



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS AGRUPAMIENTOS
DE POLIQUETOS (ANNELIDA) QUE HABITAN EN LAS
COSTAS ORIENTALES Y OCCIDENTALES DEL SUR DEL
GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

DIANA MELISSA CUÉLLAR MERCADO

DIRECTOR DE TESIS:
DR. PABLO HERNÁNDEZ ALCÁNTARA



Ciudad Universitaria, Cd. de Mx., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno
Cuéllar
Mercado
Diana Melissa
5516821572
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
309099628
2. Datos del tutor
Dr.
Pablo
Hernández
Alcántara
3. Datos del sinodal 1
Dr.
Alejandro
Estradas
Romero
4. Datos del sinodal 2
M. en C.
Elia
Lemus
Santana
5. Datos del sinodal 3
Dra.
María de la Luz
Espinosa
Fuentes
6. Datos del sinodal 4
Dra.
Alicia
Cruz
Martínez
7. Datos del trabajo escrito
Variación espacial de los agrupamientos de poliquetos (Annelida) que habitan en las costas orientales y occidentales del sur del Golfo de California, México
83 pp.
2018

*Estoy mirando, oyendo, con la mitad de mi
alma en el mar y la mitad del alma en la
tierra, y con las dos mitades del alma miro al
mundo.*

Pablo Neruda (1904-1973)

*Tras el instante mágico en que mis ojos se abrieron en el mar,
no me fue más posible ver, pensar, vivir como antes.*

Yacques-Yves Costeau (1910-1997)

*El amor por todas las criaturas vivientes
es el más noble atributo del hombre.*

Charles Darwin (1809-1882)



Dedicatoria

A ti mamá, y a ti papá. Les dedico con orgullo este trabajo como muestra de toda la dedicación que han puesto en mi y en mi educación. Sin ustedes, sin su esfuerzo, sin sus desvelos, y principalmente sin su amor no lo habría logrado. Gracias por todas las herramientas que me han dado, soy muy feliz con lo que estudié y con lo que ahora soy. ¡Los amo!

A ti hermano. Desde niña siempre me he admirado de ti, y hasta ahora no dejas de sorprenderme. Aunque quizá no lo sepas, agradezco que me hayas acompañado gran parte de mi vida como estudiante, y hoy que has decidido continuar la tuya, me has inspirado la confianza de que pase lo que pase puedo seguir, y quiero que sepas que cuentas conmigo. Mi amor de hermana para ti.

A mi gran amor, Martín Bárcenas. Porque has sido quizá el mayor testigo de este proceso al que también diste importancia, y con ello me brindaste fortaleza. Gracias por escuchar mis quejas y mis alegrías, por apoyarme, animarme y darme ideas. Por compartir conmigo la emoción del servicio social, el papeleo y las revisiones. Gracias por ser mi compañero, te amo.

Prim, por fin. Escribiendo esto aún no sé qué se siente estar titulada, pero estoy segura de que tienes razón. Muchas gracias por animarme a terminar esta etapa y por estar más pendiente que nadie de mis avances. Te quiero mucho.

A Alexandra, Erika, Nayeli, Aline, Nora, Juan, Ricardo, Erik e Iván. Porque desde la secundaria, preparatoria y universidad han estado a mi lado, animándome con sus fortalezas a continuar mi formación personal y académica. Gracias por todo su apoyo moral, intelectual y por su amistad. Las piedras rodando se encuentran.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, y en especial a la Facultad de Ciencias por la oportunidad de ser parte de esta excelente institución y formarme académicamente.

A mi tutor, el Dr. Pablo Hernández. Pablito, te agradezco el haberme aceptado en el laboratorio-colección y siempre estar presente cuando te busqué para aclarar mis dudas, tantas dudas. Gracias por tu infinita paciencia, y por todo el conocimiento que a jalones y estirones compartiste conmigo. Por apoyarme a terminar este proyecto que enriqueciste con tus revisiones, y por alentarme a creer en la relevancia del mismo. Gracias porque aunque me desesperara, siempre me diste la palmada y el “órale apúrate” que necesitaba; me costó trabajo pensarle pero aquí estamos. ¡Muchas gracias por todo!

A la Dra. Vivianne Solís Weiss por darme, a través del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del ICMYL, la posibilidad de efectuar este trabajo.

Al Dr. Alejandro Estradas. Ale, gracias por tu calidez y apoyo al enseñarme entre otras cosas a usar ODV, y claro, al revisar esta tesis. Siempre fue un gusto para mí charlar contigo y saber que contaba con alguien a quien podía pedirle opinión de lo que fuera.

A la M. en C. Elia Lemus. Eli, maestra malacóloga, gracias por las enseñanzas dadas durante todas tus clases y en campo, y por aceptar revisar mi tesis tan detalladamente aún teniendo tanto trabajo.

A las Dras. Marilú Espinosa y Alicia Cruz, pues sus comentarios y sugerencias sobre otros estudios y análisis fortalecieron este trabajo. Gracias también por su disposición y las pláticas que ayudaron a que me sintiera más segura del mismo.

Agradezco a la Dra. Vianne Solís Weiss, coordinadora de campaña oceanográfica GC06-1 “Análisis Descriptivo de las Características Oceanográficas de la Región Sur del Golfo de California”, a los coordinadores de área el Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta, Dr. Alejandro Granados Barba y Dr. Antonio Z. Márquez García, así como a todos los alumnos que asistieron al crucero por su participación y por el procesamiento de los datos utilizados en esta tesis.

A la Dra. Margarita Hermoso. Gracias Maggie, porque al verme en el laboratorio siempre te interesaste por mis avances, y siempre tuviste la disposición de ayudarme y de responder mis dudas.

He de decir que tus charlas conmigo y demás alumnos me orientaron a mejorar la construcción de mi tesis.

Agradezco a Alexander Semenov y a Leslie Harris por permitirme usar parte de su asombroso trabajo fotográfico en el diseño de esta tesis. Con la finalidad de mostrar aquí algo de la belleza de estos animales “poco carismáticos”, y quizá con ello ayudar al aumento del interés en el estudio de este grupo.

A mis compañeros de laboratorio-colección, Ara, Aurora, Sharif, Octavio y por último Diana, pues su compañía, cambió por completo mi experiencia durante el desarrollo de esta tesis. Les agradezco las charlas tan divertidas, sus consejos y opiniones.

A los Bichitos, Uli y Ale, porque sin ustedes la carrera no habría sido la misma. Solo nosotros sabemos cuántas experiencias compartimos, y cómo cada una de ellas nos formó. Por eso, gracias infinitas por tantas risas y complicidades, por el magnífico trabajo en equipo y por el apoyo incondicional.

A la Dra. Margarita Gallegos, por mostrarme el maravilloso mundo del quehacer real de un biólogo en campo, y por exhortarme a culminar con esta etapa de mi formación académica. Gracias por su apoyo, y por llevarme a conocer tan bellos lugares y a tan increíbles personas (al equipo del laboratorio de pastos marinos).

A Alberto Suárez Paniagua. Prof, ya sé que me dijo que no estudiara Biología, pero siempre le agradeceré por introducirme al mundo que me ha dado tantas de las mayores y más puras alegrías en la vida. PD: Yo también sufrí mareada toda una campaña oceanográfica.

ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	7
IV. JUSTIFICACIÓN	9
V. HIPÓTESIS	10
VI. OBJETIVOS	11
VII. ÁREA DE ESTUDIO	12
A) Localización	12
B) Meteorología	13
C) Topografía y batimetría	14
D) Sedimentos	14
E) Características hidrológicas	16
F) Circulación y masas de agua.....	17
VIII. METODOLOGÍA	21
A) Colecta del material biológico	21
B) Determinación de parámetros ambientales	22
C) Identificación taxonómica	22
D) Tratamiento de datos	23
D1. Variación espacial de los parámetros ambientales	23
D2. Caracterización de la fauna poliquetológica	24
D3. Relaciones fauna-ambiente.....	25
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
Listado faunístico	27
A) Problemas de identificación taxonómica	31
B) Variación espacial de los parámetros ambientales.....	38
B1. Profundidad.....	38
B2. Salinidad	38
B3. Temperatura	39

B4. Oxígeno disuelto	39
B5. Sedimentos.....	41
B6. Estructura ambiental	42
C) Caracterización de la fauna poliquetológica	46
C1. Descripción y distribución de la fauna	46
C2. Distribución espacial de la densidad y número de especies	49
C3. Afinidades faunísticas entre las localidades de muestreo.....	51
D) Relaciones fauna-ambiente	55
X. CONCLUSIONES	60
LITERATURA CITADA	62

I. RESUMEN

El presente estudio tuvo el objetivo de examinar y comparar la composición taxonómica de los poliquetos que habitan en las costas orientales y occidentales del sur del Golfo de California, analizar las variaciones espaciales de los conglomerados faunísticos que caracterizan estas regiones marinas, y evaluar el efecto de los factores ambientales sobre su distribución. El material biológico fue recolectado en siete localidades ubicadas frente a la costa de Mazatlán, Sinaloa, y en ocho estaciones frente a la costa este de Baja California Sur, con profundidades entre 31 y 208 m. Las muestras fueron obtenidas a bordo del buque oceanográfico “El Puma” por medio de un nucleador de caja tipo Reineck (0.04m^2), y se evaluaron los factores ambientales profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y tipo de sedimento. Se recolectaron e identificaron 837 ejemplares pertenecientes a 30 familias, 68 géneros y 107 especies, reconociendo un género y doce especies como potencialmente nuevas para la ciencia. Por medio de un análisis de componentes principales (PCA), se detectaron claras diferencias entre las condiciones ambientales del margen continental y peninsular, las cuales fueron confirmadas por la prueba ANOSIM y estuvieron asociadas básicamente a los cambios de la profundidad ($PC1=0.563$) y la temperatura ($PC1=-0.554$). En el margen continental se registró la fauna más abundante (642 ind.) y variada (71 especies), representada principalmente por Spionidae (267 ind.) y Paraonidae (51 ind.), mientras que en las costas peninsulares se recolectaron solo 195 ejemplares de 57 especies, siendo también Paraonidae (38 orgs.) y Spionidae (34 orgs.) dos de las familias más abundantes. Las variaciones en la composición y estructura faunística entre las localidades de muestreo determinaron la presencia de tres conglomerados principales ($R_{\text{ANOSIM}}=0.76$, $p=0.001$), asociados directamente con su ubicación geográfica en uno u otro de los márgenes del golfo. En la costa peninsular, el grupo “A”, distribuido fuera de la Bahía de La Paz, cuyas estaciones presentaron un amplio intervalo en sus valores de densidad y número de especies (20-140 ind./ 0.1m^2 ; 4-20 especies/loc.), fue caracterizado por *Exogone (P.) molesta*, *Cirrophorus furcatus* y *Prionospio dubia*; el grupo “B”, localizado dentro de la Bahía de La Paz, se caracterizó por presentar la menor densidad y número de especies (promedio= 47 ind./ 0.1m^2 y 9 spp./loc.) y fue definido por la presencia de *Aricidea (A.) simplex*, *Aglaophamus verrilli* y *Scoletoma crassidentata*; el grupo “C” se distribuyó en el margen continental, y sus estaciones registraron un elevado número de ejemplares (promedio= 220 ind./ 0.1m^2) y especies (promedio= 19.28 spp./loc.), y estuvo caracterizado por *Paraprionospio pinnata*, *Subadyte mexicana* y *Aglaophamus verrilli*. No se detectó una correlación significativa entre las variables ambientales analizadas y los cambios espaciales de la composición de los poliquetos, no obstante, se observó que las especies que determinaron el conglomerado distribuido en las costas orientales del golfo, están mejor relacionadas con la fauna que se distribuye en ambientes tropicales, mientras que las especies que definieron los dos agrupamientos localizados en el margen peninsular tuvieron una mayor afinidad con la fauna de ambientes subtropicales.

II. INTRODUCCIÓN

México tiene una mayor extensión oceánica (~65%) que terrestre (~35%), lo que es curiosamente similar a la proporción entre agua y tierra del planeta, por lo que los hábitats marinos son los más extensos de nuestro país. A su vez, la mayoría de la superficie de los fondos marinos está cubierta por sedimentos blandos, lo que en consecuencia hace que los ecosistemas bentónicos tengan una gran importancia, siendo precisamente el grupo de los invertebrados uno de los más diversos y abundantes de estos ambientes (Brusca y Hendrickx, 2010). Además, los hábitats bentónicos almacenan la energía de los ecosistemas marinos y regulan o modifican la mayoría de los procesos físicos, químicos, geológicos y biológicos que se llevan a cabo en los fondos acuáticos. Esta energía existe en forma de detritus y llega a estar disponible cuando los nutrientes son regenerados por la descomposición de la materia orgánica. De esta manera, los fondos marinos son y actúan no solo como receptores y almacén de toda la energía potencial que llega ahí, sino también como una gran fuente disponible de dicho material acumulado (Cortés-Solano, 2011). Sin embargo, hasta ahora la biodiversidad marina, y del bentos en particular, ha sido menos estudiada que la terrestre. Las causas de esto han sido, por un lado, que la investigación oceanográfica de los ecosistemas marinos de manera integral es relativamente reciente, y por otro, que las inversiones para desarrollar la infraestructura física que se requiere (instituciones, equipamiento, barcos de investigación) y la formación de recursos humanos han progresado lentamente.

El Golfo de California representa solo el 0.008% del área cubierta por los mares de la Tierra, pero desde su formación hace unos 4.5–5.6 millones de años, se ha convertido en una de las regiones biológicamente más ricas del mundo (Enríquez-Andrade *et al.*, 2005; López-Camacho *et al.*, 2006). Sus aguas costeras, zonas bentónicas y aguas pelágicas son reconocidas no solo por su extraordinaria biodiversidad sino también por su alta productividad, y la presencia de numerosas poblaciones de prácticamente todos los taxones marinos (Brusca y Hendrickx, 2010).

En general, la diversidad de los macroinvertebrados en el golfo es excepcionalmente alta: 4,916 especies descritas. No obstante, debido a la presencia de muchas especies no descritas, se estima que este número es solamente alrededor del 70 por ciento de la diversidad real de macroinvertebrados en el golfo (Brusca y Hendrickx, 2010). Entre estos invertebrados, el grupo de los gusanos poliquetos es uno de los taxones más diversos (Hendrickx, 2005), y por lo general, el componente macrofaunístico de mayor importancia, sobre

todo en sustratos blandos (Day, 1967; Fauchald y Jumars, 1979; Hernández-Alcántara *et al.*, 1994). En particular, el Golfo de California alberga una de las mayores riquezas de especies de poliquetos en México (Brusca y Hendrickx, 2010), habiéndose registrado en él un poco más de 720 especies (Hernández-Alcántara *et al.*, 2008).

La mayoría de los anélidos poliquetos son marinos y bentónicos; se distribuyen en prácticamente todos los sedimentos marinos del mundo desde la zona litoral hasta las zonas abisales (Fauchald, 1977). También los hay de hábitos pelágicos y de ambientes dulceacuícolas. Pueden ser móviles, aunque generalmente son organismos de movilidad reducida, o sésiles, pudiendo vivir dentro de tubos y proyectando fuera de éste los apéndices especializados para su alimentación (Glasby *et al.*, 2000).

Los nutrientes reciclados del fondo marino determinan la producción primaria en la columna de agua. Por tanto, los organismos bentónicos, y en específico los poliquetos que viven en él son de gran importancia en el funcionamiento ecológico del bentos. Además de su gran abundancia y diversidad en los fondos marinos, los poliquetos son capaces de ocupar diferentes niveles tróficos, y entre ellos se encuentran prácticamente todas las modalidades de alimentación y reproducción. Contribuyen a la descomposición, incorporación y remineralización de la materia orgánica, favoreciendo el reciclaje de nutrientes en la columna de agua (Liñero-Arana y Reyes-Vázquez, 1979; Hutchings, 1998). Además, como habitantes de fondos blandos, son responsables de la remoción y por ende de la oxigenación de los intersticios y del movimiento de partículas orgánicas en los sedimentos (Glasby *et al.*, 2000).

Debido a lo antes mencionado, con frecuencia estos gusanos son utilizados para monitorear la calidad del ambiente marino y evaluar el nivel de perturbación, o estado de salud de las comunidades bentónicas, ya que las diferentes familias y especies presentan distintos niveles de tolerancia a contaminantes, a la escasez de oxígeno disuelto y en general al estrés ambiental (Rivero *et al.*, 2005; Torres-Gavilá, 2008).

Los poliquetos son miembros del Phylum Annelida y son organismos que presentan metamerismo, siendo esta característica la más notoria del grupo (Brusca y Brusca, 1990; Hutchings y Fauchald, 2000). El patrón corporal básico consiste en dos regiones presegmentales: prostomio y peristomio (asociados a la boca), un tronco o metastomio con segmentos que generalmente portan los parápodos, y un segmento final o postsegmental denominado pigidio (Rouse, 2000) (figura 1).

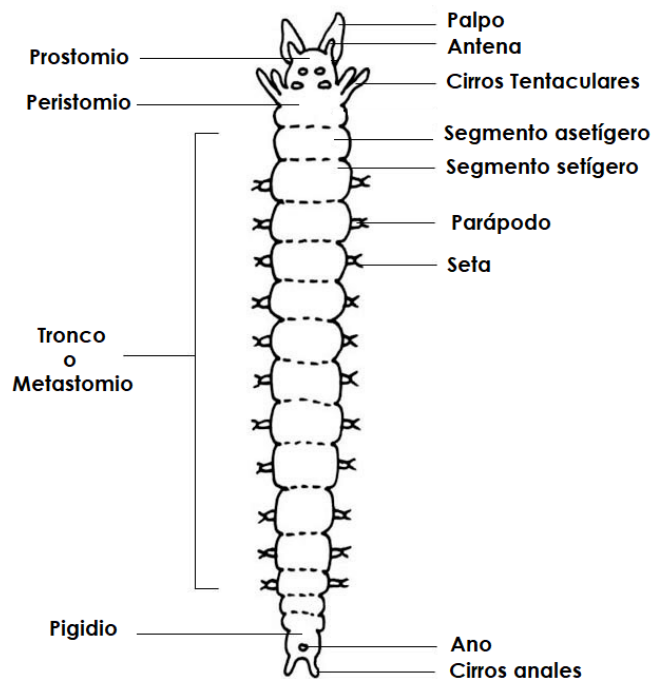


Figura 1. Esquema del patrón corporal de un poliqueto (tomado y modificado de De León-González *et al.*, 2009)

Prostomio. Generalmente porta los órganos sensoriales tales como antenas, palpos y ojos (éstos también se pueden localizar en otras regiones del cuerpo, como en los Sabellidae, que los presentan en los radiolos u órganos nucales). El prostomio puede ser relativamente simple y carecer de apéndices, como en algunos gusanos excavadores o en los residentes permanentes de madrigueras, o bien poseer apéndices con distinto nivel de desarrollo (De León-González *et al.*, 2009).

Peristomio. Está formado por un anillo muscular en el cual se encuentra la boca en posición ventral. Comúnmente no se encuentra bien definido ya que suele estar fusionado con el prostomio o con el primer o primeros segmentos del tronco (De León-González *et al.*, 2009).

Tronco o metastomio. Está formado por la repetición de segmentos, donde se encuentran los apéndices motrices (parápodos birrámeos o unirrámeos), con estructuras quitinosas internas (acículas) que les proporcionan soporte, y estructuras externas (setas) que presentan una amplia variedad de formas producto de la especialización de las especies. Los parápodos, las acículas y las setas son caracteres importantes para la identificación taxonómica de las familias y especies (Blake, 1994). El tronco puede ser homómero, si los segmentos y los apéndices asociados a los parápodos (cirros, branquias y setas) son similares entre sí; o

heterómero, cuando hay claras diferencias en la forma de los parápodos y la setación, que permiten separar al organismo en tórax y abdomen (De León-González *et al.*, 2009).

Pigidio. Es la sección terminal del cuerpo donde se encuentra el ano en posición dorsal o termino-dorsal (Kudenov, 1980).

Originalmente, los poliquetos se separaban de acuerdo con el desarrollo de la parte anterior del cuerpo y con los hábitos de vida de las especies en dos grandes grupos: Errantia y Sedentaria (Audoulin y Milne-Edwards, 1834) (figura 2). No obstante, este arreglo sistemático es básicamente utilizado para fines didácticos (Rouse y Fauchald, 1998), ya que actualmente persisten las discusiones en cuanto al arreglo y las relaciones sistemáticas de los poliquetos (Hernández-Alcántara, 2002).

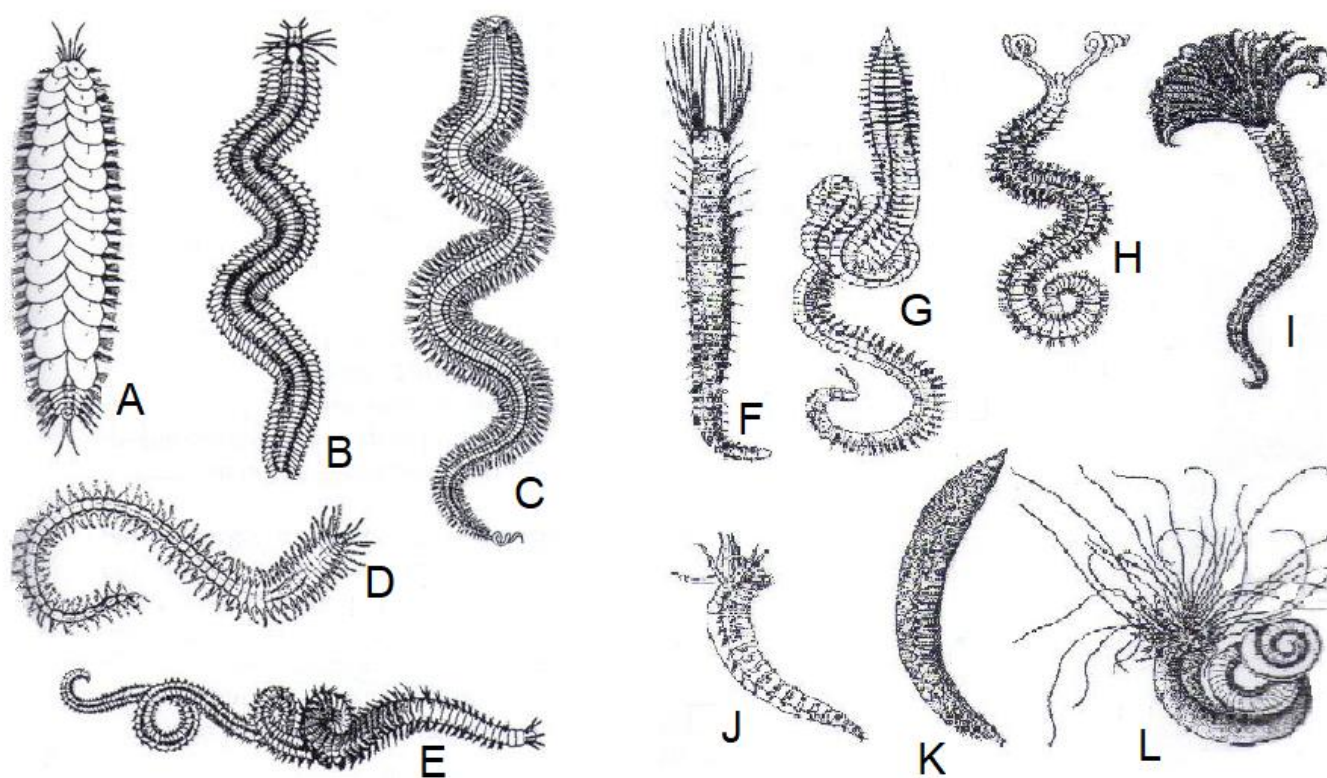


Figura 2. Familias representativas de poliquetos errantes: **A)** Polynoidae; **B)** Phyllodocidae; **C)** Nephtyidae; **D)** Syllidae; **E)** Eunicidae. Familias representativas de poliquetos sedentarios: **F)** Flabelligeridae; **G)** Orbiinidae; **H)** Spionidae; **I)** Sabellidae; **J)** Ampharetidae; **K)** Opheliidae; **L)** Terebellidae.

(Tomado y modificado de Blake, 1994).

El estudio de la composición y ecología de los poliquetos en los ecosistemas bentónicos tiene una gran importancia, no obstante, la mayoría de los estudios sobre la macrofauna comúnmente generan grandes bases de datos que están compuestas por un elevado número de especies, pero poca información sobre la organización funcional (Warwick, 1988) o sobre los patrones de distribución de las comunidades (Hernández-Alcántara *et al.*, 2013). Esto ha originado que la abundancia sea uno de los parámetros usualmente utilizados al analizar tanto la estructura comunitaria como sus variaciones espaciales y temporales (Hernández-Alcántara, 2002).

El papel ecológico que desempeñan estas comunidades bentónicas puede ser deducido a través del análisis de su estructura comunitaria y de las variaciones espaciales que presenta. Sin embargo, debido a las dificultades surgidas de la identificación a nivel de especie de estos invertebrados, su estudio ha sido uno de los problemas principales en los trabajos integrales sobre la ecología del bentos dentro de nuestro país (Hernández-Alcántara, 2002).

El conocimiento de la macrofauna bentónica, y en especial de los poliquetos de las costas del Golfo de California, ha tomado gran importancia en los últimos años, y es por ello que se han realizado cada vez más estudios acerca de su taxonomía, distribución, abundancia, diversidad y ecología. Dicha actividad ha dado como resultado un mayor conocimiento del papel ecológico que desempeña este grupo en los ambientes bentónicos, haciendo del Golfo de California, el área mejor estudiada de México. No obstante, las diferencias de la fauna de poliquetos que habita en ambos márgenes del golfo, y el panorama del papel que juega el ambiente sobre la ocurrencia de estas comunidades, han sido poco exploradas.

