964; Hendrickx, 2001). En la plataforma de las costas continental y peninsular se presenta un fenómeno similar, donde se observa que la temperatura disminuye al aumentar la profundidad (Hendrickx, 1992). De acuerdo con Hendrickx (2003) la disminución de la temperatura del agua del fondo esta altamente correlacionada con el aumento de la profundidad.

Hendrickx et al. (2005) dividen al golfo de California en tres regiones faunísticas, basadas en el análisis de Walker (1960) y que modificaron Thomson et al. (1979), y también reconocen la zona de transición templado-tropical del suroeste de la península de Baja California (Brusca & Wallerstein, 1979). Estas regiones faunísticas son como sigue: el “Golfo Norte” se extiende desde el delta del río Colorado hacia el sur hasta bahía San Francisquito (Baja California) y bahía Kino (Sonora), e incluye las islas del Cinturón (siendo las más grandes Tiburón y San Ángel de la Guarda); el “Golfo Central” se extiende desde el margen sureño del Golfo Norte hasta Guaymas (Sonora), sobre la costa continental, y hasta Punta Coyote (Baja California Sur) en la península de Baja California; el “Golfo Sur” se extiende hacia el sur hasta Cabo Corrientes (Jalisco) en la parte continental, y hasta Cabo San Lucas en la punta de la península de Baja California. La región del suroeste de Baja California Sur, “SW Baja”, se extiende por la costa occidental de la península de Baja California desde Cabo Falso (cerca de Cabo San Lucas) hasta el límite extremo norte del complejo lagunar de bahía Magdalena en Boca de Las Ánimas (Fig. 2).

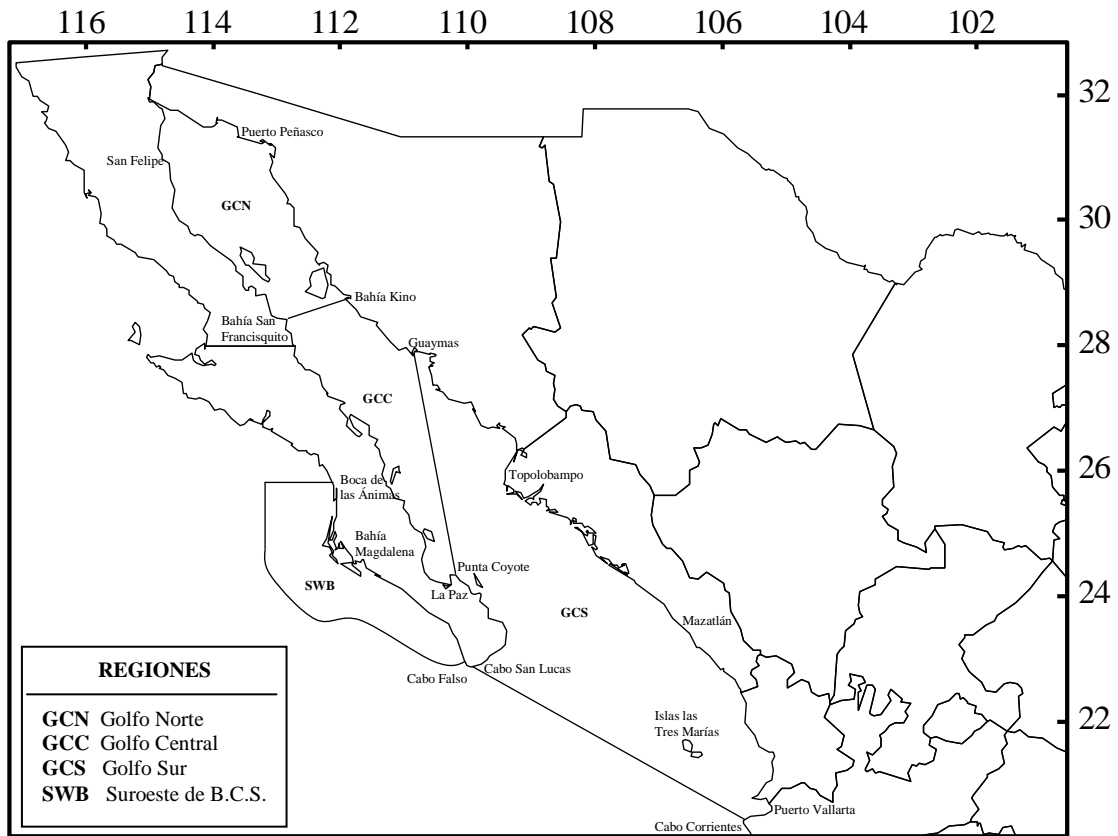


Figura 2. División del golfo de California en tres regiones faunísticas (**GCN**, **GCC**, **GCS**). La región faunística del suroeste de Baja California Sur (**SWB**, solo aguas neríticas) también esta indicada (tomado de Hendrickx et al., 2005).

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Cruceros TALUD IV-X

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, respectivamente, y los TALUD VI y VII se desarrollaron del 13 al 17 de marzo y del 5 al 9 de junio de 2001, respectivamente, en el sureste del golfo de California. Se procuró que en cada crucero las posiciones de las estaciones coincidieran. Éstas quedaron comprendidas entre los 22°-26° N y los 106°-110° W. La profundidad de las estaciones de muestreo osciló entre los 370 y los 2,400 m, aproximadamente. Del 15 al 20 de abril y del 10 al 16 de noviembre de 2005 se realizaron dos campañas oceanográficas adicionales (TALUD VIII y TALUD IX) a lo largo del suroeste del golfo de California, entre los 24°-26° N y los 109°-110° W. Finalmente, el TALUD X, del 7 al 17 de febrero de 2007, se desarrolló en el golfo central, entre los 26°-28° N y los 110°-112° W (Fig. 3). Los organismos y las muestras de sedimentos fueron recolectados durante estas campañas oceanográficas.

5.2. Organismos

Para la recolección de los organismos, se hizo uso del trineo bentónico tipo patín (TB) (Fig. 4), una estructura de acero tubular de boca rectangular de 240 cm de anchura por 90 cm de altura, con una red de arrastre de aproximadamente 5.5 cm de luz de malla. En la parte anterior (boca), el TB presenta unas armellas por las cuales se sujeta al cable oceanográfico (Fig. 4a). En la parte posterior superior, cuenta con unos alerones que le dan estabilidad y dirección (Fig. 4b). En la parte anterior, la red de arrastre presenta una cadena (aprox. 10 kg) a lo largo de la boca rectangular del trineo, en su base, lo que le permite estar siempre en contacto con el fondo marino, asegurando la captura de los organismos (Fig. 4b). Una vez recuperada el TB, se procedió a recolectar los organismos atrapados en la red y separarlos por grupos, familias, géneros o especies. El TB fue utilizado durante todas las campañas oceanográficas.

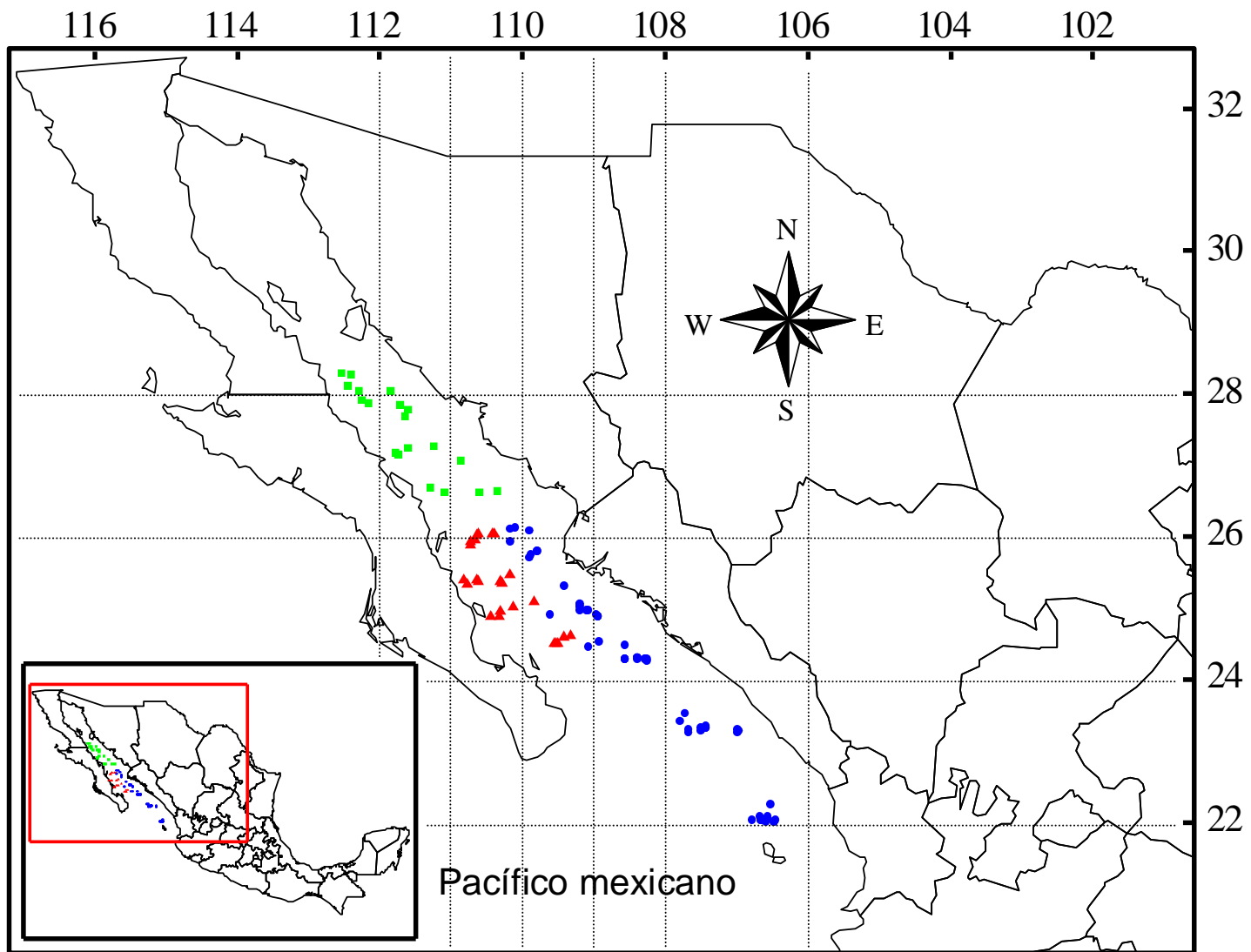


Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se realizaron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD IV-X. Círculo, TALUD IV-VII; triángulo, TALUD VIII-IX; Cuadrado, TALUD X.

5.3. Sedimentos

Las muestras de sedimento utilizadas para los análisis de contenido de materia orgánica y de granulometría fueron obtenidas mediante los aparatos de muestreo que se describen a continuación. La draga tipo Karling modificada (DK) (Fig. 5) es una estructura de acero con una capacidad máxima de almacenaje de 85 l de lodo. Sus dimensiones son 110 cm de largo x 40 cm de ancho x 19.4 cm de altura (Fig. 5a). En la parte superior, la DK cuenta con una armella por la cual se sujeta al cable oceanográfico (Fig. 5d); en la parte central se encuentran las cuchillas recolectoras de sedimento que presentan un largo de 30 cm y una abertura vertical de 7 cm (profundidad teórica del muestreo) (Fig. 5b). En la misma parte central, se extiende un par de brazos de equilibrio, uno a cada lado, con una longitud de 38 cm que sirven para dar estabilidad a la draga (Fig. 5a). En la parte posterior posee una boca de descarga que permanece cerrada por una tapa deslizable durante la maniobra (Fig. 5c). Una vez sacado de la DK, una porción del sedimento fue separada y conservada para los análisis posteriores. Este aparato se utilizó durante todas las campañas oceanográficas TALUD IV-X. La draga de penetración de tipo “Nucleador de caja” Reineck (DR) (Fig. 6) es una estructura de acero con una caja cuadrangular de 42 cm x 41 cm y 59.5 cm de alto con una capacidad máxima de almacenaje de 102 l de lodo, montada sobre una estructura tubular. Una vez recuperada la DR, una porción del sedimento fue conservada para proceder a los análisis. Solamente se utilizó en la campaña oceanográfica TALUD X.

5.4. Procesamiento del material obtenido

Los organismos retenidos en el TB se separaron de acuerdo con el grupo taxonómico al que pertenecen, se almacenaron en frascos etiquetados con los datos del crucero y de la estación y se fijaron en formol al 4% (preparado con agua de mar). Una vez en el laboratorio, las muestras se enjuagaron con agua corriente y fueron trasladados posteriormente a un recipiente con etanol al 70% para su preservación. Con ayuda de un microscopio estereoscópico, se procedió a la identificación de los organismos de acuerdo con la literatura especializada (e.g., Ludwig, 1905; Fisher, 1905, 1906, 1910a, 1910b, 1910c, 1910d, 1911b, 1917, 1923, 1928a, 1928b, 1930; Clark A. H., 1916; Clark H. L., 1920, 1940; Zieshenne, 1937, 1942; Halpern, 1968, 1969, 1970; Downey, 1979; Mah, 2007). Se midieron todos los especímenes examinados (radio mayor y radio menor). Parte del

material que se está citando aquí, fue revisado y corroborado o identificado por Christopher L. Mah del Smithsonian Institution, Washington D.C., USA. Para la elaboración del listado taxonómico, se agregaron cinco muestras de asteroideos recolectadas durante la campaña TALUD III (frente a Sinaloa) en agosto de 1991, lo que a su vez dio como resultado la incorporación de una especie más. Para la organización general del listado taxonómico, se siguió el criterio de Mah (2009). Cabe mencionar que estas muestras del TALUD III no se tomaron en cuenta para los análisis estadísticos por falta de informaciones acerca de los parámetros fisicoquímicos. De los tres aparatos de muestreo utilizados durante las campañas oceanográficas (TALUD IV al TALUD X), únicamente el trineo bentónico resultó ser el aparato que recolectó asteroideos. En el caso de las muestras del TALUD III fueron recolectadas mediante una draga tipo Agassiz. El material recolectado durante este estudio está depositado en la Colección Regional de Invertebrados Marinos (EMU), en Mazatlán, México. Duplicados de algunas especies también fueron depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Ma. Elena Caso Muñoz” (CASO), ICML, UNAM, en México D.F., México, y en la colección del Smithsonian Institution (USNM), en Washington D.C., USA. En la sección sistemática, se incluye la siguiente información: 1) el nombre latino de cada especie tal como esta aceptado actualmente, el sinónimo original (“prime synonym”), los sinónimos (“junior synonyms”) en caso de haber algunos, así como las citas que se refieren al Pacífico de México; 2) el material examinado, con los datos de la campaña, de la estación de muestreo (Est.), la latitud (N) y la longitud (W) correspondientes, la fecha de captura, el número de especímenes y las tallas (intervalos del radio mayor, R y del radio menor, r en milímetros (mm), el número de catálogo del lote (EMU-XXX), el método de muestreo y la profundidad; 3) los registros previos en México, si los hay; 4) la distribución geográfica de la especie y la información disponible acerca de su ecología; 5) de ser el caso, algunos comentarios acerca de la posición taxonómica de la especie, de su distribución o de su ecología. Además, cada especie viene acompañada con una fotografía de las caras aboral (abactinal) y oral (actinal).

5.5. Medición de los parámetros ambientales

Durante las siete campañas, la temperatura y la salinidad se midieron con un CTD en la columna de agua hasta una altura máxima de 10 m sobre el fondo. La posición de las

coordenadas geográficas para cada estación muestreada se trazó utilizando un sistema de navegación GPS. La profundidad fue medida con un ecosonda analógico Edo Western (TALUD IV-VIII) y con un ecosonda digital (TALUD IX-X). Se obtuvieron muestras de agua con la ayuda de botellas Niskin, a diferentes profundidades (sub-superficie, media agua y fondo) a lo largo de la columna de agua para determinar la concentración de oxígeno disuelto por medio del método Winkler (TALUD IV-X), siguiendo el método de Strickland y Parson (1972) y con el CTD equipado con un sensor de oxígeno (TALUD VIII-X). Se conservaron muestras de sedimento (~200 g) que se analizaron en el ICML, UNAM-Mazatlán, con el fin de obtener el porcentaje de materia orgánica por pérdida de ignición (Dean, 1974) y por titulación (Walkey & Black, 1934; Gaudette et al., 1974). Cabe aclarar que el método por ignición mide la pérdida de peso de la muestra después de realizar una combustión seca (a 550 °C) del material orgánico. El método por titulación consiste en oxidar una porción de la muestra con dicromato de potasio en H_2SO_4 , utilizando el calor exotérmico del ácido; posteriormente el exceso de dicromato se titula con una solución de sulfato de amonio ferroso. Por consiguiente, la diferencia de los valores entre ambas técnicas mencionadas es de un orden de magnitud inferior al otro, ya que las concentraciones de materia orgánica total resultan siempre inferiores a los valores obtenidos por pérdidas por ignición (Páez-Osuna et al., 1984). Se determinó la granulometría del sustrato (porcentaje de lodo, arena y grava) por el método de Folk (1965). Los parámetros fisicoquímicos mencionados anteriormente fueron medidos en las estaciones donde se hicieron dragados, revelando muestras con (+) y sin (-) asteroideos. En algunas ocasiones, la Draga Karling (DK) al ser recuperada no contenía sedimento de la estación muestreada, motivo por el cual no se hicieron análisis de granulometría y materia orgánica. Con respecto a los datos no disponibles (ND), se debió a las siguientes causas: en el caso del TALUD VIII y TALUD IX, no se hicieron análisis de materia orgánica por titulación; en el TALUD IX, se perdió la DK en la estación 10 y ya no fue posible obtener muestras de sedimento en las siguientes estaciones; en otras estaciones la falta de muestras se debió a problemas logísticos (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de los parámetros fisicoquímicos medidos durante las campañas oceanográficas TALUD IV-X. Est., estación; Lat., latitud; Long., longitud; PmA, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno; MO, materia orgánica; L, lodo; A, arena; G, grava. ND, no datos.

Talud	Est.	Lat.	Long.	PmA (m)	T (°C)	O ₂ (ml/l)	MO (%)		L (%)	A (%)	G (%)
							ignición	titulación			
IV	3(-)	21 58.46	106 28.89	792.5	5,69	0,19	18,78	5,84	99,40	0,60	0,00
	4(-)	21 59.00	106 35.00	1,245	3,6	0,84	ND	4,06	ND	ND	ND
	5(-)	22 03.30	106 41.30	1,350	2,8	ND	ND	3,90	ND	ND	ND
	13(-)	23 17.51	107 29.85	860	2,8	1,46	ND	ND	ND	ND	ND
	14(-)	23 13.40	107 41.80	2,235	1,9	2,44	ND	4,42	ND	ND	ND
	18(-)	24 15.20	108 17.10	926	4,64	1,03	14,03	3,75	99,20	0,80	0,00
	19(+)	24 15.30	108 24.10	1,198	3,69	0,73	15,19	4,05	99,50	0,50	0,00
	20(+)	24 27.40	108 35.26	1,750	2,99	1,26	15,47	4,09	98,10	1,90	0,00
	25(+)	24 53.20	108 59.40	789	5,03	0,29	9,86	ND	99,10	0,90	0,00
	26(-)	24 56.40	109 05.60	1,237	3,72	0,76	14,69	4,21	99,40	0,60	0,00
	27(-)	24 59.00	109 12.10	1,612.5	2,9	1,32	ND	4,37	ND	ND	ND
	28(-)	24 52.50	109 37.00	2,032	2	2,2	14,96	4,84	99,20	0,80	0,00
	33(-)	25 45.90	109 48.10	1,075	2,75	0,51	13,86	4,09	99,90	0,10	0,00
	34(+)	25 40.68	109 54.40	1,240	3,5	0,79	8,26	ND	20,60	79,40	0,00
	35(-)	25 53.98	110 11.29	2,050	2,5	1,68	10,27	4,21	93,50	6,50	0,00
V	3(-)	21 59.24	106 28.51	730	5,5	0,125	17,23	ND	100,00	0,00	0,00
	5(-)	22 00.95	106 40.02	1,567.5	3	1,15	15,67	5,09	99,90	0,10	0,00
	6(-)	22 00.01	106 48.09	1,980	2,2	1,88	15,5	4,56	94,90	5,10	0,00
	11(+)	23 14.00	107 00.00	860	5,4	0,07	DK vacío	5,78	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	12(-)	23 18.06	107 26.99	1,165	3,8	0,54	11,03	5,39	26,50	73,50	0,00
	14(-)	23 16.33	107 40.75	2,110	2,1	1,98	13,64	ND	100,00	0,00	0,00
	15(-)	23 23.40	107 47.90	2,340	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	18(+)	24 15.21	108 17.15	965	5	0,15	13,74	6,83	100,00	0,00	0,00
	19(+)	24 16.40	108 24.30	1,190	4	0,38	14,05	ND	100,00	0,00	0,00
	20(+)	24 14.74	108 35.30	1,497.5	2,8	1,2	DK vacío	4,82	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	25(+)	24 51.77	108 57.99	830	5,2	0,13	10,87	5,01	98,10	1,50	0,40
26(-)	24 56.31	109 11.80	1,295	3,8	0,53	13,81	5,36	100,00	0,00	0,00	
VI	3(-)	22 00.20	106 28.10	775	5,8	0,214	19,9	5,42	98,80	1,18	0,00
	4(-)	22 00.85	106 34.70	1,220	3,7	ND	14,67	5,84	91,80	8,18	0,00
	5(-)	22 00.70	106 39.93	1,500	2,8	1,742	13,36	4,95	92,70	7,30	0,00
	11(-)	23 14.98	106 59.00	840	5,9	0,169	15,58	6,81	98,80	1,20	0,00
	12(-)	23 18.61	107 26.93	1,105	4,1	0,503	10,66	5,24	93,60	6,40	0,00
	15(-)	23 14.70	107 30.00	2,390	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	18(+)	24 14.92	108 16.28	920	5,3	0,2921	12,21	4,69	99,80	0,20	0,00
	19(+)	24 16.39	108 24.32	1,180	3,7	0,7293	14,41	ND	99,60	0,40	0,00
	20(-)	24 14.80	108 35.19	1,345	3	1,2763	14,52	5,96	99,70	0,30	0,00
	25(-)	24 51.69	108 57.87	840	5,6	0,2167	10,9	5,51	97,30	2,70	0,00
	26(-)	24 56.30	109 06.66	1,230	3,7	1,4013	13,06	4,74	99,50	0,50	0,00
	27(-)	25 01.22	109 11.60	1,590	2,8	1,4389	11,58	5,42	97,80	2,20	0,00
	29(-)	25 16.40	109 24.90	2,080	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33(-)	25 45.83	109 48.66	1,140	4,1	0,5667	DK vacío	4,37	DK vacío	DK vacío	DK vacío	
34(-)	25 43.84	109 53.98	1,255	3,5	0,8655	14,41	4,06	99,60	0,40	0,00	
VII	3(-)	22 13.30	106 31.60	745	6,2	0,77	17,42	4,65	60,30	1,00	38,70
	4(-)	22 03.30	106 34.70	1,215	3,6	0,82	8,55	3,05	93,70	4,60	1,70
	5(-)	22 00.40	106 39.90	1,505	2,8	1,81	ND	4,04	ND	ND	ND
	11(-)	23 15.90	106 59.80	785	5,6	0,15	17,47	3,77	100,00	0,00	0,00
	12(-)	23 18.30	107 26.80	1,080	3,9	0,18	13,97	5,17	99,90	0,10	0,00
	13b(+)	23 30.30	107 44.00	1,425	3,0	1,04	10,55	3,62	88,40	10,40	1,20
	18(-)	24 14.50	108 16.40	980	5,2	0,13	13,12	3,65	100,00	0,00	0,00
	19(-)	24 16.20	108 23.70	1,170	3,6	0,08	12,56	4,09	100,00	0,00	0,00
20(-)	24 14.80	108 35.20	1,500	2,9	0,79	ND	4,02	ND	ND	ND	

Tabla 2. Continuación.

Talud	Est.	Lat.	Long.	PmA (m)	T (°C)	O ₂ (ml/l)	MO (%)		L (%)	A (%)	G (%)
							ignición	titulación			
VII	25(-)	24 51.80	108 58.00	815	4,7	0,04	12,21	2,87	99,73	0,27	0,00
	26(-)	24 25.40	109 05.35	1,200	3,6	0,35	13,42	3,75	97,60	2,40	0,00
	27(-)	25 01.50	109 12.00	1,590	2,7	1,39	14,76	3,58	100,00	0,00	0,00
	32b(-)	26 03.00	109 55.40	865	5,9	0,10	14,74	3,82	100,00	0,00	0,00
	33b(-)	26 06.50	110 06.70	1,280	3,6	0,60	15,36	2,34	100,00	0,00	0,00
	34b(-)	26 05.50	110 10.50	1,510	3,0	0,78	15,36	4,04	100	0,00	ND
VIII	2(-)	24 37.15	109 24.70	2,150	ND	0,189	ND	ND	ND	ND	ND
	3(+)	24 31.65	109 29.60	1,100	3	0,389	7,25	ND	88,63	11,37	0,00
	9(-)	25 01.75	110 06.90	1,650	2,8	0,844	ND	ND	ND	ND	ND
	10(-)	24 58.35	110 17.45	1,500	3	4,341	ND	ND	ND	ND	ND
	11(+)	24 54.45	110 25.50	920	5	0,199	6,03	ND	71,07	27,76	1,17
	15(-)	25 23.70	110 17.40	2,000	4	1,019	4,66	ND	97,87	0,72	1,41
	16(+)	25 24.35	110 37.60	1,030	5	0,199	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	17b(-)	25 24.50	110 48.50	700	6	0,127	18,5	ND	98,72	1,28	0,00
	20(+)	25 56.40	110 43.10	1,150	4	0,303	4,84	ND	99,26	0,74	0,00
	21(-)	26 01.80	110 37.70	1,380	3	0,512	5,49	ND	99,76	0,24	0,00
	22(-)	26 03.90	110 23.95	2,200	2	1,27	4,51	ND	93,58	6,42	0,00
IX	2(-)	24 37.75	109 19.25	2,362.5	2,04	2,37	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	3(-)	24 31.84	109 30.84	1,537	2,9	1,19	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	4(-)	24 30.85	109 32.25	1,520	3,3	0,85	6,23	ND	55,39	35,71	8,90
	8(-)	25 05.94	109 49.25	1,657	2,9	1,16	6,25	ND	40,35	59,65	0,00
	10(-)	24 54.60	110 18.80	1,097	3,6	0,11	ND	ND	ND	ND	ND
	14(-)	25 29.20	110 09.23	2,127	2,35	1,86	ND	ND	ND	ND	ND
	15(-)	25 21.63	110 16.35	2,137.5	2,33	1,78	ND	ND	ND	ND	ND
	16(-)	25 24.00	110 36.80	1,009	4,6	0,15	ND	ND	ND	ND	ND
	17(+)	25 20.85	110 46.37	836	5,75	0,03	ND	ND	ND	ND	ND
	19(-)	25 54.73	110 43.30	1,081	4,3	0,24	ND	ND	ND	ND	ND
	20b(-)	25 58.81	110 38.71	1,286	3,9	0,57	ND	ND	ND	ND	ND
	21b(-)	26 03.50	110 36.04	1,359	3,56	0,57	ND	ND	ND	ND	ND
22(-)	26 03.90	110 23.28	2,261.5	2,5	1,63	ND	ND	ND	ND	ND	
X	4(+)	28 16.10	112 32.83	610	8,22	0,38	ND	ND	ND	ND	ND
	5(+)	28 14.83	112 24.88	828.5	6,65	0,11	ND	ND	ND	ND	ND
	6(-)	28 01.57	112 17.42	1,040	4,07	0,30	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	8(+)	28 05.93	112 26.83	991	4,25	0,26	ND	ND	ND	ND	ND
	9(-)	27 52.85	112 15.88	1,210	3,77	0,32	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	10(+)	27 50.08	112 10.12	1,410.5	3,19	0,44	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	12(-)	28 01.52	111 51.17	475.5	9,40	0,14	ND	2,33	ND	ND	ND
	13(-)	27 49.77	111 43.30	686	5,90	0,12	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	14(+)	27 44.88	111 36.97	924	4,64	0,20	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	15(-)	27 40.40	111 39.90	1,529	3,01	0,51	DK vacío	3,36	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	17(-)	27 08.00	111 44.17	1,307.5	3,46	0,48	DK vacío	3,51	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	18(+)	27 09.10	111 46.90	1,526	3,17	0,52	ND	3,40	ND	ND	ND
	19(-)	27 13.50	111 36.13	1,801	2,91	0,56	DK vacío	ND	DK vacío	DK vacío	DK vacío
	21(-)	27 14.52	111 14.65	1,864.5	2,89	0,63	ND	ND	ND	ND	ND
	22(-)	27 02.77	110 52.95	1,580.5	2,78	0,85	ND	2,91	ND	ND	ND
	25(+)	26 39.07	111 18.33	838.5	5,03	0,18	DK vacío	3,58	DK vacío	DK vacío	DK vacío
26(-)	26 35.27	111 05.98	1,296.5	3,52	0,37	DK vacío	4,00	DK vacío	DK vacío	DK vacío	
29(-)	26 35.60	110 35.73	1,411	3,03	0,55	ND	3,40	ND	ND	ND	
30(-)	26 36.83	110 21.17	1,208	3,56	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

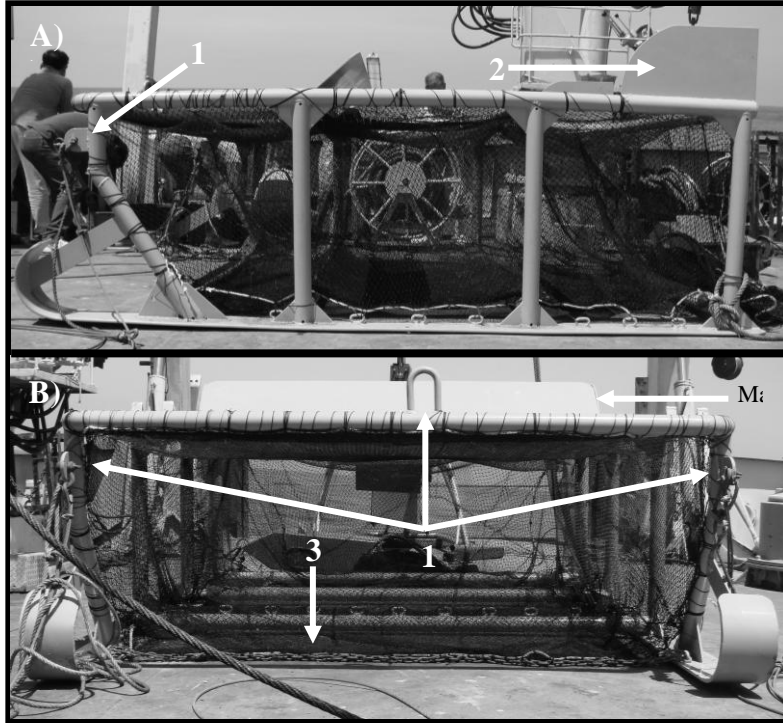


Figura 4. Trineo bentónico. A) Vista lateral, B) vista frontal. 1) Armella para atar el cable oceanográfico; 2) Alerones; 3) Cadena espantadora.

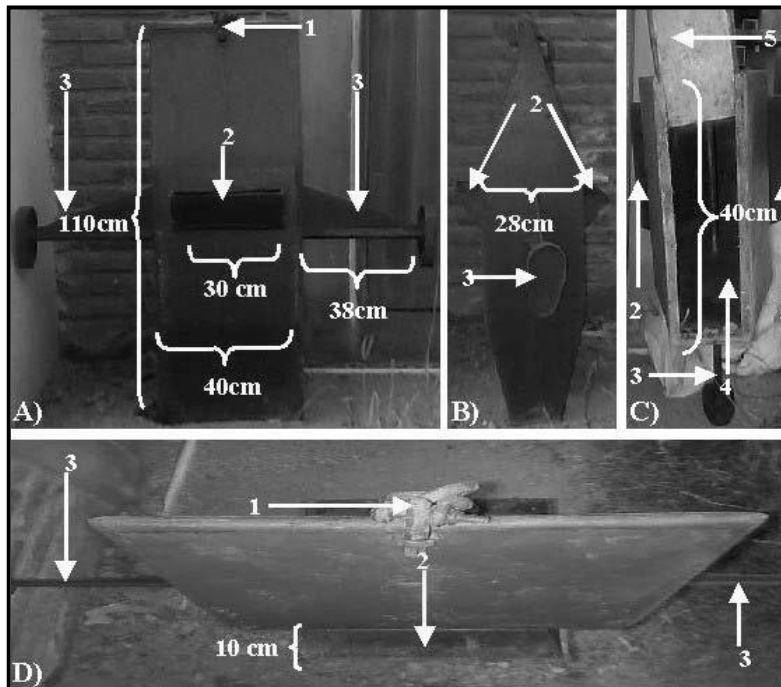


Figura 5. Draga tipo Karling. A) Vista inferior, B) vista lateral, C) vista posterior, D) vista anterior. 1, armella para atar el cable oceanográfico; 2, cuchillas de muestreo; 3, brazos anti-volteo; 4, apertura posterior para descarga; 5, puerta deslizante (tomado de Zamorano, 2006).

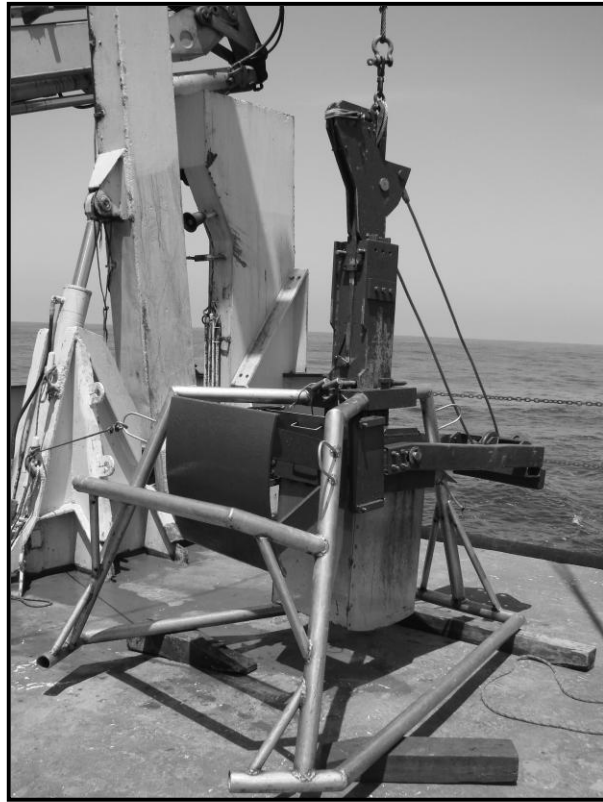


Figura 6. Nucleador de caja tipo Reineck utilizado durante el crucero Talud X.

