

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA



Análisis de la distribución geográfica de los macroinvertebrados
del intermareal rocoso de las islas del Pacífico
del estado de Baja California, México

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

Yuliana Rocío Bedolla Guzmán

Ensenada, B.C., México

Febrero 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

**“Análisis de la distribución geográfica de los macroinvertebrados
del intermareal rocoso de las islas del Pacífico
del estado de Baja California, México”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

Yuliana Rocío Bedolla Guzmán

Aprobada por:



Dr. Francisco Correa Sandoval

Director de Tesis



Dra. Cira Gabriela Montaña Moctezuma

Sinodal



Dr. Eugenio de Jesús Carpizo Ituarte

Sinodal

“Análisis de la distribución geográfica de los macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México”

RESUMEN

Resumen aprobado por



Dr. Francisco Correa Sandoval
Director de Tesis

Las islas del Pacífico del estado de Baja California representan sitios únicos para el estudio de los invertebrados del intermareal rocoso, dado que presentan una línea de costa principalmente rocosa, así como bajos niveles de disturbio antropogénico. Además, su ubicación dentro de la provincia Californiana y en la zona de transición entre las provincias Californiana y Mexicana, provee una gran diversidad de especies tanto de afinidad templada como tropical. Sin embargo, a pesar de la importancia de estos cuerpos insulares, no se dispone de un inventario actual de las especies, ni de estudios de distribución geográfica, información que es indispensable cuando se considera la conservación de estos ecosistemas. Con el objetivo de analizar y describir la distribución geográfica de los macroinvertebrados bentónicos del intermareal de las islas del Pacífico Bajacaliforniano, se obtuvo información taxonómica de las especies y su distribución geográfica a partir de la recolecta de especies en campo, de la revisión del material en las colecciones científicas del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California, EE.UU., de la consulta de las bases de datos electrónicas de otras colecciones científicas de museos en EE.UU. y de instituciones de México y de la recopilación de información en literatura especializada. Se identificaron y analizaron los patrones de distribución geográfica de las especies en el Pacífico Oriental y en el área de las islas, y se analizó la similitud faunística entre las islas. En este trabajo se obtuvo el primer compendio de las especies de macroinvertebrados epibénticos para las islas del Pacífico Bajacaliforniano, constituido por 126 especies, 90 géneros, 65 familias, 27 órdenes/clados, 11 clases y 5 phyla. Los moluscos fueron el grupo taxonómico con mayor número de especies (87 en total) lo que representa el 69% de las especies registradas, destacando los gastrópodos con 64 especies. En relación al tipo de agua al que pertenecen, las especies se agruparon en 14 patrones biogeográficos, predominando las especies de aguas templado cálidas (49-61%) y templado frías (28-45%). De acuerdo a las provincias zoogeográficas, las especies se incluyeron en 15 patrones biogeográficos, en los cuales sobresalen las especies con distribución en la provincia Californiana (43-57%), seguidas por los patrones Aleutiana-Californiana (10-29%) y Oregoniana-Californiana (13-18%). Se identificaron como principales factores que influyen en la distribución geográfica de las

especies y en la conformación de los grupos biogeográficos, los gradientes de temperatura y los patrones de circulación superficial oceánica. Se reconoció una tendencia de incremento de la diversidad de grupos biogeográficos insulares hacia la zona de transición. El análisis de agrupamiento confirmó la existencia de este patrón, en el cual se asociaron las islas Coronado, Todos Santos y San Jerónimo como el grupo del norte, presentando de cinco a siete grupos; y las islas del sur conformadas por San Benito y Cedros con hasta trece patrones biogeográficos. La isla Guadalupe fue la única que presentó endemismo, correspondiente al 5% de las especies registradas en esa isla (3 especies), lo que confirma su pertenencia a la provincia Californiana. Al integrar la información generada en la presente investigación, las islas del Pacífico Bajacaliforniano podrían considerarse como estaciones de monitoreo para evaluar el cambio en la biodiversidad por el efecto en las modificaciones a los procesos oceanográficos causados por el calentamiento global en esta región de México.

Palabras clave: Macroinvertebrados, islas, intermareal rocoso, patrones de distribución geográfica, Península de Baja California.

**“Analysis of the geographic distribution of rocky intertidal macroinvertebrates
of the Pacific islands of Baja California state, Mexico”**

ABSTRACT

The Pacific islands of Baja California represent unique sites to study rocky intertidal invertebrates since they have a mainly rocky coastline as well as low levels of anthropogenic disturbance. Furthermore, their location within the Californian province and the transition zone between the Californian and Mexican provinces provides a wide diversity of temperate and tropical species. However, despite the importance of these islands, there's no up to date species inventory or geographic distribution studies, information that is essential for the conservation of these ecosystems. In order to analyze and describe the geographic distribution of intertidal epibenthic macroinvertebrates of the Baja California Pacific islands, taxonomic information of species and their geographic distribution were obtained from organisms collected during field expeditions, from the review of scientific collections at Los Angeles Natural History Museum, in the US, from research at electronic databases of other scientific collections at different museums in the US and Mexico, and from the compilation of information from specialized literature. The geographic distribution patterns of species in the Eastern Pacific and the islands were identified and analyzed; also, the faunistic similarity between islands was analyzed. This research represents the first compilation of epibenthic macroinvertebrate species, comprising 126 species, 90 genera, 65 families and 27 orders/clades, 11 classes and 5 phyla. The taxonomic group with the highest number of species were molluscs (87 in total), representing 69% of the species recorded, highlighting the gastropods with 64 species. In respect to the type of water to which species belong, they were grouped into 14 biogeographic patterns; warm temperate (49-61%) and cold temperate (28-45%) species were predominant. According to zoogeographic provinces, species were included in 15 biogeographic patterns; species from the Californian province were higher (43-57%), followed by Aleutian-Californian (10-29%) and Oregonian-Californian (13-18%) patterns. Temperature gradients and surface ocean circulation patterns were identified as the main factors influencing the geographic distribution of species and the conformation of biogeographic groups. A trend of increasing diversity of insular biogeographic groups towards the transition zone was identified. Cluster analysis confirmed the existence of this pattern. Coronado, Todos Santos and San Jerónimo islands were associated as the northern group, featuring five to seven patterns; whilst San Benito and Cedros islands were associated as the southern group, with thirteen patterns. Guadalupe Island was the only one presenting endemism, corresponding to 5% of registered species (3 species), confirming the inclusion of this island to the Californian province. By integrating the information generated on this research, the Baja California Pacific islands could be

considered as monitoring stations to assess change in biodiversity due to the effect on changes in oceanographic processes caused by global warming in this region of Mexico.

Keywords: Macroinvertebrates, islands, rocky intertidal, geographic distribution patterns, Baja California Peninsula.

DEDICATORIA

A mi familia que es lo más importante en mi vida.

Papi, Mami, Lili, Alex gracias por ser

mi motivación, inspiración y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Francisco Correa Sandoval por la dirección de esta tesis, por apoyar mi inquietud de trabajar en las islas, por todas sus enseñanzas, consejos, paciencia y siempre buena disposición para mejorar este trabajo. A los miembros de mi comité de tesis la Dra. Cira Gabriela Montaña Moctezuma y el Dr. Eugenio Carpizo Ituarte por sus comentarios y revisiones que contribuyeron a mejorar en gran medida esta investigación. Nuevamente gracias Gaby por tu ayuda en campo en las islas Coronado y Todos Santos y el apoyo en el viaje a isla San Jerónimo, y a Eugenio por el apoyo en la visita a las localidades en la costa de la Península.

A la Universidad Autónoma de Baja California, a la Facultad de Ciencias Marinas y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas por permitir que culmine mi formación profesional. A mis profesores por compartir conmigo sus enseñanzas y experiencia, al personal administrativo, especialmente a Angélica Arce por su apoyo y siempre buena disposición para facilitar los trámites. A la Coordinación de Cooperación Internacional e Intercambio Académico por el apoyo económico para realizar la estancia en el Museo de Historia Natural de Los Ángeles, EE.UU.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para mi formación académica (Beca CONACyt-213365).

Al Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. por las facilidades brindadas durante la logística y el trabajo de campo en las islas Coronado y San Benito. A Alfonso Aguirre Muñoz por concederme este tiempo para culminar con mi titulación. Gracias a todos mis amigos del trabajo Flor, Mariam, Kari, Marlenne, Enrique, Chema, Rick, Araceli, Fede, Luciana, Isis, María, Tonny, Julio, Blanca, Victor, Noé, Alex, a cada uno de ustedes por su amistad, por su apoyo y por todos los buenos momentos.

A los encargados de las colecciones científicas de invertebrados marinos del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles, EE.UU. James McLean y Lindsey T. Groves de la colección de Malacología, Regina Wetzler de crustáceos, y Gordon Hendler y Cathy Groves de equinodermos, por permitirme el acceso a sus colecciones, por su amabilidad y su ayuda durante mi estancia en el museo.

A Ofir Molina por el invaluable apoyo durante el trabajo de campo en las islas Todos Santos y San Jerónimo. A Julio Palleiro por la oportunidad del viaje de prospección a isla San Jerónimo y por los excelentes buceos en La Bahía el Rosario. A Pepé por el apoyo en el transporte en la segunda visita a la isla Todos Santos Sur.

A la empresa Bajamachi S.A. de C.V. por el hospedaje, alimentación y transporte en las islas Todos Santos. A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Ensenada” por su apoyo en la transportación a la isla San Jerónimo. A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Pescadores Nacionales de Abulón”, S.C. de R.L. de la isla de Cedros por el transporte y el hospedaje en las islas San Benito.

A la directora de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe Nadia Olivares Bañuelos por todo el apoyo para la visita a la isla Guadalupe, y a Meche por una agradable estancia en la isla. A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Abuloneros y Langosteros de la Isla Guadalupe” por el traslado y el hospedaje en la isla.

A Arturo por ser cómplice en la estructuración de este trabajo, pero sobre todo por tu amistad. A José Carlos y Sabrina por los agradables momentos durante su estancia en México y su apoyo para la visita a la isla San Jerónimo.

De manera muy especial a Cris por ser parte muy importante de mi crecimiento personal y profesional, por ser mi amiga, mi hermana, mi confidente. A mis hermanitos de Ensenada Miki, Sandy, Polo, Esme, George, Pao, Jimena, Karlita, Michelle, Candy, Eduardo, Abraham, Ricardo, Linda, Lum, les agradezco por todos los momentos que hemos convivido, por su amistad a lo largo de todo este tiempo. A mis amigos salseros Gris, China, Carlos, Alán y Obed por los gratos momentos en el baile. A mis hermanitas Lulú, Ivette y Faby por su amistad incondicional.

A mi family Troche, Lucero, Yanel, Susy, Miguel, Jorge gracias amigos porque después de todo este tiempo y a pesar de la distancia seguimos cultivando nuestra amistad.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.1. Objetivos particulares	5
3. ÁREA DE ESTUDIO	5
3.1. Localización geográfica	5
3.2. Aspectos oceanográficos.....	21
4. METODOLOGÍA	29
4.1. Recopilación de la información	29
4.1.1. Recolección de las especies	29
4.1.2. Revisión del material de colecciones científicas	30
4.1.3. Consulta de las bases de datos electrónicas.	31
4.1.4. Revisión de literatura científica especializada.....	32
5. RESULTADOS.....	40
5.1. Composición taxonómica y nomenclatura de las especies	40
5.2. Nuevos registros y ampliaciones de registros.....	47
5.3. Patrones de distribución geográfica de las especies en el Pacífico Oriental	55
5.4. Similitud en la composición de especies entre islas.....	75
6. DISCUSIÓN	77
6.1. Nomenclatura de las especies.....	77
6.2. Composición taxonómica de las especies	81
6.3. Patrones de distribución geográficos de las especies en el Pacífico Oriental	82
6.4. Patrones de distribución de las especies en el área de las islas.....	89
6.5. La composición y los patrones de distribución geográficos de las especies y su aplicación para identificar el efecto del calentamiento global en la región de las islas.....	91
7. CONCLUSIONES	93
8. LITERATURA CITADA	94
ANEXO I. Especies representativas	106
ANEXO II. Distribución geográfica de las especies.....	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Islas del Pacífico del estado de Baja California, México.	10
Figura 2. Islas Coronado. Se indican los sitios de recolecta en la isla Coronado Sur.	11
Figura 3. Sitios de recolecta en la isla Coronado Sur	12
Figura 4. Islas Todos Santos. Se indican los sitios de recolecta en las islas.....	13
Figura 5. Sitios de recolecta en las islas Todos Santos.	14
Figura 6. Isla San Jerónimo. Se indican los sitios de recolecta.....	15
Figura 7. Sitios de recolecta en la isla San Jerónimo.....	16
Figura 8. Isla Guadalupe. Se indican los sitios de recolecta.	17
Figura 9. Sitios de recolecta en la isla Guadalupe	18
Figura 10. Islas San Benito. Se indican los sitios de recolecta	19
Figura 11. Sitios de recolecta en las islas San Benito.....	20
Figura 12. Patrón general de circulación superficial oceánica del Pacífico Oriental.....	24
Figura 13. Masas de agua presentes en el Pacífico Nororiental y Pacífico Oriental Tropical..	24
Figura 14. Isotermas de verano e invierno en el Pacífico Oriental	25
Figura 15. Masas de agua presentes en el Pacífico de la Península de Baja California en condiciones normales y en condiciones de El Niño.	26
Figura 16. Temperaturas medias superficiales del mar en enero y en julio en el Pacífico de la Península de Baja California.	27
Figura 17. Regiones biogeográficas del Pacífico Oriental.....	36
Figura 18. Porcentaje relativo del número de especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso por grupo taxonómico de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México	46
Figura 19. Porcentaje relativo de las especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso registrados en las islas del Pacífico del estado de Baja California, México por fuente de información.	48
Figura 20. Representación esquemática de los límites de distribución y amplitud geográfica en el Pacífico Oriental de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.....	59
Figura 21. Porcentaje relativo de especies de invertebrados que representan a cada grupo zoogeográfico en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.....	72
Figura 22. Grupos biogeográficos de las especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.	74
Figura 23. Dendrograma que representa la agrupación de las islas del Pacífico del estado de Baja California de acuerdo a los datos de ausencia/presencia de las especies de invertebrados registradas en el intermareal rocoso.	76

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Listado sistemático de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.....	41
Tabla II. Fuentes de información de los registros de las especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.....	49
Tabla III. Grupos de distribución en áreas del Pacífico Oriental y en las provincias biogeográficas de las especies de invertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.	60
Tabla IV. Patrones de distribución de las especies de macroinvertebrados registradas en las islas del Pacífico de Baja California con una distribución en otros mares y océanos.....	66
Tabla V. Grupos de distribución en áreas del Pacífico Oriental de las especies de invertebrados del intermareal rocoso en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.....	67
Tabla VI. Número de especies por procedencia en función de su procedencia en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, Mexico.....	71
Tabla VII. Porcentaje de las especies por procedencia en función al tipo de agua al que pertenecen en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, Mexico.	71
Tabla VIII. Número de especies presentes por grupo biogeográfico en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.	73

Análisis de la distribución geográfica de los macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los patrones de distribución de los organismos permite identificar regularidades y similitudes en la distribución de las especies en el espacio y hacer inferencias acerca de los posibles procesos que determinan dicha distribución (MacArthur 1984). En una escala regional o geográfica, los principales mecanismos que definen la distribución latitudinal de los organismos marinos bentónicos, son los patrones de circulación oceánica y los gradientes de temperatura (Briggs 1974, Glynn y Wellington 1983, Gaylord y Gaines 2000). Aunque también, eventos oceanográficos de macroescala (p.ej. El Niño Oscilación del Sur) pueden expandir o disminuir los límites de distribución de las especies (Hubbs 1960, Blanchette *et al.* 2008).

Las islas son sistemas únicos e ideales para realizar estudios sobre patrones de distribución de las especies, así también de diversidad y evolución, ya que presentan una extensión pequeña y definida y proveen las repeticiones necesarias en experimentos naturales debido a su variación en tamaño, forma, grado de aislamiento y ecología (Sadler 1999, MacArthur y Wilson 2001, Vermeij 2004). Son de crucial importancia para la diversidad global ya que contienen especies endémicas y son áreas primordiales de crianza para diversas especies marinas (Whittaker 1998).

La franja litoral rocosa en las islas, así como en el continente, es un ambiente de amplia complejidad física y biológica, resultado de la alta variación en las condiciones ambientales durante el ciclo diario de mareas, que se caracteriza por presentar una gran variedad de organismos, principalmente sésiles o de lento movimiento (Raffaelli y Hawkins 1999, Murray 2001). Los invertebrados son un componente sobresaliente de los hábitats intermareales rocosos, que se encuentran distribuidos en los tres niveles de marea y que abarcan una amplia gama de grupos funcionales por lo que son en

gran parte responsables de la transferencia de energía dentro de la comunidad y entre biomas vecinos. Presentan una gran variedad morfológica así como en tamaño, resultado de las adaptaciones a las condiciones del nivel de marea (Nybakken 2005).

Las islas del Pacífico del estado de Baja California son sitios de alta diversidad, con diferentes grados de endemismo de flora y fauna y, en su mayoría, afortunadamente, con bajos niveles de disturbio antropogénico (Ceballos *et al.* 1998, Donlan *et al.* 2000). Estas islas son áreas críticas para la reproducción de especies de aves marinas (Erickson y Howell 2001) y pinípedos (Maravilla-Chávez y Lowry 1997, Gallo-Reynoso *et al.* 2005) y son zonas importantes en la extracción de recursos pesqueros con alta derrama económica como son el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*), la langosta (*Panulirus interruptus*) y el abulón (*Haliotis fulgens* y *H. corrugata*) (Vega-Velázquez *et al.* 1996, León-Carballo y Muciño-Díaz 1996, Cota-Villavicencio *et al.* 2001, Rodríguez-Valencia *et al.* 2002, Rodríguez-Valencia *et al.* 2004). Todas estas islas se encuentran en proceso de ser decretadas Áreas Naturales Protegidas (ANP) (SEMARNAT 2009), excepto la isla Guadalupe que fue decretada ANP en 2005 con la categoría de Reserva de la Biosfera (Diario Oficial de la Federación 2005).

El estudio de las comunidades de invertebrados del intermareal rocoso en las islas del Pacífico del estado de Baja California es idóneo, debido a que se pueden considerar hábitats relativamente prístinos, dado su limitado acceso al público, y a que en su mayoría presentan una línea de costa rocosa (Lubinsky-Jinich 2010). Las islas se ubican dentro de la provincia Californiana y la zona de transición entre las provincias Californiana y Mexicana, lo cual contribuye a que presenten una gran diversidad de especies tanto de afinidad templada así como subtropical y tropical (Hall 1964, Valentine 1966, Coan *et al.* 2000, Garth 1960, Soule 1960), y en algunas de ellas (San Martín, San Jerónimo) se marca el límite sur de la distribución de un número considerable de especies californianas (Strong 1937, McLean 1978), y el límite norte de varias especies panámicas (Cedros y San Benito) (Keen 1971).

Los estudios de fauna marina en el Pacífico Bajacaliforniano para los grupos de algas (Dawson 1960), cangrejos braquiuros (Garth 1960), briozoarios (Soule 1960), moluscos (Valentine 1966) y peces (Hubbs 1960, Ramírez-Valdez 2010) así como para la comunidad de algas e invertebrados en conjunto (Blanchette *et al.* 2008), concuerdan con la predominancia de elementos de la provincia Californiana y en la distribución discontinua de las especies de aguas templado frías y aguas templado cálidas a lo largo de la Península, lo cual es un reflejo de la influencia de la Corriente de California y de los eventos surgencias, éstos últimos permiten que especies de aguas templado-frías incursionen a latitudes tan meridionales como Bahía Magdalena, B.C.S. Del mismo modo, la presencia de bahías de aguas someras o estuarios contribuye a la distribución de especies tropicales en latitudes septentrionales.

Los estudios dirigidos de manera específica a la comunidad de invertebrados del intermareal rocoso en las islas del Pacífico Bajacaliforniano son escasos, y hacen mención sólo a listados de especies y en un solo estudio a la afinidad biogeográfica de sus elementos. Las islas San Martín y Guadalupe son las únicas con estudios publicados enfocados en particular a las islas, aunque sólo para el grupo de moluscos. Strong (1937) reporta 199 especies para la isla San Martín, de las cuales sólo un aproximado de 31 especies es posible encontrar en el intermareal rocoso. Respecto a la isla Guadalupe el número de moluscos asciende a 193 especies (Strong y Hanna 1930, Chace 1958, Smith 1963, Mendoza-León 1985), de las cuales aproximadamente 20 especies presentan distribución en el intermareal rocoso, el resto son principalmente de aguas profundas. Chace (1958) menciona que el 77.2% (149 especies) corresponde a fauna del sur de California, 17.6% (34 especies) pertenecen a la fauna panámica, y el 5.2% (10 especies) son especies endémicas.

El resto de la información sobre las especies de invertebrados del intermareal rocoso de las islas, se encuentra dispersa en trabajos que no se enfocan en dichas islas, como son los informes de las expediciones realizadas por la Fundación Allan Hancock (bivalvos, crustáceos, equinodermos) (Deichman 1937, Soot-Ryen 1955, Deichman 1958, Garth 1958, Haig 1960), las monografías del

Museo Nacional de Historia Natural, las del Instituto Smithsonian (Rathbun 1904, 1918, 1930), en los catálogos de las colecciones de los invertebrados bénticos del Instituto de Oceanografía Scripps (cnidarios, crustáceos, moluscos y equinodermos) (Spencer 1977, 1978, 1982, 1995, 1998a, 1998b), en los estudios del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (equinodermos) (Caso 1978), en los artículos de revisiones taxonómicas para grupos en particular (Ferreira 1978, 1979, Bonfil-Sanders 1983) y en los libros sobre los invertebrados del intermareal de California y de los invertebrados del Pacífico, donde se mencionan las islas como zona de distribución (McLean 1978, Morris *et al.* 1980, Behrens 1991, Behrens y Hermosillo 2005, Camacho-García *et al.* 2005). Existen importantes registros en las colecciones de museos en EE.UU., algunos de los cuales se pueden consultar vía internet (www.mnh.si.edu, www.calacademy.org, www.mcz.harvard.edu, www.sbnature.org), en cambio en otros museos sólo es posible obtener la información con la visita a las colecciones (p.ej. Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California, EE.UU).

De acuerdo a lo señalado anteriormente, hasta el momento no se ha realizado un trabajo enfocado o dirigido específicamente a las islas del Pacífico Bajacaliforniano en donde se integren y revisen las especies de invertebrados del intermareal rocoso, ni que abarque aspectos de su distribución geográfica; información que es indispensable cuando se considera la conservación de estos ecosistemas, ya que es posible evidenciar regiones de alta riqueza, así como grados de endemismo o intervalo de traslape, factores frecuentemente considerados en la selección de áreas protegidas (Kerr 1997). El presente estudio es el primero en analizar la distribución geográfica de los macroinvertebrados bentónicos del intermareal rocoso en todas las islas del Pacífico del estado de Baja California, a partir de los registros obtenidos en campo, en literatura y en colecciones científicas de museos.

2. OBJETIVO GENERAL

El presente estudio tiene como objetivo general el analizar y describir la distribución geográfica de los macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

2.1. Objetivos particulares

- 2.1.1. Generar un inventario de las especies de los macroinvertebrados bénticos del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, a partir de los registros obtenidos en recolectas de campo, en colecciones científicas de museos y en literatura científica especializada.
- 2.1.2. Identificar los patrones de distribución geográfica de los macroinvertebrados en el Pacífico Oriental.
- 2.1.3. Analizar los patrones de distribución geográfica de los macroinvertebrados en el área de las islas.
- 2.1.4. Analizar la similitud en la composición taxonómica entre las islas del Pacífico Bajacaliforniano.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Localización geográfica

Las islas del Pacífico del estado de Baja California conforman un total de 13 cuerpos insulares que se distribuyen en un gradiente latitudinal desde los 32°26' N a los 28°12' N. De norte a sur se encuentran las islas Coronados, Todos Santos, San Martín, San Jerónimo, Guadalupe, San Benito y Cedros (Figura 1).

Islas Coronado. Las islas Coronado son un grupo de cuatro islas de origen continental situadas a 13 km de la ciudad de Tijuana, Baja California, entre las coordenadas 32°26'26.24" N, 117°17'51.07" O

y 32°24'33.17" N, 117°14'46.34" O (Samaniego-Herrera *et al.* 2007) (Figura 2). El conjunto de islas recibe su nombre de acuerdo a la posición que guardan unas con respecto a las otras de tal manera que se tiene un isla norte, una isla intermedia, un islote intermedio y una isla sur (Figura 2). Las cuatro islas se encuentran situadas en una zona de fallas geológicas y en una plataforma oceánica de baja profundidad (50 m) que se ve cortada siete km al norte por un cañón submarino y al oeste por un escape que presenta profundidades de 1100 m. Hacia el este no se encuentran profundidades mayores a 50 m decreciendo la profundidad a medida que se acerca el continente (Kuper 1978).

La isla norte tiene una longitud de 1.5 km y se caracteriza por las pendientes abruptas con rocas expuestas a lo largo de toda la línea de costa y únicamente en su parte superior presenta material no compactado. La isla intermedia e islote intermedio se encuentran localizados a un kilómetro al oeste de la isla sur. El islote es de aproximadamente 150 m de largo por 25 m de altura. La isla sur es la más grande del grupo, su longitud total es de 3.5 km, contando con un pico de 205 m de altura, un área de 122.2 ha. y un perímetro de 7,947 m (Samaniego-Herrera *et al.* 2007). Presenta pendientes abruptas y material rocoso expuesto a lo largo de toda la costa menos en una franja arenosa que cubre la playa por aproximadamente 80 km (Kuper 1978). Tiene una población permanente del personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y de la Secretaría de Marina (8 habitantes aproximadamente) (Samaniego-Herrera *et al.* 2007).

Islas Todos Santos. Se localizan hacia la parte oeste de la Bahía de Todos Santos, municipio de Ensenada, Baja California, entre los 31°48' N y 116°48' O, a 6.5 km al noroeste de Punta Banda (Figura 1). Incluyen dos islas de origen continental con un área combinada de 117.92 ha (Samaniego-Herrera *et al.* 2007). La isla Todos Santos Sur es la más grande y topográficamente más diversa que la isla Todos Santos Norte; tiene aproximadamente 4.5 km de largo y 3.0 km de ancho en su sección más amplia, una elevación máxima de 95 m y un perímetro de 8,734 m. La isla Todos Santos Norte es relativamente plana, con una altura máxima de 17 m y un perímetro de 3,332

m (Junak y Philbrick 1994, Samaniego-Herrera *et al.* 2007) (Figura 4). En la costa este de la isla Sur se localiza una casa habitada permanentemente por trabajadores de la empresa de cultivo de atún “Bajamachi” y en la isla Norte se localiza un faro de la SCT.

Isla San Martín. Es una isla de origen volcánico que se localiza entre las coordenadas 30°29'05" N y 116°06'50" O, frente a la Bahía San Quintín, municipio de Ensenada, a 5.1 km del continente, siendo la más cercana al continente de las 28 islas que se encuentran en las costas de Baja California (Figura 1). La isla posee un radio de 2 km, un área 256 ha, una altura máxima de 144 m y un perímetro de 7,211 m (Samaniego-Herrera *et al.* 2007). Las partes más bajas que forman playas rocosas y arenosas se encuentran desde el norte, continuando por el este y en dirección hacia el sur de la isla. En la parte central de la isla se encuentran dos conos volcánicos inactivos, en la región sureste se localiza una laguna y una barra de rocas tipo “bolders”, otra laguna de menor tamaño se encuentra en la parte norte de la isla donde se localiza una barra rocosa.

Isla San Jerónimo. Es una isla de origen continental que se ubica en la parte central de la costa occidental de Baja California, dentro de la Bahía del Rosario, municipio de Ensenada, entre las coordenadas 29°47'32.96" N y 115°47'29.78" a 9.7 km del punto más cercano al continente (Samaniego-Herrera *et al.* 2007) (Figura 1). Su área estimada es de 48.3 ha, con una altura máxima de 44 m y un perímetro de 4,228 m cuya costa es prácticamente rocosa (Figura 6). Se puede desembarcar en una playa protegida, de grava gruesa y pendiente inclinada, en el lado este de la isla, donde se localiza un campo pesquero habitado intermitentemente por pescadores de la Sociedad Cooperativa “Ensenada” y permanentemente por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Rodríguez-Valencia *et al.* 2002, Samaniego-Herrera *et al.* 2007).

Isla Guadalupe. La Reserva de la Biosfera “Isla Guadalupe” es una isla de origen volcánico que se localiza en la costa del Pacífico de la Península de Baja California a 260 km de la costa de Ensenada, entre las coordenadas 29° 04' 27.65" N y 118° 17' 35." O (Figura 1). La isla tiene una

superficie terrestre de 250 km² y una superficie de aguas circundantes de 4,519.71 km². Su forma es alargada casi oblonga de 36 km de largo (norte-sur) y de 11 km de ancho, un perímetro de 97,443 m y una altura máxima de 1,298 m (Samaniego-Herrera *et al.* 2007) (Figura 8). Presenta dos islotes en la parte sur: Isla de Afuera o Toro e Isla de Adentro o Zapato, y el Islote Negro de la porción del sureste; y en la parte norte muestra dos islotes, uno situado en el noreste llamado Roca Pilota y el otro en el noroeste llamado Roca Elefante (Ramos-Franco 2007). Es una isla con una longitud de 180 km cuyo litoral es extremadamente accidentado, principalmente de tipo rocoso con grandes acantilados de hasta 200 m de altura (Ecoterra, 1981). Sus playas arenosas son reducidas (3 km) dominando las de tipo rocoso, con tres variantes: rocosa de gran extensión de forma muy heterogénea con pendiente pronunciada, playa de canto rodado y pequeña zona de pozas de marea (Mendoza-León 1985). Cuenta con una población de 100 habitantes aproximadamente con una infraestructura de 30 casas de la cooperativa pesquera “Abuloneros y Langosteros de la Isla Guadalupe”, del destacamento de la Secretaría de Marina, una estación biológica y tres balizas (Samaniego-Herrera *et al.* 2007). La temperatura promedio superficial del mar en la costa es de 18°C, las temperaturas son frías de diciembre a mayo (15-18°C) con un mínimo en marzo de 14.9°C, mientras que de junio a noviembre las temperaturas son cálidas (16-20°C) con un máximo en septiembre de 21.7°C (Hernández *et al.* 2005) El agua de mar en la isla es muy clara, alcanzando una visibilidad vertical (disco de secchi) de 25 a 30 m.

Islas San Benito. Las islas San Benito se localizan a 66 km de Punta Eugenia, Baja California y a 27 km de la isla Cedros, entre las coordenadas 28°18'30" N y 115° 34' 00" O (Figura 1). Constan de tres islas de origen volcánico conocidas como San Benito Oeste, San Benito Medio y San Benito Este de acuerdo a su posición longitudinal, y en conjunto tienen un área de 6.4 km² (Wolf *et al.* 2005, Figura 10). La línea de costa es rocosa, pero con varias playas de bloques. No existen recursos de agua dulce permanentes en ninguna de las islas (Carrasco 1978). San Benito del Oeste, es la isla más larga, con un área aproximada de 3.46 km², una longitud de 2.85 km, una anchura promedio de 2.4 km y un perímetro de 9,976 m, con pendientes abruptas que bordean las costas oeste y sur, es

además la isla de mayor complejidad topográfica. Un campo pesquero estacional que comprende aproximadamente 35 casas, es operado por la SCPP Pescadores Nacionales de Abulón S. C. de R. L., que entre los meses de octubre a marzo puede albergar más de 100 personas (García-Aguilar 2004, Wolf *et al.* 2005). San Benito Medio, se encuentra al noreste de San Benito Oeste separado por un canal de sólo 3-9 m de profundidad, es la isla más pequeña con un área de 0.53 km² y una longitud de 1.4 km y 0.8 km de ancho, es principalmente plana y tiene la menor diversidad topográfica. San Benito Este presenta un área de 1.04 km², una longitud de 2.4 km, una anchura de 1.5 km y un perímetro de 6,538 m que en gran cantidad está conformada por terrazas costeras (Carrasco 1978, Samaniego-Herrera *et al.* 2007).

Isla Cedros. Es la isla más grande del norte del Pacífico de México y se encuentra ubicada a 20 km al noroeste de Punta Eugenia entre las coordenadas 28°12'46.23" N y 115°12'51.4" O (Figura 1), presenta una longitud de 34 km y un ancho máximo de 14 km, un área de 34,827 ha y un perímetro de 130,970 m. Es una isla de origen continental que se caracteriza por presentar un terreno accidentado con pendientes pronunciadas y que cuenta con una altura máxima de 1,204 m. Actualmente presenta una población aproximada de 4,500 habitantes dedicados a la pesca y a la producción de sal (Samaniego-Herrera *et al.* 2007; Mellink 1993).

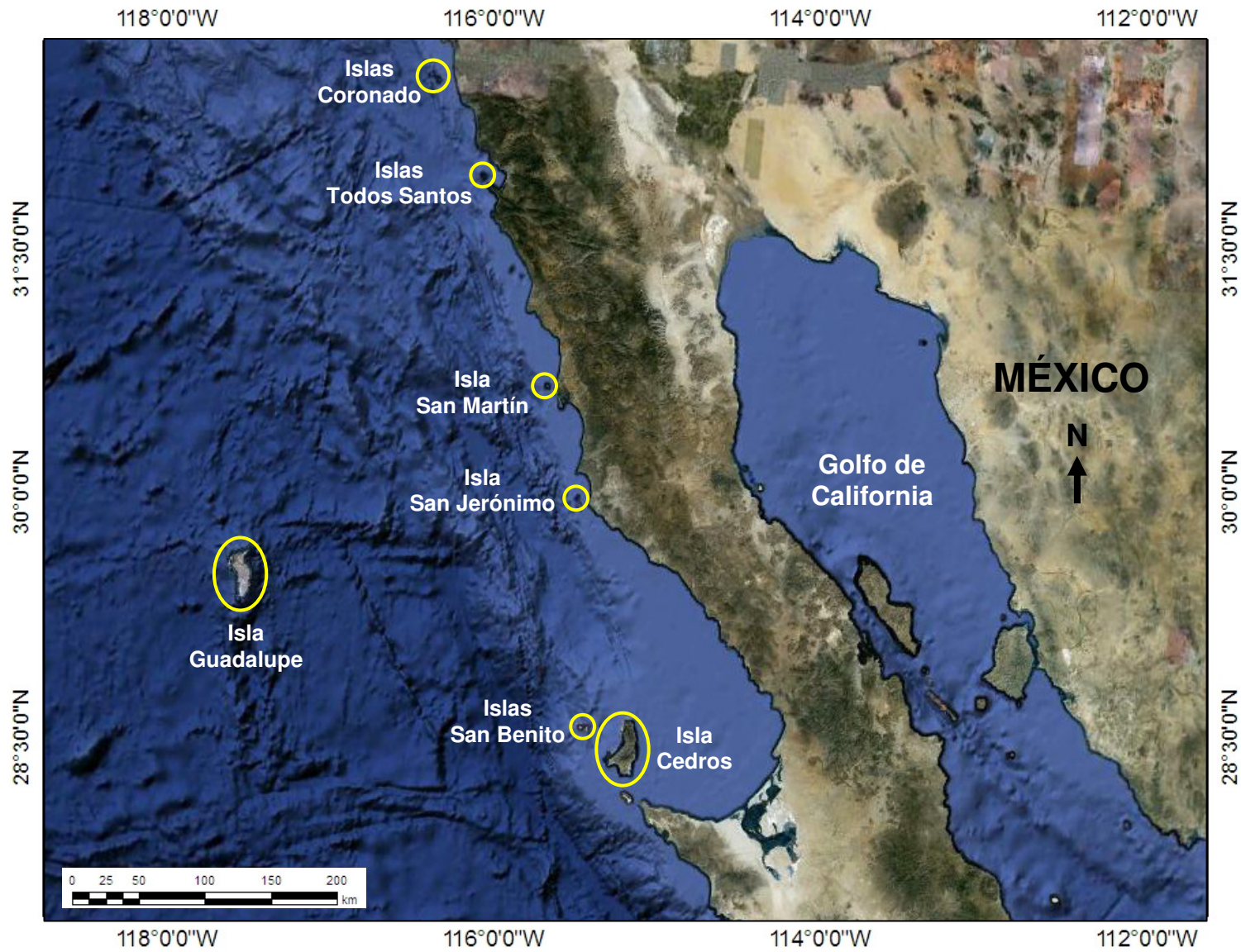


Figura 1. Islas del Pacífico del Estado de Baja California, México.

