



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE MOLUSCOS
DE FONDOS BLANDOS DEL ARCHIPIÉLAGO
ESPÍRITU SANTO, GOLFO DE CALIFORNIA,
MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS
PRESENTA

ALEJANDRO BOSCH CALLAR

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DEL 2018



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 18 del mes de Mayo del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

**“VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE MOLUSCOS
DE FONDOS BLANDOS DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO”**

Presentada por el alumno:

BOSCH
Apellido paterno

CALLAR
materno

ALEJANDRO
nombre(s)

Con registro:

B	1	6	0	6	3	9
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRIA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DR. ARTURO TRIPP QUEZADA
Director de Tesis

DR. NORBERTO CAPETILLO PIÑAR
2º. Director de Tesis

DR. MANUEL JESÚS ZETINA REJÓN

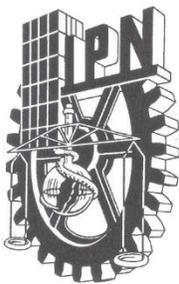
M en C. MARCIAL TRINIDAD VILLALEJO FUERTE

DR. ARTURO TRIPP VALDEZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 04 del mes de Junio del año 2018

El (la) que suscribe BIÓL. ALEJANDRO BOSCH CALLAR Alumno (a) del Programa

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B160639 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. ARTURO TRIPP QUEZADA Y DR. NORBERTO CAPETILLO PIÑAR

y cede los derechos del trabajo titulado:

"VARIACIÓN ESPACIAL DE LA DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE MOLUSCOS

DE FONDOS BLANDOS DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: alejandrobosch.89@gmail.com - atripp@ipn.mx - norbertcap@yahoo.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

BIÓL. ALEJANDRO BOSCH CALLAR

Nombre y firma del alumno

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo a mis padres por confiar en mí y apoyarme en todo momento de mi carrera.

A mi esposa Susana Perera Valderrama por estar a mi lado en todo momento y por darme el mejor regalo que se puede esperar en la vida: mi hijo Alejandro Jr. Bosch Perera

A mi hermana que a pesar de la distancia sigue estando presente para mi y sabe que la quiero con la vida.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por permitirme la realización de este trabajo en sus instalaciones.

A mis hermano Franklin con quien emprendí este largo viaje fuera de nuestra tierra, por los tantos momentos, buenos y malos, y no cambiar a pesar de las dificultades. A mis hermanos los simbiontes que una vez mas nos reunimos pese a la distancia que nos separaba y nuestra amistad se fortalece cada día mas.

Un agradecimiento especial a Angel de León Espinosa, por ser la primera persona en brindarme su apoyo cuando recién llegue a México, y por las muchas aventuras que nos hemos aventado y las que vendrán.

Un Agradecimiento especial a Ramón y a Tatiana de Dream Yatch Charter por su apoyo en todo este tiempo que ha durado mi estancia aquí en La Paz.

Al Dr. Arturo Tripp Quezada, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo y compartir su conocimiento.

A mi codirector y amigo el Dr. Norberto Capetillo Piñar por arrastrar conmigo desde antes de mi licenciatura, no cansarse de brindarme sus conocimientos y querer que sea un mejor científico cada vez.

A los miembros del comité revisor de esta investigación Dr. Manuel Zetina Rejón, Dr. Arturo Tripp Valdez y el M.C. Marcial Villalejo Fuertes, muchísimas gracias por el tiempo dedicado, sugerencias y comentarios que contribuyeron en el mejoramiento de este trabajo.

A Carlos Antuna Contreras; Ciro Arista de la Rosa y José Beltrán Salgado por el apoyo en las actividades submarinas para la recolecta de muestras y registro de parámetros ambientales.

A la M.C. Melisa Cruz Vizcaino; Dr. Arturo Tripp-Quezada y Dr. Arturo Tripp Valdez por el apoyo en la identificación sistemática de los 24937 organismos recolectados

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el financiamiento del proyecto CGPI-20130593

A todos, Muchas Gracias

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABLAS.....	III
LISTA DE ANEXOS.....	IV
GLOSARIO	V
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
4. OBJETIVOS	12
4.1. Objetivo general.....	12
4.2. Objetivos específicos	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1. Área de estudio.....	13
5.2. Trabajo de campo y obtención de muestras	14
5.3. Análisis de la información.....	15
5.3.1. Diversidad ecológica	15
5.3.2. Diversidad taxonómica	17
6. RESULTADOS	21
6.1. Variables ambientales	21
6.1.1. Temperatura.....	21
6.1.2. Profundidad y Granulometría.....	21
6.1.3. Salinidad	22
6.2. Composición específica del Archipiélago Espíritu Santo	22
6.3. Diversidad ecológica y taxonómica del Archipiélago Espíritu Santo	28
6.3.1. Estimadores de diversidad ecológica.....	28
6.3.2. Estimadores de diversidad taxonómica.....	29
7. DISCUSIÓN.....	33
8. CONCLUSIONES.....	43

9. RECOMENDACIONES 44
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA..... 45
ANEXOS 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Red de estaciones de muestreo en el archipiélago Espíritu Santo, Golfo de California.

Figura 2. Tipos de sedimentos en los sitios de muestreo del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S.

Figura 3. Curvas de acumulación de especies de las islas a: E. Santo y b: Partida.

Figura 4. Riqueza de taxones de moluscos de fondos blandos entre las islas Espíritu Santo y Partida.

Figura 5. Riqueza de taxones de moluscos de fondos blandos para las clases de bivalvos y gasterópodos para el Archipiélago Espíritu Santo.

Figura 6. Abundancias totales por clase de moluscos del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S.

Figura 7. Especies más abundantes para las clases Bivalvia y Gastropoda del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S.

Figura 8. Riqueza de especies y abundancia de moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S.

Figura 9. Riqueza de especies de Margalef (d) e Índice de diversidad de Shannon y Weaver (H') de moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S.

Figura 10. Valores del índice Equidad de Pielou (J), y Dominancia de Simpson ($1-\lambda'$) para moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S.

Figura 11. Relación de los valores de Delta+ [$\Delta+$] y Lambda+ [$\Lambda+$] con la riqueza de especies de los sitios muestreados en el archipiélago E. Santo.

Figura 12. Ordenamiento multidimensional no métrico de la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en el archipiélago E. Santo.

Figura 13. Ordenamiento multidimensional no métrico entre los diferentes sustratos particulados en relación a la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en el archipiélago E. Santo

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Composición de taxones, para cada Clase de moluscos en el Archipiélago Espíritu Santo.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Listado de especies ordenado en cinco niveles taxonómicos jerárquicos

GLOSARIO

Abundancia. Número de individuos de una población presentes en una muestra o en un espacio físico en un tiempo determinado.

Ambiente. Conjunto de factores bióticos y abióticos que se interrelacionan proporcionando características particulares en espacio y tiempo y que influyen en la distribución y abundancia de los organismos.

Asociación. Grupos de especies de una comunidad que coexisten, ya sea por preferencias de hábitat o debido a interacciones biológicas.

Bentos. Comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos.

Bivalvo. Moluscos de la clase Bivalvia caracterizados por presentar dos conchas o valvas que se unen en la región dorsal.

Comunidad. Conjunto de poblaciones de plantas y animales que viven en un área o en un hábitat físico determinado.

Diversidad. Propiedad de una comunidad que expresa su grado de complejidad estructural. Esta propiedad se puede medir a través de diferentes índices que ponderan dos elementos básicos, el número de especies y la distribución de la abundancia entre ellas.

Dominancia. Condición en las comunidades en que una o más especies, por virtud de su número, tamaño o cobertura ejercen influencia considerable sobre las demás especies, controlando las condiciones de su existencia.

Ecosistema. Comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

Equidad. Propiedad de una comunidad que se relaciona con la uniformidad de la distribución de la abundancia entre las especies.

Especie. Grupo de individuos que se cruzan entre sí, con descendencia fértil y además comparten características genotípicas y fenotípicas.

Fondos blandos. Sustrato conformado por material suelto particulado no consolidado que puede ir desde arena gruesa hasta limo y arcilla.

Gasterópodos. Organismos de la clase Gastropoda del phylum Mollusca, conocidos como caracoles, caracterizados por presentar una concha sólida y enrollada en espiral, además de presentar una cavidad bucal con rádula y ser hermafroditas o dioicos, ovíparos u ovovivíparos.

Granulometría. Descripción del sedimento con base en el tamaño de sus partículas.

Hábitat. Se refiere al conjunto de recursos y condiciones ambientales que están definidos en espacio y tiempo, mismos que determinan la presencia, reproducción y supervivencia de una especie.

Intermareal. Franja costera donde se produce la interface agua-tierra y que está sometida a los efectos de la marea.

Moluscos. Organismos invertebrados de cuerpo blando, caracterizados por poseer un pie muscular que adopta diversas formas, generalmente con una concha calcárea y un órgano de alimentación llamado rádula, terrestres, marinos y de agua dulce.

Phylum. En la taxonomía biológica es una categoría que sigue después del reino; cada phylum incluye una o más clases.

Población. Conjunto de organismos o individuos de la misma especie que coexisten en un mismo espacio y tiempo determinado, compartiendo ciertas propiedades biológicas.

Riqueza específica. Número de especies que se encuentran presentes en una muestra o área determinada.

Sedimento. Partículas de diverso origen y naturaleza que se acumulan de una manera suelta sin consolidar y son depositadas en el fondo del mar o sobre la superficie del continente, arrastradas mecánicamente por las aguas o el viento, entre otros.

Somero. De poca profundidad.

RESUMEN

El archipiélago Espíritu Santo es reconocido por su elevada biodiversidad como parque nacional. Los estudios realizados en esta zona, sobre los moluscos de fondos blandos son de tipo faunístico, y se conoce poco sobre las variaciones en su estructura comunitaria. Este hecho impide contar con una línea base de este grupo taxonómico para su correcto manejo y conservación. El presente estudio tuvo como objetivo conocer la composición y la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en las islas Partida y Espíritu Santo. En el verano del 2013 se emplazaron en la zona infralitoral 66 sitios de muestreo, de las cuales 19 fueron en isla Partida y 47 en Espíritu Santo. Se obtuvieron entre ambas islas, 132 muestras mediante buceo autónomo. Se analizaron la riqueza de especies y los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') y de Equidad de Pielou (J'). Se cuantificaron 25011 organismos distribuidos en 101 especies, 3 clases, 17 órdenes, 39 familias y 70 géneros para todo el Archipiélago. Para la isla Partida se recolectaron 13663 organismos pertenecientes a 82 especies, 3 clases, 14 órdenes, 39 familias y 70 géneros, mientras que para Espíritu Santo se obtuvieron 11348 organismos en 78 especies 3 clases, 12 órdenes, 33 familias y 60 géneros. La riqueza de especies, diversidad ecológica y equidad fueron ligeramente mayores para E. Santo que para la isla Partida. Sin embargo, las únicas diferencias significativas encontradas fueron para la diversidad ecológica.. No se registraron diferencias en los índices taxonómicos analizados, y los sedimentos que predominaron fueron las arenas medias presentando las mayores abundancias.

ABSTRACT

The Espiritu Santo archipelago is known for its high biodiversity as a national park. The studies carried out in this area on mollusks with soft bottoms are of a faunistic nature, and little is known about the variations in their community structure. This fact prevents having a baseline of this taxonomic group for its proper management and conservation. The objective of this study was to determine the composition and structure of soft bottom mollusk associations in the Islands Partida and Espiritu Santo. In the summer of 2013, 66 sampling sites were located in the infralittoral zone, of which 19 were on Partida Island and 47 in Espiritu Santo Island. In the two islands, 132 samples were obtained by autonomous diving. The species richness and diversity indices of Shannon-Weaver (H') and Equality of Pielou (J') were analyzed. We quantified for the whole Archipelago, 25011 organisms distributed in 101 species, 3 classes, 17 orders, 39 families and 70 genera. For Partida Island 13663 organisms belonging to 82 species, 3 classes, 14 orders, 39 families and 70 genera were collected, while for Espiritu Santo 11348 organisms were obtained in 78 species 3 classes, 12 orders, 33 families and 60 genera. The richness of species, ecological diversity and equality were slightly higher for E. Santo than for the island Partida. However, the only significant differences found were for ecological diversity. No differences were registered in the taxonomic indexes analyzed, and the sediments that predominated were the medium sands presenting the highest abundances.

1. INTRODUCCIÓN

El Golfo de California es considerado uno de los ecosistemas marinos más importantes de México y entre los de mayor productividad y biodiversidad del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992). Posee 922 islas, islotes y promontorios rocosos de diferentes orígenes geológicos, conformando uno de los archipiélagos menos perturbados de la tierra (Aburto-Oropeza y López-Sagástegui, 2006). Conocido como las islas del Golfo de California, este archipiélago destaca por su gran diversidad de especies, su alto grado de endemismo y una riqueza biológica única, características por las que sus islas han sido calificadas como laboratorios evolutivos naturales (Bourillón-Moreno *et al.*, 1991).