III. ANTECEDENTES

Los estudios que hacen referencia al material poliquetológico recolectado en el Golfo de California, han sido relativamente numerosos, según Hernández-Alcántara (2002) se han publicado casi 90 trabajos relacionados que analizan diversos aspectos de los poliquetos (Hernández-Alcántara, 1992 y 2002). Sin embargo, por décadas estos trabajos han tenido un enfoque predominantemente faunístico relacionado con cuestiones taxonómicas, descriptivas y de distribución, mientras que los estudios que incluyen análisis ecológicos son relativamente recientes y han ayudado a definir el papel de estos invertebrados dentro de los ecosistemas bentónicos del Golfo de California.

Entre los trabajos de tipo faunístico que incluyen el estudio de los poliquetos que habitan en la plataforma continental del sur del golfo están aquellos que básicamente han generado listados faunísticos con datos sobre su distribución, claves taxonómicas y descripciones de tipo monográfico, o con descripciones de nuevas especies, así como nuevos registros de poliquetos para esta área de estudio (Treadwell, 1914, 1923, 1929, 1937, 1942; Hartman, 1939a, b, 1940a, b, 1944a-c, 1947a, b, 1950, 1957; Rioja, 1941, 1942a-c, 1943a, b, 1944, 1947a-c, 1962; Reish, 1968; Fauchald, 1968, 1970; Light, 1970; Kudenov, 1973, 1975a-c, 1979, 1980; Hutchings y Glasby, 1986; Sartí-Martínez y Solís-Weiss, 1988; Lezcano-Bustamante, 1989; Salazar-Vallejo, 1985, 1991, 1992; Bastida-Zavala, 1991a, b, 1993; Hernández-Alcántara y Solís-Weiss, 1991, 1993a, 1998a, b, 1999, 2000, 2014; Hernández-Alcántara, 1992; Góngora-Garza y De León-González, 1993; González-Ortiz *et al.*, 1997; Bhaud y Fernández-Álamo, 2000, 2001; Hernández-Alcántara *et al.*, 2006, 2017; Álvarez-León, 2007; Pérez-Torrijos *et al.*, 2008; Ferrando y Méndez, 2010; Estrella-Ruíz *et al.*, 2013; Villalobos-Guerrero y Tovar-Hernández, 2013, 2014).

Por otra parte, se han realizado también importantes recopilaciones de literatura y listados sobre la fauna poliquetológica que ocurre en esta región marina: Salazar-Vallejo *et al.* (1989), Fernández-Álamo (1994), Solís-Weiss y Hernández-Alcántara (1994), Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa (2004) y Hernández-Alcántara *et al.* (2008), que en conjunto hicieron una gran aportación al estudio de los poliquetos pues realizaron una recopilación de la literatura existente sobre poliquetos en México y en el Pacífico Oriental Tropical. Villalobos-Guerrero y Molina-Acevedo (2014) recopilaron información sobre la fauna que ocurre en el estado de Sinaloa; Hernández-Alcántara *et al.* (2003) hicieron una lista sistemática de los poliquetos que habitan en áreas adyacentes a las islas del Pacífico Mexicano y del Golfo de California. Adicionalmente, De León-

González *et al.* (2009) editaron una serie de tres tomos que contienen información descriptiva, claves, imágenes, esquemas, datos de distribución y referencias bibliográficas sobre la mayoría de las familias de poliquetos registradas en México y América Tropical.

La otra tendencia que se presenta en la actualidad se refiere a aquellos trabajos poliquetológicos que se han enfocado en realizar análisis sobre algunos tópicos ecológicos, sin embargo, aún son relativamente pocas las investigaciones que analizan cuantitativamente la fauna poliquetológica de esta región marina en comparación con los estudios faunísticos previamente realizados. Entre ellos se pueden citar el de Parker (1964) que hizo una amplia investigación zoogeográfica y ecológica sobre los macroinvertebrados en todo el golfo, incluyendo a los poliquetos. En particular, en el sur del Golfo de California, Padilla-Galicia (1984) y Padilla-Galicia y Solís-Weiss (1992) hicieron estudios en los que introducen análisis cualitativos y cuantitativos de los poliquetos en la plataforma continental de Sinaloa y analizan sus variaciones espaciales; Arias-González (1984) analizó algunos aspectos sobre la distribución, diversidad y abundancia del grupo en la Bahía de Mazatlán; Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (1993b, 2013) estudiaron la distribución latitudinal y batimétrica de los poliquetos Terebellomorpha y Scolecida, y Hernández-Alcántara *et al.* (1994) realizaron un análisis sobre la composición, distribución y abundancia de los espiónidos en todo el golfo.

Recientemente, han surgido algunos estudios enfocados en destacar la influencia de ciertas variables ambientales sobre la distribución, la diversidad y la abundancia de la fauna poliquetológica, siendo la profundidad, la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, el tipo de sedimento y la latitud las variables más analizadas. Sin embargo, la importancia de dichas variables ha estado en función del grupo de estudio y de las condiciones ambientales prevalecientes en las diferentes regiones y épocas del año que se presentan en el Golfo de California. En este contexto, se puede mencionar la tesis profesional de Lezcano-Bustamante (1989) y la tesis doctoral de Hernández-Alcántara (2002) quienes analizaron la composición y estructura de las comunidades de poliquetos en la plataforma continental del sur del golfo y de todo el golfo respectivamente; el estudio de Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (2005) sobre las variaciones estacionales de los espiónidos que habitan la zona sublitoral del golfo, y en el 2011 un análisis sobre el efecto de los factores ambientales en la composición y distribución de los poliquetos que ocurren en el norte del golfo; el trabajo de Hernández-Alcántara *et al.* (2013 y 2014) que estudiaron los patrones geográficos y batimétricos de la riqueza de especies, analizando el efecto de dominio medio en su distribución; y por último, el trabajo de Hernández-Alcántara *et al.* (2017) en el que se analizaron los patrones espaciales de la riqueza de especies y la composición taxonómica de los poliquetos a lo largo de la plataforma continental de la Península de Baja California.

IV. JUSTIFICACIÓN

Los gusanos poliquetos son probablemente el componente macrofaunístico con mayor importancia dentro de las comunidades bentónicas, ya que pueden representar entre el 36-76% del total de individuos y entre el 25-65% del total de especies, sobre todo en ambientes de fondos blandos (Hernández-Alcántara, 2002), lo que provoca que con frecuencia sus patrones ecológicos reflejen a los del total de la fauna en estos ambientes (Knox, 1977; Blake, 1994; Mackie *et al.*, 1997; Glasby y Read, 1998; Probert *et al.*, 2001). Como resultado de esta elevada abundancia y número de especies, los poliquetos juegan un papel fundamental en la estructura ecológica de los sistemas bentónicos, lo que en conjunto permite considerarlos como descriptores del funcionamiento de estos ambientes.

A pesar de esta importancia y del registro de un número relativamente elevado de trabajos desarrollados en el Golfo de California, estos se han enfocado primordialmente a aspectos taxonómicos. Por tanto, y particularmente en la región sur, son aún muy pocos los estudios que se han orientado a tratar de entender el papel ecológico de estos invertebrados dentro de los sistemas bentónicos de los mares de México. Aunado a esto, se hace visible la necesidad, no solo de realizar listados faunísticos que nos muestren la variedad de la fauna que está presente ahí, sino también de introducir información sobre los patrones de distribución, abundancia y número de especies, que permitan caracterizar estas comunidades de poliquetos y con ello reconocer su importancia en la preservación y manejo de los ecosistemas de fondos blandos. En este sentido, el presente estudio pretende incrementar el conocimiento ecológico sobre los poliquetos que habitan en el sur del Golfo de California y comparar si la fauna que se encuentra en las costas peninsulares es diferente de la que se establece en los márgenes continentales del sur del golfo.

V. HIPÓTESIS

Los organismos interactúan con su ambiente de manera diferente de acuerdo con las condiciones ambientales, locales y regionales, a las que están sometidos, por lo que se espera que la fauna que habita en las costas peninsulares, donde las lluvias son escasas, los aportes sedimentarios reducidos, la plataforma continental angosta y con cambios topográficos abruptos, así como con flujos de agua hacia el sur durante invierno-primavera, sea menos abundante y con menor número de especies que los conglomerados faunísticos presentes en las costas orientales del sur del Golfo de California, donde se incrementan las lluvias, los aportes de sedimento son constantes, la plataforma continental es ancha, y prevalece un flujo de entrada de agua de origen tropical.

VI. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las variaciones espaciales de la composición, densidad y número de especies de la fauna de poliquetos que habita en la plataforma continental del margen oriental y occidental del sur del Golfo de California, y evaluar el efecto de factores ambientales sobre su distribución.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ❖ Identificar la fauna poliquetológica hasta el nivel taxonómico de especie y realizar un inventario faunístico.
- ❖ Evaluar los cambios espaciales de la profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y tipo de sedimento.
- ❖ Analizar la variación espacial de la densidad y número de especies en la plataforma continental del sur del Golfo de California.
- ❖ Determinar y comparar los conglomerados faunísticos que caracterizan a la fauna de la plataforma continental oriental y occidental del sur del Golfo de California, y analizar el efecto de la profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno y el tipo de sedimento sobre su distribución.

VII. ÁREA DE ESTUDIO

A) Localización

El Golfo de California conocido también como Mar de Cortés o Mar Bermejo, se localiza en la región noroccidental de México, limitado al oeste por la árida península de Baja California y al este por los igualmente áridos estados de Sonora y Sinaloa, mientras que al sur tiene comunicación abierta con el Océano Pacífico, lo cual determina sus características oceanográficas (Roden y Emilsson, 1979). En particular, el área de estudio de este trabajo se ubica en la región sur del Golfo de California, entre los 23.5-25.5° N y los 108-111° O (figura 3).

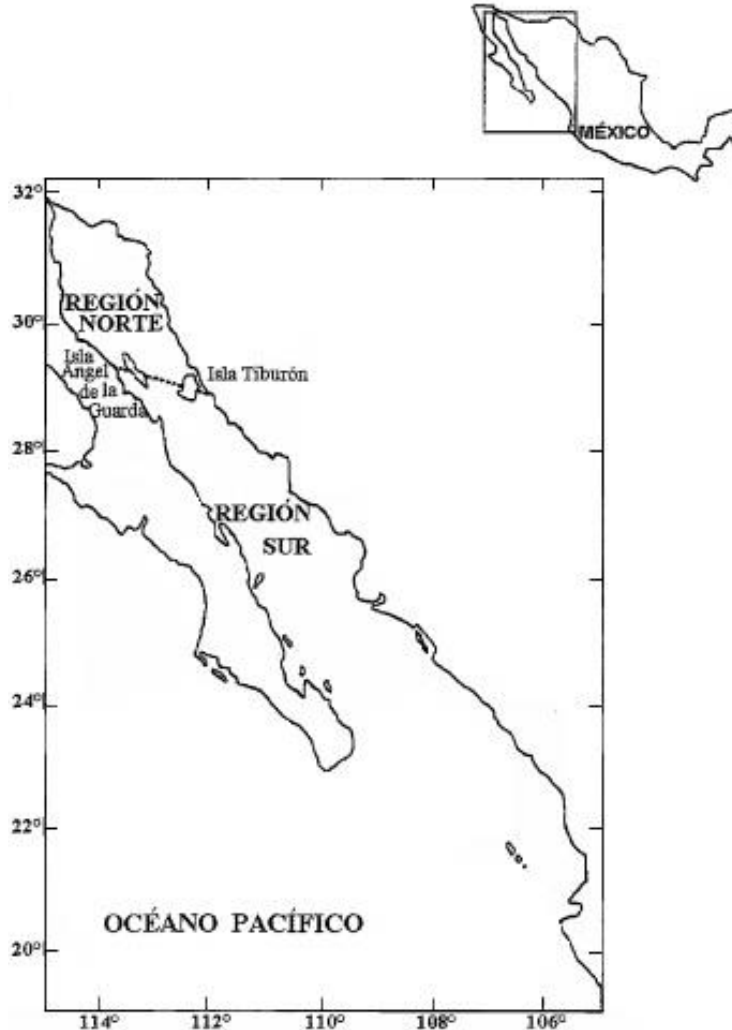


Figura 3. Regiones oceanográficas del Golfo de California (tomado y modificado de Lavín *et al.*, 1997).

B) Meteorología

En términos generales, en la parte sur del golfo el clima es árido y la mayor precipitación sucede en verano, en los meses de julio a octubre aunado a la ocurrencia de perturbaciones tropicales, tormentas y huracanes (Roden y Emilsson, 1979); además, la distribución de la lluvia es asimétrica, recibiendo el margen peninsular mucho menos que el continental (Álvarez-Borrego, 1983). En el estado de Baja California Sur, predomina un clima seco, la temperatura media anual es de 18 a 22°C y las lluvias son escasas, presentándose durante el verano con una precipitación total anual promedio menor a 200 mm. Por otra parte, en el estado de Sinaloa, en la zona cercana al área de estudio, la temperatura es de 25°C en promedio y las lluvias se presentan también en verano, pero con una precipitación media que puede llegar a ser mayor de 790 mm anuales; en invierno y principios de primavera, el clima en general es seco (Donegan y Schrader, 1982).

El viento en el golfo tiene un marcado ciclo anual, producto de los cambios estacionales de los centros de presión atmosférica y de los efectos de las cadenas montañosas que canalizan el viento a lo largo del eje longitudinal del golfo. En los meses de noviembre a mayo el viento sopla principalmente del noroeste con velocidades de 8 a 12 m/s, acarreando aire seco y frío de la masa continental de Norteamérica, mientras que durante los meses de junio a octubre el viento fluye del sureste cargado de aire húmedo y tibio proveniente de la zona marítima tropical con una velocidad promedio de ~5 m/s (Lavín *et al.*, 1997; Lavín y Marinone, 2003). A este ciclo del viento sobre el Golfo de California se le llama el Monzón Mexicano (Douglas *et al.*, 1993).

El esquema de vientos descrito previamente genera surgencias costeras del lado del continente en invierno y del lado de la península en verano; sin embargo, la evidencia proveniente de imágenes infrarrojas de satélite solamente muestra con claridad las surgencias del invierno y primavera, que incrementan los nutrientes en la costa oriental. En verano los vientos son más débiles, lo que sumado a que la plataforma continental es muy estrecha del lado peninsular y el Agua Superficial Ecuatorial (ASE) presenta su máxima incursión dentro del golfo en verano, restringe la intensidad de las surgencias (Lavín *et al.*, 1997).

Pese a que la tasa de evaporación no ha podido ser medida directamente, debido principalmente a que la superficie del golfo es muy extensa y la humedad varía de una región a otra, se ha estimado que la tasa de evaporación en las zonas costeras es de 180 a 250 cm/año, con mínimos en invierno y máximos en verano

(Osuna-López y Páez-Osuna, 1992). Roden y Emilsson (1979) estimaron que la evaporación de la superficie del mar de la porción sur del golfo es aproximadamente de 130 cm/año.

C) Topografía y batimetría

La plataforma continental del sur del Golfo de California en su porción oriental se distingue por ser ancha, con una pendiente suave que se extiende incluso hasta 50 km (Van Andel, 1964). Por el contrario, del lado occidental la plataforma es casi inexistente y posee características particulares que vuelven compleja e irregular la topografía regional; no rebasa los 5 km de ancho y solo es amplia en la Bahía de La Paz, donde alcanza una extensión de unos 20 km; en general es rocosa y con un perfil batimétrico accidentado que desciende abruptamente (De la Lanza-Espino, 1991; Lavín *et al.*, 1997; Lavín y Marinone, 2003) (figura 4).

D) Sedimentos

La constante actividad tectónica a través del tiempo, la variabilidad climática y las irregularidades topográficas de las áreas que rodean al golfo provocan que las fuentes de sedimento se encuentren irregularmente distribuidas (Maluf, 1983; Hernández-Alcántara, 1992, 2002) (figura 5). Por otra parte, algunos autores proponen que la distribución de los sedimentos sobre la plataforma continental se debe, generalmente, a las corrientes de fondo, la proximidad a las desembocaduras de los ríos y lagunas, a la abundancia de los organismos calcáreos y a la presencia de sedimentos relictos. Los procesos de erosión y de acumulación que actúan sobre la plataforma, por lo general actúan simultáneamente y sus intensidades varían de una localidad a otra (Pedrín-Avilés y Padilla-Arredondo, 1999).

En el margen occidental, el aporte sedimentario es escaso, y está dado principalmente por los flujos ocasionales de los abanicos aluviales y por la erosión de la costa; además, debido a que la precipitación es baja y ningún río drena desde esta región, se presenta un decremento de los componentes terrígenos, con un mayor aporte biogénico (Van Andel, 1964; Baba *et al.*, 1991). Los componentes terrígenos provenientes de la península son de fuentes volcánicas y batolíticas (rocas ígneas intrusivas expuestas por erosión), y son transportados desde las montañas peninsulares hasta el eje central del golfo (Maluf, 1983). Por su parte, los componentes biogénicos de esta región consisten básicamente en esqueletos calcáreos (Osuna-López y Páez-Osuna, 1992).

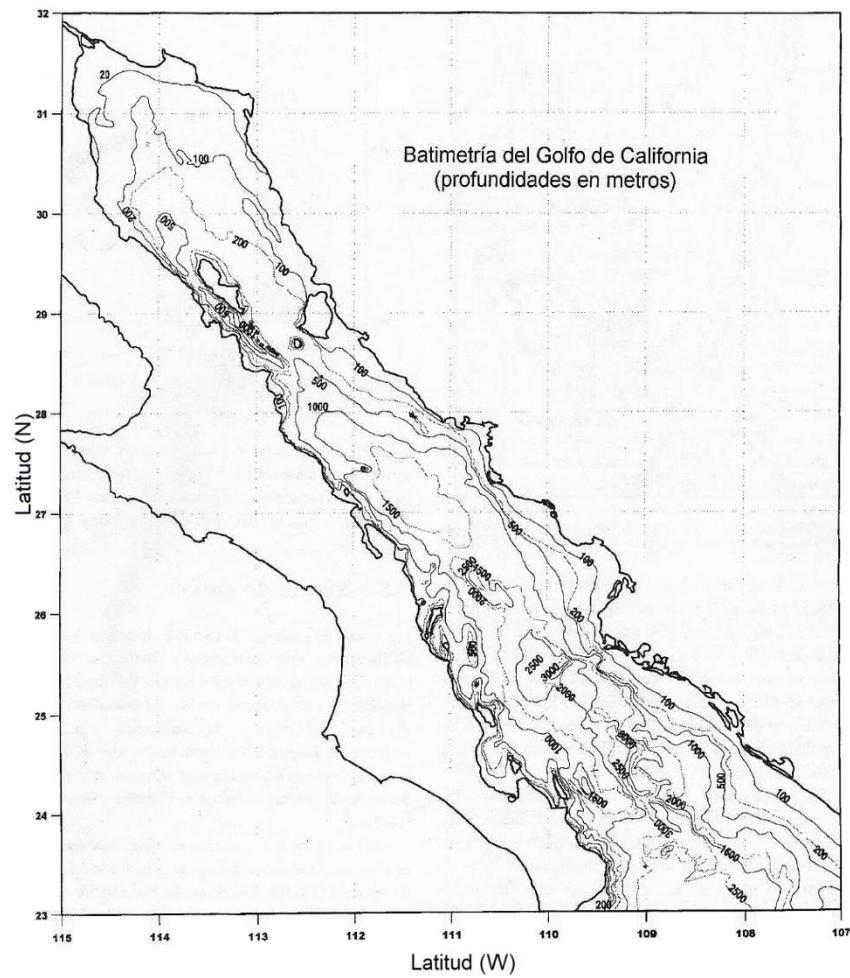
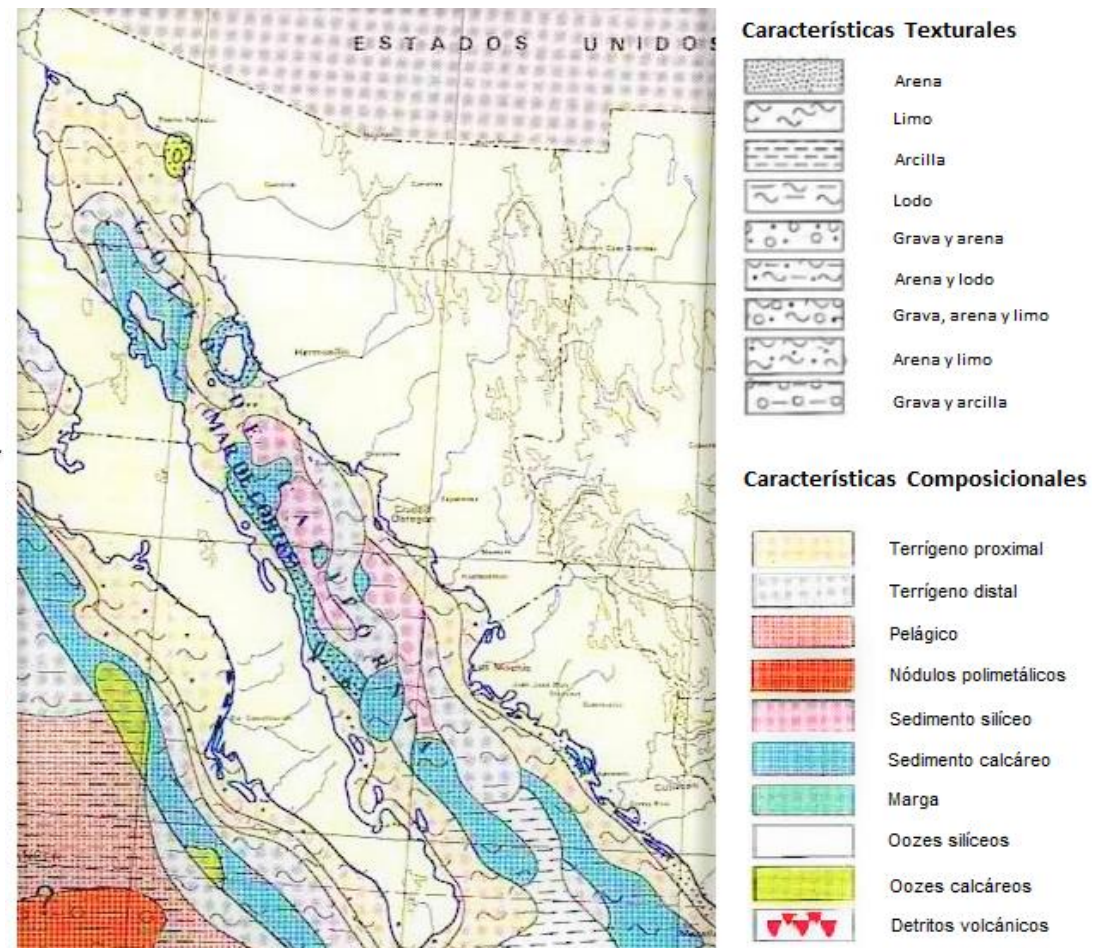


Figura 5. Distribución regional de los sedimentos en el Golfo de California (tomado y modificado de Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo, 1991).

Figura 4. Batimetría del Golfo de California (profundidad en metros) (tomado de García-Silva *et al.*, 1996).



En el margen oriental, las corrientes fluviales son más numerosas y la precipitación local es considerablemente mayor, por lo que la composición sedimentaria está dominada por sedimentos terrígenos provenientes de los ríos del continente (Van Andel, 1964; Páez-Osuna, 1988; Baba *et al.*, 1991). En regiones como ésta, donde el aporte sedimentario es mayor, las arenas son importantes y pueden extenderse a mayores profundidades; aunque en ocasiones, los limos y las arcillas pueden estar muy cerca de la costa, como en el delta del río Fuerte (Van Andel, 1964).

E) Características hidrológicas

Debido a que la evaporación excede la precipitación (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979), la temperatura decrece rápidamente con la profundidad. A los 100 m la temperatura se reduce a la mitad de la que se encuentra en la superficie del mar, y a los 150 m a la cuarta parte (Robinson, 1973). El rango de la temperatura anual aumenta desde unos 9 °C en la boca del golfo hasta alrededor de 18°C en su extremo norte (Roden y Emilsson, 1979). Las temperaturas más altas, entre 31 y 33°C, se registran en las bahías resguardadas cerca de la costa; fuera de la costa, las temperaturas máximas apenas exceden los 30 °C (Roden y Emilsson, 1979).

Las salinidades superficiales del golfo son alrededor de 1-2% más altas que las de las áreas oceánicas adyacentes y, mientras que la salinidad decrece con la profundidad en la capa superficial dentro del golfo, este parámetro aumenta con la profundidad en el mar abierto vecino. Las salinidades a lo largo del margen peninsular son siempre más altas que en el margen continental (Roden y Emilsson, 1979), y el intervalo anual no excede de 0.2 ups; salinidades mayores de 36 ups o menores de 34 ups se encuentran solo en puntos aislados; los niveles más bajos ocurren en la región sureste, donde llegan a descender a menos de 34 ups al final de la temporada de lluvias (Roden y Emilsson, 1979).

Las bajas concentraciones de oxígeno en las profundidades intermedias son características del sur del golfo, valores superiores a 1 ml/L se presentan en los primeros 100 m superficiales, pero en profundidades de aproximadamente 150 m descienden a menos de 0.5 ml/L (Roden y Emilsson, 1979).

F) Circulación y masas de agua

Circulación

En una cuenca flanqueada por tierra como el Golfo de California, el flujo neto de agua hacia adentro debe equilibrarse con el flujo neto hacia fuera, y una consecuencia inmediata de este hecho es que las corrientes a lo largo del golfo no pueden ser uniformemente unidireccionales por largos periodos de tiempo, sino que dan lugar a corrientes de flujo opuesto (Roden y Emilsson, 1979).

La circulación y la estructura hidrográfica de las aguas cercanas a la superficie presentan importantes variaciones temporales debido a que algunos de los agentes impulsores más importantes del golfo varían con las estaciones del año, entre ellos se encuentran el Océano Pacífico, el sistema de vientos y el flujo de calor a través de la superficie. Frente a la boca del golfo confluyen varias masas de agua que son transportadas por un sistema de corrientes que presenta movimientos estacionales como respuesta a cambios igualmente estacionales de la meteorología a escala del Océano Pacífico. Esta variación estacional es congruente con la variación de la posición de las masas de agua superficiales dentro del golfo (Lavín *et al.*, 1997).