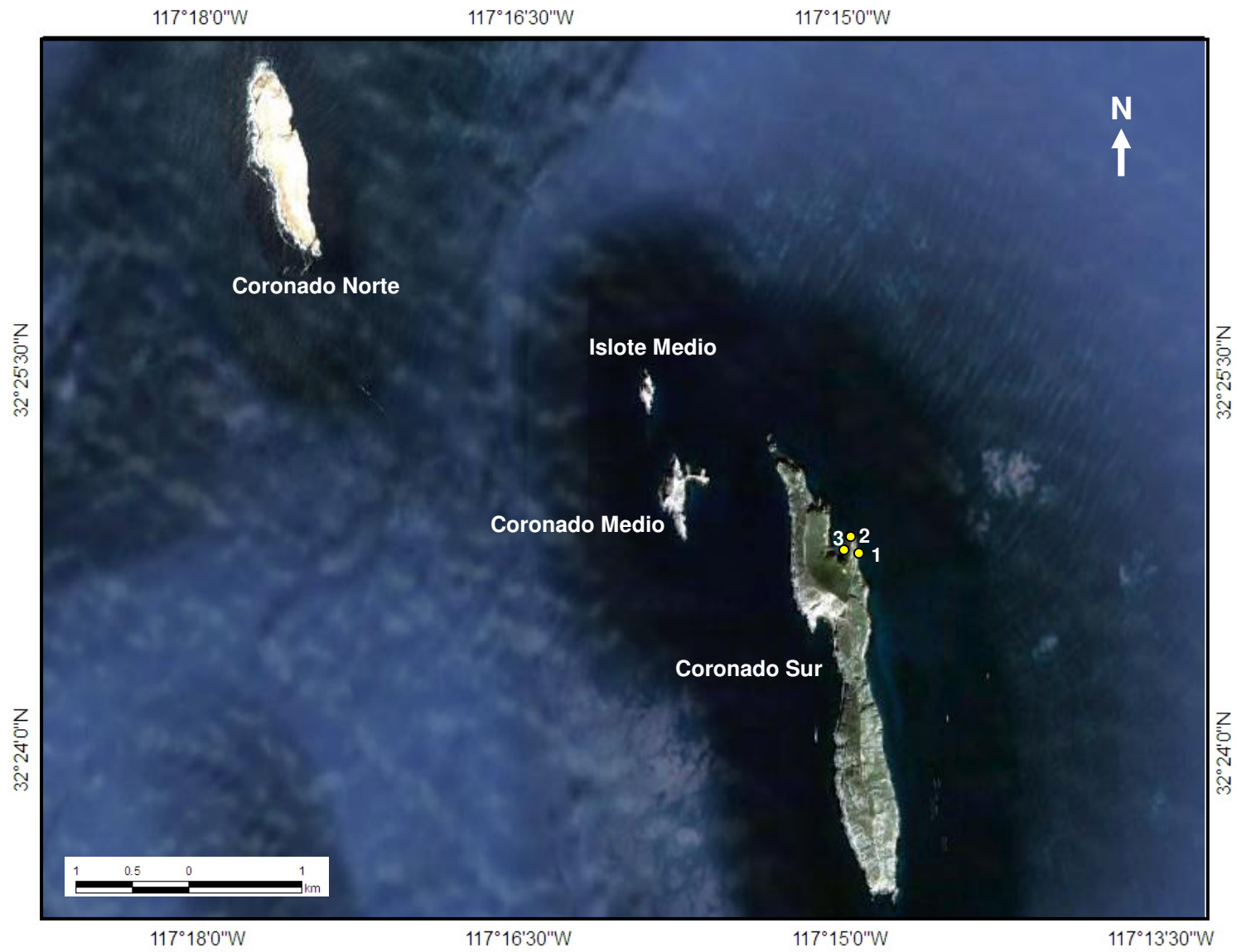


Figura 2. Islas Coronado. Se indican los sitios de recolecta en la isla Coronado Sur.

a) Sitio 1



b) Sitio 2



c) Sitio 3



Figura 3. Sitios de recolecta en la isla Coronado Sur.

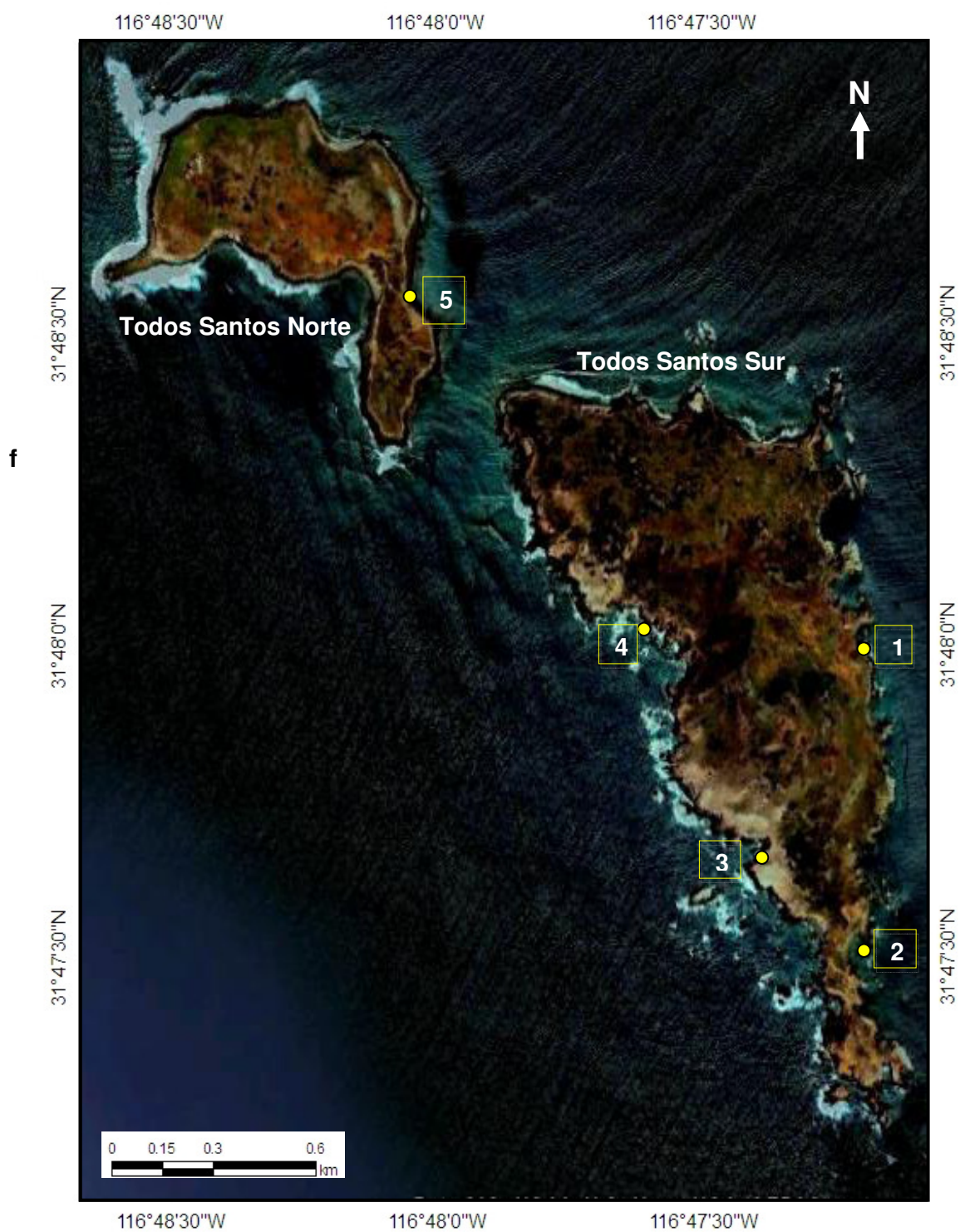


Figura 4. Islas Todos Santos. Se indican los sitios de recolecta en las islas.

a) Sitio 1



b) Sitio 2



c) Sitio 3



d) Sitio 4



e) Sitio 5



Figura 5. Sitios de recolecta en las islas Todos Santos.

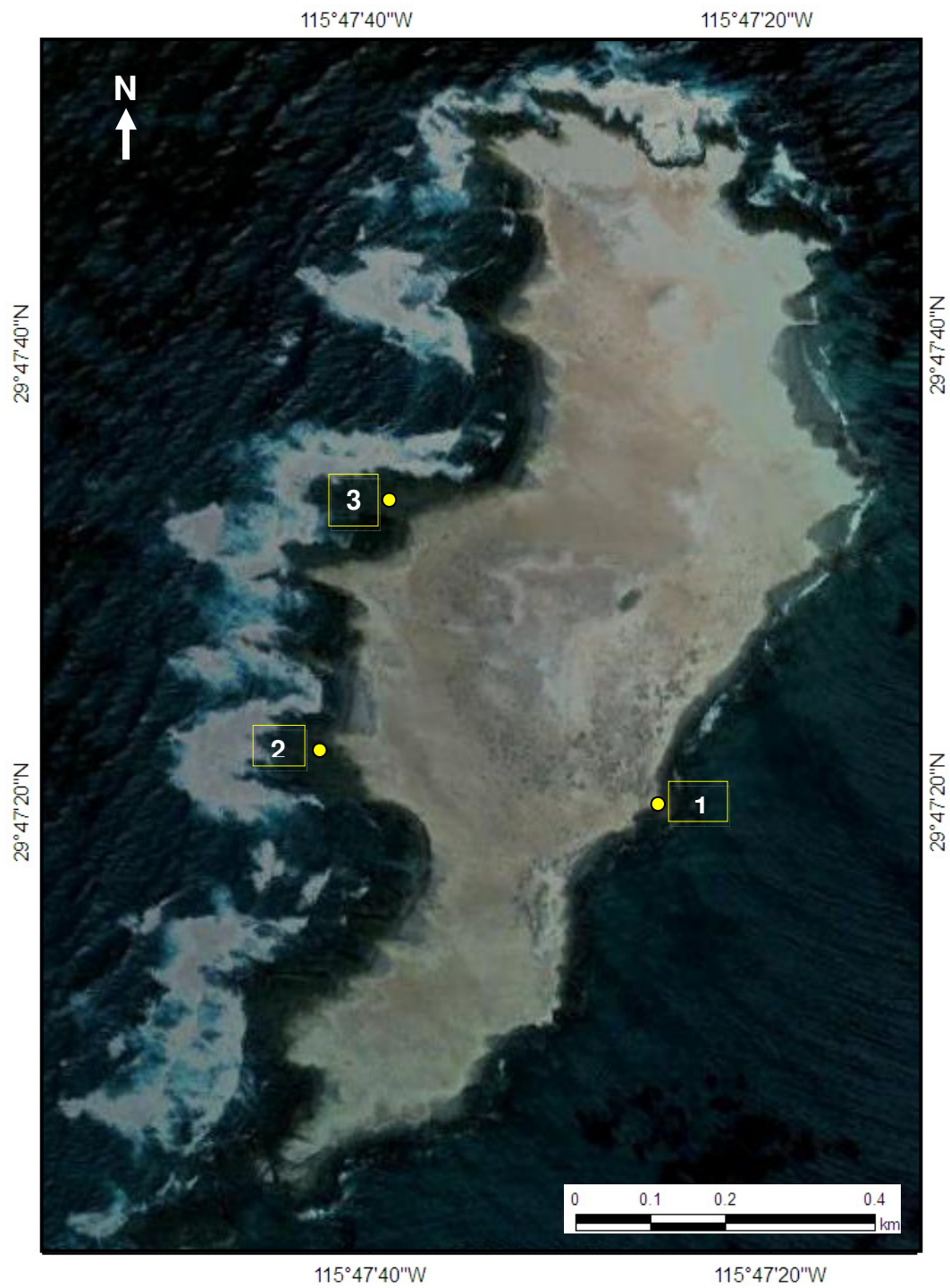


Figura 6. Isla San Jerónimo. Se indican los sitios de recolecta.

a) Sitio 1



b) Sitio 2



c) Sitio 3



Figura 7. Sitios de recolecta en la isla San Jerónimo.



Figura 8. Isla Guadalupe. Se indican los sitios de recolecta.

a) El Faro



b) Campo Oeste



c) Punta Sur



Figura 9. Sitios de recolecta en la isla Guadalupe.

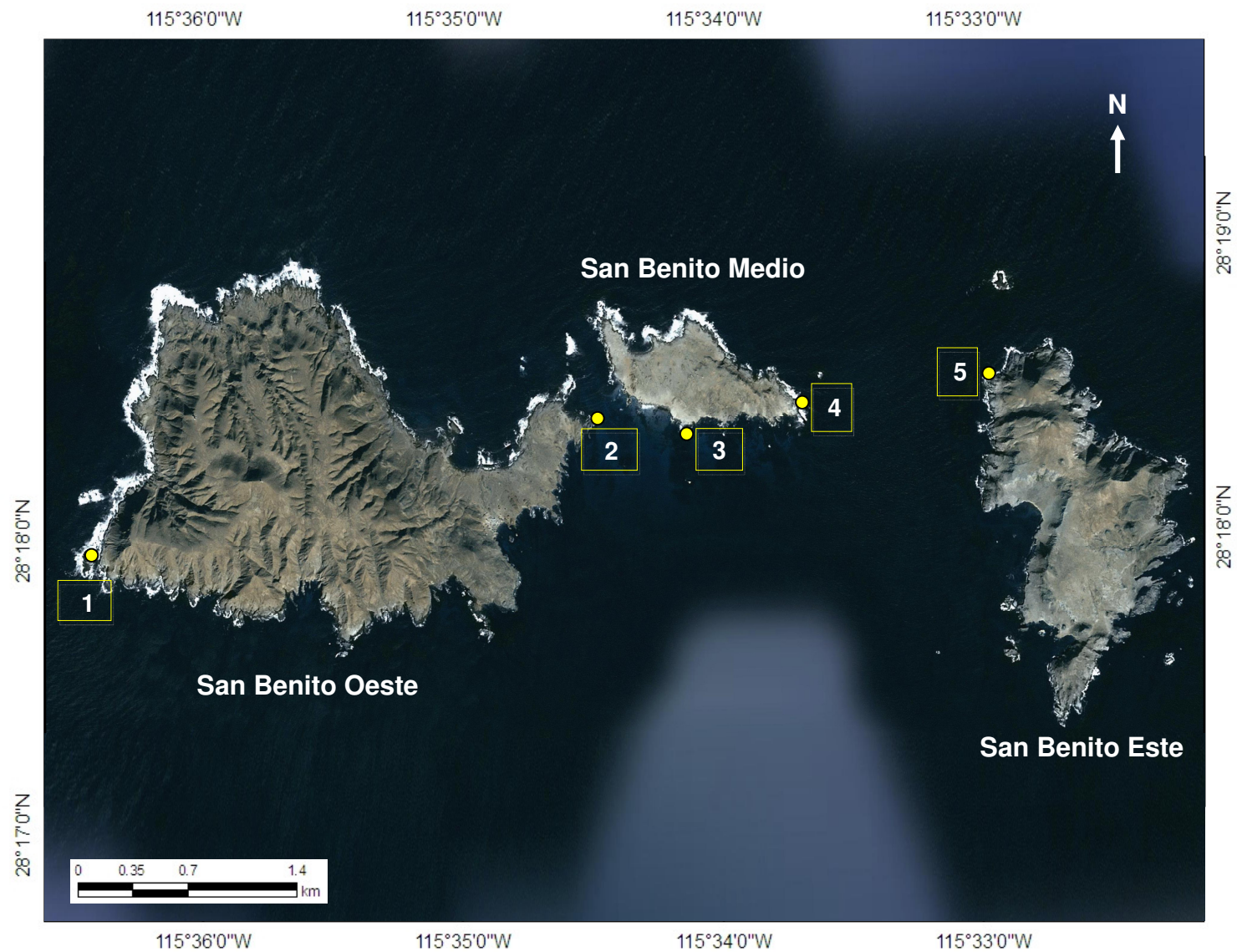


Figura 10. Islas San Benito. Se indican los sitios de recolecta.

a) Sitio 1



b) Sitio 2



c) Sitio 3



d) Sitio 4



e) Sitio 5



Figura 11. Sitios de recolecta en las islas San Benito.

3.2. Aspectos oceanográficos

Pacífico Nororiental

En el Pacífico Nororiental (PNO) se presentan dos sistemas de corrientes oceánicas: la Corriente de Alaska (CA) y el Sistema de la Corriente de California (SCC).

Corriente de Alaska. La corriente de Alaska (CA) se forma cuando el giro del Pacífico Norte se encuentra con la costa oeste de Norteamérica y se bifurca en la isla Vancouver para crear la corriente de Alaska al norte y la corriente de California al sur (Figura 12). La CA tiene un flujo relativamente débil ($5\text{-}15\text{ cm s}^{-1}$) que tiende a estar más concentrado a lo largo del margen continental en invierno que en verano. La salinidad superficial es muy constante a través del año, ($33\text{ - }33.8\%$) y la temperatura varía entre $4\text{ a }6\text{ }^{\circ}\text{C}$. La Corriente Costera de Alaska (CCA) presenta una circulación dominante cerca de la costa que se extiende más de $2,500\text{ km}$ a lo largo de la costa sur de Alaska y se identifica por su baja salinidad, la cual resulta de su gran entrada de agua dulce, y es una de las corrientes de mayor velocidad de entre $25\text{ a }175\text{ cm s}^{-1}$ (Weingartner 2007).

Sistema de la Corriente de California. El Sistema de la Corriente de California (SCC) es el segmento este del giro subtropical anticiclónico del Pacífico Norte, que transporta agua hacia el ecuador fuera de la costa oeste de los Estados Unidos y norte de México (Figura 12). El SCC es un sistema de surgencias costeras con una plataforma continental de estrecha a moderada y con un flujo hacia el ecuador generalmente ancho y difuso (Parrish *et al.* 1983). El SCC comprende tres grandes corrientes a lo largo de la costa: la Corriente de California (CC), la Contracorriente Costera Superficial (CCS) (conocida como corriente de Davidson) y la Contracorriente Subsuperficial (CCsS) (Hickey 1998). La CC es una corriente superficial ($0\text{-}300\text{ m}$ de profundidad) que transporta hacia el ecuador una masa de agua fría Subártica (ASA) con características en su origen de baja salinidad y altos contenidos de oxígeno disuelto y nutrientes, pero a medida que avanza en hacia el ecuador la temperatura y salinidad van incrementándose y disminuyen los nutrientes (Lynn y

Simpson 1987, Figura 14). La sección oceánica de la CC consiste en un flujo ancho (~1000km) y relativamente lento a lo largo del año (~10-30 cm/s) mientras que el flujo más cercano a la costa presenta grandes meandros, remolinos y contracorrientes estrechas hacia el polo. Bajo la CC se encuentra la CCsS, una corriente subsuperficial, estrecha (~10-40 km) y relativamente débil (~2-10 cm/s) que fluye hacia el polo por debajo de los 200 m de profundidad, siguiendo el talud continental desde la Península de Baja California al norte más allá del Río Columbia. Esta corriente transporta agua de temperatura, salinidad y contenido de nutrientes relativamente altos pero pobre en oxígeno denominada Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEsS) (Hickey 1979, Figura 13). Es usualmente más fuerte cerca de los 300 metros de profundidad y representa el principal ingreso de aguas ecuatoriales al sistema (Wooster y Jones 1970). La CCS es una corriente estacional relativamente débil (~5 cm/s), de alta salinidad que fluye hacia el polo en la superficie entre los meses de octubre y febrero sobre la plataforma desde Punta Concepción hasta la isla Vancouver (Reid *et al.* 1958, Hickey 1979, Durazo y Baumgartner 2002, Collins *et al.* 1996).

Pacífico Oriental Tropical

En el Pacífico Oriental Tropical (POT) se presentan cuatro corrientes superficiales: la Corriente Norecuatorial (CNE), la Corriente Surecuatorial (CSE), ambas paralelas y con sentido de circulación este-oeste, la Contracorriente Norecuatorial (CCNE) que fluye entre las anteriores pero en sentido contrario cerca de los 10° N y que al aproximarse hacia Centroamérica gira hacia al norte y alimenta la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR). Esta corriente fluye a lo largo de las costas centroamericana y mexicana hasta el extremo sur de la Península de Baja California. Allí, la CCCR también conocida como Corriente Mexicana, confluye con la CC y, en conjunto con ella, gira hacia el oeste en uno o más ramales para alimentar la CNE (Badán, 1997). Los cambios más notables en el patrón de circulación se registran estacionalmente y se pueden distinguir tres épocas del año, cada una caracterizada por intensidades y configuraciones diferentes de las corrientes (Wyrski 1965, 1966; Fiedler 1992). La primera, caracterizada por la dominancia de agua

típicamente tropical desde agosto a diciembre en que la CCNE está más desarrollada y alimenta a la CCCR, igualmente intensificada. La CC se desprende de la costa a los 25° N y alimenta a la CNE al norte de los 20°N. En enero, la CC se extiende más hacia el sur conforme la CCNE se va debilitando. El segundo período se extiende desde febrero hasta abril, en que la CCNE está prácticamente ausente al este de los 120° W y la CCCR está muy debilitada y la mayor parte del agua que fluye en la CNE la provee la CC. El tercer período, de mayo a julio, es un periodo de transición, en que la CC aún está bien desarrollada y contribuye en una fracción importante de la CNE pero se va debilitando hacia finales de julio a medida que la CNE se intensifica progresivamente.

Las principales masa de agua presentes en la región son: el Agua Superficial Tropical (AST), en el centro del POT a lo largo de los 10°N, es la de mayor temperatura y menor salinidad. Las aguas menos calientes y de alta salinidad (ASsT) se encuentran en el límite noroeste de esta región y en la parte sur está el Agua Ecuatorial Superficial (AES) que aparece como una franja de agua anómalamente fría extendiéndose hacia el oeste desde la costa del Perú y cuya salinidad es intermedia entre el ASsT y AST (Figura 13, Wyrtsky 1965, Wyrtsky 1966, Fiedler 1992).

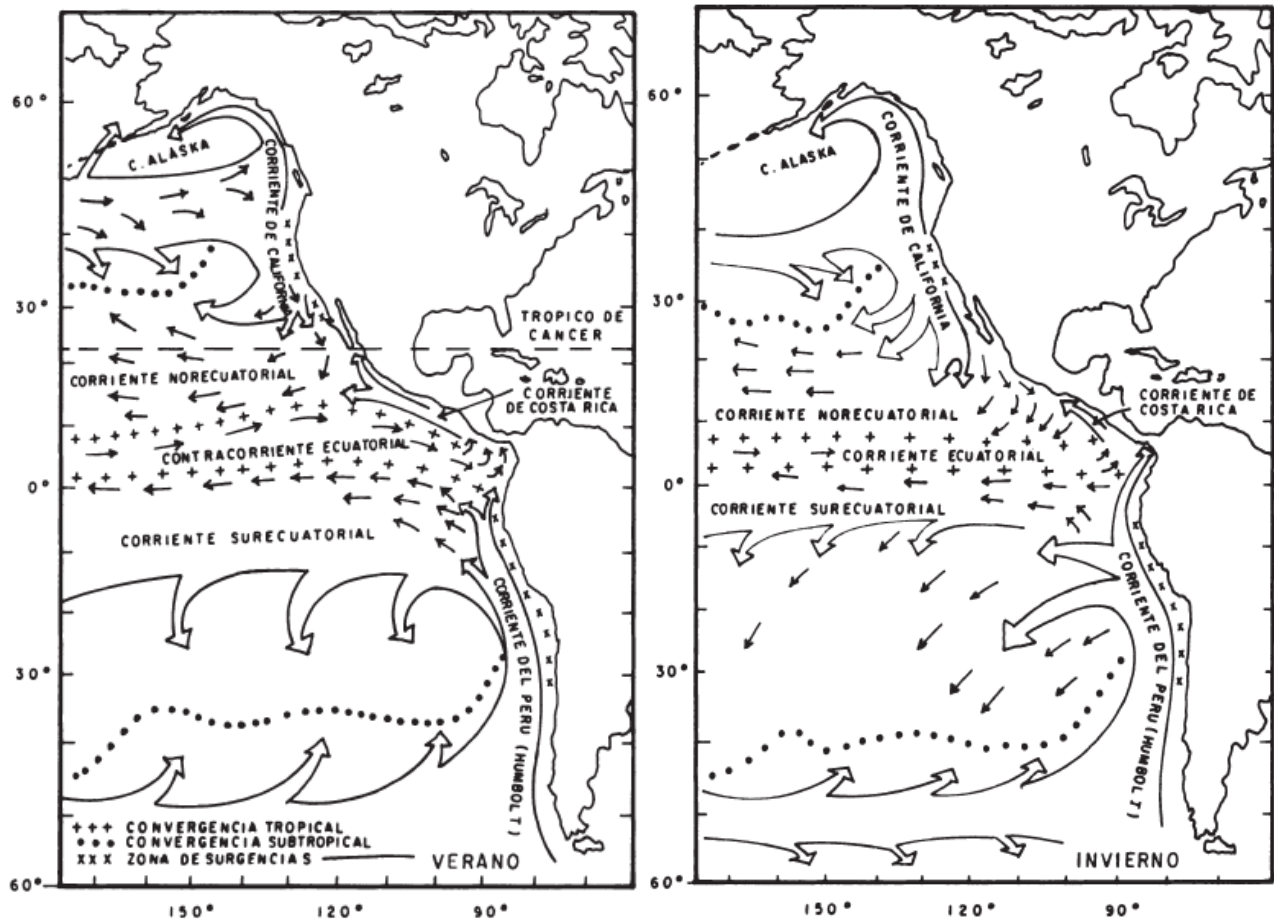


Figura 12. Patrón general de circulación superficial oceánica del Pacífico Oriental durante el verano (izquierda) e invierno (derecha) (Tomado de Correa y Rodríguez 1998).

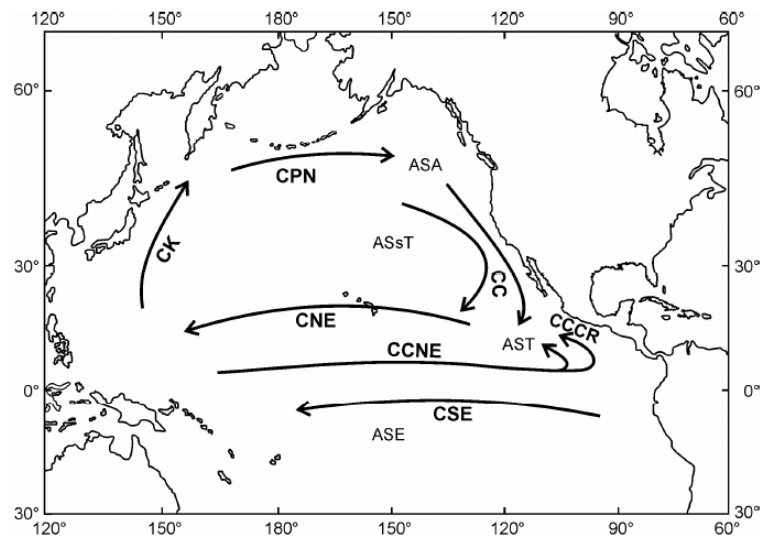


Figura 13. Masas de agua presentes en el Pacífico Nororiental y Pacífico Oriental Tropical. ASA) Agua Subártica; ASE) Agua Superficial Ecuatorial; ASsT) Agua Superficial Subtropical; AST) Agua Superficial Tropical (Tomado de Hereu-Romero 2006).

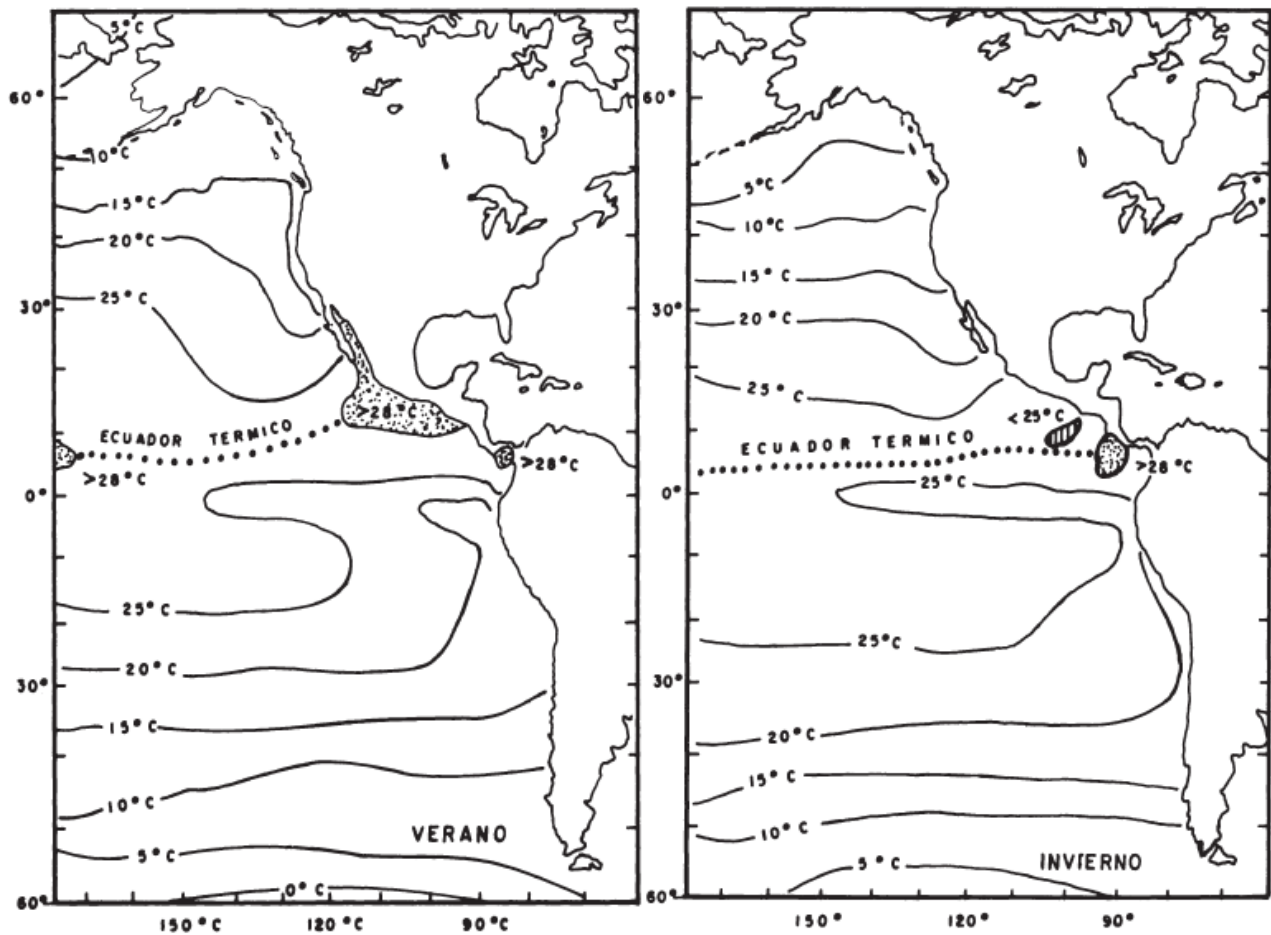


Figura 14. Isotermas de verano (izquierda) e invierno (derecha) en el Pacífico Oriental Americano (Tomado de Correa y Rodríguez 1998).

Características oceanográficas en el Pacífico de la Península de Baja California

La costa oeste de la Península de Baja California es dominada oceanográficamente por el flujo de norte a sur de la Corriente de California, aunque también está influenciada por las surgencias locales, la Contracorriente Subsuperficial y la extensión de la Contracorriente Ecuatorial (Morgan *et al.* 2005). Las propiedades del agua de la CC observadas frente a Baja California son generalmente atribuidas a la presencia de tres masas de agua: Agua Subártica del Pacífico (ASA), Agua Superficial Subtropical (ASsT) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEsS). Existe también la presencia de agua con propiedades que son transicionales entre el agua subártica y la ASsT y el Agua Superficial Tropical (AST) al sur (Roden 1971). El Agua Subártica del Pacífico entra al SCC en el norte alrededor de los 48°N y forma un núcleo de agua de baja temperatura y salinidad pero

altamente oxigenada, la cual es encontrada entre la superficie y los 100m de profundidad frente a California (Hickey 1979, Lynn 1986). El amplio flujo hacia el ecuador de ASA fuera de la costa gira hacia el oeste a 25° de latitud norte y entra a formar parte de la Corriente Norecuatorial (Reid *et al.* 1958). Frente a Baja California el ASA incrementa la temperatura y salinidad debido a la mezcla con aguas más cálidas y saladas a lo largo de su trayectoria hacia el ecuador (Durazo y Baumgartner 2002). El AEsS es una masa de agua subsuperficial cálida, salada, baja en oxígeno y con alta concentración de nutrientes que aflora al norte en la CCsS (Lynn y Simpson 1987). Esta masa de agua se extiende hacia el Este del Pacífico Tropical desde aproximadamente 10°S a 20°N y en profundidad desde la parte baja de la termoclina hasta los 800 m. El flujo hacia el norte de esta agua entra a CCsS entre las profundidades de 150 y 500 m en la región sur frente a Baja California (Reid *et al.* 1958). La región sur del SCC frente a Baja California es considerada como una zona de transición ecológica entre las aguas subtropicales del Pacífico Central y templado cálidas de la Corriente de California, en donde las especies del norte son reemplazadas por especies de aguas cálidas del Pacífico Central y Ecuatorial (Moser y Smith 1993; McGowan *et al.* 1996; Figuras 15 y 16).