Las islas del Golfo de California fueron decretadas el dos de agosto de 1978 en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 1978) como Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre “Islas del Golfo de California”, pero esta categoría de protección fue modificada mediante acuerdo el siete de junio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2000), a la de Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”, dotando al área natural protegida de una categoría acorde a la legislación vigente.

El archipiélago Espíritu Santo es un complejo insular que comprende varias islas e islotes con 102, 076 Km² y forma parte de las Islas del Golfo de California. El interés turístico, cultural y ecológico del archipiélago se ha venido incrementando, ya que en los últimos años se ha dado a conocer su gran importancia arqueológica y belleza paisajística, así como su diversidad biológica singular con un gran número de especies cuasi-endémicas (Case *et al.*, 2002), razones por las cuales ha sido considerado como uno de los conjuntos de islas más espectaculares del golfo de California. Esto lo convierte en un sitio atractivo para ser visitado, lo que ha resultado en impactos y disturbios de índole diversa como la contaminación de playas, la introducción de especies exóticas, la perturbación y el saqueo de especímenes silvestres de importancia ecológica y económica, las afectaciones a las colonias coralinas por los buzos, las anclas de las embarcaciones y por pescadores, entre otros (Arizpe, 1987; Ezcurra, 2002).

Dentro de la diversidad de organismos de las comunidades zoobentónicas, los moluscos, han sido considerados como grupo focal para realizar estudios de biodiversidad en el ambiente marino, ya que constituyen un buen indicador de la diversidad biológica total de los ecosistemas (Alcolado y Espinoza, 1996). Además, son considerados como el segundo grupo en cuanto a número de especies conocidas después de los artrópodos, y presenta una gran variedad de taxones marinos bentónicos (Lalli y Parsons, 1997). Así mismo, los moluscos tienen un amplio espectro trófico que engloba prácticamente a todas las formas conocidas y presentan una alta radiación evolutiva (Espinoza, 1992). Además, los integrantes de este grupo tienen un valor importante para los seres humanos debido a su destacado papel en su dieta natural. Los organismos de este grupo juegan un papel fundamental como parte del componente carbonatado biogénico que da lugar a las arenas y son un excelente indicador de la riqueza de especies en los hábitats marinos caribeños (Espinoza y Ortea, 2001).

La condición de susceptibilidad que experimentan los moluscos frente a ciertas condiciones que se generan en su medio, (ya sean de origen natural o antropogénico), les permite reflejar estas alteraciones mediante cambios o variaciones en su estructura comunitaria. Por la elevada riqueza de especies, su buena representación en casi todos los hábitats marinos, su amplio espectro trófico y su taxonomía relativamente bien conocida, fueron propuestos por Espinoza *et al.* (2004) como indicadores de la magnitud relativa de la biodiversidad del megazoobentos total (en categorías, no en valores absolutos), para evaluar las reservas naturales y áreas marinas de interés conservacionista, sobre la base del número de especies y el posible endemismo de este grupo. Todas estas características anteriores, hacen muy atractiva la sugerencia de utilizar a los moluscos para determinar los cambios o las variaciones en las comunidades ecológicas en una región determinada.

Para realizar estudios de diversidad y conocer la salud en ecosistemas marinos, se utilizan varios estimadores de diversidad directos e indirectos, como la riqueza de especies, abundancia, diversidad funcional y taxonómica, diversidad a diferentes escalas (alfa, beta y gamma), así como la combinación de éstas. Usualmente los estimadores de diversidad más utilizados son la riqueza de especies de Margalef (Margalef, 1951), el

índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1963), y la equitatividad de Pielou (Pielou, 1966). Estos estadígrafos toman en cuenta tanto el número de especies como la abundancia relativa de cada una de las especies en la comunidad. Sin embargo, estos índices tradicionales se ven fuertemente afectados porque el número de especies es dependiente del esfuerzo de muestreo, por lo cual los datos son comparables solamente en los casos donde el esfuerzo de muestreo realizado es similar (Clarke y Warwick, 1998). Además, el tipo y la complejidad del hábitat hacen que sea muy difícil separar los efectos de los disturbios antrópicos o ambientales sobre las comunidades marinas. Por otra parte, no cuentan con marco estadístico teórico contra el cual contrastar lo observado. Por otra parte, no tienen una respuesta monotónica (en una sola dirección) a los efectos de la degradación del ambiente y no es clara la relación entre la riqueza de especies y la diversidad funcional (Leonard *et al.*, 2006; Simaika y Samways, 2009; Hong *et al.*, 2010).

Como respuesta a todos estos problemas han sido propuestos varios índices que incluyen en sus estimaciones de la diversidad, las relaciones de parentescos (filogenéticas o taxonómicas) entre las especies. El primero de ellos es la diversidad taxonómica (Tax. Div.) (Δ). Éste se interpreta como la distancia taxonómica promedio o la longitud taxonómica esperada entre cualquier par de individuos seleccionados al azar de la muestra (Warwick & Clarke, 1995; Clarke & Warwick, 2001). El segundo de este grupo de índices es la distinción taxonómica (Tax. Dist.) (Δ^*) que representa la distancia taxonómica esperada entre cualquier par de individuos seleccionados al azar de la muestra con la probabilidad de que estos no sean de la misma especie (Warwick & Clarke, 1995; Clarke & Warwick, 2001). En caso de no contar con datos de abundancias y solamente tener disponibles datos de presencia o ausencia se creó un tercero la Distinción (Diferenciación) Taxonómica Promedio (Δ^+), que es la distancia taxonómica promedio de las ramas del árbol taxonómico, a través del cual se conectan todos los pares de especies registradas en una muestra y puede interpretarse como la amplitud taxonómica promedio de la muestra (Clarke y Warwick, 1998).

Como información complementaria al Índice de Distinción Taxonómica Promedio, se formuló el Índice de Variación de la Distinción Taxonómica Promedio (Δ^+), que no es más

que la varianza de la longitud de las ramas que unen a los pares de especies en un árbol taxonómico (Clarke y Warwick, 2001). Con el objetivo de aportar información adicional a los índices de diversidad taxonómica, se está utilizando la diversidad funcional. Este tipo de diversidad toma en cuenta la similitud y variación de los caracteres o rasgos funcionales (morfológicos y ecológicos) de las especies, lo que permite reducir la complejidad de los ecosistemas en grupos de organismos con equivalencia ecológica, posibilitando así la rápida comparación entre ellos (Sommerfield *et al.*, 2008).

La importancia y robustez de los índices de diversidad taxonómica para evaluar la biodiversidad marina y el estado ecológico de los ecosistemas ha sido demostrada en diferentes grupos de organismos, incluyendo los bentónicos (Clarke y Warwick, 1998; Hall y Greenstreet, 1998; Price *et al.*, 1999; Rogers *et al.*, 1999; Warwick y Turk, 2002; Mouillot *et al.*, 2005; Campbell y Novelo-Gutiérrez, 2007; Tan *et al.*, 2010; Xu *et al.*, 2011). Sin embargo, a pesar de que en la actualidad se están utilizando con mayor frecuencia esta última familia de índices, existe una falta de estudios donde se integren varios aspectos de la diversidad como los mencionados anteriormente.

La alta diversidad y distribución de estos organismos puede estar determinada por diversos factores ambientales, entre los que destacan la salinidad, la turbidez y el tamaño y tipo de sedimento (Tripp-Quezada, *et al.*, 2008; Vázquez *et al.*, 2013; Capetillo-Piñar, *et al.*, 2016). En el Archipiélago Espíritu Santo los sedimentos biogénicos están formados por algas coralíneas y corales. Las primeras contribuyen en un 33% de los constituyentes biogénicos sedimentarios, los corales en un 20%, los moluscos un 18%, los equinodermos con 5% y los foraminíferos bentónicos con 4% (Halfar *et al.*, 2006).

En el litoral del Pacífico Mexicano, la mayoría de los trabajos publicados sobre moluscos son de tipo faunístico; algunos tratan aspectos de diversidad y variación a través del tiempo (Reguero y García-Cubas, 1989; 1991; Holguín-Quiñones y González-Pedraza, 1994; Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1998; Olabarría, 1999; Villarroel *et al.*, 2000), otros han investigado acerca de la distribución y abundancia (Stuardo y Villarroel, 1976; Baqueiro, 1979; García y Álvarez, 2007; Ortiz-Arellano y Flores-Campaña, 2008; Flores-Rodríguez *et al.*, 2010; Reyes-Gómez *et al.*, 2010) y sobre aspectos ecológicos (Baqueiro

y Stuardo, 1977; Román-Contreras *et al.*,1991). Sin embargo, en el Pacífico tropical mexicano, la gran mayoría son estudios ecológicos y listados faunísticos sobre macroinvertebrados bentónicos (Findley, 1976; Brusca, 1980; Morris *et al.*, 1980; Hendrickx y Brusca, 2007), en los cuales se ha evaluado la diversidad usando los índices de diversidad tradicionales y no los taxonómicos y funcional, pese a las ventajas que estos proporcionan como complemento para evaluar la diversidad en los ecosistemas. Además, en ninguno se hace referencia al efecto de variables medioambientales sobre las comunidades de moluscos de fondos blandos. Teniendo en cuenta lo anterior, surge la necesidad de describir la variación espacial de la diversidad de las asociaciones de moluscos de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo, y su relación con factores ambientales.

2. ANTECEDENTES

En el Golfo de California, así como en la costa occidental de la Península de Baja California se han realizado muchos estudios sobre moluscos; sin embargo, es poca la información disponible en relación a la estructura comunitaria del grupo. Este tipo de estudio ecológico aporta información básica, que permite conocer: las variaciones de la densidad de una población de un lugar y tiempo determinado, la abundancia y composición de una comunidad en un gradiente natural o cuando en el ambiente existen problemas de contaminación (Magurran, 1988). Asimismo, gran parte de los trabajos sobre moluscos están enfocados al estudio taxonómico, biogeográfico, reproducción y crecimiento orientado hacia el manejo de pesquerías, ya que dichos organismos representan un recurso comercial, o bien para la obtención de información de recursos con los cuales se pretende llevar a cabo prácticas de tipo acuacultural, sin considerar más ampliamente los estudios prospectivos sobre las comunidades y recursos marinos en general (Vicencio-Aguilar y Ortiz- Gallarza, 1995).

Entre las investigaciones encauzadas al estudio de la abundancia, distribución y composición de poblaciones de moluscos en el Golfo de California y ambos litorales de la Península de Baja California, se citan, entre otras, a Villamar (1965) quien efectuó una investigación pionera de la fauna malacológica de La Paz, B.C.S., con notas ecológicas, describiendo las especies que forman parte de la biota de dicho lugar, así como las preferencias a determinados tipos de sustratos. Llinas-Gutiérrez (1983) realizó un estudio sobre la abundancia, distribución y diversidad de las especies típicas de los macroinvertebrados bentónicos de la Laguna Enfermería. Como resultado encontró que las mayores abundancias de macroinvertebrados bentónicos de esta laguna están influenciados por el tamaño de grano de los sedimentos y por la materia orgánica, que por otros factores físico-químicos. Además, halló que la abundancia de los organismos de fondos blandos está regulada por la depredación. Martínez-Córdoba (1987) analizó la abundancia y distribución por talla de la almeja *Chione fructifraga* en el estero De la Cruz, Sonora, encontrando que dicha almeja prefiere hábitats con sedimento de arena fina a muy fina en donde son más abundantes los organismos de tallas pequeñas a medianas, pocos ejemplares en sedimentos limosos y ninguno en arena gruesa.