Por otra parte, debido a que el viento constantemente intercambia propiedades con la atmósfera (cantidad de movimiento, calor, evaporación, agua dulce y toda clase de gases), los patrones de éste tienen consecuencias sobre la circulación del agua superficial (Lavín *et al.*, 1997). Por tanto, y debido básicamente al efecto de los vientos, las corrientes superficiales se dirigen hacia el sureste con velocidades entre 10 y 15 cm/seg en invierno y hacia el noroeste con velocidades máximas de 10 cm/seg en verano (Maluf, 1983, Roden y Emilsson, 1979).

Para el Golfo de California, el flujo de calor a través de la superficie del mar es sumamente importante, presentando un marcado ciclo estacional ligado a la variación de las condiciones meteorológicas. El flujo de calor más importante es el calentamiento solar, mientras que la mayor pérdida de calor se debe a la evaporación (Lavín *et al.*, 1997). El flujo neto de calor en el golfo presenta, además del ciclo estacional, dos características importantes: el promedio anual es positivo (representa una ganancia neta de calor a través de la superficie) y en la parte norte del golfo hay pérdidas de calor durante noviembre y diciembre. Lo anterior, en conjunto, genera que el calor necesite ser exportado de alguna forma, y la forma en que lo hace es a través de las corrientes marinas, especialmente por la circulación termohalina.

Una de las características de la circulación del golfo está asociada con la distribución del Agua del Golfo de California (AGC): la presencia de lengüetas de agua de alta salinidad que salen de la región norte, pegadas a las costas de la península, implicarían la existencia de un flujo compensatorio del otro lado del golfo o en capas subsuperficiales, que sería más lento por estar distribuido en una zona más amplia que la ocupada por el AGC. Esto es un claro indicio de la circulación termohalina dentro del golfo (Lavín *et al.*, 1997). Esta circulación termohalina es resultado de los flujos de calor y agua a través de la superficie, los cuales cambian la densidad del agua en las capas superiores del golfo, y como éstos valores son muy diferentes a los del Océano Pacífico, la diferencia de densidad entre ambos cuerpos de agua genera un gradiente de presión, que es la fuerza motriz de la circulación. Sin embargo, esta circulación es muy lenta, difícil de medir y dado que la circulación a escala anual inducida por otros agentes es más fuerte que la termohalina, generalmente lo que se observa (directa o indirectamente) es una mezcla de diferentes clases de circulación que están en fase. A pesar de lo anterior, las características de la circulación termohalina indican que debe haber una salida de agua tibia y salina cerca de la superficie (Bray, 1988) y una entrada compensatoria de agua subsuperficial; así, las lengüetas salinas pegadas a la península estarían reflejando no solo la circulación termohalina, sino el total de la circulación (Lavín *et al.*, 1997).

En consecuencia, la circulación en el golfo tiene un fuerte ciclo estacional, con flujo entrante en verano y saliente en invierno. Ripa (1990, 1997) desarrolló un modelo cuyos resultados indican que la termodinámica y la circulación estacionales en el Golfo de California no están dominados por procesos locales (viento y flujo de calor por la superficie), sino por el forzamiento del Océano Pacífico; conclusión que es confirmada por el modelo un tanto más complejo de Beier (1997). La dinámica de la acción que ejerce el Océano Pacífico sobre el golfo puede describirse como una onda que se propaga por la costa continental hasta la cabeza del golfo, retorna pegada a la costa de la península y regresa del golfo con una amplitud menor debida a la pérdida de energía por fricción. Lo anterior puede verse como dos ondas que viajan en sentido opuesto, en costas opuestas y que casi no interactúan entre sí (Lavín *et al.*, 1997).

Masas de agua

La distribución de las masas de agua en el golfo es relativamente sencilla por debajo de los 500 m de profundidad, a diferencia de las capas superiores, donde la distribución presenta mayor complejidad debido a que varias masas de agua ocupan niveles similares y a que las fronteras entre las masas de agua varían durante el año (Lavín *et al.*, 1997) (figura 6).

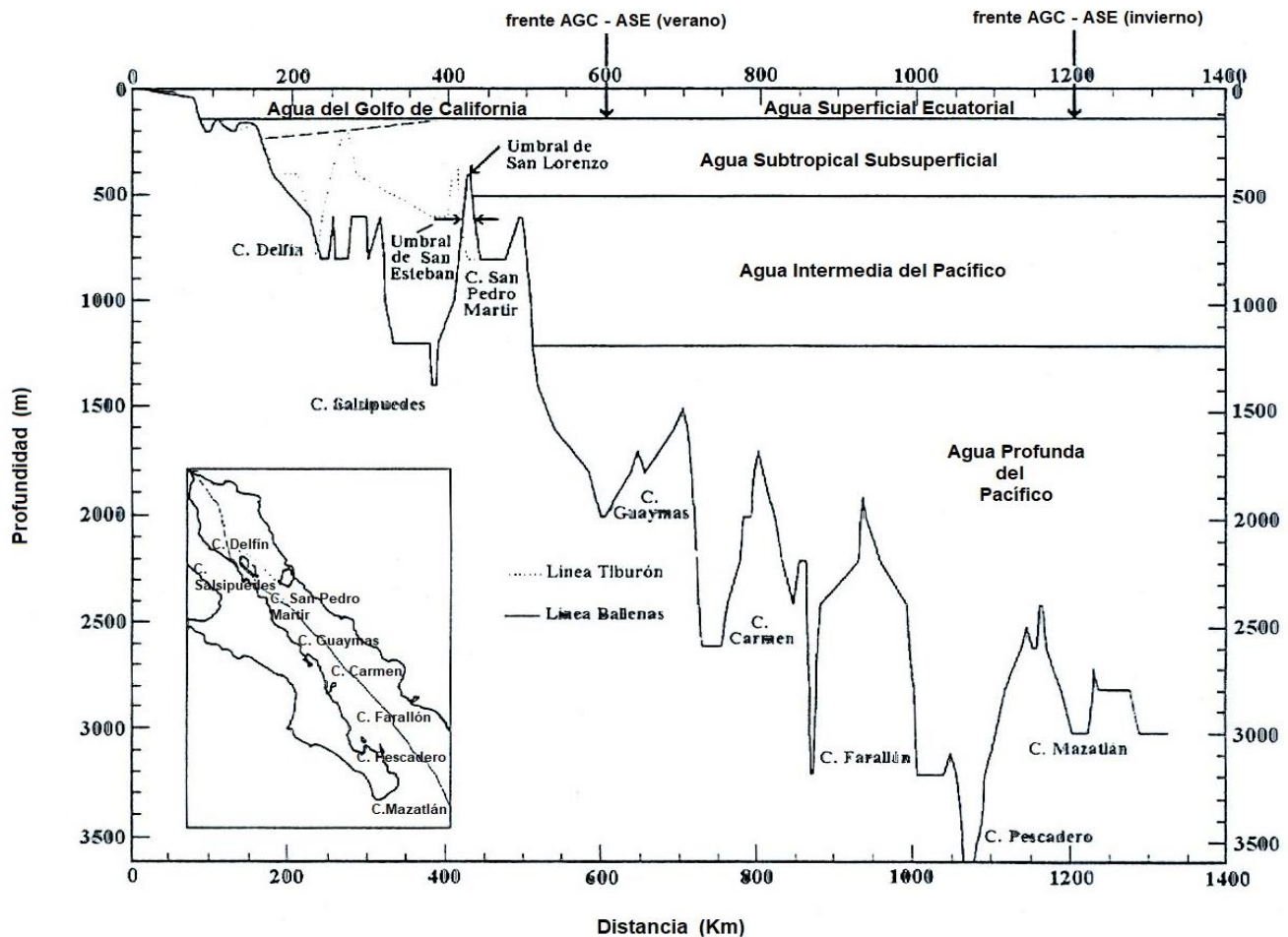


Figura 6. Distribución de las masas de agua del Golfo de California (tomado y modificado de Lavín *et al.*, 1997).

En el promedio anual, más del 70% del volumen total del golfo es ocupado por las masas de agua más profundas: el Agua Profunda del Pacífico (APP) contribuye con el 41% y el Agua Intermedia del Pacífico (AIP) con el 33%. El volumen restante es ocupado por tres masas de agua, de éste, el 19% corresponde al Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt), el 6% al AGC y el 1% al ASE. El volumen del Agua de la Corriente de California (ACC) es tan pequeño dentro del golfo que desaparece al hacer el promedio transversal, y aunque su presencia ha sido detectada, siempre ha sido en los alrededores de la boca (Torres-Orozco, 1993; Lavín *et al.*, 1997).

Dado que las estaciones de muestreo durante el presente estudio están restringidas a la plataforma continental (208 m de profundidad), las masas de agua que influyen sus condiciones ambientales se encuentran presentes en estas capas superiores, que como ya se mencionó son las que presentan mayor complejidad. El ASsSt tiene su límite inferior a ~500 m (isoterma de los 9°C) y parece tener una variación estacional que determina que tan dentro hace su intrusión hacia el norte, lo cual sucede en otoño-invierno cuando llega a la

isobata de los 150 m, mientras que en primavera-verano se retrae hasta la de los 300 o 350 m; sin embargo, en el área de estudio esta masa de agua siempre está presente y su límite superior está definido por las características T-S: $34.5 \leq S \leq 35$ ups y $12 \leq T \leq 18^\circ\text{C}$, aproximadamente a los 150 m de profundidad (Torres-Orozco, 1993; Lavín *et al.*, 1997).

Sobre la ASsSt se encuentra el ASE, que proviene de la región ecuatorial y junto con el AGC son las masas de agua superficiales del golfo que se encuentran por encima de los 150 m. El ASE es caliente ($T \geq 18^\circ\text{C}$) y su característica distintiva es su salinidad menor de 35 ups, por lo que la isohalina de 35 marca claramente la frontera entre el ASE y el AGC. La extensión del ASE hacia el interior del golfo tiene una marcada variación estacional, con su máxima intrusión en verano (cuando puede llegar hasta la Cuenca de Guaymas) y la máxima retracción en invierno, cuando se le encuentra solo cerca de la boca del golfo (Torres-Orozco, 1993; Lavín *et al.*, 1997).

El AGC, cálida y de alta salinidad ($T \geq 12^\circ\text{C}$; $S \geq 35$ ups), se encuentra principalmente en la parte norte del golfo. El ciclo estacional que presenta en su posicionamiento con respecto al ASE es complementario del movimiento estacional de la frontera con dicha masa de agua (la isohalina de 35), por lo que se encuentra retraída en verano (llega hasta la Cuenca de Guaymas) y en invierno fluye hacia el exterior del golfo (el volumen es tan bajo que el AGC no es detectable fuera del golfo) (Lavín *et al.*, 1997). Roden y Groves (1959) mencionaron que al AGC se le puede considerar como agua ecuatorial que ha sido transformada en la superficie por evaporación (ASsSt + evaporación = AGC). Esta transformación ocurriría principalmente en la parte norte, donde la evaporación es más intensa y es auxiliada por el mezclado vertical. En el pasado se han propuesto esquemas del tipo “ASE + evaporación = AGC”, ocurriendo en la superficie en la parte sur del golfo, Warsh *et al.* (1973) llaman a esta masa “Agua Superficial del Golfo de California” para distinguirla del AGC. Ambos esquemas son posibles y puede ser que ambos mecanismos ocurran al mismo tiempo (Lavín *et al.*, 1997).

Considerando que el AGC se forma principalmente en el norte, y que es un proceso casi continuo, entonces debe dar lugar a una circulación termohalina en la cual el AGC fluye hacia el exterior del golfo y es reemplazada por ASsSt para continuar con su transformación. En la zona de la boca del golfo se detecta como capas superficiales o núcleos subsuperficiales de alta salinidad en los 100 m superiores. Estos núcleos de AGC se detectan frecuentemente pegados a las costas de la península (Roden y Groves, 1959; Roden y Emilsson, 1979), pero también han sido registrados en el centro y en la costa oriental (Álvarez-Sánchez *et al.*, 1978).

VIII. METODOLOGÍA

A) Colecta del material biológico

Las muestras fueron recolectadas en la plataforma continental de los márgenes oriental y occidental del sur del Golfo de California, como parte de la Campaña Oceanográfica GC06-1 “Análisis Descriptivo de las Características Oceanográficas de la Región Sur del Golfo de California” que se llevó a cabo del 7 al 11 de mayo del 2006 a bordo del buque oceanográfico El Puma de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se analizaron muestras biológicas de 15 estaciones: 7 estaciones ubicadas frente a la costa de Mazatlán, Sinaloa, y 8 estaciones frente a la costa este de Baja California Sur (figura 7).

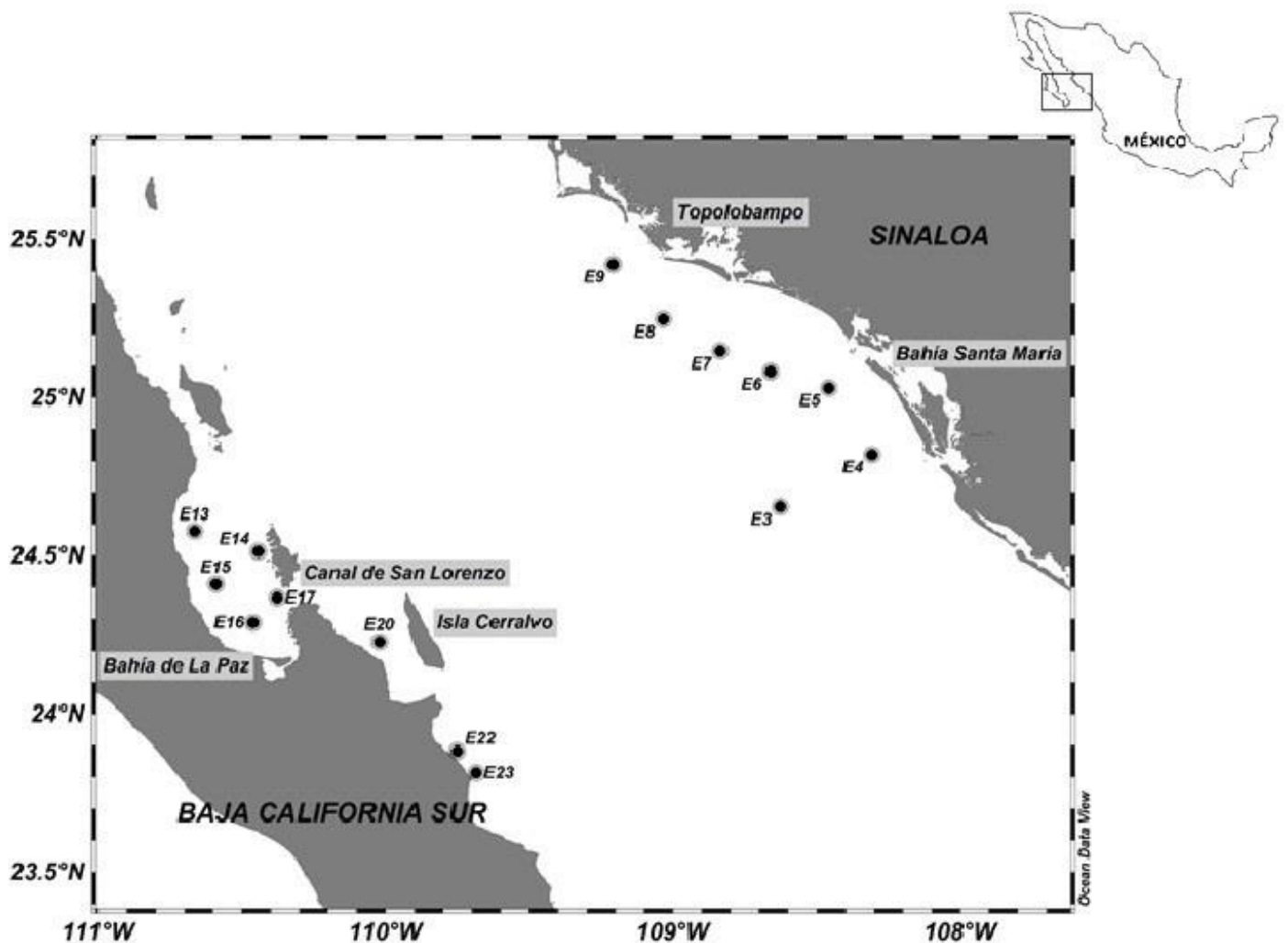


Figura 7. Ubicación de las estaciones de muestreo en el sur del Golfo de California.

Las muestras fueron obtenidas por medio de un nucleador de caja tipo Reineck, tomando el sedimento de los primeros 15 cm de profundidad de un área de 0.04 m². Una vez obtenido, el sedimento se lavó a bordo del buque oceanográfico usando agua marina y cerniéndolo a través de un tamiz con luz de malla de 0.5 mm para separar los ejemplares macrobentónicos. Las muestras retenidas en el tamiz fueron colocadas en bolsas de plástico correctamente etiquetadas y fijadas con formol al 10%.

Posteriormente, las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), UNAM. Las muestras se lavaron con agua dulce para eliminar el formol, se separaron los organismos a grandes grupos de invertebrados y se preservaron con alcohol etílico al 70% en frascos correctamente etiquetados. Los frascos que contenían material poliquetológico fueron separados del resto de la fauna para su posterior determinación taxonómica.

B) Determinación de parámetros ambientales

Las estaciones se geoposicionaron usando el GPS del buque oceanográfico. La profundidad fue determinada mediante el ecosonda marca Konsberg (modelo SIMRAD ES60), y se realizaron lances del CTD acoplado a una Roseta con botellas Niskin, registrando datos de salinidad y temperatura. Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se extrajo agua de las botellas Niskin en frascos DBO ámbar de 250 ml y se cuantificó por medio del método de Winkler modificado (Strickland y Parsons, 1972). El análisis granulométrico de las muestras para la determinación del tipo de sedimento se realizó en el Laboratorio de Sedimentología de la Facultad de Ingeniería, UNAM, siguiendo el método propuesto por Folk (1974).

C) Identificación taxonómica

Inicialmente, los poliquetos se determinaron a nivel taxonómico de familia haciendo uso de la clave de Fauchald, 1970 y de Salazar-Vallejo *et al.* (1989), y manipulándolos en una caja Petri con agua y con la ayuda de un microscopio estereoscópico, pinzas y agujas de disección. Se examinaron básicamente las características de estructuras morfológicas externas asociadas al prostomio y peristomio (antenas, palpos, cirros y probóscide, cuando se encontraba evertida, entre otras), y al metastomio (forma en general, parápodos, setas, branquias, etc.). Los ejemplares identificados se preservaron en alcohol etílico al 70%, se colocaron en viales etiquetados con el número de la campaña oceanográfica, la estación y la fecha, y se guardaron en frascos de vidrio para cada una de las familias identificadas.

Posteriormente, se hizo la determinación a nivel de género y especie de los ejemplares mediante el uso de claves especializadas, revisiones taxonómicas y publicaciones sobre algunos géneros y especies en particular. Para este proceso, se utilizaron microscopio estereoscópico y óptico, caja Petri, pincel fino, pinzas, agujas de disección, navajas, glicerol, portas y cubreobjetos. Se analizaron detalladamente estructuras diagnósticas específicas, y en algunas ocasiones fue necesario realizar preparaciones permanentes con glicerol de estructuras como aparatos mandibulares, fragmentos de probóscide o parápodos. Los ejemplares fueron teñidos con azul de metileno como herramienta para contrastar mejor las estructuras morfológicas y facilitar su observación durante el proceso de identificación taxonómica (Uebelacker y Johnson, 1984; Blake, 1994). Una vez identificados, los ejemplares fueron catalogados e incorporados en la Colección Nacional de Anélidos Poliquetos del ICMyL, UNAM.

D) Tratamiento de datos

D1. Variación espacial de los parámetros ambientales

El análisis de las variaciones espaciales de los factores ambientales se realizó tratando de determinar las diferencias entre el margen continental y el margen peninsular del sur del Golfo de California. Inicialmente, se realizó una descripción de las variables ambientales mediante el uso de gráficos de líneas y de barras, obteniéndose también los valores de media y desviación estándar como herramienta estadística descriptiva para detallar su comportamiento en ambos márgenes del área de estudio. Además, se obtuvieron los índices de correlación de Pearson (programa Excel 2016) para analizar la relación entre pares de variables ambientales (profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y porcentaje de arena).

Posteriormente, las variables ambientales se organizaron en matrices (parámetro por sitio), y se usaron para describir los patrones de distribución espacial de los sitios muestreados mediante el análisis de componentes principales (PCA). Este análisis se basó en la matriz normalizada de las variables ambientales (Clarke y Warwick, 2001), con la finalidad de identificar qué variables definen mejor la estructura y variabilidad ambiental.

Por último, se realizó un análisis de similitud “ANOSIM” entre los grupos formados por las estaciones ubicadas en el margen continental y peninsular para determinar si las condiciones ambientales fueron significativamente diferentes, probando la hipótesis nula de que no hay diferencias ambientales entre ambas

costas. El análisis ANOSIM es una prueba estadística que determina las diferencias significativas entre dos o más grupos de muestras por medio de un parámetro llamado “ R_{ANOSIM} ”, que está relacionado a numerosas simulaciones, originando un nivel de significancia “ p_{ANOSIM} ” para rechazar o no la hipótesis nula. Valores de $R_{ANOSIM} = 0$ proponen una elevada similitud entre los grupos, es decir, se acepta la hipótesis nula; por el contrario, cuando $R_{ANOSIM} = 1$ la hipótesis nula se rechaza, y los grupos en efecto, son diferentes entre sí (Clarke y Warwick, 2001). Los procedimientos anteriores se hicieron utilizando el software Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (PRIMER v.6).

D2. Caracterización de la fauna poliquetológica

Los ejemplares se cuantificaron al mismo tiempo que fueron determinados taxonómicamente, elaborando matrices de abundancia por localidad de muestreo. Para la descripción de la fauna, se utilizó un diagrama de barras de la distribución espacial del número de familias, géneros y especies en el área de estudio. Durante el análisis estadístico de los datos, los valores de abundancia fueron previamente transformados a densidad de organismos (0.1 m^2), con la finalidad de estandarizar el tamaño de la muestra y comparar adecuadamente los resultados con otros trabajos previos. Las variaciones espaciales de la densidad y del número de especies por estación, fue evaluado mediante gráficas de barras.

Con la finalidad de detectar la existencia de algún patrón espacial en la distribución de la fauna que habita en el área de estudio, se hizo un análisis de similitud entre localidades de muestreo, en función de su composición y densidad de especies. No todos los ejemplares identificados fueron tomados en cuenta para el análisis de resultados, ya que algunos fueron excluidos debido a que no fue posible confirmar su identificación como una entidad taxonómica distinta de las otras especies identificadas en este trabajo. Dentro de éstos se encontraron algunos ejemplares identificados únicamente a nivel de familia (“indeterminados”), o ejemplares no identificadas por su mal estado de preservación (“NID”). Sin embargo, cuando estos ejemplares sin identificar a nivel de especie fueron los únicos representantes de la familia o del género respectivo, sí se incluyeron en el análisis, debido a que en este caso sí se puede considerar que representan una entidad taxonómica distinta en el área de estudio.

Las afinidades faunísticas se determinaron mediante la técnica de Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS), partiendo de una matriz de similitud obtenida con el índice de Bray-Curtis de la matriz original de densidades. Los datos fueron previamente transformados a raíz cuadrada, según la recomendación de Clarke y Warwick (2001), para reducir la influencia de las especies abundantes en el análisis.

El índice de Bray-Curtis ha probado ser efectivo y ampliamente utilizado en el análisis de datos de comunidades bentónicas (Hernández-Alcántara, 2002); es definido como la similitud absoluta presente entre dos muestras, al tomar en cuenta todas las especies y dividir las entre el número total de especies en ambas muestras (Clarke y Green, 1988). Por su parte, el nMDS es una de las técnicas de ordenación no paramétricas más robustas que permite identificar los posibles patrones de variación entre los sitios de muestreo (Field *et al.*, 1982). Esta técnica se basa en los datos multidimensionales de una matriz de similitudes y los representa sobre un espacio bidimensional, donde las estaciones con mayor similitud se encuentran cercanas entre sí; por el contrario, las estaciones que presentan muy poca similitud se encuentran separadas entre sí. Para evaluar la bondad de las estimaciones se utiliza una medida llamada “estrés”: un estrés menor a 0.05 indica que el gráfico generado corresponde a una excelente representación de las unidades analizadas; 0.1 revela una buena representación; 0.2 puede ofrecer una buena representación, pero es conveniente incrementar la dimensionalidad o reducir los puntos graficados; 0.3 muestra una mala configuración y no debe ser empleada para explicar la relación entre los datos (Clarke y Warwick, 2001). La presencia de los grupos faunísticos definidos en el nMDS se corroboró por medio de un análisis de similitud “ANOSIM”, probando la hipótesis nula de que no hay diferencias entre los agrupamientos.

Finalmente, se realizó un análisis de porcentajes de similitud “SIMPER”, una subrutina del programa PRIMER, para determinar las especies características que contribuyeron en mayor medida a la integración de cada grupo faunístico. El procedimiento SIMPER no es un marco de referencia estadística, sino un análisis exploratorio que indica qué especies son las principales responsables, ya sea por un patrón de agrupamiento observado o por diferencias entre conjuntos de muestras que se han definido *a priori* y que se confirma mediante pruebas estadísticas (prueba ANOSIM es la utilizada en este estudio), los cuales difieren en la estructura de la comunidad que representan (Clarke y Warwick, 2001). Además, como complemento se hizo un diagrama de sombras basado en la densidad transformada (raíz cuadrada) de las especies más importantes de cada conglomerado, para ayudar a visualizar las diferencias entre los grupos. Todos los análisis previos fueron llevados a cabo usando el software PRIMER v.6.