5.6. Análisis de datos

Los datos que se analizaron son aquellos que corresponden a la fauna recolectada en el TB. Para cada estación de muestreo se calculó el índice de diversidad de Shannon (obtenido en logaritmo base dos y registrado como bits ind⁻¹), el número de especies y la densidad de cada especie (individuos/hectárea) (Krebs, 1999). Se estimó la correlación de Pearson (Excel 2007) entre cada una de las variables bióticas (densidad relativa, riqueza de especies y diversidad) y cada una de las abióticas (profundidad, temperatura, oxígeno, porcentaje de materia orgánica por ignición y titulación, porcentaje de lodo y de arena). Para corroborar el resultado de esta correlación se utilizó la prueba t de Student a niveles de significación desde 95% hasta 99.9 % (Reyes, 1999; Zar, 1999). Se llevó a cabo un análisis cluster para profundidad y oxígeno a partir de la raíz cuarta de las densidades de las especies recolectadas, y el método de agrupamiento por promedio (WPGMA) con el programa Primer 5. Con el fin de conocer cuales intervalos proporcionaban un mejor agrupamiento, para la profundidad se probaron seis intervalos: 100 m, 150 m, 200 m, 300 m, 400 m, 450 m; y para el oxígeno cuatro: 0.20 ml/l, 0.30 ml/l, 0.40 ml/l, 0.50 ml/l. Se utilizaron dos

índices de similitud (Bray-Curtis y distancia Euclidiana). Para fines comparativos sólo se utilizaron los intervalos de 300 m y de 0.40 ml/l empleando los índices de distancia Euclidiana y de Bray-Curtis respectivamente. Se realizaron análisis de correspondencias canónicas ("Canonical Correspondence Analysis" CCA por sus siglas en inglés) utilizando los datos de densidad de especies y de las variables abióticas (profundidad, temperatura y oxígeno), éstos últimos estandarizados a desviaciones estándar (SD) con el programa MVSP 3.1 (Ter Brak, 1986). La materia orgánica por ignición y titulación, el contenido de lodo, de arena y de grava no fueron considerados por falta de datos. Para las muestras recolectadas por el TB se estimó el área de barrido (distancia recorrida, considerando una velocidad constante de arrastre de 1.75 nudos en promedio, multiplicada por la anchura de la boca del equipo) y se calcularon las densidades estandarizadas, equivalentes al número de individuos por hectárea (ind ha⁻¹). Una vez calculada la densidad de cada especie, estas se sumaron para obtener el valor de densidad por estación.

$$\begin{array}{l} d = v \times t \\ a = 2.40 \text{ m} \\ \text{área} = a \times d \end{array}$$

Donde:

d = distancia recorrida por el trineo. a = anchura del TB.
v = velocidad. área = área muestreada por el TB.
t = tiempo.

5.7. Morfología general de los Asteroidea

La forma general del cuerpo de un asteroideo es la de una estrella, con un disco central y brazos periféricos proyectándose simétricamente (Fig. 7). El número de brazos generalmente es de cinco, aunque algunas especies presentan más brazos (hasta 50). La longitud de los brazos de las especies de aguas poco profundas puede ser varias veces el diámetro del disco o puede extenderse más allá del margen del disco en las especies con una forma pentagonal. Algunas estrellas de mar son casi esféricas (Hendler et al., 1995). Los brazos de los asteroideos no se distinguen con claridad del disco central; es decir,

generalmente se convierten poco a poco en el disco central y algunas especies presentan brazos sumamente cortos (Ruppert & Barnes, 1996).

Entre los caracteres distintivos, sobre la superficie superior del disco está una madreporita (Fig. 8A) localizada interr radialmente, a menudo de un color contrastante y usualmente surcado y perforado con poros microscópicos. Las especies con más de cinco brazos y las estrellas de mar con reproducción asexual pueden tener numerosas madreporitas (Hendler et al., 1995). También existen unas placas abactinales que cubren toda la superficie aboral (abactinal) de la estrella y que están delimitadas por unas placas marginales llamadas superomarginales (Fig. 8A). Desde el centro del disco hasta la punta del brazo corre una línea de placas denominadas placas carinales. La boca se encuentra en el centro de la cara inferior del disco que, junto con la superficie inferior de los brazos, se denomina superficie oral (actinal). Desde la boca, parte radialmente un surco hacia cada uno de los brazos (Fig. 8B).

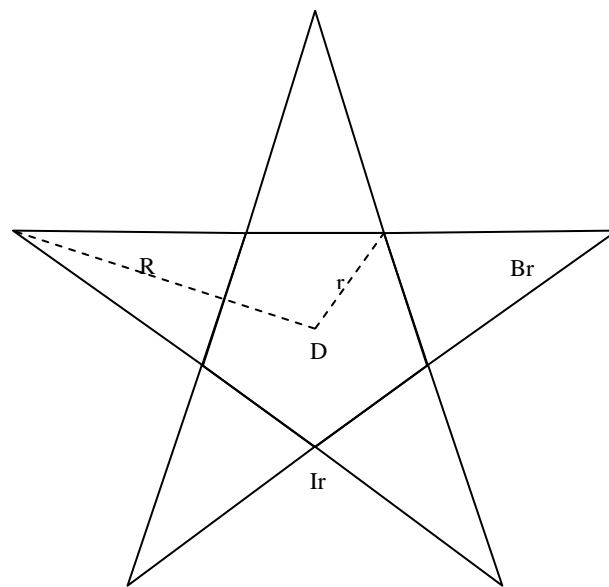


Figura 7. Principales divisiones y medidas de una estrella de mar (esquemático). Br, brazo; D, disco; Ir, interr radial; R, radio mayor; r, radio menor.

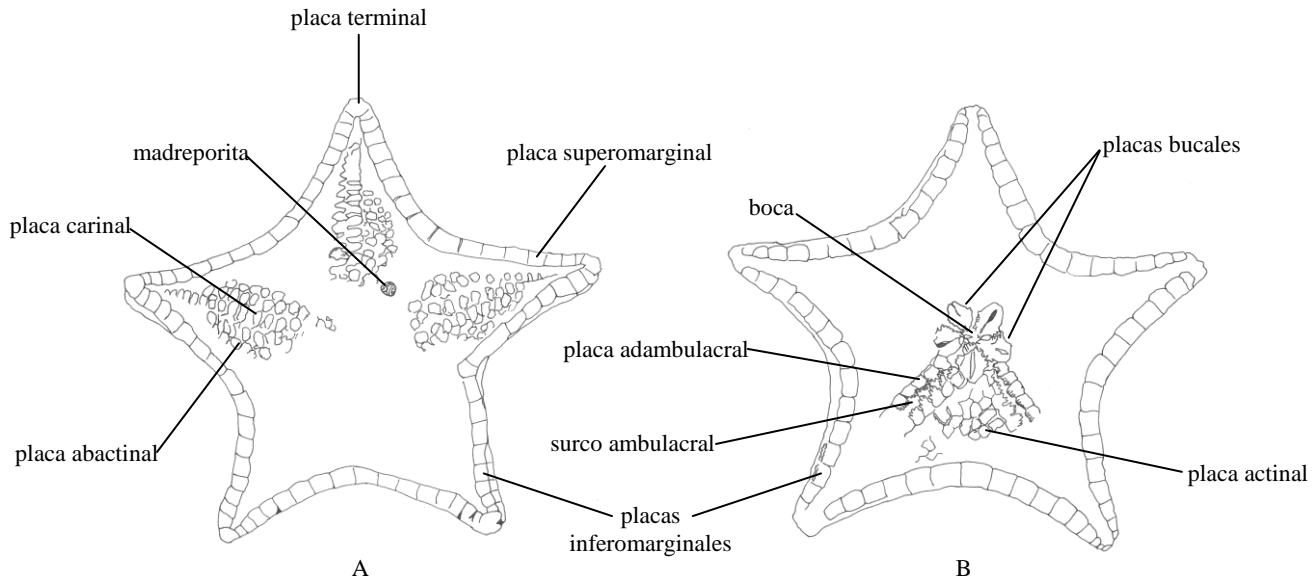


Figura 8. Principales características morfológicas de una estrella de mar. *Ceramaster leptoceramus* (Talud IV, Est. 25), en vista dorsal (abactinal) (A) y en vista ventral (actinal) (B).

Cada uno de estos surcos (surco ambulacral) presenta dos o cuatro filas de pequeños apéndices tubulares, denominados pies ambulacrales, o podios. En el extremo distal de cada brazo hay uno o más pies ambulacrales pequeños en forma de tentáculo, de función sensorial, así como un pequeño ocelo de color rojo. Los surcos ambulacrales están protegidos por unas hileras de espinas marginales móviles que se pueden abatir tapándolos (Ruppert & Barnes, 1996). Estas hileras de espinas están ubicadas en unas placas denominadas placas adambulacrales (Fig. 8B), motivo por el cual reciben este nombre. En el lado adoral de las primeras placas adambulacrales más proximales, se encuentra una placa oral o bucal que, junto con la otra, forman una sola pieza; en total son cinco piezas llamadas mandíbulas. Interradial y radialmente existe un conjunto de placas llamadas placas actinales que, al igual que en la superficie dorsal, están delimitadas por unas placas nombradas placas inferomarginales (Fig. 8B). Para los términos utilizados en este apartado, véase el glosario.

6. RESULTADOS

6.1. Material recolectado

En total, 373 organismos fueron recolectados durante las campañas oceanográficas TALUD III-X. Se identificaron 18 especies de asteroideos bentónicos (cinco del orden Forcipulatida, dos Notomyotida, cuatro Paxillosida, dos Spinulosida, tres Valvatida y dos Velatida), de las cuales tres quedaron identificadas a nivel de género (Tabla 3). Cabe recordar que se agregaron muestras correspondientes al TALUD III, dando como resultado la incorporación de una especie más y que únicamente se registró durante esta campaña, además, no fue considerada en los análisis estadísticos. Las muestras de asteroideos fueron obtenidas en un intervalo de profundidad de 587 a 2,000 m. Un total de 61 estaciones fueron muestreadas con el TB durante las campañas TALUD IV-X y sólo en 19 de estas se presentaron asteroideos. El número de estaciones visitadas durante los cruceros TALUD que fueron consideradas durante este estudio quedó como sigue: TALUD IV-VII, 24 estaciones, de las cuales siete presentaron asteroideos (Fig. 9); TALUD VIII-IX, 18 estaciones, de las cuales cinco presentaron asteroideos (Fig. 10); TALUD X, 19 estaciones, de las cuales siete presentaron asteroideos (Fig. 11). Durante el TALUD IV, se recolectaron asteroideos en cuatro estaciones. En el TALUD V se registraron en cinco estaciones, mientras que en el TALUD VI y en el TALUD VII el número de estaciones con asteroideos disminuyó a dos y una, respectivamente. El TALUD VIII presentó asteroideos en cuatro estaciones y el TALUD IX en sólo una estación. Finalmente en el TALUD X se recolectaron asteroideos en siete estaciones (Tabla 3). No hay que olvidar que de los tres aparatos de muestreo utilizados durante el proyecto TALUD (draga tipo Karling, nucleador de caja tipo Reineck y trineo bentónico), únicamente el trineo bentónico resultó ser el aparato que recolectó muestras de asteroideos.

Tabla 3. Listado taxonómico de las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas oceanográficas TALUD III-X. Cl., clave de la especie para análisis posteriores; Est., estación; Prof., profundidad de arrastre en metros; Org., número de organismos. Además se indica el número de catálogo correspondiente para cada lote.

Orden	Familia	Especie	Cl.	Talud	Est.	Prof.	Org.	Catálogo	
Forcipulatida	Pedicellasteridae	<i>Ampheraster chiroplus</i>	Ar	VIII	11	920	1	EMU-8981	
			<i>Ampheraster hyperoncus</i>	Ah	IV	25	778-800	2	EMU-8982A, B
				IX	17	826-846	1	EMU-8983	
				X	4	587-633	19	EMU-8984A, B; CASO; USNM	
					5	820-837	2	EMU-8992	
				14	905-943	7	EMU-8991A, B		
			<i>Anteliaster coscinactis</i>	Ac	VIII	11	920	1	EMU-8985
	Zoroasteridae	<i>Myxoderma platyacanthum</i>	Mp	IV	25	778-800	1	EMU-8971	
				VI	18	890-950	4	EMU-8972A, B	
				VIII	16	1,030	1	EMU-8973	
				IX	17	826-846	2	EMU-8974	
				X	5	820-837	11	EMU-8975; CASO; USNM	
					8	975-1,007	1	EMU-8976	
			<i>Myxoderma sacculatum</i>	Ms	III	14A	1,016-1,020	1	EMU-8977
				24A	1,027-1,060	1	EMU-8978		
Notomyotida	Benthopectinidae	<i>Nearchaster aciculosus</i>	Na	V	19	1,180-1,200	5	EMU-8996A, B	
						25	800-860	1	EMU-8997
				IX	17	826-846	14	EMU-8998	
				X	10	1,399-1,422	6	EMU-8999A, B	
					14	905-943	81	EMU-9000A, B; CASO; USNM	
				25	837-840	6	EMU-9001		
			<i>Pectinaster agassizii</i>	Pa	IV	19	1,196-1,200	1	EMU-9002
					34	1,240	1	EMU-9003	
			X		18	1,526	2	EMU-9004A, B	
		Paxillosida	Astropectinidae	<i>Dipsacaster laetmophilus</i>	Dl	III	14A	1,016-1,020	2
	VIII					16	1,030	2	EMU-8964
	X					10	1,399-1,422	1	EMU-8962
	<i>Thrissacanthias penicillatus</i>			Tp	III	14A	1,016-1,020	1	EMU-8965
					24A	1,027-1,060	1	EMU-8966	
				V	19	1,180-1,200	1	EMU-8967	
			VIII	3	1,100	1	EMU-8968		
				16	1,030	3	EMU-8969A, B		
				20	1,150	1	EMU-8970		
	Ctenodiscidae		<i>Ctenodiscus crispatus</i>	Cc	IV	20	1,500-2,000	1	EMU-8979
			V		20	1,470-1,525	1	EMU-8980	
	Radiasteridae		<i>Radiaster</i> sp. nov.	Rsp	IV	25	778-800	3	EMU-8957
					V	11	850-870	2	EMU-8958
		VI			18	890-950	5	EMU-8959	
		IX			17	826-846	44	EMU-8956A, B; USNM	
		X			14	905-943	56	EMU-8961A, B; USNM	
			25	837-840	6	EMU-8960			
Spinulosida	Echinasteridae	<i>Henricia</i> sp. 1	H1	VIII	11	920	1	EMU-9009	
					X	4	587-633	7	EMU-9010A, B
		<i>Henricia</i> sp. 2	H2	X	4	587-633	4	EMU-9011A, B	

Tabla 3. Continuación.

Orden	Familia	Especie	Cl.	Talud	Est.	Prof.	Org.	Colección
Valvatida	Goniasteridae	<i>Ceramaster leptoceramus</i>	Cl	IV	25	778-800	1	EMU-8986
				V	18	940-990	1	EMU-8987
				VIII	16	1,030	1	EMU-8988
				X	4	587-633	10	EMU-8990A, B; CASO; USNM
	<i>Mediaster transfuga</i>	Mt	IV	25	778-800	1	EMU-8993	
			V	11	850-870	2	EMU-8994A, B	
	<i>Nymphaster diomedae</i>	Nd	VI	19	1,160-1,200	1	NO CATALOGADO	
VII			13b	1,400-1,450	2	EMU-8995A, B		
Velatida	Korethrasteridae	<i>Peribolaster biserialis</i>	Pb	X	4	587-633	2	EMU-9008A, B
	Solasteridae	<i>Lophaster furcilliger</i>	Lf	VIII	11	920	17	EMU-9005A, B; CASO; USNM
				X	4	587-633	1	EMU-9006
				5	820-837	19	EMU-9007A, B	

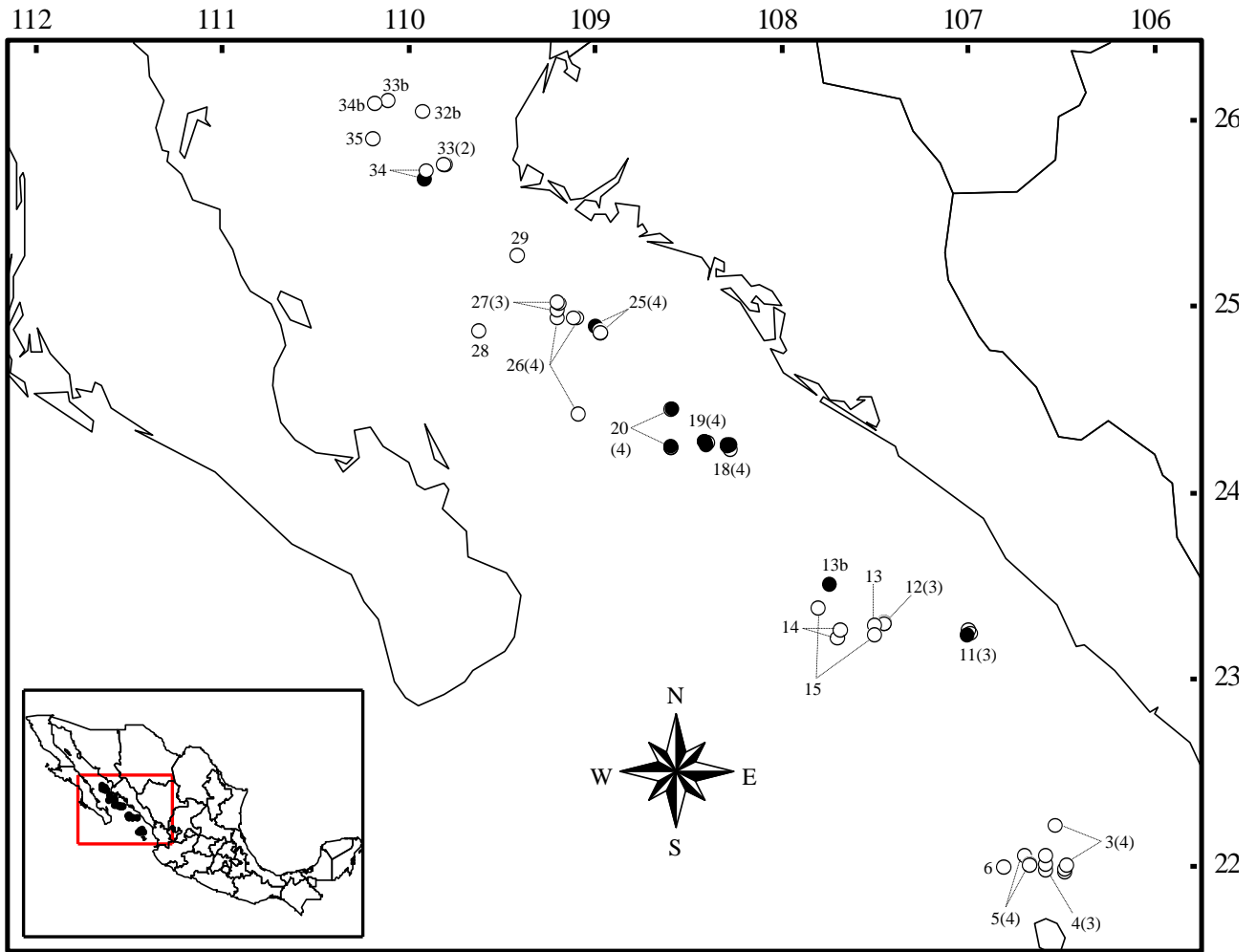


Figura 9. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD IV-VII. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos. Los números entre paréntesis indican el número total de veces que se muestreó la estación.

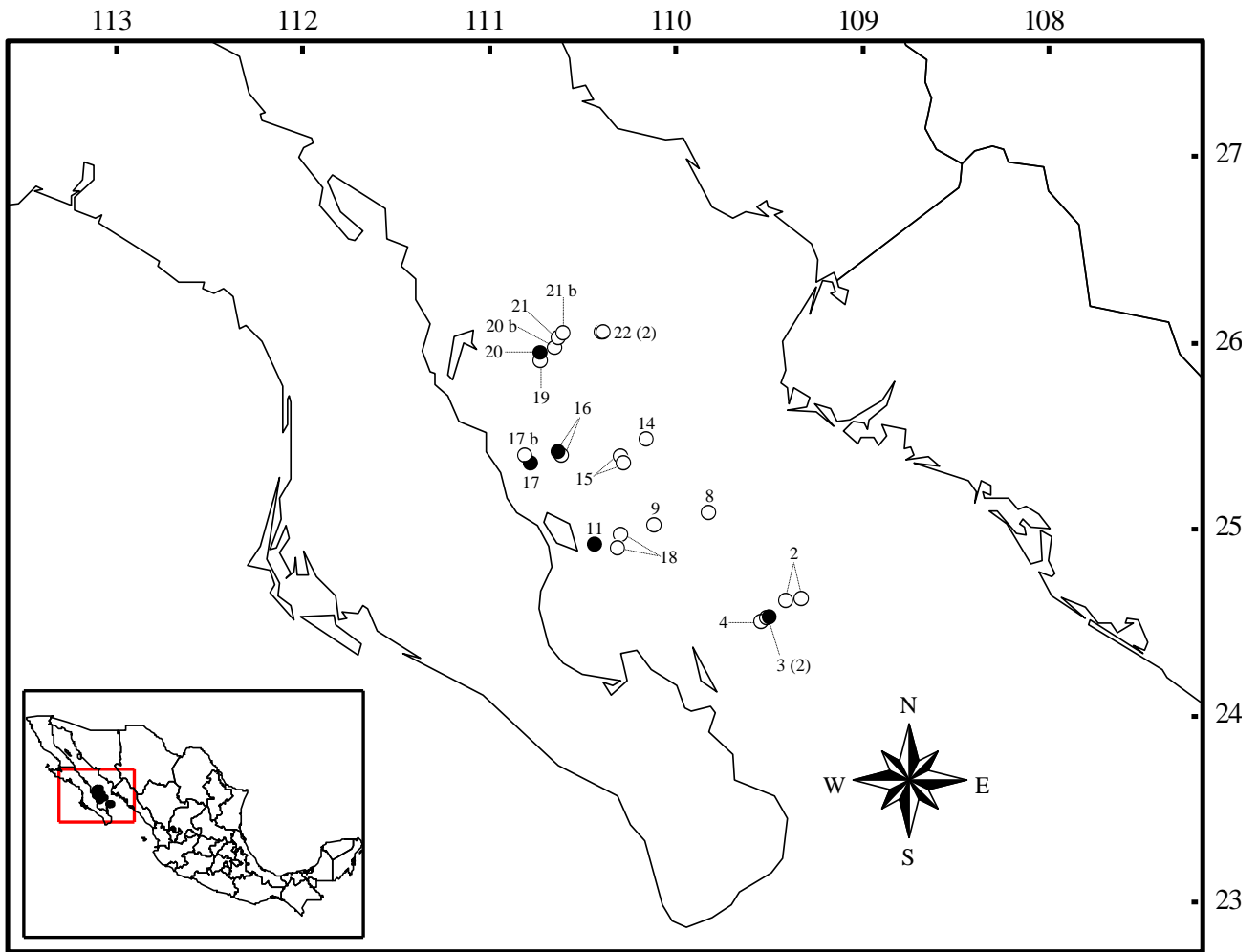


Figura 10. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante las campañas oceanográficas TALUD VIII-IX. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos. Los números entre paréntesis indican el número total de veces que se muestreó la estación.

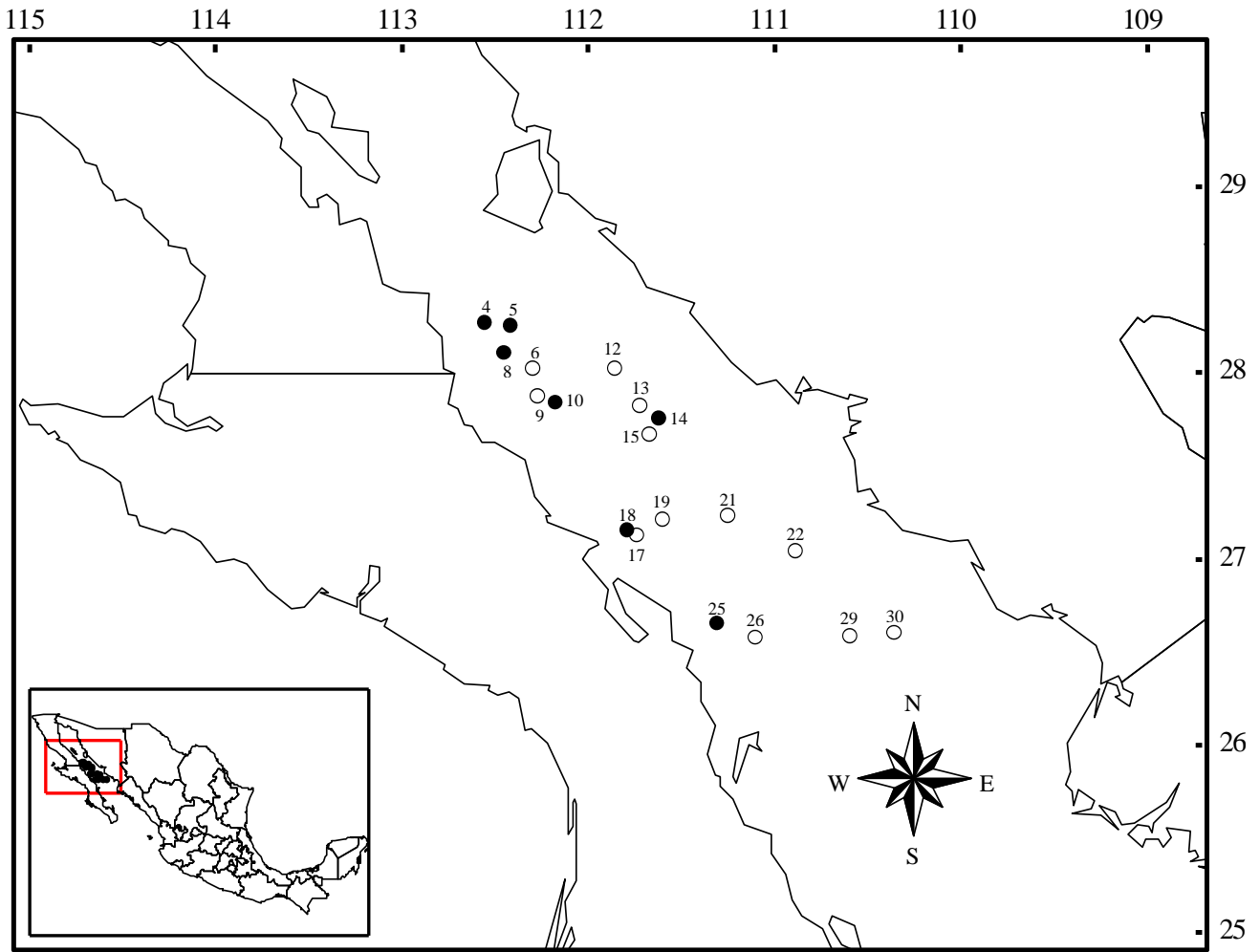


Figura 11. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se hicieron arrastres con el TB durante la campaña oceanográfica TALUD X. ●, estaciones con asteroideos; ○, estaciones sin asteroideos.

6.2. Sección sistemática

A continuación se presenta la información correspondiente al material examinado durante este estudio, siguiendo la secuencia taxonómica de la tabla 3.

FORCIPULATIDA PEDICELLASTERIDAE

Ampheraster chiroplus Fisher, 1928

Fig. 12

Ampheraster chiroplus Fisher, 1928a: 81 (clave), 84, pl. 31, figs. 3, 3a-d, pl. 32, fig. 2, pl. 35, fig. 2, pl. 37, fig. 2.

Ampheraster chiroplus.- Fisher, 1930: 201 (lista).- Alton, 1966: 1710.- Muscat, 1980: 265.- Maluf, 1988: 45 (tabla), 126 (lista).

Material examinado.- TALUD VIII, Est. 11 (24°54'27"N, 110°25'30"W), 17/abril/2005, 1 espécimen (R = 50.26 mm, r = 9.59 mm) (EMU-8981), trineo bentónico, 920 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- Ninguno.

Distribución y ecología.- Sólo se conoce de la localidad tipo, "Albatross" Est. 4427 (34°02'0"N 119°31'0"W), frente a la isla Santa Cruz, California, en profundidades de 817-933 m (Fisher, 1928a), y desde el norte de Oregon, frente al suroeste de la boca del río Columbia, a 732 m (Alton, 1966). Maluf (1988: 45) cita sólo la localidad tipo para esta especie, pero indica un intervalo de profundidad de 417 a 933 m, probablemente debido a un error de conversión de brazas a metros. El presente registro amplía la distribución para esta especie al suroeste del golfo de California (Fig. 13), a una profundidad similar a la registrada en la localidad tipo. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 5.00°C y 0.20 ml O₂/l (crucero TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- *Ampheraster* es un miembro de los Pedicellasteridae poco comúnmente encontrado, que se caracteriza por la ausencia de una carina aboral, un esqueleto débilmente calcificado y filas de pies ambulacrales biseriados (pies ambulacrales cuadriseriados proximalmente en algunas especies). Son relativamente pocos los caracteres que permiten distinguir las dos especies incluidas en este estudio. Podría tratarse de una sola especie de amplia distribución, cuyas variaciones morfológicas son de naturaleza intra-específicas. Aunque algunas diferencias discretas en la morfología del esqueleto parecen apoyar la separación entre estas dos especies sureñas y *A. marianus* (Ludwig, 1905) (distribuida más al norte), existen varios caracteres compartidos, lo que sugiere una estrecha relación.

Ampheraster hyperoncus (H.L. Clark, 1913)

Fig. 14

Pedicellaster hyperoncus H.L. Clark, 1913: 201, pl. 44, figs. 3, 4.

Ampheraster hyperoncus.- Fisher, 1928a: 81 (clave).- Maluf, 1988: 46 (tabla), 126 (lista).

Material examinado.- TALUD IV, Est. 25 (24°53'12"N, 108°59'24"W), 26/agosto/2000, 1 espécimen (R = 40.61 mm, r = 3.82 mm) (EMU-8982A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 63.49 mm, r = 5.85 mm) (EMU-8982B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 778-800 m.

TALUD IX, Est. 17 (25°20'51"N, 110°46'22"W), 13/noviembre/2005, 1 espécimen (R = 21.1 mm, r = 4.03 mm) (EMU-8983), trineo bentónico, 826-846 m (Id. C. Mah).

TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 13 especímenes [(R = 15.74-30.46 mm, r = 2.76-5.17 mm) (EMU-8984A) (Id. CM. Zárate-Montes), 1 espécimen (R = 29.61 mm, r = 4.74 mm) (EMU-8984B) (Id. C. Mah), 2 especímenes (R = 25.04 mm, r = 3.79 mm; R = 18.43 mm, r = 2.92 mm) (ICML-UNAM 2.202.0) y 3 especímenes (R = 20.63 mm, r = 3 mm; R = 23.47 mm, r = 3.83 mm; R = 22.67, r = 2.77 mm) (USMN), trineo bentónico, 587-633 m.

TALUD X, Est. 5 (28°14'50"N, 112°24'53"W), 9/febrero/2007, 2 especímenes (R = 11.69 mm, r = 1.88 mm; R = 16.67 mm, r = 2.41 mm) (EMU-8992), trineo bentónico, 820-837 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 14 (27°44'53"N, 111°35'58"W), 11/febrero/2007, 6 especímenes (R = 10.57-25.20 mm, r = 1.77-3.19 mm) (EMU-8991A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 36.07 mm, r = 6.18 mm) (EMU-8991B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 905-943 m.

Registros previos en México.- Localidad tipo, "Albatross" Est. 5675 (27°07'08"N 114°33'10"W), al suroeste de bahía de San Cristóbal, en la costa oeste de Baja California, México, 519 m (Fig. 13) (H.L. Clark, 1913).

Distribución y ecología.- Sólo se conoce de dos localidades en el Pacífico este: la localidad tipo en México y en el norte de Perú, en profundidades de 519 m (Maluf, 1988). Los presentes registros amplían la distribución para esta especie al sureste, suroeste y centro del golfo de California, en profundidades de 587-943 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 7°C (H.L. Clark, 1913); 4.64-8.22°C y 0.03-0.38 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Se amplía el límite más profundo a 943 m. Véase en *A. chiropilus*.

Anteliaster coscinactis Fisher, 1923

Fig. 15

Anteliaster coscinactis Fisher, 1923: 252.

Anteliaster coscinactis.- Fisher, 1928a: 69 (clave), 70, pl. 29, figs. 1, 1a-e, pl. 35, fig. 6, pl. 36, fig. 4, pl. 37, fig. 3; 1930: 201 (lista).- Alton, 1966: 1711.- Maluf, 1988: 46 (tabla), 126 (lista).

Anteliaster coscinactis megatretus Fisher, 1928a: 69 (clave), 71, pl. 29, figs. 2, 2a, 2b, pl. 35, figs. 5, 5a (cerca de punta San Pablo, Baja California).

Pedicellaster improvisus.- H.L. Clark, 1913: 202 (por error).

Anteliaster coscinactes.- Muscat, 1980: 265.

Material examinado.- TALUD VIII, Est. 11 (24°54'27"N, 110°25'30"W), 17/abril/2005, 1 espécimen (R = 33.49 mm, r = 3.87 mm) (EMU-8985), trineo bentónico, 920 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- Localidad tipo de *Anteliaster coscinactis megatretus*, “Albatross” Est. 5675, al suroeste de bahía de San Cristóbal, frente a punta San Pablo (27°07'08"N, 114°33'10"W), en la costa oeste de Baja California, 519 m (Fisher, 1928). Misma estación (“Albatross” Est. 5675), como *P. improvisus* (Fig. 13) (H.L. Clark, 1913).