Durante 1989 y 1990, García-Domínguez (1991) llevó a cabo una investigación sobre la distribución y abundancia de la almeja roñosa *Chione californiensis* considerando algunos parámetros fisicoquímicos. Así mismo, realizó un estudio sobre aspectos del ciclo reproductivo y de la fauna asociada a esta especie en la Ensenada de La Paz, en donde factores como la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno no influyeron de manera determinante en la distribución de los organismos, mientras que la concentración de materia orgánica y el tipo de sedimento fueron los factores más importantes. Pérez-Nevárez (1995) realizó un estudio de zonación y estructura de la comunidad de moluscos bivalvos en la Ensenada de La Paz, analizando las formas de distribución y abundancia de estos organismos, así como los factores que la inducen. Descubrió que el sedimento es el factor principal en la distribución de los moluscos bivalvos, adicionalmente la mayor diversidad se encontró en el sedimento arenoso. Holguin-Quiñones y García-Domínguez (1997) elaboraron una lista anotada de las especies de macromoluscos en la Bahía de La Paz. Estos autores, observaron que los gasterópodos son el taxón con el mayor número de especies con 105, seguido de los bivalvos con 96, los cefalópodos por ocho, los polioplacóforos por dos y los escafópodos por una, sumando 212 especies de las 306 registradas por Keen (1971) en esta misma Bahía. Domínguez-Orozco y Tripp-Quezada (1997) estudiaron la estructura de la comunidad de macromoluscos bentónicos de la caleta de Balandra y describieron aspectos ecológicos en términos de composición y abundancia, así como las variables ambientales que las regulan, encontrando que el tipo de sedimento es uno de los factores limitantes para estos organismos. Vicencio-Aguilar (1998) llevó a cabo un estudio de variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de moluscos de Cabo Pulmo, así como de la identificación del grado de asociación con las especies de corales hermatípicos de este arrecife coralino, donde la mayor riqueza de especies y diversidad fue observada en primavera, además observó una correlación positiva entre los moluscos y los corales hermatípicos. Holguin-Quiñones *et al.* (2000) llevaron a cabo un inventario de los moluscos intermareales y de fondos someros de las costas de la Bahía de Loreto y las Islas Danzante, Carmen y Colorado y encontraron 61 especies de la clase Bivalvia, 69 de Gastropoda, cuatro de Polyplacophora y dos de Cephalopoda. González-Medina *et al.* (2006) realizaron un estudio de la variación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados de fondos

someros en el Archipiélago Espíritu Santo, donde descubrieron que el sedimento es el factor principal que influye en la distribución de los organismos de fondos someros. Así mismo, no hallaron cambios significativos en la comunidad macrobentónica durante los cuatro muestreos que llevaron a cabo de 2001 a 2002, por lo que sugieren efectuar un seguimiento a mayor escala en espacio y tiempo para detectar los cambios de los patrones en la estructura comunitaria. Tripp-Quezada (2008) realizó un estudio de comunidades de moluscos asociados a ambientes de carbonatos modernos en el Golfo de California (Cabo Pulmo, Isla San José, Punta Chivato y Bahía de los Ángeles). En este estudio el autor evaluó los procesos ecológicos y geográficos que inciden en las comunidades, analizando la abundancia y diversidad de la comunidad béntica malacológica como descriptores ecológicos. Asimismo, estimó el crecimiento de las especies de mayor valor relativo, como indicadores de producción de carbonato de calcio, detectando diferencias en las comunidades de moluscos de los cuatro sitios en cuanto a composición específica.

Aguillón-Negreros (2011) llevó a cabo una investigación en la Bahía de La Paz, B.C.S., acerca de la variación espacio-temporal de reclutamiento en moluscos y equinodermos, en la cual halló una correlación entre las variables biológicas y ambientales (temperatura, salinidad, clorofila, pH y oxígeno disuelto) detectándose cambios estacionales principalmente en la temperatura y clorofila a.

Dos de las contribuciones más importantes al conocimiento de la asociaciones en la provincia Panámica son las de Keen (1971) y Abbott (1974), quienes, en conjunto, hacen referencia a alrededor de 3,000 especies de moluscos que habitan la Región o Provincia Panámica, incluyendo el Golfo de California. Morris (1966) y Brusca (1980) aportan información específica sobre la sistemática de la asociaciones del Golfo de California. Stuardo y Villaroel (1976) realizaron un estudio acerca de la distribución de moluscos que habitan el sistema lagunar costero de Guerrero y su posible relación con ciertos factores ecológicos. Estos autores hallaron que la salinidad es el factor más importante que regula la distribución de los moluscos en este sistema. Baqueiro (1979) estudió la distribución de *Megapitaria aurantiaca*, *M. squalida* y *Dosinia ponderosa*, en relación al diámetro de los sedimentos en Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Guerrero, México. Como resultado se obtuvo

que *M. aurantiaca* se distribuye en fondos de arena media; *M. squalida* en arena gruesa a arena muy fina y *D. ponderosa* habita en fondos de arena fina a limo grueso. Mille-Pagaza *et al.* (1994) llevaron a cabo un estudio de la fauna malacológica bentónica del litoral de Isla Socorro, Revillagigedo, México; encontrando que las comunidades de moluscos de la isla se encuentran poco alteradas. Landa-Jaime y Arciniega-Flores (1998) llevaron a cabo un estudio de los macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en el cual presentan una lista sistemática de 92 especies de moluscos. Pérez-Peña y Ríos-Jara (1998) realizaron un estudio de moluscos gasterópodos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México para conocer su distribución y abundancia con respecto a la profundidad y tipo de sustrato. Dichos autores concluyeron que las estaciones más profundas (61-83 m) registraron la menor diversidad y el mayor número de especies fue recolectado en estaciones con sustrato limo arenoso y arena media. Godínez-Domínguez y González-Sansón (1999), realizaron un estudio de los macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México y analizaron la diversidad, dominancia y riqueza de las asociaciones de invertebrados y la variación en el gradiente batimétrico de tres cruceros. Este trabajo resultó; en el registro de 75 moluscos; observándose que no hubo diferencias significativas en la diversidad entre los tres cruceros con una diversidad de moderada a baja. Flores-Rodríguez *et al.* (2007) llevaron a cabo un estudio de variación de la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en playa Troncones en Guerrero, México. Estos presentaron un inventario de especies y observaron que, al aumentar la precipitación total, la densidad promedio de los organismos tiende a disminuir al mismo tiempo que se incrementa la diversidad biológica. Torreblanca-Ramírez *et al.* (2012) realizaron un estudio de riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México, y determinaron que el tipo de sustrato es uno de los factores que definieron la riqueza y la abundancia de la comunidad.

En lo que compete a estudios realizados en la zona marina del archipiélago Espiritu Santo sobre el bentos, se pudiera decir que son pocos: Guzmán-Menéndez *et al.* (2006), analizaron la estructura de las asociaciones de algunos invertebrados en la costa oriental

del archipiélago. Este estudio estuvo dirigido particularmente a sustratos rocosos, registrándose 20 especies, repartidas en 19 géneros, 12 familias, 9 órdenes y 3 clases de equinodermos y 10 especies, 7 géneros, 5 familias, 6 órdenes y 3 clases de moluscos marinos. Además concluyeron que el tipo de sustrato tiene una fuerte influencia en la estructura comunitaria de equinodermos, cuyas abundancias estuvieron asociadas a la presencia de corales, mientras que los moluscos se encontraron asociados a fondos rocosos y con preferencia a sitios con mucha corriente. Según González-Medina *et al*, (2006), quienes analizaron la variación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados bentónicos en la misma zona, plantearon que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo compuesta por 26 familias, 31 géneros y 32 especies. Siendo los equinodermos el grupo mejor representado con 18 especies en 13 familias, seguida de los moluscos con 14 especies en 13 familias. Las especies con mayor abundancia relativa fueron los erizos *Tripneustes depressus* y *Eucidaris thouarsii*. También plantearon que la temperatura superficial y la salinidad del agua no mostraron relación evidente con la abundancia relativa y diversidad de las especies en las localidades de muestreo pero si se observaron una relación con el tipo de sustrato.

Como se puede observar los estudios de carácter ecológico en esta región son escasos, y además existe una carencia de información de inventarios, estudios de biología básica y ecología comunitaria de moluscos marinos. Además no existen trabajos en los que se integren varios aspectos de la diversidad, como son la diversidad taxonómica y funcional. En este caso bentónicos, no solo de fondos blandos, sino de fondos duros, además de la estructura comunitaria de moluscos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las islas Partidas y Espíritu Santo, conjuntamente con los islotes La Ballena, El Gallo y La Gallina, así como cuatro promontorios rocosos (Los islotes), constituyen el complejo Insular Espíritu Santo, ubicado en el Golfo de California frente a las costas del municipio La Paz, Baja California Sur. Este archipiélago fue decretado como Área Natural Protegida con la categoría de Parque Nacional exclusivamente a su zona marítima en el año 2007. Pese a esa categoría asignada al archipiélago Espíritu Santo, la mayoría de los estudios realizados en su zona sumergida han sido de naturaleza faunística, mediante los cuales se han podido conocer una gran diversidad de peces, algas, siendo este el grupo más estudiado, y de invertebrados marinos, dentro de los cuales se han registrado 93 especies de moluscos asociados a sustratos duros (González Medina *et al.*, 2006; Reyes Bonilla *et al.*, 2007), destacándose dos especies de bivalvos de interés comercial. Sin embargo, independientemente de la diversidad en este grupo de organismos no se ha realizado un estudio dirigido a conocer cómo se estructuran las asociaciones de moluscos bentónicos de sustratos particulados de esta región, ni cuáles factores determinísticos inciden en la formación de la misma. Lo anterior sugiere la eminente necesidad de realizar un estudio ecológico mediante el cual se pueda dar a conocer como se estructuran las asociaciones de moluscos de fondos blandos de esta región y cuales factores inciden en la misma, partiendo del hecho de la heterogeneidad de hábitats que existe en la zona. Un estudio de esta naturaleza incrementaría el conocimiento científico en el área marina, además contribuiría a un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos naturales actuales y potenciales del área. También fomentaría la creación de una línea base ambiental mediante la cual se puedan medir a mediano y largo plazo el nivel de afectación al cual están sometidos los ecosistemas marinos de esta región, partiendo del hecho que las actividades turísticas realizadas en su zona marina son el buceo libre, el buceo autónomo, el kayakismo y fondeo de embarcaciones.

Debido a lo expuesto con anterioridad, a la no existencia de un estudio faunístico-ecológico de moluscos de fondos blandos en la región, que existen varios factores que modulan la abundancia y distribución desde el punto de vista espacial y considerando la

importancia que presenta este grupo zoológico en estudios de evaluación de la biodiversidad en los ecosistemas, se propone la siguiente hipótesis de trabajo:

La Diversidad de moluscos de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo varía espacialmente en relación con las variables ambientales.

Por estas razones es que nos planteamos los siguientes objetivos de trabajo:

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Describir la variación espacial de la diversidad de las asociaciones de moluscos de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo, y su relación con variables ambientales.

4.2. Objetivos específicos

- Conocer la composición de las asociaciones de moluscos de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo.
- Describir la diversidad ecológica y taxonómica de la asociaciones de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo.
- Determinar la influencia de variables ambientales sobre la diversidad ecológica y taxonómica de las asociaciones de moluscos de fondos blandos del archipiélago Espíritu Santo.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El Complejo Insular Archipiélago Espíritu Santo se localiza entre los 24° 24' y los 24° 36' de Latitud Norte y los 110° 18' y los 110° 27' de Longitud Oeste. Está separado de la península de Baja California Sur por el Canal de San Lorenzo, el cual mide aproximadamente ocho KmKm de ancho, y constituye parte de los límites orientales de la Bahía de La Paz. Las dos islas mayores que forman parte de este archipiélago se alinean prácticamente en un eje Norte-Sur, midiendo casi los 20 Kkm de longitud, y anchura máxima de ocho Kkm en la porción central de la Isla Espíritu Santo. El complejo insular está formado por dos islas mayores, La Partida de 18.1325 Km², al norte, y Espíritu Santo de 83.084 KkmKm², la mayor y que da nombre al conjunto. Tres islotes se ubican frente al litoral occidental de la Isla Espíritu Santo: La Ballena de 0.396 Km², El Gallo de 0.057 Km² y La Gallina de 0.019 Km², así como cuatro promontorios rocosos: Los Islotes de 0.046 Km², al norte de La Partida, y otros tres que carecen de nombre oficial, uno cerca de la Isla La Partida y dos más frente a Espíritu Santo (0.017 Km²). En conjunto, la extensión del complejo insular es de aproximadamente 101.7515 Km². El litoral oriental de las islas mayores es de bordes escarpados y sólo presenta en el sur una playa extensa denominada La Bonanza. En contraste, el litoral occidental de estas islas está entrecortado por una docena de pequeñas bahías, ensenadas y caletas, que presentan playas arenosas, (Fig.1). La zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo alberga una gran variedad de peces, mamíferos, aves marinas e invertebrados, así como una gran heterogeneidad de hábitats, como manglares, fondos arenosos, arrecifes rocosos, esteros, playas, bahías y mantos de rodolitos, entre otros, de alta integridad ecológica. Su importancia estriba también en la extraordinaria riqueza natural que posee, ya que alberga 38 especies de plantas y animales únicas en el mundo, incluida una colonia de lobos marinos, así como arrecifes rocosos perfectamente conservados. También es sitio de alimentación y refugio de diversas especies acuáticas, representativas de la biodiversidad marina del Golfo de California.