D3. Relaciones fauna-ambiente

El análisis del efecto de las variables ambientales sobre los patrones faunísticos observados se realizó mediante el procedimiento no paramétrico conocido como BIO-ENV (Clarke y Ainsworth, 1993; Clarke y Warwick, 2001), el cual calcula los valores de correlación entre una matriz de similitud derivada de datos

biológicos y una matriz derivada de subconjuntos de variables ambientales, somete a prueba la hipótesis nula de no correlación usando permutaciones (Clarke *et al.*, 2008) y define así conjuntos de variables más cercanamente correlacionadas con la estructura biótica observada (Olsgard *et al.*, 1997).

La lógica de BIO-ENV supone que los patrones faunísticos son función de variaciones en las condiciones ambientales, y que cambios en el ambiente pueden provocar respuestas detectables en la fauna (Olsgard *et al.*, 1997). La medida en que estos dos patrones coinciden refleja el nivel en el que las variables ambientales explican el patrón biótico (Clarke *et al.*, 2008). BIO-ENV lleva a cabo una búsqueda completa de todas las combinaciones posibles de variables ambientales. Este análisis se hizo mediante el software PRIMER v.6 partiendo de la matriz de similitud Bray-Curtis obtenida a partir de las densidades transformadas (raíz cuadrada) y de la matriz de variables ambientales normalizadas (profundidad, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y porcentaje de arena). Dicho procedimiento se realizó por separado para las estaciones del margen continental y peninsular.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el presente estudio se recolectaron e identificaron 837 ejemplares de poliquetos pertenecientes a 30 familias, de los cuales 807 fueron incluidos en 68 géneros y 107 especies; 30 ejemplares pudieron ser identificados solo a nivel de familia. En principio, estos resultados son similares a los encontrados por Lezcano-Bustamante en 1989 (35 familias, 64 géneros y 105 especies), cuyo trabajo se realizó también en el sur del golfo.

A continuación, se presenta un listado faunístico de las especies identificadas. El listado faunístico está organizado, por finalidad práctica, en orden alfabético.

Listado faunístico

Filo Annelida Lamarck, 1802

Familia Acoetidae Kinberg, 1858

Polyodontes frons Hartman, 1939

Polyodontes panamensis (Chamberlin, 1919)

Familia Ampharetidae Malmgren, 1867

Amphicteis scaphobranchiata Moore, 1906

Eclysippe trilobata (Hartman, 1969)

Lysippe labiata Malmgren, 1866

Melinna NID

Ampharetidae indeterminados

Familia Amphinomidae Lamarck, 1818

Linopherus kristiani Salazar-Vallejo, 1987

Familia Capitellidae Grube, 1862

Notomastus americanus Day, 1973

Notomastus NID

Leiochrides sp.

Capitellidae indeterminados

Familia Chaetopteridae Audouin y Milne-Edwards, 1833

Chaetopterus NID

Familia Chrysopetalidae Ehlers, 1864

Chrysopetalidae indeterminados

Familia Cirratulidae Ryckholt, 1851

Aphelochaeta elongata Blake, 1996
Aphelochaeta monilaris (Hartman, 1960)
Aphelochaeta williamsae Blake, 1996
Caulleriella pacifica Berkely, 1929
Chaetozone acuta Banse y Hobson, 1968
Kirkegaardia cryptica Blake, 1996
Kirkegaardia sibilina Blake, 1996
Kirkegaardia tessellata (Hartman, 1960)

Familia Cossuridae Day, 1963

Cossura candida Hartman, 1955
Cossura pygodactylata Jones, 1956

Familia Eunicidae Savigny, 1818

Eunice cedroensis Fauchald, 1970
Eunice vittatopsis Fauchald, 1970

Familia Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894

Flabelligerum papillosum (Essenberg, 1922)
Piromis capulata (Moore, 1909)

Familia Glyceridae Grube, 1850

Hemipodia simplex (Grube, 1857)

Familia Goniadidae Kinberg, 1966

Glycinde NID
Ophiogoniada NID
Ophiogoniada sp.

Familia Hesionidae Sars, 1862

Oxydromus minutus (Hartmann-Schröder, 1959)

Familia Lumbrineridae Schmarda, 1861

Lumbrineris cruzensis Hartman, 1944
Lumbrineris pallida Hartman, 1994
Ninoe jessicae Hernández-Alcántara, Pérez-Mendoza y Solís-Weiss, 2006
Ninoe marthae Hernández-Alcántara, Pérez-Mendoza y Solís-Weiss, 2006
Ninoe NID
Scoletoma crassidentata (Fauchald, 1970)
Lumbrineridae indeterminados

Familia Magelonidae, Cunningham y Ramage, 1888

Magelona pacifica Monro, 1993
Magelona tehuanaensis Hernández-Alcántara y Solís-Weiss, 2000
Magelonidae indeterminados

Familia Maldanidae Grube, 1867

Maldane gorgonensis Monro, 1933

Maldane NID

Sabaco NID

Maldanidae indeterminados

Familia Nephtyidae Grube, 1850

Aglaophamus dibranchis (Grube, 1877)

Aglaophamus erectans Hartman, 1950

Aglaophamus verrilli (McIntosh, 1885)

Nephtys squamosa Ehlers, 1887

Familia Nereididae Johnston, 1851

Ceratocephale papillata de León-González y Góngora-Garza, 1992

Ceratonereis sp.

Leonnates NID

Neanthes seridentata Hartman-Schröder, 1959

Nereis imajimai de León-González y Díaz-Castañeda, 1998

Nereis sp. 1

Nereis sp. 2

Nereididae indeterminados

Familia Onuphidae Kinberg, 1865

Diopatra farallonensis Fauchald, 1968

Diopatra neotridens Hartman, 1944

Diopatra ornata Moore, 1911

Diopatra papillata Fauchald, 1968

Diopatra splendidissima Kinberd, 1865

Diopatra tridentata Hartman, 1944

Heptaceras NID

Kinbergonuphis cedroensis Fauchald, 1968

Kinbergonuphis gorgonensis (Monro, 1933)

Kinbergonuphis pigmentata Fauchald, 1968

Kinbergonuphis vexillaria (Moore, 1911)

Longibrachium sp.

Mooreonuphis sp.

Nothria conchylega (Sars, 1835)

Nothria occidentalis Fauchald, 1968

Notonuphis NID

Onuphis sp.

Paradiopatra abyssalis (Imajima, 1999)

Onuphidae indeterminados

Familia Orbiinidae Hartman, 1957

Leitoscolplos panamensis (Monro, 1933)

Leitoscolplos sp.

Leodamas rubra (Webster, 1879)

Scoloplos (Scoloplos) texana Maciolek y Hollland, 1978

Familia Oweniidae Rioja, 1917

Galathowenia piltzi Blake, 2000
Galathowenia pygidialis (Hartman, 1960)
Owenia johnsoni Blake, 2000

Familia Paraonidae Cerruti, 1909

Aricidea (Aedicira) lopezi (Reish, 1968)
Aricidea (Aedicira) pacifica Hartman, 1944
Aricidea (Aedicira) simplex Day, 1963
Aricidea (Aricidea) wassi Pettibone, 1965
Aricidea (Strelzovia) hartleyi Blake, 1996
Aricidea (Strelzovia) sp.
Cirrophorus furcatus (Hartman, 1957)
Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)
Levinsenia oculata (Hartman, 1957)

Familia Pilargidae Saint-Joseph, 1899

Ancistrostylis sp.
Sigambra tentaculata (Treadwell, 1941)

Familia Poecilochaetidae Hannerz, 1956

Poecilochaetus multibranchiatus de León-González, 1992

Familia Polynoidae Kinberg, 1856

Subadyte mexicana Fauchald, 1972

Familia Sabellidae Malmgren, 1866

Megalomma coloratum (Chamberlin, 1919)
Sabellidae indeterminados

Familia Spionidae Grube, 1850

Aonides californiensis Rioja, 1947
Paraprionospio pinnata (Ehlers, 1901)
Prionospio dubbia Day, 1961
Prionospio ehlersi Fauvel, 1928
Prionospio (Minuspio) lighti Maciolek, 1985
Scolelepis arenicola Hartmann-Schröder, 1959
Spiophanes kroeyeri Grube, 1860
Género A

Familia Sternaspidae Carus, 1863

Caulleryaspis sp.

Familia Syllidae Grube, 1850

Brania californiensis Kudenov y Harris, 1995

Syllis heterochaeta (Moore, 1909)
Syllis hyperioni (Dorsey y Phillips, 1987)
Syllis sp.
Exogone (Paraexogone) breviseta Kudenov y Harris, 1995
Exogone (Paraexogone) molesta (Banse, 1972)

Familia Terebellidae Grube, 1850

Scionella japonica Moore, 1903

A) Problemas de identificación taxonómica

Durante el proceso de identificación taxonómica algunos ejemplares no pudieron asignarse a nivel de especie debido a diversas dificultades, las cuales se describen a continuación.

Mal estado de los ejemplares

La determinación de estos ejemplares no se llevó hasta el nivel taxonómico de especie debido al mal estado del organismo y varias de las partes corporales, lo que impidió la observación detallada de las estructuras imprescindibles para llevar a cabo su asignación a especie:

- Un capitélido fue catalogado como *Notomastus* NID; cuatro maldánidos como *Maldane* NID y otro como *Sabaco* NID; dos lumbrinéridos como *Ninoe* NID; dos onúfidos como *Heptaceras* NID, otro como *Longibrachium* NID y otro como *Notonuphis* NID; un goniádido como *Glycinde* NID; seis nereididos como *Leonnates* NID y un quetoptérico como *Chaetopterus* NID. Todos estos ejemplares fueron especímenes incompletos, y algunas de sus estructuras diagnósticas como la faringe, los palpos o las setas estuvieron considerablemente maltratadas, impidiendo su identificación hasta especie.
- Un goniádido fue catalogado como *Ophiogoniada* NID debido a que solo presentó la parte anterior del cuerpo, con aproximadamente 56 setígeros unirrámeos. Por tanto, las setas liradas, presentes en los parápodos posteriores birrámeos, que son diagnósticas para asignarla a especie, no se pudieron observar, impidiendo su catalogación a nivel de especie y diferente a *Ophiogoniada* sp. registrada en este trabajo.

- Un anfarétido fue catalogado como *Melinna* NID. Aunque es cercano a *M. oculata* porque tiene manchas oculares y las crenulaciones dorsales son de tamaño similar, *M. oculata* tiene claramente fusionado el par interno de branquias hasta la mitad, mientras que en *Melinna* NID únicamente están fusionadas en la base. Sin embargo, el nivel de maltrato no permitió verificar las estructuras diagnósticas restantes.
- Veinticinco especímenes, seis pertenecientes a la familia Ampharetidae, dos a la Capitellidae, uno a la Chrysopetallidae, uno a la Lumbrineridae, uno a la Magelonidae, tres a la Maldanidae, nueve a la Onuphidae y dos a la Sabellidae, solo pudieron ser identificados a nivel de familia ya que no se pudieron observar las estructuras diagnósticas para su determinación a género; como es el caso de los sabélidos, que durante el proceso de recolección y fijación del material biológico perdieron por completo los radiolos, o de los maldánidos, cuyos ejemplares estuvieron incompletos con únicamente la porción anterior del cuerpo.

En general, los organismos maltratados pertenecientes a la familia Paraonidae perdieron estructuras asociadas a la parte anterior del cuerpo, lo que dificultó su identificación taxonómica a nivel de especie. De igual manera, en la familia Lumbrineridae, la imposibilidad de observar las características de las setas, debido a que éstas son muy rígidas y se rompen con facilidad, impidió su asignación a género.

Estado de desarrollo

Se presentaron casos en que los poliquetos fueron recolectados en estadios juveniles, por lo que su desarrollo morfológico no permitió su determinación taxonómica a especie. Este fue el caso de cinco neréidos juveniles, que fueron únicamente determinados a nivel de familia.

Especies potencialmente nuevas para la ciencia

Durante la identificación taxonómica también se presentaron casos en los cuales los especímenes analizados presentaron características claramente diferentes con respecto a los géneros o especies descritas hasta el momento. Por tanto, se plantea la posibilidad de que 23 ejemplares de 10 familias puedan corresponder a un género y 12 especies potencialmente nuevas para la ciencia:

Familia Capitellidae

***Leiochrides* sp.**

Observaciones: Los cuatro ejemplares examinados son similares a la especie *Leiochrides* sp. 1 descrita por García-Garza (2008) en su tesis doctoral, la cual se distribuye en el Golfo de California y tiene el primer segmento birrámeo, segmento 12 con setas solo capilares y presenta branquias. Sin embargo, la diagnosis de este taxón aún no ha sido publicada y, por tanto, no ha sido formalmente descrita.

Familia Orbiinidae

***Leitoscoloplos* sp.**

Observaciones: Las características de los dos especímenes revisados corresponden con las características presentadas por Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (2014) para ejemplares catalogados como *Leitoscoloplos* sp., quienes hacen un análisis anatómico y morfológico de nuevas especies del género y mencionan el gran parecido de este taxón a *L. panamensis* (Monro, 1933). En efecto, los ejemplares recolectados en el presente estudio tienen dos lóbulos subpodiales en los neurópodos 16 al 21, además, tienen dos pequeñas papilas separadas una de la otra en la zona ventral del setífero 17. Sin embargo, este taxón aún no ha sido formalmente descrito.

Familia Paraonidae

***Aricidea (Strelzovia)* sp.**

Observaciones: El espécimen examinado es parecido a *Aricidea (Strelzovia) abbranchiata* Hartman, 1965 que se distribuye en aguas profundas del Océano Atlántico. Sin embargo, a diferencia de esta especie, el organismo del sur del Golfo de California tiene una antena media más corta, la cual no sobrepasa al peristomio; además, presenta neurosetas modificadas cortas y curvas con el filo curvo plumoso o fibrilado. Características que la separan como un taxón distinto.

Familia Onuphidae

***Mooreonuphis* sp.**

Observaciones: Los tres ejemplares revisados parecen corresponder con las características registradas para *Mooreonuphis* sp. 2 por Hernández-Alcántara (1992), la cual a su vez, se asemeja a *M. nebulosa* (Moore, 1991) debido a la aparición de branquias a partir del setífero seis y la presencia de ganchos grandes simples en setíferos anteriores. Sin embargo, difieren de *M. nebulosa* en que tienen branquias

solo con 1-2 filamentos, presentan un cirro ventral cirriforme en los primeros cinco setígeros, el lóbulo postsetal es cirriforme hasta el setígero nueve, y los ganchos pseudocompuestos son tridentados en los primeros cuatro setígeros.

***Onuphis* sp.**

Observaciones: El organismo analizado tiene ganchos pseudocompuestos principalmente bidentados, pero presenta también algunos ganchos tridentados. Sin embargo, el tercer diente es muy pequeño, apenas visible con microscopio óptico. Por tanto, es similar a *O. elegans* (Johnson, 1901), pero este taxón tiene branquias desde el setígero uno mientras que en el ejemplar examinado aparecen a partir del setígero 8-10.

Familia Goniadidae

***Ophiogoniada* sp.**

Observaciones: En los setígeros birrámeos del espécimen analizado no se observan las setas lira que se describen para la especie de género uniespecífico *O. lyra* (Granados-Barba y Solís-Weiss, 1997), la cual se distribuye en el Golfo de México.

Familia Nereididae

***Ceratonereis* sp.**

Observaciones: Se recolectó un espécimen con la estructura faríngea diferente al de las especies descritas para el género *Ceratonereis*: áreas I, V, VI, VII y VIII sin paragnatos ni papilas; área II con un paragnato en la parte central; área III muy maltratada; área IV con tres paragnatos en una línea diagonal. Además, los neurópodos portan espiníferos homogonfos con la lámina muy larga, y espiníferos heterogonfos con la lámina larga, mientras que los espiníferos homogonfos de los notópodos tienen la lámina larga, características que, en conjunto, diferencian al ejemplar examinado de los taxones descritos hasta el momento.

***Nereis* sp. 1**

Observaciones: El ejemplar analizado tiene una estructura faríngea diferente a la de las especies descritas hasta el momento: área I con cuatro paragnatos en arreglo de diamante; área II, aproximadamente nueve paragnatos en línea diagonal; área III, muchos paragnatos dispersos en toda el área; área IV con una banda diagonal de muchos paragnatos; área V con muchos paragnatos en

arreglo oval al centro del área; área VI aproximadamente seis paragnatos en arreglo circular; áreas VII y VIII con muchos paragnatos en una banda continua que ocupa por completo las áreas faríngeas.

Nereis sp. 2

Observaciones: Organismo con características faríngeas diferentes a la de las especies descritas hasta ahora: áreas I, II y V sin paragnatos; área III con cuatro paragnatos en una línea; área IV, aproximadamente ocho paragnatos en arreglo diagonal; área VI con tres paragnatos en una línea; áreas VII y VIII con aproximadamente veintiocho paragnatos arreglados en dos líneas, formando una banda continua a lo largo de dichas áreas. El espécimen está incompleto, con 25 setígeros; neurópodo con falcígeros heterogonfos de lámina corta, y con espinígeros homogonfos con láminas más o menos largas. En el notópodo solo se presentan espinígeros homogonfos con la lámina más o menos larga.

Familia Pilargidae

Ancistrosyllis sp.

Observaciones: El espécimen analizado tiene características similares a las de la especie *Ancistrosyllis* sp. C (Wolf, 1984) registrada en el Golfo de México, aunque no ha sido formalmente descrita. Sin embargo, el ejemplar del Golfo de California se diferencia de este taxón por tener la parte anterior del cuerpo papilada, los ganchos desde el notópodo seis, y presentar un cirro ventral desde el setígero tres; las neurosetas tienen un diente secundario delgado.

Familia Syllidae

Syllis sp.

Observaciones: El ejemplar revisado presenta diferencias específicas con respecto a las dos especies cercanas: se diferencia de *Syllis heterochaeta* (Moore, 1909) por presentar falcígeros unidentados en lugar de bidentados; y de *Syllis hyperioni* (Dorsey y Philips, 1987), por presentar ojos, y porque la base de los falcígeros es claramente bidentada.

Familia Spionidae

Género A

Observaciones: Los cinco especímenes analizados podrían pertenecer al género *Aurospio*, sin embargo, las dos especies descritas para este género presentan branquias poco desarrolladas, como una pequeña protuberancia. Características distintas de las presentadas por los especímenes del golfo,

que portan dos pares de branquias cirriformes bien desarrolladas en los setígeros tres y cuatro, sin embargo, se observan dos cicatrices en el setígero dos, lo que indicaría la presencia de tres pares de branquias a partir del setígero dos. Características que separan a los ejemplares del golfo de los géneros descritos hasta el momento.

Familia Sternaspidae

Caulleryaspis sp.

Observaciones: El único espécimen recolectado presenta características distintas de las especies descritas hasta ahora: el escudo caudal es blando, delgado, transparente, con partículas de sedimento adheridas en el margen posterior y dividido en la parte anterior con indicios de costillas radiales; el abdomen presenta numerosas papilas.

En resumen, de las 30 familias identificadas en este estudio, en 17 se presentaron algunas dificultades en la identificación taxonómica de las especies (figura 8). En nueve familias se presentaron ejemplares que solo pudieron ser identificados a nivel familia. Las familias que tuvieron mayor número de organismos en esta condición fueron Onuphidae (9 orgs.), Ampharetidae (6 orgs.) y Nereididae (5 orgs.). En ocho familias se presentaron ejemplares que solo pudieron ser determinados a nivel de género, siendo Nereididae (6 orgs.), Maldanidae (5 orgs.) y Onuphidae (4 orgs.) las familias con más individuos determinados a este nivel taxonómico.

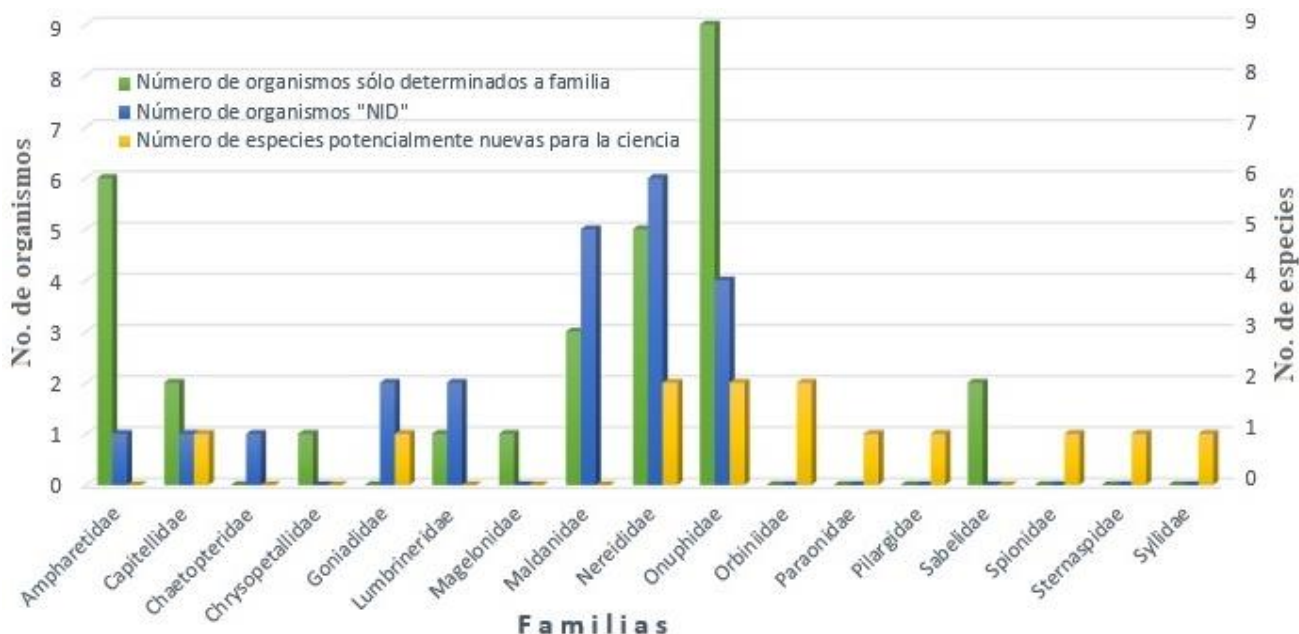


Figura 8. Familias que presentaron dificultades taxonómicas.

El Golfo de California registra una elevada riqueza de especies de poliquetos (Brusca y Hendrickx, 2010), sin embargo, gran parte de la taxonomía de este grupo de invertebrados se encuentra en la etapa alfa descriptiva (Clark, 1977), que se caracteriza porque aún se están diagnosticando nuevas especies y porque las especies previamente establecidas constantemente se reubican en otras categorías taxonómicas (Hernández-Alcántara, 2002). En este sentido, el hecho de que en diez familias se detectara la presencia de especies potencialmente nuevas para la ciencia, no es un evento raro al estudiar los poliquetos que habitan en esta muy diversa región marina del Pacífico Este (Hernández-Alcántara, 2002). De la misma manera, el hecho de que las familias Nereididae, Onuphidae y Orbiniidae presentaran dos especies cada una, y Capitellidae, Goniadidae, Paraonidae, Pilargidae, Spionidae, Sternaspidae y Syllidae registraran una especie posiblemente nueva (figura 8), no es extraño, ya que el avance en la taxonomía de estas familias, sobre todo en ambientes tropicales, ha llevado a la descripción constante de nuevas especies en las últimas décadas (Hernández-Alcántara *et al.*, 2008).

B) Variación espacial de los parámetros ambientales

B1. Profundidad

En términos generales, las estaciones del margen continental presentaron poca variabilidad en sus valores de profundidad, las cuales variaron entre 31 y 50 m, mientras que las estaciones situadas en las costas peninsulares se caracterizaron por una amplia variabilidad batimétrica, registrando un intervalo de entre 46 y 208 m de profundidad (tabla 1).

Estas variaciones reflejan las condiciones topográficas del sur del golfo, ya que las plataformas continentales de ambos márgenes son muy diferentes entre sí: mientras que en el área continental, la plataforma es ancha y con una pendiente suave que se extiende incluso hasta 50 km dentro del golfo, en el margen peninsular, la plataforma es angosta y con un perfil accidentado que desciende abruptamente (Van Andel, 1964).

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo y valores de los factores ambientales evaluados.

Estación	Coordenadas		Profundidad (m)	Salinidad (psu)	Temperatura (C°)	Oxígeno disuelto (ml/L)	Arena	Limo	Arcilla		
	Latitud	Longitud								%	%
E3	24	39.314	108	37.591	31	34.9	16.1	0.8	25	55	20
E4	24	49.198	108	18.45	50	34.8	15.2	0.4	3	27	70
E5	25	1.781	108	27.477	32	35	16.5	1.6	95	0	5
E6	25	4.932	108	39.57	35	34.9	16.3	3.5	95	5	0
E7	25	8.85	108	50.113	32	35	16.1	0.3	95	0	5
E8	25	14.865	109	2.007	42	35.2	17	0.2	15	65	20
E9	25	25.303	109	12.469	40	35.2	16.9	1.9	75	15	10
E13	24	34.66	110	39.823	208	35	12.2	0.4	5	25	70
E14	24	30.825	110	26.576	187	34.9	12.1	0.2	3	70	27
E15	24	24.603	110	35.407	143	35.1	12.2	0.6	65	15	20
E16	24	17.289	110	27.674	46	35.3	16	1	80	15	5
E17	24	22.047	110	22.603	66	35.3	15.8	0.8	40	35	25
E20	24	13.705	110	1.286	110	35.1	13.8	0.4	100	0	0
E22	23	52.966	109	45.054	83	35.1	13.8	0.5	100	0	0
E23	23	48.751	109	41.115	149	35	12.9	0.6	3	90	7

B2. Salinidad

Los niveles de salinidad variaron en un intervalo de 34.8 a 35.3 ups (tabla 1); siendo en promedio, mayores en el margen peninsular (media = 35.1 ups; SD = 0.14 ups) que en las costas del continente (media

= 35 ups; SD = 0.15 ups). Estos resultados confirman que el AGC mantiene una elevada influencia en las capas superficiales del margen peninsular (Álvarez-Sánchez *et al.*, 1978; Hernández-Alcántara, 2002), y en general, también reflejan el comportamiento de la circulación del golfo durante la temporada de estudio. El AGC (salinidad ≥ 35 ups) originada en el norte, se diluye en su trayecto hacia el sureste del golfo; sin embargo, sigue predominando en las capas superficiales, ya que su límite meridional, en invierno, se extiende hasta la región de la boca (Lavín *et al.*, 1997; Lavín y Marinone, 2003). El AGC fluye fuera del golfo principalmente pegada a las costas peninsulares, donde domina la parte superficial y se encuentra con una masa menos salada (<35 ups, límite superior 150 m) de ASsSt (Obeso-Nieblas *et al.*, 2014). Por su parte, en los márgenes continentales, en los 150 m superficiales predomina la presencia de ASE (<35 ups), la cual tiene su principal flujo de entrada al golfo precisamente a lo largo de las costas orientales (Zamudio *et al.*, 2008; Álvarez-Borrego, 2010).