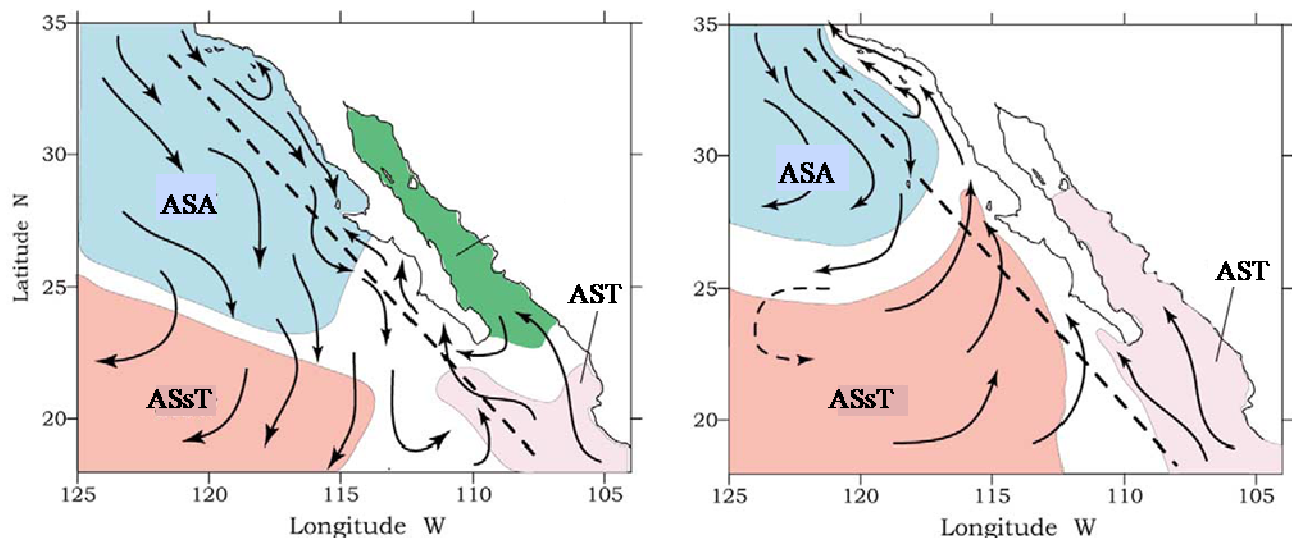


Figura 15. Masas de agua presentes en el Pacífico de la Península de Baja California en condiciones normales (izquierda) y en condiciones de El Niño (derecha). ASA) Agua Subártica, ASsT) Agua Superficial Subtropical, AST) Agua Superficial Tropical (Modificado de Durazo y Baumgartner 2002).

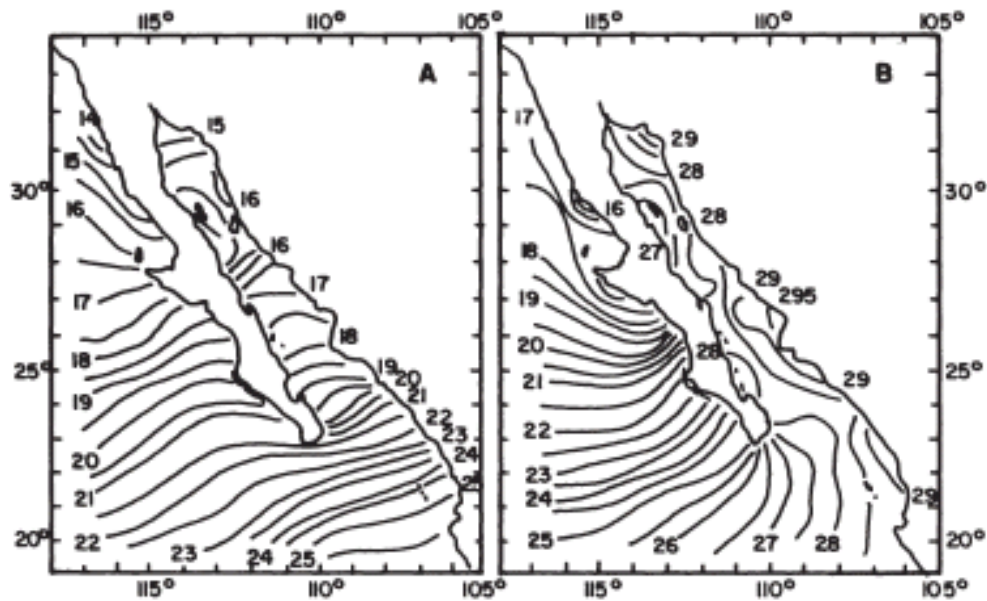


Figura 16. Temperaturas medias superficiales del mar en enero (A) y en julio (B) en el Pacífico de la Península de Baja California (Tomado de Correa y Rodríguez 1998).

Surgencias. La alta productividad en la costa del Pacífico de la Península de Baja California (PPBC) está relacionada con los procesos de surgencias costeras. Las surgencias son corrientes en sentido vertical ascendente altamente fluctuantes, que se originan por el desplazamiento de agua superficial inducido por la combinación del esfuerzo de los vientos predominantes que soplan paralelo a la costa y el efecto de la rotación de la Tierra. El volumen de agua desplazado es reemplazado por aguas subsuperficiales más frías y salinas, las cuales provienen de profundidades de 100 m, trayendo nutrientes a la capa superficial. En la PPBC el proceso de surgencia tiene una máxima intensidad de abril a junio. A lo largo de la costa de la península, la intensidad de las surgencias varían de acuerdo a la condiciones locales del viento y a la topografía del fondo (Zaytsev *et al.* 2003). Debido a estos eventos, en latitudes relativamente bajas y en determinadas épocas del año, la superficie muestra características de aguas septentrionales, encontrándose temperaturas que difieren tanto como 12°C y comúnmente 3 a 9°C. Estos parches reproducen ambientes fríos a templado-fríos los cuales representan eslabones sureños que son aprovechados por las especies de hábitats fríos para extender su distribución (Dawson 1960, Hubbs 1960, Stepien *et al.* 1991, Blanchette *et al.* 2008).

Fenómeno ENOS

Las corrientes del SCC cambian en intensidad a escalas estacionales e interanuales. La variabilidad interanual está fuertemente relacionada con los cambios en la circulación atmosférica de latitudes medias, asociada a eventos ENOS (El Niño/Oscilación del Sur y su contrapartida La Niña). El fenómeno ENOS resulta de la interacción en el Pacífico Oriental Tropical entre las capas superficiales del océano y la atmósfera. Los procesos físicos involucrados son complejos y determinan variaciones en el patrón de vientos y lluvias, en la profundidad de la termoclina, así como en la circulación y movimiento de las masas de agua más superficiales (Philander 1999). De esta forma, el sistema oscila entre lo que se conoce como condiciones cálidas (El Niño) y condiciones neutras o frías (La Niña) con una periodicidad entre 3 a 8 años (Chavez *et al.* 1999). La señal del ENOS se genera en el Pacífico ecuatorial central, pero se propaga hacia la costa afectando primero el POT, y luego hacia los polos, afectando a la Corriente de Humboldt y la Corriente de California en los hemisferios sur y norte, respectivamente. Al noreste del Pacífico el fenómeno se presenta en forma más atenuada y con un cierto retraso (Fiedler 1992).

Durante El Niño los vientos Alisios se debilitan o se revierten desapareciendo de esta manera, el principal forzamiento que produce la surgencia ecuatorial. Este debilitamiento de los vientos origina a su vez ondas Kelvin que se propagan en el océano de oeste a este a alta velocidad. En consecuencia, la profundidad de la termoclina se modifica, haciéndose más somera al oeste del Pacífico Ecuatorial mientras que se hace más profunda hacia el este. Ligado a esto hay una elevación del nivel del mar en la zona costera de la CC (Huyer y Smith 1985, Philander 1990, Murphree y Reynolds 1995). Al hundirse la termoclina la temperatura aumenta en la capa superficial, por lo que las surgencias durante este fenómeno transportan hacia la superficie agua cálida y con baja concentración de nutrientes. Esto resulta en anomalías positivas de la temperatura superficial del mar típicas de la fase cálida del ENOS (Picaut *et al.* 1996).

Durante la fase fría o La Niña, hay un regreso a las condiciones normales, pero con una fuerza acentuada de los vientos del Este, aumentando también el contraste de temperatura superficial entre las regiones este y oeste del Pacífico. La pendiente de la termoclina ecuatorial se incrementa, de manera que concentra agua más caliente al oeste y acarrea aguas más frías a la superficie en la parte este frente a las costas de América (McPhaden 2002, Sheinbaum 2003).

4. METODOLOGÍA

4.1. Recopilación de la información

La información taxonómica sobre las especies de macroinvertebrados epibénticos del intermareal rocoso y su distribución geográfica proceden de cuatro tipos de fuentes: 1) de la recolecta de especies en campo, 2) de la revisión del material en las colecciones científicas de invertebrados marinos del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California, EE.UU., 3) de la consulta de las bases de datos electrónicas de otras colecciones científicas de museos en EE.UU. y de instituciones de México y 4) de la recopilación exhaustiva de la literatura donde se mencionaran registros de invertebrados para las islas.

4.1.1. Recolecta de las especies

Se recolectaron especímenes de los grupos taxonómicos de los macroinvertebrados más conspicuos del intermareal rocoso tales como Cnidaria (Anthozoa), Polychaeta, Mollusca (Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora), Crustacea (Decapoda, Cirripedia) y Equinodermata (Asteroidea, Echinoidea, Ophiuroidea), en diferentes sitios alrededor de las islas Coronado Sur (Figura 2), Todos Santos Sur y Todos Santos Norte (Figura 5), San Jerónimo (Figura 7), Guadalupe (Figura 8), San Benito Oeste, San Benito Medio y San Benito Este (Figura 11), en el periodo comprendido desde septiembre del 2008 hasta abril del 2009. Las recolectas se efectuaron durante los periodos de marea más baja de acuerdo a la predicción de mareas obtenidas con el programa MAR 8.0.1 (González 2009), considerando el nivel medio del mar (nmm), y

principalmente en sitios con plataforma rocosa, accesibles por tierra y con una extensión o amplitud del intermareal mínimo de 5 m. Así mismo donde era posible, se levantaban las rocas con el fin de revisar y fotografiar, y en su caso, recolectar el material biológico ahí presente; una vez hecho esto se colocaba la roca en su posición original. Los ejemplares recolectados fueron depositados en frascos de plástico con alcohol al 96% o 70% y se rotularon con los datos siguientes: nombre de la especie, localidad (con coordenadas geográficas), tipo de ambiente, fecha y hora de recolecta, nombre del colector y número de recolecta, método de recolecta y hábitat. El método de recolecta fue no destructivo, por lo que se enfocó sólo en las especies epibénticas y reconocibles a simple vista. La recolecta se hizo manualmente para aquellas especies de fácil desprendimiento del sustrato; en el caso de aquellas que se adhieren fuertemente a las rocas como son quitones y lapas, se aplicó xilocaína al 5% como anestésico. Se obtuvieron entre 3 y 6 individuos por especie.

Los especímenes recolectados en campo se identificaron a nivel de especie con ayuda de claves taxonómicas contenidas en libros especializados que incluyen a todos los grupos taxonómicos (Morris *et al.* 1980; Kozloff 1996, Carlton 2007) o sólo a un grupo en particular: gasterópodos (Keen 1971, McLean 1978), bivalvos (Coan *et al.* 2000), poliplacóforos (Kaas y van Belle 1985a, 1985b, 1987, 1994) y decápodos (Garth 1958, Haig 1968, Hendrickx 1997). El material procesado e identificado pasará a formar parte de la Colección Científica de Referencia de Invertebrados del Instituto de Investigación Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California.

4.1.2. Revisión del material de colecciones científicas

Se realizó una estancia en el Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California, EE.UU., del 14 de enero al 13 de febrero de 2009 con el objetivo de corroborar aquellas especies que se recolectaron en campo y registrar aquellas depositadas en las colecciones pero no recolectadas u observadas en las islas. Lo anterior se hizo con el fin de tener lo más completo posible el inventario de las especies. El museo alberga una importante colección de invertebrados

marinos, tanto de la costa del Pacífico como del Golfo de California adyacentes a la Península de Baja California, además de incluir las colecciones de invertebrados marinos de la Fundación Allan Hancock. Durante la estancia se revisaron las colecciones de moluscos (gasterópodos, bivalvos, poliplacóforos), de crustáceos (decápodos, cirripedios) y de equinodermos (asteroideos, equinoideos, holotúridos, ofiúridos), y se tomaron fotografías de especímenes de las distintas especies. Se obtuvo una base de datos con todos los datos disponibles en las etiquetas de los distintos especímenes, como son nombre científico, número de catálogo, sitio de colecta, profundidad, hábitat, fecha de colecta, colector y expedición. Los registros se restringieron a las especies encontradas en el intermareal rocoso. Los registros de las colecciones permitieron obtener información importante de moluscos y algunos otros grupos para las islas Cedros y San Martín, en las cuales no fue posible realizar trabajo de campo.

4.1.3. Consulta de las bases de datos electrónicas.

Además de la revisión de las colecciones científicas de los museos, se realizó la consulta de las colecciones científicas de invertebrados marinos contenidas en las bases de datos en formato electrónico que han sido publicadas en internet por los siguientes museos e instituciones: 1) CAS California Academy of Sciences (<http://research.calacademy.org/izg/collections>); 2) USNM National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (<http://collections.nmnh.si.edu/search/iz/>), 3) SMNH Santa Barbara Museum of Natural History (<http://www.sbcollections.org>), y 4) MCZ Museum of Comparative Zoology, Harvard University (<http://collections.mcz.harvard.edu/Invertebrate>). Se consultó también los catálogos de invertebrados marinos del Instituto de Oceanografía Scripps (SIO) (<http://collections.ucsd.edu/bi>), y se solicitó a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) la base de datos de los museos nacionales que albergaran información sobre invertebrados de las islas de la costa oeste de Baja California (OfDTAP/292/2009, www.conabio.gob.mx), encontrando información para las islas en los siguientes museos: 1) MHN-UABC Museo de Historia Natural de la Universidad Autónoma de Baja

California Sur, La Paz; y 2) COMA Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Distrito Federal. Sólo se consideraron los registros en la zona del intermareal rocoso.

4.1.4. Revisión de literatura científica especializada

La información sobre la distribución geográfica de las especies existentes en las islas del Pacífico del estado de Baja California fue obtenida mediante una investigación bibliográfica retrospectiva del material publicado entre 2009 y 1904. Se examinó en este orden para evitar la duplicación de datos a causa de la sinonimia de las especies. La búsqueda de los registros se realizó en los bancos de información especializados tales como el Zoological Records comprendido entre los años 1904 – 2009; en el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) y en la Universidad Nacional Autónoma de México (JSTOR, ScienceDirect, Interscience, Springer), ambas localizadas en la ciudad de Ensenada, B.C. Además, se revisaron los trabajos de tesis de licenciatura de la Facultad de Ciencias Marinas, Facultad de Ciencias, así como del posgrado de Oceanografía Costera de la UABC y de Ecología Marina del CICESE que han sido presentadas hasta la fecha y que mencionan el registro de especies de invertebrados del intermareal rocoso en las islas del Pacífico del estado de Baja California.

4.2. Análisis de los datos.

4.2.1. Clasificación y composición taxonómica

Para la clasificación taxonómica de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico Bajacaliforniano, se procuró apearse a los autores que respetaran en lo posible el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN 1999). De acuerdo a este criterio conservador, para la clasificación de los cnidarios se adoptó la propuesta por Daly *et al.* (2007), la de Rouse y Fauchald (1997) para poliquetos, la de De Grave *et al.* (2009) y Ng *et al.* (2008) para decápodos, la de Martin y Davis (2001) para balanos e isópodos, la de

Bouchet y Rocroi (2005) para gastrópodos, la de Coan *et al.* (2000) para bivalvos, la de Sirenko (2006) para chitones, la de Clark (1996) para asteroideos, la de Pearse y Mooi (2007) para echinoideos y la de Hendler (2007) para ofiuroides.

Las especies de macroinvertebrados registradas en las islas se analizaron en relación a los grupos taxonómicos y a las fuentes de información de donde se obtuvieron los registros, tanto en conjunto como de forma individual para las islas del Pacífico Bajacaliforniano. Las especies se tabularon frente a las columnas de cada grupo taxonómico y de cada fuente de información (recolecta en campo, colecciones científicas, literatura). Una vez situadas cada una en el grupo correspondiente, se contabilizó el número para cada uno y las cantidades absolutas fueron transformadas en cantidades relativas.

4.2.2. Patrones de distribución geográfica

Se elaboró una base de datos con todas las especies registradas en las colecciones científicas, publicadas y recolectadas hasta la fecha; para cada una de las especies se hizo énfasis en obtener información sobre su límite más septentrional y meridional, así como el número de registros existentes y el estadio de desarrollo del organismo recolectado. La base de datos con toda la información geográfica existente podrá ser próximamente consultada en <http://sites.google.com/site/cimiiouabc/home>.

Para identificar la existencia de patrones biogeográficos de los macroinvertebrados del intermareal rocoso en el Pacífico Oriental y realizar el análisis de esos patrones en el área de las islas, así como también el grado de similitud entre ellas, se consideró la distribución y la amplitud geográfica reportada en la literatura y en la bibliografía especializada. Las áreas dentro del intervalo de distribución de las especies, en las cuales se mencionara estadios tempranos de desarrollo y no adultos maduros sexualmente, no fueron consideradas para definir los patrones biogeográficos. La razón de esto último es porque los juveniles aún no se reproducen y, dado que todas las especies

tienden a extender sus áreas de distribución, es común encontrar especies que van más allá de sus límites naturales, pero sólo los adultos ovígeros en etapa reproductiva son los que han probado que es posible que la especie exista en ese lugar (Gaston 2003).

Los límites de distribución obtenidos de literatura especializada para cada especie, estuvieron en su mayoría demarcados por una localidad, pero en algunos casos el límite sur estuvo indicado de manera muy general como hasta el centro o hasta el sur de la Península de Baja California. En estos casos, el centro de la Península se consideró a los 28°N y el sur a los 24.5°N con base en las latitudes donde se ha evidenciado que existen cambios faunísticos importantes (Briggs 1974, Hubbs 1960, Garth 1960).

Debido a que los invertebrados que se estudiaron en la presente investigación son bentónicos, se adoptó la clasificación de provincias biogeográficas de Correa y Rodríguez (1998; Figura 17), la cual es una modificación e integración de las propuestas por Ekman (1953), de Briggs (1974) y Vermeij (1978). Vermeij (1978) propone una clasificación sencilla de Provincias en función de las isothermas superficiales del océano. En su clasificación el Pacífico Oriental queda dividido en las siguientes provincias, y dentro de ellas se incluyen las provincias zoogeográficas propuestas por Ekman (1953) y Briggs (1974):

Provincia Templado Frío del Pacífico Nororiental. Incluye a Siberia, norte de Japón, y de las islas Aleutianas a Puget Sound, Washington y también el área de transición entre Puget Sound a Point Conception, California. De acuerdo a Ekman (1953) y Briggs (1974) esta región se divide en dos provincias: la provincia Oregoniana al sur, la cual abarca desde Point Conception, California a el área de transición entre Puget Sound, Washington a Dixon Entrance, Canadá; y la provincia Aleutiana al norte, con su límite septentrional ubicado en la isla Nunivak, Alaska.

Provincia Templado Cálido del Pacífico Nororiental. Comprende desde Point Conception, California a Bahía Magdalena, Baja California Sur. Esta región es la denominada provincia Californiana (Ekman 1953, Briggs 1974).

Provincia Tropical del Pacífico Oriental. Abarca desde Bahía Magdalena, B.C.S. y el Golfo de California hasta el norte de Perú. Incluye las islas Revillagigedo, Clipperton, Cocos y Galápagos. Las provincias Mexicana, Cortesiana, Panámica y Galápagos entran en esta clasificación (Ekman 1953, Briggs 1974). El límite norte de la provincia Mexicana está marcado por Bahía Magdalena, B.S.C., La Paz, B.C.S. y Topolobampo, Sinaloa, y el límite sur en la Bahía Tangola-Tangola, Oaxaca. La provincia Cortesiana incluye al Golfo de California con un límite sur en Topolobampo, Sinaloa. La provincia Panámica se extiende desde la Bahía Tangola-Tangola, Oaxaca al Golfo de Guayaquil, Perú. Las islas Galápagos son consideradas una provincia debido al alto grado de endemismo de su fauna marina.

Provincia Templado Cálido del Pacífico Suroriental. Esta provincia incluye desde el norte de Perú a la parte central de Chile. Corresponde a la Provincia Peruana que abarca desde el Golfo de Guayaquil, Perú hasta el norte de la isla Chiloé, Chile (Ekman 1953, Briggs 1974).

Provincia Templada Frío de Sudamérica. Corresponde a la región desde el sur de la isla Chiloé, Chile hasta la mayor parte de la costa de Argentina. Esta región corresponde a la Provincia de Magallánica con delimitación en la punta norte de la isla Chiloé en la costa oeste y en la boca del Río de la Plata en la costa este de Sudamérica (Briggs 1974).

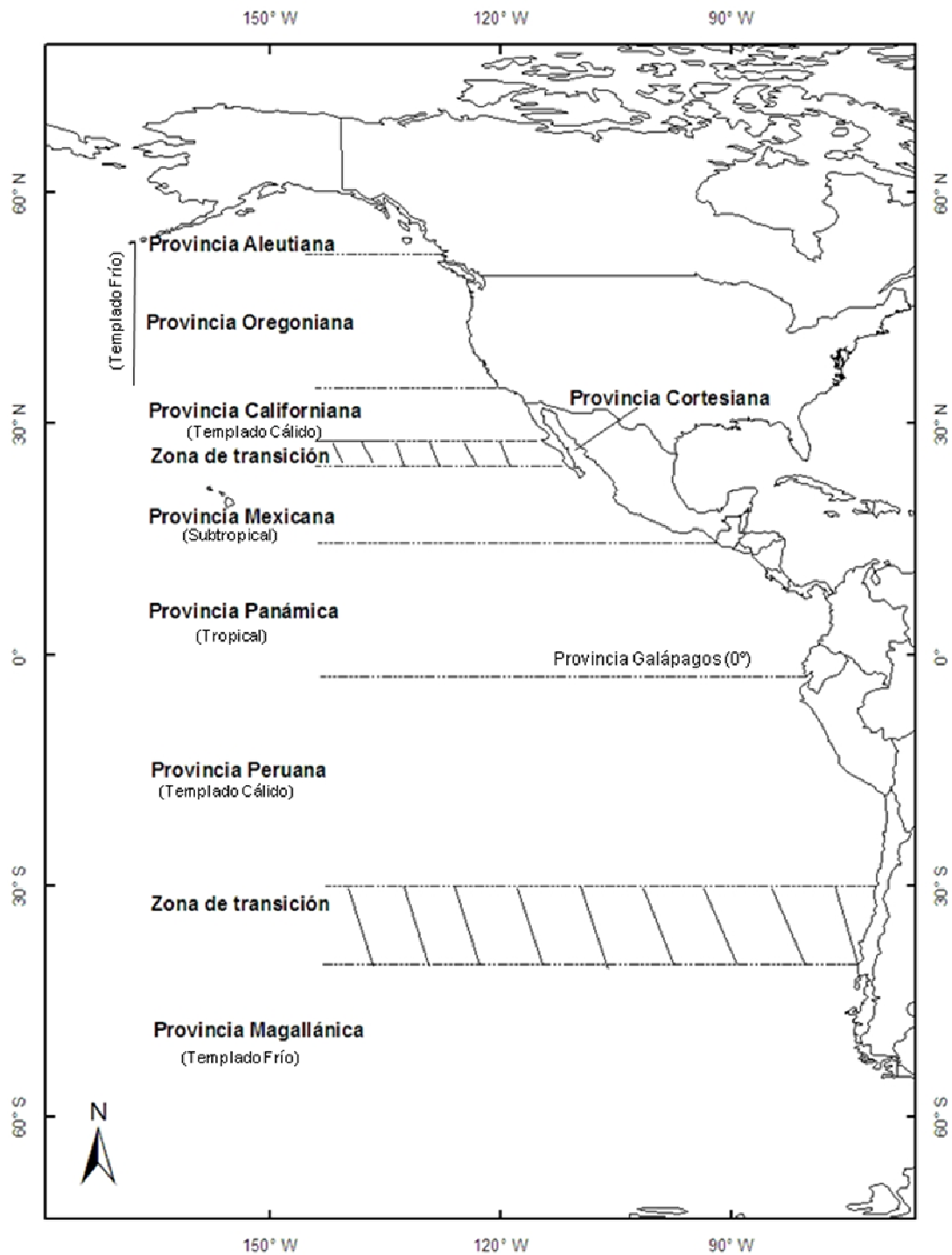


Figura 17. Regiones biogeográficas del Pacífico Oriental (Modificado de Correa y Rodríguez 1998).

Para definir la provincia a la que pertenece cada una de las especies de acuerdo a los dos esquemas de clasificación: 1) Vermeij (1978) y 2) de Ekman (1953) y Briggs (1974), se consideró los extremos de sus límites de distribución y su amplitud geográfica, así como las temperaturas superficiales y el tipo de corrientes superficiales. Para determinar el tipo de agua al que pertenecen las especies (templado frías, templado cálidas, subtropicales o tropicales), se hizo con base en las provincias que abarcan más de la mitad de la amplitud geográfica de las especies. Por ejemplo, si una especie se distribuye desde las islas Aleutianas, Alaska hasta Baja California, México, más de la mitad de su distribución abarca aguas templado frías (Figura 17), por lo que se le define como una especie de aguas templado frías. En algunas especies fue difícil determinar el tipo de agua al que pertenecen con base únicamente en su amplitud geográfica; para estos casos se consideró además, información del estado reproductivo, la temporada reproductiva, la batimetría, la asociación con otras especies y/o la distribución de las otras especies emparentadas a nivel de género. De esta forma, al conocer a que tipo de agua se relacionan las especies es posible identificar a que otras áreas están incursionando. Cabe aclarar que no para todas las especies se encontró toda esta información, por lo que existe la posibilidad de que, conforme se tenga un mayor conocimiento, pueda cambiar la asignación del grupo biogeográfico, así como al tipo de agua a la que pertenecen.

Una vez que se identificó el tipo de agua al que pertenece y las provincias a las que incursiona cada especie, se definieron los patrones de distribución geográfica, en las islas en conjunto y de manera individual. Posteriormente, se contabilizó el número de especies y se obtuvo el porcentaje de cada grupo. Después, se agruparon las especies y se determinó su porcentaje en función de su procedencia (templado frío, templado cálido, subtropical y tropical).

4.2.3. Similitud en la composición de especies entre islas

Previo a la determinación del grado de similitud de la composición de especies entre las islas, se realizó una revisión y un filtro de la información de la base de datos utilizada para identificar los patrones de distribución geográfica, con el fin de elegir para el análisis de similitud a las especies con la información más completa. Se excluyó aquellas especies con una amplitud geográfica extensa que presentaron un solo registro, así como aquellas en las cuales se indicaban estadios tempranos de desarrollo y no adultos maduros sexualmente, por las razones que fueron explicadas con anterioridad. Algunas especies no presentaron un registro continuo en el área de estudio, en estos casos se prefirió realizar el análisis con la base de datos original y no extrapolar su presencia de acuerdo a sus puntos extremos de ocurrencia, con el fin de evitar sobrestimar la verdadera área de distribución (Brown *et al.* 1996). Así también, con base en que se ha identificado una distribución discontinua de faunas de aguas frías y cálidas a lo largo de la costa oeste de la Península de Baja California (Garth 1960, Hubbs 1960, Blanchette *et al.* 2008). Después de este filtro de información, los registros de las especies se compilaron como una matriz de ausencia presencia para determinar el grado de similitud en la composición de especies entre las islas.

En las medidas de asociación que se utilizan en los estudios de ecología y biogeografía, existen coeficientes simétricos y asimétricos; los primeros tratan a los ceros y los no ceros de la misma manera y los últimos ignoran los dobles ceros y por lo tanto, se enfocan en la presencias en conjunto. Los doble ceros se refieren a la situación en la cual existen muchos ceros en dos hileras de datos (Legendre y Legendre 1998). La manera en que los coeficientes de similitud manejan el problema del doble cero es un aspecto importante, ya que de acuerdo a la teoría del nicho de Hutchinson (1957), las especies tienen preferencias ecológicas, lo cual significa que se pueden encontrar en sitios donde las condiciones son apropiadas para vivir, la distribución de una especie tiene de este modo un valor óptimo. Si la especie está presente en dos sitios, esto es un indicador de la similitud de estos sitios, pero si la especie está ausente en dos sitios, esto puede ser debido a que los dos sitios están arriba del valor óptimo del nicho para esa especie, o ambos sitios están

debajo, o un sitio está arriba y el otro sitio debajo de ese valor. No se puede decir cuál de las dos circunstancias es la correcta. Por eso es preferible abstenerse de obtener conclusiones de la ausencia de dos especies en dos sitios. En términos numéricos esto significa no considerar los doubles ceros cuando se calcula la similitud o los coeficientes de distancia con datos de presencia-ausencia.

El índice asimétrico mejor conocido es el de Jaccard, llamado coeficiente de la comunidad (Legendre y Legendre 1983). Este índice ha sido ampliamente utilizado en la taxonomía, ecología y biogeografía (Clifford y Stephenson 1975, Legendre y Legendre 1998) y es considerado uno de los coeficientes más recomendables (Jason y Vegelius 1981), el cual considera la proporción entre localidades donde ambas especies se encontraron y el número total de localidades, donde al final una de ellas se encontró:

$$S = \frac{a}{(a + b + c)}$$

Donde:

a= número de especies presentes en ambas muestras.

b= número de especies presentes en la muestra 1 pero ausentes en la muestra 2.

c= número de especies ausentes en la muestra 1 pero presentes en la muestra 2.

Con los coeficientes de similitud se llevó a cabo el análisis de agrupamiento “cluster”, utilizando el método jerárquico con ligamiento agrupado promedio (UPGMA). Para el dendograma generado en el análisis de cluster, se realizó la prueba SIMPROF, utilizando 10000 permutaciones, con el fin de indicar las agrupaciones con diferencias significativas a un nivel de 0.1%. Se utilizó el programa PRIMER 6 para realizar estos análisis (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research, Clarke y Gorley 2006).

5. RESULTADOS

5.1. Composición taxonómica y nomenclatura de las especies

En el presente estudio se registró un total de 126 especies de macroinvertebrados epibénticos del intermareal rocoso en las islas del Pacífico del estado de Baja California. Las especies están incluidas en 91 géneros, 65 familias, 27 órdenes/clados, 11 clases y 5 phyla (Tabla I). El phylum Mollusca fue el grupo con mayor número de especies registradas (87 especies, 69%), destacando los gastrópodos con 64 especies (50.8%) y los poliplacóforos con 16 especies (12.7%). El phylum Arthropoda le siguió en importancia con 21 especies (16.6%), siendo los decápodos el grupo con el más alto número de especies (16 especies, 12.7%). El phylum Echinodermata fue el tercer grupo con mayor número de especies (14 especies, 11.1%), presentado cada una de sus clases un número similar de especies: asteroideos 5 especies, ofiuroides 4 especies, equinoideos 4 especies y holothuroideos 1 especie (Tabla I, Figura 18). El género con mayor número de representantes fue *Lottia* con 9 especies, seguido por *Tegula* y *Pugettia* cada uno con 5 y 4 especies respectivamente (Tabla I). Es importante mencionar que los phyla Polychaeta y Cnidaria están subrepresentados debido al tipo de método de recolecta utilizado en este trabajo.

En el proceso de identificación y la designación del nombre de estas especies, el principal problema con que se enfrentó fue la inestabilidad en la nomenclatura de algunos grupos taxonómicos, principalmente los gastrópodos.

Tabla I. Listado sistemático de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	<i>Anthopleura elegantissima</i> (Brant, 1835) <i>Anthopleura xanthogrammica</i> (Brandt, 1835)
Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Cirratulidae	<i>Dodecaceria</i> sp.
			Sabellariidae	<i>Phragmatopoma californica</i> (Fewkes, 1889)
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Epialtidae	<i>Epialtoides hiltoni</i> (Rathbun, 1923) <i>Pugettia dalli</i> Rathbun, 1893 <i>Pugettia hubbsi</i> Garth, 1958 <i>Pugettia producta</i> (Randall, 1840) <i>Pugettia richii</i> Dana, 1851 <i>Taliepus nuttallii</i> (Randall, 1840)
			Grapsidae	<i>Pachygrapsus crassipes</i> Randall, 1840 <i>Grapsus grapsus</i> (Linnaeus, 1758)
			Paguridae	<i>Pagurus samuelis</i> (Stimpson, 1857) <i>Pagurus hirsutiusculus venturensis</i> Coffin, 1957
			Porcellanidae	<i>Pachycheles rudis</i> Stimpson, 1859 <i>Petrolisthes cabrilloi</i> Glassell, 1945 <i>Petrolisthes manimaculis</i> Glassell, 1945
			Xanthidae	<i>Cycloxanthops novemdentatus</i> (Lockington, 1877) <i>Lophopanopeus leucomanus leucomanus</i> (Lockington, 1877) <i>Paraxanthias taylori</i> (Stimpson, 1860)
		Isopoda	Ligiidae	<i>Ligia occidentalis</i> Dana, 1853
	Maxillopoda	Sessilia	Balanidae	<i>Balanus glandula</i> Darwin, 1854
			Chthamalidae	<i>Chthamalus fissus</i> Darwin, 1854
			Pollicipedidae	<i>Pollicipes polymerus</i> Sowerby, 1833
			Tetraclitidae	<i>Tetraclita rubescens</i> Darwin, 1854
Mollusca	Gastropoda	Patellogastropoda	Lottiidae	<i>Lottia asmi</i> (Middendorff, 1847) <i>Lottia conus</i> (Test, 1945) <i>Lottia digitalis</i> (Rathke, 1833)

Tabla I. Continuación ...

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Mollusca	Gastropoda	Patellogastropoda	Lottiidae	<i>Lottia fenestrata</i> (Reeve, 1855)
				<i>Lottia gigantea</i> Sowerby, 1834
				<i>Lottia insessa</i> (Hinds, 1842)
				<i>Lottia limatula</i> (Carpenter, 1864)
				<i>Lottia pelta</i> (Rathke, 1833)
				<i>Lottia scabra</i> (Gould, 1846)
		Vetigastropoda	Fissurellidae	<i>Fissurella volcano</i> Reeve, 1849
				<i>Megathura crenulata</i> (Sowerby, 1825)
			Haliotidae	<i>Haliotis cracherodii</i> Leach, 1814
			Trochidae	<i>Tegula eiseni</i> (Jordan, 1936)
				<i>Tegula aureotincta</i> (Forbes, 1852)
				<i>Tegula funebris</i> (Adams, 1855)
				<i>Tegula gallina</i> (Forbes, 1852)
				<i>Tegula regina</i> (Stearns, 1892)
				<i>Norrisia norrisi</i> (Sowerby, 1838)
			Turbinidae	<i>Homalopoma baculum</i> (Carpenter, 1864)
				<i>Homalopoma luridum</i> (Dall, 1885)
				<i>Astraea undosa</i> (Wood, 1829)
		Cycloneritimorpha	Neritidae	<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i> Lamarck, 1822
		Littorinimorpha	Calyptraeidae	<i>Crepidula onyx</i> Sowerby, 1824
				<i>Crepidatella lingulata</i> (Gould, 1846)
			Cypraeidae	<i>Cypraea spadicea</i> Swainson, 1823
				<i>Epitonium tinctum</i> (Carpenter, 1864)
			Epitoniidae	<i>Opalia funiculata</i> (Carpenter, 1857)
				<i>Hipponix antiquatus</i> (Linnaeus 1767)
			Hipponicidae	<i>Hipponix tumens</i> Carpenter, 1864
				<i>Littorina aspera</i> Phillipi, 1846
			Littorinidae	

Tabla I. Continuación ...