5.2. Trabajo de campo y obtención de muestras

Para la obtención de las muestras en junio de 2013 se emplazaron en la zona infralitoral 66 estaciones de muestreo (Fig.1) ubicadas en 9 transectos divididos en cuatro estaciones perpendiculares a la zona de costa a intervalos de 50 m entre una y otra, desde el nivel más bajo de mareas hasta una distancia de 200 m y a una profundidad promedio de 3 m. Las muestras se obtuvieron mediante equipo de buceo autónomo utilizando un marco metálico de 1 m² el cual se fija al fondo, se recolecta sedimento en una capa de 15 cm de profundidad y se tamizaron *in situ* a través de una criba de madera de 40 x 40 cm con malla metálica de 3 mm de luz, según Holme, (1971) para las muestras de macrobentos.



Figura 1. Localización y red de estaciones de muestreo en el archipiélago Espíritu Santo, Golfo de California.

Posteriormente las muestras fueron guardadas en bolsas de plástico, no se utilizó formol, y las mismas fueron identificadas en el laboratorio. Para la toma de datos abióticos, la temperatura se tomó en cada estación con lecturas de la ecosonda de la embarcación

CICIMAR XV y se verificaba con un termómetro de cubeta, para medir la salinidad se utilizó un refractómetro SPER SCIENTIFIC 3000011. La profundidad se midió con una sondaleza de 50 m de longitud dividida en metros. Para conocer las características texturales del sedimento marino, en cada estación se tomaron muestras con un nucleador de 20 cm de largo y 7 cm de diámetro. Para la determinación granulométrica se utilizó el método descrito por Folk (1980) donde se usaron una serie de tamices con diferente luz de malla ensamblados en una columna en orden decreciente de arriba hacia abajo con aberturas de -2, -1.5, -1, -0.5, 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3.0 unidades phi (ϕ). Tomando en cuenta el peso total de la muestra del sedimento y los pesos retenidos, se realizó la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido en cada tamiz. El tamaño de grano se interpretó de acuerdo a la escala de Wentworth (Folk, 1980). En el análisis de la asociación de moluscos, se incluyeron organismos muertos solo en los casos que mantenían las valvas unidas y presentaban la parte blanda del organismo en su interior, o sea que murieron durante el proceso de la recolección. La identificación de los moluscos fue basada en las claves taxonómicas publicadas por Morris (1966), Keen (1971), Abbot (1974), Skoglund (1991, 1992) y Coan *et al.* (2000). Así como la actualización del inventario de especies fue mediante el criterio de especialistas y el sitio web Registro Mundial de Especies Marinas (WORMS).

5.3. Análisis de la información

5.3.1. Diversidad ecológica

Los indicadores de diversidad ecológica empleados para la caracterización de las comunidades bentónicas de moluscos han sido

1- Índice de riqueza de especie: Se utilizó el índice de riqueza de Margalef (Margalef, 1951) el cual combina el número de especies recolectadas (S) con el número total (N) de los individuos de todas las especies de la comunidad.

$$d = \frac{S - 1}{\ln N}$$

2- El Índice de Shannon y Weaver (H'): Es la medida del grado de incertidumbre que existe para predecir la especie a la cual pertenece un individuo extraído aleatoriamente de la comunidad. Para un número dado de especies e individuos, la función tendrá un valor mínimo cuando todos los individuos pertenecen a una misma especie y un valor máximo cuando todas las especies tengan la misma cantidad de individuos. (Magurran, 1988) (Shannon y Weaver, 1963).

$$H' = - \sum P_i \log (P_i)$$

Donde:

H' : Índice de diversidad de la especie (bits/individuos).

p_i : es la proporción del número de individuos en la especie i con respecto al total.

3- El índice de equidad de Pielou se refiere a como está distribuida la abundancia o los individuos entre las especies. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988; Pielou, 1966).

$$J' = \frac{H'}{\log_e S}$$

Donde:

H' = Diversidad observada.

$\log_e S$: Logaritmo neperiano, S: riqueza de especies.

Estos índices fueron calculados con el software Primer6 Versión 6.1.6 (Clarke y Gorley, 2006).

5.3.2. Diversidad taxonómica

Los índices para la cuantificación de la diversidad taxonómica utilizados fueron los descritos por Warwick y Clarke (1995), Clarke y Warwick (1998; 2001). Sus expresiones matemáticas son las siguientes:

1- Diversidad taxonómica (Delta)

$$\Delta = \frac{\sum \sum_{i < j} W_{ij} X_i X_j}{N(N-1)/2}$$

2- Distintividad taxonómica (Delta*)

$$\Delta^* = \frac{\sum \sum_{i < j} W_{ij} X_i X_j}{\sum \sum_{i < j} X_i X_j}$$

3- Distintividad taxonómica promedio (Delta+)

$$\Delta^+ = \frac{\sum \sum_{i < j} W_{ij} X_i X_j}{S(S-1)/2}$$

4- Variación de la distintividad taxonómica (Lambda+)

$$\Lambda^+ = \frac{\sum \sum_{i < j} (W_{ij} - \Delta^+)^2}{S(S-1)/2}$$

Donde: X_i y X_j son el número de individuos de la especie i y j en la muestra, W_{ij} es la distancia taxonómica a través del árbol de clasificación Linneana de cualquier par de

individuos, siendo el primero para la especie i y el segundo para la especie j , N es el número total de individuos y S el número total de especies en la muestra.

La distancia taxonómica o peso distintivo (W_{ij}) es un valor asignado por el investigador y debe aumentar con la separación taxonómica entre las especies (Clarke y Warwick, 1998). Para este trabajo los valores fueron dados de forma tal que se note un incremento constante de un nivel a otro. Las especies conectadas al nivel más alto de este árbol tienen una longitud de paso estandarizada igual a 100 (Clarke y Warwick, 1999).

La diversidad taxonómica (Δ) es la distancia taxonómica promedio esperada entre cualquier par de individuos seleccionados al azar en una muestra. Para eliminar el efecto dominante en la distribución de la abundancia de las especies se dividió Δ por el índice de Simpson y se obtuvo el índice de distintividad taxonómica (Δ^*), que es la distancia taxonómica esperada entre cualquier par de individuos seleccionados al azar en una muestra, siempre y cuando estos dos individuos no sean de la misma especie.

En el caso de no disponer de datos cuantitativos y que sólo estén disponibles datos de presencia/ausencia, la Δ y Δ^* se pueden hacer converger en el índice de distintividad taxonómica promedio (Δ^+), que es la distancia taxonómica promedio de las ramas del árbol taxonómico, a través del cual se conectan todos los pares de especies registradas en una muestra y puede interpretarse como la amplitud taxonómica promedio de la muestra. Puede darse el caso de tener dos listas de especies con una misma Δ^+ , pero pueden tener distancias taxonómicas muy diferentes entre las especies. Para eliminar este problema se creó el índice de variación de la distintividad taxonómica (Λ^+) que es la varianza de las distancias taxonómicas entre cada par de especies, el cual tiene la capacidad de distinguir diferencias entre la estructura taxonómica de las comunidades con algunos géneros que tengan alta riqueza de especies y otras con taxones superiores que tengan una o pocas especies. También se puede decir que este índice es un reflejo de cuan equitativo es el árbol taxonómico de una comunidad.

La estimación los índices se realizó sobre la base de una clasificación jerárquica linneana de cinco niveles taxonómicos (especie, género, familia, orden y clase) que se usó como datos de entrada para la realización del cladograma que representó las relaciones

filogenéticas entre las especies en cada uno de estos escenarios ambientales. De esta clasificación deriva una matriz llamada matriz de agregación taxonómica de todas las especies registradas para el archipiélago E. Santo, ordenada en una escala jerárquica de especie a clase.

A partir de la matriz de agregación (lista madre de especie), con la subrutina TAXDTEST del programa PRIMER, se calcularon los cuatro índices de diversidad taxonómica. El marco estadístico considerado para el contraste de los valores de los índices $\Delta+$ y $\Lambda+$ se realiza a través de la generación de submuestras (sublistas de especies) provenientes de 1000 iteraciones aleatorias sin remplazo, los cuales generan una distribución de probabilidad (embudo o elipse) considerada para el contraste de esos valores. El contraste consiste en probar la hipótesis nula de que la estructura taxonómica de la asociaciones de fondos blandos del archipiélago E. Santo se comporta como una de las sublistas de especies obtenidas al azar de toda la lista madre de especie generada para todo el período de estudio. También equivale decir que las especies de moluscos tienen la misma posibilidad de encontrarse en todos los sitios (zonas) del archipiélago, o lo que es lo mismo que la estructura taxonómica es similar para todo el complejo insular E. Santo.

Dados los cambios existentes en la clasificación de este grupo, los nombres de las especies registradas en cada período fueron actualizados con la literatura taxonómica más reciente: Espinosa *et al.* (1995); Espinosa y Ortea (1998, 2001, 2003); Ortea y Espinosa (2001), Redfern (2001; 2013), Mikkelsen y Bieler (2008) y el World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org>). El ordenamiento taxonómico se basó fundamentalmente en Bouchet *et al.* (2005), Espinosa *et al.* (2005; 2007) y Espinosa y Ortea (2010). De esta forma se logró una homogenización en cuanto a la identificación de las especies para que todos los inventarios tengan la misma nomenclatura, uno de los requisitos indispensables para poder calcular y comparar los índices taxonómicos entre los diferentes escenarios ambientales.

A partir de los inventarios de especies de moluscos registrados en los seis escenarios ambientales estudiados: 1981-1985, 2004, 2005, 2007, 2008 y 2009, se construyeron

matrices con datos de presencia/ausencia (p/a), las que se utilizaron para realizar las comparaciones entre ellos.

Se realizó una descripción general, a escala espacial, de la diversidad ecológica y taxonómica de las asociaciones de moluscos de fondos blandos del archipiélago E. Santo. La cual fue comparada entre los escenarios ambientales muestreados mediante la prueba de Kruskal-Wallis (K-W), ya que los datos no se ajustaron a una distribución normal, aun aplicándoseles varias transformaciones. Además, se realizó un diagrama de caja y bigote (Box-Plot) para conocer cuales medianas diferían entre sí. Estos análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS (Statistics 24).

Para determinar la eficiencia de los muestreos realizados tanto para todo el archipiélago, como para sus dos islas mayores se realizaron curvas de acumulación de especies. En las cuales se utilizaron como estimadores la riqueza de especies Jackknife de primer y segundo orden (Jackknife-1 y Jackknife-2) y Chao-2, cuyos cálculos se realizaron con el paquete estadístico PRIMER v6.1 (Clarke y Gorley, 2006). Estos estimadores no paramétricos pueden estimar teóricamente el número posible de especies de una base de datos determinada sobre la base de permutaciones (para este caso se realizaron 1,000 iteraciones). Los mismos pueden ser calculados con datos obtenidos de un pequeño número de sitios de muestreos a partir de una matriz de presencia/ausencia (Smith y Van Belle, 1984; Chao y Lee, 1992). Mediante este análisis se pudo conocer el número de especies subestimadas en cada periodo y los años muestreados en el periodo 2004-2009.

6. RESULTADOS

6.1. Variables ambientales

6.1.1. Temperatura

La temperatura *in situ* del mar, se mantuvo constante a 25 °C para el mes de junio de 2013.

6.1.2. Profundidad y Granulometría

La profundidad en la zona de estudio fue desde los 0.4 m hasta los 6 m, con un promedio de 3.2 m, exceptuando dos estaciones en el sitio de La Lobera donde se registraron 16 m y 20 m de profundidad.

Los sustratos particulados en los sitios muestreados en el Archipiélago Espíritu Santo estuvieron constituidos por cuatro tipos: arena fina, arena media, arena gruesa y arena muy gruesa. Las arenas medias fueron el principal componente en las estaciones de muestreo, con un 43%, seguido de las arenas finas con un 26.2%, las arenas muy finas con 14.3%, las arenas gruesas presentaron un 9.5%, y el porcentaje más bajo fueron las arenas muy gruesas con un 4.8% (Fig. 2).

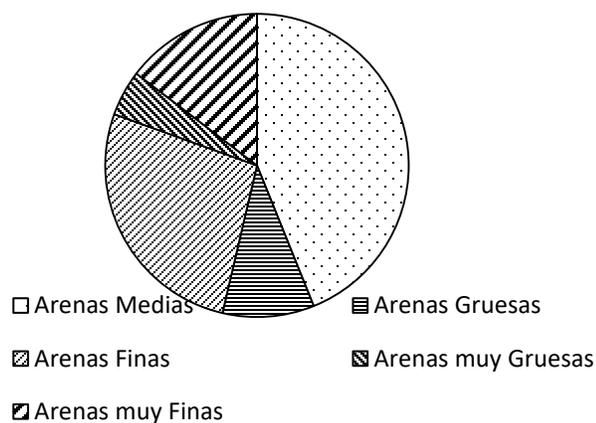


Figura 2. Porcentajes de los tipos de sedimentos en los sitios de muestreo del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S.