B3. Temperatura

La temperatura fue mayor y se distribuyó homogéneamente en el margen continental (media = 16.3 °C; SD = 0.14 °C); la estación 4 al suroeste de Bahía Santa María fue la que registró la menor temperatura (15.2 °C). Por el contrario, en el margen peninsular se presentaron niveles inferiores de temperatura y su intervalo de variación fue mayor (media = 13.6 °C; SD = 1.57 °C); los máximos valores se presentaron en las estaciones 16 y 17, ubicadas al sur de Bahía de La Paz (16 y 15.8 °C respectivamente) (tabla 1, figura 9).

Las diferencias de temperatura entre ambas costas son usuales, ya que según Álvarez Borrego (1983), en invierno, la temperatura del aire disminuye hacia el interior del golfo y a la misma latitud se puede encontrar que las temperaturas en la costa continental son más altas en aproximadamente 2 °C que en la costa de Baja California. En este mismo sentido, la mayor variabilidad de la temperatura en la zona peninsular es también debida a que en invierno los vientos son más fuertes y la capa de mezcla es más profunda (Bernal *et al.*, 2001), mientras que en el margen continental, la intensidad del viento particularmente disminuye en las costas continentales (Páres-Sierra *et al.*, 2003).

B4. Oxígeno disuelto

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa que las concentraciones de oxígeno disuelto fueron por lo general menores a 1 ml/L en ambas costas. Sin embargo, el promedio y la variación fue mayor en el área continental (media= 1.24 ml/L; SD= 1.19 ml/L), siendo únicamente tres las estaciones que registraron valores superiores a 1 ml/L: las estaciones 5 y 6 ubicadas frente a Bahía Santa María, y la estación 9 frente a

Topolobampo (con 1.6, 3.5 y 1.9 ml/L, respectivamente) (tabla 1, figura 10). Por su parte, en el margen peninsular, los niveles de oxígeno disuelto se mantuvieron bajos en todas las estaciones (media = 0.56 ml/L; SD = 0.25 ml/L), el valor más alto registrado (1 ml/L) se obtuvo únicamente en la estación 16 ubicada en el sur de Bahía de La Paz (tabla 1, figura 10).

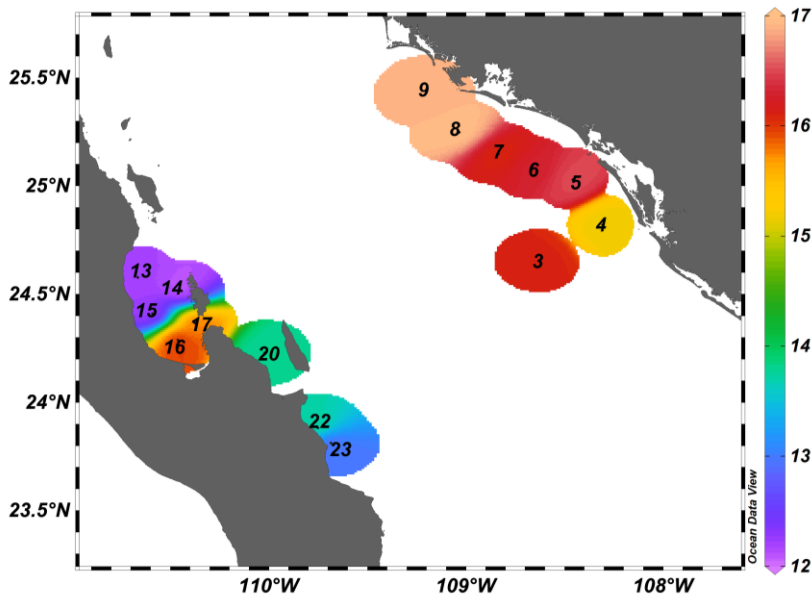


Figura 9. Distribución de la temperatura (C°) en el área de estudio.

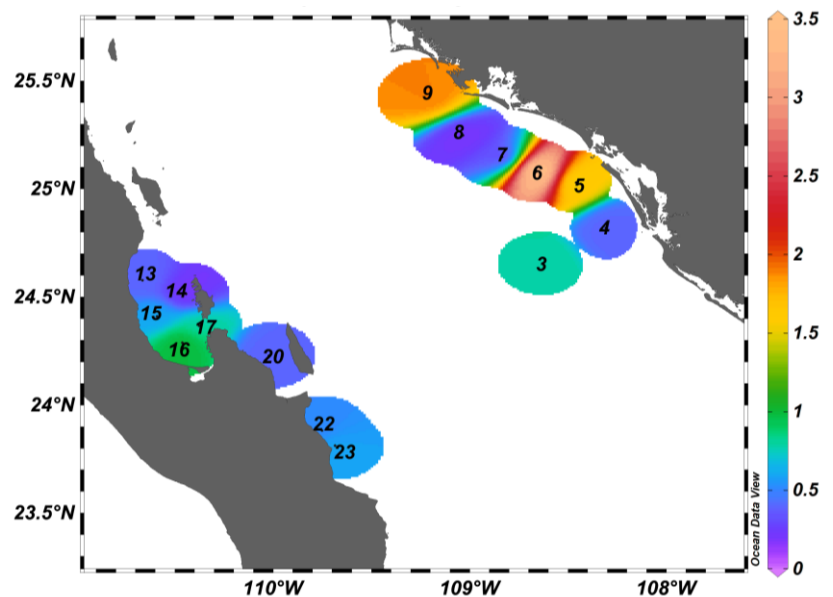


Figura 10. Distribución del oxígeno disuelto (ml/L) en el área de estudio.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto detectadas en el área de estudio no son inusuales, ya que la región hipóxica más grande del mundo se localiza en el Pacífico Oriental (Wyrcki, 1966; Kamykowski y Zentara, 1990), incluida buena parte del Golfo de California (Sverdrup, 1941; Roden y Emilsson, 1979; Díaz y Rosenberg, 1995; Lluch-Cota *et al.*, 2007). A lo largo de 20 años de observaciones en el golfo se han

observado importantes reducciones en los valores de oxígeno en diferentes áreas y a diferentes profundidades, entre ellas, la presencia de una gran franja en el fondo o cerca de él a unos 100 a 200 m de profundidad, que presenta niveles de oxígeno que caen repentinamente por debajo de 0.5 ml/L, estos valores bajos se continúan hasta profundidades de unos 1200 m, desde Isla Tiburón hacia el sur del golfo (Parker, 1964; Lluch-Cota *et al.*, 2007). Además, se han detectado ocasionalmente entornos hipóxicos o casi anóxicos en aguas poco profundas (menos de 100 m profundidad) del sur del golfo (Hendrickx, 2001; Hendrickx y Serrano, 2010).

Por su parte, las concentraciones mayores a 1 ml/L de oxígeno registrados en el margen continental (estaciones 5, 6 y 9; hasta 3.5 ml/L) están asociados con la presencia de “núcleos” bien oxigenados que ya han sido previamente registrados en estas áreas: Lezcano-Bustamante (1989) y Hernández-Alcántara (2002) registraron valores de oxígeno de 4.06 ml/L y 1.02 ml/L, respectivamente, al noroeste de la Bahía Santa María, lo que concuerda con los valores registrados en este estudio para las estaciones previamente mencionadas. Por otra parte, estos mismos autores registraron incluso valores de 3.44 ml/L y 5.40 ml/L de oxígeno en estaciones ubicadas al norte de Topolobampo, sin embargo, en este estudio, al oeste de Topolobampo, la estación 9 solo alcanzó concentraciones de 1.9 ml/L de oxígeno disuelto.

B5. Sedimentos

Los sedimentos en ambos márgenes tuvieron en promedio mayor contenido de arena que de limo y arcilla (figura 11). Los datos obtenidos del análisis sedimentológico se muestran en la tabla 1, indicando que en las localidades del margen oriental, donde se presenta una plataforma continental amplia, las arenas fueron el sustrato dominante en las estaciones 5, 6, 7 y 9 del norte de Bahía Santa María, alcanzando porcentajes del 75 al 95%, mientras que los sedimentos limosos-arcillosos fueron más abundantes (85-97%) en las estaciones 3 y 4 al sur de Bahía Santa María, y en la estación 8 al sur de Topolobampo (tabla 1).

Por su parte, en el margen peninsular, los sedimentos también fueron dominados por las arenas, representando entre el 65 y 80% en las estaciones 15 y 16 distribuidas en la parte media-occidental y sur-occidental de Bahía de La Paz, e incluso el 100% en las estaciones 20 y 22 situadas al oeste y sur de Isla Cerralvo. La estación 17, que se localiza en la parte sur-oriental de Bahía de La Paz, presentó un sedimento mezclado (arenoso-limoso-arcilloso). Los sedimentos limosos-arcillosos se registraron en las estaciones 13 y 14, que están ubicadas en la parte norte y medio-oriental de Bahía de La Paz, y en la estación 23 al sur de Isla Cerralvo (tabla 1).

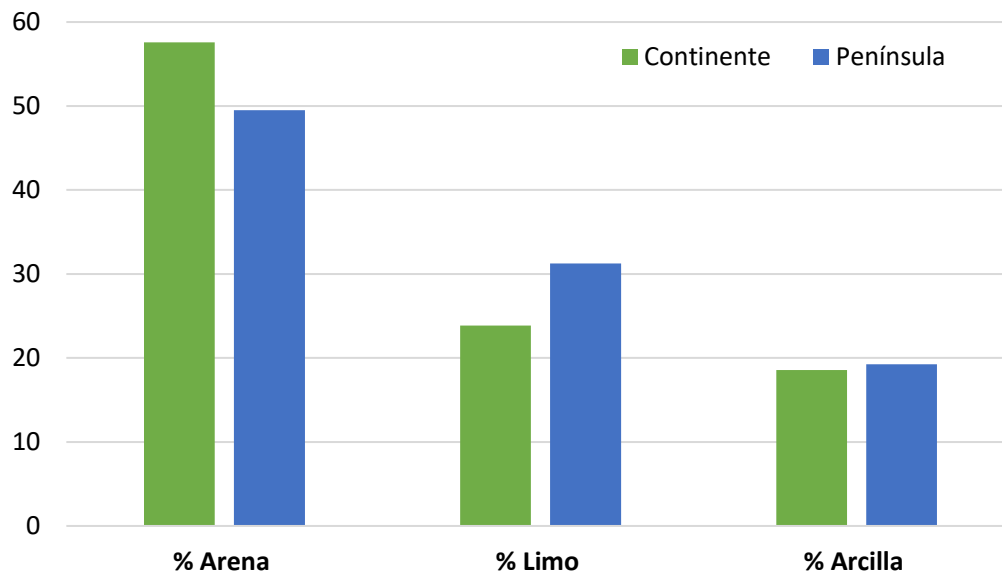


Figura 11. Promedio del porcentaje de arena, limo y arcilla contenido en las estaciones del margen continental y peninsular.

La distribución heterogénea de los tipos sedimentarios se debe a que las fuentes de estos sustratos en el golfo están irregularmente distribuidas. La plataforma continental de las costas orientales es de tipo deposicional, más extensa, plana y arenosa, y la sedimentación terrígena es controlada por la precipitación y por los aportes fluviales. Por el contrario, en la porción peninsular las costas son de tipo erosional, angostas, escarpadas y rocosas, y el sedimento es transportado por flujos ocasionales de abanicos aluviales y por la erosión costera. Esto trae como consecuencia que la distribución sedimentaria esté dominada en gran parte por las condiciones climáticas y fisiográficas de la región, y su efecto en el transporte de partículas sedimentarias al golfo (Hernández-Alcántara, 2002).

B6. Estructura ambiental

Para determinar la estructura ambiental, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) y se obtuvieron los índices de correlación de Pearson entre pares de variables, para evaluar las relaciones entre los factores estudiados, y en conjunto determinar las variables que explican la mayor variabilidad ambiental observada. En principio, el índice de correlación de Pearson mostró que la profundidad, la temperatura, el porcentaje de arena y el oxígeno disuelto mostraron una correlación significativa (tabla 2).

Tabla 2. Correlación de Pearson entre pares de variables abióticas evaluadas en este estudio.

Los valores más altos de correlación están señalados con *.

Pares de variables	r	R²
Profundidad – Temperatura	-0.942 *	0.887
Profundidad - Salinidad	-0.145	0.021
Profundidad – Oxígeno disuelto	-0.418	0.175
Profundidad - % Arena	-0.458 *	0.210
Salinidad - Temperatura	0.239	0.057
Salinidad - Oxígeno disuelto	-0.067	0.005
Salinidad - % Arena	0.291	0.085
Temperatura – Oxígeno disuelto	0.448 *	0.201
Temperatura - % Arena	0.330	0.109
Oxígeno disuelto - % Arena	0.445 *	0.198

La profundidad presentó una relación negativa con la temperatura ($r = -0.942$); lo que concuerda con el patrón general observado en los ambientes marinos, donde la temperatura es mayor en zonas superficiales y conforme aumenta la profundidad ésta disminuye (De la Lanza-Espino, 2001). Este comportamiento se pudo observar del lado del continente, donde en las estaciones menos profundas, la temperatura fue mayor y se mantuvo relativamente estable, mientras que en el margen peninsular, la profundidad de las estaciones de muestreo fue mayor, y en términos generales, los valores de temperatura disminuyeron y presentaron una mayor variabilidad.

Por otra parte, la profundidad también mostró una relación negativa con el porcentaje de arena ($r = -0.458$); este comportamiento se pudo observar de forma más clara en el margen peninsular, donde los sedimentos con mayor contenido de arenas estuvieron mejor representados en las estaciones menos profundas. Por el contrario, los limos y las arcillas se distribuyeron preferentemente a mayores profundidades, tendencia ya previamente observada en el golfo (Hernández-Alcántara, 2002; Salcedo-Oropeza, 2013).

La temperatura, por su parte, mostró una relación positiva con el contenido de oxígeno disuelto ($r = 0.448$), tendencia también observada previamente en la plataforma continental oriental y sur-occidental de la península de Baja California (Hernández-Alcántara *et al.*, 2017). Es decir, las zonas con mayor temperatura también registraron las mayores concentraciones de oxígeno disuelto. Otra relación significativa se presentó entre el oxígeno disuelto y el porcentaje de arena ($r = 0.445$), esto es, las estaciones con un mayor porcentaje de arena estuvieron mejor oxigenadas, debido a la capacidad de las partículas finas de restringir la difusión de este gas (Secieru y Oaie, 2009).

Análisis de componentes principales (PCA)

El análisis de componentes principales (PCA) mostró que el 73.7% de la variación ambiental observada en el sur del golfo pudo ser explicada por el modelo propuesto. El primer componente explicó el 52.3% de esa variación (tabla 3A, figura 12), y estuvo determinado principalmente por la profundidad (0.563) y la temperatura (-0.554) (tabla 3B). Por otra parte, el segundo componente explicó el 21.4% de la variabilidad ambiental y estuvo básicamente asociado con la salinidad (-0.878) y con el oxígeno disuelto (0.433) (tabla 3A y B, figura 12).

Tabla 3. Resumen de los resultados del análisis PCA al evaluar la variación ambiental del área de estudio. A) Porcentaje de variación aportada por cada factor al modelo. B) Peso de cada variable considerada en el análisis para cada factor. Con * se resaltan los mayores pesos en cada componente.

A)	Factor	%Variación	%Var.acumulada	B)	Variable	Factor 1	Factor 2
	1	52.3	52.3		Profundidad (m)	0.563 *	-0.083
	2	21.4	73.7		Salinidad (psu)	-0.191	-0.878 *
					Temperatura (°C)	-0.554 *	0.037
					Oxígeno disuelto (ml/L)	-0.406	0.433 *
					% Arena	-0.418	-0.180

El arreglo espacial de las estaciones de muestreo, obtenida a través del PCA mostró la presencia de dos conglomerados principales, uno que agrupa las estaciones situadas en el margen continental y el otro que incluye a las localidades de las costas peninsulares (figura 12). En primera instancia, esta estructura espacial mostró que el margen continental posee una estructura ambiental diferente a la observada en la porción peninsular. A pesar de que la estación 8, situada en el lado continental, se ubicó gráficamente cerca de las estaciones peninsulares, debido a su elevada salinidad y bajo contenido de oxígeno (tabla 1), las diferencias ambientales entre ambas costas del sur del golfo fueron confirmadas por la prueba de ANOSIM ($R_{ANOSIM}=0.39$; $p_{ANOSIM}=0.009$).

De acuerdo con la ordenación gráfica de las estaciones (figura 12) y considerando las variables que determinaron diferencias significativas en ambas costas (tabla 3B), el grupo conformado por las estaciones del margen peninsular se caracterizó por presentar una mayor variabilidad ambiental, ya que sus profundidades van de 46 hasta 208 m, pero también el intervalo de sus temperaturas (12.1 a 16°C) y salinidades (34.9 a 35.3 ups) fueron muy amplias. Por otro lado, las estaciones localizadas en el margen continental presentaron poca diferencia en sus profundidades (31-50 m), y por tanto menor variabilidad en

sus valores de temperatura (15.2-17°C) y salinidad (34.8-5 ups); sin embargo, en estas costas los niveles de oxígeno disuelto fueron muy variables (0.2-3.5 ml/L) debido a la presencia de algunas zonas bien oxigenadas (estaciones 5, 6 y 9).

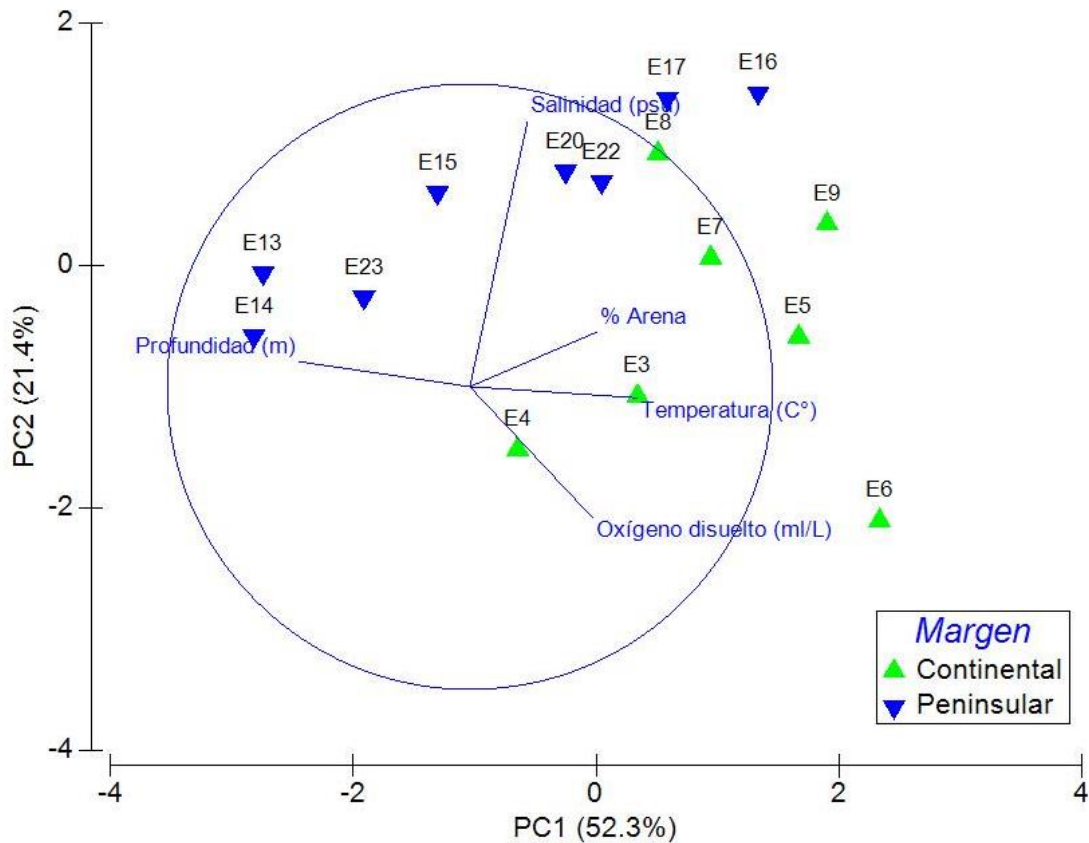


Figura 12. Gráfico PCA para las 15 estaciones de muestreo de acuerdo a su ubicación espacial en el área de estudio (margen continental o peninsular).

Como se discutió previamente, la amplia variabilidad ambiental observada en el área de estudio es usual; además, este análisis reconoce a la profundidad como uno de los factores principales que define las diferencias entre los márgenes del sur del golfo, destacando que en este estudio como en otros previamente realizados (por ejemplo Carney, 2005; Salcedo-Oropeza, 2013; Hernández-Alcántara *et al.*, 2014), fue un factor determinante en el comportamiento de otras variables ambientales, como la temperatura y salinidad, cuyos gradientes verticales son dependientes de la profundidad (Hernández-Alcántara *et al.*, 2014). Por el contrario, el porcentaje de arena fue un factor que no explicó significativamente la variabilidad ambiental observada, debido a que en el sur del golfo las arenas son el depósito predominante en la plataforma continental (Hernández-Alcántara, 2002), y por tanto, no ayudan a distinguir diferencias locales (Salcedo-Oropeza, 2013).

C) Caracterización de la fauna poliquetológica

C1. Descripción y distribución de la fauna

De los 837 poliquetos examinados, 642 ejemplares (76.7%) pertenecientes a 25 familias, 47 géneros y 71 especies fueron recolectados a lo largo del margen continental, mientras que en el margen peninsular solo se distribuyeron 195 poliquetos (23.3%) pertenecientes a 22 familias, 40 géneros y 57 especies (figura 13).

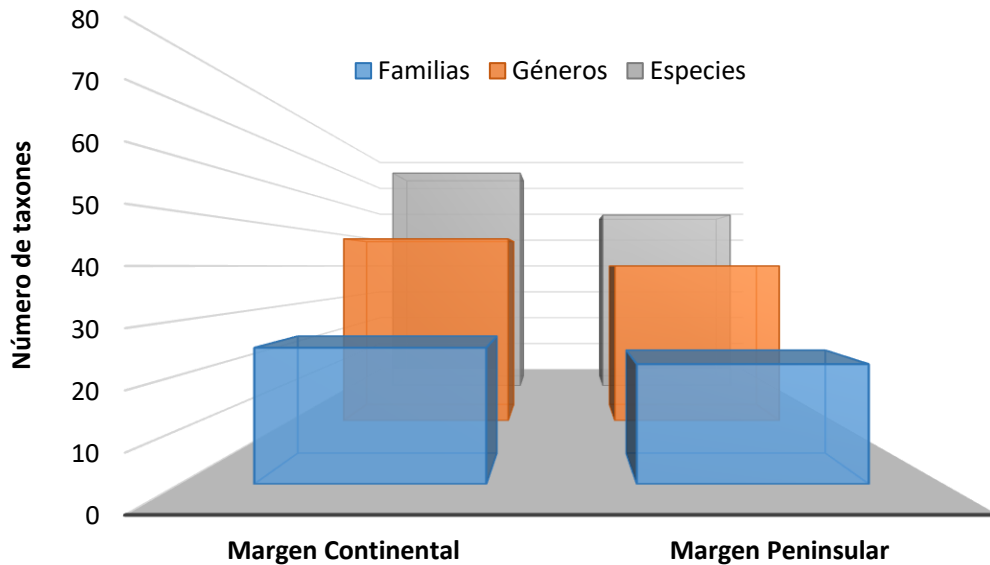


Figura 13. Número de familias, géneros y especies registradas en cada región del sur del Golfo de California.

El Golfo de California figura entre los cinco ecosistemas marinos con mayor productividad y diversidad biológica en el mundo (Roberts *et al.*, 2002; Enríquez-Andrade *et al.*, 2005; Brusca y Hendrickx, 2010). En general, se ha planteado que la diversidad de la fauna en el golfo desciende gradualmente de sur a norte, aunque en otros trabajos también se ha detectado que la parte central del golfo podría ser la más diversa en cuanto a invertebrados se refiere (Brusca *et al.*, 2005). Algunos estudios realizados en ambientes costeros y en la plataforma continental de Sinaloa han revelado una diversidad de invertebrados inesperadamente alta (Hendrickx y Brusca, 2002; Villalobos-Guerrero y Molina-Acevedo, 2014), en contraste con el margen peninsular donde el número de especies registradas es claramente menor. Estas diferencias podrían estar asociadas con el hecho de que la plataforma continental en la península es relativamente estrecha, con extensas costas rocosas y bajo aporte de sedimentos, lo que a su vez, podría restringir el establecimiento y el adecuado desarrollo de las comunidades bentónicas (Hernández-Alcántara, 2002). Sin embargo, y a pesar de estas observaciones previas, las variaciones en la composición y estructura de la fauna de poliquetos que habita en ambos márgenes del Golfo de California han sido poco exploradas.