Distribución y ecología.- Desde isla Santa Cruz (localidad tipo), “Albatross” Est. 4427, (34°02'0"N 119°31'0"W), 817-933 m, California, USA, hasta bahía San Cristóbal, Baja California, México, en profundidades de 519-933 m (Maluf, 1988). También presente frente al norte de Oregon (Alton, 1966) y Columbia Británica entre 837-950 m (Lambert, 2007). El presente registro amplía la distribución para esta especie al suroeste del golfo de California, a una profundidad similar a su profundidad máxima conocida. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 7°C (Fisher, 1928); 5.00°C y 0.20 ml O₂/l (crucero TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- La especie de *Anteliaster* encontrada es un Pedicelasterido poco frecuente. Las especies de este género se diferencian sobre la base de las pápulas y los pedicelarios, ambos fácilmente removidos durante los métodos de recolección turbulentos, como las redes. La disponibilidad de especímenes adicionales con detalles morfológicos más claros podría aclarar aún más la diferenciación entre las especies de *Anteliaster*. *Anteliaster coscinactis megatretus* fue reconocido como un sinónimo junior de la subespecie nominal, *A. c. coscinactis*, por Alton (1966: 1711).

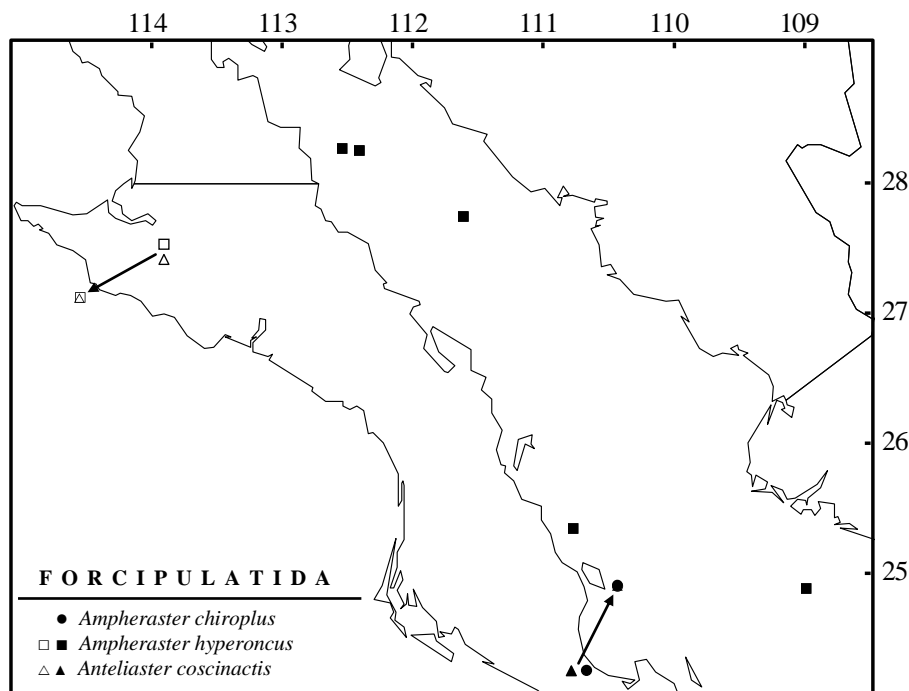


Figura 13. Distribución de las especies de Pedicellasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

ZOROASTERIDAE

Myxoderma platyacanthum (H.L. Clark, 1913)

Fig. 16

Zoroaster platyacanthus H.L. Clark, 1913: 199, pl. 44, figs. 1, 2; 1920: 95.

Myxoderma platyacanthum.- Fisher, 1919: 392 (clave), 393 (texto); 1928a: 45 (clave), 52, pl. 15, fig. 3, pl. 16, figs. 2, 2a, pl. 23, fig. 2, pl. 24, fig. 1, pl. 25, figs. 1, 2; 1930: 201 (lista).- H.L. Clark: 1920: 99 (clave); 1923: 152.- Muscat, 1980: 266.- Maluf, 1988: 44 (tabla), 124 (lista).- Solís-Marín et al., 2005: 126.- Mah, 2007: 192.

Myxoderma platyacanthum rhomaleum Fisher, 1919: 392 (clave), 393 (texto); 1928a: 45 (clave), 54 (texto), pl. 14, figs. 3, 3a, pl. 15, fig. 2, pl. 16, fig. 1, pl. 23., fig. 1, pl. 24., fig. 2, pl. 25, fig. 3; 1930: 201 (lista).- Alton, 1966: 1709.

Material examinado.- TALUD IV, Est. 25 (24°53'12"N, 108°59'24"W), 26/agosto/2000, 1 espécimen (R = 53.12 mm, r = 7.45 mm) (EMU-8971), trineo bentónico, 778-800 m (Id. C. Mah).

TALUD VI, Est. 18 (24°14'55"N, 108°16'17"W), 15/marzo/2001, 3 especímenes (R = 59.09 mm, r = 7.84 mm; R = 56.39 mm, r = 6.15 mm; R = 57.14 mm, r = 7.25 mm) (EMU-8972A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 57.54 mm; r = 7.7 mm) (EMU-8972B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 890-950 m.

TALUD VIII, Est. 16 (25°24'21"N, 110°37'36"W), 18/abril/2005, 1 espécimen (R = 22.72 mm, r = 4.87 mm) (EMU-8973), trineo bentónico, 1,030 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD IX, Est. 17 (25°20'51"N, 110°46'22"W), 13/noviembre/2005, 2 especímenes (R = 19.96 mm, r = 4.34 mm; R = 21.03 mm, r = 4.47 mm) (EMU-8974), trineo bentónico, 826-846 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 5 (28°14'50"N, 112°24'53"W), 9/febrero/2007, 6 especímenes (R = 33.17-42.37 mm, r = 8.51-11.29 mm) (EMU-8975), 2 especímenes (R = 28.21 mm; r = 5.7 mm; R = 32.74 mm, r = 5.22 mm) (ICML-UNAM 2.129.4) y 3 especímenes (R = 31.43 mm, r = 6.45 mm; R = 19.99 mm, r = 3.27 mm; R = 35.01 mm, r = 5.89 mm) (USNM), trineo bentónico, 820-837 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 8 (28°05'56"N, 112°26'50"W), 10/febrero/2007, 1 espécimen (R = 60.25 mm, r = 9.74 mm) (EMU-8976), trineo bentónico, 975-1,007 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- Localidad tipo, "Albatross" Est. 5675, Punta San Pablo (27°07'08"N 114°33'10"W), suroeste de bahía San Cristóbal, en la costa oeste de Baja California, 519 m (H.L. Clark, 1913). Sonora (sin localidad precisa; Solís-Marín, com. pers.), golfo de California (Solís-Marín et al., 2005). Al sur de isla San Pedro (27°40'N, 111°29'36"W a 27°32'06"N, 111°20'06"W), al suroeste de Guaymas, Sonora, golfo de California, 931-952 m (Fig. 17) (Mah, 2007).

Distribución y ecología.- Punta Piedras Blancas, USA, hasta bahía San Cristóbal, Baja California, México, en profundidades de 256-768 m (Maluf, 1988). Frente a Sonora, golfo de California central, México (Solís-Marín et al., 2005). También presente frente a la parte central de Columbia Británica, Canadá, a 2,904 m; al sur del estado de Washington, USA, a 1,006 m; desde 91 m a 2,904 m (Mah, 2007). Los registros de los TALUD confirman la presencia *M. platyacanthum* en el golfo de California hasta frente al estado de Sonora, aproximadamente 28°14'N, México, en profundidades de 778-1,030 m. El contenido

estomacal de *M. platyacanthum* incluye osículos de ofiuroideos y bivalvos (Mah, 2007). Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 7°C (H.L. Clark, 1923); 4.25-6.65°C y 0.03-0.29 ml O₂/l (cruceros TALUD). La localidad tipo de *Myxoderma platyacanthum rhomaleum* es frente a Oregon (“Albatross” Est. 2890, 43°46'N, 124°57'W). Fisher (1928a) registra esta especie frente a Oregon hasta el sur de California, en profundidades de 507-541 m, con temperaturas de fondo de 5.4-5.7°C (Tabla 4).

Comentarios.- *Myxoderma* forma parte de un conjunto de especies que se extiende por la costa oeste de Norteamérica hasta Chile (Mah, 2007). De acuerdo con Mah (2007), *Myxoderma* se presenta frecuentemente en fondos suaves y en una gran abundancia.

Myxoderma sacculatum (Fisher, 1905)

Fig. 18

Zoroaster (Myxoderma) sacculatus Fisher, 1905: 315 (clave), 316 (texto) (“Albatross” Est. 4517, frente a Punta Pinos, bahía Monterey, California).

Zoroaster evermanni.- H.L. Clark, 1913: 198.

Myxoderma sacculatum ectenes Fisher, 1919: 392 (clave), 392 (texto); 1928a: 45 (clave), 49 (texto), pl. 14, figs. 4, 4a, 4b, pl. 21, fig. 1, pl. 22, fig. 1, pl. 25, figs. 5-12 (“Albatross” Est. 5694, suroeste de la isla Santa Cruz, California); 1930: 200 (lista).

Myxoderma sacculatum.- Fisher, 1919: 392 (clave); 1928a: 45 (clave), 45 (texto), 54, pl. 14, fig. 5, pl. 15, figs. 1, 1a-c, pl. 20, fig. 2, pl. 21, figs. 2, 3, pl. 22, figs. 2, 3, pl. 25, fig. 4; 1930: 200 (lista).- H.L. Clark, 1920: 99 (clave); 1923: 152.- Alton, 1966: 1709.- Muscat, 1980: 266.- Maluf, 1988: 44 (tabla), 125 (lista).- Mah, 2007: 193.

Myxoderma cf. *sacculatum* cf. *ectenes*.- Luke, 1982: 21.

Material examinado.- TALUD III, Est. 14A (24°38'48"N, 108°26'54"W), 19/agosto/1991, 1 espécimen (R = 118.91 mm, r = 14.67 mm) (EMU-8977), draga Agassiz, 1,016-1,020 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD III, Est. 24A (25°45'12"N, 109°46'48"W), 24/agosto/1991, 1 espécimen (R = 156.81 mm, r = 32.5 mm) (EMU-8978), draga Agassiz, 1,027-1,060 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- “Albatross” Est. 4380, (32°26'00"N, 117°18'00"W), frente a las islas Los Coronados, Baja California, en 969-1,130 m de profundidad (Fisher, 1928a; como *M. s. ectenes*). Probablemente, el registro de *M. cf. sacculatum* cf. *ectenes*, frente a bahía Descanso (32°05'12"N, 117°14'W), Baja California, en profundidades de 1,244-1,332 m (Fig. 17) (Luke, 1982).

Distribución y ecología.- Localidad tipo, frente a Punta Pinos (“Albatross” Est. 4517, 36°38'0"N, 121°55'0"W; 1,372-1,401 m), bahía de Monterey, California (Fisher, 1905). Conocida desde el mar de Bering, Alaska, USA, hasta la altura de Tijuana, costa oeste de Baja California, en profundidades de 519 m a 1,936 m (Maluf, 1988), y de 91-2,012 m (Mah, 2007). El presente registro amplía la distribución de *M. sacculatum* hasta el golfo de California, frente al sur de Sinaloa. El material recolectado durante este estudio (entre 1,016 y 1,060 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 3.27-4.38°C (H.L. Clark, 1913); 0.40 ml O₂/l (crucero TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- De acuerdo con Fisher (1928a), los registros de *Z. evermanni* por H.L. Clark (1913) de las Est. 5694 a 5699 del “Albatross” corresponden a un error de identificación. Todos corresponden a *M. sacculatum*, en profundidades de 841-1,189 m (H.L. Clark, 1913).

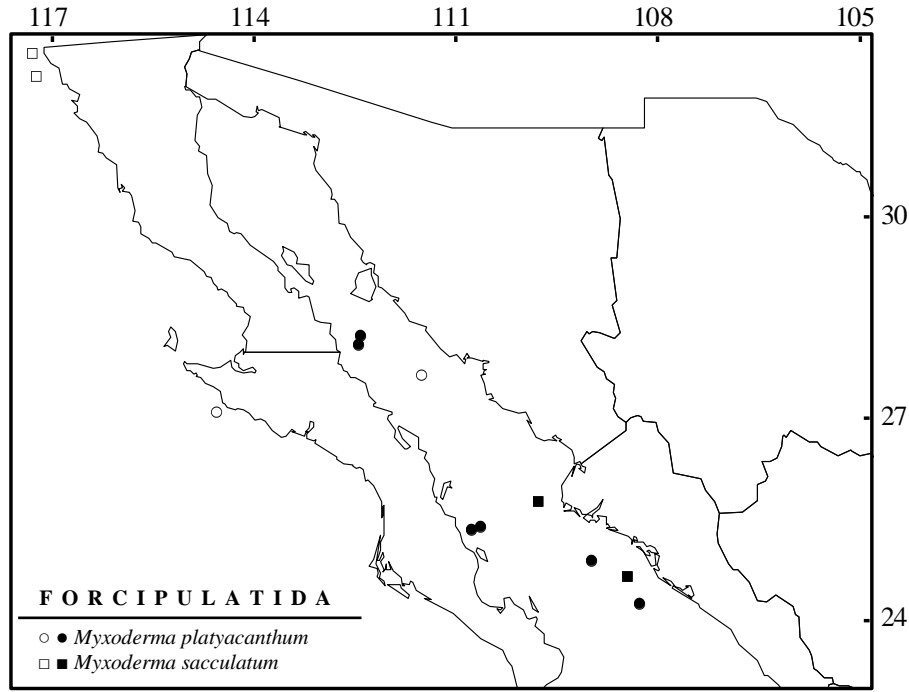


Figura 17. Distribución de las especies de Zoroasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

NOTOMYOTIDA
BENTHOPECTINIDAE

Nearchaster aciculosus (Fisher, 1910)

Fig. 19

Acantharchaster aciculosus Fisher, 1910c: 549 (clave), 550 (texto).

Saraster insignis A.H. Clark, 1916: 54.

Nearchaster aciculosus.- Fisher, 1911a: 91, 92, figs. 1, 3, 5; 1911b: 133 (clave; texto), pl. 24, fig. 1, pl. 26, figs. 1-3, pl. 55, figs. 1, 1a, 1b, pl. 56, fig. 3, pl. 118, fig. 3; 1930: 191 (lista).- H.L. Clark, 1913: 191.- Alton, 1966: 1699.- Muscat, 1980: 264.- Luke, 1982: 12.- Maluf, 1988: 33 (tabla), 117 (lista).

Material examinado.- TALUD V, Est. 19 (24°16'24"N, 108°24'18"W), 15/diciembre/2000, 4 especímenes (R = 41.89-58.47 mm, r = 5.28-7.32 mm) (EMU-8996A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 33.66 mm, r = 6.37 mm) (EMU-8996B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 1,180-1,200 m.

TALUD V, Est. 25 (24°51'46"N, 108°58'00"W), 16/diciembre/2000, 1 espécimen (R = 46.65 mm, r = 5.77 mm) (EMU-8997), trineo bentónico, 800-860 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD IX, Est. 17 (25°20'51"N, 110°46'22"W), 13/noviembre/2005, 14 especímenes (R = 9.66-48.95 mm, r = 1.7-4.92 mm) (EMU-8998), trineo bentónico, 826-846 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 10 (27°50'05"N, 112°10'07"W), 10/febrero/2007, 5 especímenes (R = 148.99-191.01 mm, r = 11.18-22.1 mm) (EMU-8999A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 82.51 mm, r = 17.03 mm) (EMU-8999B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 1,399-1,422 m.

TALUD X, Est. 14 (27°44'53"N, 111°35'58"W), 11/febrero/2007, 73 especímenes (R = 19.71-57.71 mm, r = 2.95-7.15 mm) (EMU-9000A) (Id. CM. Zárate-Montes), 2 especímenes (R = 35.49 mm, r = 4.88 mm; R = 42.89 mm, r = 5.82 mm) (EMU-9000B) (Id. C. Mah), tres especímenes (R = 39.4 mm, r = 4.18 mm; R = 34.93 mm, r = 5.12 mm; R = 39.69 mm, r = 4.25 mm) (ICML-UNAM 2.203.0) (Id. CM. Zárate-Montes) y tres especímenes (R = 41.58 mm, r = 6.18 mm; R = 33.77 mm, r = 5.36 mm; R = 28.94 mm, r = 5.22 mm) (USNM) (Id. CM. Zárate-Montes) trineo bentónico, 905-943 m.

TALUD X, Est. 25 (26°39'04"N, 111°18'20"W), 14/febrero/2007, 6 especímenes (R = 16.26-47.46 mm, r = 2.84-5.99 mm) (EMU-9001), trineo bentónico, 837-840 m (Id. CM. Zárate-Montes).

Registros previos en México.- “Albatross” Est. 5688 (27°38'5"N, 115°17'40"W), isla Cedros, Baja California, 960 m (H.L. Clark, 1913); Est. 2992 (18°17'30"N, 114°43'15"W), frente a isla Clarión, 841 m (A.H. Clark, 1916; como *Saraster insignis*); Est. 4381 (32°26'00"N, 117°18'00"W) cercana a las islas Los Coronados, Baja California, 1,130-1,266 m (Fig. 20) (Fisher, 1911b).

Distribución y ecología.- Localidad tipo entre San Diego y la isla San Clemente, California, USA, 991 m. Desde la península de Alaska, USA, hasta isla Clarión, México, en 466-1,903 m de profundidad (Maluf, 1988). El material recolectado durante este estudio (entre 800 y 1,422 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie. Se amplió la distribución para esta especie al sur y centro del golfo de California. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 4.38°C (H.L. Clark, 1913); 3.19-5.75 °C y 0.03-0.44 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- *Nearchaster* forma un conjunto de especies de amplia distribución que incluye a *N. aciculosus* y *N. variabilis* (Fisher, 1910) al sur, y *N. pedicellaris* (Fisher, 1910) al norte del mar de Okhotsk. Maluf (1988) dio un intervalo batimétrico de 466-1,903 m, pero no consideró la Est. 4421, con una profundidad de 441-545 m (Fisher, 1911b), la base de datos del Albatross y de la Smithsonian ofrecen una profundidad más somera (419-545 m) para la misma estación, tal vez un error de conversión de brazas, ya que Fisher (1911b) registra esta estación con una profundidad en brazas de 241-298.

Pectinaster agassizii (Ludwig, 1905)

Fig. 21

Cheiraster agassizii Ludwig, 1905: 1, pl. 1, figs. 3, 4, pl. 2, figs. 5-12, pl. 16, figs. 81-84.

Cheiraster agassizii evoplus Fisher, 1910c: 551 (San Diego, California).

Pectinaster agassizii.- Ludwig, 1910: 449.- H.L. Clark, 1913: 191; 1920: 82; 1923: 149.- Maluf, 1988: 33 (tabla), 117 (lista) 1991: 348 (lista).- Maluf & Brusca, 2005: 330 (lista).

Pectinaster agassizi.- Luke, 1982: 13.

Pectinaster agassizi evoplus.- Fisher, 1911b: 123, pl. 28, figs. 1, 2, pl. 55, figs. 4, 4a, pl. 57, fig. 1; 1930: 191 (lista).- Alton, 1966: 1697.- Luke, 1982: 13.

Cheiraster agassizii.- Solís-Marín et al., 2005: 125.

Material examinado.- TALUD IV, Est. 19 (24°15'18"N, 108°24'06"W), 25/agosto/2000, 1 espécimen (R = 60.92 mm, r = 12 mm) (EMU-9002), trineo bentónico, 1,196-1,200 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD IV, Est. 34 (25°40'41"N, 109°54'24"W), 27/agosto/2000, 1 espécimen (R = 84.65 mm, r = 13.67 mm) (EMU-9003), trineo bentónico, 1,240 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 18 (27°09'06"N, 111°46'54"W), 12/febrero/2007, 1 espécimen (R = 94.51 mm, r = 16.51 mm) (EMU-9004A) 1 espécimen (R = 155.55 mm, r = 16.27 mm) (EMU-9004B), trineo bentónico, 1,526 m (Id. CM. Zárate-Montes & C. Mah).

Registros previos en México.- "Albatross" Est. 3431 (23°59'N, 108°40'W) y 3435 (26°48'N, 110°45'W), golfo de California, 1,271-2,323 m de profundidad (Ludwig, 1905). Frente a Punta Santo Tomás ("Albatross" Est. 5673, 31°26'N, 117°42'W, 5674, 31°28'45"N, 117°09'50"W, y 5692, 31°23'45"N, 118°31'30"W), frente a bahía Ballenas (Est. 5686, 26°14'0"N, 114°W y 5689, 29°23'0N, 116°14'W) y frente a bahía Rosario (Est. 5690, 29°29'N, 116°18'W), Baja California, en profundidades de 1,080-1,995 m (H.L. Clark, 1913). Frente a bahía Descanso (32°05'12"N, 117°14'W), al norte de la isla Cedros (28°55'18"N, 115°45'54"W), y frente a bahía San Hipólito (26°26'12"N, 114°07'06"W), Baja California, en profundidades de 1,244-2,136 m; al suroeste de Cabo San Lucas (22°42'30"N, 110°21'W; 22°45'N, 110°23'W), Baja California Sur, en profundidades de 1,893-2,014 m (como *P. agassizi evoplus*) (Luke, 1982). Golfo de California (25°18'N, 110°19'30"W), en profundidades de 1,244-1,908 m (Fig. 20) (Luke, 1982). El registro frente a Baja California Sur, golfo de California, por Solís-Marín et al. (2005) corresponde a material recolectado por el "Albatross" (Solís-Marín, com. pers.).

Distribución y ecología.- Sintipos de Panamá, frente a las islas Cocos y Galápagos, y en el golfo de California; frontera sur de California hasta Panamá (punta Mariato) y frente a las islas Galápagos, Coco, y Malpelo; océano Índico; en profundidades de 790-2,323 m (Maluf, 1988; Maluf & Brusca, 2005). Frente al norte de Oregon (Alton, 1966). El material recolectado durante este estudio (entre 1,196 y 1,526 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie. Se sabe que otras especies de *Pectinaster* se alimentan principalmente de sedimentos, moluscos y crustáceos (Carey, 1972). Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 2.39-3.8°C (Ludwig, 1905); 2.83-4.11°C (H.L. Clark, 1913); 3.17-3.69°C y 0.52-0.79 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Similar a *Nearchaster*, las especies de *Pectinaster* son de amplia distribución pero generalmente muy similar en su morfología, lo que sugiere que todas ellas forman parte de un conjunto de especies de amplia distribución.

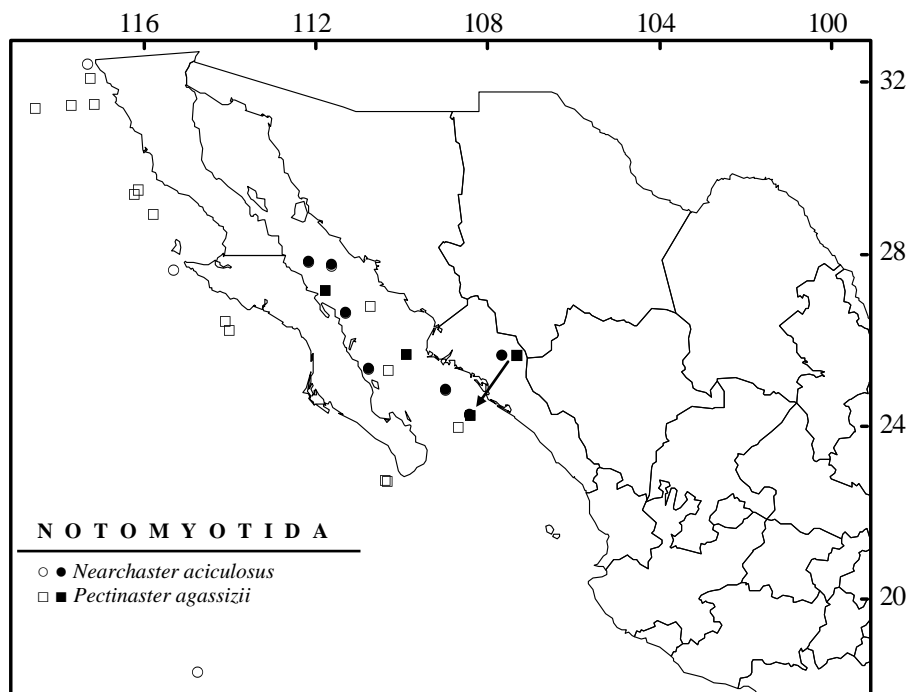


Figura 20. Distribución de las especies de Benthopectinidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

PAXILLOSIDA
ASTROPECTINIDAE
Dipsacaster laetmophilus Fisher, 1910
 Fig. 22

Dipsacaster laetmophilus Fisher, 1910c: 546 (clave), 547 (texto).

Dipsacaster laetmophilus.- Fisher, 1911b: 86 (clave), 95, pl. 12, fig. 3, pl. 15, figs. 1, 2, pl. 52, figs. 3, 3a, 3b; pl. 53, fig. 2.

Material examinado.- TALUD III, Est. 14A (24°38'48"N, 108°26'54"W), 19/agosto/1991, 2 especímenes (R = 58.11 mm, r = 19.03 mm; R = 66.63 mm, r = 22.72 mm) (EMU-8963), draga Agassiz, 1,016-1,020 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD VIII, Est. 16 (25°24'21"N, 110°37'36"W), 18/abril/2005, 2 especímenes (R = 13.95 mm, r = 6.67 mm; R = 25.94 mm, r = 11.58 mm) (EMU-8964), trineo bentónico, 1,030 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 10 (27°50'05"N, 112°10'07"W), 10/febrero/2007, 1 espécimen (R = 97.14 mm, r = 31.42 mm) (EMU-8962), trineo bentónico, 1,399-1,422 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- Ninguno.

Distribución y ecología.- De acuerdo con Fisher (1911b), esta especie sólo se conocía de la localidad tipo, entre Unalaska y Kodiak, USA, a una profundidad de 1,271 m. Carey (1972) registró una especie relacionada cercanamente, *D. anoplus* Fisher, 1910, como omnívora, alimentándose de bivalvos, gasterópodos, ofiuroides, crustáceos, poliquetos y ciertos

sedimentos. El material recolectado durante este estudio se obtuvo en un intervalo de profundidad entre 1,016 y 1,422 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 3.19-5.00 °C y 0.20-0.44 ml O₂/l (cruceos TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Se presentan cuatro especies de *Dipsacaster* en el Pacífico norte y regiones adyacentes (Fisher, 1911b). De estas cuatro, Maluf (1988) señala que *D. eximius* Fisher, 1905 se presenta desde el sur de Monterey a Guaymas. Poco se sabe con respecto a los límites de variación morfológica entre las especies de *Dipsacaster*. La variación entre las especies debido al tamaño y a otros factores son pobremente entendidos y los caracteres diagnósticos para las especies se basan en los adultos. Aunque los especímenes registrados aquí se apegan a las descripciones de *D. laetmophilus*, ésta era conocida del único holotipo. Por lo anterior, es necesario realizar un análisis comparativo adicional basado en material que abarca intervalos de tallas y de distribución más amplios así como un nuevo estudio de revisión de las especies presentes en el área. Nuevos registros geográficos (golfo de California) (Fig. 23) y batimétrico, ampliando el límite más profundo y más somero a 1,016 m y 1,422 m, respectivamente.

Thrissacanthias penicillatus (Fisher, 1905)

Fig. 24

Persephonaster penicillatus Fisher, 1905: 297.

Thrissacanthias penicillatus.- Fisher, 1910b: 171; 1911b: 79, pl. 17, fig. 4, pl. 18, figs. 1-5, pl. 53, figs. 1, 1a-e; 1930: 190 (lista).- H.L. Clark, 1913: 190; 1923: 149.- Ziesenhenné, 1937: 212.- Alton, 1966: 1696.- Blake, 1973: 45.- Muscat, 1980: 264.- Luke, 1982: 9.- Maluf, 1988: 30 (tabla), 116 (lista).- Maluf & Brusca, 2005: 329 (lista).

Material examinado.- TALUD III, Est. 14A (24°38'48"N, 108°26'54"W), 19/agosto/1991, 1 espécimen (R = 109.9 mm, r = 26.2 mm) (EMU-8965), draga Agassiz, 1,016-1,020 m (Id. C. Mah).

TALUD III, Est. 24A (25°45'12"N, 109°46'48"W), 24/agosto/1991, 1 espécimen (R = 108.11 mm, r = 17.95 mm) (EMU-8966), draga Agassiz, 1,027-1,060 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD V, Est. 19 (24°16'24"N, 108°24'18"W), 15/diciembre/2000, 1 espécimen (R = 94.72 mm, r = 17.76 mm) (EMU-8967), trineo bentónico, 1,180-1,200 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD VIII, Est. 3 (24°31'39"N, 109°29'36"W), 16/abril/2005, 1 espécimen (R = 2.91 mm, r = 1.45 mm) (EMU-8968), trineo bentónico, 1,100 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD VIII, Est. 16 (25°24'21"N, 110°37'36"W), 18/abril/2005, 2 especímenes (R = 12.81 mm, r = 3.63 mm; R = 11.22, r = 3.54 mm) (EMU-8969A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 20.19 mm, r = 5.98 mm) (EMU-8969B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 1,030 m.

TALUD VIII, Est. 20 (25°56'24"N, 110°43'06"W), 19/abril/2005, 1 espécimen (R = 6.38 mm, r = 2.46 mm) (EMU-8970), trineo bentónico, 1,150 m (Id. CM. Zárate-Montes).

Registros previos en México.- Localidad tipo, "Albatross" Est. 4380 (32°26'00"N, 117°18'00"W), frente a las islas Los Coronados, Baja California, en profundidades de 969-1,167 m (Fisher, 1905). Bahía Santa Inés, costa este de la península de Baja California

(Ziesenhene, 1937). Al sur de isla San Pedro (27°40'N, 111°22'36"W-27°38'42"N, 111°20'6"W), Guaymas, Sonora, 931-952 m de profundidad (Fig. 23) (Luke, 1982).

Distribución y ecología.- Desde el estado de Washington, USA, hasta bahía Santa Inés, golfo de California, México; Japón. Desde 55 a 1,503 m (Maluf, 1988). Los registros de los TALUD son de ambas costas del sur del golfo de California, confirmando así la presencia de esta especie en la zona. El material recolectado durante este estudio (entre 1,016 y 1,200 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocida para esta especie. Carey (1972) identificó esta especie como un depredador de acuerdo a la identificación de bivalvos, gasterópodos, equinoideos, ofiuroides, crustáceos y escafópodos encontrados en el contenido estomacal. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 3.00-5.00°C y 0.20-0.40 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- H.L. Clark (1913) proporciona varios registros de *T. penicillatus* para California (estaciones del "Albatross"), en profundidades de 805 hasta 1,206 m y temperaturas epibentónicas desde 3.27 a 4.38°C. El registro de Ziesenhene (1937) para bahía Santa Inés corresponde a ejemplares jóvenes tomados a una profundidad de 55-64 m, y representa el límite superior batimétrico citado por Maluf (1988) para esta especie. Sin embargo, todos los demás registros disponibles para *T. penicillatus* están en aguas mucho más profundas. La zona de Santa Inés fue muestreada extensivamente en 1982 y 1985, a profundidades comprendidas entre 23 y 101 m (véase Hendrickx & Salgado-Barrágan, 1991) y esta especie nunca fue recolectada en esta zona. Además, la presencia de una zona mínima de oxígeno (OMZ) en aguas con profundidades mayores a 100-150 m en esta zona representa una barrera de distribución entre la plataforma continental y la fauna del talud superior (véase Hendrickx & Serrano, 2007, 2010). Por lo tanto, parece razonable considerar este registro de agua somera en Santa Inés como erróneo.

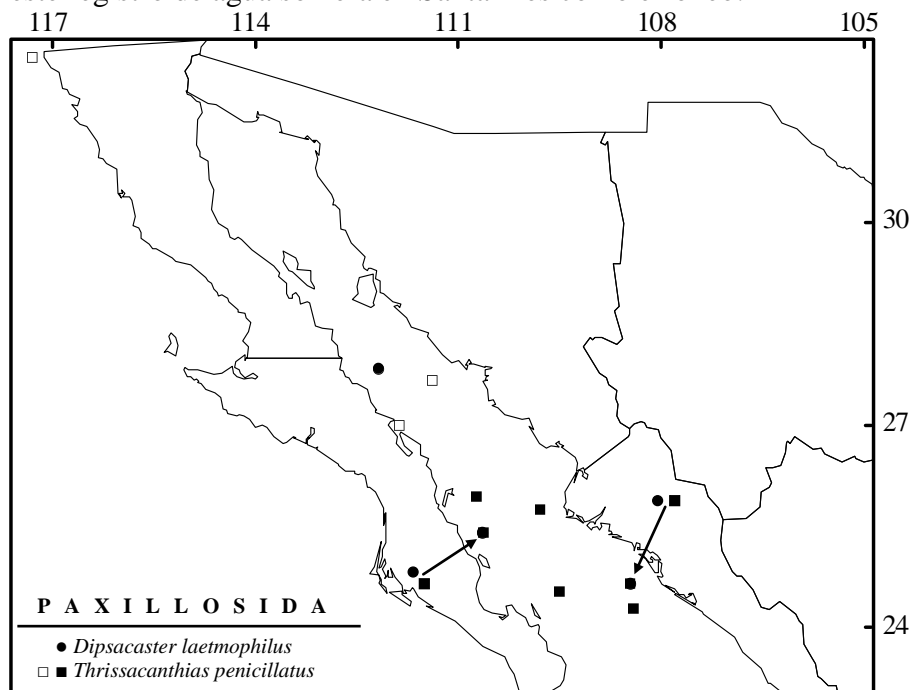


Figura 23. Distribución de las especies de Astropectinidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

CTENODISCIDAE (GONIOPECTINIDAE)

Ctenodiscus crispatus (Retzius, 1805)

Fig. 25

Asterias crispata Retzius, 1805: 17.

Ctenodiscus krausei Ludwig, 1886: 293 (mar de Bering).

Ctenodiscus procurator Sladen, 1889:173, 174, pl. 30, figs. 7-12 (entre 45 y 53°S, costa oeste de América del Sur).- Madsen, 1956: 16.

Ctenodiscus crispatus.- Ludwig, 1905: 104, pl. 6, figs. 32, 33.- Fisher, 1911b: 31, pl. 3, figs. 1-4, pl. 4, figs. 1-6; 1930: 188 (lista).- H.L. Clark, 1913: 188; 1920: 78.- Alton, 1966: 1695.- Luke, 1982: 10.- Maluf, 1988: 32 (tabla), 117 (lista).- Maluf & Brusca, 2005: 329.- Solís-Marín et al., 2005: 125.- Honey-Escandón et al., 2008: 60.