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littorina keenae</i> Rosewater, 1978
				<i>Littorina scutulata</i> Gould, 1849
			Triviidae	<i>Trivia solandri</i> (Sowerby, 1832)
		Neogastropoda	Vermetidae	<i>Petalochonchus montereyensis</i> Dall, 1919
				<i>Serpulorbis squamigerus</i> (Carpenter, 1857)
			Buccinidae	<i>Kelletia kelletii</i> (Forbes, 1852)
				<i>Macron aethiops</i> (Reeve, 1847)
				<i>Macron lividus</i> (Adams, 1855)
			Columbellidae	<i>Amphissa versicolor</i> Dall, 1871
				<i>Columbella aureomexicana</i> (Howard, 1963)
	Cephalaspidea	Aplysiomorpha	Conidae	<i>Conus californicus</i> Reeve, 1844
			Fasciariidae	<i>Fusinus luteopictus</i> (Dall, 1877)
			Marginellidae	<i>Volvarina taeniolata</i> Mörch, 1860
			Muricidae	<i>Acanthina paucilirata</i> (Stearns, 1871)
				<i>Acanthina punctulata</i> (Sowerby, 1825)
				<i>Ceratostoma nuttalli</i> (Conrad, 1837)
				<i>Mexacanthina lugubris</i> (Sowerby, 1822)
				<i>Ocenebra gracillima</i> Stearns, 1871
				<i>Thais biserialis</i> (Blainville, 1832)
				<i>Pseudomelatomia penicillata</i> (Carpenter, 1864)
			Turridae	<i>Navanax inermis</i> Cooper, 1863
			Aglajidae	<i>Haminoea virescens</i> (Sowerby, 1833)
			Haminoeidae	
			Aplysiidae	<i>Aplysia californica</i> Cooper, 1863
				<i>Aplysia vaccaria</i> Winkler, 1955
	Nudipleura	Pleurobranchidae		<i>Berthella stellata</i> (Risso, 1826)
				<i>Berthellina engeli</i> (Gardiner, 1936)
				<i>Pleurobranchus areolatus</i> (Mörch, 1863)
	Euctenidiacea		Chromodorididae	<i>Chromodoris norrisi</i> Farmer, 1963
			Polyceridae	<i>Laila cockerelli</i> McFarland, 1905
	Cladobranchia		Aeolidiidae	<i>Aeolidiella chromosoma</i> (Cockerell y Eliot, 1905)

Tabla I. Continuación ...

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Mollusca	Gastropoda	Cladobranchia	Aeolidiidae	<i>Anteaeolidiella indica</i> Bergh, 1888 <i>Spurilla neapolitana</i> (Delle Chiaje, 1841)
			Facelinidae	<i>Anetarca armata</i> Gosliner, 1991
			Tritoniidae	<i>Tritonia myrakeenae</i> Bertsch y Mozqueira, 1986
	Bivalvia	Arcoida	Arcidae	<i>Acar bailyi</i> (Bartsch, 1931)
			Mytilidae	<i>Brachidontes adamsianus</i> (Dunker, 1857) <i>Mytilus californianus</i> Conrad, 1837 <i>Septifer bifurcatus</i> (Conrad, 1837)
		Mytiloida		<i>Glans carpenteri</i> (Lamy, 1922) <i>Pseudochama exogyra</i> (Conrad, 1837)
	Polyplacophora	Veneroida	Semelidae	<i>Semele rupicola</i> Dall, 1915
			Carditidae	<i>Oldroydia percrassa</i> (Dall, 1894)
			Chamidae	<i>Lepidozona guadalupensis</i> Ferreira, 1978 <i>Lepidozona mertensii</i> (Middendorff, 1847) <i>Lepidozona pectinulata</i> (Carpenter en Pilsbry, 1893) <i>Stenoplax conspicua</i> (Pilsbry, 1892) <i>Stenoplax corrugata</i> (Carpenter en Pilsbry, 1892) <i>Stenoplax magdalenensis</i> (Hinds, 1845)
		Lepidopleurida	Protochitonidae	<i>Callistochiton asthenes</i> (Berry, 1919) <i>Callistochiton leei</i> Ferreira, 1979
			Ischnochitonidae	<i>Chaetopleura gemma</i> Dall, 1879 <i>Chaetopleura lanuginosa</i> (Dall, 1879)
		Chitonida		<i>Nuttallina californica</i> (Reeve, 1847) <i>Nuttallina fluxa</i> (Carpenter, 1864) <i>Lepidochitona hartwegii</i> (Carpenter, 1855)
			Callistoplacidae	<i>Mopalia muscosa</i> (Gould, 1846) <i>Mopalia ciliata</i> (Sowerby, 1840)
			Chaetopleuridae	<i>Astrometis sertulifera</i> (Xantus, 1860) <i>Pisaster ochraceus</i> (Brandt, 1835)
			Tonicellidae	
			Mopaliidae	
Echinodermata	Asteroidea	Forcipulatida	Asteriidae	

Tabla I. Continuación ...

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Echinodermata	Asteroidea	Forcipulatida	Asteriidae	<i>Pisaster giganteus</i> (Stimpson, 1857)
		Valvatida	Asterinidae	<i>Patiria miniata</i> (Brandt, 1835)
			Ophidiasteridae	<i>Linckia columbiae</i> Gray, 1840
	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	<i>Ophiopteris papillosa</i> (Lyman, 1875)
			Ophiodermatidae	<i>Ophioderma panamense</i> Lütken, 1859
			Ophiolepididae	<i>Ophioplocus esmarki</i> Lyman, 1874
			Ophionereididae	<i>Ophionereis annulata</i> (Le Conte, 1851)
	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	<i>Arbacia incisa</i> (Agassiz, 1863)
			Diadematidae	<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)
		Echinoida	Strongylocentrotidae	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i> (Agassiz, 1863)
		Echinoida	Strongylocentrotidae	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)
	Holothuroidea	Aspidochirotida	Holothuriidae	<i>Holothuria (Vaneyothuria) zaca</i> f. <i>iota</i> Deichman, 1937

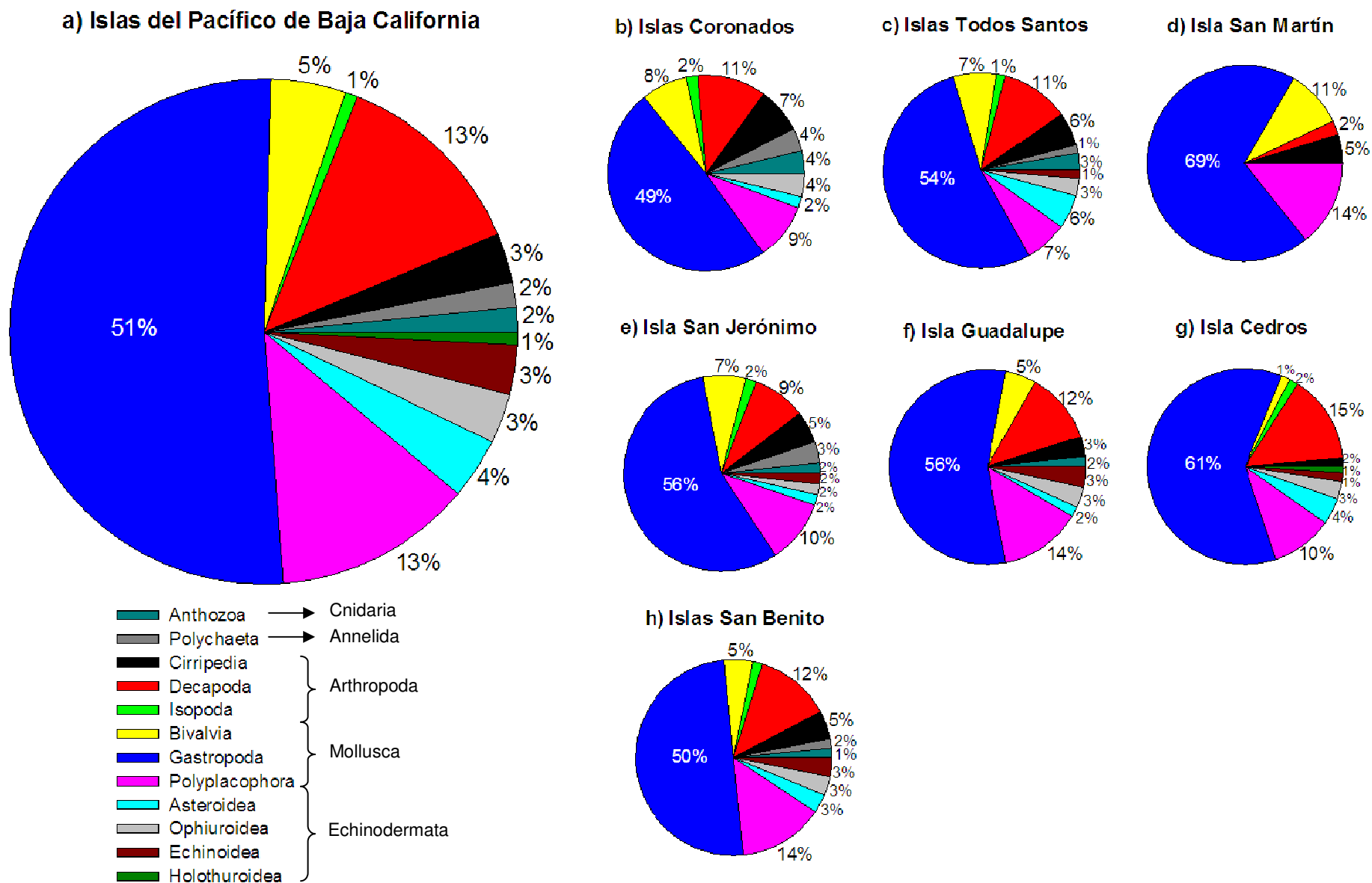


Figura 18. Porcentaje relativo del número de especies por grupo taxonómico de los macroinvertebrados registrados en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

El patrón de distribución de los diferentes grupos taxonómicos observados en conjunto para todas las islas, se repite de igual forma para cada una de las islas. Es así, que los moluscos presentan el porcentaje más alto de especies en todas las islas, desde el 66% en las islas Coronado hasta el 94% en la isla San Martín, siendo el grupo de los gastrópodos el más sobresaliente con más del 49% en todas las islas. Sin embargo, no todos los grupos taxonómicos se encuentran representados en todas las islas; por ejemplo, en la isla San Martín los registros corresponden únicamente a especies del Phyla Mollusca, dos especies de cirripedios y dos especies de decápodos. Para la isla Coronados no se obtuvieron registros de ofiuroideos, así como en la isla Guadalupe no se obtuvieron registros de isópodos y poliquetos, y en la isla Cedros de poliquetos (Figura 18).

5.2. Nuevos registros y ampliaciones de registros

A partir de la base generada por la revisión en literatura especializada, en colecciones científicas de museos y del trabajo de campo, se reportan 14 especies (11%) como nuevos registros para todas las islas, esto es, las especies que no han sido reportadas en literatura ni en museos y que se registraron en campo (Tabla II). Los registros en literatura corresponden principalmente a las islas Guadalupe (33 especies, 61.6%) y Cedros (26 especies, 38.8%), contrastando sustancialmente con las islas Coronado, San Jerónimo y San Benito que representan sólo el 5% de sus registros (Figura 19). En las islas Coronado, Todos Santos y San Jerónimo los nuevos registros representan más del 50% de las especies totales registradas. De manera particular, la mayoría de los registros de las islas Todos Santos y San Jerónimo provienen de las recolectas en campo realizadas en este estudio (88.7% y 85.7 % respectivamente). Las colecciones científicas de los museos, principalmente del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, Estados Unidos, aportaron la mayoría de los registros para las islas San Martín (67.3%) y Cedros (82.1%), donde no fue posible realizar trabajo de campo (Figura 19, Tabla II).

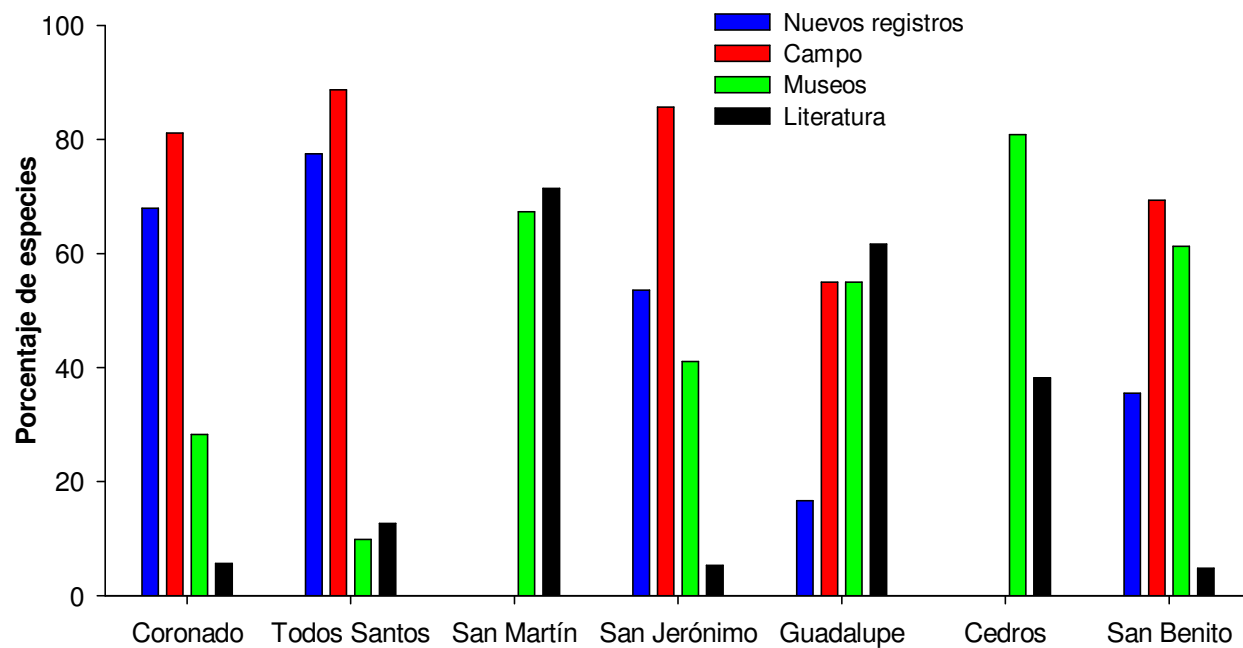


Figura 19. Porcentaje relativo de las especies por fuente de información de los macroinvertebrados del intermareal rocoso registrados en las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Se indican las especies que son nuevos registros, las registradas en campo, en las colecciones científicas de museos y en literatura.

Tabla II. Fuentes de información de los registros de las especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Se indica el grupo taxonómico al que pertenecen. **X:** Indica registro en campo.

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Anthozoa	<i>Anthopleura elegantissima</i>	X	X		X	X	25	X
	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	X	X					
Polychaeta	<i>Dodecaceria sp.</i>	X	X		X			X
	<i>Phragmatopoma californica</i>	X			X			
Decapoda	<i>Cycloxanthops novemdentatus</i>		3	17, 19		10, 17, 19		
	<i>Epialtoides hiltoni</i>					LACM	LACM	LACM
	<i>Grapsus grapsus</i>					4,18	11, 18	
	<i>Lophopanopeus leucomanus leucomanus</i>		3					
	<i>Pachycheles rudis</i>				X		LACM	
	<i>Pachygrapsus crassipes</i>	X	X, 3	SIO	X	X, CAS, LACM, SIO, 18	LACM	X, LACM, SIO
	<i>Pagurus hirsutiusculus venturensis</i>		3					
	<i>Pagurus samuelis</i>	X	X, 1		X	X	USNM	X
	<i>Paraxanthias taylori</i>		3			SIO	LACM	X
	<i>Petrolisthes cabrilloi</i>		1					
	<i>Petrolisthes manimaculis</i>						LACM	
	<i>Pugettia dalli</i>	LACM			10		LACM	10
	<i>Pugettia hubbsi</i>					LACM, 10		
	<i>Pugettia producta</i>	SIO	X, 3				LACM	10
	<i>Pugettia richii</i>	LACM	3		LACM			
	<i>Taliepus nuttallii</i>	LACM				LACM	10	LACM
Isopoda	<i>Ligia occidentalis</i>	X			X		USNM	
Cirripedia	<i>Balanus glandula</i>	X	X					
	<i>Chthamalus fissus</i>	X	X	USNM	X	X		X

Tabla II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Cirripedia	<i>Pollicipes polymerus</i>	X	X		X			CAS
	<i>Tetraclita rubescens</i>	X	X	USNM	X	X, CAS	USNM	X, CAS
Gastropoda	<i>Acanthina paucilirata</i>	USNM				16	SBMNH, 15	
	<i>Acanthina punctulata</i>	SBMNH	X		X			
	<i>Amphissa versicolor</i>	X	X	15, 22	X			
	<i>Anetarca armata</i>						MNH-UABCS, 20	
	<i>Anteaeolidiella indica</i>						MHN-UABCS, 20	
	<i>Aplysia californica</i>	X	X		X	X		
	<i>Aplysia vaccaria</i>						MHN-UABCS, 20	
	<i>Berthella stellata</i>						MHN-UABCS, 20	
	<i>Berthellina engeli</i>						MHN-UABCS, 20	
	<i>Ceratostoma nuttalli</i>	X	X	SBMNH	X, SBMNH	X, SBMNH, SIO, 6		X
	<i>Chromodoris norrisi</i>						MNH-UABCS, 20	
	<i>Columbella aureomexicana</i>						14	X
	<i>Conus californicus</i>	X, SBMNH	X	LACM, USNM, SBMNH, 23	X, LACM, SBMNH	X, CAS, SIO, 6	LACM, USNM, SBMNH	X, LACM, USNM
	<i>Crepidula onyx</i>			23	LACM		LACM	
	<i>Crepidatella lingulata</i>			LACM, 23	LACM	6		
	<i>Cypraea spadicea</i>		X	23	X	6	USNM, 15	X
	<i>Epitonium tinctum</i>	X	X	23				X
	<i>Fissurella volcano</i>	X, CAS	X	LACM, 23	X, CAS, LACM	X, LACM, 6, 22	LACM	X, LACM
	<i>Fusinus luteopictus</i>		X	23	15			
	<i>Haliotis cracherodii</i>	LACM, SBMNH	LACM	LACM, SBMNH, 22	LACM, SBMNH	X, LACM, SBMNH, SIO, 12, 22	LACM, USNM, SBMNH	LACM, SBMNH
	<i>Haminoea virescens</i>							X
	<i>Hipponix antiquatus</i>		X	LACM	X	X		X, LACM

Tabla II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Gastropoda	<i>Hipponix tumens</i>	LACM	X, LACM	LACM	X, LACM	LACM, 6	LACM	X, LACM
	<i>Homalopoma baculum</i>	CAS, LACM, 15						
	<i>Homalopoma luridum</i>		X	LACM, 23	15	X, LACM, 6		
	<i>Kelletia kelletii</i>		X					
	<i>Mexacanthina lugubris</i>	X	X	LACM, 23	X, LACM	X, LACM, 6	CAS, LACM, MCZ	X, LACM, SIO
	<i>Laila cockerelli</i>	MNH-UABCS, 20						
	<i>Littorina aspera</i>						LACM	X, LACM
	<i>Littorina keenae</i>	X, LACM	X, USNM	LACM, USNM, SBMNH, 23	X, LACM, SBMNH	X, LACM, USNM, SBMNH, SIO, 6, 21	LACM, MCZ, USNM, SBMNH	X, LACM, USNM
	<i>Littorina scutulata</i>	X, LACM	X	LACM, USNM, 23	X	X, 16	24	X
	<i>Lottia asmi</i>				X		24	
	<i>Lottia conus</i>			LACM		16	LACM	LACM
	<i>Lottia digitalis</i>	X	X	23	X	X, SIO, 6, 22		X
	<i>Lottia fenestrata</i>					16	LACM	
	<i>Lottia gigantea</i>	X	X	LACM, 23	X, CAS, LACM	X, LACM, SIO, 6, 22	LACM, COMA	X, LACM
	<i>Lottia insessa</i>	X	X	LACM, 23				
	<i>Lottia limatula</i>	X	X	LACM, 23	X, LACM	X, LACM, SIO, 6	LACM	X, LACM
	<i>Lottia pelta</i>	X	X		X	X, 6		
	<i>Lottia scabra</i>	X	X	LACM, 23	X, CAS, LACM	X, LACM, SIO, 6		X
	<i>Macron aethiops</i>						CAS	X
	<i>Macron lividus</i>	X	X	LACM, 23	X, LACM		LACM	X, LACM
	<i>Astraea undosa</i>			LACM, 23	X, LACM	X, LACM, 6	LACM	X, LACM
	<i>Megathura crenulata</i>		X	LACM		X, LACM, 6		
	<i>Navanax inermis</i>		X			X	CAS	

Tabla II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Gastropoda	<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i>							X
	<i>Norrisia norrisi</i>		X	LACM, 23	X, LACM	LACM, SIO, 6, 22	LACM	X, LACM
	<i>Ocenebra gracillima</i>		X					
	<i>Opalia funiculata</i>	X	X			X		
	<i>Petalochonchus montereyensis</i>			15		X, 16		
	<i>Pleurobranchus areolatus</i>						MNH-UABCS, 20	
	<i>Pseudomelastoma penicillata</i>		LACM		X, LACM		LACM	X, LACM
	<i>Serpulorbis squamigerus</i>	X	X		X			X
	<i>Spurilla neapolitana</i>						MNH-UABCS, 20	
	<i>Tegula aureotincta</i>		X		X, LACM		LACM	X, LACM
	<i>Tegula eiseni</i>	X	X, LACM		X, LACM		LACM	X, LACM
	<i>Tegula funebris</i>	X	X	LACM, 23	X, LACM		LACM	
	<i>Tegula gallina</i>	X	X	CAS, LACM	X, CAS, LACM	X, LACM, SIO, 6, 22	LACM	X, CAS, USNM
	<i>Tegula regina</i>		X			X, 6, 22		
	<i>Thais (Stramonita) biserialis</i>						14	
	<i>Tritonia myrakeenae</i>						2	
	<i>Trivia solandri</i>	LACM				LACM, 6	LACM	X
	<i>Volvarina taeniolata</i>		X			24	24	X
	<i>Aeolidiella chromosoma</i>						MNH-UABCS, 20	
Bivalvia	<i>Acar bailyi</i>					6		X
	<i>Glans carpenteri</i>		X	23		6		
	<i>Mytilus californianus</i>	X, 21	X	23	X		21, 25	
	<i>Pseudochama exogyra</i>	X	X	23	X			

Tabla II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Bivalvia	<i>Semele rupicola</i>			LACM				LACM
	<i>Septifer bifurcatus</i>	X	X	LACM, 23	X	X	24	X
	<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	X		X	X		X
Polyplacophora	<i>Callistochiton asthenes</i>	9				CAS	9	
	<i>Callistochiton leei</i>					CAS, 9		
	<i>Chaetopleura gemma</i>							LACM
	<i>Chaetopleura lanuginosa</i>			LACM				LACM
	<i>Lepidochitona hartwegii</i>	X	X	LACM, 23	X, LACM	X, CAS	CAS, LACM	X, CAS, LACM
	<i>Lepidozona guadalupensis</i>					8		
	<i>Lepidozona mertensii</i>			23			LACM	
	<i>Lepidozona pectinulata</i>			CAS, LACM	LACM		LACM	LACM
	<i>Mopalia ciliata</i>		X					
	<i>Mopalia muscosa</i>	X	X	LACM, 23	X			
	<i>Nuttallina californica</i>	X, LACM	X, LACM	LACM		LACM, 6	LACM	LACM
	<i>Nuttallina fluxa</i>	X	X, CAS		X	X, CAS		X, CAS
	<i>Oldroydia percrassa</i>							CAS, 13
	<i>Stenoplax conspicua</i>			23	X			X, LACM
	<i>Stenoplax magdalenensis</i>			23			LACM	X, CAS, LACM
	<i>Stenoplax corrugata</i>			12		CAS		
Asteroidea	<i>Astrometis sertulifera</i>						LACM	
	<i>Linckia columbiae</i>		X			X		X
	<i>Pisaster giganteus</i>		X					
	<i>Pisaster ochraceus</i>	X	X		X		LACM	
Echinoidea	<i>Arbacia incisa</i>							CAS

Tabla II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
Echinoidea	<i>Centrostephanus coronatus</i>					CAS, LACM		
	<i>Patiria miniata</i>		X				LACM	CAS, SIO
	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>	X	X				LACM, USNM, 5	
	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	X, LACM, 5	X		X		LACM, USNM, 5	SIO
Ophiuroidea	<i>Ophioderma panamense</i>					LACM		LACM
	<i>Ophionereis annulata</i>		X			X, LACM		
	<i>Ophioplocus esmarki</i>		X					LACM, SIO
	<i>Ophiopteris papillosa</i>				X	LACM		
Holothuroidea	<i>Holothuria (Vaneyothuria) zacae</i> forma <i>iota</i>					7	7	
Especies totales= 126		53	71	49	56	60	67	62

Clave de museo: CAS) California Academy of Sciences, San Francisco; COMA) Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Distrito Federal; LACM) Los Angeles Natural History Museum, Los Angeles; MCZ) Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachussets; MHN-UABCS) Museo de Historia Natural de la Universidad de Baja California Sur, La Paz.; SBMNH) Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara; SIO) Scripps Institution of Oceanography, San Diego; USNM) National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington.

Referencias: 1) Alonso-Alemán 1988, 2) Bertsch y Mozqueira 1986, 3) Bonfil-Sanders 1983, 4) Brusca 1980, 5) Caso 1978, 6) Chace 1958, 7) Deichmann 1937, 8) Ferreira 1978, 9) Ferreira 1979, 10) Garth 1958, 11) Garth 1960, 12) Geiger 1999, 13) Kass y van Belle 1985, 14) Keen 1971, 15) McLean 1978, 16) Mendoza-León 1985, 17) Rathbun 1904, 18) Rathbun 1918, 19) Rathbun 1930, 20) Sánchez-Ortiz 1999, 21) Soot-Ryen, 1955, 22) Strong y Hanna 1930, 23) Strong 1937, 24) Téllez-Duarte, 1988, 25) Comentarios personales Francisco Correa Sandoval.

5.3. Patrones de distribución geográfica de las especies en el Pacífico Oriental

De acuerdo a la distribución latitudinal y a la amplitud geográfica de las especies de macroinvertebrados reportados en la presente investigación, se observan la formación de catorce grupos biogeográficos de acuerdo a la clasificación de Vermeij (1978) (Tabla III, Figura 20). En el esquema sólo aparecen las especies con una distribución restringida al Pacífico Oriental.

GRUPO I. *Especies de Aguas Templado Frías del Pacífico Nororiental con influencia de Agua del Ártico con incursión a Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo está formado por 20 especies (5.6%), que se distribuyen desde el Mar de Bering, Alaska o Canadá (60°N-52°N), hasta el norte, centro o sur de la costa oeste de la Península de Baja California (29°N-23°N). Estas especies de acuerdo con Ekman (1953) y Briggs (1974) se distribuyen en las provincias Aleutiana, Oregoniana y Californiana.

GRUPO II. *Especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental con incursión en Aguas Templado Frías del Pacífico Nororiental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo lo conforma sólo el mejillón *Mytilus californianus*, que aunque comparte la distribución del Grupo I, es una especie de origen templado cálido, debido a que en su límite norte es afectado por las temperaturas bajas (Ramírez-Gutiérrez 2005). Se distribuye también en las provincias Aleutiana, Oregoniana y Californiana (Ekman 1953, Briggs 1974).

GRUPO III. *Especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental con incursión en Aguas Templada Frías del Pacífico Nororiental y Aguas Subtropicales* (Tabla III, Figura 20). La estrella *Patiria miniata* es la única especie que forma parte de este grupo, la cual se distribuye desde Alaska al Golfo de California, intervalo geográfico que incluye a las provincias Aleutiana, Oregoniana, Californiana, el norte de la Mexicana y la Cortesiana (Ekman 1953, Briggs 1974).

GRUPO IV. *Especies de Aguas Templado Frías del Pacífico Nororiental con incursión en Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo incluye a 14 especies, cuyo límite septentrional se localiza entre los 49 y 42°N y su límite meridional en el sur de la costa oeste de la Península de Baja California. Estas especies de acuerdo a la clasificación de Ekman (1953) y Briggs (1974), se ubican dentro de las provincias Oregoniana y Californiana.

GRUPO V. *Especies de Aguas Tropicales con incursión a Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental y a Templado Cálidas y Templado Frías del Pacífico Nororiental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo está conformado por tres especies: las estrellas de mar *Linckia columbiae* y *Astrometis sertulifera* y el gastrópodo *Hipponix antiquatus*, que de acuerdo a Ekman (1953) y Briggs (1974) se distribuyen en las provincias Oregoniana, Californiana, Mexicana, Cortesiana, Panámica y Galápagos.

GRUPO VI. *Especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental.* Este grupo contiene el número mayor de especies con un total de 47 (Tabla III, Figura 20). Estas especies se distribuyen en lo que corresponde a la reconocida provincia Californiana (Ekman 1953, Briggs 1974), su límite septentrional se ubica entre los 39 y 33°N y su límite meridional entre los 28 y 23 °N. Los moluscos *Callistochiton asthenes* y *Tegula regina* son especies para las cuales la mayoría de sus registros han sido en islas. Para algunas especies la amplitud geográfica reportada es muy restringida, tal es el caso de *Ocenebra gracillima*, *Lophopanopeus leucomanus leucomanus*, *Pagurus hirsutiusculus venturensis* y *Stenoplax corrugata* que resentan una amplitud geográfica menor a 5° de latitud.

GRUPO VII. *Especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental con una distribución disyunta en el Golfo de California* (Tabla III, Figura 20). El quitón *Oldroydia percrassa* conforma a este grupo, que presenta una distribución continua desde la Bahía Monterey, California hasta las islas San Benito, B.C.S. y un registro en el Canal Salsipuedes, al norte del Golfo de California.

GRUPO VIII. *Especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental con incursión a Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo incluye a siete especies, de éstas los nudibranquios *Aplysia vaccaria* y *Navanax inermis* y el isópodo *Ligia occidentalis* se distribuyen desde los 38-37°N hasta el sur de la costa oeste de la Península de Baja California y a lo largo de todo el Golfo de California, llegando también *L. occidentalis* hasta la parte media del Pacífico Tropical Mexicano. El balano *Chthmalus fissus* y el cangrejo *Petrolisthes cabrilloi* presentan prácticamente la misma distribución que las tres especies anteriores, excepto que sólo incursionan hasta el sur del Golfo de California. Para el holotúrido *Holothuria zaca* forma *iota* y el quitón *Stenoplax magdalenensis* su límite norte se localiza en la costa oeste de la Península de Baja California, el primero en la isla Guadalupe y el segundo en la Bahía San Quintín, B.C. Este grupo de acuerdo a lo señalado por Ekman (1953) y Briggs (1974), se distribuye en las provincias Californiana, Mexicana y Cortesiana.

GRUPO IX. *Especies de Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental con incursión a Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental y a Aguas Tropicales del Pacífico Oriental* (Tabla III, Figura 20). El grupo está integrado por 10 especies representadas por 4 gastrópodos, dos bivalvos, dos erizos y dos ofiuros, las cuales presentan un ámbito geográfico amplio, que abarca desde los 24.7° (*Tritonia myrakeenae*) hasta los 35.4° (*Ophioderma panamense*) de latitud. Estas especies se distribuyen en las provincias Californiana, Mexicana, Cortesiana y Panámica (Ekman 1953, Briggs 1974).

GRUPO X. *Especies de Aguas Tropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental, Templadas Cálidas del Pacífico Nororiental y Templadas Cálidas del Pacífico Sudoriental* (Tabla III, Figura 20). Este grupo lo conforma el gastrópodo *Crepidula onyx*, cuya distribución abarca desde el Sur de California (31°N) hasta Chile (35°N), y siguiendo la clasificación de Ekman (1953) y Briggs (1974), esta especie se distribuye en las provincias Californiana, Mexicana, Cortesiana, Panámica, Galápagos y Peruana.

GRUPO XI. *Especies de Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Templadas Cálidas del Pacífico Nororiental* (Tabla III, Figura 20). El grupo incluye a *Columbella aureomexicana* que se distribuye a lo largo del Golfo de California y a través de la costa oeste del sur de la Península de Baja California. De acuerdo a la clasificación de Briggs (1974) y Ekman (1953), esta especie se distribuye en las provincias Cortesiana y norte de la Mexicana.

GRUPO XII. *Especies de Aguas Tropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental y con influencia de la Corriente de California* (Tabla III, Figura 20). En este grupo se incluyen las especies de gastrópodos *Chromodoris norrisi*, *Littorina aspera* y *Nerita scabricosta*, que se localizan desde el sur de la costa oeste de la Península de Baja California, a través del Golfo de California y hasta Costa Rica o Ecuador. Según la clasificación de Ekman (1953) y Briggs (1974), estas especies se distribuyen en las provincias Mexicana, Cortesiana y Panámica.

GRUPO XIII. *Especies de Aguas Tropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental, Templadas Cálidas del Pacífico Sudoriental* (Tabla III, Figura 20). El gastrópodo *Thais planospira* conforma este grupo, el cual se distribuye desde la isla Cedros, ubicada al sur del Pacífico Bajacaliforniano, hasta Chile. De acuerdo Ekman (1953) y Briggs (1974) la distribución de esta especie abarca a las provincias Mexicana, Cortesiana, Panámica, Galápagos y Peruana.

GRUPO XIV. *Especies endémicas* (Tabla III, Figura 20). Este grupo está integrado por tres especies que presentan una distribución exclusiva en la isla Guadalupe, éstas son el cangrejo braquiuro *Pugettia hubbsi* y los quitones *Callistochiton leei* y *Lepidozona guadalupensis*.