6.1.3. Salinidad

La salinidad medida tuvo un valor de 30 ups, siendo constante en todas las estaciones de muestreo.

6.2. Composición específica del Archipiélago Espíritu Santo

Para el Archipiélago Espíritu Santo se registraron un total de 101 especies de moluscos de fondos blandos distribuyéndose estas en tres clases, 17 órdenes, 39 familias y 70 géneros (Tabla 1). Los bivalvos estuvieron representados por 48 especies, 9 órdenes, 17 familias y 39 géneros, los gasterópodos por 52 especies, 7 órdenes, 21 familias y 30 géneros y los escafópodos por 1 especie.

Tabla 1: Composición de taxones, para cada Clase de molusco en el Archipiélago Espíritu Santo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
BIVALVIA	9	17	39	48
GASTEROPODA	7	21	30	52
SCAPHOPODA	1	1	1	1
TOTAL	17	39	70	101

Mediante los estimadores de riqueza de especies se determinó que: a) la eficiencia del muestreo fue mayor en la isla E. Santo (91%) que en la isla Partida (72%) (Fig. 3). El número teóricamente posible de especies que se tenían que haber registrado fue de 98 de 90 especies registradas y 105 de 78 registradas respectivamente.

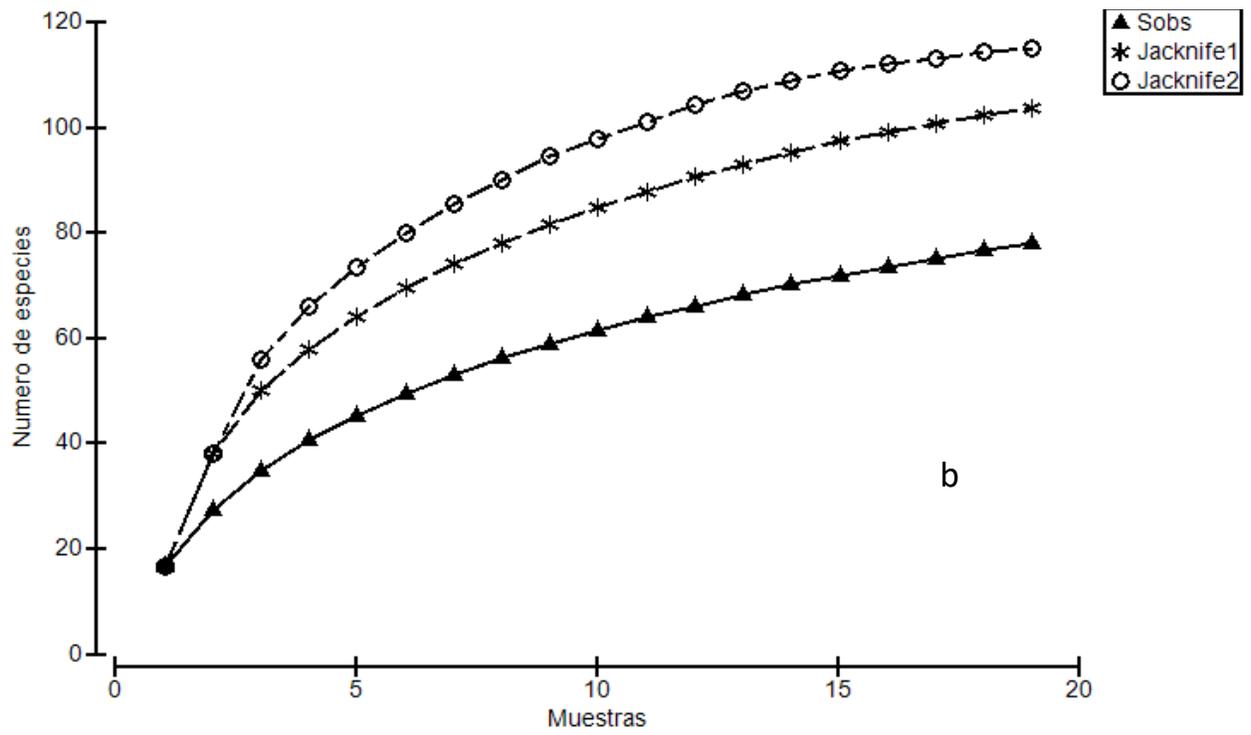
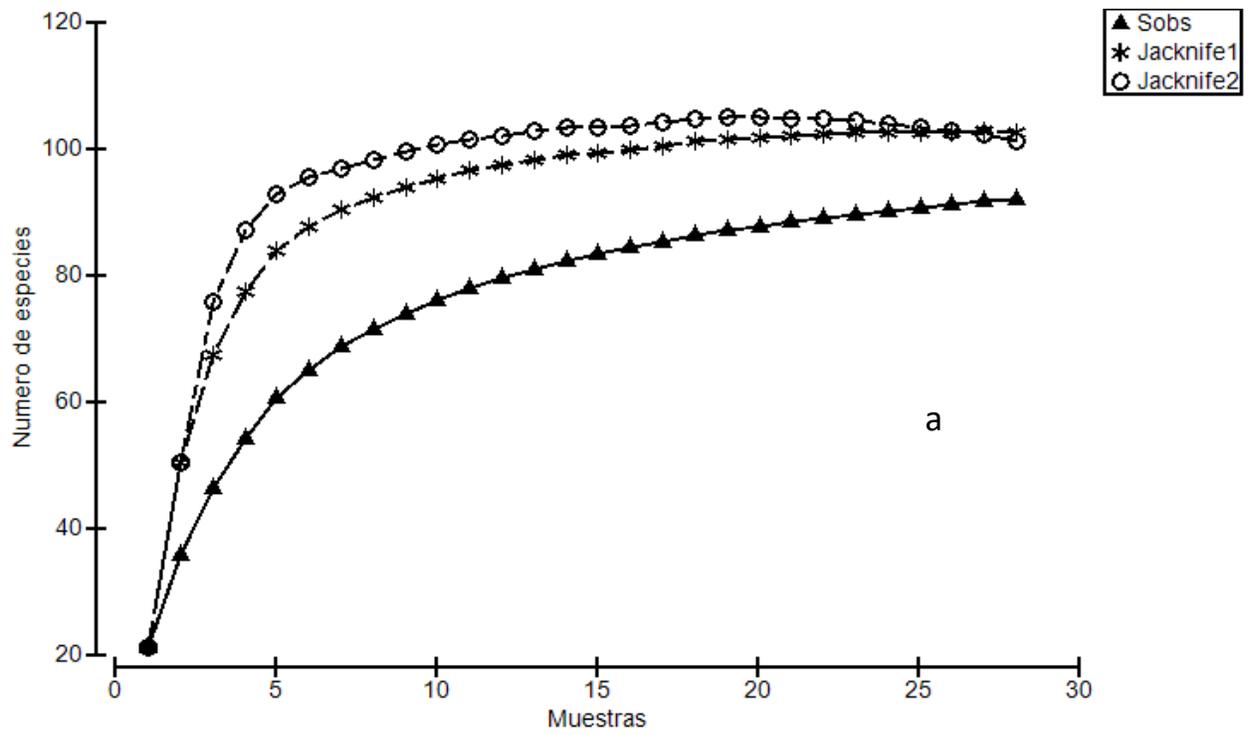


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de las islas a: E. Santo y b: Partida. Sobs: número de especies observadas. Jackknife 1 y Jackknife 2 constituyen estimadores de riqueza de especies.

La composición taxonómica de las tres clases de moluscos (Bivalvia, Gastropoda y Scaphopoda) mostró un patrón claro de disminución de sus taxones, ya que se presentaron para la isla mayor 47 familias, 64 géneros y 90 especies, mientras que para la isla menor 41 familias, 58 géneros y 78 especies, no siendo así para los órdenes, representados con 23 cada una (Fig. 4).

Sin embargo, las disminuciones observadas no fueron significativas para ninguna de las clases; bivalvos ($t= 0.38$, $p= 0.45$), gasterópodos ($t= 1.38$, $p= 0.46$), y en el caso de los escafópodos se decidió excluir la clase del análisis debido a que se encontró solamente una especie presente en ambas islas (Fig. 5).

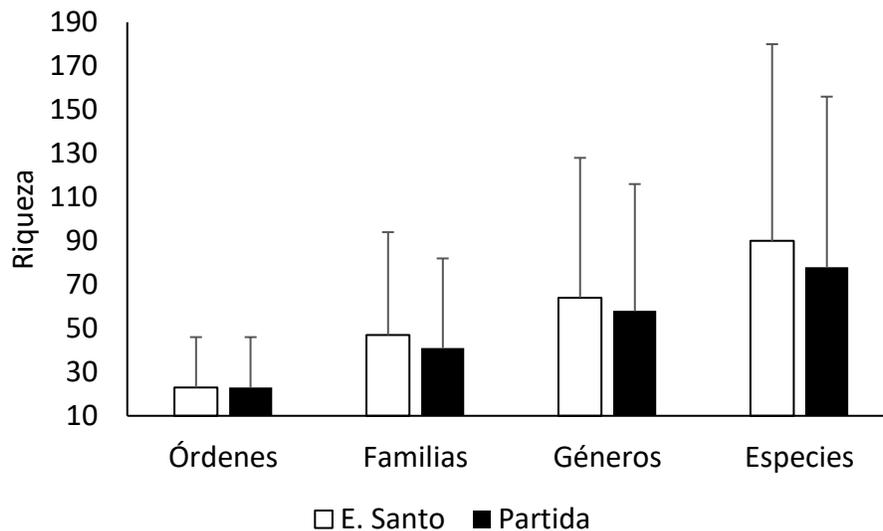


Figura 4. Riqueza de taxones de moluscos de fondos blandos entre las islas Espíritu Santo y Partida. Las líneas verticales encima de las barras refieren la desviación estándar

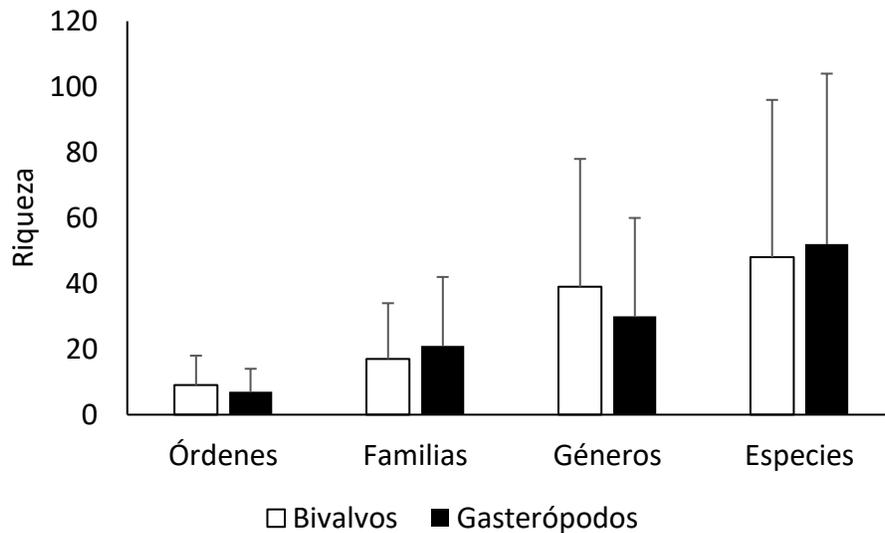


Figura 5. Riqueza de taxones de moluscos de fondos blandos para las clases de bivalvos y gasterópodos para el Archipiélago Espíritu Santo. Las líneas verticales encima de las barras refieren la desviación estándar

Para todo el archipiélago los bivalvos y los gasterópodos exhibieron la misma frecuencia de aparición al estar representados en cada uno de los sitios muestreados. A pesar de esto, los bivalvos fueron dominantes en cuanto a la abundancia total por especies.

La clase Bivalvia fue la que presentó la mayor abundancia de organismos con 17,192 (Fig. 6). Las familias mejor representadas fueron Veneridae con el 9 % de los generos para todas las familias, Tellinidae con el 3.9 %, Lucinidae con el 9 %, y Arcidae con el 5.9 %. El orden Venerida fue el mas abundante con el 12 % de las familias representadas, y la familia Veneridae fue las más abundante dentro de este orden;. Las especies con mayor abundancia y distribución en los sitios del Archipiélago fueron *Eurytellina ebúrnea* y *Cavilinga prolongata*.

La clase Gastropoda estuvo representada por 7,745 organismos (Fig. 6). Las familias mejor representadas son: Calyptraeidae con el 7 % de los generos, Olivellidae con el 5 %, Olividae con el 5 %, y Lottiidae con el 4 %. Los órdenes Neogastropoda y Pulmonata fueron las mas representados con el 23 y el 5 % de todos los generos registrados, y la familia Calyptraeidae fue la más representativa, (Fig. 7). Las especies con mayores

abundancias y frecuencia de aparición fueron *Olivella dama*, *Siphonaria maura* y *Olivella gracilis*.