Material examinado.- TALUD IV, Est. 20 (24°27'24"N, 108°35'16"W), 25/agosto/2000, 1 espécimen (R = 36.97 mm, r = 13.91 mm) (EMU-8979), trineo bentónico, 1,500-2,000 m (Id. CM. Zárate-Montes & C. Mah).

TALUD V, Est. 20 (24°14'44"N, 108°35'18"W), 15/diciembre/2000, 1 espécimen (R = 20.52 mm, r = 9.72 mm) (EMU-8980), trineo bentónico, 1,470-1,525 m (Id. CM. Zárate-Montes & C. Mah).

Registros previos en México.- “Albatross” Est. 3430 (23°16'N, 107°31'W), golfo de California, frente a Mazatlán, Sinaloa, 1,558 m (Ludwig, 1905). “Albatross” Est. 5686, bahía Ballenas (26°14'N, 114°W), 1,680 m (H.L. Clark, 1913). Bahía Descanso (32°05'12"N, 117°14'W) y al norte de isla Cedros (28°55'18"N, 115°45'54"W), Baja California; golfo de California (25°18'N, 110°19'30"W) (Fig. 26); en profundidades de 1,244 a 1,908 m (Luke, 1982). Los registros por Solís-Marín et al. (2005) y Honey-Escandón et al. (2008) corresponden a material recolectado por el “Albatross” (Solís-Marín, com. pers.).

Distribución y ecología.- Mar de Bering, Alaska, USA, hasta punta Mariato (Coiba), Panamá; Ártico, Japón y Atlántico Norte; en profundidades de 73-2,423 m (Maluf, 1988; Maluf & Brusca, 2005). También desde 10-1,890 m (Lambert, 2007). *C. crispatus* es una especie abundante de la endofauna, que se alimenta de forma no selectiva de sedimentos ricos en materia orgánica y esta presente en fondos lodosos (véase Shick et al., 1981, Carey, 1972). Según Shick (1976), *C. crispatus* (a 5°C) puede soportar la exposición a hipoxia más que cualquier equinodermo conocido en la literatura. El material recolectado durante este estudio (entre 1,470 y 2,000 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 3.28°C (Ludwig, 1905); 2.94°C (H.L. Clark, 1913); 2.80-2.99°C y 1.20-1.26 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- La clasificación de *C. crispatus* sigue la propuesta de Blake (1987), quien separó *Ctenodiscus* de los Gonioplectinidae. El material del “Albatross” examinado y citado por Ludwig (1905) es del golfo de Panamá y del golfo de California (especímenes jóvenes). *Ctenodiscus* presenta una distribución amplia alrededor del mundo con otras dos especies similares, *C. procurator* Sladen, 1889 y *C. australis* Lütken, 1871, presentándose en las regiones del Atlántico Sur y en el estrecho de Magallanes.

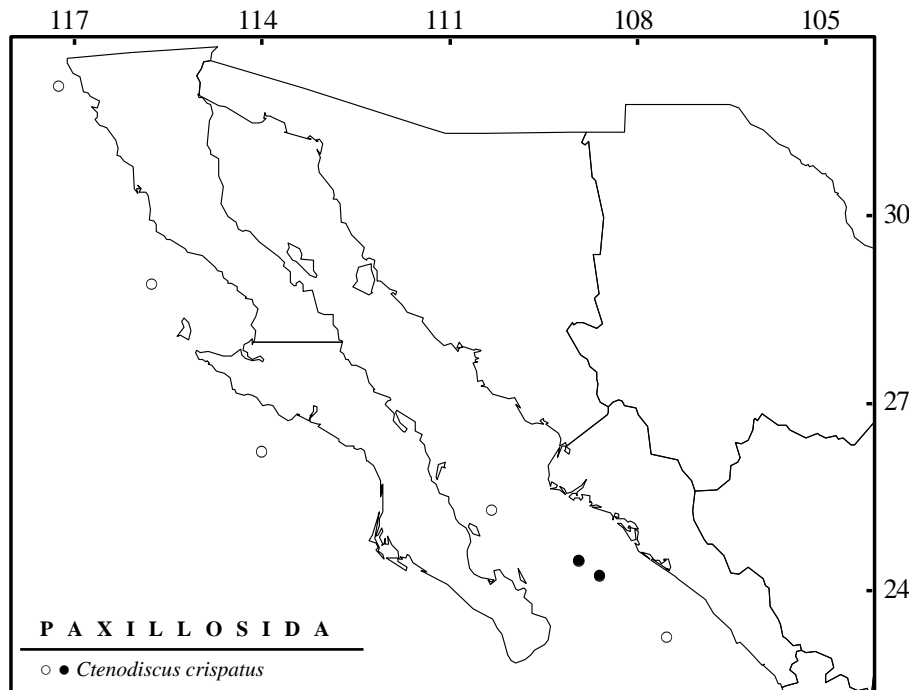


Figura 26. Distribución de las especies de Ctenodiscidae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruces TALUD (símbolos oscuros).

RADIASTERIDAE

Radiaster sp. nov.

Fig. 27

Material examinado.- TALUD IV, Est. 25 ($24^{\circ}53'12''\text{N}$, $108^{\circ}59'24''\text{W}$), 26/agosto/2000, 3 especímenes (R = 22.01 mm, r = 7.14 mm; R = 32.06 mm, r = 11.05 mm; R = 28.23 mm, r = 8.11 mm) (EMU-8957), trineo bentónico, 778-800 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD V, Est. 11 ($23^{\circ}14'\text{N}$, $106^{\circ}59'\text{W}$), 17/diciembre/2000, 2 especímenes (R = 27.91 mm, r = 9.14 mm; R = 30.12 mm, r = 9.31 mm) (EMU-8958), trineo bentónico, 850-870 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD VI, Est. 18 ($24^{\circ}14'55''\text{N}$, $108^{\circ}16'17''\text{W}$), 15/marzo/2001, 5 especímenes (R = 27.14-32.92 mm, r = 8.54-9.83 mm) (EMU-8959), trineo bentónico, 890-950 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD IX, Est. 17 ($25^{\circ}20'51''\text{N}$, $110^{\circ}46'22''\text{W}$), 13/noviembre/2005, 40 especímenes (R = 7.85-30.88 mm, r = 3.36-10.74 mm) (EMU-8956A) (Id. CM. Zárate-Montes), 1 espécimen (R = mm, r = mm) (EMU-8956B) (Id. C. Mah) y tres especímenes (R = 25.02 mm, r = 8.13 mm; R = 22.3 mm, r = 7.21 mm; R = 24.23 mm, r = 7.59 mm) (USNM) (Id. CM. Zárate-Montes), trineo bentónico, 826-846 m.

TALUD X, Est. 14 ($27^{\circ}44'53''\text{N}$, $111^{\circ}35'58''\text{W}$), 11/febrero/2007, 52 especímenes (R = 5.26-31.21 mm, r = 1.16-12.17 mm) (EMU-8961A) (Id. CM. Zárate-Montes), 1 espécimen (R = mm, r = mm) (EMU-8961B) (Id. C. Mah) y tres especímenes (R = 29.6 mm, r = 9.14 mm; R = 26.97 mm, r = 10.35 mm; R = 25.26 mm, r = 9.38 mm) (USNM) (Id. CM. Zárate-Montes), trineo bentónico, 905-943 m.

TALUD X, Est. 25 (26°39'04"N, 111°18'20"W), 14/febrero/2007, 6 especímenes (R = 9.39-18.92 mm, r = 3.52-6.56 mm) (EMU-8960), trineo bentónico, 837-840 m (Id. CM. Zárate-Montes).

Registros previos en México.- Ninguno para este género, que tampoco es citado para el Pacífico este central por Maluf (1988) o por autores subsecuentes.

Distribución y ecología.- Ampliamente distribuida frente a la costa este del golfo de California, aproximadamente desde 23°14'N (frente a Mazatlán) a 27°45'N (frente a Guaymas) (Fig. 28). El material recolectado durante este estudio se obtuvo entre 778 y 950 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 4.64-5.75 °C y 0.03-0.29 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- El material recolectado corresponde muy probablemente a una especie no descrita que será estudiada en detalles fuera del contexto de este trabajo de tesis.

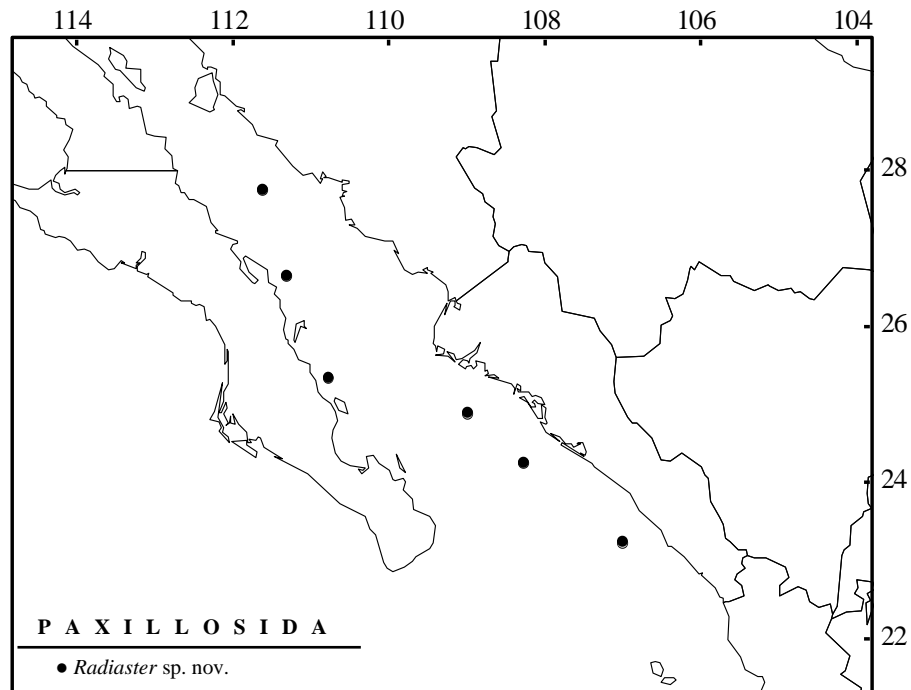


Figura 28. Distribución de las especies de Radiasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

SPINULOSIDA
ECHINASTERIDAE

Henricia sp. 1

Fig. 29

Material examinado.- TALUD VIII, Est. 11 (24°54'27"N, 110°25'30"W), 17/abril/2005, 1 espécimen (R = 6.16 mm, r = 1.86 mm) (EMU-9009), trineo bentónico, 920 m (Id. C. Mah).

TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 6 especímenes (R = 9.93-31.85 mm, r = 2.03-6.75 mm) (EMU-9010A) y 1 espécimen (R = mm, r = mm) (EMU-9010B), trineo bentónico, 587-633 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- No determinado por no haber podido identificar esta especie.

Distribución y ecología.- El material fue recolectado en dos estaciones en el golfo de California central y suroeste (Fig. 30). Durante este estudio se obtuvo en un intervalo de profundidad de 587 a 920 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 5.00-8.22°C y 0.20-0.38 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- De acuerdo con Maluf (1988: 42, 43), hay ocho especies de *Henricia* conocidas para el Pacífico este central. Todas, excepto *H. nana* (Ludwig, 1905), presentan al menos un registro en aguas mexicanas. *Henricia* representa un grupo altamente diverso pero morfológicamente difícil y con una amplia distribución. De acuerdo con una revisión molecular que se está realizando para este grupo (por Eernisse et al.; C. Mah, com. pers.), hay problemas para determinar los límites de distribución de varias especies de este género citados por Maluf (1988) en el Pacífico este central. Por ejemplo, *H. leviuscula* (Stimpson, 1857), una especie de aguas someras, representa hasta cuatro especies crípticas diferentes (por Eernisse & Strathmann; C. Mah, com. pers.). Por lo tanto, el estudio de las dos especies de *Henricia* citadas en este estudio debería incorporarse en un estudio monográfico del género en esta región. Eso explica que la identificación del material recolectado en las campañas TALUD ha sido problemática y se optó por tratarlo a nivel de género, identificándolo como perteneciente probablemente a dos especies distintas.

Henricia sp. 2
Fig. 31

Material examinado.- TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 3 especímenes (R = 41.29 mm, r = 7.38 mm; R = 43.56 mm, r = 6.69 mm; R = 42.09 mm, r = 7.32 mm) (EMU-9011A) y 1 espécimen (R = 53.42 mm, r = 7.34 mm) (EMU-9011B), trineo bentónico, 587-633 m (Id. C. Mah).

Registros previos en México.- No determinado por no haber podido identificar esta especie.

Distribución y ecología.- Presente en una sola muestra, en el golfo de California central (Fig. 30). El material fue recolectado a una profundidad de 587-633 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 8.22°C y 0.38 ml O₂/l (crucero TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Véase en *Henricia* sp.1.

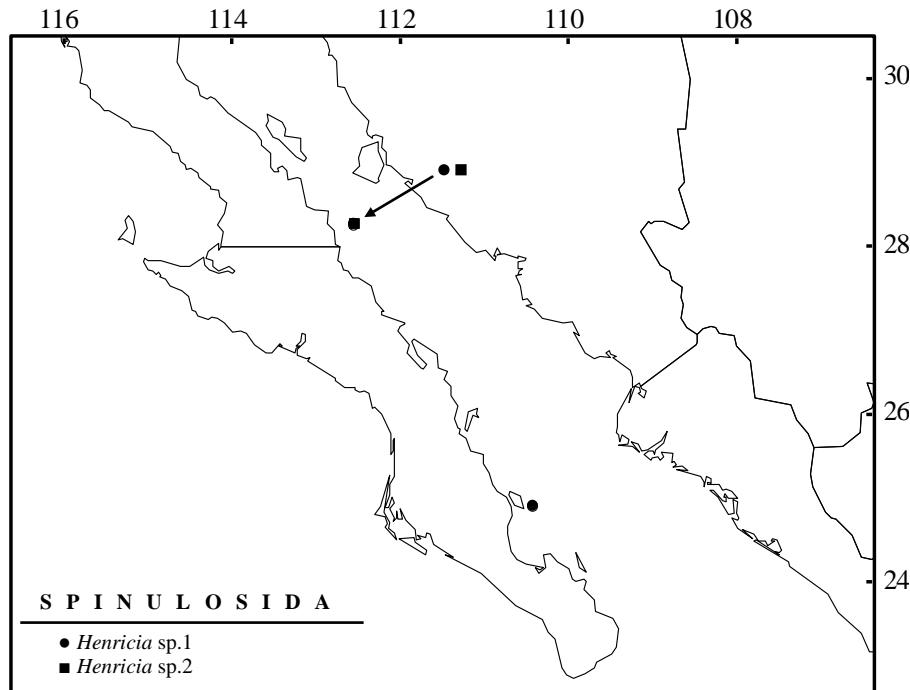


Figura 30. Distribución de las especies de Echinasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

VALVATIDA GONIASTERIDAE

Ceramaster leptoceramus (Fisher, 1905)

Fig. 32

Tosia leptocerama Fisher, 1905: 306.

Ceramaster leptoceramus.- Fisher, 1911b: 206 (clave), 210, pl. 39, figs. 1-3, pl. 58, figs. 3, 3a, pl. 60, fig. 2; 1930: 192 (lista).- H.L. Clark, 1913: 193; 1923: 150.- Blake, 1973: 51.- Muscat, 1980: 264.- Luke, 1982: 14.- Maluf, 1988: 33 (tabla), 118 (lista).

Material examinado.- TALUD IV, Est. 25 (24°53'12"N, 108°59'24"W), 26/agosto/2000, 1 espécimen (R = 13.60 mm, r = 7.46 mm) (EMU-8986), trineo bentónico, 778-800 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD V, Est. 18 (24°15'13"N, 108°17'09"W), 15/diciembre/2000, 1 espécimen (R = 40.56 mm, r = 26.12 mm) (EMU-8987), trineo bentónico, 940-990 m (Id. C. Mah).

TALUD VIII, Est. 16 (25°24'21"N, 110°37'36"W), 18/abril/2005, 1 espécimen (R = 18.50 mm, r = 13.30 mm) (EMU-8988), trineo bentónico, 1,030 m (Id. C. Mah).

TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 4 especímenes (R = 7.97-30.41 mm, r = 5.38-16.88 mm) (EMU-8990A) (Id. CM. Zárate-Montes), 1 espécimen (R = 26.16 mm, r = 16.03 mm) (EMU-8990B) (Id. C. Mah), dos especímenes (R = 11.54 mm, r = 7.98 mm; R = 12.12 mm, r = 8.01 mm) (ICML-UNAM 2.183.1) (Id. CM. Zárate-Montes) y tres especímenes (R = 22.29 mm, r = 13.03 mm; R = 18.20 mm, r = 10.43 mm; R = 15.27 mm, r = 9.10 mm) (USNM) (Id. CM. Zárate-Montes), trineo bentónico, 587-633 m.

Registros previos en México.- “Albatross” Est. 5675 (27°07'08"N, 114°33'10"W), al suroeste de bahía San Cristóbal, Baja California, 519 m (H.L. Clark, 1913). Cerca de Salina Cruz (14°50'N, 96°15'W), golfo de Tehuantepec, 1,042-1,134 m (Fig. 33) (Luke, 1982).

Distribución y ecología.- Localidad tipo, “Albatross” Est. 4378 (32°42'0"N, 117°14'0"W), frente a punta Loma, San Diego, California, USA, 688-1,086 m. Desde punta Concepción, California, USA, hasta Chicama, Chile, en profundidades de 366-1,811 m (Maluf, 1988). Los presentes registros amplían la distribución para esta especie al sureste, suroeste y centro del golfo de California, a profundidades de 587-1,030 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 7°C (H.L. Clark, 1913); 5.00-8.22°C y 0.15-0.38 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Esta especie parece ser una de las varias especies de *Ceramaster* presentes en el Pacífico norte, incluyendo *C. japonicus* (Sladen, 1889), *C. patagonicus* (Sladen, 1889), *C. clarki* Fisher, 1910 y *C. arcticus* (Verrill, 1909) que pueden formar un conjunto de especies a lo largo de la plataforma continental de América del Norte. Sin embargo, Fisher (1911) señala que *C. leptoceramus* no mostró intergradación con *C. japonicus*. Otros muestreos son deseables para mostrar el intervalo de distribución de *Ceramaster* a lo largo de la costa.

Mediaster transfuga Ludwig, 1905

Fig. 34

Mediaster transfuga Ludwig, 1905: 120, pl. 8, figs. 44, 45, pl. 22, figs. 122-125, pl. 25, figs. 139-141.

Mediaster tenellus.- Maluf, 1988: 34 (tabla), 118 (lista) (parte, el registro de *M. transfuga*).

Material examinado.- TALUD IV, Est. 25 (24°53'12"N, 108°59'24"W), 26/agosto/2000, 1 espécimen (R = 43.51 mm, r = 11.15 mm) (EMU-8993), trineo bentónico, 778-800 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD V, Est. 11 (23°14'N, 106°59'W), 17/diciembre/2000, 1 espécimen (R = 54.17 mm, r = 16.98 mm) (EMU-8994A) y 1 espécimen (R = 47.43 mm, r = 12.57 mm) (EMU-8994B), trineo bentónico, 850-870 m (Id. CM. Zárate & C. Mah).

Registros previos en México.- Localidad tipo, “Albatross” Est. 3417 (16°32'N, 99°48'W), frente a Guerrero, 902 m de profundidad (Ludwig, 1905). La base de datos del Smithsonian, tiene un registro de esta especie frente a la isla Clarion, Islas Revillagigedo a 841 m, “Albatross” Est. 2992 (Fig. 33).

Distribución y ecología.- *M. transfuga* es conocida para la localidad tipo, a 902 m de profundidad, y para la isla Clarion, a 841 m. El material recolectado durante este estudio se obtuvo entre 778 y 870 m de profundidad, ampliándose su límite más somero a 778 m. Se amplió su intervalo de distribución geográfica al sureste del golfo de California. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 4.8 (Ludwig, 1905); 5.03-5.40°C y 0.07-0.29 ml O₂/l (crucero TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- La identificación del material citado aquí se basa en la descripción de *M. transfuga* por Ludwig (1905). *M. transfuga* fue considerada por Fisher (1911a) para

intergradar con la relación cercana a *M. tenellus* Fisher, 1905, formando posiblemente diferentes extremos morfológicos de la misma especie. Maluf (1988) consideró a *M. transfuga* como un sinónimo de *M. tenellus* mientras que el listado de Clark (1913) mantuvo las dos especies por separado. Los especímenes de *M. transfuga* examinados aquí mostraron una pared corporal más débilmente calcificada y ligeras diferencias de carácter específico con *M. tenellus*, pero otros caracteres, incluyendo aquellos listados por Fisher (1911b), son claramente compartidos. *M. transfuga* puede representar una forma de *M. tenellus* de agua profunda pero una revisión completa de las especies de *Mediaster*, especialmente aquellas presentes en esta región, es necesario para abordar completamente la cuestión.

Nymphaster diomedeeae Ludwig, 1905

Fig. 35

Nymphaster diomedeeae Ludwig, 1905: 128, pl. 10, figs. 48, 49, 52, 53, pl. 11, figs. 54, 55.
Nymphaster diomedeeae.- Fisher, 1928b: 490.- Maluf, 1988: 34 (tabla), 118 (lista); 1991: 349 (lista).-Maluf & Brusca, 2005: 331 (lista).

Material examinado.- TALUD VI, Est. 19 (24°16'23"N, 108°24'19"W), 15/marzo/2001, 1 espécimen (R = 13.19 mm, r = 3.27 mm) (no catalogado), trineo bentónico, 1,160-1,200 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD VII, Est. 13b (23°30'18"N, 107°44'W), 6/junio/2001, 1 espécimen (R = 19.94 mm, r = 6.2 mm) (EMU-8995A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 47.51 mm, r = 19.35 mm) (EMU-8995B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 1,400-1,450 m.

Registros previos en México.- Frente a Punta Piaxtla, sureste del golfo de California, México (Maluf, 1988). Este es el único registro proporcionado por Maluf (1988) para el golfo de California, y seguramente corresponde al material de la Allan Hancock Foundation actualmente depositado en el Natural History Museum of Los Angeles County. Los datos de esta colección son: frente al río Elata (= "Río Elota", cerca a Punta Piaxtla), Sinaloa, México, entre 23°40'30"N, 107°38'30"W, y 23°37'00"N, 107°51'48"W, 1,366-1,384 m (Gordon Hendler, com. pers.) (Fig. 33).

Distribución y ecología.- Sintipos frente a Panamá y frente a las islas Cocos y Galápagos. Conocida desde el sur del golfo de California hasta el golfo de Panamá y la cordillera de las Galápagos, en profundidades de 702-1,618 m (Ludwig, 1905; Maluf, 1988; Maluf & Brusca, 2005). El material recolectado durante este estudio (entre 1,160 y 1,450 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie y confirma el registro previo a lo largo de la costa sureste del golfo de California. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 2.89-6.28°C (Ludwig, 1905); 3.00-3.70°C y 0.73-1.04 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- Este es uno de los pocos registros disponibles para esta especie. Fisher (1928) citó a un espécimen del sur de la isla del Coco, a 1,144 m de profundidad. Esta especie puede estar estrechamente relacionada con *N. arenatus* (Perrier, 1881) del Atlántico norte, separada de la del Pacífico este por el istmo de Panamá.

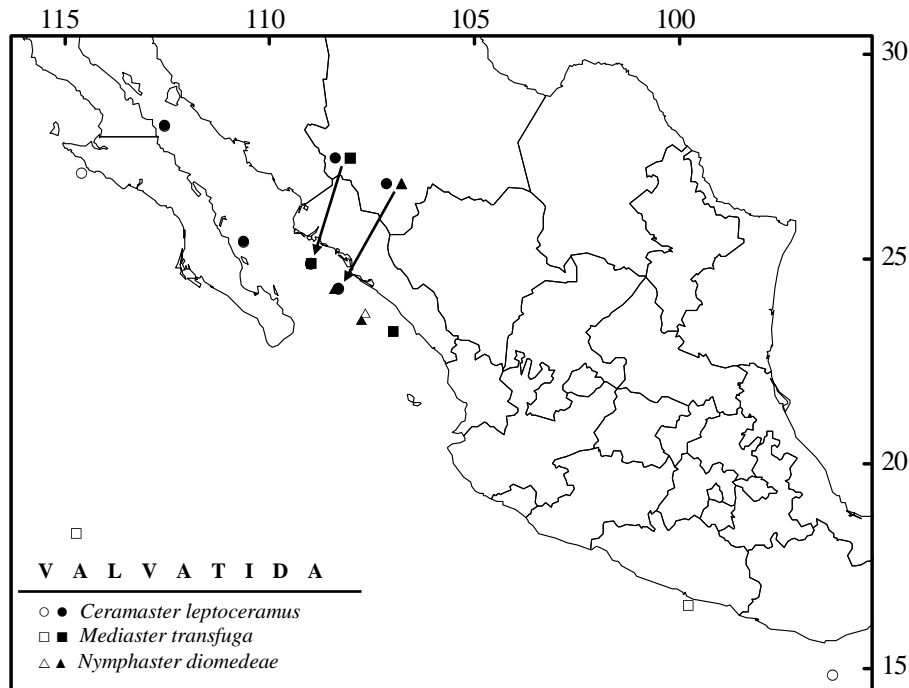


Figura 33. Distribución de las especies de Goniasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

VELATIDA
KORETHRUSTERIDAE
Peribolaster biserialis Fisher, 1905
 Fig. 36

Peribolaster biserialis Fisher, 1905: 313.

Peribolaster biserialis.- Fisher, 1911b: 341, pl. 97, figs. 1, 2, pl. 114, figs. 3, 3a-c. pl. 115, fig. 5.- 1930: 198 (lista).- H.L. Clark, 1913: 197; 1923: 151.- Maluf, 1988: 40 (tabla), 122 (lista).- A.M. Clark, 1996: 216.- Lambert, 2000: 28 (lista).

Material examinado.- TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 1 espécimen (R = 31.51 mm, r = 8.14 mm) (EMU-9008A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = 24.82 mm, r = 7.85 mm) (EMU-9008B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 587-633 m.

Registros previos en México.- Ninguno.

Distribución y ecología.- De acuerdo con Fisher (1911b), esta especie sólo se conocía de la localidad tipo, "Albatross" Est. 4410 (33°23'00"N 118°25'00"W), entre las islas Santa Catalina y Santa Barbara, California, USA, a una profundidad de 326 a 357 m. Ha sido recolectada también en el sur del mar de Bering, entre 104 y 572 m (Fisher, 1911b). H.L. Clark (1923) la registró hasta 805 m de profundidad. El material recolectado durante este estudio se obtuvo en la costa oeste del centro del golfo de California (Fig. 37), a profundidades de 587-633 m. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto

epibentónicas: 4.40°C (H.L. Clark, 1913); 8.22°C y 0.38 ml O₂/l (cruceo TALUD) (Tabla 4).

Comentarios.- *P. biserialis* es la única especie del género conocida fuera de la región Antártica-sub-Antártica y se encuentra en el Pacífico norte, entre el mar de Bering y el sur de California, USA. El material recolectado en el cruceo TALUD X representa uno de los pocos registros para la segunda mitad del siglo XX. La segunda especie de este género, *P. folliculatus* Sladen, 1889, es conocida de las costas de Chile (46°53'00"S, 75°12'00"W) a 82 m de profundidad (Fisher, 1911b). Se amplía el límite de distribución hacia el centro del golfo de California.

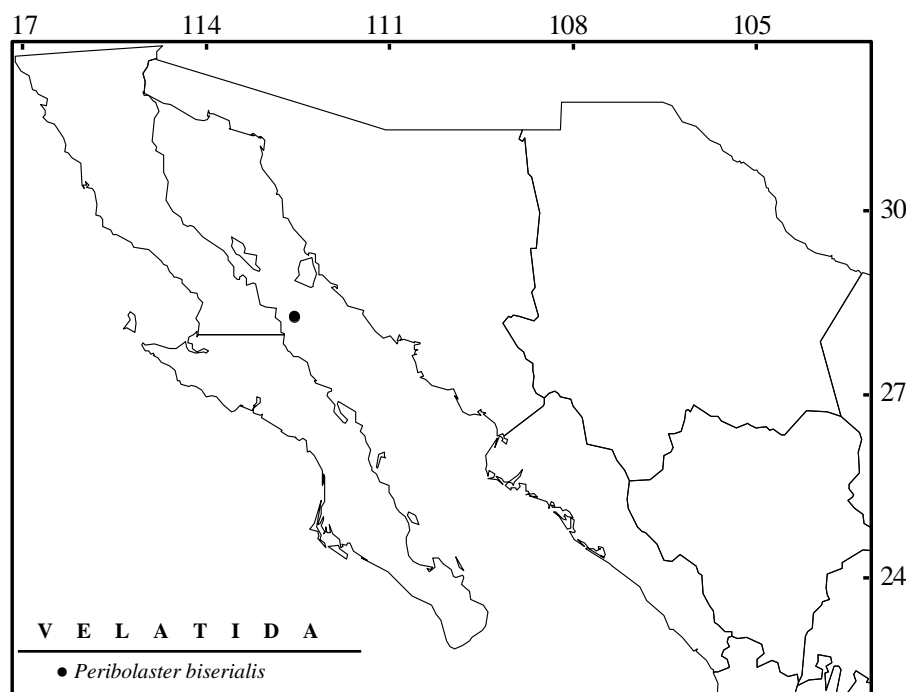


Figura 37. Distribución de las especies de Korethrasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo localidades donde el material fue recolectado durante los cruceos TALUD (símbolos oscuros).

SOLASTERIDAE

Lophaster furcilliger Fisher, 1905

Fig. 38

Lophaster furcilliger Fisher, 1905: 312

Sarkaster validus Ludwig, 1905: 185, pl. 15, figs. 75, 76, pl. 29, figs. 171-173, pl. 30, figs. 174-177 (Panamá, islas Galápagos y Tres Marías).

Lophaster furcilliger vexator Fisher, 1910d: 574 (frente a punta Arena, al norte de California); 1930: 198 (lista).

Lophaster furcilliger.- Fisher, 1911b: 334, pl. 79, figs. 1, 2, pl. 114, figs. 1, 1a-g, pl. 116, fig. 5; 1930: 198 (lista).- H.L. Clark, 1913: 197; 1923: 151.- Alton, 1966: 1706.- Muscat, 1980: 265.- Luke, 1982: 17.- Maluf, 1988: 39 (tabla), 122 (lista); 1991: 350 (lista).

Lophaster validus.- Fisher, 1911b: 334-338 (passim).- Maluf (1988): 39 (tabla), 122 (lista).- Maluf y Brusca, 2005: 31.

Material examinado.- TALUD VIII, Est. 11 (24°54'27"N, 110°25'30"W), 17/abril/2005, 11 especímenes (R = 6.22-27.06 mm, r = 1.86-10.74 mm) (EMU-9005A) (Id. CM. Zárate-Montes), 1 espécimen (R = 19.48 mm, r = 5.35 mm) (EMU-9005B) (Id. C. Mah), 2 especímenes (R = 19.91 mm, r = 6.01 mm; R = 16.65 mm, r = 5.04mm) (ICML-UNAM 2.199.1) (Id. CM. Zárate-Montes) y 3 especímenes (R = 16.04 mm, r = 5.65 mm; R = 14.82 mm, r = 4.75 mm; R = 27.5 mm, r = 6.58 mm) (USNM) (Id. CM. Zárate-Montes), trineo bentónico, 920 m.

TALUD X, Est. 4 (28°16'06"N, 112°32'50"W), 9/febrero/2007, 1 espécimen (R = 31.03 mm, r = 7.45 mm) (EMU-9006), trineo bentónico, 587-633 m (Id. CM. Zárate-Montes).

TALUD X, Est. 5 (28°14'50"N, 112°24'53"W), 9/febrero/2007, 18 especímenes (R = 12.57-46.25 mm, r = 6.1-13.51 mm) (EMU-9007A) (Id. CM. Zárate-Montes) y 1 espécimen (R = mm, r = mm) (EMU-9007B) (Id. C. Mah), trineo bentónico, 820-837 m.

Registros previos en México.- Frente a la costa oeste de Baja California (ca 28°20'N, 32°N y 32°20'N) (Maluf, 1988). "Albatross" Est. 3425 (21°19'N, 106°24'W), frente a las islas Tres Marías, en el golfo sur de California, a 1,244 m de profundidad (Ludwig, 1905; como *Sarkaster validus*). Cuenca Cortés, frente a la isla Todos Los Santos, Baja California (31°45.6'N, 119°33.0'W) (Luke, 1982). La base de datos de la Smithsonian, presenta un registro de esta especie frente a la isla Clarion, archipiélago de las Revillagigedo, a 841 m de profundidad ("Albatross" Est. 2992) (Fig. 39).

Distribución y ecología.- Localidad tipo, "Albatross" Est. 4425 (33°14'0"N, 119°29'0"W), 1,982-2,012 m de profundidad, entre las islas Santa Bárbara y San Nicholas, California, USA. Se distribuye desde Alaska, USA, hasta las islas Galápagos, a una profundidad de 86-2,012 m (Maluf, 1988). A 21 m (Lambert, 2007) y 2,852 m (Alton, 1966). Frente a las islas Tres Marías, a 1,244 m de profundidad (Ludwig, 1905). Base de datos Smithsonian, "Albatross" Est. 2992, frente a la isla Clarion, archipiélago de las Revillagigedo, a 841 m de profundidad. El material recolectado durante este estudio (entre 587 y 920 m) se obtuvo en el intervalo de profundidad conocido para esta especie. Se incrementa el intervalo de distribución para el suroeste y centro del golfo de California. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto epibentónicas: 3.89-6.28°C (Ludwig, 1905); 3.28-3.83°C (H.L. Clark, 1913); 5.00-8.22°C y 0.11-0.38 ml O₂/l (cruceros TALUD) (Tabla 4).