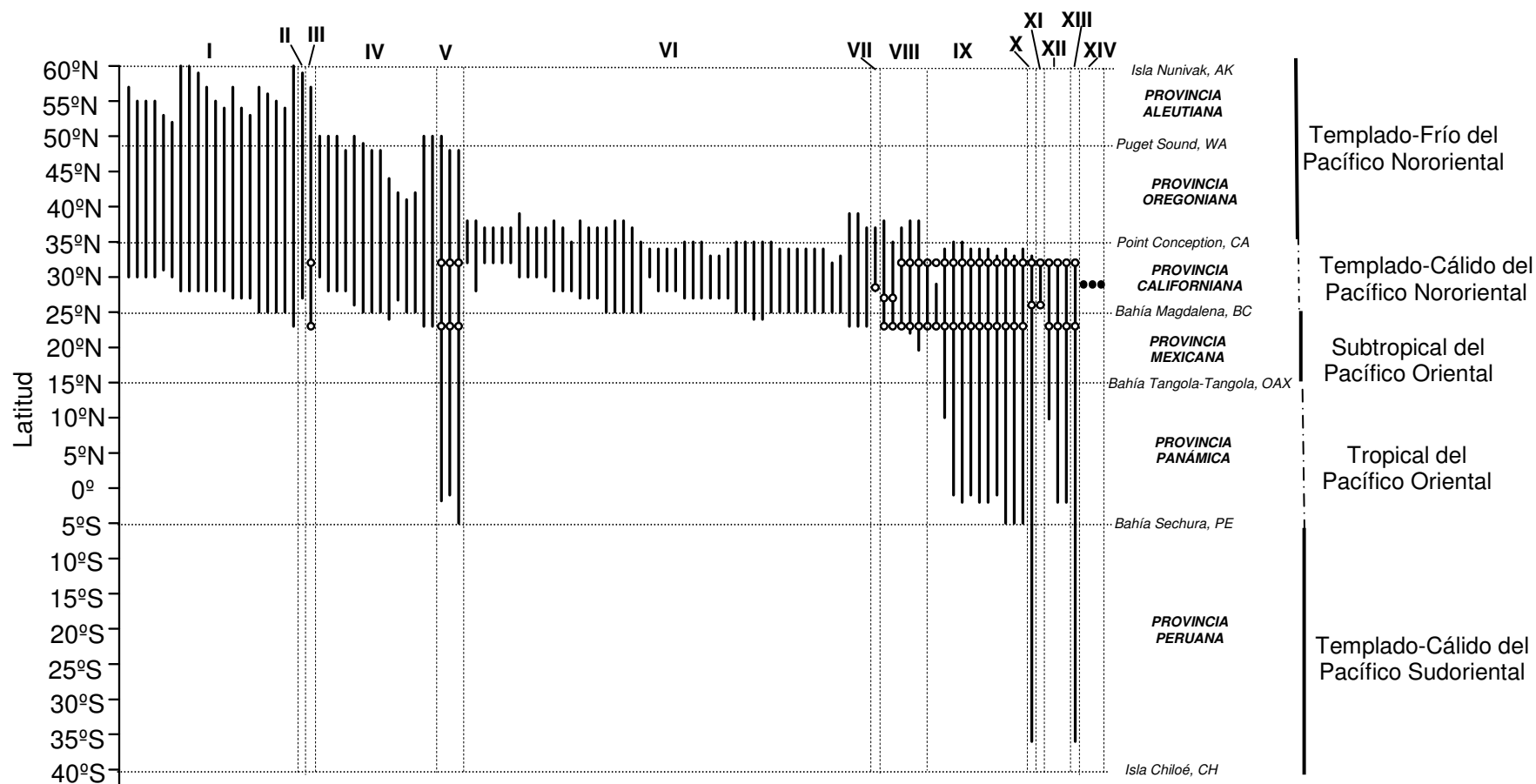


Figura 20. Representación esquemática de los límites de distribución y amplitud geográfica en el Pacífico Oriental de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Los números romanos indican los grupos identificados de acuerdo a su distribución y su amplitud geográfica. Se indican las localidades consideradas como los sitios de cambio faunístico en las provincias biogeográficas del Pacífico Oriental y el tipo de agua que caracteriza a cada región. o = indica que se distribuye dentro del Golfo de California. Clave localidades: AK) Alaska, WA) Washington, CA) California, BC) Baja California, OAX) Oaxaca, PE) Perú, CH) Chile.

Tabla III. Grupos de distribución en áreas del Pacífico Oriental y en las provincias biogeográficas de las especies de invertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Se indican los límites de distribución más septentrional y meridional, así como la amplitud geográfica de cada una de las especies. Clave del tipo de aguas: A) Agua del Ártico, GOLCA) Golfo de California, CC) Corriente de California, TFN) Agua Templada-Fría del Pacífico Nororiental, TCN) Agua Templada-Cálida del Pacífico Nororiental, ST) Agua Subtropical del Pacífico Oriental, T) Agua Tropical del Pacífico Oriental. Clave provincias biogeográficas: AL) Aleutiana, OR) Oregoniana, CA) Californiana, PA) Panámica, GA) Galápagos, PE) Peruana, E) Endémico. Las especies están ordenadas de acuerdo a su aparición en el esquema de la Figura 20.

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
I. TFN con influencia de A e incursión a TCN										
1	<i>Homalopoma luridum</i> Sitka, AK (57°N) - Isla San Jerónimo, BC (29.8°N)	+	+	+						
2	<i>Lottia fenestrata</i> Islas Shumakin, AK (55.1°N) - Rancho El Socorro, BCS (30.3°N)	+	+	+						
3	<i>Lottia pelta</i> Islas Aleutianas, AK (55°N) - Bahía El Rosario, BC (29.7°N)	+	+	+						
4	<i>Balanus glandula</i> Islas Aleutianas, AK (55°N) - Bahía San Quintín, BC (30.4°N)	+	+	+						
5	<i>Glans carpenteri</i> Islas Queen Charlotte, CAN (53.3°N) - Camalú, BC (30.8°N)	+	+	+						
6	<i>Pugettia richii</i> Islas Goose, CAN (52°N) - Isla San Jerónimo, BC(29.8°N)	+	+	+						
7	<i>Pisaster ochraceus</i> Prince William Sound, AK (60°N) - Isla Cedros, BC (28.2°N)	+	+	+						
8	<i>Anthopleura elegantissima</i> Alaska(60°N) - Bahía Tortuga, BCS (27.7°N)	+	+	+						
9	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i> Cook Inlet, AK (58.9°N) - Isla Cedros, BC (28.2°N)	+	+	+						
10	<i>Littorina scutulata</i> Sitka, AK (57°N) - Bahía Tortuga, BCS (27.7°N)	+	+	+						
11	<i>Mopalia muscosa</i> Islas Shumakin, AK (55.1°N) - Isla Cedros, BC (28.2°N)	+	+	+						
12	<i>Ophiopteris papillosa</i> Columbia Británica, CAN (53.7°N) - Isla Cedros, BC (28.2°N)	+	+	+						
13	<i>Crepidatella lingulata</i> Mar de Bering (57°N) - Isla Asunción, BCS (27.2°N)	+	+	+						
14	<i>Pollicipes polymerus</i> Columbia Británica, CAN (53.7°N) - Punta Abreojos, BCS (26.7°N)	+	+	+						
15	<i>Pugettia producta</i> Islas Queen Charlotte, CAN (53.3°N) - Bahía Asunción, BCS (27.1°N)	+	+	+						

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
I. TFN con influencia de A e incursión a TCN										
16	<i>Pachycheles rudis</i> Isla Kodiak, AK (57.2ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)	+	+	+						
17	<i>Lottia inessa</i> Wrangell, AK (56.3ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)	+	+	+						
18	<i>Lottia asmi</i> Columbia Británica, CAN (53.7ºN) - Sur de Baja California (24.5ºN)	+	+	+						
19	<i>Lottia digitalis</i> Islas Aleutianas, AK (55ºN) - Sur de Baja California (24.5ºN)	+	+	+						
20	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i> Prince William Sound, AK (60ºN) - Punta costa oeste de la PBC (23ºN)	+	+	+						
II. TCN con incursión a TFN										
21	<i>Mytilus californianus</i> Cook Inlet, AK (58.9ºN) - Punta Rompiente, BCS (27.2ºN)	+	+	+						
III. TCN con incursión en TFN y ST										
22	<i>Patiria miniata</i> Sitka, AK (57ºN) - Golfo de California (23ºN)	+	+	+	+	+				
IV. TFN con incursión en TCN										
23	<i>Pisaster giganteus</i> Isla Vancouver, CAN (49.6ºN) - Norte de Baja California (29.7ºC)		+	+						
24	<i>Tegula funebris</i> Isla Vancouver, CAN (49.6ºN) - Baja California Central (28ºN)		+	+						
25	<i>Pagurus samuelis</i> Isla Vancouver, CAN (49.6ºN) - Punta Eugenia, BCS (27.8ºN)		+	+						
26	<i>Lottia gigantea</i> New Bay, WA (48.4ºN) - Bahía Tortuga, BCS (27.7ºN)		+	+						
27	<i>Chaetopleura gemma</i> Isla Vancouver, CAN (49.6ºN) - Bahía San Juanico, BCS (26.3ºN)		+	+						
28	<i>Epitonium tinctum</i> Vancouver, CAN (49.3ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)		+	+						
29	<i>Littorina keenae</i> Puget Sound, WA (47.9ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)		+	+						
30	<i>Haminoea virescens</i> Puget Sound, WA (47.9ºN) - Sur Baja California (24.5ºN)		+	+						
31	<i>Lottia scabra</i> Oregon, EU (43.8ºN) - Sur Baja California (24ºN)		+	+						
32	<i>Lepidochitona hartwegii</i> Battle Rock, Port, OR (42.7ºN) - Punta Abreojos, BCS (26.7ºN)		+	+						
33	<i>Fissurella volcano</i> Crescent City, CA (41.8ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)		+	+						
34	<i>Hipponix tumens</i> Crescent City, CA (41.8ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)		+	+						

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
IV. TFN con incursión en TCN										
35	<i>Laila cockerelli</i> Isla Vancouver, CAN (49.6°N) - Cabo San Lucas, BCS (22.9°N)		+	+						
36	<i>Ophioplocus esmarki</i> Isla Vancouver, CAN (49.6°N) – La Playita, BCS (23°N)		+	+						
V. T con incursión a ST, TCN y TFN										
37	<i>Astrometis sertulifera</i> Vancouver, CA (49.6°N) - Ecuador, Galápagos (1.8°S)		+	+	+	+	+	+		
38	<i>Hipponix antiquatus</i> Neah Bay, WA (48.4°N) - Panamá, Galápagos (0.7°S)		+	+	+	+	+	+		
39	<i>Linckia columbiae</i> Puget Sound, WA (47.9°N) - Galápagos, Perú (5°S)		+	+	+	+	+	+		
VI. TCN										
40	<i>Nuttallina californica</i> Sonoma, CA (38.3°N) - Puerto Santo Tomás, BC (31.6°N)			+						
41	<i>Mopalia ciliata</i> Sonoma, CA (38.3°N) – Rancho El Socorro (30.3°N)			+						
42	<i>Ocenebra gracillima</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Bahía Todos Santos, BC (31.9°N)			+						
43	<i>Acanthina punctulata</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Puerto Santo Tomás, BC (31.6°N)			+						
44	<i>Lophopanopeus leucomanus leucomanus</i> Carmel, CA (36.6°N) - Bahía Todos Santos, BC (31.9°N)			+						
45	<i>Pagurus hirsutiusculus venturensis</i> Monterey, CA (36.9°N) - Ensenada, BC (31.9°N)			+						
46	<i>Amphissa versicolor</i> Fort Bragg, CA (39.4°N) - Isla San Martín, BC (30.3°N)			+						
47	<i>Petalochonchus montereyensis</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Isla San Martín, BC (30.3°N)			+						
48	<i>Fusinus luteopictus</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Isla San Jerónimo, BC (29.8°N)			+						
49	<i>Homalopoma baculum</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Isla San Martín, BC (30.3°N)			+						
50	<i>Petrolisthes manimaculis</i> Sonoma, CA (38.3°N) - Punta Eugenia, BCS (27.8°N)			+						
51	<i>Cypraea spadicea</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Isla Cedros, BC (28.1°N)			+						
52	<i>Callistochiton asthenes</i> White Point, CA (35.3°N) - Isla Cedros, BC (28.1°N)			+						
53	<i>Stenoplax conspicua</i> San Francisco Bay, CA (37.7°N) - Bahía San Sebastian Vizcaíno, BCS (27.4°N)			+						

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
VI. TCN										
54	Megathura crenulata Monterey Bay, CA (36.9ºN) - Isla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
55	Nuttallina fluxa Monterey Bay, CA (36.9ºN) - Isla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
56	Cycloxanthops novemdentatus Monterey Bay, CA (36.9ºN) - Punta Abreojos, BCS (24.5ºN)			+						
57	Semele rupicola Isla Farallón, CA (37.7ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)			+						
58	Conus californicus Isla Farallón, CA (37.7ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)			+						
59	Paraxanthias taylori Monterey Bay, CA (36.9ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)			+						
60	Phragmatopoma californica California Central (35.2ºN) - Punta Abreojos BCS (24.5ºN)			+						
61	Stenoplax corrugata Isla Santa Cruz, CA (34ºN) - Isla San Martín, BC (30.3ºN)			+						
62	Pugettia dalli Islas San Miguel, CA (34ºN) - Bahía Tortuga, BCS (27.7ºN)			+						
63	Macron lividus Orange, CA (33.7ºN) - Bahía Tortuga, BCS (27.7ºN)			+						
64	Acanthina paucilirata San Pedro, CA (33.6ºN) - Isla Cedros, BC (28.2ºN)			+						
65	Kelletia kelletii Point Conception, CA (34.6ºN) - Isla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
66	Astraea undosa Point Conception, CA (34.6ºN) - Isla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
67	Norrisia norrisi Point Conception, CA (34.6ºN) - sla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
68	Tegula regina Isla Catalina, CA (33.4ºN) - sla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
69	Macron aethiops Isla Catalina, CA (33.4ºN) - sla Asunción, BCS (27.2ºN)			+						
70	Serpulorbis squamigerus Santa Bárbara, CA (34.4ºN) - Punta Abreojos, BCS (26.7ºN)			+						
71	Ceratostoma nuttalli Point Conception, CA (34.6ºN) - Bahía Santa María, BCS (24.7ºN)			+						
72	Haliotis cracherodii Point Conception, CA (34.6ºN) - Bahía Magdalena, BCS (24.5ºN)			+						
73	Lepidozona pectinulata Cayucos, CA (35.4ºN) - Isla Santa Margarita, BCS (24.4ºN)			+						

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
VI. TCN										
74	<i>Lottia conus</i> Point Conception, CA (34.6°N) - Sur Baja California (24°N)			+						
75	<i>Taliepus nuttallii</i> Santa Bárbara, CA (34.4°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
76	<i>Tegula gallina</i> Santa Bárbara, CA (34.4°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
77	<i>Pseudomelatoma penicillata</i> Santa Bárbara, CA (34.4°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
78	<i>Tegula aureotincta</i> Ventura, CA (34.2°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
79	<i>Tegula eiseni</i> Los Angeles, CA (34.1°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
80	<i>Epialtoides hiltoni</i> Laguna Beach, CA (33.5°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
81	<i>Lottia limatula</i> New Port Bay, CA (33.5°N) - Sur de Baja California (24.5°N)			+						
82	<i>Chaetopleura lanuginosa</i> Bahía Todos Santos, BC (31.9°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
83	<i>Mexacanthina lugubris</i> Sur de California (32.5°N) - Bahía Magdalena, BCS (24.5°N)			+						
84	<i>Tetraclita rubescens</i> Mendocino, CA (39.3°N) - Cabo San Lucas, BCS (22.9°N)			+						
85	<i>Pseudochama exogyra</i> Bodega Bay, CA (38.3°N) - Cabo San Lucas, BCS (22.9°N)			+						
86	<i>Septifer bifurcatus</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Cabo San Lucas, BCS (22.9°N)			+						
VII. TCN con distribución disyunta en GOLCA										
87	<i>Oldroydia percrassa</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) – Islas San Benito BC (28.1°N)/Golfo de California (28.6°N)			+		+				
VIII. TCN con incursión a ST										
88	<i>Chthamalus fissus</i> San Francisco Bay, CA (37.7°N) - Bahía de La Paz, BCS (24.1°N)			+						
89	<i>Petrolisthes cabrilla</i> San Luis Obispo, CA (35.4°N) - Sur del Golfo de California (23°N)			+	+	+				
90	<i>Aplysia vaccaria</i> Monterey Bay, CA (36.9°N) - Golfo de California (23°N)			+	+	+				
91	<i>Navanax inermis</i> Bolínas Lagoon, CA (37.9°N) - Nayarit (21.9°N)			+	+	+				
92	<i>Ligia occidentalis</i> Sonoma, CA (38.3°N) - Bahía Chamela, JA (19.6°N)			+	+	+				

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
VIII. TCN con incursión a ST										
93	<i>Stenoplax magdalenensis</i> Puerto Peñasco, Sonora/Bahía San Quintín, BC (31.5ºN) - Cabo San Lucas, BCS, Bahía Concepción, BCS (22.9ºN)			+	+	+				
94	<i>Holothuria (Vaneyoturia) zacaе forma iota</i> Isla Guadalupe (29ºN) – Golfo de California (23ºN)			+	+	+				
IX. ST con incursión a TCN y T										
95	<i>Tritonia myrakeenae</i> Santa Bárbara, CA (34.4ºN) - Costa Rica (9.7ºN)			+	+	+	+			
96	<i>Acar bailyi</i> Cayucos, CA (35.4ºN) - Panamá, Galápagos (0.7ºN)			+	+	+	+	+		
97	<i>Volvarina taeniolata</i> Point Conception, CA (34.6ºN) - Ecuador, Galápagos (0.7ºN)			+	+	+	+	+		
98	<i>Opalia funiculata</i> Santa Mónica, CA (34ºN) - Panamá, Galápagos (0.7ºS)			+	+	+	+	+		
99	<i>Brachidontes adamsianus</i> Isla Anacapa, CA (34ºN) - Islas Galápagos (0.7ºN)			+	+	+	+	+		
100	<i>Ophionereis annulata</i> San Pedro, CA (33.6ºN) - Ecuador, Galápagos (0.7ºN)			+	+	+	+	+		
101	<i>Centrostephanus coronatus</i> Sur de California (32.5ºN) - Islas Galápagos (0.7ºN)			+	+	+	+	+		
102	<i>Ophioderma panamense</i> San Pedro, CA (33.6ºN) - Perú (5ºS)			+	+	+	+	+		
103	<i>Arbacia incisa</i> New Port Bay, CA (33.5ºN) - Perú (5ºS)			+	+	+	+	+		
104	<i>Trivia solandri</i> Palos Verdes, CA (33.4ºN) - Sur de Perú (5ºS)			+	+	+	+	+		
X. T incursión en ST, TCN y TCS										
105	<i>Crepidula onyx</i> Sur de California (32.5ºN) - Chile, Galápagos (35.7ºS)			+	+	+	+	+	+	
XI. ST incursión en TCN										
106	<i>Columbella aureomexicana</i> Norte Golfo California/Isla Cedros (31.5ºN) - Topolobampo, Sinaloa (25.6ºN)				+	+				
XII. T con incursión a ST e influencia de CC										
107	<i>Chromodoris norrisi</i> Isla Cedros/ Norte Golfo California (31.5ºN) – Costa Rica (9.8ºS)				+	+	+	+		
108	<i>Littorina aspera</i> Norte Golfo California, Laguna Manuela, BC (31.5ºN) - Ecuador, Galápagos (1.8ºS)				+	+	+	+		

Tabla III. Continuación...

		TFN		TCN	ST		T		TCS	
Grupo	Especie	AL	OR	CA	MX	CO	PA	GA	PE	E
XII. T con incursión a ST e influencia de CC										
109	<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i> Punta Pequeña, BCS (32ºN) - Ecuador, Galápagos (1.8ºS)				+	+	+	+		
XIII. T con incursión a ST y TCS										
110	<i>Thais (Stramonita) biserialis</i> Norte Golfo California, Isla Cedros, BC (31.5ºN) - Chile, Galápagos (35.7ºS)				+	+	+	+	+	
XIV. E										
111	<i>Pugettia hubbsi</i> Isla Guadalupe (29.1ºN)									+
112	<i>Callistochiton leei</i> Isla Guadalupe (29.1ºN)									+
113	<i>Lepidozona guadalupensis</i> Isla Guadalupe (29.1ºN)									+

Las 12 especies restantes que no aparecen en el esquema y en los grupos mencionados anteriormente, se debe a que su distribución también abarca otros mares u océanos (Tabla IV).

Tabla IV. Patrones de distribución de las especies de macroinvertebrados registradas en las islas del Pacífico de Baja California con una distribución en otros mares y océanos. PNOc) Pacífico Noroccidental, PN) Pacífico Norte, PNOOr) Pacífico Nororiental, AOcT) Atlántico Occidental Tropical, ANOr) Atlántico Nororiental, AOOrT) Atlántico Oriental Tropical, Mar M) Mar Mediterráneo.

Especie	PNOc	PN	PNOOr	POOrT	AOcT	ANOr	AOOrT	Mar M	Australia
<i>Anteaeolidiella indica</i>	+		+	+	+	+	+		+
<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	+	+	+	+					
<i>Lepidozona mertensii</i>	+	+	+						
<i>Pachygrapsus crassipes</i>	+		+	+					
<i>Aeolidiella chromosoma</i>	+		+	+					
<i>Aplysia californica</i>	+		+	+					
<i>Pleurobranchus areolatus</i>			+	+	+		+		
<i>Grapsus grapsus</i>				+	+	+	+		
<i>Spurilla neapolitana</i>				+	+			+	
<i>Berthella stellata</i>				+	+				
<i>Berthellina ilisima</i>			+	+	?				
<i>Anetarca armata</i>				+					

En todas las islas se encuentran representados los Grupos I, IV, VI y VIII, cada isla con distinto número de especies pero con elementos en común (Tabla V). Las islas Coronado, Todos Santos y San Jerónimo presentan prácticamente los mismos grupos (I, II, IV, VI, VIII, IX). La isla Guadalupe se distingue como se mencionó arriba, por la presencia de tres especies endémicas (Grupo XIV). Las islas San Benito y Cedros comparten la mayoría de los grupos (I, III, IV-VI, VIII, IX), y únicamente en ellas se registraron especies de aguas subtropicales que incursionan en las aguas templado cálido (Grupo XI) y especies tropicales que incursionan a aguas subtropicales (Grupo XII).

Tabla V. Grupos de distribución en áreas del Pacífico Oriental de las especies de invertebrados del intermareal rocoso en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. A) Agua del Ártico, TFN) Agua Templada-Fría del Pacífico Nororiental, TCN) Agua Templada- Cálida del Pacífico Nororiental, ST) Agua Subtropical del Pacífico Oriental, T) Agua Tropical del Pacífico Oriental, E) Endémico. Las especies están ordenadas de acuerdo a su aparición en el esquema.

Grupo	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
I. TFN con influencia de A e incursión a TCN								
1	<i>Homalopoma luridum</i>		X	X	X	X		
2	<i>Lottia fenestrata</i>					X	X	
3	<i>Lottia pelta</i>	X	X		X	X		
4	<i>Balanus glandula</i>	X	X					
5	<i>Glans carpenteri</i>		X			X		
6	<i>Pugettia richii</i>	X	X		X			
7	<i>Pisaster ochraceus</i>	X	X		X		X	
8	<i>Anthopleura elegantissima</i>	X	X		X	X		X
9	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	X	X		X	X	X	X
10	<i>Littorina scutulata</i>	X	X	X	X	X	X	X
11	<i>Mopalia muscosa</i>	X	X	X	X			
12	<i>Ophiopteris papillosa</i>				X	X	X	
13	<i>Crepidatella lingulata</i>			X	X	X		
14	<i>Pollicipes polymerus</i>	X	X		X			X
15	<i>Pugettia producta</i>	X	X				X	X
16	<i>Pachycheles rudis</i>				X		X	
17	<i>Lottia insessa</i>	X	X	X				
18	<i>Lottia asmi</i>				X		X	
19	<i>Lottia digitalis</i>	X	X	X	X	X		X

Tabla V. Continuación...

Grupo	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
I. TFN con influencia de A e incursión a TCN								
20	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>	X	X				X	
		13	15	6	14	10	9	6
II. TCN con incursión a TFN								
21	<i>Mytilus californianus</i>	X	X	X	X			
III. TCN con incursión a TFN y ST								
22	<i>Patiria miniata</i>		X				X	X
IV. TFN con incursión a TCN								
23	<i>Pisaster giganteus</i>		X					
24	<i>Tegula funebris</i>	X	X	X	X		X	
25	<i>Pagurus samuelis</i>	X	X		X	X	X	X
26	<i>Lottia gigantea</i>	X	X	X	X	X	X	X
27	<i>Chaetopleura gemma</i>							X
28	<i>Epitonium tinctum</i>	X	X	X				X
29	<i>Littorina keenae</i>	X	X	X	X	X	X	X
30	<i>Haminoea virescens</i>							X
31	<i>Lottia scabra</i>	X	X	X	X	X	X	X
32	<i>Lepidochitona hartwegii</i>	X	X	X	X	X	X	X
33	<i>Fissurella volcano</i>	X	X	X	X	X	X	X
34	<i>Hipponix tumens</i>	X	X	X	X	X	X	X
35	<i>Laila cockerelli</i>						X	
36	<i>Ophioplocus esmarki</i>		X					X
		9	11	8	8	7	9	11
V. T con incursión a ST, TCN y TFN								
37	<i>Astrometis sertulifera</i>						X	
38	<i>Hipponix antiquatus</i>		X	X	X	X		X
39	<i>Linckia columbiae</i>		X					X
			2	1	1	1	1	2
VI. TCN								
40	<i>Nuttallina californica</i>	X	X	X		X	X	X
41	<i>Mopalia ciliata</i>		X					
42	<i>Ocenebra gracillima</i>		X					
43	<i>Acanthina punctulata</i>	X	X		X			
44	<i>Lophopanopeus leucomanus leucomanus</i>		X					
45	<i>Pagurus hirsutiusculus venturensis</i>							
46	<i>Amphissa versicolor</i>	X	X	X	X			
47	<i>Petalochonchus montereyensis</i>			X		X		
48	<i>Fusinus luteopictus</i>		X		X			
49	<i>Homalopoma baculum</i>			X				

Tabla V. Continuación...

Grupo	Especie	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
VI. TCN								
50	<i>Petrolisthes manimaculis</i>						X	
51	<i>Cypraea spadicea</i>		X	X	X	X	X	X
52	<i>Callistochiton asthenes</i>	X				X	X	
53	<i>Stenoplax conspicua</i>				X		X	X
54	<i>Megathura crenulata</i>		X	X		X		
55	<i>Nuttallina fluxa</i>	X	X		X	X		X
56	<i>Cycloxanthops novemdentatus</i>		X			X		
57	<i>Semele rupicola</i>			X				X
58	<i>Conus californicus</i>	X	X	X	X	X	X	X
59	<i>Paraxanthias taylori</i>		X			X	X	X
60	<i>Phragmatopoma californica</i>	X			X			
61	<i>Stenoplax corrugata</i>			X		X		
62	<i>Pugettia dalli</i>	X			X		X	X
63	<i>Macron lividus</i>	X	X	X	X		X	X
64	<i>Acanthina paucilirata</i>	X				X	X	
65	<i>Kelletia kelletii</i>		X					
66	<i>Astraea undosa</i>			X	X	X	X	X
67	<i>Norrisia norrisi</i>		X	X	X	X	X	X
68	<i>Tegula regina</i>							
69	<i>Macron aethiops</i>							
70	<i>Serpulorbis squamigerus</i>	X	X		X			X
71	<i>Ceratostoma nuttalli</i>	X	X	X	X	X		X
72	<i>Haliotis cracherodii</i>	X	X	X	X	X	X	X
73	<i>Lepidozona pectinulata</i>			X	X		X	X
74	<i>Lottia conus</i>			X		X	X	X
75	<i>Taliepus nuttallii</i>	X				X	X	X
76	<i>Tegula gallina</i>	X	X	X	X	X	X	X
77	<i>Pseudomelatoma penicillata</i>		X		X		X	X
78	<i>Tegula aureotincta</i>		X		X		X	X
79	<i>Tegula eiseni</i>	X	X		X		X	X
80	<i>Epialtoides hiltoni</i>					X	X	X
81	<i>Lottia limatula</i>	X	X	X	X	X	X	X
82	<i>Chaetopleura lanuginosa</i>			X				X
83	<i>Mexacanthina lugubris</i>	X	X	X	X	X	X	X
84	<i>Tetraclita rubescens</i>	X	X	X	X	X	X	X
85	<i>Pseudochama exogyra</i>	X	X	X	X			
86	<i>Septifer bifurcatus</i>	X	X	X	X	X	X	X
		20	28	23	25	23	25	27

Tabla V. Continuación...

Especie		Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	Cedros	San Benito
VII. TCN con distribución disyunta en GOLCA								
87	<i>Oldroydia percrassa</i>							X
VIII. TCN con incursión a ST								
88	<i>Chthamalus fissus</i>	X	X	X	X	X		X
89	<i>Petrolisthes cabrilla</i>		X					
90	<i>Aplysia vaccaria</i>						X	
91	<i>Navanax inermis</i>		X			X	X	
92	<i>Ligia occidentalis</i>	X			X		X	
93	<i>Stenoplax magdalenensis</i>				X		X	X
94	<i>Holothuria (Vaneyoturia) zaca</i> forma <i>iota</i>					X	X	
		2	3	1	2	3	5	3
IX. ST con incursión a TCN y T								
95	<i>Tritonia myrakeenae</i>						X	
96	<i>Acar bailyi</i>					X		X
97	<i>Volvarina taeniolata</i>		X			X	X	X
98	<i>Opalia funiculata</i>	X	X			X		
99	<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	X		X	X		X
100	<i>Ophionereis annulata</i>		X			X		
101	<i>Centrostephanus coronatus</i>					X		
102	<i>Ophioderma panamense</i>					X		X
103	<i>Arbacia incisa</i>							X
104	<i>Trivia solandri</i>	X				X	X	X
		3	4		1	8	4	6
X. T con incursión en ST, TCN y TCS								
105	<i>Crepidula onyx</i>				X		X	
XI. ST con incursión a TCN								
106	<i>Columbella aureomexicana</i>						X	X
XII. T con incursión a ST								
107	<i>Chromodoris norrisi</i>						X	
108	<i>Littorina aspera</i>						X	X
109	<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i>							X
							2	2
XIII. T con incursión a ST y TCS								
110	<i>Thais (Stramonita) biserialis</i>						X	
XIV. E								
111	<i>Pugettia hubbsi</i>					X		
112	<i>Callistochiton leei</i>					X		
113	<i>Lepidozona guadalupensis</i>					X		
						3		

Al agrupar a las especies de los grupos biogeográficos en función de su procedencia, se observa la predominancia en todas las islas de las especies de agua templado cálidas (49%-61%) y las de templado frías (28%-45%). Así mismo, se muestra como las especies subtropicales y tropicales presentan un mayor número en las islas del sur (San Benito y Cedros, Tablas VI, VII).

Tabla VI. Número de especies por procedencia en función de su procedencia en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, Mexico.

Procedencia	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	San Benito	Cedros
Templada fría	22	26	15	22	16	17	17
Templada cálida	24	35	28	28	30	31	32
Subtropical	3	4	1	2	8	8	5
Tropical	0	2	2	2	2	4	5
No. especies en PO	49	67	46	54	56	60	59
No. especies totales	53	71	49	57	60	62	69

Tabla VII. Porcentaje de las especies por procedencia en función al tipo de agua al que pertenecen en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, Mexico.

Procedencia	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	San Benito	Cedros
Templada fría	45	39	33	41	29	28	29
Templada cálida	49	52	61	52	54	52	54
Subtropical	6	6	2	4	14	13	8
Tropical	0	3	4	4	4	7	8
Total	100	100	100	100	100	100	100

De acuerdo a la clasificación propuesta por Ekman (1953) y Briggs (1974), las especies con una distribución en el Pacífico Oriental se incluyeron en un total de 15 grupos zoogeográficos, destacando las especies que se distribuyen en la provincia Californiana con el 42% de los registros, seguidas de las especies que se encuentran desde la provincia Aleutiana hasta la Californiana (18%), y de las especies con distribución de la provincia Oregoniana a la Californiana (12%). Las especies que incursionan en aguas subtropicales y tropicales representan la minoría de los registros (Figura 21).

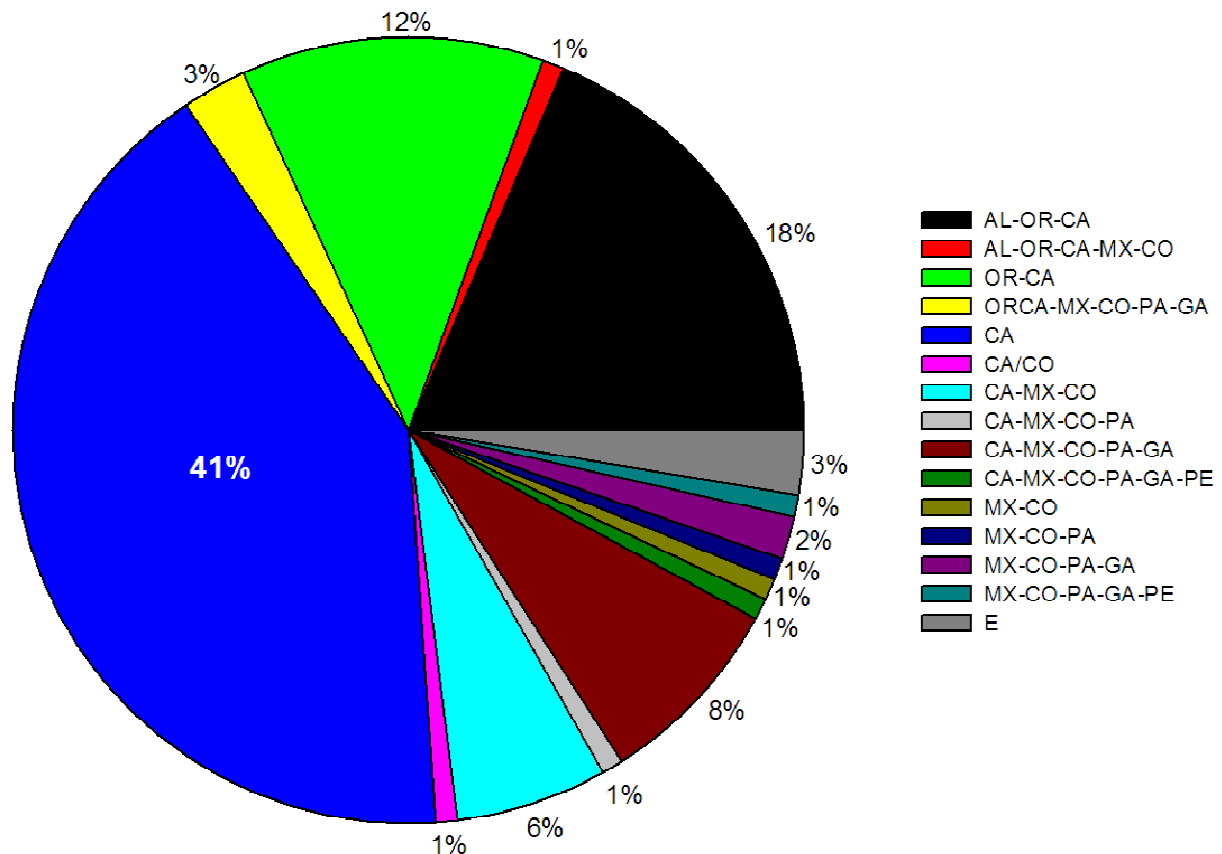


Figura 21. Porcentaje relativo de especies de invertebrados que representan a cada grupo zoogeográfico en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Clave provincias biogeográficas: AL) Aleutiana, OR) Oregoniana; CA) Californiana; MX) Mexicana; CO) Cortesiana; PA) Panamáica; GA) Galápagos; PE) Peruana; E) Endémico. Clave tipo de aguas: TFN) Agua Templada-Fría del Pacífico Nororiental, TCN) Agua Templada-Cálida del Pacífico Nororiental, ST) Agua Subtropical del Pacífico Oriental, T) Agua Tropical del Pacífico Oriental, TCS) Agua Templada-Cálida del Pacífico Sudoriental.