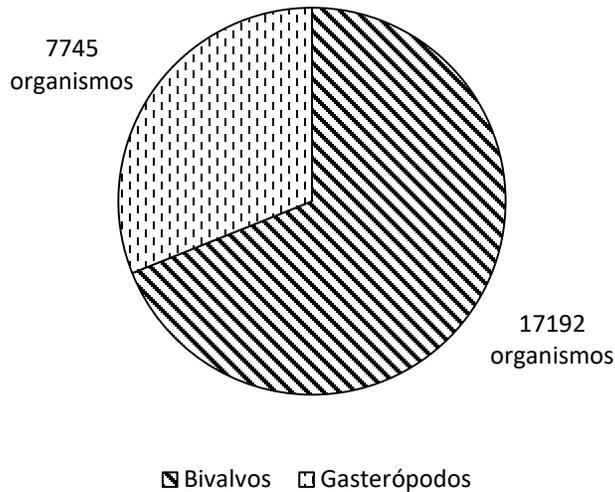


Figura 6. Abundancias totales por clase de moluscos del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S.

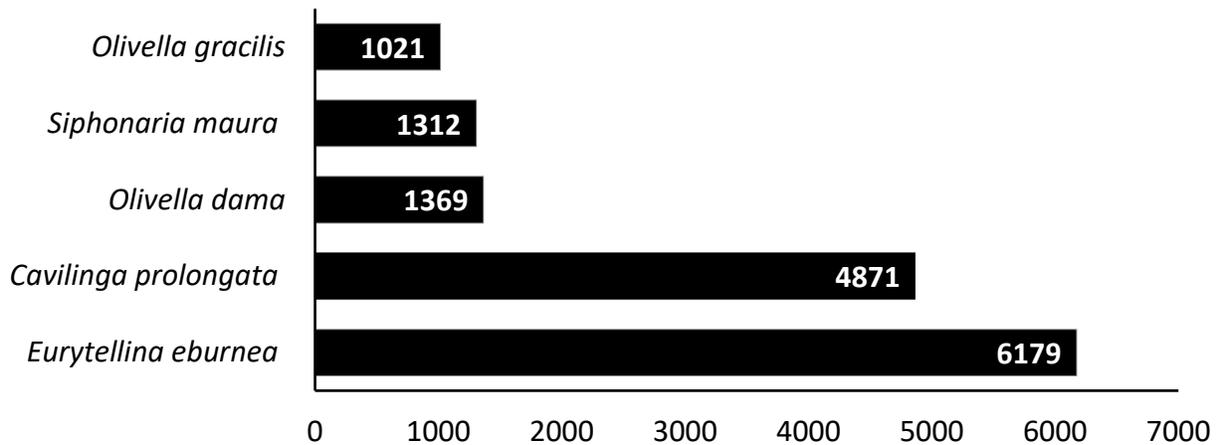


Figura 7. Especies más abundantes para las clases Bivalvia y Gastropoda del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S

En cuanto a la abundancia y riqueza de especies por sitios de muestreo los mayores valores de individuos por especies se presentaron en la Lobera, siendo todo lo contrario

el sitio de isla Ballena donde se registraron las menores abundancias por especies. Por otra parte, la mayor riqueza de especies la tuvo la ensenada de La partida, y después isla Ballena fue la que presentó la menor riqueza de especies, (Figs. 8a y b).

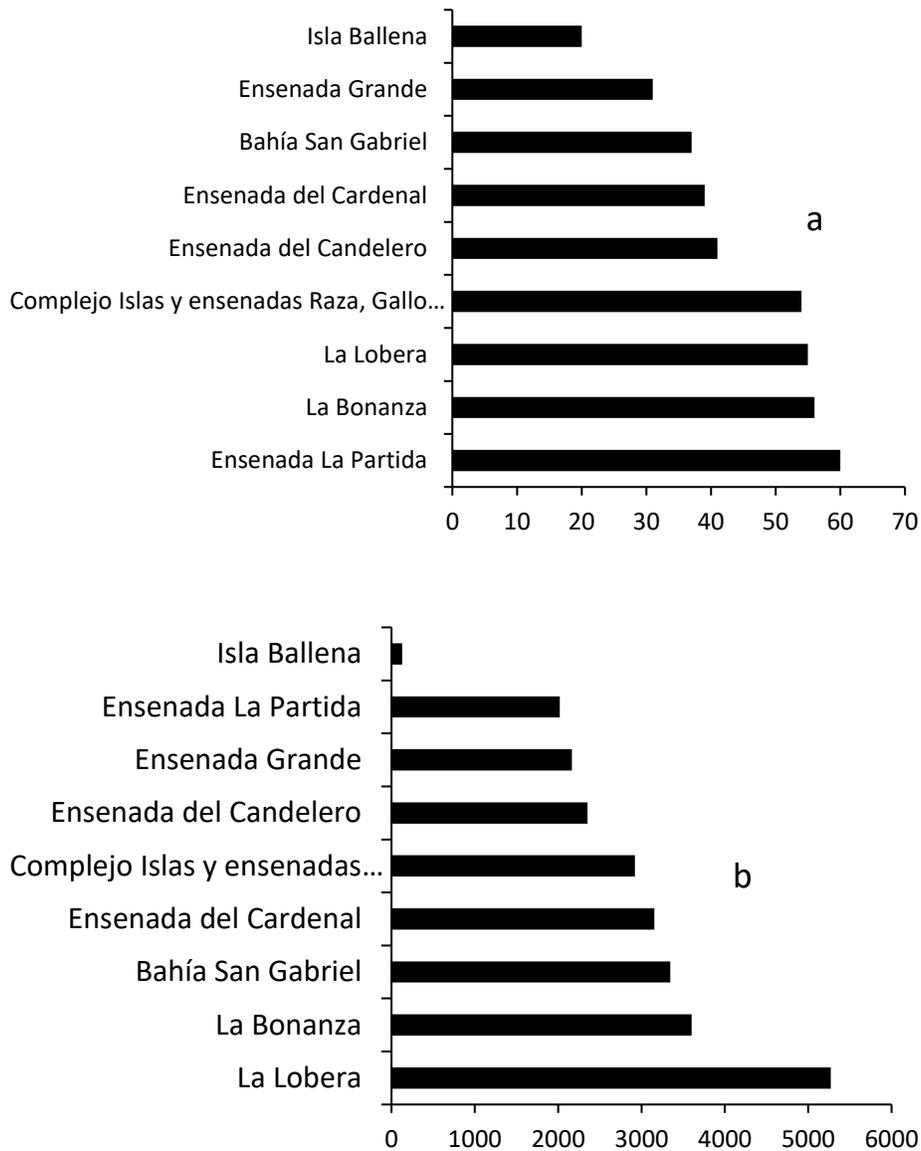


Figura 8. Riqueza de especies y abundancia de moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S. a. Riqueza de especies. b. Número de individuos.

6.3. Diversidad ecológica y taxonómica del Archipiélago Espíritu Santo

6.3.1. Estimadores de diversidad ecológica

Según el análisis de los indicadores ecológicos Riqueza de especies de Margalef (d) y diversidad de Shannon y Weaver (H') el archipiélago E. Santo presenta una elevada diversidad, al presentar valores promedios de 5.5 y 2.4 respectivamente. En el caso de la riqueza de Margalef el sitio de bahía San Gabriel fue diferente significativamente de los sitios Bonanza, Cardonal, Candelero, La Lobera y del Complejo de islotes y ensenadas (El Gallo y La Gallina), según la prueba de Kruskal-Wallis ($K-W=22.91$); $p=0.0035$. Por otra parte, en el caso de la diversidad de Shannon solo fueron diferentes La Bonanza y bahía San Gabriel, $K-W=15.19$, $p=0.047$, (Fig. 9). El resultado anterior fue diferente cuando se realizó el mismo análisis para la equidad de Pielou (J), la dominancia de Simpson ($1-\lambda'$) y utilizando la familia de índices taxonómicos. En este caso los primeros (Equidad de Pielou $K-W=13.28$ y $p=0.10$ y Dominancia de Simpson $K-W=13.58$ y $p=0.094$) no presentaron diferencias significativas. Los valores promedios equidad y dominancia de Simpson para todo el archipiélago fueron de 0.60 y 0.80 respectivamente. Presentándose los valores mínimos de estos dos índices en La Lobera con 0.39 y 0.66 en el mismo orden, y los valores más altos en la Isla Ballena con 0.85 y 0.90, (Fig.10).

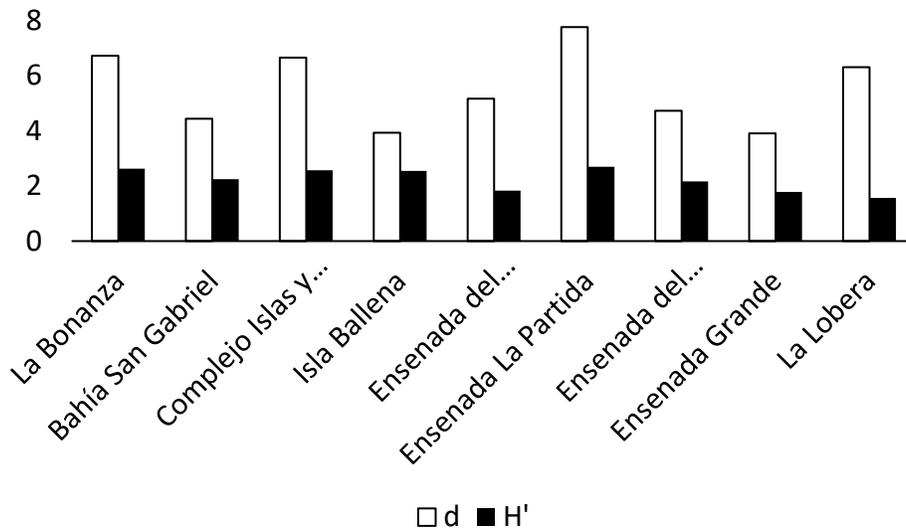


Figura 9. Riqueza de especies de Margalef (d) e Índice de diversidad de Shannon y Weaner (H') de moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S.

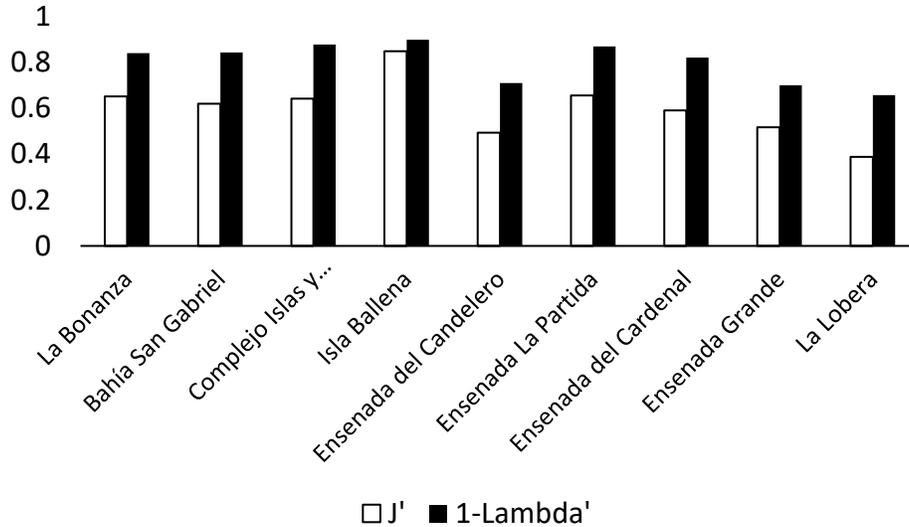


Figura 10. Valores del índice Equidad de Pielou (J), y Dominancia de Simpson ($1-\lambda'$) para moluscos en los sitios muestreados del Archipiélago E. Santo, B.C.S.

6.3.2. Estimadores de diversidad taxonómica

En el caso de los índices taxonómicos los valores promedios fueron $\Delta=66.3$, $\Delta^*=83$, $\Delta^+=87.5$ y $\Lambda^+=253$. Los valores máximos se presentaron en el caso de la Δ y Λ^+ en la isla Ballena, con valores de 74.6 y 372.7 respectivamente, y los valores mínimos fueron de 52.4 y 206.5 en las localidades de Ensenada Grande y La Lobera. La Δ^+ también tuvo su valor mínimo en isla Ballena siendo de 86.3 y el máximo en la Lobera de 88.6. En el caso de Δ^* el mayor valor (86.9) se presentó en La Bonanza, y el menor (75) en Ensenada Grande. Las diferencias significativas solamente se presentaron en el caso del índice Λ^+ para el sitio de Ensenada del Cardenal, (Figs 11 a y b).