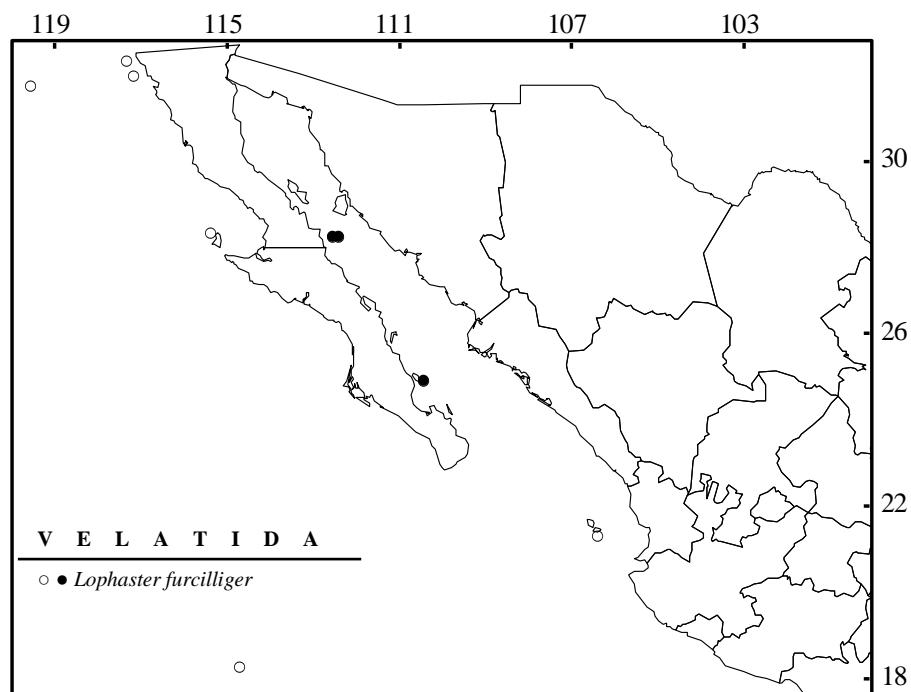


Figura 39. Distribución de las especies de Solasteridae examinadas frente a la costa del Pacífico mexicano, incluyendo registros previos (símbolos claros) y localidades donde el material fue recolectado durante los cruceros TALUD (símbolos oscuros).

Tabla 4. Número de especímenes recolectados y número de estaciones donde los Asteroidea fueron encontrados durante los cruceros TALUD. Las medidas de los datos ambientales a nivel de fondo se indican para registros previos (RP) y para las muestras obtenidas durante los cruceros TALUD. ND, sin datos.

Especie	Número de especímenes	Número de estaciones	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C) (RP)	Concentración de oxígeno disuelto (ml/l)
<i>Ampheraster chiroplus</i>	1	1	920	5.00	ND	0.20
<i>Ampheraster hyperoncus</i>	31	5	587-943	4.64-8.22	7.00	0.03-0.38
<i>Anteliaster coscinactis</i>	1	1	920	5.00	7.00	0.20
<i>Myxoderma platyacanthum</i>	20	6	778-1,030	4.25-6.65	5.40-7.00	0.03-0.29
<i>Myxoderma sacculatum</i>	2	2	1,016-1,060	ND	3.27-4.38	0.40
<i>Nearchaster aciculosus</i>	113	6	800-1,422	3.19-5.75	4.38	0.03-0.44
<i>Pectinaster agassizii</i>	4	3	1,196-1,526	3.17-3.69	2.39-4.11	0.52-0.79
<i>Dipsacaster laetmophilus</i>	5	3	1,016-1,422	3.19-5.00	ND	0.20-0.44
<i>Thrissacanthias penicillatus</i>	8	6	1,016-1,200	3.00-5.00	3.27-4.38	0.20-0.40
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	2	2	1,470-2,000	2.80-2.90	2.94-3.28	1.20-1.26
<i>Radiaster</i> sp. nov.	116	6	778-950	4.64-5.75	ND	0.03-0.29
<i>Henricia</i> sp. 1	8	2	587-920	5.00-8.22	ND	0.20-0.38
<i>Henricia</i> sp. 2	4	1	587-633	8.22	ND	0.38
<i>Ceramaster leptoceramus</i>	13	4	587-1,030	5.00-8.22	7.00	0.15-0.38
<i>Mediaster transfuga</i>	3	2	778-870	5.03-5.40	4.80	0.07-0.29
<i>Nymphaster diomedea</i>	3	2	1,160-1,450	3.00-3.70	2.89-6.28	0.73-1.04
<i>Lophaster furcilliger</i>	37	3	587-920	5.00-8.22	3.28-6.28	0.11-0.38
<i>Peribolaster biserialis</i>	2	1	587-633	8.22	4.40	0.38
Total de especímenes	373					

6.3. Catálogo fotográfico

Imágenes de las 18 especies de Asteroidea con vista abactinal (columna izquierda) y actinal (columna derecha) recolectadas durante las campañas TALUD III-X, con su descriptor y año, medidas de los radios mayor (R) y menor (r), y número de catálogo (EMU).



Figura 12. *Ampheraster chiroplus* Fisher, 1928; R = 50.26 mm, r = 9.59 mm (EMU-8981).



Figura 14. *Ampheraster hyperoncus* (H.L. Clark, 1913); R = 25.20 mm, r = 3.15 mm (EMU-8991A).



Figura 15. *Anteliaster coscinactis* Fisher, 1923; R = 33.49 mm, r = 3.87 mm (EMU-8985).

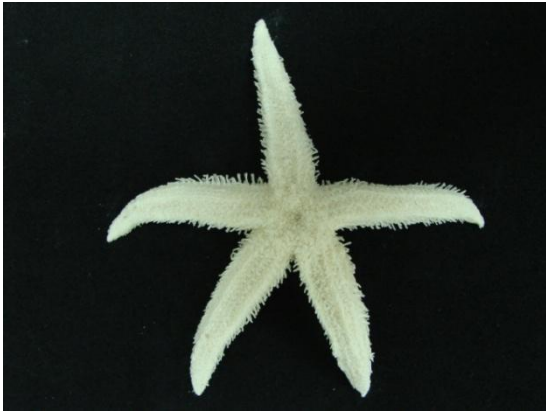


Figura 16. *Myxoderma platyacanthum* (H.L. Clark, 1913); R = 60.25 mm, r = 9.74 mm (EMU-8976).



Figura 18. *Myxoderma sacculatum* (Fisher, 1905); R = 156.81 mm, r = 32.5 mm (EMU-8978).



Figura 19. *Nearchaster aciculosus* (Fisher, 1910); R = 82.51 mm, r = 17.03 mm (EMU-8999B).



Figura 21. *Pectinaster agassizii* (Ludwig, 1905); R = 155.55 mm, r = 16.27 mm (EMU-9004B).



Figura 22. *Dipsacaster laetmophilus* Fisher, 1910; R = 97.14 mm, r = 31.42 mm (EMU-8962).



Figura 24. *Thrissacanthias penicillatus* (1905); R = 94.72 mm, r = 17.76 mm (EMU-8967).



Figura 25. *Ctenodiscus crispatus* (Retzius, 1805); R = 20.52 mm, r = 9.72 mm (EMU-8980).



Figura 27. *Radiaster* sp. nov.; R = 30.88 mm, r = 10.74 mm (EMU-8956A).



Figura 29. *Henricia* sp. 1; R = 31.85 mm, r = 6.12 mm (EMU-9010A).

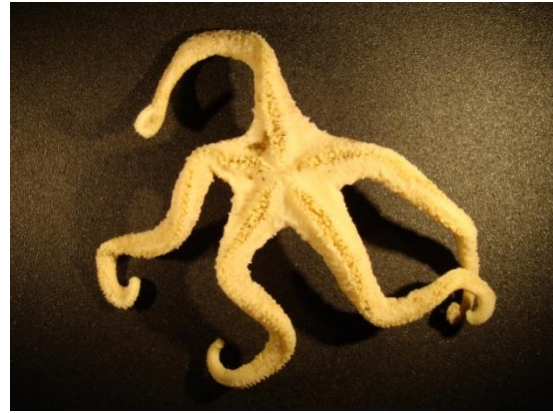


Figura 31. *Henricia* sp. 2; R = 41.29 mm, r = 7.38 mm (EMU-9011A).



Figura 32. *Ceramaster leptoceramus* (Fisher, 1905); R = 40.56 mm, r = 26.12 mm (EMU-8987).



Figura 34. *Mediaster transfuga* Ludwig, 1905; R = 54.17 mm, r = 16.98 mm (EMU-8994A).



Figura 35. *Nymphaster diomedea* Ludwig, 1905; R = 47.51 mm, r = 19.35 mm (EMU-8995B).



Figura 36. *Peribolaster biserialis* Fisher, 1905; R = 31.51 mm, r = 8.14 mm (EMU-9008A).



Figura 38. *Lophaster furcilliger* (Fisher, 1905); R = 31.99 mm, r = 7.99 mm (EMU-9007A).

6.4. Afinidad de las especies con los parámetros ambientales

6.4.1. Profundidad

El intervalo batimétrico observado durante este estudio fue de 475.5 a 2,390 m (Tabla 2). De las 18 especies recolectadas en las campañas TALUD III-X, *Ctenodiscus crispatus* fue la especie con el mayor intervalo de profundidad registrado (1,498-1,750 m), mientras que *Peribolaster biserialis* y *Henricia* sp. 2 fueron las especies con menor profundidad (610 m) y con sólo un registro en la Est. 4 del TALUD X. La especie con la mayor variación batimétrica fue *Nearchaster aciculosus* (580 m), en tanto que *Myxoderma sacculatum* fue la de menor variación (26 m). *Anteliaster coscinactis* y *Ampheraster chiroplus* fueron recolectadas a una sola profundidad en la Est. 11 del TALUD VIII (Fig. 40).

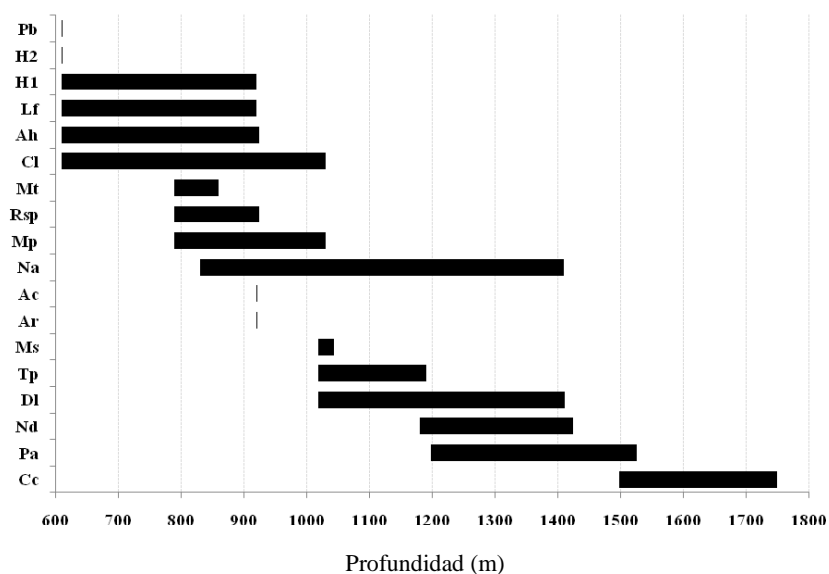


Figura 40. Intervalos batimétricos registrados para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD III-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

En el análisis Cluster, de los intervalos probados, se utilizó el de 200 m por presentar el mejor agrupamiento para ambos índices. El dendrograma de similitud Bray-Curtis (Fig. 41) muestra dos agrupamientos principales, uno de 600-799 m y 800-999 m; y el otro de 1,000-1,199 m y 1,400-1,599 m. El primer agrupamiento (aguas menos profundas) presenta una similitud de 51.47%; en el segundo agrupamiento (aguas más profundas), se observa una mayor similitud (64.72%). Asociado a este último se encuentra el intervalo de 1,200-1,399 m con una baja similitud (28.64%). Finalmente, el intervalo de 1,600-1,799 m muestra la menor similitud (5.76%). De lo anterior se observó que la similitud entre la comunidad de asteroideos incrementó conforme aumentaba la profundidad.

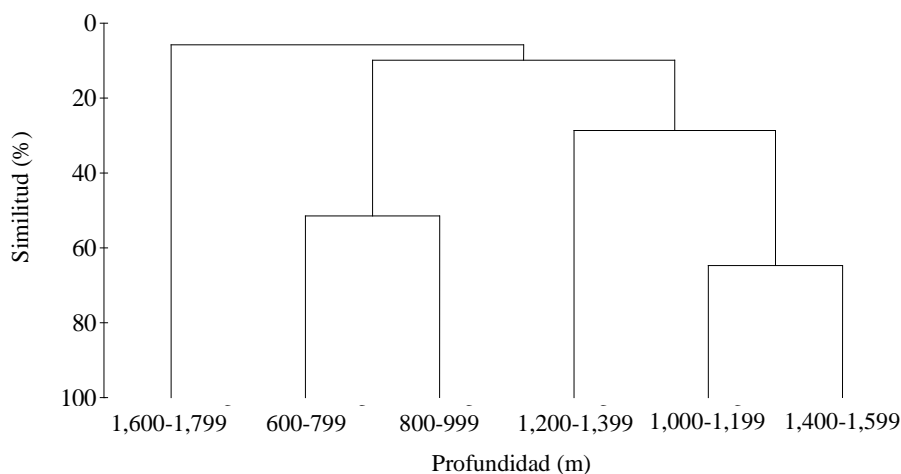


Figura 41. Distribución batimétrica (intervalo de 200 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

En el dendrograma de similitud de distancia Euclidiana (Fig. 42) los grupos de profundidad muestran un agrupamiento distinto al anterior. A una distancia de 3.1 se presentan dos agrupamientos, uno de aguas menos profundas (1,000-1,199 m y 1,400-1,599 m) y uno de aguas más profundas (1,200-1,399 m y 1,600-1,799 m). El primero presenta una similitud de 3.03 y en el segundo se observa una similitud de 1.97. Estos, a su vez, forman otro agrupamiento (1,000-1,799 m), siendo éste el de mayor similitud (3.69) con respecto a los intervalos restantes. Posteriormente, se asocia a este el intervalo de 600-799 m, con una baja similitud (5.89). Finalmente, el intervalo de 800-999 m se une a los demás pero presenta la menor similitud (7.5) con todos los anteriores. En este caso, se vuelve a manifestar el comportamiento (no agrupamiento) observado anteriormente en el sentido de que conforme aumenta la profundidad incrementa la similitud.

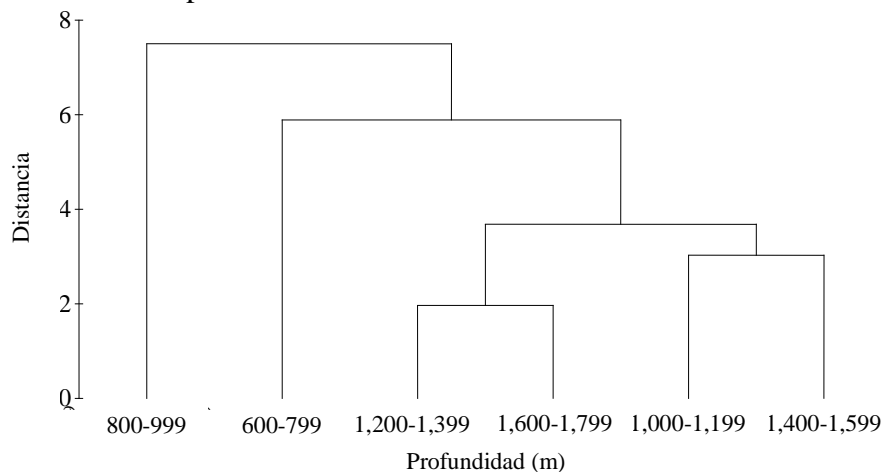


Figura 42. Distribución batimétrica (intervalo de 200 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

En el dendrograma de 300 m (Fig. 43) se observan dos agrupamientos: uno de aguas menos profundas (600-1,199 m) con la menor similitud (5.00); y uno de aguas más profundas (1,200-1,799 m) con la mayor similitud (2.79). Nuevamente, la mayor similitud se alcanza a mayores profundidades.

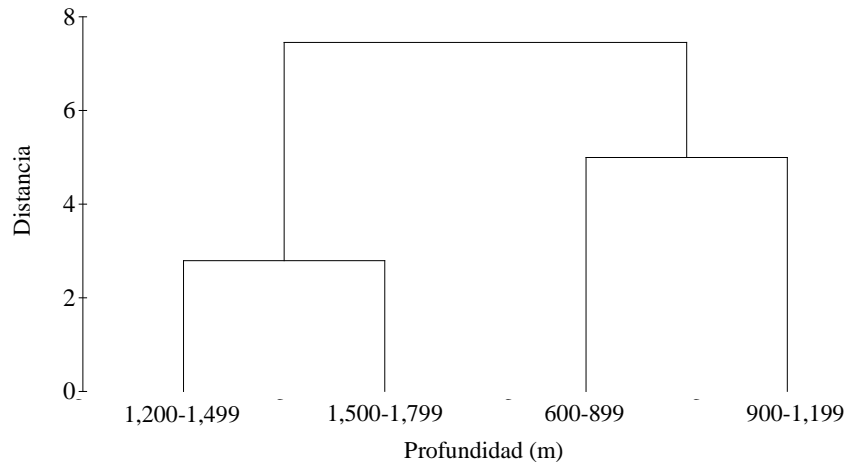


Figura 43. Distribución batimétrica (intervalo de 300 m) de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

6.4.2. Temperatura

Myxoderma sacculatum fue la única especie para la cual no se contó con un registro de temperatura. Fue recolectada únicamente en la campaña TALUD III y fue la única campaña que no contó con este parámetro. Las temperaturas registradas durante las campañas TALUD IV-X fluctuaron de 1.9 a 9.4 °C (Tabla 2).

Algunas especies fueron encontradas en los valores más altos del intervalo de temperatura (8.2 °C): *Ampheraster hyperoncus*, *Lophaster furcilleger*, *Ceramaster leptoceramus*, *Henricia* sp. 1, *Peribolaster biserialis* y *Henricia* sp. 2 (Fig. 40). Sólo las primeras cuatro presentaron amplios intervalos de temperatura, de 4.6 a 8.2 °C, lo que corresponde a un amplio intervalo batimétrico de acuerdo con la información obtenida durante los cruceros TALUD (Hendrickx, 2003). Las dos últimas especies se recolectaron una sola vez y en las estaciones de menor profundidad, por lo que se presentaron en una temperatura muy alta (8.2 °C). *Ctenodiscus crispatus* fue la única especie que se encontró en temperaturas muy bajas (2.4-2.9 °C) ya que fue recolectada a profundidades mayores (1,498-1,750 m) (Fig. 44).

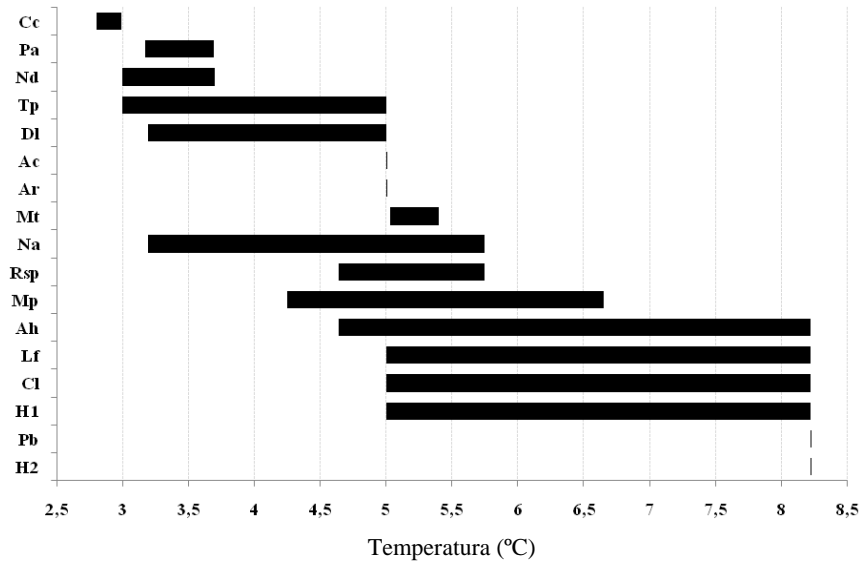


Figura 44. Intervalos de temperatura registrados para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD IV-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

6.4.3. Oxígeno

El intervalo de concentración de oxígeno disuelto (COD) obtenido durante las campañas TALUD III-X en el golfo de California fue de 0.03-4.34 ml/l (Tabla 2).

Considerando los intervalos de COD, se aprecian claramente tres grupos de especies (Fig. 45). El primer grupo comprende a la mayoría de las especies (15 de 18) y fueron encontradas en un intervalo de COD amplio (0.03 a 0.44 ml/l), pero con valores muy bajos (severamente hipóxicos). *Radiaster sp. nov.*, *Myxoderma platyacanthum*, *Ampheraster hyperoncus* y *Nearchaster aciculosus* son las especies que toleraron las menores COD

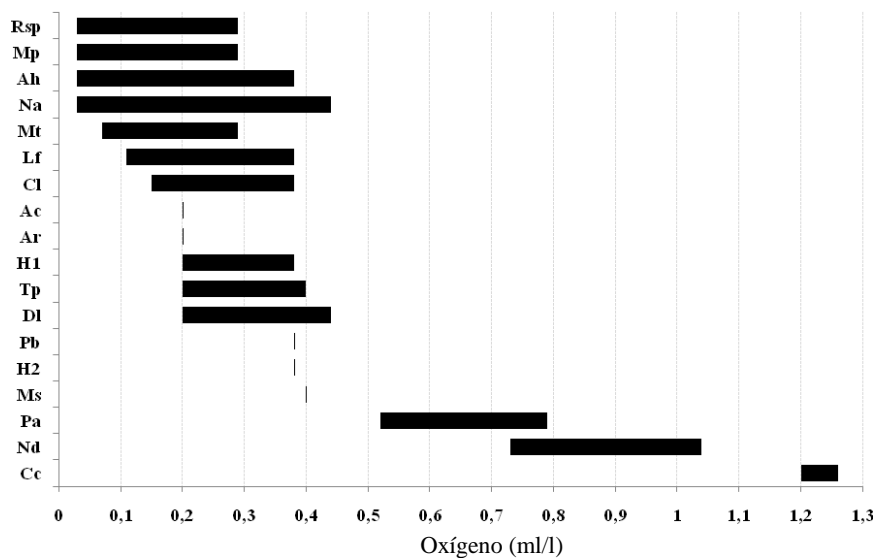


Figura 45. Intervalo de oxígeno registrado para las especies de Asteroidea recolectadas durante las campañas TALUD III-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

(0.03 ml/l), pero con intervalos amplios en general. El segundo grupo corresponde a *Pectinaster agassizii* y *Nymphaster diomedae*, ambas localizadas en concentraciones moderadamente hipóxicas (0.52-1.04 ml/l) y con un amplio intervalo. El tercer grupo comprende únicamente a *Ctenodiscus crispatus*, encontrada en valores de COD superiores a las anteriores, pero con un intervalo menor (1.2-1.26 ml/l) (Fig. 45).

En el análisis Cluster, de los intervalos probados, se utilizó el de 0.30 ml/l por presentar el mejor agrupamiento para ambos índices. El dendrograma de similitud Bray-Curtis (Fig. 46) muestra dos agrupamientos, uno de 0.00-0.29 ml/l y 0.30-0.59 ml/l; y el otro de 0.60-0.89 ml/l y 0.90-1.19 ml/l. El agrupamiento de COD moderadamente hipóxicas (0.60-1.19 ml/l) presenta una similitud de 55.50%, en el agrupamiento de COD severamente hipóxicas (0.00-0.59 ml/l) se muestra una similitud de 52.87%. Por último, el intervalo de 1.20-1.49 ml/l con COD ligeramente superiores a las hipóxicas muestra una similitud cercana al 0% con los dos anteriores. De lo anterior, se observó que la mayor similitud entre la comunidad de asteroideos se presentó en COD moderadamente hipóxicas.

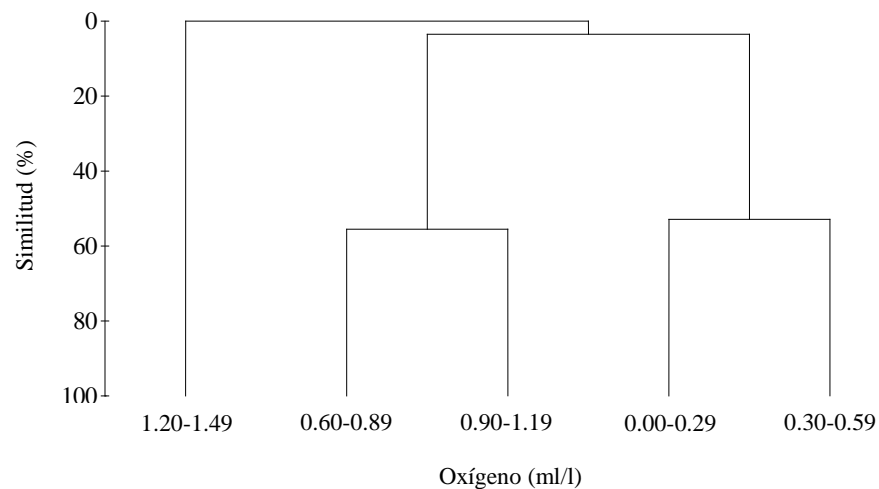


Figura 46. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.30 ml/l) de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

En el dendrograma de similitud de distancia Euclidiana (Fig. 47), los agrupamientos por intervalos de COD son distintos al caso anterior. A una distancia de 1.81, se distingue un agrupamiento de COD moderadamente hipóxicas (0.60-1.19 ml/l); el intervalo (1.20-1.49 ml/l) de COD ligeramente superiores a las hipóxicas se agrupa con éste a una distancia de 2.34. Sobre la base de lo anterior, se observó que la mayor similitud se presentó en COD moderadamente hipóxicas.

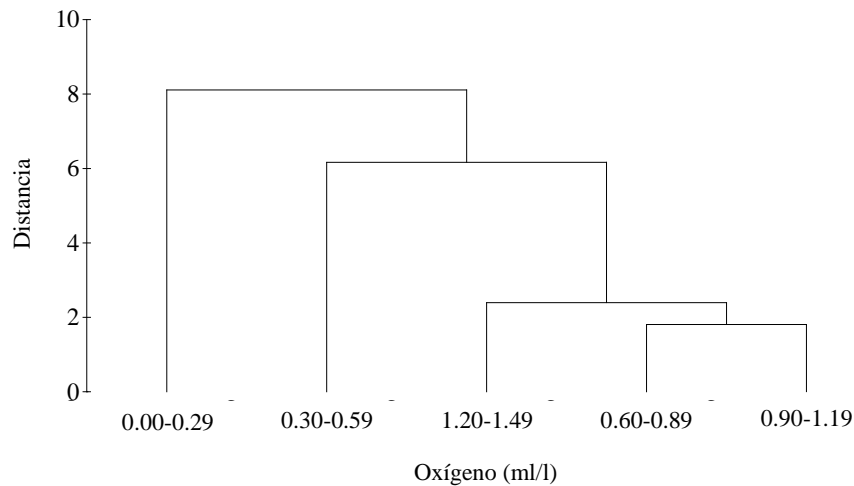


Figura 47. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.30 ml/l) de acuerdo con el índice de distancia Euclidiana. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

En el dendrograma de 0.40 ml/l (Fig. 48) se observa un agrupamiento (0.40-0.79 ml/l y 0.80-1.19 ml/l) con COD moderadamente hipóxicas con una similitud del 31.65%. Nuevamente, la mayor similitud se dió en COD moderadamente hipóxicas.

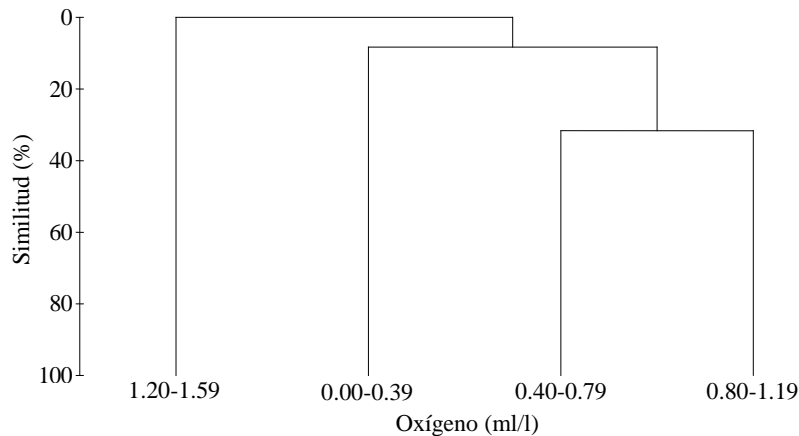


Figura 48. Distribución de las especies de Asteroidea de aguas profundas (> 600 m) recolectadas en las campañas TALUD en el golfo de California conforme a las concentraciones de oxígeno disuelto (intervalo de 0.40 ml/l) de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo de agrupación fue el de promedios WPGMA.

6.4.4. Contenido de materia orgánica

El intervalo de materia orgánica por ignición observado durante el estudio fue de 4.51 a 19.90% (Tabla 2).

Thrisacanthias penicillatus fue encontrada en casi todo el intervalo de porcentaje de materia orgánica (4.84-14.05%) registrado en las estaciones de muestreo, y con el valor más bajo medido (4.84%), seguida por *P. agassizii*, con un intervalo moderado (8.26-

15.19%). Por otra parte, se observa un grupo de siete especies conformado por *Ampheraster hyperonchus*, *Mediaster transfuga*, *Radiaster* sp. nov., *Myxoderma platyacanthum*, *Cermaster leptoceramus*, *Nearchaster aciculosus* y *Nymphaster diomedea* predominando en sustratos con porcentajes de materia orgánica intermedios, fluctuando entre 9.86-14.41%. *Ctenodiscus crispatus* se recolectó en sedimentos con el más alto porcentaje de materia orgánica (15.47%) (Fig. 49).

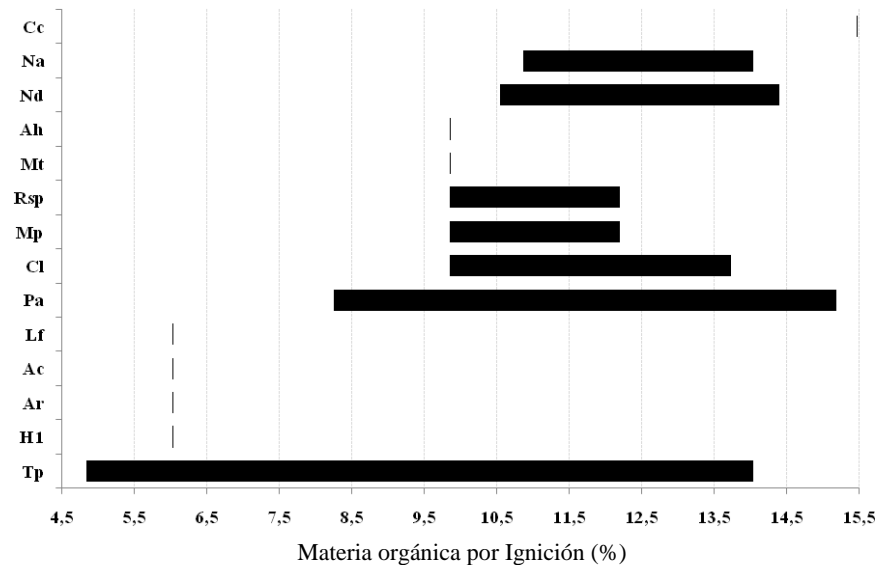


Figura 49. Intervalo de porcentaje de materia orgánica por ignición registrado para las especies de Asterozoa recolectadas durante las campañas TALUD IV-X. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

6.5. Parámetros bióticos y abióticos: correlaciones simples y multivariantes

Para estos análisis se contempló la totalidad del golfo de California, es decir todos los cruceros y todas las estaciones que se realizaron, con la finalidad de saber cual era el comportamiento de las comunidades de Asterozoa con respecto a los parámetros bióticos y abióticos, mediante correlaciones simples y multivariantes. Se hizo también el mismo análisis pero considerando al golfo de California por secciones (sureste, suroeste y centro del golfo de California), con la finalidad de poder visualizar de manera separada el comportamiento de estos parámetros, ya que las condiciones fisicoquímicas en aguas profundas pueden variar entre las zonas de estudio en donde se llevaron a cabo los muestreos, tal como ha sido descrito en la plataforma continental (Hendrickx, 1992).

En todos los casos, se consideraron las mismas variables abióticas (profundidad, temperatura y oxígeno).

6.5.1. Golfo de California completo (TALUD IV-X)

De acuerdo con la abundancia y el número de especies registrado, se calculó el índice de diversidad de Shannon en base dos para cada una de las estaciones. La mayor diversidad se dió en la estación 25 del TALUD IV (2.16 bits ind⁻¹), mientras que en doce estaciones la diversidad fue de cero porque solo se recolectó una especie. Con respecto a la densidad, la estación 14 del TALUD X registró el valor más alto (370.26 ind/ha), mientras que en siete estaciones la densidad fue de 2.57 ind/ha porque sólo se obtuvo un organismo por especie (Tabla 5).

Tabla 5. Estaciones de muestreo donde se capturaron asteroideos durante los cruceros TALUD IV-X con su posición, riqueza de especies (S), densidad total (D) y diversidad de Shannon (H').

TALUD	Estación	Latitud N	Longitud W	S	D (ind/ha)	H' (bits)
IV	19	24° 15.3'	108° 24.1'	1	5.14	0.00
	20	24° 27.4'	108° 35.3'	1	2.57	0.00
	25	24° 53.2'	108° 59.4'	5	12.86	2.16
	34	25° 40.7'	109° 54.4'	1	5.14	0.00
V	11	23° 14.0'	107° 00.0'	2	10.28	1.00
	18	24° 15.2'	108° 17.2'	1	2.57	0.00
	19	24° 16.4'	108° 24.3'	2	28.93	0.65
	20	24° 14.7'	108° 35.3'	1	2.57	0.00
	25	24° 51.8'	108° 58.0'	1	5.14	0.00
VI	18	24° 14.9'	108° 16.3'	2	23.14	0.99
	19	24° 16.4'	108° 24.3'	1	2.57	0.00
VII	13b	23° 30.3'	107° 44.0'	1	5.14	0.00
VIII	3	24° 31.7'	109° 29.6'	1	2.57	0.00
	11	24° 54.5'	110° 25.5'	4	51.42	0.85
	16	25° 24.4'	110° 37.6'	4	18.00	1.84
	20	25° 56.4'	110° 43.1'	1	2.57	0.00
IX	17	25° 20.9'	110° 46.4'	4	156.84	1.09
	4	28° 16.1'	112° 32.8'	6	110.56	2.09
X	5	28° 14.8'	112° 24.9'	3	82.28	1.23
	8	28° 05.9'	112° 26.8'	1	2.57	0.00
	10	27° 50.1'	112° 10.1'	2	18.00	0.59
	14	27° 44.9'	111° 37.0'	3	370.26	1.21
	18	27° 09.1'	111° 46.9'	1	5.14	0.00
	25	26° 39.1'	111° 18.3'	2	29.86	1.00

Considerando todas las estaciones muestreadas durante los cruceros TALUD IV-X, la correlación de Pearson indicó que la temperatura fue la variable abiótica que más se correlacionó con la riqueza de especies ($R^2 = 0.418$; $p = 0.001$; $n = 95$), con la densidad ($R^2 = 0.259$; $p = 0.001$; $n = 95$), y con la diversidad ($R^2 = 0.431$; $p = 0.001$; $n = 95$), presentando una diferencia altamente significativa y positiva entre dichas variables bióticas (Tabla 6).