El análisis del porcentaje de especies en cada una de las islas muestra un patrón similar al general descrito anteriormente (Tabla VIII, Figura 22). Las especies con una distribución en la provincia Californiana representan la mayoría, desde 57% en la isla San Martín hasta 43% en las islas Coronado. Le siguen en importancia las especies que presentan una distribución desde la provincia Aleutiana hasta la provincia Californiana (AL-OR-CA) (10 % a 29%) y las especies que se

ubican desde la provincia Oregoniana hasta la Californiana (OR-CA) (13% a 18%). Se observa una tendencia en la cual la diversidad de grupos biogeográficos insulares se incrementa hacia las islas sureñas (San Benito y Cedros), en las cuales comienzan a aparecer especies enteramente de aguas subtropicales (provincias Mexicana, Cortesiana) y tropicales (provincias Panámica, Galapágos, Tabla VIII, Figura 22). La isla Guadalupe, ubicada en la misma latitud que la isla San Jerónimo pero alejada 260 km, difiere principalmente de las otras islas por la presencia de 3 especies endémicas, las cuales corresponde sólo al 5% del total de sus especies registradas.

Tabla VIII. Número de especies presentes por grupo biogeográfico en cada una de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

Grupo	Coronado	Todos Santos	San Martín	San Jerónimo	Guadalupe	San Benito	Cedros
AL-OR-CA	14	16	8	15	9	6	10
AL-OR-CA-MX-CO		1				1	1
OR-CA	9	11	8	8	7	11	8
OR-CA-MX-CO-PA-GA		2	1	1	2	2	1
CA	21	30	26	25	24	28	26
CA/CO						1	
CA-MX-CO	2	3	2	3	3	2	5
CA-MX-CO-PA							1
CA-MX-CO-PA-GA	3	4		1	8	6	2
CA-MX-CO-PA-GA-PE			1	1			1
MX-CO						1	1
MX-CO-PA							1
MX-CO-PA-GA						2	1
MX-CO-PA-GA-PE							1
E					3		
No. especies totales	49	67	46	54	56	60	59
No. grupos biogeográficos	5	7	6	7	7	10	13

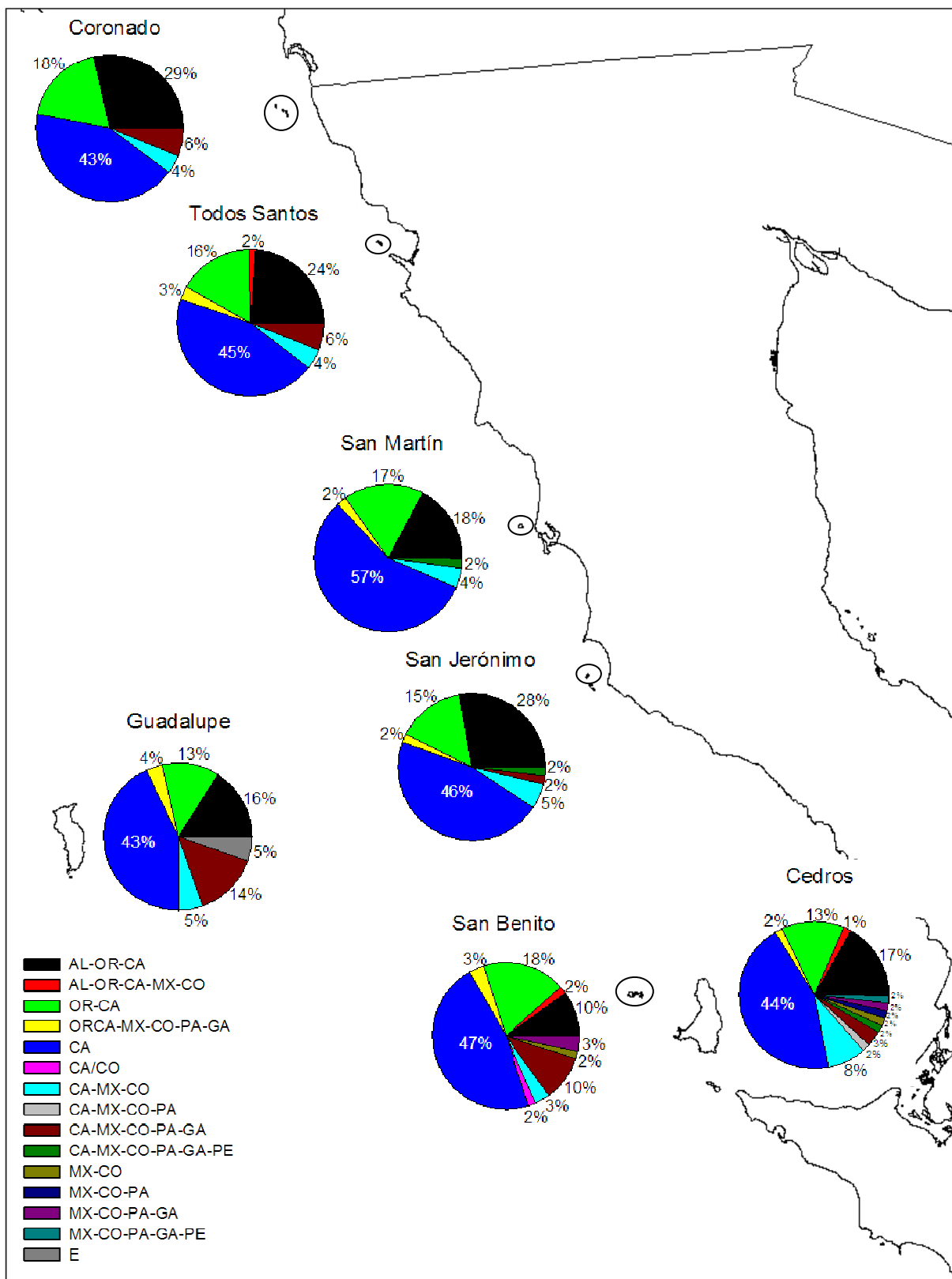


Figura 22. Grupos biogeográficos de las especies de macroinvertebrados del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Clave provincias biogeográficas: AL) Aleutiana, OR) Oregoniana; CA) Californiana; MX) Mexicana; CO) Cortesiana; PA) Panámica; GA) Galápagos, PE) Peruana; E) Endémico.

5.4. Similitud en la composición de especies entre islas

El análisis de similitud en la composición de especies, se realizó con los datos de ausencia/presencia de las especies de invertebrados registradas en el intermareal rocoso de todas las islas del Pacífico del estado de Baja California, excepto de la isla San Martín. Esta isla no se consideró en el análisis debido a que sus registros están sesgados a un sólo grupo taxonómico, el Phyla Mollusca (Figura 18). En el dendrograma generado por el análisis de agrupamiento, se observa la formación de dos grupos: 1) la islas septentrionales conformadas por Coronado, Todos Santos y San Jerónimo que se asocian con un poco menos del 60% de similitud, y 2) las islas meridionales que incluyen a Cedros y San Benito, con un 55% de similitud. Mientras que la isla Guadalupe se separa como una isla única compartiendo con las demás islas un poco más del 40% de las especies (Figura 23).

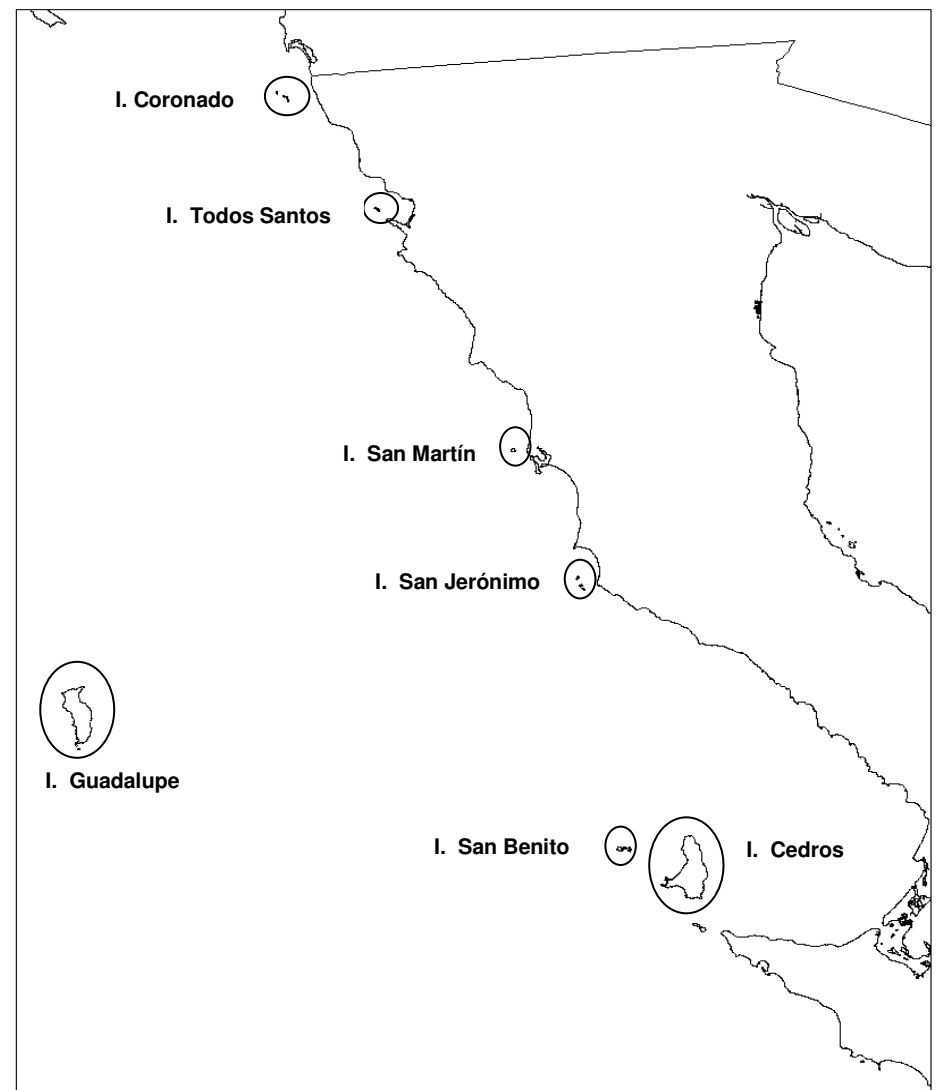
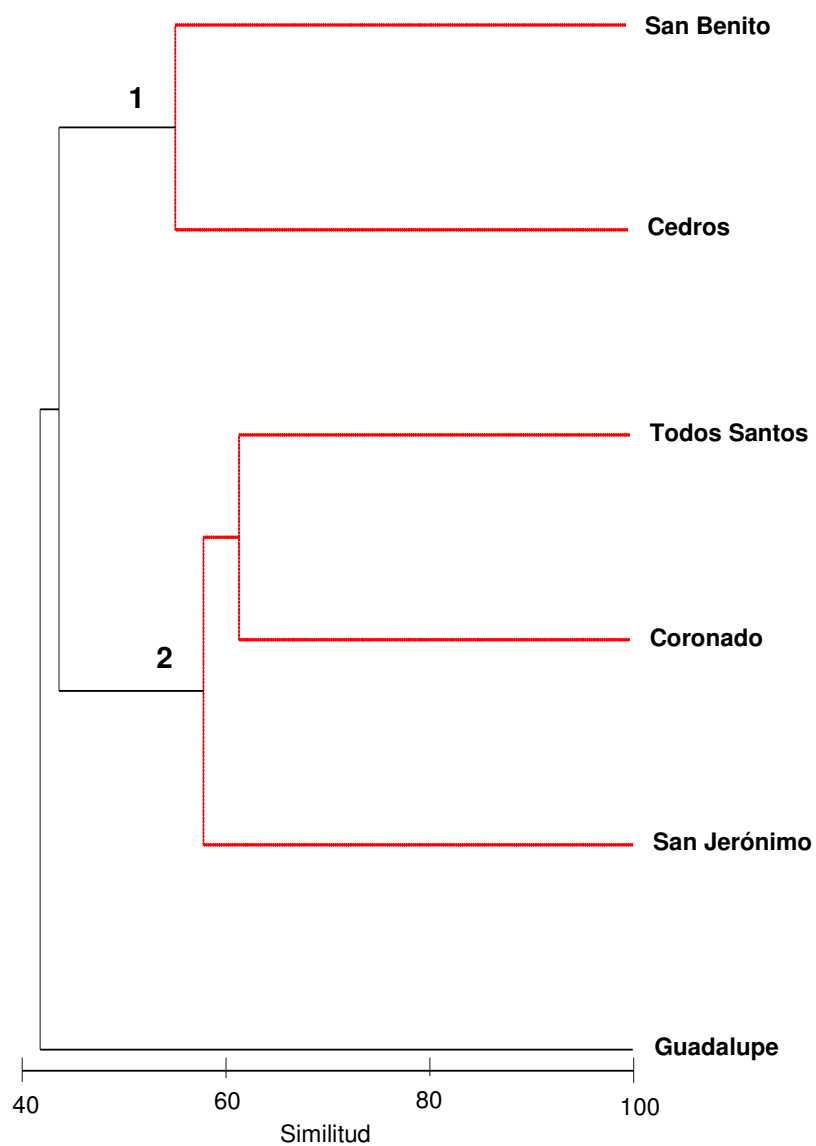


Figura 23. Dendrograma que representa la agrupación de las islas del Pacífico del estado de Baja California de acuerdo a los datos de ausencia/presencia de las especies de invertebrados registradas en el intermareal rocoso. La líneas negras indican una estructura de grupo significativa a un nivel de 0.1%. Los números a la izquierda indican los grupos de las islas.

6. DISCUSIÓN

6.1. Nomenclatura de las especies

La designación de los nombres de las especies es una parte fundamental en toda investigación biológica, no sólo para producir inventarios de especies confiables, sino también porque muchas conclusiones en biología evolutiva, ecología, biología de la conservación o biogeografía, dependen en parte de estos inventarios y del conocimiento que se tenga de las especies (Dayrat 2005). En la presente investigación, la designación de los nombres a las especies registradas se realizó bajo la adopción de una postura conservadora, y apegándose a las normas señaladas por el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN 1999), debido a la gran inconsistencia e inestabilidad en los nombres de los géneros de algunos grupos de invertebrados. El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica contiene el conjunto de reglas universal y voluntariamente aceptadas por la comunidad científica en el área de la zoología, y que tiene como objetivos impulsar la estabilidad y la universalidad de los nombres científicos de los organismos del reino animal compatibles con la libertad de los científicos para clasificar a estos de acuerdo a criterios taxonómicos; y asegurarse de que el nombre de cada taxón sea único y diferente (Salazar-Vallejo *et al.* 2008). La Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica es la única entidad conformada por académicos e investigadores de diferentes países con la facultad de revisar y aprobar las listas de nombres en los principales campos taxonómicos.

Durante la investigación bibliográfica del presente estudio, fue notable encontrar diferentes nombres, no solo a nivel de especie, sino de géneros con el que designa una misma especie. Por ejemplo, los patellogastrópodos, conocidos comúnmente como lapas, son un grupo donde se encontró que existe una marcada inestabilidad, resultado en parte, posiblemente por la variación o la gama en las condiciones ambientales producida por la amplitud geográfica en que se le encuentra. En décadas pasadas a un mismo género se le ha designado con diferentes nombres tales como *Acmaea*, *Lottia*, *Collisella*, *Notoacmea*, *Tectura*, *Macclitockia* y *Discurria* para las

especies que se distribuyen en la región de estudio (Lindberg 2007). Con el avance de las técnicas moleculares, se ha encontrado que existe una convergencia sustancial en varios de los caracteres utilizados para delinear y delimitar a muchos de los grupos genéricos. Los caracteres tales como la rádula, la estructura de la concha y las branquias, a menudo no muestran una relación. De la misma forma se considera o con los grupos moleculares, mientras que la escultura de la concha y los patrones de pigmentación han mostrado congruencia. Además estos métodos moleculares han probado ser útiles para corroborar la correcta clasificación de las especies. Sin embargo, es importante señalar que con el uso y abuso del internet, ha proliferado y se ha diseminado los nombres de nuevas especies, a menudo con bases en la morfología. En una primera instancia, esto es positivo pues la rapidez con la que se difunden los nuevos resultados es enorme. Sin embargo, muchas de estas “nuevas especies” son en realidad clinas o poblaciones geográficas de especies descritas con anterioridad. El problema reside en que muchas de las personas, que se dedican a coleccionar un grupo en particular, p.ej. gasterópodos, además de no tener la formación profesional o las bases teóricas de la taxonomía y sistemática, poseen páginas web, en las cuales describen a los especímenes sin apearse o seguir las normas establecidas por el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN 1999). Esto ha ocasionado que se difundan nombres de especies y géneros ya descritos con anterioridad y que aún son válidos.

Otro aspecto importante que es necesario resaltar es el derivado de los avances en el campo de los métodos moleculares y su aplicación. Por un lado, el uso, interpretación y la aplicación de los datos moleculares en la identificación de especies ya existentes descritos líneas atrás; y por otro, en la “descripción molecular de nuevas especies a partir de uno o varios genes. Esto último es cuestionable por el hecho de que en la forma tradicional, al describir una nueva especie, no se sustenta únicamente en aquellos caracteres diagnósticos sino en la descripción morfométrica de todo el organismo, además de la revisión de ejemplares depositados en colecciones científicas y la confirmación por un experto en el grupo o taxón para validar el descubrimiento. Para el caso de aquellas especies “nuevas” descritas a nivel molecular, esta se basa en la secuencia de uno o

varios genes, sin considerar todo el genoma o mínimamente de aquellos genes con alguna expresión fenotípica. Aunque este fuera el caso, los cambios que se encuentran en las bases son por mutación y no son afectadas o influidas por la selección, de aquí su neutralidad. Sin embargo, no existe un organismo en el planeta que no sea afectado por el medio ambiente, es decir, que al verse influenciado por el medio, esto sea únicamente en una estructura o carácter fenotípico. Un ejemplo de lo anterior es la evidencia genética que fundamenta la separación de *L. digitalis* en dos especies (Murphy 1978, Crummett y Eernisse 2005), donde el número de loci utilizados no son suficientes para realizar aseveraciones de este tipo. Los cambios en la nomenclatura de alguna especie, sin fundamento válido que lo sustente, de acuerdo a un criterio taxonómico serio, en la mayoría de los casos, sino en todos, dificulta y ocasiona más confusión antes que promover una solución. Por eso, es importante considerar con mucha precaución las modificaciones y propuestas de géneros y especies que se realizan en la nomenclatura y es recomendable seguir las normas establecidas y considerar las listas de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica, porque éstas han sido el resultado de integrar la experiencia y unificar los criterios de especialistas de diferentes grupos zoológicos.

Existen bases de datos electrónicas de las especies descritas en el mundo las cuales se encuentran disponibles en el internet p.ej. ITIS (Integrated Taxonomic Information System <http://www.itis.gov/>), y Species 2000 (<http://www.sp2000.org/>), conforman una base más grande llamada Catalogue of Life (<http://www.catalogueoflife.org/>), así como Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.org/>), entre otros sitios más, constituyen una forma rápida de tener acceso a una gran cantidad de información por parte del público en general así como de académicos y de investigadores y responsables de agencias gubernamentales y privadas que se relacionan con algún aspecto del medio ambiente y la sociedad. Sin embargo, a pesar del gran potencial que tienen estos proyectos, el beneficio de tener un acceso electrónico a estas bases de datos es limitado debido a que no son confiables al no contar con una autoridad científica que confirme y avale la veracidad de la información (Wheeler *et al.* 2004). La mayoría de estos sitios se dedican a

compilar los nombres de las especies sin cotejar si hay sinonimias, además existe la creencia generalizada de que si no se actualizan las listas de especies, la información pierde vigencia. Lo anterior se sustenta en los trabajos de Gaston y Mound (1993) y Alroy (2002) quienes señalan que aquellas bases de datos que no obtienen mantenimiento de manera activa se vuelven obsoletas en el corto tiempo, y entre el 10 al 30% o más, llegan a corresponder a sinónimos de especies.

Esta actualización se ha entendido, erróneamente, en publicar en la internet los nombres de las especies más recientes que aparecen en la literatura científica, sin confirmar si estas denominaciones son correctas y hayan sido revisadas o avaladas por un curador de museo y si cumplen con los lineamientos claramente establecidos en el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN 1999). Lo anterior conduce a reflexionar sobre el rigor y sustento científico con la que están elaboradas o estructuradas dichas bases de datos en la internet aún más por el hecho de que los cambios en la nomenclatura de las especies y la reestructuración de géneros está en base en la evolución de las estructuras o caracteres morfológicos y no en el grado de popularidad o frecuencia con que se cita y repite el nombre de una especie.

Es preocupante, que a pesar de que la taxonomía es una disciplina fundamental en todo estudio o investigación básica y aplicada que se pretenda iniciar y que no puede ni debe ser reemplazada por ninguna otra, en la actualidad se encuentra en crisis, puesto que existen, en forma global, dos problemas a la que se enfrenta: uno es la falta de financiamiento para los proyectos sobre la taxonomía y sistemática de las especies así como la escasez de fondos ya no para crear una nueva colección de referencia, sino para el mantenimiento de las actuales; y el otro problema es, que el número de taxónomos decrece dramáticamente (Hopkins y Freckleton 2002), además de que existe un escaso reclutamiento de profesionistas jóvenes y de que los estudios taxonómicos tienen un bajo nivel de impacto (Cotterill 1995, Simonetti 1997). Hoy en día se estima que en el mundo, existen entre 6,000 a 10,000 taxónomos, de los cuales pocos se encuentran en países en desarrollo y que, paradójicamente, contienen la mayor diversidad del planeta (Gewin 2002, Wilson

2003). Un estudio realizado por Salazar-Vallejo *et al.* (2008) señala que en México existen aproximadamente 125 taxónomos y esta situación es aún más alarmante en otros países como Ecuador y Bolivia que cuentan con tan sólo con 8 y 6 taxónomos respectivamente.

A partir de lo anteriormente expuesto y con el fin de evitar la acumulación de errores en las bases de datos tanto en la identificación así como en la duplicidad de nombres para una misma especie es que se requiere impulsar la formación de investigadores en el área de taxonomía y sistemática.

6.2. Composición taxonómica de las especies

La lista de 126 especies que se presenta en esta investigación, además del esfuerzo de campo realizado, es el correspondiente a los registros e informes que abarcan de 1904 al 2009 para las islas. Representa, además, el primer compendio sobre las especies de invertebrados registrados en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México. Este número de especies constituye casi el doble de las reportadas para las comunidades del intermareal rocoso por la Asociación de Estudios Interdisciplinarios de Océanos Costeros (PISCO por sus siglas en inglés), en seis localidades a lo largo de la costa del Pacífico de Baja California (31°45' N hasta 26°43' N), el cual representa una línea de costa de 890 km aproximadamente y en donde han registrado 77 especies, aunque algunas especies sólo están identificadas hasta género o hasta nivel clase, orden o familia (<http://cbsurveys.ucsc.edu>). En contraste, si se compara con las 252 especies reportadas para las islas de la Cuenca de California (Channel Islands; Seapy y Littler 1993), el elenco reportado en la presente investigación constituye la mitad. La diferencia en el número de especies se debe a que en el estudio sobre la diversidad en las islas Channel, se incluyen taxones no considerados en la presente investigación, tales como esponjas, hidrozoarios, briozoarios y urocordados y que constituyen aproximadamente 100 especies. Por otro lado, el esfuerzo de recolecta fue en diferentes épocas a lo largo de tres años intensivos de recolecta. Al excluir estos últimos grupos, se observa que el número de especies es aproximado por lo que es

posible considerar que lo reportado en la presente investigación es una adecuada representación de la biodiversidad de los macroinvertebrados del intermareal rocoso. En estudios posteriores será importante considerar a los grupos no registrados con el fin de obtener un inventario lo más extenso posible.

En esta riqueza de especies, los moluscos son el grupo taxonómico que registra el mayor número de especies (87 en total) lo que representa el 71% de las especies encontradas, destacando los gastrópodos con 64 especies, lo cual evidencia la adaptación de este grupo al estrés físico del ambiente intermareal. Este patrón se repite en todas las islas del Pacífico bajacaliforniano y concuerda, como grupo dominante en cuanto a la proporción de especies registradas, con otros estudios realizados en sistemas intermareales del Pacífico Nororiental (Seapy 1979, Seapy y Littler 1993, Schoch *et al.* 2006, Blanchette *et al.* 2008), así como también en el Pacífico Suroriental (Broitman *et al.* 2001). La evidente dominancia de los moluscos en la zona intermareal se debe a que cuentan con adaptaciones estructurales, fisiológicas y de comportamiento, tales como la presencia de un opérculo grueso, una gran capacidad de adhesión al sustrato, la producción de mucus (Raffaelli y Hawkins 1991), la protección de sus huevos en cápsulas (Rawlings 1999), la pérdida de calor a través de la evaporación, el desplazamiento hacia sitios protegidos tales como concavidades o depresiones (Vermeij 1995), entre otras, que les permiten conservar la humedad y protegerse del oleaje, la temperatura y la desecación.

6.3. Patrones de distribución geográficos de las especies en el Pacífico Oriental

Las especies de macroinvertebrados que habitan en las islas del Pacífico Bajacaliforniano se encuentran agrupados, de acuerdo a las provincias propuestas de Vermeij (1978), en 14 patrones biogeográficos (Figura 20) y, de acuerdo a las provincias zoogeográficas de Ekman (1958) y Briggs (1974), en 15 (Figura 21). Los factores que producen estos patrones de distribución de los macroinvertebrados en el Pacífico Nororiental son analizados a continuación. Los organismos de

una especie determinada se ven influidos en su distribución geográfica por diversos factores como son los gradientes de temperatura y los patrones de circulación superficial oceánica; estos se reconocen como los mecanismos principales que definen la distribución latitudinal de los organismos en el Pacífico Oriental (Briggs 1974, Glynn y Wellington 1983, Gaylord y Gaines 2000). Otros factores que también inciden son los de tipo biológico, como son la depredación, el parasitismo y la competencia, entre otros, y los de tipo químico, como el pH, la concentración de oxígeno, etc. (Newman 1979, Brusca y Wallerstein 1979).

El Grupo I es el de las especies de Aguas Templado Frías del Pacífico Nororiental con influencia de las Aguas del Ártico y que incursionan a Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental (Figura 20, Tabla III); este grupo está compuesto por 20 especies y, de acuerdo con Ekman (1953) y Briggs (1974), se distribuyen en las provincias Aleutiana, Oregoniana y Californiana (Figura 17). Este grupo posiblemente está limitado al norte por la corriente de Alaska, con temperaturas entre los 10 y 15 °C, y su límite meridional, que se ubica al centro o sur de la costa oeste de la Península de Baja California entre los 28 y 23°N, está restringido en invierno por la isoterma de los 20 °C y en verano por la isoterma de los 25 °C, así mismo la Corriente de Costa Rica, con dirección de sur a norte y una temperatura en sus aguas de 20 °C o mayor (Wyrski 1967), no les permite continuar su travesía al sur (Figuras 12 y 14).

El Grupo II compuesto únicamente por *Mytilus californianus*, que se distribuye desde Cook Inlet, Alaska hasta Punta Rompiente, B.C.S. es una especie de origen templado cálido con incursión a aguas templado frías (Figura 20), ya que de acuerdo a Ramírez-Gutiérrez (2005), hacia el norte (Alaska a Washington) se distribuye desde la parte media del intermareal y el submareal debido a que se ve afectada por la exposición a bajas temperaturas; su presencia al sur (sur de la Península Baja California) restringida a la zona del intermareal medio e inferior, está regulada por factores ecológicos como la competencia (p.ej. con *Balanus glandula*) y la depredación (p.ej. por *Pisaster*

spp.). Sus límites de distribución al norte y sur están restringidos posiblemente por los mismos factores que para el Grupo I.

El Grupo III está formado solamente por *Patiria miniata*, que se distribuye desde Alaska al Golfo de California (Figura 20) y tiene un único registro para las islas Revillagigedo, por lo que es una especie de Aguas Templado Cálidas con incursión a Aguas Templado Frías y Subtropicales, comprendiendo en éstas últimas únicamente al Golfo de California. Al norte, su distribución está limitada por la Corriente de Alaska, y al sur por la Corriente Costera de Costa Rica tal como se explicó para el Grupo I. De acuerdo a Ekman (1953) y Briggs (1974) se distribuye en las provincias Aleutiana, Oregoniana, Californiana, al norte de la Mexicana y Cortesiana (Figura 17). Su registro en Revillagigedo corresponde a estadios juveniles (Adem 1960), lo que probablemente pudo haber sido incursión esporádica.

El Grupo IV corresponde a las especies de Aguas Templado Frías del Pacífico Nororiental con incursión en Aguas Templadas Cálidas del Pacífico Nororiental (Figura 20, Tabla III); este grupo está conformado por 14 especies que acorde a la clasificación de Ekman (1953) y Briggs (1974), se ubican dentro de las provincias Oregoniana y Californiana (Figura 17). En condiciones de invierno, el límite septentrional de este grupo está definido por las isothermas de los 10 y 15 °C; en esta época, no obstante, la Corriente de Davidson, con dirección de sur a norte, adquiere mayor fuerza en su flujo y las impulsa hasta latitudes mayores (Reid y Schwartzlose 1962). En condiciones de verano, estas isothermas se desplazan casi hasta Alaska, pero la intensidad de la Corriente de California, en su recorrido de norte a sur, restringe la distribución de estas especies a latitudes más altas (Figuras 12 y 14). Al sur, este grupo está limitado posiblemente por las isothermas de 20 y 25 °C así como por la Corriente Costera de Costa Rica de la misma forma en que ocurre para el Grupo I.

El Grupo V incluye a las especies de Aguas Tropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Subtropicales y Aguas Templado Frías y Templado Cálidas del Pacífico Nororiental (Figura 20), que está representado únicamente por tres especies, el gastrópodo *Hipponix antiquatus* y las estrellas de mar *Linckia columbiae* y *Astrometis sertulifera*. Este grupo de acuerdo a Briggs (1974) y Ekman (1953) abarca las provincias Oregoniana, Californiana, Mexicana, Cortesiana, Panámica y Galápagos (Figura 17). Estas especies están limitadas al norte por el efecto en conjunto de las isotermas de 10 y 15°C y de la Corriente de Davidson y de la Corriente de California tal como se explicó para el Grupo IV. Estas especies se distribuyen en aguas tropicales donde las temperaturas son mayores a 28 °C y su límite meridional se encuentra en la provincia Galápagos, y no incursionan más al sur por la influencia de la Corriente del Perú que presenta una dirección de sur a norte y una temperatura menor a 20°C (Figuras 12 y 14).

El Grupo VI que corresponde a las especies que se distribuyen en las Aguas Templadas Cálidas del Pacífico Nororiental está formado por un total de 47 especies (Figura 20, Tabla III), las cuales se ubican dentro de la provincia Californiana (Ekman 1953, Briggs 1974). Este grupo se limita al norte por la isoterma de los 15°C que se desplaza en verano hasta los 48°N; esto posibilita su distribución hacia latitudes más al norte. No continúan más al norte de Point Conception, California posiblemente por el giro que se presenta en la Cuenca Sur de California producida por la Corriente de California (Lynn y Simpson 1982, Figura 12). Su límite sur está restringido por la influencia de la isoterma de 20°C que en verano que se ubica en Punta Eugenia (28°N) y en invierno se desplaza hasta el extremo sur de la Península (23°N), así mismo por la Corriente Costera de Costa Rica, tal y como ocurre para los Grupos I y IV (Figuras 12 y 14).

El Grupo VII está conformado únicamente por el quitón *Oldroydia percrassa*, que de acuerdo a su distribución, que va desde Monterey, California a las islas San Benito, B.C.S. y está ausente en el sur de la costa oeste de PBC y el sur del Golfo de California y se le registra nuevamente en el Canal Salsipuedes al sur de la isla Angel de la Guarda, y a los datos ecológicos con que se

cuentan; puede considerarse probablemente una especie de aguas templado cálidas con distribución disyunta en el área de las grandes islas del Golfo de California. En el Pacífico Nororiental su límite septentrional está restringido probablemente por las mismas causas que el Grupo VI, y su límite meridional por los mismos factores que inciden en los Grupos I, IV y VI.

El Grupo VIII corresponde a las especies de Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental con incursión a Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental (Figura 20, Tabla III). Este grupo lo integran siete especies que, de acuerdo a lo señalado por Ekman (1953) y Briggs (1974), se distribuyen en las provincias Californiana, Mexicana y Cortesiana (Figura 17). Al norte, su distribución se limita por la isoterma de 15°C y el Giro del Sur de California tal como ocurre para el Grupo VI. Su incursión al sur se limita hasta las costas de Nayarit, lo cual podría explicarse a que en invierno, la isoterma de 20°C (Figura 14), se halla en el extremo meridional de la costa oeste de la Península de Baja California, lo que coincide con un desplazamiento hacia el sur de la Corriente de California, la cual podría transportar las larvas de esas especies hasta esas latitudes. La distribución dentro del Golfo de California de las especies *Aplysia vaccaria*, *Navanax inermis*, *Ligia occidentalis* y *Stenoplax magdalenensis*, aparentemente no presenta limitantes, no obstante, de que en las islas Ángel de la Guarda y Tiburón son consideradas para otros grupos de invertebrados una barrera biogeográfica (Correa y Rodríguez 1998), tal como ocurre para *Petrolisthes cabrilloi* y *Chthamalus fissus* que se distribuyen sólo en el sur del Golfo de California.

El Grupo IX corresponde a las especies de Aguas Subtropicales del Pacífico Oriental con incursión a Aguas Templado Cálidas del Pacífico Nororiental y a Aguas Tropicales del Pacífico Oriental (Figura 20, Tabla III). Este grupo está conformado por 10 especies que se distribuyen en las provincias Californiana, Mexicana, Cortesiana y Panámica (Ekman 1953, Briggs 1974). Su límite más septentrional se determina por la isoterma de los 15°C y el giro del Sur de California tal como ocurre en los Grupos VI y VII y, su límite más meridional está demarcado por la isoterma de 20°C de invierno y la Corriente del Perú de igual manera en la que incide para el Grupo V.

El Grupo X lo forma una sola especie, *Crepidula onyx*, cuya distribución abarca desde el sur de California hasta Chile, por lo que es una especie de Aguas Tropicales con incursión a Aguas Subtropicales y Templado Cálidas del Pacífico Nororiental y Sudoriental. Según la clasificación de Ekman (1953) y Briggs (1974), se distribuye en las provincias Californiana, Mexicana, Cortesiana, Panámica, Galápagos y Peruana (Figura 17). Su distribución se limita al norte por la Corriente de California y la isoterma de 15°C al igual que en los Grupos VI-IX, y al sur por la Corriente del Perú y la isoterma de 15°C en el invierno austral (junio-julio) (Figuras 12 y 14).