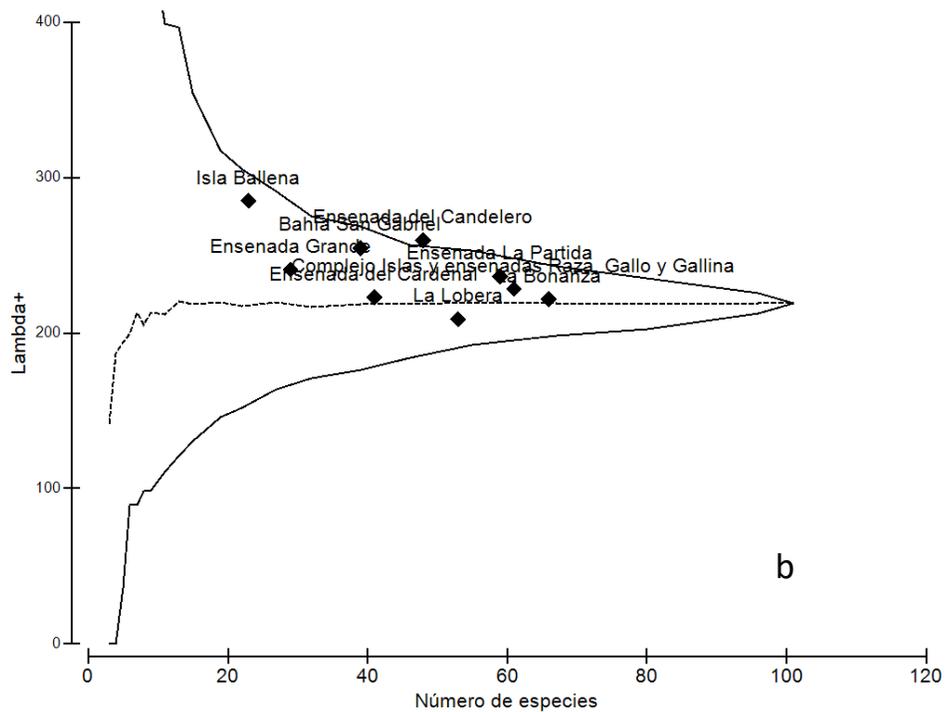
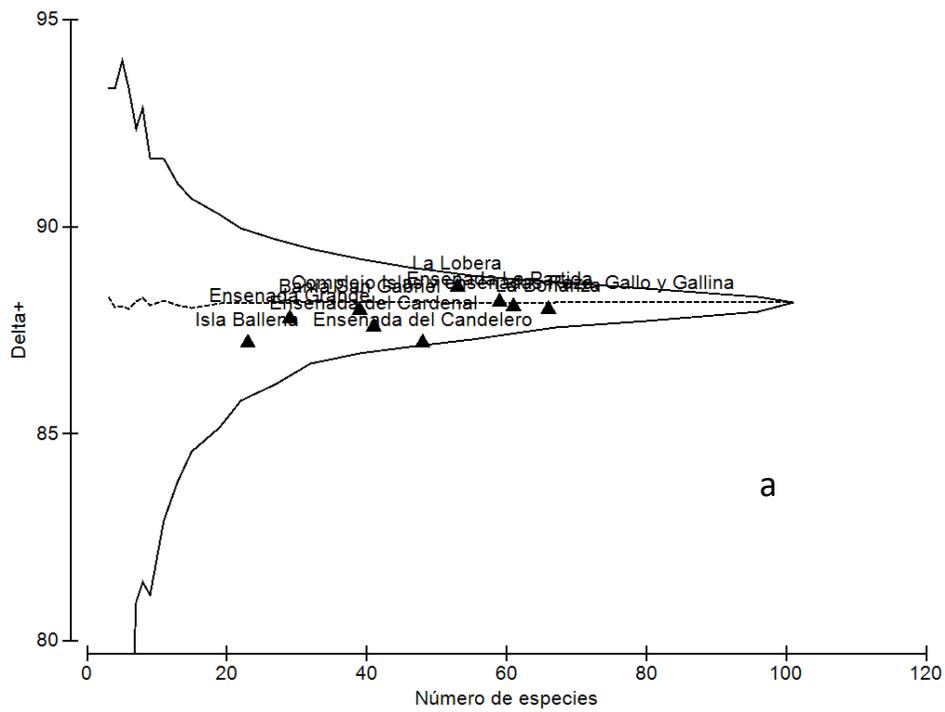


Figura 11. Relación de los valores de Delta+ [Δ^+] y Lambda+ [Λ^+] con la riqueza de especies de los sitios muestreados en el archipiélago E. Santo. El promedio (línea discontinua) y los contornos de confianza de 95% (líneas continuas) se obtuvieron por

la selección al azar (999 iteraciones) de submuestras de números de especies de la lista madre de todo el archipiélago E. Santo: a y b a cada uno de los índices.

El análisis de ordenamiento por escalado multidimensional no métrico (nMDS) mostró la formación de 5 grupos: (El complejo de Islas y Ensenadas Raza, Gallo y Gallina (1), Isla Ballena (2), La Bonanza (3), Ensenada Partida y B. San Gabriel (4) y el resto es el grupo 5)) bien definidos de los sitios de muestreos (Fig. 12). Sin embargo, el resultado del ANOSIM ($R= 0.277$, $p= 0.153$) indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las asociaciones de moluscos de fondos blandos en el archipiélago E. Santo.



Figura 12. Análisis de ordenamiento multidimensional no métrico de la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en los sitios muestreados del archipiélago E. Santo.

El análisis de ordenamiento por escalado multidimensional no métrico (nMDS) utilizado para las categorías de sedimentos establecidas no mostró la formación de grupos bien definidos de los sitios de muestreos, sino la dispersión de las estaciones con arenas medias en todos los sitios (Fig. 13). Además de lo anterior el resultado del ANOSIM ($R=0.364$, $p=0.28$) también indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes sustratos particulados en relación a la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en el archipiélago E. Santo.

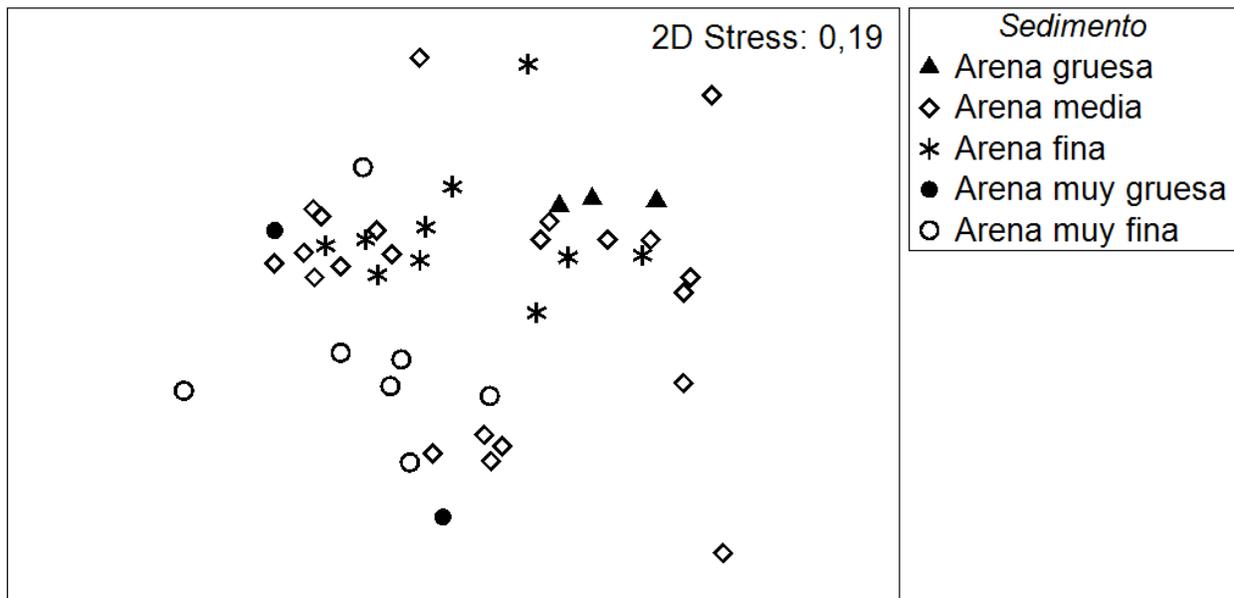


Figura 13. Análisis de ordenamiento multidimensional no métrico entre los diferentes sustratos particulados en relación a la estructura de las asociaciones de moluscos de fondos blandos en el archipiélago E. Santo.

7. DISCUSIÓN

El número estimado de especies de moluscos varía según los autores, con una cifra cercana a 110 mil especies (Abbott y Dance, 1982). Hendrickx y Brusca (2007) señalaron para el golfo de California 2 196 especies de las cuales 1 529 son gasterópodos, 566 bivalvos, 59 poliplacóforos, 21 escafópodos, 20 cefalópodos y un monóplacóforo.

La riqueza de especies registrada en este trabajo es menor al compararla con la reportada por Vázquez *et al.* (2013) para la Isla Cerralvo, en la que registró un total de 133 especies de moluscos marinos en fondos blandos. Pero, mayor en comparación a los registros en otros sitios del Golfo de California según Tripp-Quezada (2008) también en fondos blandos, quien reporta para Cabo Pulmo 84 especies, Isla San José 58, Punta Chivato 86 y Bahía de los Ángeles 91 especies

Resulta muy común en estudios ecológicos asociar las diferencias observadas en la composición taxonómica de las especies de una comunidad a diferentes problemas con el muestreo realizado. Así plantean Solís-Marín *et al.* (1997), que la elevada riqueza en un sitio pudiera ser producto del intenso esfuerzo y diferentes metodologías de muestreo empleadas a lo largo del tiempo. En este estudio la primera razón para creer que la riqueza de especie pudiera estar influenciada por el esfuerzo de muestreo es un aumento en replica de estaciones en los sitios de La Bonanza y Bahía San Gabriel.

Sin embargo, hay tres razones que permiten reducir. La primera es el uso del mismo tipo de arte de muestreo (Marco de un metro cuadrado), cuya probabilidad de capturar organismos de la epifauna e infauna, fue la misma para los muestreos realizados en todos los sitios. La segunda, es que la ubicación de las réplicas de las estaciones en los sitios de muestreos abarcó la mayoría de los diferentes tipos de fondos blandos del Archipiélago Espíritu Santo.

La tercera y última razón está relacionada con la clasificación sistemática y taxonómica de los moluscos marinos en los últimos años, ya que es un grupo el cual constantemente está siendo actualizado con las nuevas técnicas moleculares y genéticas.

En este estudio la mayor riqueza específica, al igual que la mayor abundancia total de organismos entre las dos islas mayores la tuvo E. Santo.. A pesar de lo anterior las especies más abundantes y con mayor frecuencia de aparición presentaron sus mayores abundancias en la isla Partida, cuando cabría de esperar según lo planteado por Capetillo-Piñar *et al.*, 2016 acerca del esfuerzo de muestreo, que fueran más abundantes en la isla E. Santo.

A lo anterior se le puede adicionar que la presencia de grupos de especies cuyas composiciones taxonómicas fueron similares y no significativas entre los sitios (Fig. 4), mientras que en otros sitios dicha composición fue diferente y significativa (Fig. 5) permiten pensar que otros factores, de origen natural o antrópico, independientes al esfuerzo de muestreo, o tal vez las propias características intrínsecas del hábitat, pudieron ser los causantes de las variaciones observadas en la composición taxonómica de los moluscos del Archipiélago Espíritu Santo.

En todo el archipiélago se registraron mayor número de especies de gasterópodos que de bivalvos, pero mucho más abundantes los bivalvos que los gasterópodos, principalmente en aquellos sitios donde predominaron los sedimentos más gruesos. De manera contraria a lo anterior los bivalvos y particularmente la especie *Euritellina aburnea* presentaron sus máximos valores en sedimentos de medios a finos, ligeramente diferente a lo que plantean Tripp-Quezada (2008) y Vázquez (2013) quienes reportan que lo encontraron en sedimentos de medio a gruesos. Lo anterior pudiera reflejarse como resultado de la heterogeneidad de las playas y ensenadas protegidas que tienen lugar en la costa occidental del Archipiélago E. Santo. En este litoral se presentan varias zonas con numerosos canales de manglares que aportan gran cantidad de nutrientes y material orgánico que pudiese estar favoreciendo las altas abundancias encontradas de esta especie.