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el golfo de California: campañas TALUD IV-X (⁽¹⁾ $p < 0.05$; ⁽²⁾ $p < 0.025$; ⁽³⁾ $p < 0.005$; ⁽⁴⁾ $p < 0.001$; NS= no significativo).

	Riqueza (s)	Densidad (ind/ha)	Diversidad (H')	Total (n)
Profundidad	-0.350 ⁽⁴⁾	-0.217 ⁽⁴⁾	-0.333 ⁽⁴⁾	100
Temperatura	0.418 ⁽⁴⁾	0.259 ⁽⁴⁾	0.431 ⁽⁴⁾	95
Oxígeno	-0.281 ⁽⁴⁾	-0.180 ⁽⁴⁾	-0.261 ⁽⁴⁾	93
Materia orgánica por ignición	-0.267 ⁽⁴⁾	-0.228 ⁽⁴⁾	-0.160 ⁽³⁾	53
Materia orgánica por titulación	0.105 ⁽²⁾	-0.009 ^{NS}	0.075 ⁽¹⁾	55
Lodo	-0.060 ^{NS}	-0.103 ⁽²⁾	0.031 ^{NS}	53
Arena	0.081 ⁽¹⁾	0.119 ⁽²⁾	-0.020 ^{NS}	53
Grava	-0.058 ^{NS}	-0.034 ^{NS}	-0.037 ^{NS}	53

El análisis de CCA indicó que las tres variables ambientales explicaron un 21.9 % de la varianza observada dentro del modelo. El oxígeno resultó ser la variable ambiental de mayor significación para explicar la distribución de las especies. La temperatura presentó una significación intermedia, mientras que la profundidad fue la de menor significación (Fig. 50). Con respecto a las especies, *Ctenodiscus crispatus* se recolectó en las concentraciones de oxígeno más altas y en las mayores profundidades. *Nymphaster diomedae* y *Pectinaster agassizii* también se presentaron en aguas profundas y con altas concentraciones de oxígeno. *Henricia* sp. 2 y *Peribolaster biserialis* formaron un grupo ya que fueron recolectadas únicamente en la Est. 4 del TALUD X; además, este grupo se encontró a una sola temperatura que fue el valor más alto registrado (8.22 °C). *Henricia* sp. 1, *Ceramaster leptoceramus* y *Ampheraster hyperoncus* también fueron encontradas a esta temperatura, sólo que con intervalos amplios. Otro agrupamiento se dió entre las especies *A. chiroplus* y *A. coscinactis* que fueron recolectadas sólo en la Est. 11 del TALUD VIII y ambas con la misma densidad (2.57 ind/ha). Por último, las especies *Dipsacaster*

laetmophilus, *Thrissacanthias penicillatus*, *Nearchaster aciculosus*, *Radiaster* sp. nov., *Mediaster transfuga*, *Lophaster furcilliger* y *Myxoderma platyacanthum* se asociaron con condiciones ambientales muy similares, pero sin una fuerte correlación con las variables ambientales (Fig. 50).

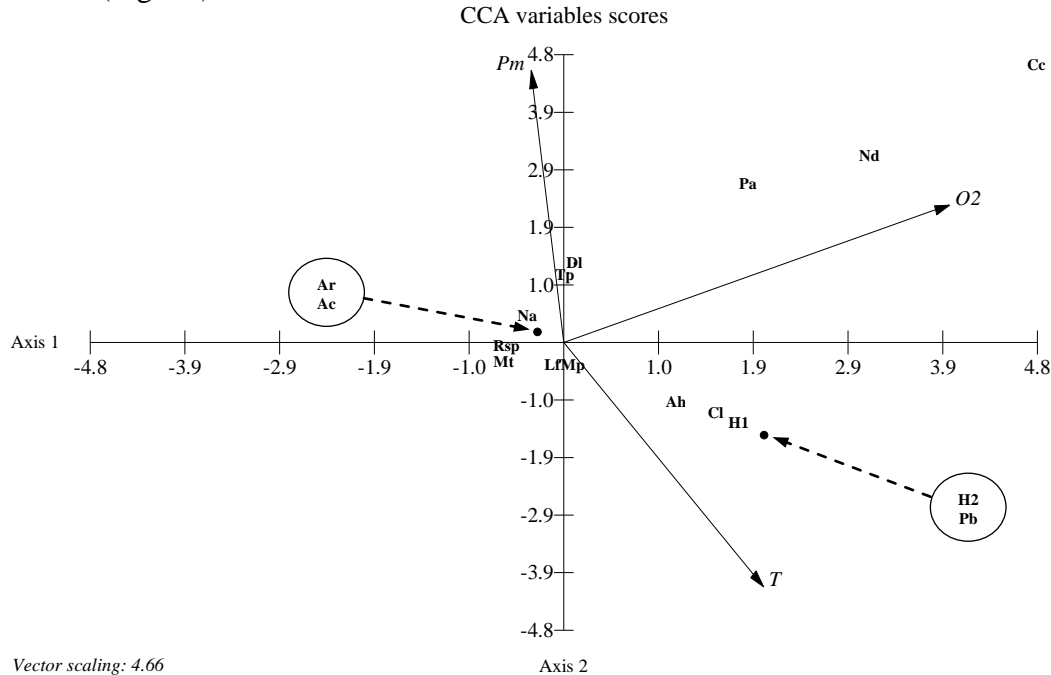


Figura 50. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el golfo de California (TALUD IV-X).

6.5.2. Sureste del golfo de California (TALUD IV-VII)

Como resultado de las campañas TALUD IV-VII en esta parte del golfo de California, se identificaron 10 especies de Asteroidea recolectadas con la red de patín y perteneciendo a los Forcipulatida (2), Notomyotida (2), Paxillosida (3) y Valvatida (3) (Tabla 3). De acuerdo con la abundancia y el número de especies registradas, se calculó el índice de diversidad de Shannon en base dos para cada una de las estaciones. Se identificó que la mayor diversidad se dió en la estación 25 del TALUD IV (2.16 bits ind⁻¹), mientras que en ocho estaciones la diversidad fue de cero porque sólo presentaron una especie. La estación con mayor densidad fue la estación 19 del TALUD V (28.93 ind/ha), mientras que en cuatro estaciones se registró la menor densidad (2.57 ind/ha) (Tabla 5).

De acuerdo con el índice de correlación de Pearson, la variable ambiental que más se correlacionó con la riqueza de especies ($R^2 = -0.312$; $p = 0.001$; $n = 44$) fue la materia orgánica por ignición, mientras que la densidad ($R^2 = -0.233$; $p = 0.001$; $n = 52$) se

correlacionó más con el oxígeno; ambas variables presentando una correlación altamente significativa y negativa. Con respecto a la diversidad ($R^2 = 0.258$; $p = 0.001$; $n = 54$), la temperatura fue la variable ambiental más correlacionada; a diferencia de las variables anteriores, esta presentó una correlación altamente significativa y positiva (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el sureste del golfo de California (⁽¹⁾ $p < 0.05$; ⁽²⁾ $p < 0.01$; ⁽³⁾ $p < 0.005$; ⁽⁴⁾ $p < 0.001$; NS= no significativo).

	Riqueza (s)	Densidad (ind/ha)	Diversidad (H')	Total (n)
Profundidad	-0,231 ⁽⁴⁾	-0,193 ⁽⁴⁾	-0,235 ⁽⁴⁾	57
Temperatura	0,216 ⁽⁴⁾	0,199 ⁽⁴⁾	0,258 ⁽⁴⁾	54
Oxígeno	-0,232 ⁽⁴⁾	-0,233 ⁽⁴⁾	-0,230 ⁽⁴⁾	52
% Materia orgánica por ignición	-0,312 ⁽⁴⁾	-0,198 ⁽²⁾	-0,249 ⁽⁴⁾	44
% Materia orgánica por titulación	0,173 ⁽³⁾	0,096 ⁽¹⁾	0,155 ⁽²⁾	47
Lodo	-0,007 ^{NS}	0,014 ^{NS}	0,078 ^{NS}	44
Arena	0,030 ^{NS}	0,006 ^{NS}	-0,068 ^{NS}	44
Grava	-0,061 ^{NS}	-0,055 ^{NS}	-0,040 ^{NS}	44

El análisis de CCA mostró que las variables ambientales consideradas explican en conjunto un 33.6 % de la varianza dentro del sistema (Fig. 51). El oxígeno fue la variable ambiental de mayor significación, seguido de la temperatura y la profundidad. De las diez especies analizadas, *Ctenodiscus crispatus*, *Pectinaster agassizii* y *Nymphaster diomedae* fueron recolectadas en las mayores concentraciones de oxígeno y las mayores profundidades, siendo *C. crispatus* la especie que se asoció con el valor más alto de dichas variables; sin embargo, esta especie presentó la menor densidad media (0.43 ind/ha). Por otro lado, *N. diomedae* presentó el segundo valor más alto de oxígeno y una densidad media de 0.64 ind/ha; *P. agassizii* mostró el segundo valor más alto de profundidad pero con la mayor densidad media (0.85 ind/ha). *Ampheraster hyperoncus*, *Ceramaster leptoceramus*, *Radiaster* sp. nov., *Myxoderma platyacanthum* y *Mediaster transfuga* fueron las especies que se encontraron en aguas menos profundas por lo que presentaron valores altos de temperatura, las dos primeras con los registros más altos (8.2 °C). Por último, *Nearchaster aciculosus* y *Thrissacanthias penicillatus* se asociaron con condiciones ambientales muy similares, pero sin una fuerte correlación con las variables ambientales (Fig. 51).

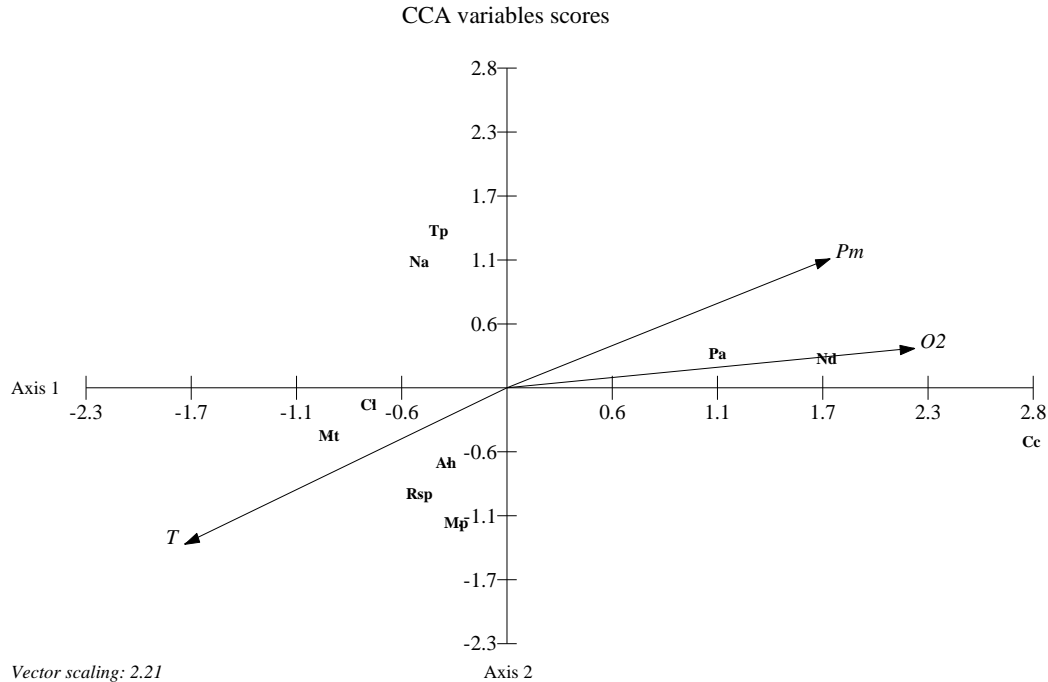


Figura 51. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el sureste del golfo de California (TALUD IV-VII).

6.5.3. Suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX)

La muestra total consistió de 90 organismos repartidos en 11 especies: cuatro Forcipulatida, un Notomyotida, tres Paxillosida, un Spinulosida, un Valvatida y un Velatida (Tabla 3). De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, la estación que presentó la mayor diversidad fue la estación 16 del TALUD VIII (1.84 bits ind⁻¹), mientras que en dos estaciones la diversidad fue de cero porque sólo se presentó una especie en estas muestras. La estación 17 del TALUD IX presentó la mayor densidad (156 in/ha), mientras que en el TALUD VIII dos estaciones presentaron la menor densidad (2.57 ind/ha) (Tabla 5).

La temperatura fue la variable ambiental que más se correlacionó con la diversidad ($R^2 = 0.589$; $p = 0.001$; $n = 23$), la densidad ($R^2 = 0.524$; $p = 0.001$; $n = 23$) y la riqueza de especies ($R^2 = 0.545$; $p = 0.001$; $n = 23$); además, se presentó una correlación altamente significativa y positiva entre dichas variables bióticas (Tabla 8).

El análisis de CCA presentó un valor de 88.5% de varianza con las variables abióticas consideradas. Estas variables presentaron el mismo patrón observado en el sureste del golfo de California. De las once especies, nueve se distribuyeron en tres grupos distintos. El primero, conformado por *Ampheraster hyperoncus*, *Nearchaster aciculosus* y *Radiaster* sp.

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el suroeste del golfo de California ⁽¹⁾p<0.02; ⁽²⁾p<0.01; ⁽³⁾p<0.005; ⁽⁴⁾p<0.001; NS= no significativo).

	Riqueza (s)	Densidad (ind/ha)	Diversidad (H')	Total (n)
Profundidad	-0,485 ⁽⁴⁾	-0,374 ⁽³⁾	-0,396 ⁽⁴⁾	24
Temperatura	0,589 ⁽⁴⁾	0,524 ⁽⁴⁾	0,545 ⁽⁴⁾	23
Oxígeno	-0,342 ⁽³⁾	-0,256 ⁽¹⁾	-0,283 ⁽²⁾	24
Materia orgánica por ignición	-0,136 ^{NS}	-0,100 ^{NS}	-0,090 ^{NS}	9
Lodo	-0,104 ^{NS}	-0,182 ^{NS}	-0,199 ^{NS}	9
Arena	0,123 ^{NS}	0,196 ^{NS}	0,212 ^{NS}	9
Grava	-0,097 ^{NS}	-0,030 ^{NS}	-0,014 ^{NS}	9

nov., fue recolectado solamente en la Est. 17 del TALUD IX, con la menor profundidad registrada (836 m), pero con el valor más alto de temperatura (5.75 °C); el segundo grupo, integrado por *Ampheraster chiroplus*, *Anteliaster coscinactis*, *Henricia* sp. 1 y *Lophaster furcilliger*, se recolectó sólo una vez en la Est. 11 del TALUD VIII, con la mayor concentración de oxígeno (0.2 ml/l); y el tercero, compuesto por *Dipsacaster laetmophilus* y *Ceramaster leptoceramus*, fue recolectado únicamente en la Est. 16 del TALUD VIII, con la mayor profundidad registrada (1,030 m) pero con el menor valor de temperatura (5.0 °C). *Thrissacanthias penicillatus* se encuentra cerca a este último grupo por compartir una estación (16), sin embargo, se presenta en la mayor profundidad (1,150 m) con la COD más alta (0.39 ml/l) y con el valor más bajo de temperatura (3.00 °C), con respecto a todas las especies. Finalmente, *Myxoderma platyacanthum* se presenta en condiciones ambientales muy similares con el primer y tercer grupo por compartir una estación con cada uno (17 y 16 respectivamente), pero no tiene una fuerte correlación con las variables ambientales (Fig. 52).

6.5.4. Centro del Golfo de California (TALUD X)

Durante este crucero se identificaron 11 especies de asteroideos bentónicos: dos Forcipulatida, dos Notomyotida, dos Paxillosida, dos Spinulosida, un Valvatida y dos Velatida (Tabla 3). La mayor diversidad (Shannon) se dió en la estación 4 del TALUD X (2.09 bits ind⁻¹). En dos estaciones (8 y 18) la riqueza fue de una, por lo que la diversidad fue de cero. Las estaciones con mayor y menor densidades fueron las estaciones 14 y 8, con 370 ind/ha y 2.57 ind/ha, respectivamente (Tabla 5).

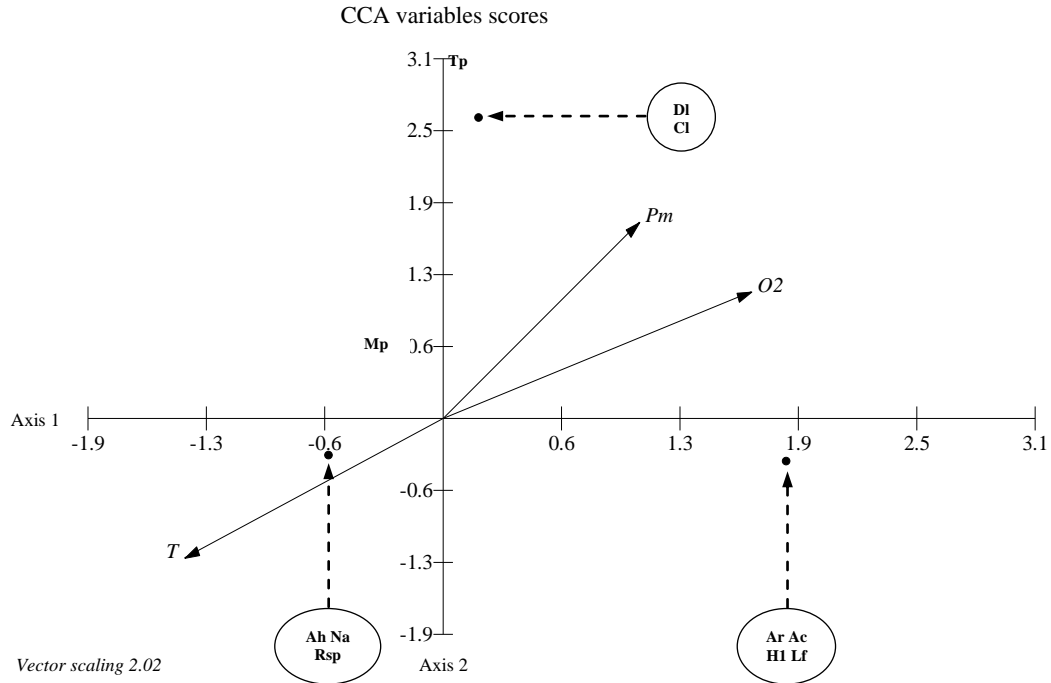


Figura 52. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (P_m , profundidad media de arrastre; T , temperatura; O_2 , oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX).

De acuerdo al análisis de correlación de Pearson, la variable ambiental que presentó una mayor correlación y una diferencia altamente significativa y positiva con la diversidad ($R^2 = 0.519$; $p = 0.001$; $n = 18$) y la riqueza de especies ($R^2 = 0.496$; $p = 0.001$; $n = 18$) fue la temperatura, mientras que la densidad ($R^2 = -0.318$; $p = 0.02$; $n = 17$) presentó una mayor correlación y una diferencia altamente significativa y negativa con el oxígeno (Tabla 9).

Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables abióticas y bióticas para el centro del golfo de California (⁽¹⁾ $p < 0.05$; ⁽²⁾ $p < 0.02$; ⁽³⁾ $p < 0.005$; ⁽⁴⁾ $p < 0.001$; NS= no significativo).

	Riqueza (s)	Densidad (ind/ha)	Diversidad (H')	Total (n)
Profundidad	-0,471 ⁽³⁾	-0,314 ⁽²⁾	-0,500 ⁽⁴⁾	19
Temperatura	0,496 ⁽⁴⁾	0,220 ⁽¹⁾	0,519 ⁽⁴⁾	18
Oxígeno	-0,263 ⁽¹⁾	-0,318 ⁽²⁾	-0,332 ⁽²⁾	17
% Materia orgánica por titulación	0,242 ^{NS}	0,233 ^{NS}	0,219 ^{NS}	8

El análisis de CCA indicó que las tres variables ambientales consideradas explicaron un 56.7% de la varianza observada dentro del modelo. Para esta zona, la temperatura resultó

ser la variable más importante y de mayor significación para explicar la distribución de las especies, mientras que la profundidad y el oxígeno presentaron una menor significación en su distribución (Fig. 53). Las especies *Ceramaster leptoceramus*, *Henricia* sp. 1, *Henricia* sp. 2, *Peribolaster biserialis* y *Ampheraster hyperoncus* presentaron el valor más alto de temperatura (8.22 °C) y la menor profundidad (610 m), sin embargo, las primeras cuatro especies formaron un grupo debido a que solamente se obtuvieron en la Est. 4. *Pectinaster agassizii*, *Dipsacaster laetmophilus* y *Nearchaster aciculosus* se registraron en las mayores profundidades, pero en las temperaturas más bajas y con concentraciones de oxígeno más altas, siendo *P. agassizii* la especie que se encontró en la mayor profundidad (1,526 m) y con la concentración más alta de oxígeno (0.52 ml/l), pero en la temperatura más baja (3.17 °C); sin embargo, *Radiaster* sp. nov. se encuentra cercana a éstas por compartir una estación (14) con *N. aciculosus*, aunque las condiciones ambientales son inversas. Por otra parte, *Myxoderma platyacanthum* y *Lophaster furcilliger* presentaron condiciones ambientales muy similares entre sí (Fig. 53).

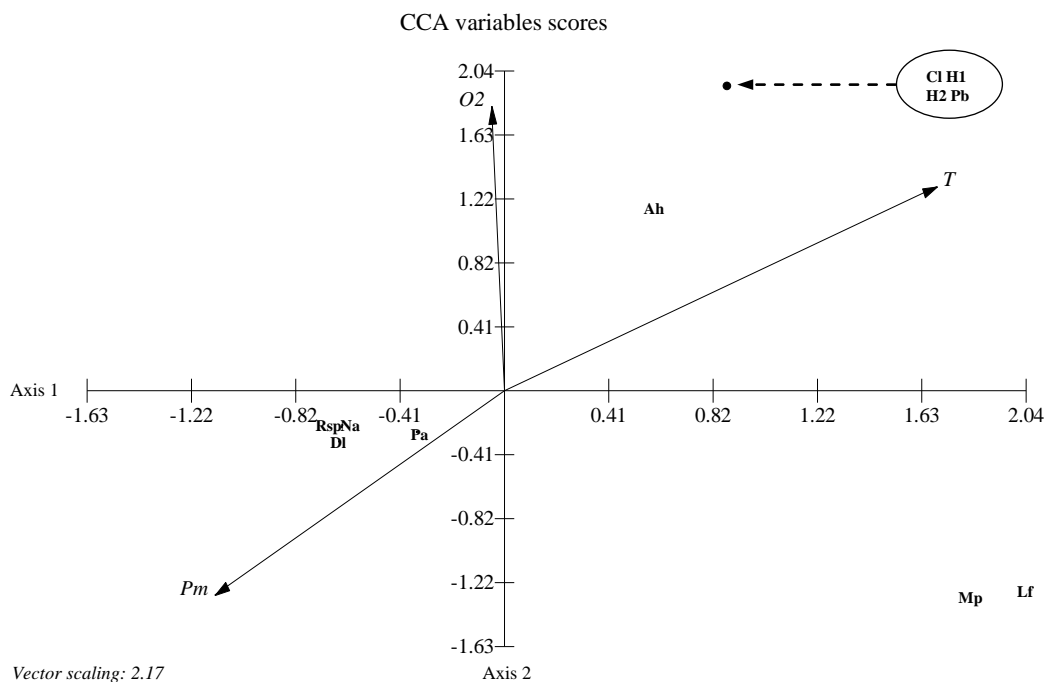


Figura 53. Análisis de correspondencias canónicas donde se muestra el comportamiento de las variables ambientales (Pm, profundidad media de arrastre; T, temperatura; O₂, oxígeno) con respecto a la densidad de especies de los asteroideos recolectados en el centro del golfo de California (TALUD X).

7. DISCUSIÓN

7.1. Parte faunística

El golfo de California es considerado por varios investigadores como una zona de elevada riqueza de especies. Ahí se encuentran aproximadamente 6,000 especies descritas y denominadas como macrofauna (animales visibles a simple vista, mayores que unos pocos mm de talla), desde los macroinvertebrados (excluyendo copépodos y ostrácodos) hasta los vertebrados (peces, reptiles marinos, mamíferos marinos, aves marinas y costeras) (Hendrickx et al., 2005). Esta elevada riqueza está relacionada con las condiciones fisicoquímicas y biológicas del lugar (Hendrickx et al., 2005). Según la literatura reciente consultada (Maluf, 1988; Maluf & Brusca, 2005; Solís-Marín et al., 2005; Mah, 2007; Honey-Escandón et al., 2008), para el Pacífico mexicano, que incluye la corriente de California, el golfo de California (GC), el suroeste de México y las islas oceánicas (archipiélago Revillagigedo e isla Guadalupe), se tienen registradas hasta el momento 66 especies de Asteroidea de aguas profundas (≥ 500 m): 2 especies del orden Brisingida, 15 Forcipulatida, 5 Notomyotida, 16 Paxillosida, 8 Spinulosida, 13 Valvatida y 7 Velatida (Tabla 10). El listado taxonómico de estas especies se encuentra en el Anexo I.

Es importante recordar que, además de las citas recientes mencionadas, se revisaron los datos originales proporcionados por los autores que describieron o citaron las especies antes de 1988. En total, 18 especies de Asteroidea fueron recolectadas en el golfo de California durante los cruceros TALUD, 15 identificadas a nivel especie. El material fue obtenido en 26 muestras. Doce de estas presentaron sólo una especie de Asteroidea, seis presentaron dos especies, tres muestras presentaron tres y cuatro especies, y una muestra cinco y seis especies (Tabla 11).

Solís-Marín et al. (1997) realizaron un trabajo sistemático y ecológico de los equinodermos de la bahía de La Paz, registrando 92 especies de aguas someras, de los cuales 21 correspondían a Asteroideos. De estas, sólo dos especies, *Luidia foliolata* Grube, 1865 y *Astropecten verrilli* de Loriol, 1899, extienden su distribución hasta aguas profundas (Tabla 10).

El presente estudio muestra varias diferencias con los estudios anteriores. De las 18 especies de asteroideos epibentónicas recolectadas durante las campañas TALUD III-X, solamente once coinciden con las 55 especies citadas por Maluf (1988) para aguas

profundas (≥ 500 m). Estas son: *Ampheraster hyperoncus*, *Anteliaster coscinactis*, *Myxoderma platyacanthum*, *M. sacculatum*, *Neachaster aciculosus*, *Pectinaster agassizii*, *Thrissacanthias penicillatus*, *Ctenodiscus crispatus*, *Ceramaster leptoceramus*, *Nymphaster diomedea* y *Lophaster furcilliger*. Siete especies no fueron registradas por Maluf (1988) para el Pacífico mexicano. Estas son: *Radiaster* sp. nov.; *Dipsacaster laetmophilus*, conocida anteriormente para Alaska; *Ampheraster chiropus*, conocida previamente sólo para el sur de California; *Peribolaster biserialis*, registrada desde el mar de Bering hasta el sur de California; y *Mediaster transfuga*, que había sido incluida en la sinonimia de *M. tenellus* Fisher, 1905 por Maluf (1988). Además, el material incluye dos especies no identificadas de *Henricia* (Tabla 10).

Maluf & Brusca (2005) registraron 63 especies de estrellas de mar para el golfo de California y la porción SW de la península de Baja California Sur (desde Cabo Falso, cerca de Cabo San Lucas, hasta el límite extremo norte del complejo lagunar de bahía Magdalena, en boca de Las Ánimas), desde la zona intermareal hasta el plano abisal. De estas 63 especies, sólo 26 llegan a presentarse en aguas profundas (≥ 500 m) de acuerdo con Maluf (1988). De estas 26 especies, registradas para el golfo de California, sólo se encontraron cinco: *T. penicillatus*, *C. crispatus*, *P. agassizii*, *N. diomedea* y *L. furcilliger* (Tabla 10).

Solís-Marín et al. (2005) registraron 44 especies de estrellas de mar para el golfo de California. En este listado, Solís-Marín et al. (2005) no especificaron la profundidad de los registros considerados. De acuerdo con el trabajo de Maluf (1988), nueve de estas se encuentran en aguas profundas y sólo tres se registraron en nuestro estudio (*C. crispatus*, *P. agassizii* y *M. platyacanthum*). Por otra parte, en el caso de las Asteroidea, Solís-Marín et al. (2005) no incluyeron tres especies (*Luidia foliolata*, *A. verrilli* y *Leptychaster stellatus* Ziesenhene, 1942), que habían sido registradas para la bahía de La Paz por Solís-Marín et al. (1997). En el caso de *Mithrodia enriquecasoi* Caso, 1975, resultó ser una sinonimia de *M. bradleyi* Verrill, 1870, de acuerdo con la base de datos de Mah (2009) (Tabla 10).

Tres años después, Honey-Escandón et al. (2008) elaboraron un listado semejante para el Pacífico mexicano, citando 50 especies de Asteroidea de las cuales, acorde con Maluf (1988), nueve se presentan en aguas profundas. De estas nueve, sólo *C. crispatus* fue recolectada en el presente estudio. Ambos listados (Solís-Marín et al., 2005; Honey-

Escandón et al., 2008) mencionaron 14 especies con al menos un registro para México, 10 presentes en el golfo de California y 11 en otros sitios (i.e., corriente de California, SW de México o las islas oceánicas) (Tabla 10).

Tabla 10. Especies de Asteroidea de aguas profundas (≥ 500 m; pero ver notas de pie) registradas frente a la costa oeste de México (límite norte ubicado en 32°28'16"N, límite sur ubicado en 14°32'27"N), incluyendo la zona de la corriente de California (CC), el golfo de California (GC), la zona del suroeste de México, al sur de bahía de Banderas (SOM), y frente a las islas oceánicas (IO). Los datos utilizados en la tabla fueron tomados de las siguientes fuentes: MA, Maluf (1988); MA2, Maluf (1991) (sólo aquellos datos complementarios a Maluf, 1988); SO, Solís-Marín et al. (1997); SO2, Solís-Marín et al. (2005); MB, Maluf & Brusca (2005); MC, Mah (2007); HE, Honey-Escandón et al. (2008); PE, presente estudio. Negritas: especies recolectadas durante los cruceros TALUD. (?) Registros o identificaciones dudosas (Rev., islas Revillagigedo). Se siguió la secuencia de especies descritas por Maluf (1988).

Especies	CC	GC	SOM	IO
<i>Luidia asthenosoma</i> Fisher, 1906	MA			
<i>Luidia foliolata</i> Grube, 1865 (1)	MA	MA SO	MA	
<i>Astropecten verrilli</i> de Loriol, 1899 (2)	MA HE (3)	MA MB HE SO (3)	MA HE (3)	
<i>Dipsacaster anoplus</i> Fisher, 1910	(4)			
<i>Dipsacaster eximius</i> Fisher, 1905		MA		
<i>Dipsacaster laetmophylus</i> Fisher, 1910		PE		
<i>Dytaster gilberti</i> Fisher, 1905	MA MA2			
<i>Leptychaster inermis</i> (Ludwig, 1905)	MA			
<i>Psilaster armatus</i> Ludwig, 1905		MA MB		
<i>Psilaster pectinatus</i> (Fisher, 1905)	MA			
<i>Thrissacanthias penicillatus</i> (Fisher, 1905)	(4)	MA MB PE		
<i>Eremicaster crassus gracilis</i> (Sladen, 1883) (5)	MA HE	MA MB	MA	
<i>Eremicaster pacificus</i> (Ludwig, 1905)	MA HE	MA MB SO2	MA	
<i>Hyphalaster inermis</i> Sladen, 1883 (6)	MA			
<i>Ctenodiscus crispatus</i> (Retzius, 1805)	MA HE	MA MB SO2 PE		
<i>Benthopecten acanthonotus</i> Fisher, 1905	MA	MA MB		
<i>Benthopecten pectinifer</i> (Ludwig, 1905)		MA MB SO2		
<i>Cheiraster (Luidiaster) californicus</i> Ziesenhenné, 1942	HE			
<i>Nearchaster aciculosus</i> (Fisher, 1910)	MA	PE		MA (Clarion)
<i>Pectinaster agassizii</i> (Ludwig, 1905) (7)	MA	MA MB SO2 PE		
<i>Odontaster crassus</i> Fisher, 1905	MA	MA MB		
<i>Radiaster</i> sp. nov.		PE		
<i>Ceramaster leptoceramus</i> (Fisher, 1905)	MA	PE	MA	
<i>Ceramaster grenadensis patagonicus</i> Sladen, 1889		MA MB		
<i>Cryptopeltaster lepidonotus</i> Fisher, 1905		MA MB		
<i>Hippasteria spinosa</i> Verrill, 1909	HE			
<i>Mediaster aequalis</i> Stimpson, 1857 (8)	MA			
<i>Mediaster transfuga</i> Ludwig, 1905 (9)		PE	(10)	Clarion (11)
<i>Nymphaster diomedea</i> Ludwig, 1905		MA MB PE		
<i>Pseudarchaster pectinifer</i> Ludwig, 1905	MA	MA MB		
<i>Pseudarchaster pulcher</i> Ludwig, 1905			MA	
<i>Pseudarchaster pusillus</i> Fisher, 1905	MA	MA MB		
<i>Anthenea mexicana</i> A.H. Clark, 1916 (12)	?	?	?	
<i>Lophaster furcilliger</i> Fisher, 1905 (13)	MA	MA MB PE		Clarion (11)
<i>Peribolaster biserialis</i> Fisher, 1905		PE		
<i>Pythonaster pacificus</i> Downey, 1979	MA(14)			
<i>Hymenaster pellucidus</i> W. Thomson, 1873	MA			
<i>Hymenaster quadrispinosus</i> Fisher, 1905	MA			
<i>Hymenaster violaceus</i> Ludwig, 1905			MA	
<i>Pteraster jordani</i> Fisher, 1905	MA			
<i>Poraniopsis inflatus</i> Fisher, 1906	MA			

Tabla 10. Continuación.