El Grupo XI incluye a *Columbella aureomexicana*, la cual es de Aguas Subtropicales con incursión a Aguas Templado Cálidas (Figura 20). De acuerdo a la clasificación de Briggs (1974) y Ekman (1953), se distribuye en las provincias Cortesiana y norte de la Mexicana (Figura 17). Esta especie incursiona en la costa occidental de la Península de Baja California hasta la latitud de los 28° N, pero es limitada por la isoterma de 20°C de invierno y por la Corriente de California, de aguas templadas cálidas con dirección de norte a sur (Figuras 12 y 14). En su límite sur la Corriente de Costera de Costa Rica limita su incursión a latitudes más meridionales de la misma forma que ocurre para el Grupo VIII.

El Grupo XII es el de las especies de Aguas Tropicales del Pacífico Oriental con incursión en Aguas Subtropicales del Pacífico y con influencia de la Corriente de California (Figura 20, Tabla III). Este grupo está representado por tres especies de gastrópodos, *Chromodoris norrisi*, *Littorina aspera* y *Nerita scabricosta* que, de acuerdo a Ekman (1953) y Briggs (1974), se distribuyen en las provincias Mexicana, Cortesiana y Panámica. En la costa occidental de la Península de Baja California su distribución está limitada por la isoterma de 20°C de invierno y por la Corriente de California al igual que para el Grupo XI (Figuras 14 y 16). Al sur, su confinamiento también está definido por la isoterma de los 20 °C de verano y la Corriente del Perú al igual que para los Grupos V y IX.

El Grupo XIII está formado por *Thais planospira*, la cual presenta su límite septentrional en isla Cedros y su límite meridional en Chile. Esta especie es de Aguas Tropicales con incursión a Aguas Subtropicales y Templado Cálidas del Pacífico Sudoriental (Figura 20). De acuerdo Ekman (1953) y Briggs (1974) esta especie se distribuye en las provincias Mexicana, Cortesiana, Panámica, Galápagos y Peruana. Al norte, su distribución está limitada por la corriente de California y la isoterma de 20°C de invierno como ocurre para los Grupos XI y XII, y al sur su limitante principal es la Corriente del Perú que tiene dirección de sur a norte y posee aguas mucho más frías (10-15°C) (Tchernia, 1980) como sucede con el Grupo X (Figuras 12 y 14).

Las especies de invertebrados que conforman el Grupo XIV son tres, las cuales se distribuyen exclusivamente en la isla Guadalupe (Figura 20). De acuerdo a Briggs (1974), esta isla forma parte integral de la provincia Californiana y, debido a que el porcentaje de endemismos registrados en su fauna marina (5%) no rebasa el 10%, no puede considerarse como una provincia o subprovincia aparte de la Californiana. Más adelante se explica con más detalle otros aspectos que tienen que ver con la distribución de este grupo a partir de los resultados del análisis de agrupamiento (Figura 23).

Aparte de los catorce grupos anteriores, existe un conjunto de doce especies que además de presentarse en el pacífico oriental, también se les registra en otros mares y océanos (Tabla IV). La explicación del por qué estas especies se encuentran en otras partes del mundo, merecería un análisis más detallado que va más allá del alcance de este trabajo. Por presentar una distribución en otros mares y océanos, reflejan diferentes estados evolutivos de la biodiversidad en el área de las islas, por ejemplo *Spurilla neapolitana*, muy posiblemente sus antecesores siguieron el corredor hispánico provenientes del Mar de Tethys, como hicieron varios géneros de braquiuros y amonoideos (Stanley 1994). Otro ejemplo es la distribución irregular de *Anteolidiella indica* (Pacífico Nororiental, Japón, Hawaii, Italia, Sudáfrica, Florida y Australia), que puede tener dos posibles explicaciones, la primera que sea una especie introducida desconociéndose su

distribución natural, y la segunda que en varias de estas localidades está siendo confundida con otras especies similares, como en el caso de *A. foulisi* (Burn 2006).

6.4. Patrones de distribución de las especies en el área de las islas

A partir de los resultados del análisis de los patrones zoogeográficos en las islas, se observó que las islas más septentrionales (Coronado, Todos Santos, San Jerónimo y San Martín), presentaron entre cinco y siete grupos, siendo menor en comparación con las islas Cedros y San Benito, las más sureñas, que tienen trece y diez grupos biogeográficos respectivamente (Tabla VIII, Figura 22). Este incremento del número de grupos biogeográficos en estas islas corresponde a la aparición de elementos de origen tropical y subtropical. Esto concuerda con Garth (1960) y Dawson (1960) que menciona que los elementos de aguas frías disminuyen su presencia paulativamente de norte a sur y de manera inversa ocurre para los elementos de procedencia tropical. Esta mayor diversidad de grupos biogeográficos en Cedros y San Benito podría explicarse debido a que estas islas se localizan en el límite norte de la zona de transición que se forma por el traslape de las provincias biogeográficas Californiana y Mexicana. Esta zona se encuentra al norte, entre la Bahía San Sebastián Vizcaíno y Punta Eugenia (28°N), y al sur a Bahía Magdalena (25°N) y Cabo San Lucas (23°N), con una distancia entre los extremos de aproximadamente 500 km. Desde el punto de vista oceanográfico, esta zona presenta fuertes cambios estacionales, por ejemplo las isothermas alternan la dominancia de aguas templado cálidas y subtropicales, y las corrientes superficiales cambian de intensidad. Durante el invierno, la isoterma de los 20°C junto con la Corriente de California alcanzan el extremo sur de la Península, y ésta última llega a registrarse en la boca del Golfo de California, mientras que en verano, la Corriente Costera de Costa Rica de aguas cálidas se extiende hasta Punta Eugenia en la costa oeste de la Península (Figuras 12 y 14, Lluch-Belda *et al.* 2003).

Esta similitud entre las islas en función de los patrones biogeográficos puede también visualizarse en el dendrograma, en el cual las islas Coronados, Todos Santos y San Jerónimo forman un grupo a parte del conjunto conformado por las islas San Benito y Cedros (Figura 23). Este par de islas, además de que se ubican en la zona de transición, están bajo la influencia de las condiciones oceanológicas que ocurren en la Bahía San Sebastián Vizcaíno, localizada en la costa del Pacífico Bajacaliforniano, en la cual no ocurren los eventos de surgencias (Castañeda-Fernández de Lara *et al.* 2010). La configuración de su línea de costa así como sus aguas someras, producen un sistema de giros que contribuyen a mantener temperaturas altas en las capas superficiales oceánicas (Soto-Mardones *et al.* 2004), por lo que estas condiciones de temperaturas cálidas persistentes, muy probablemente permiten la existencia de elementos subtropicales y tropicales.

En relación al grupo conformado por las islas Coronado, Todos Santos y San Jerónimo, en estos predominan especies de aguas templado cálidas (provincia Californiana; 38%-53%), además de un componente importante de especies de aguas templado frías (provincias Aleutiana, Oregoniana y Californiana; 17%-26%) (Figura 22); esto un reflejo del efecto de la Corriente de California y los fenómenos de surgencia, tal y como se observa en las islas Todos Santos en las cuales estos fenómenos son constantes (Pérez-Brunius *et al.* 2007), así como en la isla San Jerónimo que se localiza frente a Punta Baja, B.C. (30°N), una región con surgencias de alta intensidad (Castelao *et al.* 2006, Pérez-Brunius *et al.* 2007), con ensamblajes similares a los de California Central, sujetos a fuertes surgencias (Blanchette *et al.* 2008). Este resultado concuerda con estudios en el Pacífico Bajacaliforniano para cangrejos braquiuros (Garth 1960), briozoarios (Soule 1960) y peces (Hubbs 1960).

La isla Guadalupe, no obstante que presenta un componente predominantemente californiano (43%) y de aguas templado frías (16%) (Figura 22), la caracteriza la presencia de especies endémicas. En este estudio se registraron 3 especies endémicas de invertebrados que corresponden al 5% de las especies registradas para la isla (Figura 22), las cuales incluyen a los

poliplacóforos *Calliostochiton leei* y *Lepidozona guadalupensis*, exclusivos del intermareal (Ferreira 1978, 1979) y el cangrejo braquiuro *Pugettia hubbsi* que ocurre tanto en el intermareal como en el submareal (Garth 1958). En el caso de *L. guadalupensis*, antes de su descripción, fue confundida con *L. mertensii* que es una especie muy semejante; éstas difieren en su tamaño promedio, en el patrón de coloración, en la presencia de surcos que definen las costillas radiales al final de las valvas y las áreas laterales, además de la ornamentación de las escamas del cinturón (Ferreira 1978).

En total, se han reportado 11 especies endémicas de invertebrados marinos para la isla Guadalupe, además de las tres anteriores se contabilizan 7 gastrópodos y un bivalvo más de aguas profundas (Chace 1958). Aunque de todas éstas, sólo 9 especies se mantienen válidas; el caracol *Astraea guadalupeana* y el abulón *Haliotis californiensis* (Chace 1958) son morfotipos de *Astraea gibberosa* (Keen 1971) y de *Haliotis cracherodii* (Geiger 1999) respectivamente. No obstante que en Guadalupe ocurre un grado de aislamiento de sus faunas marinas, debido a la distancia que la separa del continente (260 km) y de otras islas, y las aguas profundas que la rodean (>3, 600 m) (Pierson 1987), el porcentaje de endemismo que presenta es bajo, por lo que en este estudio se concuerda con Briggs (1974) de mantener la isla Guadalupe como parte integral de la provincia Californiana. Sin embargo, estas características anteriormente mencionadas han mostrado que existe un aislamiento genético parcial en las poblaciones de algunas especies de peces (Stephien y Rosenblatt 1991).

6.5. La composición y los patrones de distribución geográficos de las especies y su aplicación para identificar el efecto del calentamiento global en la región de las islas.

El incremento en conjunto de los niveles de CO₂ y de la temperatura promedio global, puede resultar en una cascada de cambios físicos y químicos en los ecosistemas marinos, que tienen importantes repercusiones en la biota marina (Harley *et al.* 2006). En la costa oeste del Pacífico de

Baja California, una fuerte estratificación y una termoclina más profunda pueden evitar que los eventos de surgencia ocurran. El cambio climático también puede alterar la circulación del océano a gran escala, periodos cálidos son asociados con la reducción en la advección del Sistema de la Corriente de California. Asimismo, también se predice que las condiciones de El Niño serán más frecuentes (Harley *et al.* 2006).

Existen antecedentes en los cuales se ha evidenciado cambios en la composición y distribución de especies en la comunidad del intermareal rocoso por efecto del calentamiento global. En el análisis comparativo entre los monitoreos realizados en el periodo de 1931 a 1933 y el periodo de 1993 a 1994, en el Pacífico Nororiental, Barry *et al.* (1995) encuentran cambios en las áreas de distribución de las especies hacia el norte, de manera consistente con las predicciones del cambio asociados al calentamiento global. Estos autores observaron que la abundancia de las poblaciones de las especies de origen sureño se incrementó de un periodo a otro, y para las de origen norteño éstas disminuyeron.

En relación a la lista de especies y a los patrones de distribución geográfica que se presenta en esta investigación para cada una de las islas y su análisis en conjunto, pueden considerarse que son el punto de partida para evaluar el efecto de las modificaciones a los procesos oceanográficos causados por el calentamiento global en esta región de México. Esta propuesta se sustenta por el hecho de que este conjunto de especies y su distribución espacial constituyen un muestreo de más de cien años por diferentes especialistas de cada uno de los grupos taxonómicos. Cualquier cambio en la composición de especies que eventualmente ocurriera en una o varias islas, ya sea un aumento en la frecuencia de especies origen tropical o disminución de aquellas de origen templado, podrían confirmar el efecto del calentamiento global en esta región. En lo particular, los resultados del presente estudio podrán servir para monitorear anualmente en las islas Cedros y San Benito, en el sur, a las especies tropicales y subtropicales de macroinvertebrados intermareales que eventualmente incursionen hacia latitudes más septentrionales a causa del

incremento de la temperatura oceánica. De la misma forma, en las islas Coronados, en el norte, podrán monitorearse aquellas especies de aguas templado cálidas que estén en retroceso en sus áreas de distribución por los cambios en las condiciones ambientales.

7. CONCLUSIONES

- 7.1. Se generó el primer compendio de las especies de los macroinvertebrados epibénticos del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California.
- 7.2. La composición taxonómica de los macroinvertebrados epibénticos del intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California está constituida por 126 especies, 90 géneros, 65 familias, 27 órdenes/clados, 11 clases y 5 phyla.
- 7.3. Los moluscos son el grupo taxonómico que registró el mayor número de especies (87 en total) lo que representa el 69% de las especies encontradas, destacando los gastrópodos con 64 especies.
- 7.4. De acuerdo a Vermeij (1978) las especies de macroinvertebrados se encuentran agrupados en 14 patrones biogeográficos, en relación al tipo de agua al que pertenecen; en éstos, predominan las especies de agua templado cálidas (49%-61%) y de templado frías (28%-45%).
- 7.5. En relación a la clasificación de provincias de Ekman (1953) y Briggs (1974), las especies de macroinvertebrados se incluyen en 15 patrones biogeográficos, en los cuales predominan las especies con distribución en la provincia Californiana (43%-57%), seguidas por los patrones Aleutiana-Californiana (10%-29%) y Oregoniana-Californiana (13%-18%).
- 7.6. Los factores que influyen posiblemente de manera más determinante en la distribución geográfica las especies y en la conformación de los grupos biogeográficos, son los gradientes de temperatura y los patrones de circulación superficial oceánica.
- 7.7. Se identificó una tendencia de incremento en la diversidad de grupos biogeográficos insulares hacia la zona de transición. El análisis de agrupamiento confirmó la existencia de

- este patrón, en el cual se asocian las islas Coronado, Todos Santos y San Jerónimo como el grupo del norte, presentando de cinco a siete grupos; las islas del sur conformadas por San Benito y Cedros mostraron hasta trece patrones biogeográficos.
- 7.8. La isla Guadalupe es la única que presentó endemismo, correspondiente al 5% de las especies de macroinvertebrados registradas (3 especies), y al menos para las especies del intermareal rocoso se confirma la pertenencia de esta isla a la provincia Californiana.
- 7.9. Al integrar la información generada en la presente investigación, las islas del Pacífico Bajacaliforniano podrían considerarse como estaciones de monitoreo para evaluar el cambio en la biodiversidad por el efecto en las modificaciones a los procesos oceanográficos causados por el calentamiento global en esta región de México.

8. LITERATURA CITADA

- Abbott D.P. y D.J. Reish. 1980. Polychaeta: the marine annelid worms. Páginas 448-479. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Abbott D.P. y E.C. Haderlie. 1980. Prosobranchia: marine snails. Páginas 230-307. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Adem J. 1960. La isla Socorro: archipiélago de las Revillagigedo. Universidad Nacional Autónoma de México. 234 pp.
- Alonso-Alemán M.N. 1988. Crustáceos Anomuros y Talasinoideos de Bahía de Todos Santos, B.C., México: sistemática, distribución y ecología (Crustacea, Decapoda). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 216 pp.
- Alroy J. 2002. How many named species are valid? Proceedings of the National Academy of Sciences. 99: 3706-3711.
- Alvarado J.J. 2004. Abundancia del erizo de mar *Centrostephanus coronatus* (Echinoidea: Diadematidae) en el Pacífico de Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 52: 911-913.
- Austin W.C. y M.G. Hadfield. 1980. Ophiuroidea: the brittle stars. Páginas 146-159. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Badán A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. Páginas 99-112. En: M.F. Lavín (editor). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No.3. Unión Geofísica Mexicana. México. 272 pp.
- Barry J.P., C.H. Baxter, R.D. Sagarin y S.E. Gilman. 1995. Climate-related, long-term faunal changes in a California rocky intertidal community. Science. 267:672-675.

- Behrens D.W. 1991. Pacific coast nudibranchs: a guide to the opisthobranchs Alaska to Baja California. Sea Challengers. E.U.A. 106 pp.
- Behrens D.W. y A. Hermosillo 2005. Eastern Pacific nudibranchs: a guide to the opisthobranchs Alaska to Central America. Sea Challengers. E.U.A. 137 pp.
- Bertsch H. y A. Mozqueira. 1986. A new species of *Tritonia* (Nudibranchia) from southern California and Baja California. *The Nautilus*. 100(2): 46-49.
- Bettini-Pitombo F. y A. Ross. 2002. A checklist of the intertidal and shallow-water sessile barnacles of the Eastern Pacific, Alaska to Chile. Páginas: 97-108 En: M.E. Hendrickx (editor). Contributions to the study of East Pacific Crustaceans 1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 245 pp.
- Blanchette C.A., C.M. Miner, P.T. Raimondi, D. Lohse, K.E.K. Heady y B.R. Broitman. 2008. Biogeographic patterns of rocky intertidal communities along the Pacific coast of North America *Journal of Biogeography*. 35:1593-1607.
- Bonfil-Sanders R. 1983. Los crustáceos braquiuros de Bahía Todos Santos, B. C. México: sistemática, distribución y notas ecológicas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. México. 227 pp.
- Bouchet P. y J.P. Rocroi. 2005. Classification and Nomenclator of Gastropod Families. *Malacologia*. 47(1-2): 397.
- Briggs J.C. 1974. Marine Zoogeography. McGraw Hill, Nueva York. 475 pp.
- Broitman B.R., S.A. Navarrete, F. Smith y S.D. Gaines. 2001. Geographic variation in southern Pacific intertidal communities. *Marine Ecology Progress Series*. 224: 21-34.
- Brown J.H., G.C. Stevens y D.M. Kaufman. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecological and Systematics*. 27: 597-623.
- Brusca R.C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California, segunda edición. University of Arizona Press. Tucson. 427 pp.
- Brusca R.C. y B.R. Wallerstein. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow-water zoogeography for the region. *Bulletin of the Biological Society of Washington*. 3: 67-105.
- Burn R. 2006. A checklist and bibliography of the Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) of Victoria and the Bass Strait area, south-eastern Australia. *Museum Victoria Science Reports*. 10: 1-42.
- Camacho-Garcia Y., T.M. Gosliner y A. Valdes 2005. Field guide to the sea slugs of the tropical eastern Pacific. California Academy of Sciences, San Francisco, California. 129 pp.
- Carlton J.T. 2007. The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon. University of California Press. E.U.A. 1001 pp.
- Carrasco M.F. 1978. Las Islas de Baja California. Comisión Agraria Mixta. México. 121 pp.
- Caso M.E. 1978. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Órdenes Cidaroidea y Aulodonta; Parte 2, Órdenes Stiridonta y Camarodonta. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial 1. 244 pp.
- Cassone B.J. y E.G. Boulding. 2006. Genetic structure and phylogeography of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes*, along the northeastern and western Pacific coasts. *Marine Biology*. 149: 213-226.
- Castañeda-Fernández de Lara V., H. Reyes-Bonilla y E. Serviere-Zaragoza. 2010. A tropical assemblage of benthic macroalgae of rocky reefs in a temperate zone on the western Baja California Peninsula, Mexico. *Botanica Marina*. 53(3): 195-203.

- Castelao R.M., T.P. Mavor, J.A. Barth y L.C. Breaker. 2006. Sea surface temperature fronts in the California current system from geostationary satellite observations. *Journal of Geophysical Research-Oceans*. 111.
- Ceballos G.P., A. Rodríguez y R. Medellín 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. [Evaluación de las prioridades de conservación en el México megadiverso: diversidad de mamíferos, endemismo y peligro de extinción] *Ecological Applications*. 8:8-17.
- Chace E.P. 1958. The marine molluscan fauna of Guadalupe Island, Mexico. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*. 12(19): 319-332.
- Chavez F.P., P.G. Strutton, G.E. Friederich, R.A. Feely, G.C. Feldman, D.G. Foley y M.J. McFadden. 1999. Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. *Science*. 286:2126-2131.
- Clark A.M. 1996. An index of names of recent Asteroidea, part 3. Velatida and Spinulosida. Páginas 183-250. En: M. Jangoux y J.M. Lawrence (editores). *Echinoderm Studies*, 5. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield. 250 pp.
- Clark R.N. 2008. *Mopalia kennerleyi* Carpenter, 1864, a forgotten species and its southern analogue *Mopalia ciliata* (Sowerby, 1840). *American Malacological Bulletin*. 25(1): 71-76.
- Clarke K.R. y Gorley R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth. Inglaterra. 172 pp.
- Clifford H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press. E.U.A. 229 + xii pp.
- Coan E.V., P.V. Scott y F.R. Bernard. 2000. Bivalve Seashells of Western North America: Marine Bivalve Mollusks from Arctic to Baja California. Santa Barbara Museum of Natural History Monographs 2. 764 pp.
- Collins C.A., R.G. Paquette y S.R. Ramp. 1996. Annual variability of ocean currents at 350 m depth over the continental slope off Point Sur, California. *CalCOFI Report*. 37:257-263.
- Connolly S. y J. Roughgarden. 1998. A range extension for the volcano barnacle, *Tetraclita rubescens*. *California Fish and Game*. 84:182-183.
- Correa F. y E. Rodríguez. 1998. Análisis de la distribución geográfica de los anomuros (Crustacea: Decapoda) del Golfo de California. *Journal of Biogeography*. 25: 1133-1144.
- Cota-Villavicencio A., D. Aguilar-Montero, M. Romero-Martínez, F. Uribe-Osorio y J.S. Palleiro-Nayar. 2001. Estructura por tallas y tasa de mortalidad total del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* de las costas de Baja California, México. *Ciencia Pesquera*. 14:23-28.
- Cotterill F.P.D. 1995. Systematics, biological knowledge, and environmental conservation. *Biodiversity and Conservation*. 4: 183-205.
- Crummett, L.T. y D.J. Eernisse. 2007. Genetic evidence for the cryptic species pair, *Lottia digitalis* and *Lottia austrodigitalis* and microhabitat partitioning in sympatry. *Marine Biology*. 152: 1-13.
- Cruz M., D. Hill y P. Cortez. 2007. Biología y distribución de la familia Aplysiidae (babosas de mar), en la zona intermareal del Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. 14.
- Daly M., M.R. Brugler, P. Cartwright, A.G. Collins, M.N. Dawson, D.G. Fautin, S.C. France, C.S. McFadden, D.M. Opresko, E. Rodrigues, S.L. Romano y J.L. Stake. 2007. The phylum Cnidaria: a review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*. 1668: 127-182.

- Dawson E.Y. 1960. A review of the ecology, distribution and affinities of benthic flora. *Systematic Zoology*. Symposium: The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biotas. 9: 93-100.
- Dayrat B. 2005. Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*. 85: 407–415.
- De Grave S., N.D. Pentcheff, S.T. Ahyong, T.-Y. Chan, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H.J.M. Fransen, L.Y.D. Goulding, R. Lemaitre, M.E.Y. Low, J.W. Martin, P.K.L. Ng, C.E. Schweitzer, S.H. Tan, D. Tshudy y R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*. Suppl. 21: 1–109.
- Deichmann E. 1937. The Templeton Crocker Expedition LX. Holothurians from the Gulf of California, the west coast of Lower California and Clarion Island. *Zoologica* 22: 161-176.
- Deichmann E. 1958. The Holothurioidea collected by the Velero III and IV during the years 1932 to 1954. Part II. Aspidochirota. Páginas: 253-350. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. 11: 1945-1958. 358 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2005. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto por el que se declara como área natural protegida con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina y terrestre que incluye a la Isla Guadalupe. Lunes 25 de abril. México, D.F.
- Donlan C.J., B.R. Tershy, B.S. Keitt, B. Wood, J.A. Sanchez, A. Weinstein, D.A. Croll, J.L. Alguilar. 2000. Island conservation action in northwest Mexico. Páginas 330-338. En: Browne D.H., H. Chaney y K. Mitchell (editores.). *Proceedings of the Fifth California Islands Symposium*. Santa Barbara, California, EUA. Santa Barbara Museum of Natural History.
- Durazo R. y T.R. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*. 54:7-31.
- Durham J.W., C.D. Wagner y D.P. Abbott. 1980. Echinoidea: The Sea Urchins. Páginas 160-176. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Ebert T.A., J.D. Dixon, S.C. Schoeter, P.E. Kalvass, N.T. Richmond, W.A. Bradbury y D.A. Woodby. 1999. Growth and mortality of red sea urchins across a latitudinal gradient. *Marine Ecology Progress and Series*. 190:189-209.
- Ecoterra. 1981. Estudio sobre los Recursos Naturales de Isla Guadalupe, B.C. México. Consultores Internacionales en Ecosistemas, S.A. de C.V. 348 pp.
- Eernisse D.J. 1986. The genus *Lepidochitona* Gray, 1821 (Mollusca: Polyplacophora) in the northeastern Pacific Ocean (Oregonian and Californian Provinces). *Zoologische verhandeligen Leiden*. 228.
- Ekman S. 1953. *Zoogeography of the Sea*. Sidgwick and Jackson. London. 417 pp.
- Erickson R.A., N.G. Howell. 2001. Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution and taxonomy. *Monographs in Field Ornithology*. 3:171-203.
- Espinosa-Pérez M.C. y M.E. Hendrickx. 2001. Checklist of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) from the Eastern Tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology*. 131:41–54.
- Feder H.M. 1980. Asteroidea: the sea stars. Páginas: 117-135. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.

- Ferreira A.J. 1978. The genus *Lepidozona* (Mollusca: Polyplacophora) in the temperate Eastern Pacific, Baja California to Alaska, with the description of a new species. *The Veliger*. 21: 19-44.
- Ferreira A.J. 1979. The genus *Callistochiton* Dall, 1879 (Mollusca: Polyplacophora) in the Eastern Pacific, with the description of a new species. *Veliger*, 21: 444-466.
- Fiedler P.C. 1992. Seasonal climatologies and variability of eastern tropical Pacific surface waters. NOAA Technical Report. NMFS 109. 65 pp.
- Gallo-Reynoso J.P., B.J. Le Boeuf, A.L. Figueroa-Carranza y M.O. Maravilla-Chávez. 2005. Los pinnípedos de Isla Guadalupe. Páginas: 170-201. En: Isla Guadalupe, Restauración y Conservación. K. Santos del Prado y E. Peters (editores.). Instituto Nacional de Ecología. México. 320 pp.
- García J.C. y J.L. Cervera. 1985. Revisión de *Spurilla neapolitana* Delle Chiaje, 1823 (Mollusca; Nudibranchiata). *Journal of Molluscan Studies*. 51: 138-156.
- García-Aguilar M.C. 2004. Breeding biology of the northern elephant seal (*Mirounga angustirostris*) at the Isla San Benito del Oeste, eastern Pacific, Mexico. *Aquatic Mammals*. 30:289-295.
- Garese A., H.M. Guzmán y F.H. Acuña. 2009. Sea Anemones (Cnidaria: Actiniaria and Corallimorpharia) from Panama. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(3): 791-802.
- Garth J.S y D.P. Abbott. 1980. Brachyura: The true crabs. Páginas: 594-630. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Garth J.S. 1958. Brachyura of the Pacific coast of America. Oxyrhyncha. Allan Hancock Pacific Expeditions. 21 Part 1. The University of Southern California Press. E.U.A. 673 pp.
- Garth J.S. 1960. Distribution and affinities of brachyuran crustacea. *Systematic Zoology*. 9(3-4): 105-123.
- Gaston K.G. y L.A. Mound. 1993. Taxonomy, hypothesis and the biodiversity crisis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B 251: 139-142.
- Gaston K.J. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges. *Oxford Series in Ecology and Evolution*. E.U.A. 266 pp.
- Gaylord B. y S.D. Gaines. 2000. Temperature or transport? Range limits in marine species mediated solely by flow. *American Naturalist*. 155:769-789.
- Geiger L.D. 1999. A total evidence cladistic analysis of the Haliotidae (Gastropoda: Vetigastropoda). Thesis Ph.D. University of Southern California. 423 pp.
- Gewin V. 2002. All living things, online. *Nature*. 418: 362-363.
- Glynn P.W. y G.M. Wellington. 1983. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands (with annotated list of the scleractinian corals of Galápagos por J.W. Wells). University of California Press. E.U.A. 330 pp.
- González J.I. 2009. Predicción de mareas en México. <http://oceanografía.cicese.mx/predmar>.
- Haderlie E.C. y D.P. Abbott. 1980. Bivalvia: the clams and allies. Páginas: 355-411. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Haderlie E.C., C. Hand y W.B. Gladfelter. 1980. Cnidaria (Coelenterata): The sea anemones and aliens. Páginas: 40-75. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Haig J. 1960. The Porcellanidae (Crustacea Anomura) of the Eastern Pacific. Allan Hancock Pacific Expeditions. 24: 1-440.

- Haig J. 1968. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. Porcellanid crabs (Crustacea: Anomura) from the West Coast of Tropical America. *Zoologica*, NY. 53: 57-74.
- Haig J. y D.P. Abbott. 1980. Macrura and Anomura: the ghost shrimps, hermit crabs and allies. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). *Intertidal invertebrates of California*. Páginas 577-593. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Hall C.A. 1964. Shallow water marine climates and molluscan provinces. *Ecology*. 45(2): 226-234.
- Hand C. 1955. The sea anemones of central California. Part II. The endomyarian and mesomyarian anemones. *Wasmann Journal of Biology*. 13: 37-99.
- Hart J.F.L. 1982. Crabs and their relatives of British Columbia. *British Columbia Provincial Museum Handbook* 40. Paperback. 267 pp.
- Hendler G. 2007. Ophiuroidea. Páginas: 930-941. En: Carlton J.T. (editor). *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon*. University of California Press. E.U.A. 1001 pp.
- Hendrickx M.E. 1997. Los cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura: Dromiidae hasta Leucosiidae) del Pacífico mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 178 pp.
- Hereu-Romero C.M. 2006. Distribución, abundancia y pastoreo potencial de las salpas en aguas mexicanas de la corriente de California y el Pacífico tropical, con referencia particular a los eventos El Niño y La Niña 1997-1999. Doctorado en Ciencias en Ecología Marina. CICESE. 164 pp.
- Hernández de la Torre B., G. Gaxiola-Castro, R. Aguirre-Gómez, S. Álvarez Borrego, R. Lara-Lara y S. Nájera-Martínez. 2005. Serie de tiempo de productividad (1970-2003) en el ecosistema marino de la Isla Guadalupe. Páginas: 135-141. En: Santos K. y E. Peters (editores). *Isla Guadalupe: Restauración y conservación*. Instituto Nacional de Ecología. México. 320 pp.
- Herrero-Pérezrul D., H. Reyes-Bonilla, A. González-Azcárraga, C.E. Cintra-Buenrostro y A. Rojas-Sierra. 2008. Equinodermos. Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Páginas: 339-361. En: Danemann D.G. y E. Ezcurra (editores). *SEMARNAT-INE-PRONATURA NOROESTE, SAN DIEGO NATURAL HISTORY MUSEUM*. México. 740 pp.
- Hickey B.M. 1979. The California Current System – hypotheses and facts. *Progress in Oceanography*. 8 (4):191-279.
- Hickey B.M. 1998. Coastal oceanography of western North America from the tip of Baja California to Vancouver Island. Páginas: 345- 394. En: Robinson A.R. y K.H. Brink (editores). *The Sea*. John Wiley & Sons, Inc. E.U.A. 1090 pp.
- Hopkins G.W. y R.P. Freckleton. 2002. Declines in the numbers of amateur and professional taxonomists: implications for conservation. *Animal Conservation*. 5: 245-249.
- Hubbs C.L. 1960. The marine vertebrates of the outer coast. *Symposium The Biogeography of Baja California and adjacent seas*. *Systematic Zoology*. 9:134-147.
- Hutchinson G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. 22:415-427. Reimpreso en 1991: *Classics in Theoretical Biology*. *Bulletin of Mathematic Biology*. 53:193-213.
- Huyer A. y R.L. Smith. 1985. The signature of El Niño off Oregon in 1982-83. *Journal of Geophysical Research*. 90: 7133-7142.
- International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. *International Code of Zoological Nomenclature*. International Trust of Zoological Nomenclature, Londres. 1-306.
- Jason S. y J. Vegelius. 1981. Measures of ecological association. *Oecologia* 49: 371-376.

- Junak S.A. y R. Philbrick. 1994. The vascular plants of Todos Santos island, Baja California, Mexico. Páginas: 407-428. En: W.L. Halvorson y G.J. Maender (editores). The Fourth California Islands Symposium: Update on the State of Resources. Santa Barbara Museum of Natural History. E.U.A.
- Kaas P. y R.A. Van Belle. 1985a. Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volumen 1, Order Neoloricata: Lepidopleurina. E.J. Brill Publishers. Dinamarca. 239 pp.
- Kaas P. y R.A. Van Belle. 1985b. Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volumen 2, Suborder Ischnochitonina, Ischnochitonidae: Schizoplacinae, Callochitoninae y Lepidochitoninae. E.J. Brill / W. Backhuys, Leiden. Holanda. 198 pp.
- Kaas P. y R.A. Van Belle. 1987. Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volumen 3, Ischnochitonidae: Chaetopleurinae, Ischnochitoninae (pars). E.J. Brill / W. Backhuys, Leiden, Holanda. 302 pp.
- Kaas, P. y R.A. Van Belle. 1994. Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volumen 5, Suborden Ischnochitonina: Ischnochitonidae (concluded); Callistoplacinae, Mopalidae, adiciones a los volúmenes 1- 4. E.J. Brill / W. Backhuys, Leiden, Holanda. 402 pp.
- Keen M.A. 1971. Seashells of tropical west America (marine mollusks from Baja California to Perú). Stanford University Press. E.U.A. 1064 pp.
- Kerr J.T. 1997. Species richness, endemism and the choice of areas for conservation. Conservation Biology. 11: 1094-1100.
- Kozloff E.N. 1996. Marine invertebrates of the Pacific Northwest. University of Washington Press. E.U.A. 539 pp.
- Kuper H.T. 1978. Natural history of the Coronado Islands, California, México. San Diego Association of Geologist. 55 pp.
- Lamber P. 2000. Sea Stars of British Columbia, Southeast Alaska, and Puget Sound. Royal British Columbia Museum Handbook. UBC Press. Canadá. 186 pp.
- Legendre P. y L. Legendre. 1998. Numerical ecology. Elsevier Science BV. Amsterdam. xv + 853 pp.
- León-Carballo G. y M. Muciño-Díaz 1996. Pesquería de abulón. Páginas: 15-42. En: Casas-Valdéz M, Ponce-Díaz G (editores). Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar. 693 pp.
- Lindberg D.R. 2007. Patellogastropoda. Páginas: 753–761. En: J.T. Carlton (editor). Light and Smith's Manual. Intertidal Invertebrates of the Central California Coast.. University of California Press, Berkeley. 1001 pp.
- Lluch-Belda D., D.B. Lluch-Cota y S.E. Lluch-Cota. 2003. Baja California's Biological Transition Zones: Refuges for the California Sardine. Journal of Oceanography. 59:503–513.
- Lubinsky-Jinich D. 2010. Estado actual de la foca común del Pacífico oriental (*Phoca vitulina richardsi*), en México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 123 pp.
- Lynn R.J. 1986. The subarctic and northern subtropical fronts in the eastern North Pacific Ocean in spring. Journal of Physical Oceanography. 16: 209–222
- Lynn R.J. y J.J. Simpson 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. Journal of Physical Oceanography. 92: 12,947-12,966.