Las familias identificadas presentaron una gran variabilidad en la distribución espacial de su abundancia y número de especies, nueve familias registraron el mayor número de especies y organismos: Ampharetidae (4 spp.; 26 orgs.), Cirratulidae (8 spp.; 32 orgs.), Lumbrineridae (5 spp.; 53 orgs.), Nephtyidae (4 spp.; 38 orgs.), Nereididae (7 spp.; 28 orgs.), Onuphidae (18 spp.; 63 orgs.), Paraonidae (9 spp.; 89 orgs.), Polynoidae (1 spp.; 38 orgs.) y Spionidae (9 spp.; 301 orgs); las cuales ya han sido previamente registradas y están bien representadas en las costas de Sinaloa (Villalobos-Guerrero y Molina-Acevedo, 2014) y en general, en los ambientes de fondos blandos de la plataforma continental del golfo (Hernández-Alcántara, 1992, 2002). En particular, la familia Spionidae fue la que agrupó el mayor número de ejemplares, 36% de la fauna analizada en este estudio: el 32% de los individuos se recolectó en las costas orientales y el 4% en las occidentales. Lo anterior no es extraño, ya que los espionidos han sido regularmente localizados en la plataforma continental de los mares mexicanos, aunque su abundancia numérica y su porcentaje con respecto al total de la fauna poliquetológica varían de acuerdo al área geográfica en que se ubican, generalmente la familia Spionidae es una de las dominantes: en el Golfo de California, en primavera incrementa su abundancia y puede representar el 30% del total de los poliquetos (Hernández-Alcántara, 1992); en la costa occidental de la península de Baja California se ha encontrado que constituyen el 42.7% de la fauna (Prado-Navarro *et al.*, 2016); y en el Golfo de Tehuantepec pueden representar el 27% de los organismos (González-Ortiz, 1994).

Aunque en el margen continental Spionidae (267 orgs.) fue la familia más abundante, las otras familias con el mayor número de ejemplares también presentaron abundancias claramente diferentes de las registradas en las costas peninsulares: Paraonidae (51 orgs.), Lumbrineridae (42 orgs.), Onuphidae (39 orgs.), Polynoidae (37 orgs.), Nephtyidae (33 orgs.) y Ampharetidae (30 orgs.). Del mismo modo, el número de especies fue mayor en el margen oriental del golfo, observándose que las familias con más especies fueron Cirratulidae y Onuphidae (8 spp.), seguidas por Nereididae y Spionidae (7 spp.), y Lumbrineridae (5 spp.) (tabla 4).

En términos generales, las familias con mayor riqueza específica fueron también las que registraron mayores abundancias numéricas, con excepción de los cirratúlidos y los neréididos, que a pesar de presentar una elevada riqueza específica (8 y 7 spp. respectivamente) mostraron una abundancia baja (solo 25 y 23 orgs., respectivamente) (tabla 4). Por el contrario, aunque los anfarétidos, néftidos, paraónidos y polinoidos presentaron pocas especies, tuvieron una abundancia alta en el margen continental (tabla 4), como resultado de la presencia de *Eclysippe trilobata* (Ampharetidae), *Aglaophamus verrilli* (Nephtyidae), *Aricidea* (*Aricidea*) *wassi* (Paraonidae) y *Subadyte mexicana* (Polynoidae), que fueron las especies dominantes en estas costas, y cuyas elevadas abundancias ya habían sido previamente registradas a lo largo del margen oriental del Golfo de California (Hernández-Alcántara, 1992, 2002).

Tabla 4. Número de organismos y especies de poliquetos registrados por familia en la plataforma continental oriental y occidental del sur del Golfo de California.

Familia	MARGEN CONTINENTAL		MARGEN PENINSULAR	
	Número de organismos	Número de especies	Número de organismos	Número de especies
Acoetidae	1	1	1	1
Ampharetidae	30	3	2	1
Amphinomidae	-	-	1	1
Capitellidae	8	2	5	2
Chaetopteridae	1	1	-	-
Chrysopetallidae	1	1	-	-
Cirratulidae	25	8	7	3
Cossuridae	20	2	-	-
Eunicidae	-	-	11	2
Flabelligeridae	2	1	2	1
Glyceridae	-	-	7	1
Goniadidae	2	2	1	1
Hesionidae	-	-	1	1
Lumbrineridae	42	5	14	2
Magelonidae	11	2	-	-
Maldanidae	12	2	2	1
Nephtyidae	33	4	5	2
Nereididae	23	7	10	1
Onuphidae	39	8	33	14
Orbiniidae	16	4	-	-
Oweniidae	5	1	6	2
Paraonidae	51	3	38	7
Pilargidae	1	1	2	1
Poecilochaetidae	9	1	-	-
Polynoidae	37	1	1	1
Sabelidae	3	1	-	-
Spionidae	267	7	34	6
Sternaspidae	1	1	-	-
Syllidae	2	2	9	4
Terebellidae	-	-	3	1

Por su parte, en el margen peninsular, las familias con la mayor abundancia también fueron las que presentaron la mayor riqueza específica: Onuphidae (33 orgs.; 14 spp.), Paraonidae (38 orgs.; 7 spp.) y Spionidae (34 orgs.; 6 spp.) (tabla 4). Sin embargo, en este caso, la abundancia entre las especies de estas familias estuvo uniformemente distribuida, por lo que no se presentaron especies con una abundancia sobresaliente como lo observado en el margen continental. Las variaciones de la riqueza específica y de la abundancia de las familias identificadas es resultado de que usualmente están bien representadas en ambientes de fondos blandos y de que, en general, son familias que ya han sido ampliamente registradas en distintos niveles batimétricos de la plataforma continental del golfo (Hernández-Alcántara, 1992).

C2. Distribución espacial de la densidad y número de especies

La distribución espacial de la densidad y del número de especies (figura 14) mostró que las estaciones ubicadas en el margen continental (estaciones 3-9) registraron los máximos valores tanto de densidad (media= 220 ind./0.1 m²) como de número de especies (media= 19.28 spp./loc.). Por el contrario, las estaciones 13 a 23, ubicadas en el margen peninsular presentaron claramente el menor número de individuos y especies (media= 57.5 ind./0.1 m², 10.37 spp./loc.).

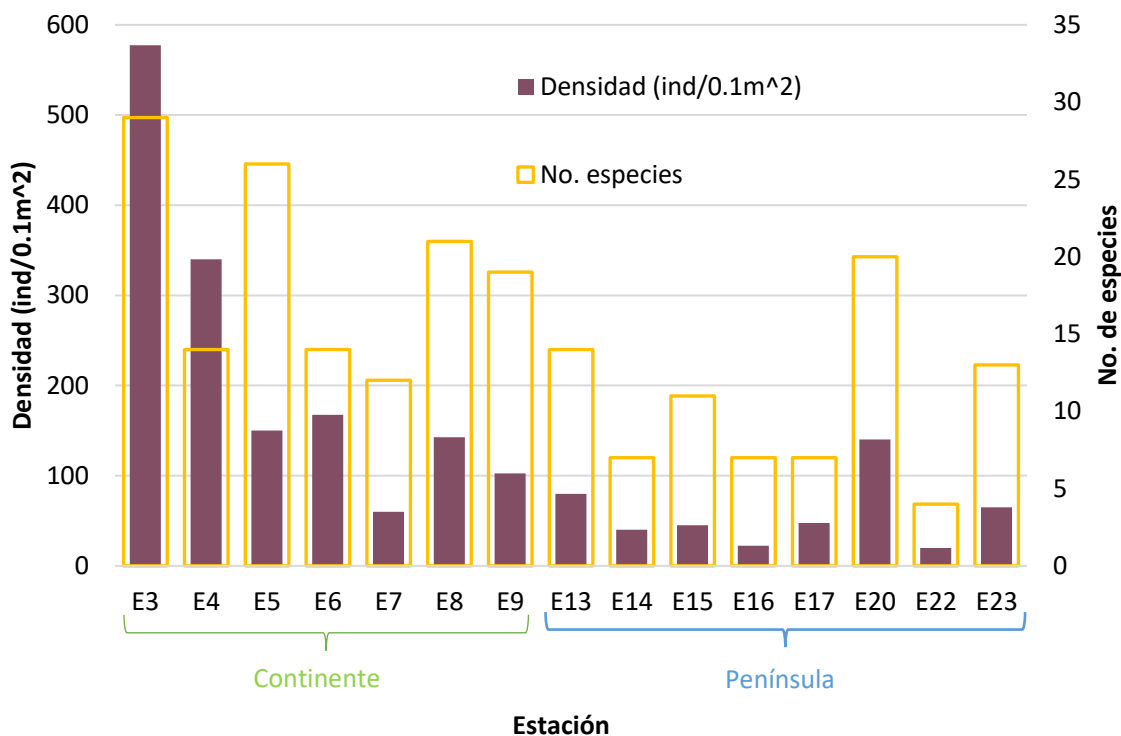


Figura 14. Densidad y número de especies por estación de muestreo.

En el margen continental, la estación 3, ubicada frente al sur de Bahía Santa María, tuvo la mayor densidad (577.5 ind./0.1 m²) y número de especies (29 spp.), mientras que la estación 7 al sur de Topolobampo presentó la menor densidad (60 ind./0.1 m²) y riqueza de especies (12 spp.) (figura 15). La elevada abundancia en estaciones ubicadas frente a Bahía Santa María ya ha sido registrada previamente por Lezcano Bustamante (1989), quien al estudiar los poliquetos del sur del Golfo de California encontró que el mayor número de individuos (906 ind.) se registró precisamente fuera de esta bahía. Aunque con algunas excepciones, en la porción continental se observó que la densidad y el número de especies tendieron a disminuir hacia el norte. Es decir, de Bahía Santa María hacia Topolobampo (figura 15).

Por su parte, en el margen peninsular, la estación 20, situada en las vecindades de la Isla Cerralvo, presentó la mayor densidad y número de especies (140 ind/0.1 m²; 20 especies), por el contrario, la estación 22, localizada al sur de esta isla, registró los menores valores de densidad y número de especies (20 ind/0.1m²; 4 especies). Con excepción de esta abundante y diversa estación 20, se observó que en las costas peninsulares las localidades ubicadas en la parte media del área de estudio presentaron menos individuos y especies que las estaciones situadas hacia el norte de Bahía de La Paz o hacia el sur de la Isla Cerralvo (figura 15).

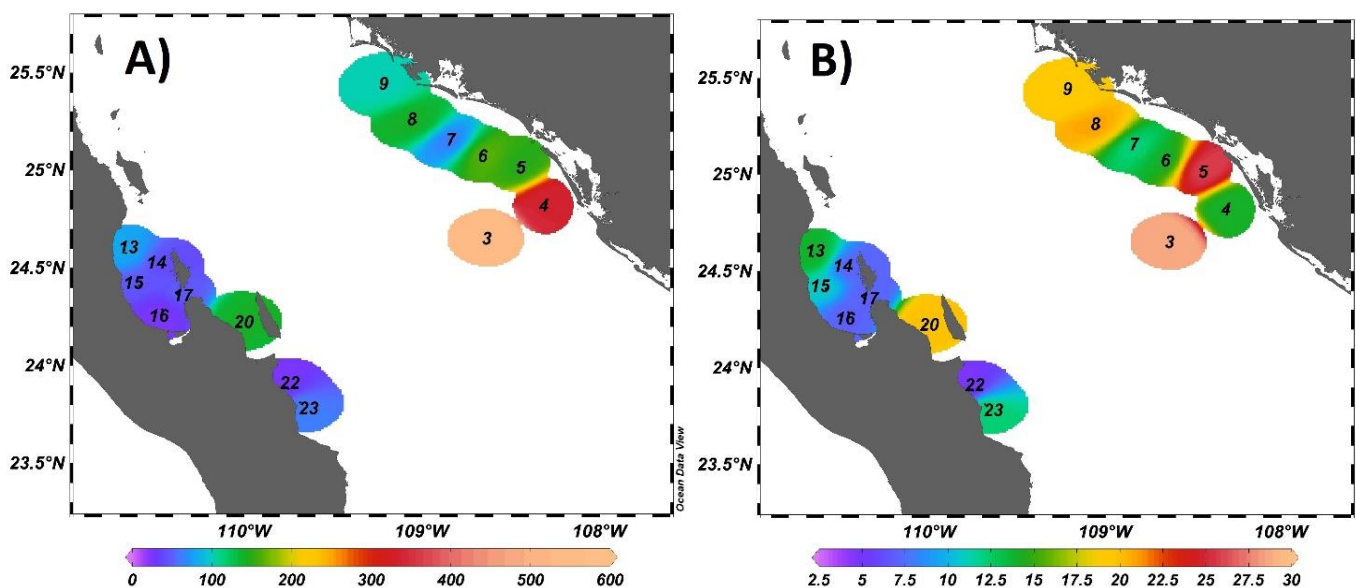


Figura 15. Distribución espacial de **A)** la densidad (ind/0.1 m²) y **B)** el número de especies (spp./loc.) en el área de estudio.

El patrón observado en el cual el número de organismos y especies fue menor en el margen peninsular que en las costas continentales ya había sido observado con anterioridad por Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (2005) al analizar las comunidades de espionidos en esta región marina. Estos autores determinaron que

posiblemente la circulación oceánica con flujo neto de salida hacia el sur, así como la estrecha plataforma continental con perfiles rocosos, pueden tener un efecto negativo sobre el establecimiento de la fauna bentónica en la región occidental del golfo.

C3. Afinidades faunísticas entre las localidades de muestreo

Las afinidades faunísticas entre las localidades de muestreo, de acuerdo con su composición faunística, fueron definidas mediante el análisis de Escalamiento Multidimensional no métrico (nMDS) (figura 16). La ordenación generada por este análisis mostró que las estaciones ubicadas en el margen peninsular se agruparon en la parte superior-izquierda de la figura 16, mientras que las estaciones situadas en la porción inferior derecha correspondieron a las localidades situadas en el margen continental.

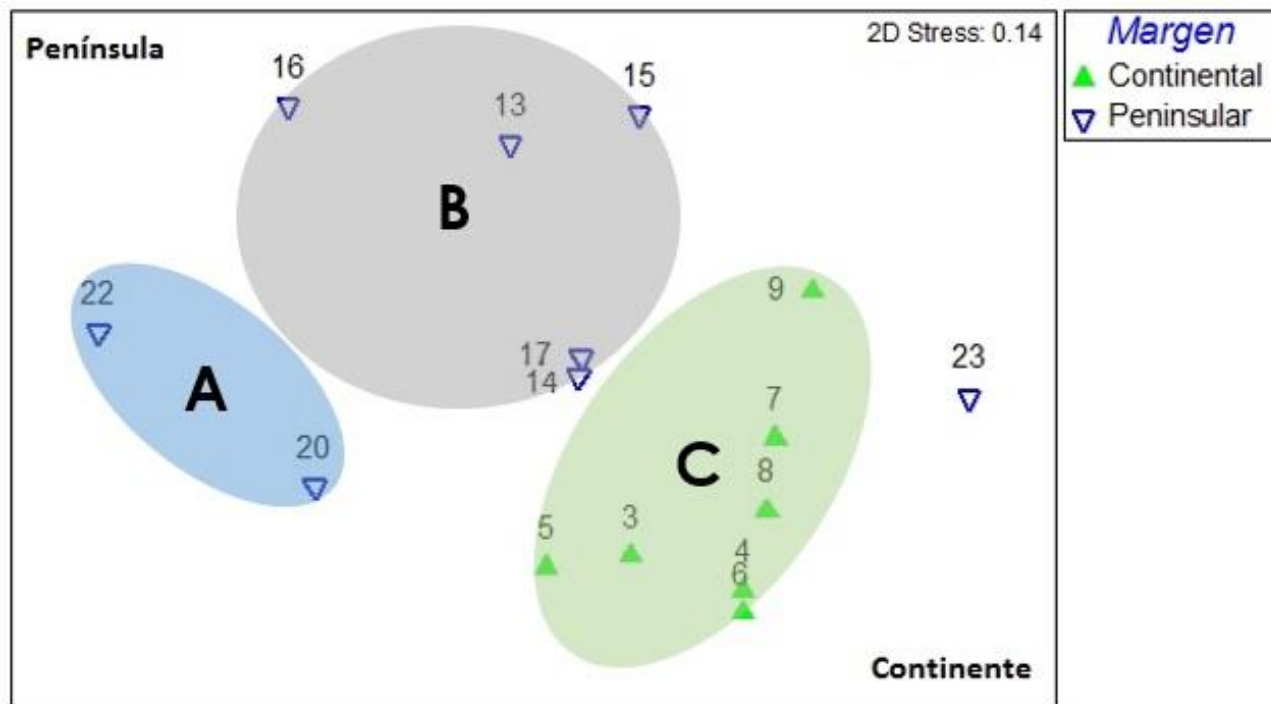


Figura 16. Diagrama nMDS de las estaciones de muestreo basado en su composición faunística de acuerdo con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Por tanto, se detectó la presencia de tres grupos principales de estaciones, relacionados directamente con su posición geográfica en el área de estudio: el grupo A, que incluyó a las estaciones situadas al sur de Bahía de La Paz, en el margen peninsular del golfo; el grupo B, cuyas estaciones se distribuyeron dentro de la bahía; y el grupo C, que incluyó a las estaciones que se ubicaron en las costas continentales. La estación 23 no quedó ubicada dentro de ninguno de los agrupamientos faunísticos previos, debido a ciertas peculiaridades de la

fauna que la integran. El nivel de stress generado por el nMDS fue de 0.14, reflejando que el arreglo espacial de las estaciones es adecuado (Clarke y Warwick, 2001). En este sentido, la aplicación de la prueba de ANOSIM confirmó que los tres grupos de estaciones detectados en el área de estudio son significativamente distintos ($R_{ANOSIM}= 0.76$; $p_{ANOSIM}= 0.001$), de acuerdo con su composición de especies.

El grupo A estuvo integrado por las estaciones 20 y 22 situadas en el margen peninsular, al sur del golfo. A pesar de que estas localidades presentaron una gran diferencia en su número de individuos y de especies (140 y 20 ind/0.1 m²; 20 y 4 especies, respectivamente), el 100% de su afinidad fue determinada por la ocurrencia del sílido *Exogone (P.) molesta* (41.42%) y los paraónidos *Cirrophorus furcatus* (29.29%) y *Prionospio dubia* (29.29%), que fueron las especies dominantes en estas localidades (tabla 5, figura 17).

El conglomerado B incluyó a las estaciones 13, 14, 15, 16 y 17, las cuales estuvieron distribuidas en la Bahía de La Paz, y se caracterizaron por presentar la menor densidad y número de especies del área de estudio (promedio= 47 ind/0.1m² y 9 spp./loc.). El paraónido *Aricidea (A.) simplex* (23.67%), el néftido *Aglaophamus verrilli* (21.17%) y el lumbrinérico *Scoletoma crassidentata* (14.03%) fueron las especies más importantes en la integración de este conglomerado faunístico, ya que estas especies contribuyeron con el 58.87% a la similitud del grupo (tabla 5, figura 17).

El principal intercambio de agua entre el Golfo de California y la Bahía de La Paz se produce por la Boca Grande al norte de la bahía (250 m de profundidad), ya que al sur de ésta, el Canal de San Lorenzo es relativamente poco profundo (< 20 m de profundidad) y estrecho (Molina-Cruz *et al.*, 2002). Esta peculiar característica en la circulación de agua en el suroeste del golfo podría ser el origen de las diferencias entre la fauna encontrada dentro (grupo B) y fuera de la bahía (grupo A), ya que aísla en cierta medida a la bahía del resto del golfo al restringir el intercambio de agua y, en consecuencia, también la posible dispersión de organismos hacia o desde el Golfo de California (Molina-Cruz *et al.*, 2002; Duran-Campos *et al.*, 2015).

Por su parte, el conglomerado C incluyó a las estaciones 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, todas ubicadas en el margen continental del golfo, que se caracterizaron por registrar una muy alta abundancia (promedio= 220 ind/0.1 m²) y muchas especies (promedio= 19.28 spp./loc.). Este ensamble faunístico fue dominado por especies poco representadas en las costas peninsulares, el espionido *Paraprionospio pinnata* (19.70%), el polinido *Subadyte mexicana* (17.74%) y el néftido *Aglaophamus verrilli* (10.66%) (tabla 5, figura 17).

Tabla 5. Análisis del porcentaje de similitud (SIMPER) de la contribución de las especies a la similitud dentro y entre los conglomerados faunísticos. Se muestran las especies que contribuyeron con más del 10% a la similitud de los grupos.

Grupo/Especies	Porcentaje de contribución a la similitud del grupo (%)	Porcentaje de contribución acumulado (%)
Grupo A		
Promedio de similitud: 18.98		
<i>Exogone (Paraexogone) molesta</i>	41.42	41.42
<i>Cirrophorus furcatus</i>	29.29	70.71
<i>Prionospio dubia</i>	29.29	100
Grupo B		
Promedio de similitud: 21.64		
<i>Aricidea (Aedicira) simplex</i>	23.67	23.67
<i>Aglaophamus verrilli</i>	21.17	44.84
<i>Scoletoma crassidentata</i>	14.03	58.87
...
Grupo C		
Promedio de similitud: 28.99		
<i>Paraprionospio pinnata</i>	19.70	19.70
<i>Subadyte mexicana</i>	17.74	37.44
<i>Aglaophamus verrilli</i>	10.66	48.11
...

En particular, la estación 23, situada en el margen peninsular, no quedó incluida en ninguno de los grupos previos debido a que su composición faunística fue claramente diferente a la que presentaron dichos conglomerados. En esta estación se identificaron 13 especies, pero la fauna fue dominada por *Galathowenia pygidialis*, *G. piltzi*, *Kinbergonuphis gorgonensis* y *Piromis capulata*, especies no registradas en otras localidades del sur del golfo (figura 17).

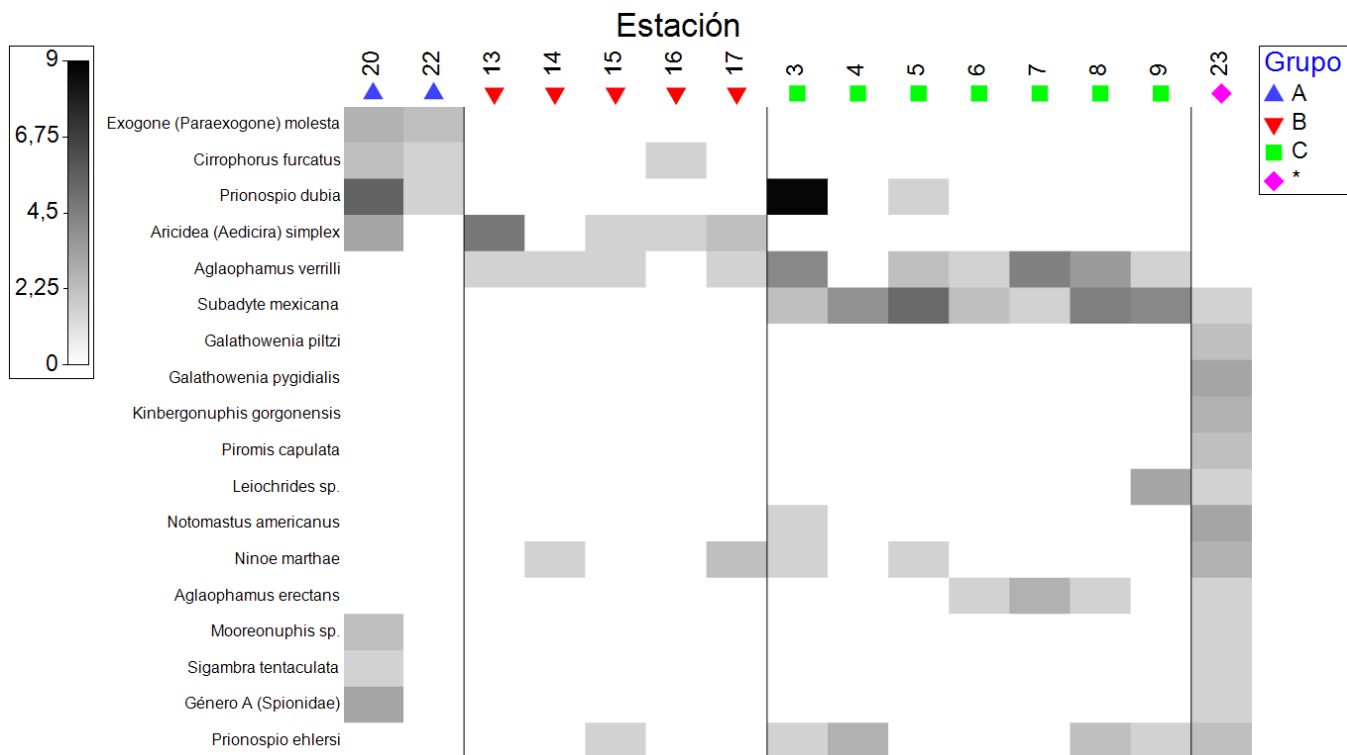


Figura 17. Diagrama de sombras de las estaciones/conglomerados faunísticos basado en la densidad transformada (raíz cuadrada) de las especies más importantes que definen a cada grupo. Los bloques en blanco representan la ausencia de la especie correspondiente y los negros la máxima densidad.

D) Relaciones fauna-ambiente

De acuerdo con el análisis BIO-ENV, la variable que mejor podría explicar la distribución del total de la fauna fue el porcentaje de arena (tabla 6). Sin embargo, en términos generales, las variables ambientales registraron una correlación muy baja y no significativa con la composición faunística de los márgenes continentales y peninsulares ($R = -0.207$ y 0.374 ; $p > 0.05$, respectivamente) (tabla 6). Por tanto, y debido a las diferencias en la estructura ambiental observada entre los márgenes del golfo, las variables ambientales analizadas en este estudio no pudieron explicar las diferencias espaciales observadas en la composición de la fauna, siendo probablemente, otros factores ambientales no evaluados en este estudio más importantes para determinar la ocurrencia y distribución de las especies de poliquetos en esta región.

Tabla 6. Análisis BIO-ENV. Combinaciones de variables ambientales que produjeron el mejor ajuste entre las matrices de similitud bióticas y las matrices normalizadas ambientales del margen continental y peninsular del área de estudio. Los valores más altos de correlación están señalados con *.