Especies	CC	GC	SOM	IO
<i>Henricia aspera</i> Fisher, 1906	MA	MA? MB		
<i>Henricia asthenactis</i> Fisher, 1910		MA MB		
<i>Henricia clarki</i> Fisher, 1910	HE	MA MB SO2		MA HE (Rev)
<i>Henricia gracilis</i> (Ludwig, 1905)		MA MB		
<i>Henricia polyacantha</i> Fisher, 1906	MA	MA MB		
<i>Henricia seminudus</i> (A.H. Clark, 1916)				MA HE (Rev)
Henricia sp. 1		PE		
? Henricia sp. 2		PE		
<i>Cnemidiaster nudus</i> (Ludwig, 1905)	MA	MA MB SO2 MC		
<i>Myxoderma platyacanthum</i> (H.L. Clark, 1913)	MA MC	MC SO2 PE		
<i>Myxoderma sacculatum</i> (Fisher, 1905)	MA	PE		
<i>Myxoderma longispinum</i> Ludwig, 1905 (15)		MA MB SO2 MC		
<i>Myxoderma qawashqari</i> (Moyana & Larrain Prat, 1976)		MC		
<i>Sagenaster evermanni</i> Fisher, 1905 (16)		MA MB		
<i>Zoroaster actinocles</i> Fisher, 1919	MC			
<i>Zoroaster hirsutus</i> Ludwig, 1905			MA MC	
<i>Zoroaster ophiurus</i> Fisher, 1905	MA MC			
<i>Ampheraster atactus</i> Fisher, 1928	(17)			
<i>Ampheraster chiropus</i> Fisher, 1928		PE		
<i>Ampheraster hyperoncus</i> (H.L. Clark, 1913)	MA	PE		
<i>Ampheraster marianus</i> (Ludwig, 1905)		MA MB MC		
<i>Anteliaster coscinactis</i> Fisher, 1923	MA	PE		
<i>Rathbunaster californicus</i> Fisher, 1906	HE	MA? SO2		
<i>Astrolirus panamensis</i> (Ludwig, 1905)	MA	MA MB		
<i>Freyella insignis</i> Ludwig, 1905			MA	

- (1) A 476 m de profundidad.
- (2) A 488 m de profundidad.
- (3) Citado como *Astropecten californicus*.
- (4) No registrado por Maluf (1988) para México, pero la estación 4380 del "Albatross" donde habían sido recolectados es en el noroeste de México.
- (5) Citado como *Eremicaster crassus* por Maluf & Brusca (2005) y Honey-Escandón et al. (2008).
- (6) Registro no confirmado. Ver Maluf (1988: 116) para detalles.
- (7) Citado como *Cheiraster agassizii* por Solís-Marín et al. (2005).
- (8) A 481 m de profundidad.
- (9) Incluida en la sinonimia de *M. tenellus* por Maluf (1988).
- (10) Ludwig (1905) registró frente a la costa de Acapulco, Guerrero (16°32'N, 99°48'W), pero Maluf (1988) lo incluyó como sinónimo de *M. tenellus*.
- (11) Base de datos Smithsonian.
- (12) Localidad desconocida frente a México.
- (13) El estatus de esta especie y de *L. furcifer* (Düben & Koren, 1846) necesita ser revisada.
- (14) Trego (2008) provee un nuevo límite al sur frente a Baja California Sur (23°59.5' N).
- (15) Citado como *Zoroaster longispinus* (Maluf, 1988; Maluf & Brusca, 2005).
- (16) Citado por Maluf (1988) como *Zoroaster evermanni*.
- (17) No mencionado por Maluf (1988) para México, pero la estación 4341 del "Albatross" donde habían sido recolectados es en el noroeste de México.

Mah (2007) elaboró un análisis filogenético de los Zoroasteridae, incluyendo 24 especies y utilizando 70 caracteres morfológicos. Incluyó dos especies fósiles y dos vivientes como grupos externos, ya que ambas comparten ciertos caracteres morfológicos con los Zoroasteridae. Además, registró el tamaño completo y la distribución geográfica de las especies, así como su contenido estomacal. De las 20 especies de Zoroasteridae, ocho se

presentaron en el Pacífico mexicano (tres, en la corriente de California; cuatro, en el golfo de California; una en el SW de México) y sólo una especie fue recolectada en este estudio (*M. platyacanthum*) (Tabla 10).

Tabla 11. Estaciones de muestreo de los cruceros TALUD donde los especímenes de Asteroidea fueron recolectados y lista de especies por estación. La profundidad, la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto epibentónicas son indicadas para cada estación.

Crucero	Estación	Especie	Profundidad (m)	T°C	O ₂ ml/l
TALUD III	Est. 14A	<i>Myxoderma sacculatum</i> <i>Dipsacaster laetmophilus</i> <i>Thrissacanthias penicillatus</i>	1,016-1,020	ND	0.4
TALUD III	Est. 24A	<i>Myxoderma sacculatum</i> <i>Thrissacanthias penicillatus</i>	1,027-1,060	ND	ND
TALUD IV	Est. 19	<i>Pectinaster agassizii</i>	1,196-1,200	3.7	0.73
TALUD IV	Est. 20	<i>Ctenodiscus crispatus</i>	1,500-2,000	2.9	1.26
TALUD IV	Est. 25	<i>Ampheraster hyperoncus</i> <i>Myxoderma platyacanthum</i> <i>Radiaster</i> sp. nov. <i>Ceramaster leptoceramus</i> <i>Mediaster transfuga</i>	778-800	5.0	0.29
TALUD IV	Est. 34	<i>Pectinaster agassizii</i>	1,240	3.5	0.79
TALUD V	Est. 11	<i>Radiaster</i> sp. nov. <i>Mediaster transfuga</i>	850-870	5.4	0.07
TALUD V	Est. 18	<i>Ceramaster leptoceramus</i>	940-990	5.0	0.15
TALUD V	Est. 19	<i>Nearchaster aciculosus</i> <i>Thrissacanthias penicillatus</i>	1,180-1,200	4.0	0.38
TALUD V	Est. 20	<i>Ctenodiscus crispatus</i>	1,470-1,525	2.8	1.20
TALUD V	Est. 25	<i>Nearchaster aciculosus</i>	800-860	5.2	0.13
TALUD VI	Est. 18	<i>Myxoderma platyacanthum</i> <i>Radiaster</i> sp. nov.	890-950	5.3	0.29
TALUD VI	Est. 19	<i>Nymphaster diomedea</i>	1,160-1,200	3.7	0.73
TALUD VII	Est. 13b	<i>Nymphaster diomedea</i>	1,400-1,450	3.0	1.04
TALUD VIII	Est. 3	<i>Thrissacanthias penicillatus</i>	1,100	3.0	0.39
TALUD VIII	Est. 11	<i>Ampheraster chiroplus</i> <i>Anteliaster coscinactis</i> <i>Henricia</i> sp.1 <i>Lophaster furcilliger</i>	920	5.0	0.20
TALUD VIII	Est. 16	<i>Myxoderma platyacanthum</i> <i>Dipsacaster laetmophilus</i> <i>Thrissacanthias penicillatus</i> <i>Ceramaster leptoceramus</i>	1,030	5.0	0.20
TALUD VIII	Est. 20	<i>Thrissacanthias penicillatus</i>	1,150	4.0	0.30
TALUD IX	Est. 17	<i>Ampheraster hyperoncus</i> <i>Myxoderma platyacanthum</i> <i>Nearchaster aciculosus</i> <i>Radiaster</i> sp. nov.	826-846	5.75	0.03

Tabla 11. Continuación.

Crucero	Estación	Especie	Profundidad (m)	T°C	O ₂ ml/l
TALUD X	Est. 4	<i>Ampheraster hyperoncus</i> <i>Henricia</i> sp.1 <i>Henricia</i> sp.2 <i>Ceramaster leptoceramus</i> <i>Lophaster furcilliger</i> <i>Peribolaster biserialis</i>	587-633	8.22	0.38
TALUD X	Est. 5	<i>Ampheraster hyperoncus</i> <i>Myxoderma platyacanthum</i> <i>Lophaster furcilliger</i>	820-837	6.65	0.11
TALUD X	Est. 8	<i>Myxoderma platyacanthum</i>	975-1,007	4.25	0.26
TALUD X	Est. 10	<i>Nearchaster aciculosus</i> <i>Dipsacaster laetmophilus</i>	1,399-1,422	3.19	0.44
TALUD X	Est. 14	<i>Ampheraster hyperoncus</i> <i>Nearchaster aciculosus</i> <i>Radiaster</i> sp. nov.	905-943	4.64	0.20
TALUD X	Est. 18	<i>Pectinaster agassizii</i>	1,526	3.17	0.52
TALUD X	Est. 25	<i>Nearchaster aciculosus</i> <i>Radiaster</i> sp. nov.	837-840	5.03	0.18

7.2. Distribución geográfica

Un total de 56 registros de Asteroidea de aguas profundas se obtuvieron para el golfo de California durante este estudio, incluyendo el material no identificado a nivel de especie. Comparativamente, sólo nueve registros eran conocidos anteriormente para esta zona para el mismo conjunto de especies. Se obtuvieron nueve nuevos registros de distribución durante este estudio para *Ampheraster chiropilus* (Fig. 13), *Dipsacaster laetmophilus* (Fig. 23) y *Peribolaster biserialis* (Fig. 37) (primer registro para México), *Ampheraster hyperoncus* (Fig. 13), *Nearchaster aciculosus* (Fig. 20) y *Ceramaster leptoceramus* (Fig. 33) (al sur y centro del golfo de California), *Myxoderma sacculatum* (Fig. 17) y *Mediaster transfuga* (Fig. 33) (al sur del golfo de California), y *Anteliaster coscinactis* (Fig. 13) (al centro del golfo de California), las últimas seis especies como primeros registros dentro del golfo de California. *Myxoderma platyacanthum*, registrada frente a Sonora por Solís-Marín et al. (2005) y Mah (2007) (al centro del golfo de California), es confirmada como una especie del golfo de California, bien representada en las muestras TALUD (seis lotes), entre 24°14'55"N y 28°14'50"N (al sur y centro del golfo de California) (Fig. 17). Con seis registros entre 24°16'24"N y 25°56'24"N, se reafirma la presencia de *Thrissacanthias penicillatus* para el centro del golfo de California, así como para el sur (Fig. 23). *Lophaster furcilliger* es confirmada nuevamente dentro del golfo de California, pero esta vez en la

parte central (24°54'27"N y 28°16'06"N) (Fig. 39). *Mediaster transfuga* fue considerada por Maluf (1988) como sinónimo de *M. tenellus*, con lo cual esta última presenta un registro para México (frente a Acapulco), mismo que corresponde en realidad a *M. transfuga*, una especie descrita por Ludwig (1905); un registro más se encuentra en la base de datos de la Smithsonian, frente a la isla Clarión, archipiélago de las Revillagigedo (Fig. 33).

De acuerdo con el presente estudio y las contribuciones recientes, el número de especies de Asteroidea de aguas profundas (≥ 500 m) conocidas que se presentan frente a las costas del Pacífico de México se actualiza a un total de 66 especies. Sin considerar el registro de *Anthenea mexicana* A.H. Clark, 1916 en aguas mexicanas (localidad precisa no disponible), 41 especies tienen al menos un registro en la zona de la corriente de California, 43 en el golfo de California y 10 en la porción suroeste de México. Cinco especies han sido recolectadas frente a las islas oceánicas. De las 66 especies de aguas profundas conocidas, sólo cinco están bien distribuidas a lo largo del Pacífico mexicano (*Luidia foliolata*, *Astropecten verrilli*, *Eremicaster crassus gracilis*, *Eremicaster pacificus* y *Ceramaster leptoceramus*) (Tabla 10).

7.3. Distribución batimétrica

La profundidad de las estaciones de muestreo durante las campañas TALUD III-X osciló entre 377 y 2,394 m. El intervalo batimétrico en el cual los Asteroidea fueron recolectados durante este estudio fue de 587-2,000 m (Tabla 4). En comparación con capturas anteriores de las 15 especies identificadas durante este estudio, los datos obtenidos durante los cruceros TALUD son casi similares a los registros ya conocidos para estas especies. *Ampheraster hyperoncus* sólo se conocía a una profundidad puntual (519 m; Maluf, 1988), mientras que en este estudio se registró en un intervalo de 587-943 m, ampliándose su límite más profundo. De acuerdo con Maluf (1988), *Anteliaster coscinactis* se presentaba entre 519-933 m de profundidad, pero Lambert (2007) ofrece un valor de 837-950 m, ampliándose su límite más profundo. Mah (2007) amplió ambos límites (somero y profundo) de *Myxoderma platyacanthum* a 91 m y 2,904 m, respectivamente, comparativamente con los citados (256-768 m) por Maluf (1988). Maluf (1988) presentó límites de 466-1,903 m para *Nearchaster aciculosus*, escapándosele una profundidad de 441-545 m de la estación 4421 del Albatross (Fisher, 1911b), ampliando así su límite más

somero. *Dipsacaster laetmophilus* fue recolectada en este estudio a 1,016-1,422 m de profundidad, siendo así un nuevo intervalo para esta especie, ya que había sido recolectada anteriormente a una profundidad de 1,271 m, frente a Alaska, USA (Fisher, 1911b). De acuerdo con Maluf (1988), *Ctenodiscus crispatus* es una especie tanto de aguas someras como profundas (73-2,423 m); durante este estudio fue recolectada dentro del intervalo de profundidad conocido (1,470-2,000 m). Sin embargo, Lambert (2007) ofrece una profundidad aún más somera a la ya conocida (10-1,890 m). En este estudio *Mediaster transfuga* fue recolectada en un intervalo de profundidad de 778-870 m; sin embargo, Ludwig (1905) proporcionó una profundidad puntual (902 m), al igual que la base de datos de la Smithsonian (841 m), con lo cual se amplía su límite somero. Lambert (2007) proporciona una profundidad más somera (21 m) a la conocida (86 m) (Maluf, 1988) para *Lophaster furcilliger*.

Las especies de Asteroidea recolectadas durante este estudio fueron obtenidas en un intervalo batimétrico general de 587-2,000 m, mientras que las especies de moluscos registradas por Zamorano et al. (2006) durante los mismos cruceros se encontraron en un intervalo de 830-2,110 m. En el caso de las especies de poliquetos citadas por Méndez (2007), fueron encontradas en un intervalo de 732-2,110 m en el golfo de California durante las campañas TALUD. Tomando en cuenta los valores medios generales de los intervalos batimétricos para las tres comunidades bentónicas, los asteroideos registraron un valor medio inferior (271 m) con respecto a los moluscos (616 m) y los poliquetos (699 m), registrados por Zamorano et al. (2006) y Méndez (2007), respectivamente.

En el presente estudio, dos agrupamientos batimétricos (600-799 m y 800-999 m; 1,000-1,199m y 1,400-1,599 m) fueron determinados basados en la densidad de asteroideos (Anexo II: Bray-Curtis). De ambos, la franja batimétrica de muestreo comprendida entre 600 a 999 m (aguas menos profundas) presentó el número más alto de especies (12), los valores más altos de densidad y diversidad media (con 71.48 ind/ha y 0.96 bits respectivamente), y la menor similitud. Contrariamente, el agrupamiento (1,000-1,599 m) de aguas más profundas mostró un número más bajo de especies, valores más bajos de densidad y diversidad media, pero la mayor similitud (64.72%). Con respecto al índice de distancia Euclidiana (Anexo II) se observó un agrupamiento (1,000-1,799 m) de aguas profundas presentando el número más bajo de especies (8), los valores más bajos de

densidad y diversidad media (con 8.71 ind/ha y 0.28 bits respectivamente), pero la mayor similitud (3.69). Al usar una variación de 200 m en las franjas batimétricas, se observó el mismo comportamiento para ambos índices, siendo que conforme aumentaba la profundidad aumentaba la similitud; sin embargo, los valores bióticos más altos se observaron con el índice de Bray-Curtis. De acuerdo con Zamorano et al. (2006), la riqueza de especies de moluscos decrece con la profundidad. Finalmente, usando un intervalo de 300 m (Anexo II) se observó la mayor riqueza de especies, los valores más altos de densidad y diversidad media en el grupo de aguas menos profundas (600-1,199 m), pero la menor similitud (5). Esto puede constatarse también con el trabajo de Zamorano et al. (2006), en el que se refleja que la similitud entre los ensamblajes de moluscos incrementa con la profundidad.

7.4. Parámetros bióticos y abióticos

7.4.1. Golfo de California completo (TALUD IV-X)

El intervalo de temperatura en el que se obtuvieron los asteroideos durante este estudio fue de 2.8 a 8.2 °C, mientras que las especies dominantes y frecuentes de poliquetos y moluscos se ubicaron en un intervalo menor, entre 2.1 a 5.9 °C (Zamorano et al., 2006; Méndez, 2007). De lo anterior se puede inferir que las especies de moluscos y poliquetos de aguas profundas toleran temperaturas un poco más bajas que los asteroideos; sin embargo, estos se presentan en un intervalo aún más amplio que los anteriores. No hay que olvidar que el área de estudio para poliquetos y moluscos solo comprendió el sureste del golfo de California.

El intervalo de oxígeno disuelto (OD) en el cual fueron recolectadas las estrellas de mar fue de 0.03-1.26 ml/l, en tanto que las especies dominantes y frecuentes de poliquetos y moluscos se encontraron en valores de 0.04-1.98 ml/l y 0.08-1.98 ml/l, respectivamente. De los tres filos, los asteroideos presentaron el menor intervalo de OD (1.23 ml/l), mientras que los poliquetos y los moluscos fueron los que presentaron un intervalo un poco más amplio (1.94 ml/l y 1.90 ml/l respectivamente) (Zamorano et al., 2006; Méndez, 2007). Con respecto a lo anterior, los asteroideos toleran concentraciones de OD aún más bajas que las especies de poliquetos y moluscos; sin embargo, estos presentan un intervalo un poco más amplio que los asteroideos. Por otra parte, se identificó que el 83% de los asteroideos, el

75% de los poliquetos y el 63% de los moluscos con respecto al total de organismos recolectados por filo se distribuían también en la zona mínima de oxígeno, que de acuerdo con Hendrickx (2001), Hendrickx y Serrano (2007, 2010), y Zamorano et al. (2006), corresponde a valores ≤ 0.5 ml/l.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica, los asteroideos fueron recolectados en porcentajes de 4.84-17.47%, mientras que para las especies dominantes y frecuentes de moluscos los valores oscilaron entre 8.26-15.36% (Zamorano et al., 2006). Los asteroideos presentaron un intervalo mayor (12.63%) al contrario de los moluscos con el menor (7.10%).

De las ocho variables abióticas consideradas durante las campañas TALUD (IV-X), la profundidad, la temperatura, el oxígeno y la materia orgánica por ignición (MOI) (Tabla 6) registraron una correlación altamente significativa y negativa con la comunidad de asteroideos (riqueza, densidad, diversidad), salvo la temperatura que mostró una correlación positiva y mayor. La temperatura resultó ser un factor muy importante para el desempeño de los asteroideos, que en su mayoría se concentraron en las inmediaciones de las aguas menos profundas, teniendo en cuenta que conforme aumenta la profundidad disminuye la temperatura de acuerdo con Hendrickx (2003) y Hendrickx y Serrano (2010). Otra variable que influyó en la distribución de las especies fue la profundidad, ya que conforme aumentaba ésta disminuía el número de especies. Con respecto al oxígeno, las estrellas de mar resultaron ser tolerantes a concentraciones bajas (hipoxia), la mayoría (15 de 18) presentándose en la zona mínima de oxígeno (ZMO). En cuanto a la MOI, pese a que no está fuertemente correlacionada con los asteroideos, existe una diferencia altamente significativa, por lo que la mayoría de las especies fueron recolectadas en sedimentos con un contenido de materia orgánica moderado. Finalmente, en el contexto del presente estudio, durante el cual no se exploraron los sustratos rocosos, el tipo de sedimento, en general, resultó ser no significativo para las estrellas de mar, aunque habitualmente se recolectaron en sustratos arenosos y fangosos.

En el análisis cluster realizado con un intervalo de 0.30 ml/l de oxígeno disuelto y con dos índices de similitud, el índice de Bray-Curtis identificó dos agrupamientos (0.00-0.59 ml/l y 0.60-1.19 ml/l), mientras que con el índice de distancia Euclidiana sólo se obtuvo un agrupamiento (0.60-1.19 ml/l) (Anexo III). Para ambos índices, la similitud (55.5% y 1.81

respectivamente) incrementó conforme se reducían los ambientes severamente hipóxicos. Por otra parte, al utilizar un intervalo de 0.40 ml/l y el índice de Bray-Curtis (Anexo III), se identificó un solo agrupamiento (0.40-1.19 ml/l) en el que prevalecieron condiciones moderadamente hipóxicas con una similitud de 31.65%. En la comunidad de poliquetos del sureste del golfo de California, la mayor similitud se presentó donde prevalecieron condiciones severas hasta ligeramente superiores a las hipóxicas (0.00-1.19 ml/l) (Méndez, 2007). De lo anterior se observó que ambas comunidades toleran ambientes donde predominaban condiciones hipóxicas.

En este estudio, el análisis de correspondencias canónicas (CCA) reveló que, de las tres variables ambientales, el oxígeno fue la más significativa seguida de la temperatura y la profundidad. Con respecto a las especies relacionadas a estas variables, *Ctenodiscus crispatus* fue la especie que se recolectó a las mayores COD y profundidades, presentando a su vez los valores más bajos de temperatura, mientras que *Ampheraster hyperoncus* fue una especie que se presentó en las menores COD y profundidades, encontrándose en los valores más altos de temperatura. Se puede inferir que el oxígeno fue el parámetro que más influyó en la distribución de las especies.

7.4.2. Sureste del golfo de California (TALUD IV-VII)

Para esta zona de estudio, se observó que las variables ambientales de materia orgánica, oxígeno y temperatura estuvieron mejor correlacionadas con la riqueza, la densidad y la diversidad de asteroideos respectivamente, con una correlación negativa para la materia orgánica y el oxígeno, y positiva para la temperatura. En el caso de la comunidad de moluscos, se observa lo mismo con dos de estos tres parámetros (materia orgánica y el oxígeno), sólo que este último se correlacionó positivamente con la diversidad, mientras que la abundancia se correlacionó negativamente con la profundidad (Zamorano et al., 2006). En cuanto a la comunidad de poliquetos, únicamente la temperatura se correlacionó negativamente con las variables bióticas (Méndez, 2007).

El análisis de CCA indicó que las tres variables ambientales consideradas explicaron el 33.6%, siendo el oxígeno la variable más significativa que influyó en la distribución de las 10 especies registradas para el SE del golfo de California; sin embargo, este comportamiento no se presentó en las comunidades de moluscos y poliquetos encontradas

durante los cruceros TALUD, ya que en ambos casos fue la profundidad la que más influyó en su distribución (Zamorano et al., 2006; Méndez, 2007). Por otra parte, para la epifauna de moluscos la materia orgánica fue la variable que más influyó en su distribución (Zamorano, 2006). De todas las especies, *Ctenodiscus crispatus*, *Nymphaster diomedea* y *Pectinaster agassizii* estuvieron mejor asociadas con el oxígeno, mientras que *Ampheraster hyperoncus*, *Ceramaster leptoceramus*, *Radiaster* sp. nov., *Myxoderma platyacanthum* y *Mediaster transfuga* lo fueron con la temperatura, siendo la profundidad el factor determinante para ambos casos, ya que ésta se encuentra correlacionada positivamente con el oxígeno y negativamente con la temperatura. De acuerdo con Méndez (2007), dicha correlación puede observarse para la misma zona. Por otra parte, Hendrickx y Serrano (2010) señalan que en el TALUD VII (correspondiente al SE del GC), la ZMO se presentó entre los 74 m y 1,269 m de profundidad, intervalo batimétrico en el cual no fueron recolectadas las especies de asteroideos mejor asociadas al oxígeno.

7.4.3. Suroeste del golfo de California (TALUD VIII-IX)

La variable ambiental que más se correlacionó con la riqueza, la densidad, y la diversidad de asteroideos del suroeste del GC fue la temperatura, correlacionándose positivamente con dichas variables bióticas. Otras variables que se correlacionaron de manera negativa fueron la profundidad y el oxígeno. En este estudio, el análisis de CCA reveló que, de las tres variables ambientales consideradas, el oxígeno fue la variable más significativa que influyó en la distribución de las 11 especies registradas para el SW del GC; sin embargo, en la comunidad de moluscos de los mismos cruceros, la profundidad fue la variable que más influyó en su distribución (Zamorano, 2006). Con respecto a las especies, *Thrissacanthias penicillatus* se recolectó a las mayores COD y profundidades, presentando a su vez los valores más bajos de temperatura, mientras que para *Myxoderma platyacanthum* sucedió lo contrario. Por lo tanto, el oxígeno resultó ser nuevamente el parametro que más influyó en la distribución de las especies.

7.4.4. Centro del golfo de California (TALUD X)

Para esta zona de estudio, la temperatura fue la variable ambiental mejor correlacionada y positivamente con la riqueza y la diversidad de especies, mientras que el oxígeno se

correlacionó mejor y negativamente con la densidad. Otra variable que influyó en la distribución de los asteroideos fue la profundidad, correlacionándose de manera negativa. El análisis de CCA presentó a la temperatura como la variable de mayor significación para la distribución de las 11 especies recolectadas en el centro del GC. *Ceramaster leptoceramus*, *Henricia* sp. 1, *Henricia* sp. 2 y *Peribolaster biserialis* fueron las que mejor se asociaron a la temperatura, presentándose en las menores profundidades, mientras que *Pectinaster agassizii* y *Dipsacaster laetmophilus* se asociaron mejor a la profundidad con los valores más bajos de temperatura. Contrario a las otras zonas de estudio, la temperatura resultó ser la variable que más influyó.

8. CONCLUSIONES

Durante las campañas oceanográficas TALUD III-X, se reconocieron 18 especies de estrellas de mar de aguas profundas en el centro y sur del golfo de California, de las cuales tres quedaron identificadas a nivel de género.

De estas 18 especies, nueve representaron nuevos registros geográficos (*Ampheraster chiroplus*, *Dipsacaster laetmophilus*, *Peribolaster biserialis*, *Ampheraster hyperoncus*, *Nearchaster aciculosus*, *Ceramaster leptoceramus*, *Myxoderma sacculatum*, *Anteliaster coscinactis* y *Mediaster transfuga*) y tres nuevos registros batimétricos (*Ampheraster hyperoncus*, *Dipsacaster laetmophilus* y *Mediaster transfuga*).

Los especímenes de Asteroidea fueron encontrados en sólo 26 de las 116 muestras tomadas durante este estudio.

Los intervalos de los parámetros ambientales (profundidad, temperatura, concentración de oxígeno disuelto y materia orgánica) en los que se recolectaron los asteroideos fueron: 587-2,000 m; 2.8-8.2 °C; 0.03-1.26 ml/l; 4.84-17.47%.

Los análisis de agrupamiento (Cluster) utilizando como variables la profundidad y la concentración de oxígeno disuelto indicaron que, conforme aumentaba la profundidad y disminuía la concentración de oxígeno, incrementaba la similitud entre la comunidad de asteroideos.

Las mayores densidad y diversidad media se dieron en el centro del golfo de California con 88.38 ind/ha y 0.87 bits respectivamente.

La profundidad, la temperatura y el oxígeno fueron las variables ambientales que más se correlacionaron con las variables bióticas (riqueza, densidad, diversidad) registradas en las campañas TALUD.

De acuerdo con el análisis de correspondencias canónicas, las variables ambientales que más influyeron en la distribución de las estrellas de mar para cada zona de estudio fueron: el oxígeno para el Sureste y Suroeste y la temperatura para el Centro del golfo de California.

La mayoría de las especies (15 de 18) de estrellas de mar de aguas profundas del golfo de California recolectadas durante este estudio se ubicaron en la ZMO (≤ 0.5 ml/l).

Debido a la falta de esfuerzo de muestreos adicionales y de la escasez de registros en la literatura, es difícil explicar los patrones de distribución de las especies recolectadas.

Hasta el momento, se conocen 66 especies de Asteroidea de aguas profundas frente a las costas del Pacífico mexicano, de las cuales 41 especies tienen al menos un registro en la zona de la corriente de California, 43 en el golfo de California y 10 en la porción suroeste de México. Esto corresponde a una falta de muestreos en la zona del suroeste de México de acuerdo con lo encontrado durante este estudio.

Este trabajo es el primero en su tipo en donde se lleva a cabo un amplio estudio taxonómico y ecológico con los asteroideos de aguas profundas en el talud continental del golfo de California, México y ha permitido iniciar una colección que está entre las más grandes conocidas para la costa oeste de México desde que el “Albatross” realizó sus estudios exploratorios en la región.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alton, M.S. 1966. Bathymetric distribution of sea stars (Asteroidea) off the northern Oregon coast.- *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 23(11): 1673-1714.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Cap. 17. Gulf of California. Pp. 427-449. *In*: Ketchum, B.H. (ed.). *Ecosystems of the World 26. Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company. 500 pp.
- Álvarez-Borrego, S. & 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 & 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.
- Bluhm H. & A. Gebruk, 1999. Holothuroidea (Echinodermata) of the Peru basin-Ecological and Taxonomic Remarks Based on Underwater Images.- *Marine Ecology* 20(2): 167-195.
- Bluhm H., G. Schriever & H. Thiel, 1995. Megabenthic recolonization in a experimentally disturbed abyssal manganese nodule area.- *Marine Georesources and Geotechnology* 13: 393-416.
- Boone, L. 1928. Echinoderms from the Gulf of California and the Perlas Islands.- *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection* 2(Art. 6): 1-14.
- Briggs, J.C. 1987. *Biogeography and plate tectonics*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. 204 pp.
- Brusca, R.C. & B.R. Wallerstein. 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.
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca, 1990. *Invertebrates*. Sinaver Associates, Inc. Publishers. Editorial Sunderlands, Massachusetts. 922 pp.
- Cano, F.A. 1991. Cap. 4. Golfo de California. Oceanografía física. Pp. 456-461. *In*: De la Lanza, G.E. (ed.). *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT editor, México. 569 pp.
- Caso, M.E. 1975. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. La Familia Mithrodiidae. Descripción de una nueva especie del género *Mithrodia*. *Mithrodia enriquecasoi* sp. nov.- *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México, México 2: 1-28.
- Caso, M.E. 1976. El estado actual del estudio de los equinodermos de México.- *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* Universidad Nacional Autónoma de México, México 3(1): 1-56.
- Caso, M.E. 1977. Especies de la Familia Asterinidae en la costa Pacífica de México. Descripción de una nueva especie del género *Asterina*, *Asterina agustincasoi* sp. nov.- *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México, México 4(1): 209-230.

- Caso, M.E. 1978. Ciencia y técnica de los equinodermos en relación con el hombre. Primera parte. Aspecto científico.- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 5(1): 255-286.
- Caso, M.E. 1979. Los Equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.- Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 6(1): 197-368.
- Caso, M.E. 1983. Especies del género *Amphichondrius* de la costa del Pacífico Americano. Descripción de una nueva especie del género *Amphichondrius*. *Amphichondrius unamexici* sp. nov. (Ophiuroidea).- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 10(1): 209-230.
- Caso, M.E. 1986a. Los Equinodermos del Golfo de California colectados en las campañas SIPCO I-II-III a bordo del B/O "El Puma".- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 13: 91-184.
- Caso, M.E. 1986b. Descripción de una nueva especie de ofiuroides de la Bahía de Mazatlán, Sin. *Ophioderma sodipallaresi* sp. nov. y comparación con *Ophioderma variegatum* Lütken.- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 13: 223-248.
- Caso, M.E. 1992. Los equinodermos (asteroideos, ofiuroides y equinoideos) de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa.- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Pub. Esp. 11: 1-214.
- Caso, M.E. 1994. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos colectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3.- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Pub. Esp. 12: 1-111.
- Caso, M.E., A. Laguarda-Figueras, F.A. Solís-Marín, A. Ortega & A.L. Durán. 1996. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México.- Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 22(1): 101-119.
- Childress, J.J. 1995. Are there physiological and biochemical adaptations of metabolism in deep-sea animals?.- Trends in Ecology and Evolution 10: 30-36.
- Cintra-Buenrostro, C.E., H. Reyes-Bonilla & O. Arizpe-Covarrubias. 1998. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México.- Revista de Biología Tropical 46 (2): 341-344.
- Clark A.H. 1916. Six new starfishes from the Gulf of California and adjacent waters.- Proceedings of the Biological Society of Washington 29: 51-62.
- Clark A.M. 1970. Notes on the family Amphiuroidae (Ophiuroidea).- Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology 19(1): 1-81.
- Clark, A.M. 1996. An index of names of recent Asteroidea. Part 3. Velatida and Spinulosida, in Jangoux, M. and Lawrence, J.M. (eds.). Echinoderms Studies. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield. 183-250.

- Clark, H.L. 1913. Echinoderms from Lower California, with Descriptions of New Species.- Bulletin of the American Museum of Natural History 32(8): 185-236.
- Clark, H.L. 1920. Asteroidea. Reports on the scientific results of the expedition to the Eastern Tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross", from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U. S. N., commanding.- Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 39 (3): 69-114.
- Clark, H.L. 1923. Echinoderms from Lower California, with Descriptions of New Species: Supplementary Report.- Bulletin of the American Museum of Natural History 48(6): 147-163.
- Clark, H.L. 1940. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. XXI. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America.- New York Zoological Society 25(22): 331-352.
- Clarke, A. 1992. Is there a latitudinal diversity cline in the sea?.- Trends in Ecology and Evolution 7(9): 286-287.
- Culver, S.J. & M.A. Buzas. 2000. Global latitudinal species diversity gradient in deep-sea benthic foraminifera.- Deep-Sea Research I. 47: 259-275.
- 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.
- De la Lanza, G.E. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT editor, México. 569 pp.
- Downey, M.E. 1979. *Pythonaster pacificus* n. sp., A new starfish of the family Myxasteridae (Echinodermata: Asteroidea).- Proceedings of the Biological Society of Washington 92(1): 70-74.
- Espinoza-Pérez, M.C. & Hendrickx, M.E. 2006. A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (Crustacea: Isopoda) from polar and temperate waters in the East Pacific.- Belgian Journal of Zoology 136(2): 219-247.
- Etter, R.J. & 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.
- Fisher, W.K. 1905. New starfishes from deep water off California and Alaska.- Bulletin of the Bureau of Fisheries, Washington D. C. 24: 291-320.
- Fisher, W.K. 1906. New starfishes from the Pacific coast of North America.- Proceedings of the Washington Academy of Sciences 8: 11-139.
- Fisher, W.K. 1910a. XXIII. New Pterasteridae from the North Pacific.- The Annals and Magazine of Natural History, ser. 8, 5: 167-170.
- Fisher, W.K. 1910b. XXIV. New Genera of Starfishes.- The Annals and Magazine of Natural History, ser. 8, 5: 171-173.