- MacArthur R.H. 1984. Geographic ecology: patterns in the distribution of species. Harper and Row. E.U.A. 269 pp.
- MacArthur R.H. y Wilson E.O. 2001. The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press. E.U.A. 224 pp.
- Maravilla-Chávez M.O. y M.S. Lowry. 1996. Censos de pinnípedos en islas de la costa occidental de la Península de Baja California, México (Julio/Agosto, 1992). Ciencia Pesquera (Nueva época). 13: 73-77.
- Martin J.W. y G.E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series. No. 39. 124 pp.
- McFadden C.S., R.K. Grosberg, B.B. Cameron, D.P. Karlton y D. Secord. 1997. Genetic relationships within and between clonal and solitary forms of the sea anemone *Anthopleura elegantissima* revisited: evidence for the existence of two species. Marine Biology. 128: 127-139.
- McGowan J.A., D.B. Chelton y A. Conversi. 1996. Plankton pattern, climate and change in the California Current. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 37: 45-68.
- McLean J.H. 1978. Marine shells of southern California. Natural History Museum of Los Angeles County Science Series. No. 24. E.U.A. 104 pp.
- McPhaden M.J. 2002. El Niño and La Niña: causes and global consequences. Páginas: 353-370. En: Munn R.E. (editor). Encyclopedia of Global Environmental Change. John Wiley and Sons. Reino Unido. 773 pp.
- Mellink E. 1993. Biological conservation of Isla de Cedros, Baja California, Mexico: assessing multiple threats. Biodiversity and Conservation. 2: 62-69.
- Mendoza-León M.E. 1987. Estudio de la composición faunística de gasterópodos (Mollusca: Gastropoda) de Isla Guadalupe, Baja California, México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 85 pp.
- Morgan L., S. Maxwell, F. Tsao, T.A.C. Wilkinson y P. Etnoyer. 2005. Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al mar de Béring. Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y Marine Conservation Biology Institute. Canadá. 136 pp.
- Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie. 1980. Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.
- Moser H.G. y P.E. Smith. 1993. Larval fish assemblages of the California Current region and their horizontal and vertical distributions across a front. Bulletin of Marine Science. 53(2): 645-691.
- Murphree T. y C. Reynolds. 1995. El Niño and La Niña effects on the northeast pacific: the 1991-1993 and 1988-1989 events. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports. 36:45-56.
- Murphy P.G. 1978. *Collisella austrodigitalis* sp. nov: A sibling species of limpet (Acmaeidae) discovered by electrophoresis. Biological Bulletin. 155: 193-206.
- Murray S.N., R.F. Ambrose, M.N. Dethier. 2001. Methods for performing monitoring, impact, and ecological studies on rocky shores. MMS OCS Study 2001-070. Coastal Research Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara, California. E.U.A. 217 pp.
- Newman W.A. y D.P. Abbott. 1980. Cirripedia. Páginas 504-535. En: Morris R.H., D.R. Abbott y E.C. Haderlie (editores). Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. E.U.A. 690 pp.

- Ng P.K.L., D. Guinot y P.J.F. Davie. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. The Raffles Bulletin of Zoology. Suppl. 17: 1-286.
- Nybakken J.W. 2005. Marine biology: an ecological approach. Pearson/Benjamin Cummings. E.U.A. 579 pp.
- Parrish R.H., A. Bakun, D.M. Husby y C.S. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. Páginas: 731-778. En: G.D. Sharp y J. Csirke (editores). Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. FAO Fish Report 291.
- Pearse J.S. y R. Mooi. 2007. Echinoidea. Páginas: 914-922. En: Carlton J.T. (editor). The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon. University of California Press. E.U.A. 1001 pp.
- Pérez-Brunius P., M. López, A. Parés-Sierra y J. Pineda. 2007. Comparison of upwelling indices off Baja California derived from three different wind data sources. CalCOFI Reports. 48: 204-214.
- Philander S.G.H. 1990. El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. Academic Press. E.U.A. 289 pp.
- Picaut J., M. Loualalen, C. Menkes, T. Delcroix y M.J. McPhaden. 1996. Mechanism of the zonal displacements of the Pacific Warm Pool: Implications for ENSO. Science. 274: 1486-1489.
- Pierson M.O. 1987. Breeding behavior of the Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi*. Páginas: 23-27. En: J.P. Croxall y R. L. Gentry (editores). Status, Biology, and Ecology of Fur Seals. Proceedings of an international symposium and workshop, Cambridge, England, 23–27 April 1984. NOAA Technical Report. NMFS 51. 212 pp.
- Presiado R. 2007. Biogeography of the Pacific coast brittle star, *Ophioplocus esmarki* (Lyman, 1874) occurrence patterns and environmental correlates. Proceedings of the California Academy of Sciences. 58(7): 105–119.
- Raffaelli D. y S. Hawkins. 1999. Intertidal ecology. Kluwer Academic Publishers. Holanda. 356 pp.
- Ramos-Franco C.A. 2007. Propuesta de manejo de la erosión hídrica para la restauración del suelo del bosque de ciprés de isla Guadalupe. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 66 pp.
- Ramírez-Valdez J.A. 2010. Ecología y biogeografía de las comunidades de peces del intermareal rocoso en la costa occidental de la Península de Baja California, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. México. 203 pp.
- Rathbun M.J. 1904. Decapod crustaceans of the northwest coast of North America. Harriman Alaska Expedition. 10:1-219.
- Rathbun M.J. 1918. The grapsoid crabs of America. United States National Museum, Bulletin 97: 1-461.
- Rathbun. M.J. 1930. The Cancroid crabs of America of Families Euryliidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae, and Xanthidae. Bulletin of the United States National Museum. 152.
- Rawlings T.A. 1999. Adaptations to physical stresses in the intertidal zone: The egg capsules of neogastropod molluscs. American Zoologist. 39:230-243.
- Reid J.L. y A.R. Schwartzlose. 1962. Direct Measurements of the Davidson Current off Central California. Journal of Geophysical Research. 67(6): 2491-2497.
- Reid, J.L. G.I. Roden, y J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California current system. California Cooperative Oceanic Fishery Investigations Progress Report 1. 29-56.

- Roden G.I. 1971. Aspects of the Transition Zone in the Northeastern Pacific. *Journal of Geophysical Research*. 76(15): 3462–3475.
- Rodríguez-Valencia J.A., F. Caballero-Alegría, J. Castro. 2004. Tendencias temporales (1989–1999) en las poblaciones de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* (Gastropoda: Haliotidae) de Isla de Cedros, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 30(3):1-13.
- Rodríguez-Valencia J.A., F. Caballero-Alegría, F. Uribe-Osorio, A. Arano-Castañón. 2002. Abundancia y asociaciones de dos gasterópodos (*Astraea* y *Haliotis*) comercialmente importantes en Isla San Jerónimo, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 28(1): 49-66.
- Rouse G.W. K. Fauchald. 1997. Cladistics and polychaetes. *Zoologica Scripta*. 26(2):139-204.
- Sadler J.P. 1999. Biodiversity on oceanic islands: a paleoecological assessment. *Journal of Biogeography*. 26:75-87.
- Salazar-Vallejo S.I., N.E. González, E. Schwindt. 2008. Taxonomía de invertebrados marinos: necesidades en Latinoamérica. *Interciencia*. 33: 510-517.
- Samaniego-Herrera A., A. Peralta-García, A. Aguirre-Muñoz (editores). 2007. Vertebrados de las islas del Pacífico de Baja California. Guía de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. México. 178 pp.
- Sánchez-Ortiz C.A. 1999. Biodiversidad de moluscos opisthobranchios (Mollusca: Opisthobranchiata) del Pacífico mexicano: Isla Cedros-Vizcaíno e islas del Golfo de California parte Sur. CONABIO. Proyecto L136.
- Schoch G.C., B.A. Menge, G. Allison, M. Kavanaugh, S.A. Thompson y S.A. Wood. 2006. Fifteen degrees of separation: latitudinal gradients of rocky intertidal biota along the California Current. *Limnology and Oceanography*. 51:2564-2585.
- Seapy R.R. y Littler M.M. 1993. Rocky intertidal macroinvertebrates of the southern California bight: an overview and checklist. Páginas: 293–305. En: F.G. Hochberg. Third California Islands symposium: recent advances in research on the California Islands. Santa Barbara Museum of Natural History. E.U.A. 661 pp.
- Seapy R.R., Littler M.M. 1979. The distribution, abundance, community structure, and primary productivity of macroorganisms from two central California rocky intertidal habitats. *Pacific Science*. 32: 293-314.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Avances de la Creación de la Reserva de la Biosfera de las Islas del Pacífico de Baja California. Miércoles 29 de abril. www.semarnat.gob.mx
- Sheinbaum P.J. 2003. Current theories on El Niño-southern oscillation: A review. *Geofísica Internacional*. 42(3):291-305.
- Simonetti J.A. 1997. Biodiversity and a taxonomy of Chilean taxonomists. *Biodiversity and Conservation*. 6: 633-637.
- Sirenko B.I. 2006. New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Venus*. 65 (1-2): 27-49.
- Smith A.G. 1963. A revised list of chitons from Guadalupe Island, Mexico. *The Veliger*. 5(4): 147-149.
- Solís-Marín F.A., A.L. Laguarda-Figueras, C.A.G. Durán-González, y J. Torres-Vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. 53:123-137.
- Soot-Ryen T. 1955. A report on the family Mytilidae. Allan Hancock Pacific Expedition. 20: 1-154.

- Soto-Mardones, L., A. Parés-Sierra, J. García, R. Durazo y S. Hormazabal. 2004. Analysis of the mesoscale structure in the IMECOCAL region (off Baja California) from hydrographic, ADCP and altimetry data. Deep Sea Research. Part II. 51(6-9): 785-798.
- Soule J. 1960. The distribution and affinities of the littoral marine bryozoa (Ectoprocta). Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent seas. Systematic Zoology. 9 (3 y 4): 100-104.
- Spencer R.L. 1977. Catalog of the Benthic invertebrate collections of the Scripps Institution of Oceanography. Decapod Crustacea and Stomatopoda. SIO Reference 77-9.
- Spencer R.L. 1978. Catalog of the Benthic Invertebrate Collections of the Scripps Institution of Oceanography. Brachipoda. SIO Reference.
- Spencer R.L. 1982. Catalog of the Benthic Invertebrate Collections of the Scripps Institution of Oceanography. Echinodermata. SIO Reference 82-5.
- Spencer R.L. 1995. Catalog of the Benthic Invertebrate Collections of the Scripps Institution of Oceanography. Mollusca. SIO Reference 95-24.
- Spencer R.L. 1998a. Catalog of the benthic invertebrate collections of the Scripps Institution of Oceanography. Coelenterata. SIO Reference 98-02.
- Spencer R.L. 1998b. Catalog of the benthic invertebrate collections of the Scripps Institution of Oceanography. Porifera. SIO Reference 98-06.
- Stanley G.D.J. 1994. Late Paleozoic and early Mesozoic reef-building organisations and paleogeography: the Tethyan–North American connection. Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 172: 69-75.
- Stepien C.A. y R.H. Rosenblatt. 1991. Patterns of gene flow and genetic divergence in the northeastern Pacific myxodin Clinidae (Teleostei: Blennioidei), based on allozyme and morphological data. Copeia. 1991: 873-896.
- Stepien C.A., H. Phillips, J.A. Adler y P.J. Mangold. 1991. Biogeographic relationships of a rocky intertidal fish assemblage in an area of cold water upwelling off Baja California, México. Pacific Science. 45: 63-71.
- Strong A.M. 1937. Marine Mollusca of San Martin Island, Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences. 23(12): 191-194.
- Strong A.M. y G.D. Hanna. 1930. Marine Mollusca of Guadalupe island, Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences. 19: 1-6.
- Tchernia P. 1980. Descriptive regional oceanography, Pergamon Marine Series. E.U.A. 253 pp.
- Tegner M.J. 2001. The ecology of *Strongylocentrotus franciscanus* and *Strongylocentrotus purpuratus*. Páginas: 307-331. En: J.M. Lawrence (editor). Edible sea urchins: biology and ecology. Elsevier Science Press, Amsterdam. 529 pp.
- Téllez-Duarte, M. A. 1988. Paleoecología comparativa de moluscos del Pleistoceno en localidades continentales e insulares de Baja California, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 101 pp.
- Valentine J.W. 1966 Numerical analysis of marine molluscan ranges on the extratropical north-eastern Pacific shelf. Limnology and Oceanography. 11: 198-211.
- Vega-Velázquez V.A., Espinosa-Castro G., Gómez-Rojo C. 1996. Pesquería de la langosta (*Panulirus* spp.). Páginas: 227-261. En: Casas-Valdéz M., G. Ponce-Díaz (editores). Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario

- de Ciencias Marinas. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar.
- Vermeij G.J. 1978. Biogeography and adaptation. Patterns of marine life. Harvard University Press, Cambridge. EUA. 332 pp.
- Vermeij G.J. 1995. A natural history of shells. Princeton University Press. EUA. 207 pp.
- Vermeij G.J. 2004. Island life: a view from the sea. Páginas: 239-254. En: M.V. Lomolino, L.R. Heaney. Frontiers of biogeography new directions in the geography of nature. Sinauer Associates. E.U.A. 436 pp.
- Weingartner T. 2007. The physical environment of the Gulf of Alaska. Páginas: 12-41. En: Spies R.B. (editor). Long-term ecological change in the northern Gulf of Alaska. 417 pp.
- Wheeler Q.D., P.H. Raven y E.O. Wilson. 2004. Taxonomy: impediment or expedient? Science. 303: 285.
- Whittaker R.J. 1998. Island biogeography: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford. 285 pp.
- Wilson E.O. 2000. A global biodiversity map. Science. 289: 2279.
- Wolf S., C. Phillips, J.A. Zepeda-Domínguez, Y. Albores-Barajas y P. Martin. 2005. Breeding biology of Xantus's Murrelet at the San Benito Islands, Baja California, México. Marine Ornithology. 33:123–129.
- Wooster W.S. y J.H. Jones. 1970. California Undercurrent off northern Baja California. Journal of Marine Research. 28: 235-250.
- Wyrtki K. 1965. The annual and semiannual variation of the sea surface temperature in the north Pacific Ocean. Journal of Limnology and Oceanology. 10(3): 307-313.
- Wyrtki K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanography and Marine Biology Annual Review. 33-68.
- Wyrtki K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. International Journal of Oceanology and Limnology. 1(2): 117-147.
- Zaytsev O., R. Cervantes-Duarte, O. Montante y A. Gallegos-García. 2003. Coastal upwelling activity on the pacific shelf of the Baja California Peninsula. Journal of Oceanography. 59(4): 387-535.
- Ziesenhenné F.C. 1955. A review of the genus *Ophioderma*. Essays in the Natural Sciences in Honor of Captain Allan Hancock on the Occasion of his Birthday, July 26. University of Southern California Press. E.U.A. 185-201.

ANEXO I. Especies representativas de macroinvertebrados de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.



Anthopleura elegantissima



Pachycrapsus crassipes



Ligia occidentalis



Pollicipes polymerus



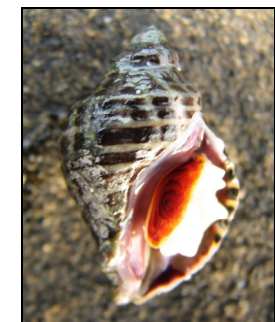
Chthamalus fissus



Tetraclita rubescens



Mexacanthina lugubris



Acanthina punctulata



Fissurella volcano



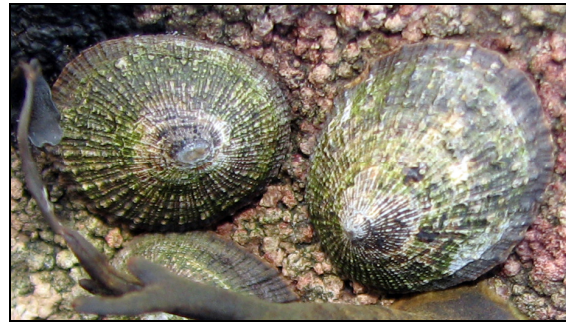
Littorina keenae



Lottia digitalis



Lottia gigantea



Lottia limatula



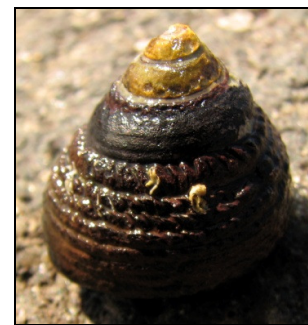
Lottia scabra



Megathura crenulata



Serpulorbis squamigerus



Tegula funebris



Tegula gallina



Mytilus californianus



Pseudochama exogyra



Septifer bifurcatus



Leptochitona hartwegi



Pisaster ochraceus



Strongylocentrotus purpuratus

ANEXO II. Distribución geográfica de las especies de macroinvertebrados registradas en el intermareal rocoso de las islas del Pacífico del estado de Baja California, México.

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Anthozoa	<i>Anthopleura elegantissima</i>	Alaska a Bahía Tortugas, B.C.S., México 33, 43.
	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>	Mar de Bering a Panamá; costa este de China y a lo largo de la costa de Japón 28, 31.
Polychaeta	<i>Phragmatopoma californica</i>	California Central a Punta Abreojos, B.C., México 2, 46.
Decapoda	<i>Cycloxanthops novemdentatus</i>	Monterey Bay, California, E.U.A. a Punta Abreojos, B.C.S., México 10.
	<i>Epialtoides hiltoni</i>	Laguna Beach, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 29.
	<i>Grapsus grapsus</i>	En el Pacífico: isla Cedros, Archipiélago San Benito, B.C.S., México, a través del Golfo de California a Bahía Talcahuano, Chile. Rocas Alijos, islas Revillagigedo, Clipperton, Galápagos, Malpelo y Juan Fernández. Atlántico este: Portugal a Angola. Atlántico oeste: Sur de Florida, E.U.A. y Bahamas a Pernambuco, Brasil; Bermudas 11, 48.
	<i>Lophopanopeus leucomanus leucomanus</i>	Carmel, California, E.U.A. a Bahía Todos Santos, B.C., México 10, 29.
	<i>Pachycheles rudis</i>	Isla Kodiak, Alaska a Bahía Magdalena, B.C., México 30.
	<i>Pachygrapsus crassipes</i>	Japón y Corea; Bamfield, Isla Vancouver, Columbia Británica, Canadá a Isla Santa Margarita, B.C.S., México y Golfo de California 11, 14, 30.
	<i>Pagurus hirsutiusculus venturensis</i>	Monterey California, E.U.A. a Ensenada, B.C., México 4.
	<i>Pagurus samuelis</i>	Nootka Sound, Isla Vancouver, Canadá a Punta Eugenia, B.C., México 32.

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Decapoda	<i>Paraxanthias taylori</i>	Monterey Bay, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 10 .
	<i>Petrolisthes cabrilloi</i>	Morro Bay, California, E.U.A. al sur del Golfo de California 4 .
	<i>Petrolisthes manimaculis</i>	Bodega Bay, California a Punta Eugenia, B.C., México 34 .
	<i>Pugettia dalli</i>	Isla San Miguel, California, E.U.A. a Bahía Tortugas, B.C.S., México 29 .
	<i>Pugettia hubbsi</i>	Isla Guadalupe 29 .
	<i>Pugettia producta</i>	Islas Queen Charlotte, Canadá a Bahía Asunción, B.C.S., México 29 .
	<i>Pugettia richii</i>	Islas Goose, Columbia Británica, Canadá a isla San Jerónimo, B.C., México 29 .
	<i>Taliepus nuttallii</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 29 .
Isopoda	<i>Ligia occidentalis</i>	Oregón, California, E.U.A. al sur de la Bahía Chamela, Jalisco, incluyendo todo el Golfo de California, México 23 .
Cirripedia	<i>Balanus glandula</i>	Islas Aleutianas, Alaska a Bahía San Quintín, B.C., México 45 .
	<i>Chthamalus fissus</i>	San Francisco, California, E.U.A. a Cabo San Lucas, B.C.S., México 9 .
	<i>Pollicipes polymerus</i>	Columbia Británica, Canadá a Punta Abreojos, B.C.S., México 45 .
	<i>Tetraclita rubescens</i>	Mendocino Cape, California, E.U.A. a Cabo San Lucas, B.C.S., México 17, 45 .
Gastropoda	<i>Mexacanthina lugubris</i>	Sur de California a Bahía Magdalena, B.C.S., México 41 .
	<i>Acanthina paucilirata</i>	San Pedro, California, E.U.A. a isla Cedros, B.C., México 44 .
	<i>Acanthina punctulata</i>	Monterey, California, E.U.A. a Santo Tomás, B.C., México 44 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Gastropoda	<i>Aeolidiella chromosoma</i>	Japón; Morro Bay, California, E.U.A., a través del Golfo de California, México a Costa Rica y Panamá 7 .
	<i>Amphissa versicolor</i>	Fort Bragg, California, E.U.A. a Isla San Martín, B.C., México 44 .
	<i>Anetarca armata</i>	Punta Asunción, B.C., México; Bahía de Los Ángeles, Golfo de California a Bahía Banderas, Jalisco, México; Costa Rica 7 .
	<i>Antaeolidiella indica</i>	Palos Verdes, California, E.U.A. a la costa oeste de la Península de Baja California; Circumtropical; Japón, Golfo de Naples, Italia; Hawaii, Sudáfrica, Australia, Florida 7 .
	<i>Hipponix antiquatus</i>	Neah Bay, Washington, E.U.A. a Panamá 44 .
	<i>Aplysia californica</i>	Japón; Yaquina Bay, Oregon, E.U.A. y Golfo de California a Guaymas, Sonora, México; El Salvador, Ecuador, islas Galápagos 7, 18 .
	<i>Aplysia vaccaria</i>	Monterey Bay, California, E.U.A.; islas de California, al Golfo de California 7 .
	<i>Astraea undosa</i>	Point Conception, California, E.U.A. a isla Asunción, B.C.S., México 44 .
	<i>Berthella stellata</i>	Circumtropical; costa de Brasil, Panamá, Golfo de California; Bahía Tortugas, B.C., México 7 .
	<i>Berthellina ilisima</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A. a la costa oeste de la Península de Baja California, México; Golfo de California a Panamá; islas Galápagos; Ecuador; borde del mar Atlántico 7 .
	<i>Ceratostoma nuttalli</i>	Point Conception, California, E.U.A. a Bahía Santa María, B.C.S., México 44 .
	<i>Chromodoris norrisi</i>	Isla Cedros, B.C., México, Golfo de California, a Isla Tortugas, Costa Rica 7 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Gastropoda	<i>Columbella aureomexicana</i>	Isla Cedros, B.C., México, a través del Golfo de California hasta Topolobampo, Sinaloa, México 41 .
	<i>Conus californicus</i>	Islas Farallón, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Crepidula onyx</i>	Sur de California, E.U.A. a Perú 44 .
	<i>Crepidatella lingulata</i>	Alaska a Panamá 44 .
	<i>Cypraea spadicea</i>	Monterey, California, E.U.A. a Isla Cedros, B.C., México 44 .
	<i>Epitonium tinctum</i>	Vancouver, Columbia Británica, Canadá a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Fissurella volcano</i>	Crescent City, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Fusinus luteopictus</i>	Monterey Bay, California, E.U.A. a Isla San Jerónimo, B.C., México 44 .
	<i>Haliotis cracherodii</i>	Point Conception, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Haminoea virescens</i>	Puget Sound, Washington, E.U.A. al sur de la costa oeste de la Península de Baja California, México 44 .
	<i>Hipponix tumens</i>	Crescent City, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Homalopoma baculum</i>	Monterey Bay, California, E.U.A a Isla San Martín, norte de la costa oeste de la Península de Baja California 44 .
	<i>Homalopoma luridum</i>	Sitka, Alaska a Isla San Jerónimo, B.C., México 44 .
	<i>Kelletia kelletii</i>	Point Conception, California, E.U.A. a isla Asunción, B.C.S., México 44 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Gastropoda	<i>Laila cockerelli</i>	Isla Vancouver, Columbia Británica, Canadá a Cabo San Lucas, B.C.S., México 7.
	<i>Littorina aspera</i>	Laguna Manuela, B.C., México, a través del Golfo de California hasta Ecuador 41.
	<i>Littorina keenae</i>	Puget Sound, Washington, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44.
	<i>Littorina scutulata</i>	Sitka, Alaska a Bahía Tortuga, B.C.S. 1.
	<i>Lottia asmi</i>	Colombia Británica, Canadá al sur de la costa oeste de la Península de Baja California, México 44.
	<i>Lottia conus</i>	Point Conception, California, E.U.A. al sur de Baja California 44.
	<i>Lottia digitalis</i>	Islas Aleutian, Alaska al sur de la costa oeste de la Península de Baja California, México 44.
	<i>Lottia fenestrata</i>	Islas Shumagin, Alaska a Rancho El Socorro, B.C., México 44.
	<i>Lottia gigantea</i>	Neah Bay, Washington, E.U.A. a Bahía Tortugas, B.C.S., México 44.
	<i>Lottia insessa</i>	Wrangell, Alaska a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44.
	<i>Lottia limatula</i>	Newport, Oregon, California al sur de la costa oeste de la Península de Baja California, México 44.
	<i>Lottia pelta</i>	Islas Aleutian, Alaska a Bahía El Rosario, B.C., México 44.
	<i>Lottia scabra</i>	Cape Arago, Oregón, California, E.U.A. al sur de la costa oeste de la Península de Baja California 44.
	<i>Macron aethiops</i>	Isla Catalina; California, E.U.A.; costa oeste de la Península de Baja California 41.
	<i>Macron lividus</i>	Condado Orange, California, E.U.A. a Bahía Tortugas, B.C.S., México 44.
	<i>Megathura crenulata</i>	Monterey Bay, California, E.U.A a isla Asunción, B.C.S., México 44.

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Gastropoda	<i>Navanax inermis</i>	Bolinas Lagoon, California, E.U.A.; a través del Golfo de California a Nayarit, México 7 .
	<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i>	Punta Pequeña, B.C.S., México a Ecuador 41 .
	<i>Norrisia norrisi</i>	Point Conception, California, E.U.A. a isla Asunción, B.C.S., México 44 .
	<i>Ocenebra gracillima</i>	Monterey California, E.U.A. a Bahía Todos Santos, B.C., México 44 .
	<i>Opalia funiculata</i>	Sur de California, E.U.A., a través del Golfo de California y hasta Panamá 41 .
	<i>Petalconchus montereyensis</i>	Monterey, California, E.U.A. a isla San Martín, B.C., México 44 .
	<i>Pleurobranchus areolatus</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A., a través del Golfo de California a Colombia; islas Galápagos; Caribe y oeste de África tropical 7 .
	<i>Pseudomelatoma penicillata</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Serpulorbis squamigerus</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A. a Punta Abreojos, B.C.S., México 44 .
	<i>Spurilla neapolitana</i>	Mediterráneo; Florida a Brasil, Baja California, México 27 .
	<i>Tegula aureotincta</i>	Condado Ventura, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Tegula eiseni</i>	Condado Los Ángeles, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Tegula funebris</i>	Isla Vancouver, Columbia Británica, Canadá a la parte central de la costa oeste de la Península de Baja California, México 44 .
	<i>Tegula gallina</i>	Santa Bárbara, California a Bahía Magdalena, B.C.S., México 44 .
	<i>Tegula regina</i>	Isla Catalina, California, E.U.A. a isla Asunción, B.C.S., México 44 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Bivalvia	<i>Thais (Stramonita) biserialis</i>	Isla Cedros, B.C., México, a través del Golfo de California y al sur hasta Chile; islas Galápagos 41 .
	<i>Tritonia myrakeenae</i>	Santa Bárbara, California, E.U.A. a Costa Rica 8, 12 .
	<i>Trivia solandri</i>	Palos Verdes, California, E.U.A. a Panamá 44 .
	<i>Volvarina taeniolata</i>	Point Conception, California, E.U.A. a Ecuador 44 .
	<i>Acar bailyi</i>	Cayucos, California, E.U.A. a Bahía Honda, Panamá; Islas Galápagos 16 .
	<i>Brachidontes adamsianus</i>	Isla Anacapa, California, E.U.A., a través del Golfo de California, sur al Puerto de Cayo y las Islas Galápagos, Ecuador 16 .
	<i>Glans carpenteri</i>	Islas Queen Charlotte, Canadá a Camalú, B.C., México 16 .
	<i>Mytilus californianus</i>	Cook Inlet, Alaska a Punta Rompiente, B.C.S., México; población aislada en Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México 16 .
	<i>Pseudochama exogyra</i>	Horseshoe Cove, Bodega Head, Monterey Bay, California a Cabo San Lucas, B.C.S., México 16 .
	<i>Semele rupicola</i>	Isla Southeast Farallon, California, E.U.A. a Bahía Magdalena, B.C.S., México 16 .
	<i>Septifer bifurcatus</i>	Monterey, California a Cabo San Lucas, B.C.S., México 16 .
Polyplacophora	<i>Callistochiton asthenes</i>	White's Point, California, E.U.A.; Islas Coronados, Guadalupe y Cedros, B.C., México 26, 40 .
	<i>Callistochiton leei</i>	Isla Guadalupe 26 .
	<i>Chaetopleura gemma</i>	Isla Vancouver, Columbia Británica, Canadá a Bahía San Juanico, B.C., México 39 .
	<i>Chaetopleura lanuginosa</i>	Bahía Todos Santos, B.C., México a Bahía Magdalena, B.C.S., México 27 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Polyplacophora	<i>Lepidochitona hartwegii</i>	Battle Rock, Port Orford, Oregon, E.U.A. a Punta Abreojos, B.C.S., México 21 .
	<i>Lepidozona guadalupensis</i>	Isla Guadalupe, México 25 .
	<i>Lepidozona mertensii</i>	Bahía Auke, Alaska a Arrecife Sacramento, Isla San Jerónimo, B.C., México; Japón 25 .
	<i>Lepidozona pectinulata</i>	Cayucos, California, E.U.A. a Isla Santa Margarita, B.C.S., México 25 .
	<i>Mopalia ciliata</i>	Condado Sonoma, California, E.U.A. a Rancho El Socorro, B.C., México 15 .
	<i>Mopalia muscosa</i>	Islas Shumagin, Alaska a Bahía El Rosario, B.C., México 40 .
	<i>Nuttallina californica</i>	Condado Sonoma, California, E.U.A. a Punta Santo Tomás, B.C., México 38 .
	<i>Nuttallina fluxa</i>	Condado Monterey, California, E.U.A a isla Asunción, B.C.S., México 44 .
	<i>Oldroydia percrassa</i>	Monterey Bay, California, E.U.A. a Islas San Benito, B.C., México; Golfo de California en el Canal Salsipuedes 37 .
	<i>Stenoplax conspicua</i>	San Francisco, California, E.U.A. a Bahía San Sebastián Vizcaíno, B.C.S., México 39 .
	<i>Stenoplax corrugata</i>	Isla Santa Cruz, California, E.U.A. a Isla San Martín, B.C., México; Isla Guadalupe; Isla Clarión, Archipiélago de Revillagigedo 39 .
	<i>Stenoplax magdalenensis</i>	Bahía San Quintín, B.C. a Cabo San Lucas, B.C.S., México; Bahía Concepción a Puerto Peñasco en el Golfo de California 39 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Asteroidea	<i>Astrometis sertulifera</i>	Vancouver, Canadá al sur a través del Golfo de California a Ecuador y las islas Galápagos 35 .
	<i>Linckia columbiae</i>	Pudget Sound, California, E.U.A. a Bahía Sechura, Perú; Golfo de California; Islas Galápagos 24, 42 .
	<i>Patiria miniata</i>	Sitka, Alaska al Sur hasta la costa oeste de la Península de Baja California Sur; Golfo de California; Archipiélago Revillagigedo 3, 42, 49 .
	<i>Pisaster giganteus</i>	Isla Vancouver, Columbia Británica, Canadá a la costa oeste del estado de Baja California, México 24, 36 .
	<i>Pisaster ochraceus</i>	Prince William Sound, Alaska a Isla Cedros, B.C., México 42 .
Ophiuroidea	<i>Ophioderma panamense</i>	San Pedro, California, E.U.A. a Paita Perú; Islas Galápagos, Isla Cocos, Isla Guadalupe, isla Socorro, Isla Clarión y el Golfo de California 51 .
	<i>Ophionereis annulata</i>	San Pedro, California, E.U.A a Esmeraldas, Ecuador 6 .
	<i>Ophioplocus esmarki</i>	Quatsino Sound, Isla Vancouver, Canadá a Canal San Lorenzo, México 47 .
	<i>Ophiopteris papillosa</i>	Barkley Sound, Columbia Británica, Canadá a Isla Cedros, B.C., México 6 .
Echinoidea	<i>Arbacia incisa</i>	New Port Bay, California, E.U.A a Perú 20 .
	<i>Centrostephanus coronatus</i>	Sur de California, E.U.A. a través del Golfo de California, México a las islas Galápagos 5, 13 .
	<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>	Prince William Sound, Alaska a la punta de la costa oeste de la Península de Baja California, México 22, 50 .
	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	Cook Inlet, Alaska a Isla Cedros, B.C., México 50 .

ANEXO II. Continuación ...

Grupo taxonómico	Especie	Distribución geográfica
Holothuroidea	<i>Holothuria (Vaneyothuria) zaca</i> forma <i>iota</i>	Islas Guadalupe y Cedros; Golfo de California 19, 49.

Referencias: 1) Abbott y Haderlie 1980, 2) Abbott y Reish 1980, 3) Adem 1960, 4) Alonso-Alemán 1988, 5) Alvarado 2004, 6) Austin y Hadfield 1980, 7) Behrens y Hermosillo 2005, 8) Bertsch y Mozqueira 1986, 9) Bettini-Pitombo y Ross 2002, 10) Bonfil-Sanders 1983, 11) Brusca 1980, 12) Camacho-García *et al.* 2005, 13) Caso 1978, 14) Cassone y Boulding 2006, 15) Clark 2008, 16) Coan *et al.* 2000, 17) Connolly y Roughgarden 1998, 18) Cruz *et al.* 2007, 19) Deichmann 1937, 20) Durham *et al.* 1980, 21) Eernisse 1986, 22) Ebert *et al.* 1999, 23) Espinosa-Pérez y Hendrickx 2001, 24) Feder 1980, 25) Ferreira 1978, 26) Ferreira 1979, 27) García y Cervera 1985, 28) Garese *et al.* 2009, 29) Garth 1958, 30) Garth y Abbott 1980, 31) Haderlie *et al.* 1980, 32) Haig y Abbott 1980, 33) Hand 1955, 34) Hart 1982, 35) Herrero-Pérezrul *et al.* 2008, 36) Honey-Escandón *et al.* 2008, 37) Kaas y van Belle 1985a, 38) Kaas y van Belle 1985b, 39) Kaas y van Belle 1987, 40) Kaas y van Belle 1994, 41) Keen 1971, 42) Lambert 2000, 43) McFadden *et al.* 1997, 44) McLean 1978, 45) Newman y Abbott 1980, 46) Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans (PISCO), 47) Presiado 2007, 48) Rathbun 1918, 49) Solís-Marín *et al.* 2005, 50) Tegner 2001, 51) Ziesenhenné 1955.