	Variables	Coefficiente de correlación de Spearman
Margen Continental	Salinidad	0.067
	Salinidad, Temperatura	-0.095
	Profundidad, Salinidad	-0.106
	Salinidad, Oxígeno disuelto	-0.109
	Oxígeno disuelto	-0.154
	Salinidad, Temperatura, % Arena	-0.190
	Profundidad, Salinidad, Temperatura	-0.194
	Salinidad, % Arena	-0.194
	Oxígeno disuelto, % Arena	-0.199
	% Arena	-0.207 *
Margen Peninsular	% Arena	0.374 *
	Profundidad, % Arena	0.212
	Salinidad, % Arena	0.151
	Temperatura, % Arena	0.128
	Profundidad, Temperatura, % Arena	0.099
	Oxígeno disuelto, % Arena	0.098
	Profundidad, Salinidad, % Arena	0.091
	Profundidad, Oxígeno disuelto, % Arena	0.074
	Profundidad, Salinidad, Temperatura, % Arena	0.054
	Profundidad	0.052

El hecho de que no se hayan encontrado relaciones significativas entre la fauna y las variables ambientales analizadas, es un resultado que ya ha sido previamente registrado en otros estudios sobre la distribución de los poliquetos en la plataforma continental del Golfo de California. Lezcano-Bustamante (1989), concluyó que la distribución de las especies durante invierno-primavera en el sur del golfo no guarda relación directa con la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Salcedo-Oropeza (2013) realizó un estudio durante la temporada invierno-primavera donde analizó el efecto de las condiciones ambientales sobre la estructura de las comunidades del clado Aciculata en el cual, tampoco encontró una relación significativa entre la fauna y el ambiente. Esto mismo fue registrado en el trabajo de Hernández-Alcántara *et al.* (2017), en el cual la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto o la profundidad no pudieron explicar los cambios latitudinales en el número de especies.

Las regiones correspondientes a la plataforma continental son complejas hidrológica y faunísticamente, por ser zonas de transición entre los ambientes intermareales y los de aguas profundas (>200 m), siendo esto evidente tanto en términos de sus condiciones ambientales como en el tipo y número de las especies que ahí habitan (Erwin, 1983). Además, el sur del Golfo de California es una región de confluencia estacional de diferentes masas de agua (Fiedler y Talley, 2006; Lavín *et al.*, 2009; Durazo, 2015; Portela *et al.*, 2016), lo que la hace una zona altamente dinámica que podría afectar el establecimiento y desarrollo de la fauna bentónica.

No obstante, aunque la relación entre las características ambientales y la distribución de las especies que habitan en la plataforma continental del sur del Golfo de California no fue significativa, en forma gráfica se pudieron observar algunos patrones generales de distribución de las especies representativas de cada conglomerado faunístico.

El grupo A, definido por las especies *Exogone (P.) molesta*, *Cirrophorus furcatus* y *Prionospio dubia* se distribuyó preferentemente en profundidades y temperaturas intermedias (83-110 m, 13.8 °C), salinidades elevadas (>35.1 ups) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<1 ml/L) (figuras 18 A1-A3).

El conglomerado B, caracterizado por las especies *Aricidea (A.) simplex*, *Aglophamus verrilli* y *Scoletoma crassidentata* no parece estar relacionado con las variaciones en los intervalos de profundidad, temperatura y tipo sedimentario. Sin embargo, aunque tampoco es clara la influencia de la salinidad y la concentración del

oxígeno disuelto, en las estaciones donde la salinidad se incrementó y las concentraciones de oxígeno fueron bajas, este conjunto faunístico estuvo mejor representado (figuras 18 B1-B3).

Finalmente, el grupo C que estuvo definido por las especies *Paraprionospio pinnata*, *Subadyte mexicana* y *Aglaophamus verrilli* mostró una clara preferencia a distribuirse en zonas poco profundas. En cambio, los valores de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y porcentaje de arena parecieron no tener influencia sobre la variación espacial de la densidad de estas especies (figuras 18 C1-C3).

De esta manera, el análisis de dichas tendencias mostró que la distribución de los agrupamientos faunísticos en la plataforma continental del sur del Golfo de California, en su porción oriental, estuvo preferentemente determinada por la profundidad, mientras que en su porción occidental, además, se vio influenciada por las variaciones de la temperatura, salinidad y del oxígeno disuelto. La profundidad y el tipo de sedimento a menudo se han citado como los factores más importantes que influyen en la estructura comunitaria de sedimentos blandos (Snelgrove, 1999; Hernández-Alcántara, 2002; Hernández-Alcántara y Solís-Weiss, 2005, 2011; Przeslawski *et al.*, 2011, 2013; Blanchard y Feder, 2014; Huang *et al.*, 2014), sin embargo, en este estudio las diferencias en el tipo de sedimento parecieron ser menos importantes. Por otra parte, Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (2005) indicaron que la profundidad podría ser un descriptor no específico ya que está relacionado directamente con otros factores como la salinidad, los nutrientes, la temperatura, las corrientes y la luz, entre otros. Tal como se observó en este estudio, donde la temperatura, fue la variable que mostró la mayor correlación con la profundidad (tabla 2).

La variedad de factores que afectan los patrones dentro de las comunidades puede ser muy amplia, comprendiendo múltiples efectos naturales y antropogénicos que operan también en un amplio intervalo de escalas espacio-temporales (Marshall *et al.*, 2018). Además, muchos de los agrupamientos de especies son sistemas abiertos, en términos de su flujo de energía y de su composición específica, por lo que es difícil determinar claramente tanto sus límites geográficos de distribución, como la forma e intensidad con que éstos son influenciados por los factores abióticos (Hernández-Alcántara, 2002). En particular, en el sur del golfo, la heterogeneidad espacial de la composición de la fauna de poliquetos, así como la variabilidad ambiental que presenta, podrían ser las causas de que las correlaciones significativas entre los agrupamientos de especies y los factores ambientales no puedan ser fácilmente detectadas, o bien que en el sur del golfo las relaciones bióticas, como depredación o competencia, puedan tener una mayor influencia sobre la estructura faunística de las comunidades bentónicas.

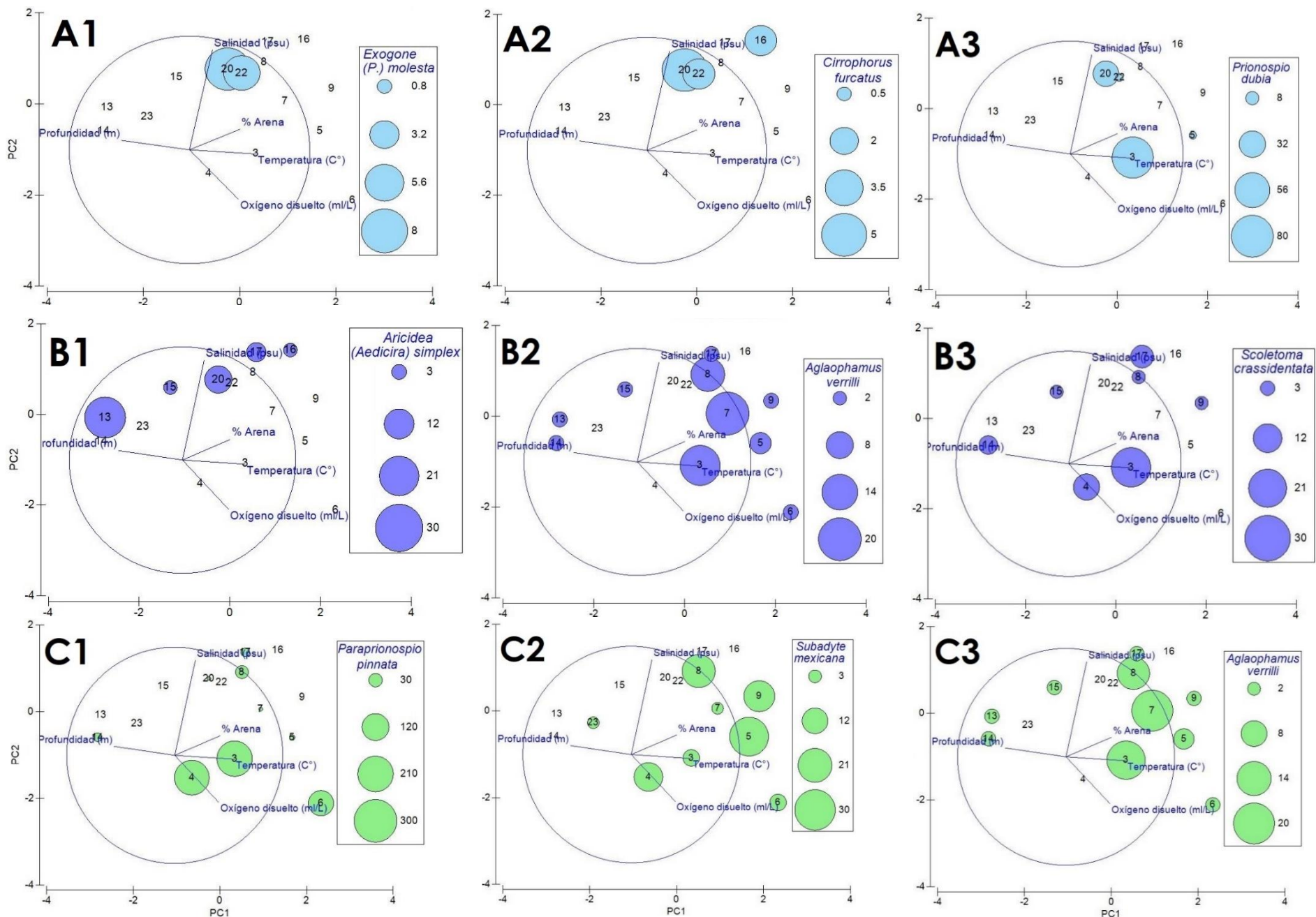


Figura 18. Gráficos PCA del ambiente, con burbujas superpuestas sobre los sitios que representan la densidad de las especies que definen a cada conglomerado faunístico: **A1-A3** grupo A (fuera de Bahía de La Paz), **B1-B3** grupo B (dentro de Bahía de La Paz) y **C1-C3** grupo C (margen continental).

El tamaño de las burbujas es directamente proporcional a la densidad de la especie.

A pesar de lo anterior, algunos autores como Hernández-Alcántara y Solís-Weiss (2005, 2011) o Hernández-Alcántara *et al.*, (2014), también han sugerido que los cambios espaciales y temporales de la fauna de poliquetos en el Golfo de California podrían ser más bien resultado de los cambios en los límites espaciales de las masas de agua y de los patrones de circulación. En este sentido, aunque los mecanismos causales mediante los cuales las masas de agua y la circulación afectan la distribución de la biota no han sido bien aclarados (Carney, 2005), en el presente estudio se pudo observar que las especies que definieron al conglomerado distribuido en el margen continental (grupo C: *P. pinnata* - *S. mexicana* - *A. verrilli*) están más relacionadas con los ambientes tropicales (Read y Fauchald, 2018). Por el contrario, en términos generales, las especies que determinaron los conglomerados de las costas de la península (grupo A: *E. molesta* – *C. furcatus* – *P. dubia*; grupo B: *A. (A.) simplex* – *A. verrilli* – *S. crassidentata*), tienen una mayor afinidad con los ambientes subtropicales que con los ambientes tropicales (Read y Fauchald, 2018). Estas inferencias concuerdan con las observaciones previas que indican que la fauna que se distribuye en la porción suroccidental del golfo es más parecida a la que se localiza en las costas peninsulares del lado del Océano Pacífico, que a la que se establece en el propio golfo, tal como lo indicó Hernández-Alcántara (2002) y Barbosa-López (2005) al analizar los poliquetos bentónicos de plataforma continental, o Fernández-Álamo (2006) al examinar los poliquetos holoplanctónicos de aguas del golfo y de la costa occidental de la península de Baja California.

Observaciones como ésta, analizadas en estudios biogeográficos, han llevado a definir al Golfo de California como una región “tropical diluida” o subtropical en su extremo norte, y poblada por una biota tropical más típica en su extensión meridional (Briggs, 1974; Brusca, 1980), debido a la entrada de agua superficial tropical (Portela *et al.*, 2016). Sin embargo, persisten ciertas discusiones sobre a qué provincia biogeográfica pertenece el golfo (Brusca, 1980; Briggs y Bowen, 2012, 2013; Toonen *et al.*, 2016), por lo que es importante recordar que no es el objetivo de este estudio asignar zonas biogeográficas en el área de estudio.

De esta forma, a pesar de que los resultados de este estudio no nos permitieron confirmar los efectos significativos de los factores abióticos evaluados sobre la distribución de la fauna local, sí permitieron inferir ciertas relaciones entre las características ambientales y oceanográficas, y la ocurrencia de los agrupamientos faunísticos, aunque es evidente que son necesarios más estudios al respecto.

X. CONCLUSIONES

La fauna de poliquetos en el sur del Golfo de California es muy diversa, ya que se identificaron 837 poliquetos, pertenecientes a 30 familias, 68 géneros y 107 especies, de los cuales, un género y doce especies podrían corresponder a taxones nuevos para la ciencia.

El margen continental del golfo posee una estructura ambiental que es significativamente diferente a la del margen peninsular, siendo la profundidad, temperatura, salinidad y oxígeno las principales variables que determinan dicha estructura.

El 76.7% de los poliquetos analizados fueron recolectados de las costas orientales, mientras que el 23.3% restante se recolectó de las occidentales. Las estaciones ubicadas en el margen continental tuvieron los máximos valores de densidad y número de especies, lo cual indica que las condiciones de las costas orientales permiten el mejor establecimiento y desarrollo de las comunidades de poliquetos de fondos blandos.

Las afinidades faunísticas entre las localidades de muestreo mostraron la existencia de tres conglomerados principales, asociados con su ubicación geográfica: en el margen peninsular, el grupo A: “*E. (P.) molesta* - *C. furcatus* – *P. dubia*” se distribuyó fuera de la Bahía de La Paz; el grupo B: “*A. (A.) simplex* - *A. verrilli* – *S. crassidentata*” dentro de ella; y el grupo C: “*P. pinnata* – *S. mexicana* – *A. verrilli*” se localizó en el margen continental.

El análisis del efecto del ambiente sobre los cambios espaciales de la estructura faunística indicó que no existe una correlación significativa entre las variables ambientales analizadas y los patrones de la fauna. No obstante, se observó que las especies que determinaron el conglomerado faunístico distribuido en las costas orientales del golfo, están más relacionadas con ambientes tropicales, mientras que las especies que definieron los dos agrupamientos faunísticos localizados en el margen peninsular tuvieron una mayor afinidad con los ambientes subtropicales.

Los resultados aquí obtenidos confirman la elevada abundancia y diversidad de la fauna poliquetológica que habita en los fondos blandos de la plataforma continental del sur del Golfo de California,

así como también resaltan la complejidad de esta área, tanto en términos faunísticos como ambientales. Sin embargo, también es clara la necesidad de implementar más estudios para definir mejor los procesos fisicoquímicos, sedimentológicos, oceanográficos, pero sobretodo los biológicos, que tienen mayor influencia sobre la composición y estructura de las comunidades de poliquetos, y con ello, comprender mejor el papel ecológico de estos invertebrados en el Golfo de California, una de las regiones más productivas, diversas e importantes de México.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Borrego, S. L.** (1983). Gulf of California. En Ketchum, B. H. (Ed.), *Estuaries and enclosed seas* (pp. 427-449). Ámsterdam, Países Bajos: Elsevier.
- Álvarez-Borrego, S. L.** (2010). Chapter 2. Physical, chemical, and biological oceanography of the Gulf of California. En Brusca, R. C. (Ed.), *The Gulf of California. Biodiversity and Conservation* (pp. 24-48). Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Álvarez-Borrego, S.** y Schwartzlose, R. A. (1979). Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6, 43-63.
- Álvarez-León, R.** (2007). Poliquetos de los esteros adyacentes a Mazatlán (Sinaloa) Pacífico mexicano. *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, 40(1), 31-37.
- Álvarez-Sánchez, L. G.,** Stevenson, M. R. y Wyatt, B. (1978). Circulación y masas de agua en la región de la boca del Golfo de California en la primavera de 1970. *Ciencias Marinas*, 5, 57-69.
- Arias-González, J. E.** (1984). *Diversidad, distribución y abundancia de Anélidos Poliquetos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa durante un ciclo anual* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 120 pp.
- Audoulin, J. V.** y Milne-Edwards, H. (1834). Recherches pour servir a l'histoire naturelle du littoral de la France, ou Recueil de mémoires sur l'anatomie, anatomie, la physiologie, la classification et les moeurs dex animaux de nos côtes; ouverage accompagné de plnaches faites de après nature. Vol. 2. Annélides Pt. I. Paris: Crochard. 290 pp.
- Baba, J.,** Peterson, C. D. y Schrader, H. J. (1991). Modern fine-grained sediments in the Gulf of California. En Dauphin, J. P. y Simoneit, B. R. T. (Eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Vol. 47 (pp. 569-587). Tulsa, Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists Memoirs.
- Barbosa-López, A.** (2005). Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la zona sublitoral de Baja California Sur. Abundancia, diversidad y distribución geográfica (Tesis de licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 80 pp.
- Bastida-Zavala, J. R.** (1991a). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del sureste de la Bahía de La Paz, B. C. S., México: Taxonomía y aspectos biogeográficos* (Tesis de licenciatura). Área de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 158 pp.
- Bastida-Zavala, J. R.** (1991b). *Lycastopis riojai*, a new species of polychaete (Polychaeta: Nereididae) from the Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*, 38(2B), 415-420.
- Bastida-Zavala, J. R.** (1993). Taxonomía y composición biogeográfica de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Revista de Investigación Científica*, 4(1), 11-39.
- Beier, E.** (1997). A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*, 23, 615-632.
- Bernal, G.,** Ripa, P. y Herguera, J. C. (2001). Variabilidad oceanográfica y climática en el Bajo Golfo de California: influencias del Trópico y Pacífico Norte. *Ciencias Marinas*, 27(4), 595-617.

- Bhaud, M.** y Fernández-Álamo, M. A. (2000). Planktonic larvae of *Spiochaetopterus* in the Gulf of California: New evidence that the geographic distribution of species with a long planktonic larval life is relatively restricted (Polychaeta, Chaetopteridae). *Ophelia*, 52, 65-76.
- Bhaud, M.** y Fernández-Álamo, M. A. (2001). First description of the larvae of *Idanthyrus* (Sabellariidae, Polychaeta) from the Gulf of California and Bahía de Banderas, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 68, 221-232.
- Blake, J. A.** (1994). Chapter 3. Introduction to the polychaeta. En Blake, J. A. y Hilbig, B. (Eds.), *Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel*. Vol. 4 (pp. 39-113). Santa Barbara, California E.U.: Santa Barbara Museum of Natural History.
- Blanchard, A. L.** y Feder, H. M. (2014). Interactions of habitat complexity and environmental characteristics with macrobenthic community structure at multiple spatial scales in the northeastern Chukchi Sea. *Deep-sea Research – II. Topical Studies in Oceanography*, 102, 132–143.
- Bray, N. A.** (1988). Thermohaline circulation in the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 93, 4993-5020.
- Briggs, J. C.** (1974). *Marine zoogeography*. New York: McGraw-Hill. 475 pp.
- Briggs, J. C.** y Bowen, B. W. (2012). A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography*, 39, 12-30.
- Briggs, J. C.** y Bowen, B. W. (2013). Marine shelf hábitat: biogeography and evolution. *Journal of Biogeography*, 40, 1023-1035.
- Brusca, R. C.** (1980). *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2nd. ed. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press. 513 pp.
- Brusca, R. C.** y Brusca, G. J. (1990). *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates. 922 pp.
- Brusca, R. C.** y Hendrickx, M. E. (2010). Chapter 4. Invertebrate biodiversity and conservation in the Gulf of California. En Brusca, R. C. (Ed.), *The Gulf of California. Biodiversity and conservation* (pp. 72-95). Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Brusca, R. C.,** Findley, L. T., Hastings, P. A., Hendrickx, M. E., Torre-Cosío, J. y van der Heiden, A. M. (2005). Chapter 9. Macrofaunal diversity in the Gulf of California. En Cartron, J.-L. E., Ceballos, G. y Felger, R. (Eds.), *Biodiversity, ecosystems, and conservation in Northern Mexico* (pp.179-203). New York: Oxford University Press.
- Carney, R. S.** (2005). Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 43, 211-278.
- Carranza-Edwards, A.** y Aguayo-Camargo, J. E. (1991). Sedimentología Marina (Carta de Geología Marina). Tomo II – Naturaleza – Hoja IV.9.5.B. (esc. 1:12,000,000) del Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía, UNAM. Disponible en http://www.igeograf.unam.mx/sigg/publicaciones/atlas/anm-1990-1992/muestra_mapa.php?cual_mapa=TII-IV-9-5.jpg
- Clark, R. B.** (1977). Reproduction, speciation and polychaete taxonomy. En Reish, D. J. y Fauchald, K. (Eds.), *Essays on Polychaetous Annelids in the Memory of Dr. Olga Hartman* (pp. 477-501). Los Angeles, California: Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Special Publ.
- Clarke, K. R.** y Ainsworth, M. (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92, 205-219.

- Clarke, K. R.** y Green, R. H. (1988). Statistical design and analysis for a “biological effects” study. *Marine Ecology Progress Series*, 46, 213-226.
- Clarke, K. R.** y Warwick, R. M. (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd. ed. UK: PRIMER-E Ltd. Plymouth Marine Laboratory.
- Clarke, K. R.**, Somerfield, P. J. y Gorley, R. N. (2008). Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366, 56-69.
- Cortés-Solano, J. D.** (2011). *Composición y estructura de las comunidades de anélidos poliquetos asociados a fondos blandos, en la Laguna de Términos, Campeche* (Tesis de licenciatura). Facultad de estudios superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 73 pp.
- Day, J. H.** (1967). *A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part I, Errantia: Part II, Sedentaria*. London: Trustees of the British Museum (Natural History). 656-878 pp.
- De la Lanza-Espino, G.** (1991). *Oceanografía de mares mexicanos*. México: AGT editores. 569 pp.
- De la Lanza-Espino, G.** (2001). *Características físico-químicas de los mares de México*. México, D.F.: Instituto de Geografía y Plaza y Valdés, S.A. de C.V. 149 pp.
- De León-González, J. A.**, Bastida-Zavala, J. R., Carrera-Parra, L. F., García-Garza, M. E., Peña-Rivera, A., Salazar-Vallejo, S. I. y Solís-Weiss, V. (Eds.). (2009). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 737 pp.
- Díaz, R. J.** y Rosenberg, R. (1995). Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 33, 245-303.
- Donegan, D.** y Schrader, H. (1982). Biogenic and abiogenic components of laminated hemipelagic. Sediments in the central Gulf of California. *Marine Geology*, 48, 215-257.
- Douglas, M. W.**, Maddox, R. A., Howard, K. y Reyes, S. (1993). The mexican monsoons. *Journal of Climate*, 6, 1665-1677.
- Duran-Campos, E.**, Salas-de León, D. A, Monreal-Gómez, M. A., Aldeco-Ramírez, J. y Coria-Monter, E. (2015). Differential zooplankton aggregation due to relative vorticity in a semi-enclosed bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 164, 10-18.
- Durazo, R.** (2015). Seasonally of the transitional región of the California current system off Baja California. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 120, 1173-1196.
- Enríquez-Andrade, R.**, Anaya-Reyna, G., Barrera-Guevara, J. C., Carvajal-Moreno, M., Martínez-Delgado, M. E., Vaca-Rodríguez, J. y Valdés-Casillas, C. (2005). An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California Region. *Elsevier, Ocean y Coastal Management*, 48, 31-50.
- Erwin, D. G.** (1983). The community concept. En Earll, R. y Erwin, D. G. (Eds.), *Sublittoral ecology. The ecology of the shallow sublittoral benthos* (pp. 144-164). Oxford: Clarendon Press.
- Estrella-Ruíz, A.**, Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2013). Description of a new species of *Hirsutonuphis* (Annelida: Onuphidae) from the Mexican Pacific, with notes on the world distribution of the genus. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(7), 1777-1783.
- Fauchald, K.** (1968). Onuphidae (Polychaeta) from western Mexico. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology*, 3, 1-82.

- Fauchald, K.** (1970). Polychaetous annelids of the families Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, Arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleidae from western Mexico. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology*, 5, 1-135.
- Fauchald, K.** (1977). The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series*, 28, 1-188.
- Fauchald, K.** y Jumars, P. A. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 17, 193-284.
- Fernández-Álamo, M. A.** (1994). Reseña del estudio de la Clase Polychaeta (Annelida) en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Volumen especial*, 44, 177-189.
- Fernández-Álamo, M. A.** (2006). Composition, abundance and distribution of holoplanktonic polychaetes from the expedition "El Golfo 63/11-12" of Scripps Institution of Oceanography. *Scientific Advances in Polychaete Research, Scientia Marina*, 70S3, 209-215.
- Ferrando, A.** y Méndez, N. (2010). Checklist of soft-bottom polychaetes (Annelida: Polychaeta) of the coastal lagoon Estero de Urías (Sinaloa, México). *Marine Biodiversity Records*, 3, 1-6.
- Fiedler, P. C.** y Talley, L. D. (2006). Hydrography of the eastern tropical Pacific: a review. *Progress in Oceanography*, 69, 143-180.
- Field, J. G., Clarke, K. R.** y Warwick, R. M. (1982). A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 8, 37-52.
- Folk, R. L.** (1974). *Petrología de rocas sedimentarias*. Austin, Texas: Hemphill Publisher. 373 pp.
- García-Garza, M. E.** (2008). *Sistemática y distribución geográfica de la Familia Capitellidae Grube, 1862 (Annelida: Polychaeta) del Noroeste de México* (Tesis de doctorado). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 186 pp.
- García-Silva, G., Ortiz, M.** y Marinone, S. G. (1996). Isóbatas digitalizadas del Golfo de California (CTOFT9601). Comunicaciones Académicas, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., México. 23 pp.
- Glasby, C. J.** y Read, G. B. (1998). Polychaete worms: a diverse yet poorly known group. *Water y Atmosfera*, 6(4), 7-9.
- Glasby, C. J., Hutchings, P. A., Fauchald, K., Paxton, H., Rouse, G. W., Watson-Russell, C.** y Wilson, R. S. (2000). Class Polychaeta. En Beesley, P. L., Ross, G. J. B., y Glasby, C. J. (Eds.), *Polychaetes y Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Vol. 4a *Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula* (pp. 1-296). Melbourne xii: CSIRO Publishing.
- Góngora-Garza, G.** y de León-González, J. A. (1993). Dos nuevos sílidos (Polychaeta: Syllidae) y nuevos registros para México, con una clave a las especies de sílidos del Pacífico Mexicano. *Cahiers de Biologie Marine*, 34, 17-28.
- González-Ortiz, L.** (1994). *Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 191 pp.
- González-Ortiz, L., Hernández-Alcántara, P.** y Solís-Weiss, V. (1997). Onuphidae of the Gulf of California and the Gulf of Tehuantepec, Mexican Pacific. *Bulletin of Marine Science*, 60, 389-395.
- Hartman, O.** (1939a). Polychaetous Annelids. Part 1. Aphroditidae to Pisionidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 7(1), 1-156.