- Fisher, W.K. 1910c. New Starfishes from the North Pacific. I. Phanerozonia.- Zoologischer Anzeiger 35(18): 545-553.
- Fisher, W.K. 1910d. New starfishes from the North Pacific. II. Spinulosa.- Zoologischer Anzeiger 35(18): 568-574.
- Fisher, W.K. 1911a. Two New Genera of Starfishes.- The Annals and Magazine of Natural History, ser. 8, 7: 89-91.
- Fisher, W.K. 1911b. Asteroidea of the North Pacific and adjacent waters. Part 1. Phanerozonia and Spinulosa.- United States National Museum Bulletin 76: 1-419.
- Fisher, W.K. 1917. LI. New genera and species of Brisingidae.- The Annals and Magazine of Natural History, ser. 8, 20: 418-431.
- Fisher, W.K. 1919. On North Pacific Zoroasteridae.- Annals and Magazine of Natural History ser. 9, 3:387-393.
- Fisher, W.K. 1923. XXVIII y LXII. A preliminary synopsis of the Asteroidea, a Family of sea-stars.- The Annals and Magazine of Natural History, ser. 9, 12: 247-258; 595-607.
- Fisher, W.K. 1928a. Asteroidea of the North Pacific and adjacent waters. Part 2. Forcipulatida.- United States National Museum Bulletin 76: 1-245.
- Fisher, W.K. 1928b. Sea stars from the "Arcturus" Oceanographic Expedition.- Zoologica (New York) 8(9): 487-493.
- Fisher, W.K. 1930. Asteroidea of the North Pacific and adjacent waters. Part 3. Forcipulatida.- United States National Museum Bulletin 76: 1-356.
- Folk, R.L. 1965. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphills Publications Company, Austin.
- Gaudette, H.E., W.R. Flight, L. Torner & D.M. Folger, 1974. A inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments.- Journal of Sediment Petroleum 44: 249-253.
- Grassle, J.F. 1989. Species diversity in deep-sea communities.- Trends in Ecology and Evolution 4(1): 12-15.
- Hair Jr., J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham & W.C. Black. 1998. Multivariate data analysis. 5ª edición, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. 737 pp.
- Halpern, J.A. 1968. Biological investigations of the deep sea. 38. A new western Atlantic *Dipsacaster* (Echinodermata, Asteroidea) with the distribution of known species.- Proceedings of the Biological Society of Washington 81: 231-240.
- Halpern, J.A. 1969. Biological investigations of the deep sea. 46. The genus *Litonaster* (Echinodermata, Asteroidea).- Proceedings of the Biological Society of Washington 82: 129-142.
- Halpern, J.A. 1970. Biological investigations of the deep sea. 53. New species and genera of Goniasterid sea stars.- Proceedings of the Biological Society of Washington 83(1): 1-12.

- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P.M. Kier. 1995. Sea Stars, Sea Urchins and Allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean.- Smithsonian Institution Press, U.S.A. 383 pp.
- 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 southeastern Gulf of California, Mexico.- Belgian Journal of Zoology 131(2): 95-109.
- Hendrickx, M.E. 2003. Size and abundance of deep water shrimps on the continental slope of the SE Gulf of California, Mexico. Pp. 227-234. *In*: M.E. Hendrickx (ed.). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans. 2. [Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este. 2]. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 303 pp.
- Hendrickx, M.E. & J. Salgado-Barragan. 1991. Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano.- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Pub. Esp. 10: 1-200.
- Hendrickx, M.E. & D. Serrano. 2007. Efecto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros a lo largo del Pacífico mexicano. Pp. 1-2. *In*: Memorias XIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Nuevo Vallarta, Nay. Secretaría de Educación Pública.
- Hendrickx, M.E. & D. Serrano. 2010. Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico mexicano.- Interciencia 35(1): 12-18.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca & L.T. Findley. 2005. Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México, Parte 1. Invertebrados. Arizona-Sonora Desert Museum. 429 pp.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca & G. Ramírez-Reséndiz. 2002. Biodiversity of Macrocrustaceans in the Gulf of California, Mexico.- Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 1: 349-367.
- Hillebrand, H. 2004. On the generality of latitudinal diversity gradient.- The American Naturalist 163(2): 192-211.
- Holguín-Quiñones, O.E., F. de J. Gonzalez-Medina, F.A. Solís-Marín & E.F. Félix Pico. 2008. Variación espacio-temporal de Scleractinia, Gorgonacea, Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea, de fondos someros de la isla San José, Golfo de California.- Revista de Biología Tropical 56 (3): 1189-1199.
- Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín & A. Laguarda-Figueras. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano.- Revista de Biología Tropical 56 (Suppl. 3): 57-73.
- Hooker, Y., F.A. Solís-Marín & M. Llellish. 2005. Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú).- Revista Peruana de Biología 12 (1): 77-82.

- Hyman, L. 1995. *The Invertebrates: Echinodermata*. McGraw-Hill. Vol 4. 763 pp.
- Keller, A.A., V.H. Simon, B.H. Homess, J.R. Wallace, V.J. Tuttle, E.L. Fruh, K.L. Bosley, D.M. Kamikawa & J.C. Buchanan. 2007. The 2003 U.S. West Coast bottom trawl survey of ground fish resources off Washington, Oregon, and California: Estimates of distribution, abundance, and length composition. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memoir NMFS-NWFSC-86. 130 pp.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. 2^a edición, Addison Wesley Longman, Inc. U.S.A. 260 pp.
- Lambert, P. 2000. *Sea Stars of British Columbia, Southeast Alaska, and Puget Sound*. Royal British Columbia Museum Handbook. UBC Press, Vancouver, BC. 186 pp.
- Ludwig, H. 1905. Asteroidea. Reports on an exploration off the West Coasts of Mexico, Central and South America, and off The Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U. S. N., commanding. Reports on the scientific results of the expedition to the Tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz, on the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross", from August, 1899, to March, 1900, Commander Jefferson F. Moser, U. S. N., commanding.- *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 32: 1-292.
- Luke, S.R. 1982. Catalog of the Benthic Invertebrate Collections, Echinodermata.- *Scripps Institution of Oceanography Reference Series No. 82-5*. University of California. 1-66.
- Madsen, F.J. 1956. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. 24. Asteroidea, with a survey of the Asteroidea of the Chilean Shelf.- *Acta Universitatis Lundensis (N.S.)* 52(2): 1-53.
- Mah, C.L. 2007. Phylogeny of the Zoroasteridae (Zorocallina; Forcipulatida): evolutionary events in deep-sea Asteroidea displaying Palaeozoic features.- *Zoological Journal of the Linnean Society* 150: 177-210.
- Mah, C.L. 2009. World Asteroidea database. Available online at <http://www.marinespecies.org/asteroidea>. Consulted on 2010-04-30.
- Maluf, L.Y. 1988. Composition and distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. Natural History Museum of the Angeles Country. Technical Reports. (2): 1-242.
- Maluf, L.Y. 1991. Echinoderm Fauna of the Galapagos Islands. Ch. 16. Pp. 345-367. *In*: M.J. James (ed.). *Galapagos Marine Invertebrates: Taxonomy, Biogeography and Evolution in Darwin's Islands*, Plenum Press, New York.
- Maluf, L.Y. & R.C. Brusca. 2005. Cap. 18. Echinodermata. Pp. 327-344. *In*: Hendrickx, M.E., R.C. Brusca, L.T. Findley (eds.). *Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México, Parte 1. Invertebrados*. Arizona-Sonora Desert Museum. 429 pp.

- Martin, W.E. 1969. *Rynkatorpa pawsoni* n. sp. (Echinodermata: Holothuroidea) a commensal sea cucumber.- *The Biological Bulletin* 137: 332-337.
- McClain, C.R. 2004. Connecting species richness, abundance and body size in deep-sea gastropods.- *Global Ecology and Biogeography* 13(4): 327-334.
- Méndez, N. 2007. Relationships between deep-water polychaete fauna and environmental factors in the southeastern Gulf of California, Mexico.- *Scientia Marina* 71(3): 605-622.
- Nybakken, J., S. Craig, L. Smith-Beasley, G. Moreno, A. Summers, & L. Weetman. 1998. Distribution density and relative abundance of benthic invertebrate megafauna from three sites at the base of the continental slope off central California as determined by camera sled and beam trawl.- *Deep-Sea Research, II*, 45: 1753-1780.
- Pacheco-Ruiz, I. & L.F. Aguilar-Rosas. 1982. Equinodermos de aguas profundas de la Bahía Todos Santos, Baja California.- *Ciencias Marinas* 8(2): 35-46.
- Páez-Osuna, F., M.L. Fong-Lee & H. Fernández-Pérez. Comparación de tres técnicas para analizar materia orgánica en sedimentos.- *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México* 11(1): 257-264.
- Parker, R.H. 1964. Zoogeography and ecology of some macro-invertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off Mexico. *Vindesk. Medd. Dansk naturh. Foren*, 126: 1-178.
- Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts.- *The American Naturalist* 100(910): 33-46.
- Rex, M.A., C.T. Stuart & 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 & G.D.F. Wilson. 1993. Global-scale latitudinal patterns of species diversity in the deep-sea benthos.- *Nature* 365: 636-639.
- Reyes-Castañeda, P. 1999. *Bioestadística aplicada: agronomía, biología, química*. 2ª ed. Ed. Trillas. México. 216 pp.
- Robinson, M.K. 1973. *Atlas of Monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México*. San Diego Society of Natural History. Memoir 5. 97 pp.
- Roden, G.E. & I. Emilsson. 1980. *Oceanografía física del Golfo de California*. Centro del Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Contribucion No. 290. 67 pp.
- Roy, K., D. Jablonski & J.W. Valentine. 2000. Dissecting latitudinal diversity: functional groups and clades of marine bivalves.- *Proceedings of the Royal Society of London, ser. B.*, 267(1440): 293-299.
- Roy, K., D. Jablonski, J.W. Valentine & G. Rosenberg. 1998. Marine latitudinal diversity gradients: test of causal hypotheses.- *Proceedings of the Natural Academy of Science USA* 95: 3699-3702.

- Ruppert, E.E. & R.D. Barnes. 1996. Zoología de los invertebrados. 5ª edición. McGraw-Hill Interamericana. 1114 pp.
- Salinas-González, F., O. Zaytsev & V. Makarov. 2003. Formation of the termohaline structure of water in Bahía de La Paz from summer to autumn.- *Ciencias Marinas* 29(1): 51-65.
- Smith C.R., W. Berelson, D.J. Demaster, F.C. Dobbs, D. Hammond, D.J. Hoover, R.H. Pope & M. Stephens, 1997. Latitudinal variations in benthic processes in the abyssal equatorial Pacific: control by biogenic particle flux.- *Deep-Sea Research, II*, 44 : 2295-2317.
- Solís-Marín, F.A. 1997. Catálogo de los equinodermos recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Laboratorio de Ecología de Equinodermos. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G010. México D. F.
- Solís-Marín, F.A., H. Reyes Bonilla, M.D. Herrero-Pérezrul, O. Arizpe Cobarrubias & A. Laguarda-Figueras. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz.- *Ciencias Marinas* 23(2): 249-263.
- Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras, A. Durán-González, C. Gust Ahearn & J. Torres Vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México.- *Revista de Biología Tropical* 53(Supl. 3): 123-137.
- Stancyk, S.E. 1999. Predatory behavior of echinoderms. Pp. 109-118. *In*: Carnevali, M.D.C. & F. Bonasoro (eds). *Echinoderm Research 1998. Proc. of the 5th European Conference on Echinoderms*. Balkema, Rotterdam Brookfield.
- 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. & T.R. Parson. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis.- *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* 167 pp.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis.- *Ecology* 67(5): 1167-1179.
- Thiel, H., H. Bluhm, C. Borowski, C. Bussau, A. Gooday, C. Maybury & G. Schriever, 1992. The impact of mining on deep-sea organisms. The DISCOL-Project.- *Ocean Challenge* 3(1): 40-46.
- Tilot, V. Biodiversity and distribution of megafauna. Vol. 1: The polymetallic nodule ecosystem of the Eastern Equatorial Pacific Ocean; Vol. 2: Annotated photographic atlas of the echinoderms of the Clarion-Clipperton fracture zone. Paris, UNESCO/IOC, 2006 (IOC Technical Series, 69).
- Trego, K.D. 2008. New distribution information for eastern Pacific asteroid and holothuroid species.- *Journal of the Marine Biological Association* 2-Biodiversity Records.
- Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of the Degthareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method.- *Soil Science* 27: 29-38.

- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. 4^a ed. Ed. Prentice Hall. New Jersey, EUA. 663 pp.
- Zamorano, P. & G.E. Leyte-Morales. 2005. Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino de La Entrega, Oaxaca, México.- *Ciencia y Mar* 9(27): 19-27.
- Zamorano, P. 2006. Biocenosis y distribución de los moluscos asociados al talud continental del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 124 pp.
- Zamorano, P., M.E. Hendrickx & A. Toledano-Granados. 2006. Distribution and ecology of deep-water mollusks from the continental slope, southeastern Gulf of California, Mexico.- *Marine Biology* 150:883-892.
- Ziesenhene, F.C. 1937. The Templeton Crocker Expedition. X. Echinoderms from the West Coast of Lower California, the Gulf of California and Clarion Island.- *Zoologica*, N.Y. 22(15): 209-239.
- Ziesenhene, F.C. 1942. New Eastern Pacific sea stars.- *Allan Hancock Pacific Expedition* 8(4): 197-223.

GLOSARIO

Abactinal, dorsal, aboral. Superficie superior opuesta a la boca encima de las placas marginales.

Aboral. Ver abactinal.

Abradial. Área dorsolateral o placas más alejadas del radio medio, con respecto a las placas del área adradial.

Actinal, ventral, oral. Superficie inferior debajo de las placas marginales.

Adoral. Próximo a la boca, hacia el lado de la boca.

Adradial. Área dorsolateral o actinolateral, con una fila o filas de placas adyacentes hacia las placas adambulacrales o midradiales.

Ambitus. Contorno de un asteroideo en el diámetro máximo.

Ambulacral. Que se relaciona con los ambulacros o pies ambulacrales.

Ambulacro. Surco o ranura radial medio en la superficie inferior del brazo, que contiene elementos radiales del sistema vascular acuífero (pies ambulacrales). Este término es generalmente empleado como sinónimo de la zona ambulacral.

Área papular. Área restringida con poros papulares.

Boca, actinostoma, peristoma. Apertura del sistema digestivo en el centro de la superficie actinal (y su área circundante).

Brazo, radio. Parte radial distal hasta el disco de la estrella de mar.

Carinal, serie radial. Línea media radial o cresta en el lado superior del brazo, a menudo marcada por una fila de placas.

Disco. Parte central (cuerpo) de una estrella de mar del cual se proyectan distalmente los brazos.

Distal. Lejos del centro del disco.

Dorsal. Ver abactinal.

Espina. Calcificación superficial en forma de punta o en forma de clavija, generalmente articulada en la superficie de una placa.

Espinileta. Espina pequeña.

Espínula. Espina diminuta, usada particularmente en el armamento ciliado de las fasciolas marginales.

Mandíbulas. Par de placas orales o bucales en el ápice de cada interrradio inferior.

Madreporita. Placa interr radial en la superficie abactinal del disco, especializada, perforada, formando una apertura como tamiz para el sistema vascular acuífero (sistema ambulacral).

Oral. Ver actinal.

Osículo. Ver placa.

Pápulas. Proyecciones suaves en forma de dedo o en forma de guante, retractiles, huecas a través de poros intersticiales en la pared del cuerpo, a menudo confinadas al área abactinal, con función respiratoria.

Paxilas. Placa más o menos cilíndrica, con la base usualmente expandida y coronada en la parte superior con un grupo de espiniletas o gránulos.

Pedicelarios. Órgano pequeño en forma de pinza en la superficie del cuerpo, diversamente modificado en forma y número de componentes valvulares.

Peristoma. Ver boca.

Placas, osículos. Cualquier elemento esquelético, excepto el armamento superficial (espinas, espiniletas, espínulas, gránulos, tubérculos, pedicelarios).

Placas adambulacrales. Una fila de cada lado del ambulacro, entre y articulándose con dos placas ambulacrales sucesivas, definiendo el borde del surco.

Placas ambulacrales. Parte de una serie de placas pares dentro del ambulacro, formando un canal arqueado para el sistema vascular radial, y entre las cuales los pies ambulacrales se extienden.

Placas bucales, orales o de la mandíbula. Pares de placas frente a la boca en el ápice de cada interrradio inferior.

Placas inferomarginales. Placa inferior de las dos series marginales.

Placas marginales. Placa de una de las dos series horizontales usualmente definiendo el ambitus y a menudo más grandes y más regularmente alineadas que las otras series de placas. Piezas calcáreas que limitan los lados de los brazos. Hay placas marginales dorsales (superomarginales) y placas marginales ventrales (inferomarginales).

Placas superomarginales. Placa oblicua interna articulada con la placa adambulacral y correspondiendo a las inferomarginales o placas actinales internas.

Pies ambulacrales, podios. Órganos suaves, musculosos, extensible en forma de dedo en dos o cuatro filas proyectándose dentro de los surcos ambulacrales, terminando en un disco en forma de chupón o en botón redondeado.

Podio. Ver pie ambulacral.

Proximal. Hacia el centro del disco.

Radio mayor (R). Radio mayor desde el centro del disco hasta la punta el brazo.

Radio menor (r). Radio menor desde el centro del disco hasta el borde interr radial.

Ventral. Ver actinal.

Anexo I

Listado taxonómico de las especies de Asteroidea encontradas en aguas profundas \geq 500 m a lo largo del Pacífico mexicano

El presente listado incluye sólo aquellas especies registradas a lo largo del Pacífico mexicano, que comprende la corriente de California, el golfo de California, el suroeste de México y las islas oceánicas (i.e., islas Revillagigedo), en profundidades cercanas o mayores a 500 m. Actualmente se conocen 66 especies, de las cuales tres son identificadas a nivel de género. La elaboración del presente listado se basó en el trabajo de Maluf (1988) y en la base de datos mundial de Asteroidea (WAD, por sus siglas en inglés) del Dr. C. Mah (2009). Las especies recolectadas durante el proyecto TALUD aparecen en negritas.

Phylum Echinodermata Bruguière, 1791[ex Klein, 1734]

Subphylum Asterozoa

Clase Asteroidea de Blainville, 1830

Orden Brisingida Fisher, 1928

Familia Brisingidae G.O. Sars, 1875

Género *Astrolirus* Fisher, 1917

Astrolirus panamensis (Ludwig, 1905)

Familia Freyellidae Downey, 1986

Género *Freyella* Perrier, 1885

Freyella insignis Ludwig, 1905

Orden Forcipulatida Perrier, 1884

Familia Labidiasteridae Verrill, 1914

Género *Rathbunaster* Fisher, 1906

Rathbunaster californicus Fisher, 1906

Familia Pedicellasteridae Perrier, 1884

Género *Ampheraster* Fisher, 1923

Ampheraster atactus Fisher, 1928

***Ampheraster chiroplus* Fisher, 1928**

***Ampheraster hyperoncus* (H.L. Clark, 1913)**

Ampheraster marianus (Ludwig, 1905)

Género *Anteliaster* Fisher, 1923

***Anteliaster coscinactis* Fisher, 1923**

Familia Zoroasteridae Sladen, 1889

Género *Cnemidaster* Sladen, 1889

Cnemidaster nudus (Ludwig, 1905)

Género *Myxoderma* Fisher, 1905

Myxoderma longispinus Ludwig, 1905

- Myxoderma platyacanthum* (H.L. Clark, 1913)
Myxoderma qawashqari (Moyana & Larrain Prat, 1976)
Myxoderma sacculatum (Fisher, 1905)
- Género** *Sagenaster* Mah, 2007
Sagenaster evermanni (Fisher, 1905)
- Género** *Zoroaster* Thomson, 1873
Zoroaster actinocles Fisher, 1919
Zoroaster hirsutus Ludwig, 1905
Zoroaster ophiurus Fisher, 1905
- Orden** Notomyotida Ludwig, 1910
- Familia** Benthopectinidae Verrill, 1899
- Género** *Benthopecten* Verrill, 1884
Benthopecten acanthonotus Fisher, 1905
Benthopecten pectinifer (Ludwig, 1905)
- Género** *Cheiraster* Studer, 1883
- Subgénero** *Cheiraster (Luidiaster)* Studer, 1884
Cheiraster (Luidiaster) californicus Ziesenhenne, 1942
- Género** *Nearchaster* Fisher, 1911
- Subgénero** *Nechaster (Neachaster)* Fisher, 1911
Nearchaster (Nearchaster) aciculosus (Fisher, 1910)
- Género** *Pectinaster* Perrier, 1885
Pectinaster agassizi Ludwig, 1905
- Orden** Paxillosida Perrier, 1884
- Familia** Astropectinidae Gray, 1840
- Género** *Astropecten* Gray, 1840
Astropecten verrilli de Loriol, 1899
- Género** *Dipsacaster* Alcock, 1893
Dipsacaster anoplus Fisher, 1910
Dipsacaster eximius Fisher, 1905
Dipsacaster laetmophilus Fisher, 1910
- Género** *Dytaster* Sladen, 1889
Dytaster gilberti Fisher, 1905
- Género** *Leptychaster* E.A. Smith, 1876
Leptychaster inermis (Ludwig, 1905)
- Género** *Psilaster* Sladen, 1885
Psilaster armatus Ludwig, 1905
Psilaster pectinatus (Fisher, 1905)
- Género** *Thrissacanthias* Fisher, 1910
Thrissacanthias penicillatus (Fisher, 1905)
- Familia** Ctenodiscidae (Goniopectinidae) Sladen, 1889
- Género** *Ctenodiscus* Müller & Troschel, 1842
Ctenodiscus crispatus (Retzius, 1805)
- Familia** Luidiidae Sladen, 1889
- Género** *Luidia* Forbes, 1839
Luidia asthenosoma Fisher, 1906
Luidia foliolata Grube, 1865

Familia Porcellanasteridae Sladen, 1883

Género *Eremicaster* Fisher, 1905

Eremicaster crassus (Sladen, 1883)

Eremicaster pacificus (Ludwig, 1905)

Género *Hyphalaster* Sladen, 1883

Hyphalaster inermis Sladen, 1883

Familia Radiasteridae Fisher, 1916

Género *Radiaster* Perrier, 1881

***Radiaster* sp. nov.**

Orden Spinulosida Perrier, 1884

Familia Echinasteridae Verrill, 1870

Género *Henricia* Gray, 1840

Henricia aspera Fisher, 1906

Henricia asthenactis Fisher, 1910

Henricia clarki Fisher, 1910

Henricia gracilis (Ludwig, 1905)

Henricia polyacantha Fisher, 1906

Henricia seminudus (A.H. Clark, 1916)

***Henricia* sp. 1**

***Henricia* sp. 2**

Orden Valvatida Perrier, 1884

Familia Goniasteridae Forbes, 1841

Género *Ceramaster* Verrill, 1899

***Ceramaster leptoceramus* (Fisher, 1905)**

Ceramaster grenadensis patagonicus (Sladen, 1889)

Género *Mediaster* Stimpson, 1857

Mediaster aequalis Stimpson, 1857

***Mediaster transfuga* Ludwig, 1905**

Género *Nymphaster* Sladen, 1889

***Nymphaster diomedae* Ludwig, 1905**

Subfamilia Hippasterinae

Género *Cryptopeltaster* Fisher, 1905

Cryptopeltaster lepidonotus Fisher, 1905

Género *Hippasteria* Gray, 1840

Hippasteria spinosa Verrill, 1909

Familia Odontasteridae Verrill, 1899

Género *Odontaster* Verrill, 1880

Odontaster crassus Fisher, 1905

Familia Oreasteridae Fisher, 1911

Género *Anthenea* Gray, 1840

Anthenea mexicana A.H. Clark, 1916

Familia Poraniidae Perrier, 1875

Género *Poraniopsis* Perrier, 1891

Poraniopsis inflatus Fisher, 1906

Familia Pseudarchasteridae

Género *Pseudarchaster* Sladen, 1889

Pseudarchaster pectinifer Ludwig, 1905

Pseudarchaster pulcher Ludwig, 1905

Pseudarchaster pusillus Fisher, 1905

Orden Velatida Perrier, 1884

Familia Korethrasteridae Danielssen & Koren, 1884

Género *Peribolaster* Sladen, 1889

***Peribolaste biserialis* Fisher, 1905**

Familia Myxasteridae Perrier, 1885

Género *Pythonaster* Sladen en Thomson & Murray, 1885

Pythonaster pacificus Downey, 1979

Familia Pterasteridae Perrier, 1875

Género *Hymenaster* Tomson, 1873

Hymenaster pellucidus Thomson, 1873

Hymenaster quadrispinosus Fisher, 1905

Hymenaster violaceus Ludwig, 1905

Género *Pteraster* Müller & Troschel, 1842

Pteraster jordani Fisher, 1905

Familia Solasteridae Viguier, 1878

Género *Lophaster* Verrill, 1878

***Lophaster furcilliger* Fisher, 1905**

Anexo II. Intervalos y valores medios de las variables abióticas y bióticas y composición de especies correspondientes a los intervalos de profundidad seleccionados para los diferentes índices de similitud registrados durante los cruceros TALUD. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

	Bray-Curtis (200 m)				Euclidiana (200 m)			Euclidiana (300 m)	
	600-999	1,000-1,599	1,200-1,399	1,600-1,799	600-799	800-999	1,000-1,799	600-1199	1,200-1,799
Intervalo de temperatura (°C)	4.25-8.22	2.8-5.0	3.5	2.99	5.03-8.22	4.25-6.65	2.8-5.0	3.00-8.22	2.8-3.5
Temperatura media (°C)	5.45	3.55	3.5	2.99	6.63	5.22	3.50	4.94	3.11
Intervalo de COD (ml/l)	0.03-0.38	0.20-1.20	0.79	1.26	0.29-0.38	0.03-0.29	0.20-1.26	0.03-0.73	0.44-1.26
COD media (ml/l)	0.19	0.61	0.79	1.26	0.34	0.16	0.66	0.28	0.88
Intervalo de MOI (%)	6.03-13.74	4.84-15.19	8.26	15.47	9.86	6.03-13.74	4.84-15.47	4.84-15.19	8.26-15.47
MOI media (%)	10.54	10.65	8.26	15.47	9.86	10.71	11.25	10.85	11.43
Intervalo de MOT (%)	3.58-6.83	3.40-4.82	-	4.09	-	3.58-6.83	3.40-4.82	3.58-6.83	3.4-4.82
MOT media (%)	5.18	3.97	-	4.09	-	5.18	4.00	4.99	3.98
Intervalo de lodo (%)	71.1-100.0	20.6-100.0	20.60	98.10	99.10	71.07-100.00	20.6-100.0	71.1-100.0	20.6-98.1
Lodo media (%)	93.61	85.14	20.60	98.10	99.10	92.24	86.76	95.51	69.03
Intervalo de arena (%)	0.0-27.8	0.0-79.4	79.40	1.90	0.90	0.00-27.76	0.0-79.4	0.0-27.8	1.9-79.4
Arena media (%)	6.07	14.69	79.40	1.90	0.90	7.37	13.09	4.34	30.57
Intervalo de grava (%)	0.0-1.2	0.0-1.2	0.00	0.00	0.00	0.00-1.17	0.0-1.2	0.0-1.2	0.0-1.2
Grava media (%)	0.31	0.17	0.00	0.00	0.00	0.39	0.15	0.16	0.4
Intervalo de densidad (ind/ha)	2.57-370.26	2.57-28.93	5.14	2.57	12.86-110.56	2.57-370.26	2.57-28.93	2.57-370.26	2.57-18.00
Densidad media (ind/ha)	71.48	8.71	5.14	2.57	61.71	73.44	8.20	50.98	6.43
Riqueza de especies	12	8	1	1	9	10	8	16	5
Intervalo de diversidad	0.00-2.16	0.00-1.84	0.00	0.00	2.09-2.16	0.00-1.23	0.00-1.84	0.00-2.16	0.00-0.59
Diversidad media	0.96	0.28	0.00	0.00	2.12	0.74	0.26	0.78	0.10
Número de muestras	12	11	1	1	2	10	12	18	6
Especies	Ar	Mp	Pa	Cc	Ah	Ar	Mp	Ar	Na
	Ah	Na			Mp	Ah	Na	Ah	Pa
	Ac	Pa			Rsp	Ac	Pa	Ac	Dl
	Mp	Dl			H1	Mp	Dl	Mp	Cc
	Na	Tp			H2	Na	Tp	Na	Nd
	Rsp	Cc			Lf	Rsp	Cc	Pa	
	H1	Cl			Pb	H1	Cl	Dl	
	H2	Nd			Cl	Lf	Nd	Tp	
	Lf				Mt	Cl		Rsp	
	Pb					Mt		H1	
	Cl							H2	
	Mt							Lf	
								Pb	
								Cl	
								Mt	
								Nd	

Anexo III. Intervalos y valores medios de las variables abióticas y bióticas y composición de especies correspondientes a los intervalos de concentraciones de oxígeno disuelto seleccionados para los diferentes índices de similitud registrados durante los cruceros TALUD. Para las abreviaturas de las especies referirse a la Tabla 3.

	Bray-Curtis (0.30ml/l)			Euclidiana (0.30ml/l)				Bray-Curtis (0.40ml/l)		
	0.00-0.59	0.60-1.19	1.20-1.49	0.00-0.29	0.30-0.59	0.60-1.19	1.20-1.49	0.00-0.39	0.40-1.19	1.20-1.59
Intervalo de profundidad (m)	610-1,526	1,180-1,425	1,498-1,750	789-1,030	610-1,526	610-1,526	1,180-1,750	610-1,190	610-1,526	1,498-1,750
Profundidad media (m)	984.36	1,260.75	1,623.75	894.33	1,164.42	984.36	1,381.75	923.88	1,034.61	1,623.75
Intervalo de temperatura (°C)	3.00-8.22	3.00-3.70	2.80-2.99	4.25-6.65	3.00-8.22	3.00-8.22	2.80-3.70	3.00-8.22	3.00-8.22	2.80-2.99
Temperatura media (°C)	4.88	3.50	2.90	5.19	4.26	4.88	3.30	5.09	4.62	2.90
Intervalo de MOI (%)	4.84-14.05	8.26-15.19	15.47	6.03-13.74	4.84-14.05	4.84-14.05	8.26-15.47	4.84-14.05	4.84-15.19	15.47
MOI media (%)	9.86	12.10	15.47	10.54	8.71	9.86	12.78	9.86	10.61	15.47
Intervalo de MOT (%)	3.4-6.83	3.62-4.05	4.09-4.82	3.58-6.83	3.40	3.4-6.83	3.62-4.82	3.58-6.83	3.4-6.83	4.09-4.82
MOT media (%)	4.88	3.84	4.46	5.18	3.40	4.88	4.15	5.18	4.62	4.46
Intervalo de lodo (%)	71.1-100.0	20.6-99.6	98.1	71.07-100.00	88.63-100.00	71.1-100.0	20.6-99.6	71.07-100.00	20.6-100.0	98.1
Lodo media (%)	94.49	77.03	98.10	93.61	95.96	94.49	81.24	94.49	88.67	98.10
Intervalo de arena (%)	0.0-27.8	0.4-79.4	1.9	0.00-27.76	0.00-11.37	0.0-27.8	0.4-79.4	0.00-27.76	0.0-79.4	1.9
Arena media (%)	5.31	22.68	1.90	7.22	4.04	5.31	18.52	5.31	11.10	1.90
Intervalo de grava (%)	0.0-1.2	0.0-1.2	0.0	0.00-1.17	0.00	0.0-1.2	0.0-1.2	0.00-1.17	0.0-1.2	0.0
Grava media (%)	0.20	0.30	0.00	0.31	0.00	0.20	0.24	0.22	0.23	0.00
Intervalo de densidad (ind/ha)	2.57-370.26	2.57-5.14	2.57	2.57-370.26	2.57-110.56	2.57-370.26	2.57-5.14	2.57-370.26	2.57-370.26	2.57
Densidad media (ind/ha)	51.83	4.50	2.57	63.77	27.96	51.83	3.86	56.87	43.23	2.57
Riqueza de especies	15	2	1	12	10	15	3	14	16	1
Intervalo de diversidad	0.00-2.16	0.00	0.00	0.00-2.16	0.00-2.09	0.00-2.16	0.00	0.00-2.16	0.00-2.16	0.00
Diversidad media	0.82	0.00	0.00	0.95	0.55	0.82	0.00	0.88	0.67	0.00
Número de muestras	18	4	2	12	6	18	6	16	22	2
Especies	Ar	Pa	Cc	Ar	Ah	Ar	Pa	Ar	Ar	Cc
	Ah	Nd		Ah	Na	Ah	Cc	Ah	Ah	
	Ac			Ac	Pa	Ac	Nd	Ac	Ac	
	Mp			Mp	Dl	Mp		Mp	Mp	
	Na			Na	Tp	Na		Na	Na	
	Pa			Dl	H1	Pa		Dl	Pa	
	Dl			Tp	H2	Dl		Tp	Dl	
	Tp			Rsp	Lf	Tp		Rsp	Tp	
	Rsp			H1	Pb	Rsp		H1	Rsp	
	H1			Lf	Cl	H1		H2	H1	
	H2			Cl		H2		Lf	H2	
	Lf			Mt		Lf		Pb	Lf	
	Pb					Pb		Cl	Pb	
	Cl					Cl		Mt	Cl	
	Mt					Mt			Mt	
									Nd	