- Hartman, O.** (1939b). New species of polychaetous annelids from southern California. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 7,157-172.
- Hartman, O.** (1940a). Polychaetous Annelids. Part 2. Chrysopetalidae to Goniadidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 7(3),173-287.
- Hartman, O.** (1940b). Polychaetous Annelids. Part 3. Spionidae. Some contributions to the biology and life history of Spionidae from California. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 7(4), 289-323.
- Hartman, O.** (1944a). Polychaetous Annelids. Part 5. Eunicea. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10(1),1-128.
- Hartman, O.** (1944b). Polychaetous annelids, 6. Paraonidae, Magelonidae, Longosomidae, Ctenodrilidae and Sabellaridae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10, 311-389.
- Hartman, O.** (1944c). Polychaetous annelids from California including the description of two new genera and nine new species. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10(2), 239-307.
- Hartman, O.** (1947a). Polychaetous annelids, 7. Capitellidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10(4), 391-481.
- Hartman, O.** (1947b). Polychaetous annelids, 8. pilargidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10(5), 483-523.
- Hartman, O.** (1950). Polychaetous Annelids: Goniadidae, Glyceridae, and Nephtyidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 15, 1-181.
- Hartman, O.** (1957). Orbiinidae, Apistobranchidae, Paraonidae and Longosomidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 15(3), 211-393.
- Hendrickx, M. E.** (2001). Ocurrence 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(Suppl. 2), 95-109.
- Hendrickx, M. E.** (2005). Chapter 6. Annelida. En Hendrickx, M. E., Brusca, R. C. y Findley, T. L. (Eds.), *A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part 1. Invertebrates* (pp. 73-111). Tucson, Arizona: Arizona-Sonora Desert Museum.
- Hendrickx, M. E. y Brusca, R. C.** (2002). Biodiversidad de los invertebrados marinos de Sinaloa. En Cifuentes-Lemus, J. L. y Gaxiola-López, J. (Eds.), *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa* (pp. 141-163). Culiacán, Sinaloa, México: El Colegio de Sinaloa.
- Hendrickx, M. E. y Serrano, D.** (2010). Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico mexicano. *Interciencia*, 35, 12-18.
- Hernández-Alcántara, P.** (1992). Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental del Golfo de California, México. Taxonomía, abundancia numérica y distribución geográfica (Tesis de maestría). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 427 pp.
- Hernández-Alcántara, P.** (2002). Composición y estructura de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) benticos de la plataforma continental del Golfo de California (Tesis de doctorado). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 196 pp.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V.** (1991). New records of errantiate polychaetous annelids from the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 48, 251-260.

- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (1993a).** New records of sedentariate polychaetous annelids from the continental shelf of the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 53(3), 1027-1041.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (1993b).** Distribución latitudinal y batimétrica de los anélidos poliquetos del Orden Terebellomorpha de la plataforma continental del Golfo de California, México. *Cuadernos Mexicanos de Zoología*, 1(2), 65-72.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (1998a).** Capitellids (Polychaeta: Capitellidae) from the continental shelf of the Gulf of California, México, with the description of a new species *Notomastus angelicae*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 111(3), 708-719.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (1998b).** Parasitism among polychaetes: a rare case illustrated by a new species: *Labrorostratus zaragozensis* n. sp. (Oeononidae) found in the Gulf of California, México. *Journal of Parasitology*, 84(5), 978-982.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (1999).** Systematic and distribution of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from the sublittoral zone in the Gulf of California. *Oceánides*, 13(2), 14(1), 25-38.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2000).** Magelonidae from the Mexican Pacific and northern Gulf of Mexico, with the description of a new genus (*Meredithia*) and four new species. *Bulletin of Marine Science*, 67(1), 625-644.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2005).** Seasonal variations of the Spionida (Palpata: Canalipalpata) in the sublittoral zone of the Gulf of California. *Marine Ecology*, 26, 273-285.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2011).** Distribution of the Polychaete assemblages on the continental shelf of the Northern Gulf of California, Eastern Pacific. *Italian Journal of Zoology*, 78(S1), 280-289.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2013).** Biodiversity and distribution of the Scolecida (Annelida: Polychaeta) on the continental shelf of the Gulf of California, Mexican Pacific. *Cahiers de Biologie Marine*, 54, 49-61.
- Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2014).** Anatomical and morphometric analysis of a new species of *Leitoscoloplos* (Annelida: Polychaeta) with numerous stomach papillae, from the Gulf of California, Eastern Pacific. *Contributions to Zoology*, 83(2), 133-150.
- Hernández-Alcántara, P., Frontana-Uribe, S. y Solís-Weiss, V. (2003).** Commented checklist of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from areas adjacent to islands of the Mexican Pacific and Gulf of California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 102(1), 1-16.
- Hernández-Alcántara, P., González-Ortiz, L. y Solís-Weiss, V. (1994).** Los espiónidos (Polychaeta: Spionidae) del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Tropical*, 42(3), 567-577.
- Hernández-Alcántara, P., Mercado-Santiago, A. J. y Solís-Weiss, V. (2017).** Description, morphometric characterization and distribution pattern of *Paradiopatra multibranchiata*, a new onuphid (Annelida: Polychaeta) from the tropical Eastern Pacific. *Marine Biology Research*, 13(9), 942-954.
- Hernández-Alcántara, P., Pérez-Mendoza, A. Y. y Solís-Weiss, V. (2006).** Description of three new species of Ninoe and Cenogenus (Polychaeta: Lumbrineridae) from the Mexican Pacific. *Scientia Marina*, 70S3, 81-90.

- Hernández-Alcántara**, P., Továr-Hernández, M. A. y Solís-Weiss, V. (2008). Polychaetes (Annelida: Polychaeta) described for the Mexican Pacific: an historical review and an updated checklist. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(1), 37-61.
- Hernández-Alcántara**, P., Cuéllar-Mercado, D. M., Barbosa-López, A. y Solís-Weiss, V. (2017). Spatial patterns of species richness and taxonomic composition of polychaetes along the Baja California Peninsula, Eastern Pacific. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(5), 1037-1049.
- Hernández-Alcántara**, P., Salas-de León, D. A., Solís-Weiss, V. y Monreal-Gómez, M. A. (2013). Geographical patterns in species richness of the benthic polychaetes in the continental shelf of the Gulf of California, Mexican Pacific. *Helgoland Marine Research*, 67(3), 579-589.
- Hernández-Alcántara**, P., Salas-de León, D. A., Solís-Weiss, V. y Monreal-Gómez, M. A. (2014). Bathymetric patterns of polychaete (Annelida) species richness in the continental shelf of the Gulf of California, Eastern Pacific. *Journal of Sea Research*, 91, 79-87.
- Huang**, Z., McArthur, M., Przeslawski, R., Siwabessy, J., Nichol, S. y Brooke, B. (2014). Predictive mapping of soft-bottom benthic biodiversity using a surrogacy approach. *Marine and Freshwater Research* 65, 409–424.
- Hutchings**, P. A. (1998). Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1133-1145.
- Hutchings**, P. A. y Fauchald, K. (2000). Definition and general description. En Beesley, P. L., Ross, G. J. B., y Glasby, C. J. (Eds.), *Polychaetes y Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Vol. 4a *Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula* (pp. 1-3). Melbourne xii: CSIRO Publishing.
- Hutchings**, P. A. y Glasby, C. J. (1986). *Glossothelepus*: a new genus of Thelepininae (Polychaeta: Terebellidae) from the Gulf of California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 99, 84-87.
- Kamykowski**, D. y Zentara, S. J. (1990). Hypoxia in the world ocean as recorded in the historical data set. *Deep Sea Research*, 37, 1861-1874.
- Knox**, G. A. (1977). The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. En Reish, D. J. y Fauchald, K. (Eds.), *Essays on the polychaetous annelids on the memory of Dr. Olga Hartman* (pp. 547-604). Los Angeles: Allan Hancock Foundation.
- Kudenov**, J. D. (1973). Annelida: Polychaeta (Britlesworms). En Brusca, R. C. (Ed.), *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California* (pp. 76-131). Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Kudenov**, J. D. (1975a). Errant polychaetes from the Gulf of California. *Journal of Natural History*, 9, 65-91.
- Kudenov**, J. D. (1975b). Sedentary polychaetes from the Gulf of California. *Journal of Natural History*, 9, 205-231.
- Kudenov**, J. D. (1975c). Two new species of errant polychaetes from the Gulf of California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 74, 75-78.
- Kudenov**, J. D. (1979). New species and records of Polychaetous Annelids from the Tetraclita (Cirripedia: Crustacea) zone of the northern Gulf of California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 78(2), 116-121.

- Kudenov, J. D.** (1980). Annelida: Polychaeta (Britlesworms). En Brusca, R. C. (Ed.) *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California* (pp. 77-123). 2nd ed. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Lavín, M. F. y Marinone, S. G.** (2003). An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. En Velasco-Fuentes *et al.* (Eds.), *Nonlinear Process in Geophysical Fluid Dynamics* (pp. 173-204). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lavín, M. F., Beier, E. y Badan, A.** (1997). Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. En Lavín, M. F. (Ed.), *Contribuciones a la oceanografía física en México* (Monografía No. 3, pp. 141-171). México: Unión Geofísica Mexicana.
- Lavín, M. F., Castro, R., Beier, E., Godínez, V. M., Amador, A. y Guest, P.** (2009). SST, thermohaline structure, and circulation in the southern Gulf of California in June 2004 during the North American Monsoon Experiment. *Journal of Geophysical Research*, 114, C02025, DOI:10.1029/2008JC004896.
- Lezcano-Bustamante, B. E.** (1989). Estudio prospectivo de la distribución y abundancia de las poblaciones de anélidos poliquetos en la porción sur del Golfo de California (Tesis profesional). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 98 pp.
- Light, W. J.** (1970). A new spionid (Annelida: Polychaeta) from the Gulf of California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 69(2), 74-79.
- Liñero-Arana, I. y Reyes-Vázquez, G.** (1979). Nereididae (Polychaeta: Errantia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto de Oceanografía de Venezuela, Universidad de Oriente*, 18(1-2), 3-12.
- Lluch-Cota, S. E., Aragón-Noriega, E. A., Arreguín-Sánchez, F., Auriolos-Gamboa, D., Bautista-Romero, J. J., Brusca, R. C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M. E., Hernández-Vázquez, S. Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D. B., López-Martínez, J., Marinone, S. G., Nevárez-Martínez, M. O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Páres-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C. A., Schwartzlose, R. A. y Sierra-Beltrán, A. P.** (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*, 73, 1-26.
- López-Camacho, M., Rodríguez-Valencia, J. A. y Cisneros-Mata, M. A.** (Compiladores). 2006. Catálogo de mapas del Programa Golfo de California de WWF-México: Ocho años de Sistemas de Información Geográfica aplicados a la conservación (1998-2006). 222 p. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=reps>
- Mackie, A. S., Parmiter, C. y Tong, L. K. Y.** (1997). Distribution and diversity of Polychaeta in the southern Irish Sea. *Bulletin of Marine Science*, 60(2), 467-481.
- Maluf, L. Y.** (1983). 3. Physical Oceanography. En Case, T. J. y Cody, M. L. (Eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortéz* (pp. 26-45). Los Angeles, California: University of California Press.
- Marshall, J. E., Bucher, D. J. y Smith, S. D. A.** (2018). Patterns of infaunal macromollusc assemblages in a subtropical marine park: implications for management. *Marine and Freshwater Research*, 69, 502-513.
- Molina-Cruz, A., Pérez-Cruz, L. y Monreal-Gómez, M. A.** (2002). Laminated sediments in the Bay of La Paz, Gulf of California: a depositional cycle regulated by pluvial flux. *Sedimentology*, 49, 1401-1410.
- Obeso-Nieblas, M., Gaviño-Rodríguez, J. H., Obeso-Huerta, H. y Muñoz-Casillas, S. I.** (2014). Variabilidad espacial termohalina, masas de agua y circulación geostrófica en Bahía de La Paz, Golfo de California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(3), 413-426.

- Olsgard, F., Somerfield, P. J. y Carr, M. R. (1997).** Relationships between taxonomic resolution and data transformation in analyses of a macrobenthic community along an established pollution gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 149, 173-181.
- Osuna-López, J. Y. y Páez-Osuna, F. (1992).** Golfo de California: aspectos oceanográficos y sedimentológicos. *Ciencias del Mar*, 12, 46-52.
- Padilla-Galicia, E. (1984).** *Estudio cualitativo y cuantitativo de las poblaciones de anélidos poliquetos de la plataforma continental de Sinaloa* (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 106 pp.
- Padilla-Galicia, E. y Solís-Weiss, V. (1992).** Distribución y nuevos registros de anélidos poliquetos en la plataforma continental del Estado de Sinaloa, costa Pacífica de México. En Darwi, P. y Welden, A. L. (Eds.), *Biogeography of Mesoamerica* (Supp. Pub. 1. pp. 249-263). Nueva Orleans, Luisiana: Tulane Studies in Zoology and Botany.
- Páez-Osuna, F. (1988).** *Geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del Mar de Cortés* (Tesis de doctorado). UACPyP-CCH, ICMYL, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 391 pp.
- Páres-Sierra, A., Mascarenhas, A., Marinone, S. G. y Castro, R. (2003).** Temporal and spatial variation surface winds in the Gulf of California. *Geophysical Research Letters*, 20(6), 1312, DOI: 10.1029/2002GL016716.
- Parker, R. H. (1964).** Zoogeography and ecology of some macro-invertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off Mexico. With Plates I-XV. Woods Hole, Massachusetts: Woods Hole Oceanographic Institution. 178 pp.
- Pedrin-Avilés, S. y Padilla-Arredondo, G. (1999).** Morfología y sedimentología de la Plataforma continental del suroeste de la Península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 16(2), 132-146.
- Pérez-Torrijos, J., Hernández-Alcántara, P. y Solís-Weiss, V. (2008).** Nephtyidae (Polychaeta) from the Gulf of California (Mexican Pacific) with the description of two new species of *Aglaophamus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(4), 697-710.
- Portela, E., Beier, E., Barton, E. D., Castro, R., Godínez, V., Palacios-Hernández, E., Fiedler, P. C., Sánchez-Velasco, L. y Trasviña, A. (2016).** Water masses and circulation in the tropical Pacific off central Mexico and surrounding areas. *Journal of Physical Oceanography*, 46, 3069–3081.
- Prado-Navarro, A., Díaz-Castañeda, V., Leija-Tristán, A. y De León-González, J. A. (2016).** Composición y estructura de las comunidades de poliquetos (Annelida) asociadas a fondos blandos de la costa occidental de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 74-85.
- Probert, P. K., Read, G. B., Grove, S. L. y Rowden, A. A. (2001).** Macrobenthic polychaete assemblages of the continental shelf and upper slope off the west coast of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Fresh Waters Research*, 35, 971-984.
- Przeslawski, R., Currie, D. R., Sorokin, S. J., Ward, T. M., Althaus, F. y Williams, A. (2011).** Utility of a spatial habitat classification system as a surrogate of marine benthic community structure for the Australian margin. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 1954–1962.
- Przeslawski, R., McArthur, M. y Anderson, T. J. (2013).** Infaunal biodiversity patterns from Carnarvon Shelf (Ningaloo Reef), Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, 64, 573–583.

- Read**, G. y Fauchald, K. (Eds.). (2018). World Polychaeta database. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=333450> on 2018-05-03
- Reish**, D. J. (1968). A biological survey of Bahia de Los Angeles, Gulf of California, Mexico. II. Benthic polychaetous annelids. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 15, 67-106.
- Rioja**, E. (1941). Estudios Anelidológicos III. Datos para el conocimiento de la fauna de poliquetos de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12, 669-746.
- Rioja**, E. (1942a). Estudios Anelidológicos IV. Observaciones sobre especies de serpúlidos de las costas del Pacífico de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12, 669-746.
- Rioja**, E. (1942b). Estudios Anelidológicos V. Observaciones acerca de algunas especies del género *Spirorbis* Daudin, de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13, 137-153.
- Rioja**, E. (1942c). Estudios Anelidológicos VI. Observaciones sobre algunas especies de sabeláridos de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13, 155-162.
- Rioja**, E. (1943a). Estudios Anelidológicos VII. Aportaciones al conocimiento de los exogóninos (Anélidos: Poliquetos) de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14, 207-227.
- Rioja**, E. (1943b). Estudios Anelidológicos VIII. Datos acerca de las especies del género *Polydora* Bosc, de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14, 229-241.
- Rioja**, E. (1944). Estudios Anelidológicos XI. Notas sobre algunas especies de poliquetos de las costas mexicanas del Pacífico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 15, 139-145.
- Rioja**, E. (1947a). Estudios Anelidológicos XVII. Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de Baja California y Mar de Cortés. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 18, 197-224.
- Rioja**, E. (1947b). Estudios Anelidológicos XVIII. Observaciones y datos sobre algunos anélidos poliquetos del Golfo de California y costas de Baja California. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 18, 517-526.
- Rioja**, E. (1947c). Estudios Anelidológicos XIX. Observaciones sobre algunos neréididos de las costas de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 18, 527-535.
- Rioja**, E. (1962). Estudios Anelidológicos XXVI. Algunos anélidos poliquetos de las costas del Pacífico de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 33, 131-229.
- Ripa**, P. (1990). Seasonal circulation in the Gulf of California. *Annales Geophysicae*, 8, 559-564.
- Ripa**, P. (1997). Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*, 27, 597-614.
- Rivero**, M. A., Elías, R. y Vallarino, E. A. (2005). First survey of macroinfauna in the Mar del Plata Harbor (Argentina), and the use of polychaetes as pollution indicators. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 40(2), 101-108.

- Roberts, C. M., McClean, C. J., Veron, J. E. N., Hawkins, J. P., Allen, G. R., McAllister, D. E., Mittermeier, C. G., Scheler, F. W., Spalding, M., Wells, F., Vynne, C. y Werner, T. B. (2002).** Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science*, 295, 1280-1284.
- 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, 1-19.
- Roden, G. I. y Emilsson, I. (1979).** Oceanografía física del Golfo de California. Escrito mimeografiado. ICMYL, Universidad Nacional Autónoma de México. 67 pp.
- Roden, G. I. y Groves, G. W. (1959).** Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research*, 18(1), 10-35.
- Rouse, G. (2000).** Classification of the Annelida and Polychaeta. En Beesley, P. L., Ross, G. J. B., y Glasby, C. J. (Eds.), *Polychaetes y Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. Vol. 4a *Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula* (pp. 51-52). Melbourne xii: CSIRO Publishing.
- Rouse, G. W. y Fauchald, K. (1998).** Recent view on the Status, Delineation and Classification of the Annelid. *American Zoologist*, 38, 953-964.
- Salazar-Vallejo, S. I. (1985).** Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Bahía Concepción, Baja California Sur, México (Tesis de maestría). CICESE, Ensenada, Baja California. México. 311 pp.
- Salazar-Vallejo, S. I. (1991).** Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de fondos blandos de Isla Rasa, Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 16(4), 75-95.
- Salazar-Vallejo, S. I. (1992).** Revisión de algunos eucliménidos (Polychaeta: Maldanidae) del Golfo de California, Florida, Panamá y Estrecho de Magallanes. *Revista de Biología Tropical*, 39(2), 273-282.
- Salazar-Vallejo, S. I. y Londoño-Mesa, M. H. (2004).** Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 75(1), 9-97.
- Salazar-Vallejo, S. I., De León-González, A. y Salaices-Polanco, H. (1989).** *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. La Paz, B.C.S.: Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz. 212 pp.
- Salcedo-Oropeza, D. L. (2013).** Variación temporal y espacial de los anélidos poliquetos del Clado Aciculata de la plataforma continental del Golfo de California, México (Tesis de maestría). ICMYL, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 89 pp.
- Sartí-Martínez, A. L. y Solís-Weiss, V. (1988).** Estudio prospectivo de la distribución, abundancia y diversidad de los poliquetos de la zona norte del Golfo de California. *Memorias del V Simposio de Biología Marina*. La Paz. 53-70.
- Secrieru, D. y Oaie, G. (2009).** The relation between the grain size composition of the sediments from the NW Black Sea and their total organic carbon (TOC) content. *GEO-ECO MARINA*, 15, 5-11.
- Snelgrove, P. V. R. (1999).** Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats: ocean bottoms are the most widespread habitat on Earth and support high biodiversity and key ecosystem service. *Bioscience*, 49, 129-138.
- Solís-Weiss, V. y Hernández-Alcántara, P. (1994).** Polychaete research in Mexico. *Polychaete Research Newsletter*, 16, 10-13.

- Strickland, J. D. H.** y **Parsons, T. R.** (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. 2nd. ed. Canada: Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167. 310pp.
- Sverdrup, H. U.** (1941). The Gulf of California: preliminary discussion on the cruise of the E. W. Scripps in February and March 1939. *6th Pacific Scientific Conference Proceedings*, 3, 161-166.
- Toonen, R. J.**, **Bowen, B. W.**, **Lacchei, M.** y **Briggs, J. C.** (2016). Biogeography, marine. *Elsevier. Encyclopedia of Evolutionary Biology*, 1, 166-178. DOI: 10.1016/B978-0-12-800049-6.00120-7
- Torres-Gavilá, F. J.** (2008). Estudio faunístico, ecológico y ambiental de la fauna de anélidos poliquetos de sustratos sueltos de las islas Chafarinas (Mar de Alborán, S. W. Mediterráneo) (Tesis de doctorado). Universitat de València. 695 pp.
- Torres-Orozco, E.** (1993). *Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California* (Tesis de maestría). CICESE, Ensenada, Baja California. 80 pp.
- Treadwell, A. L.** (1914). Polychaetous annelids of the Pacific coast in the collections of the Zoological Museum of the University of California. *University of California Publications in Zoology*, 13, 175-234.
- Treadwell, A. L.** (1923). Polychetous annelids from lower California with description of new species. *American Museum Novitates*, 74, 1-11.
- Treadwell, A. L.** (1929). New species of polychaetous annelids in the collections of the American Museum of Natural History from Porto Rico, Florida, Lower California, and British Somaliland. *American Museum Novitates*, 392, 1-13.
- Treadwell, A. L.** (1937). The Templeton Crocker Expedition. 8. Polychaetous annelids from the west coast of Lower California, the Gulf of California and Clarion Island. *Zoologica, New York*, 22(2), 139-160.
- Treadwell, A. L.** (1942). Polychaetous annelids from lower California and the Philippine Islands in the collections of the American Museum of Natural History. *American Museum Novitates*, 1172, 1-5.
- Uebelaker, J. M.** y **Johnson, P. G.** (1984). Materials and methods. En **Uebelaker, J. M.** y **Johnson, P. G.** (Eds.), *Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico*. Vol. I (pp. 23-24). Mobile, Alabama: Prepared for the Minerals Management Service under contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor y Associates, Inc.
- Van Andel, T. H.** (1964). Recent marine sediments in the Gulf of California. En **Van Andel, T. J.** y **Shore, G. G.** (Eds.), *Marine Ecology of the Gulf of California: American Association of Petroleum Geologists Memoirs*, 3, 216-310.
- Villalobos-Guerrero, T. F.** y **Molina-Acevedo, I. C.** (2014). Lista de especies y estado de conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Sinaloa, Golfo de California. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 53(1), 79-109.
- Villalobos-Guerrero, T. F.** y **Tovar-Hernández, M. A.** (2013). Una especie nueva de Pseudonereis (Polychaeta: Nereididae) de Mazatlán (golfo de California), incluyendo una clave para las especies del mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3), 774-781.
- Villalobos-Guerrero, T. F.** y **Tovar-Hernández, M. A.** (2014). Poliquetos errantes (Polychaeta: Errantia) esclerobiontes del puerto de Mazatlán, Sinaloa (México). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 43(1), 43-87.
- Warsh, C. E.**, **Warsh, K. L.** y **Staley, R. C.** (1973). Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. *Deep Sea Research*, 20, 561-570.

- Warwick, R. M.** (1988). Effects on community structure of a pollutant gradient-summary. *Marine Ecology Progress Series*, 46, 207-211.
- Wolf, P. S.** (1984). Chapter 29 Family Pilargidae Saint Joseph, 1899. En Uebelaker, J. M. y Johnson, P. G. (Eds.), *Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico*. Vol. IV (pp. 29-19). Mobile, Alabama: Prepared for the Minerals Management Service under contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor y Associates, Inc.
- Wyrski, K.** (1966). Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 4, 33-68.
- Zamudio, L., Hogan, P. y Metzger, E. J.** (2008). Summer generation of the Southern Gulf of California eddy train. *Journal of Geophysical Research*, 113, C06020, DOI: 10.1029/2007JC004467.