Se identificaron un total de 101 especies, y se contabilizaron 24,958 organismos en los 9 sitios de muestreo del Archipiélago E. Santo. Lo anterior puede ser atribuido a la presencia de un mayor número de replicas en este trabajo, teniendo en cuenta que ambos muestreos fueron en la misma época del año (verano). No resulta conveniente realizar

comparaciones en este sentido debido a la marcada diferencia en el esfuerzo de muestreo entre ambos trabajos.

Estas cifras fueron mucho mayor que lo reportado por Vázquez (2013) para la Isla Cerralvo. La clase Bivalvia fue más abundante que la clase Gastropoda; y pudiera estar relacionado con la alta distribución de los sedimentos de tamaño medio en la mayoría de los sitios muestreados, Fig. 13.

Domínguez-Orozco (1996), planteó la posibilidad de descartar como posible causa en los cambios de la abundancia, el método de captura, ya que ambas clases de moluscos tienen la misma probabilidad de ser capturadas. Una posible razón podría deberse a la preferencia que presentan los bivalvos hacia los fondos blandos, y de menor tamaño de grano. Además muchas especies son filtradoras y tienden a enterrarse en el sustrato, donde la fauna bentónica es particularmente pobre.

Probablemente, la presencia o no de estos organismos estuvo condicionada por la inestabilidad del sustrato. La que a su vez, pudo ser el reflejo de las condiciones hidrodinámicas que existen en la costa occidental del archipiélago, las zonas más al sur están expuestas al sistema de corrientes del canal de San Lorenzo. Paralelo a esto, en el archipiélago se presentan vertientes fluviales que derivan en canales de manglares que aportan material terrígeno orgánico, lo que pudiese contribuir a disminuir la riqueza de algunas especies y propiciar a otras.

Otro factor que podría influir en la abundancia de organismos, son los procesos de surgencias en la costa peninsular, las cuales son causadas por el viento, que produce un transporte de aguas superficiales, y que a su vez son reemplazadas por aguas sub-superficiales más frías y con mayor concentración de nutrientes. En este sentido en la época de verano, los vientos del sureste generan surgencias en la costa peninsular (Lara-Lara *et al.*, 1993), pudiendo incidir sobre la abundancia de estos organismos.

Según Flores-Rodríguez *et al.* (2007), Del Río y Villarroel (2001) y Flores-Rodríguez *et al.* (2003) la mayor abundancia y riqueza de gasterópodos se encuentra en fondos rocosos. De cierta manera no coincide con los resultados obtenidos en este trabajo donde

el predominio de gasterópodos fue en los sitios con mayor tamaño de grano, y algunos en la zona intermareal. Otro de los organismos más abundantes recolectado en este estudio, fue el gasterópodo *Siphonaria maura* perteneciente a la familia Siphonarioidae, el cual es un individuo sésil típico de sustratos rocosos, y de la zona intermareal adaptado a condiciones extremas, ya que puede quedar expuesto a la desecación con los cambios en los ciclos mareales.

Consecuentemente con lo anterior esta especie fue más abundante en la Bonanza, que es la zona más al suroriente del archipiélago donde recibe las condiciones oceanográficas directamente del canal de San Lorenzo, y donde se encontraron los sedimentos más gruesos.

Algunas especies como, *Euritellina eburnea*, *Olivella dama*, *Olivella gracilis*, *Ameritella coani*, *Laevicardium substriatum*, *Siphonaria maura* y *Septifer zeteki*, además el género *Chione* presentan una distribución mayor al 22.5% entre sitios de muestreo del archipiélago E. Santo y altos valores de abundancia. Contradice un poco lo planteado por Tripp-Quezada (2008) y Vázquez (2013), para otras islas del Golfo, pero lo que pudiese estar sucediendo es la presencia en casi todos los sitios de sedimentos medios, sumado con la presencia de canales de manglares que aportan gran cantidad de nutrientes y materia orgánica y puede favorecer el desarrollo de varias especies, sobre otras.

López-Jamar y Mejuto, (1990) observaron en la Bahía de La Coruña, España, que la distribución de las diferentes especies de bivalvos está determinada principalmente por las características sedimentológicas de la zona. En este trabajo, a pesar de la amplia distribución de los sedimentos medios, la distribución de muchas especies está dada por el tamaño y el tipo de partícula que predomine. Encontrándose a los gasterópodos en arenas gruesas o en la zona intermareal. Y en el caso de los bivalvos, algunas especies tienen afinidad por sedimentos finos mientras que otros prefieren sedimentos de tamaño medio.

Por su parte, Pérez-Nevarez (1995) encontró que *Chione californiensis*, *Abra tepicana*, *Corbula esmeralda*, *Nuculana impar*, *Lucina lampra* y *Laevicardium elenense*, presentan una amplia distribución en la Ensenada de La Paz. Este autor también planteó, que dichas

especies son poco abundantes y presentan la capacidad de habitar diferentes áreas. En contradicción con lo anterior, en este trabajo la única especie que se registró fue *Chione californiensis* y pudiese estar dado por que el archipiélago esta bastante alejado de la bahía de la Paz, la cual es considerada como una zona con mayor contenido de materia orgánica vertida hacia los ecosistemas marino.

En este estudio, las especies *Euritellina eburnea*, *Olivella dama*, *Olivella gracilis*, *Ameritella coani*, *Laevicardium substriatum*, *Siphonaria maura* y *Septifer zeteki* presentan una amplia distribución. Principalmente en arenas finas a gruesas y profundidad somera que presentan los sitios, posiblemente debido a la poca competencia y depredación y a la alta disponibilidad de nutrientes que aportan los canales de mangles. A lo anterior se suma que son un grupo con una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones y hábitats, lo cual ha permitido que algunas especies puedan dominar otros lugares en los cuales las condiciones no sean favorables para otras especies (Stanley, 1988).

La diversidad de especies estimada para el archipiélago Espíritu Santo, al compararla con la reportada por Tripp-Quezada (2008) para otros sitios a diferente latitud del litoral del Golfo de California fue menor que Punta Chivato e isla San José y mayor que Bahía de Los Ángeles; e incluso mayor que la isla Cerralvo según planteó Vázquez (2013). Esto pudiese deberse a las diferencias latitudinales entre los sitios mencionados anteriormente con el Archipiélago E. Santo, y que en cada uno se refejan condiciones particulares que influyen la abundancia y distribución de este grupo en particular, Tripp-Quezada (2008). Este mismo autor plantea la posibilidad de encontrar altos valores de diversidad, los cuales podrían estar relacionados con el aumento de nutrientes en el área en cuestión, debido a la condición de verano, ya que la fuerza de los vientos que prevalecen favorecen la generación de surgencias en la costa oeste del Golfo de California.

Según el análisis de los indicadores ecológicos Riqueza de especies de Margalef (d) y diversidad de Shannon y Weaver (H') el archipiélago E. Santo presenta una elevada diversidad, al presentar valores elevados de ambos estimadores. En el caso de la riqueza de Margalef el sitio de Bahía San Gabriel fue diferente significativamente de los sitios Bonanza, Cardonal, Candelero, La Lobera y del Complejo de islotes y ensenadas (el

Gallo y La Gallina), según la prueba de Kruskal-Wallis (X^2); $p= 0.032$. Esto pudiese deberse a que a pesar del aumento del esfuerzo de muestreo en esa área se encontraron muy pocas especies y altas abundancias.

Además, esta es una de las zonas donde no hay canales de manglares y si hubiese algún tipo de aporte de nutrientes sería por otra vía. Por otra parte, en el caso de la diversidad de Shannon solo fueron diferentes La Bonanza y Bahía San Gabriel,. En este caso la composición de especies y las especies abundantes fueron diferentes ya que en la Bonanza predominan sedimentos gruesos y muy gruesos, mientras que en San Gabriel los sedimentos son medios. Además, ambos sitios están expuestos a diferentes condiciones oceanográficas.

La equidad de Pielou (J) y la dominancia de Simpson ($1-\lambda'$) no presentaron diferencias significativas entre ninguno de los sitios del área de estudio. Lo anterior pudiese deberse a que a pesar de que hubo varias especies dominantes se encontraron en la mayoría de los sitios y con altos valores de abundancia, o tal vez algún otro factor intrínseco del propio hábitat mantuvo en la equidad entre las especies. Además esto pudiese sugerir que la Equidad de Pielou es uno de los índices ecológicos menos influenciados por el tamaño y esfuerzo de muestreo. Tripp-Quezada (2008), planteó que este índice se mantuvo estable y mantuvo una misma dirección en consecuencia a la diversidad de Shannon en casi todos los sitios de muestreo. Por otra parte sugirió que este estimador puede verse influenciado por el tipo y complejidad del hábitat puesto que sus mayores valores se dieron en determinados tipos de fondos.

Capetillo-Piñar (2016), planteó que la equitatividad (J') fue el único índice que no presentó diferencias significativas a escala temporal, en cuyo estudio si existieron diferencias en cuanto a la metodología de muestreo y al tamaño de muestra utilizado. Su argumento fue la posibilidad de que debido a la constancia en el tiempo de las especies más comunes y de los factores limitantes de la dominancia (p.e la depredación) este índice no fuese significativo temporalmente. En este contexto, Espinosa (1992) analizó las comunidades de moluscos bivalvos en fondos microauréticos arcillosos, en ciertas localidades de la bahía de Cárdenas, Cuba. Este registró incrementos de la equitatividad, la cual atribuyó

a la actividad depredadora del asteroideo *Luidia senegalensis*, sobre las especies dominantes, aunque, no se pudo precisar en qué cuantía. Todos estos factores pudiesen hacer que a pesar de la dominancia de especies en una localidad no se vea reflejada en este tipo de índices. También cabe pensar que la Equidad de Pielou es uno de los estimadores ecológicos menos sensibles a los problemas con el esfuerzo y tamaño del muestreo (Capetillo-Piñar (2016)).

Actualmente, se conocen determinadas técnicas o métodos que permiten realizar comparaciones, entre comunidades de organismos con números de especies obtenidos con diferentes esfuerzos de muestreos (p.e. Curvas de Rarefacción; Sanders, 1968). Sin embargo, estos presentan la desventaja que al hacer una intrapolación se pierde mucha información cualitativa y cuantitativa, que pudiera marcar una diferencia a *posteriori* en los resultados obtenidos. Esta pérdida de información se genera debido a que en la mayoría de estas técnicas o métodos, se toma el mínimo tamaño de muestra que permita hacer las comparaciones, y es entonces que se desaprovecha parte de la información obtenida en las muestras, (Ludwig y Reynolds, 1988). Independientemente de no recomendar las comparaciones a través de los índices de diversidad tradicionales, cuando el esfuerzo de muestreo es muy diferente, si es válido llevar a cabo el uso de estos índices dentro de cada sitio de muestreo en particular y aplicarlos de manera comparativa entre aquellos sitios cuyos esfuerzos de muestreos sean lo más similares entre sí, o integrar varios aspectos de la diversidad que permitan reducir este sesgo, y evitar conclusiones erróneas.

Según Brusca (1980) existe una correlación directa entre la estabilidad del hábitat y la diversidad de especies. Margalef (1982) menciona que las comunidades con pocas especies se presentan con poca diversidad. En este estudio se encontró una alta riqueza de especies relacionada con una alta diversidad, en los sitios con arenas de finas a muy finas. Sin embargo, las mayores abundancias se registraron en sedimentos de arenas medias, diferente a lo encontrado por Vázquez (2013), para la Isla Cerralvo, el cual encontró sus mayores abundancias en sedimentos gruesos.

Baqueiro (1979); Tripp-Quezada (2008); (Vazquez 2013) y Capetillo *et al.*, 2016 mencionan que las características texturales de los sedimentos, aparentemente es uno de los aspectos que controlan la distribución de las especies. Méndez *et al.* (1986) señalaron que los sedimentos de arenas gruesas generalmente sostienen taxocenosis más diversas que las que están en hábitats conformados por fangos y arenas finas, como consecuencia de la heterogeneidad y complejidad del sustrato. Estos sedimentos además presentan un mayor espacio entre los granos de arena, pudiendo contener mas cantidad de agua rica en microorganismos, y conferir una mejor oferta alimentaria para la fauna bentónica en comparación con los sedimentos finos.

Domínguez-Orozco (1996) en la Caleta de Balandra observó que la mayoría de los bivalvos fueron localizados en sedimento de arena media a muy fina. Esto coincide con lo encontrado en este trabajo, donde la mayor diversidad de bivalvos se encontró en Ensenada La Partida, donde los sedimentos fueron finos y muy finos. López-Jamar y Mejuto (1990) han observado el mismo resultado en ese tipo de sedimento. Posiblemente, debido a la capacidad que tienen éstas para retener una mayor cantidad de agua rica en materia orgánica, la cual puede ser fácilmente aprovechada por los organismos bentónicos. Por otra parte, la arena ofrece un sustrato más estable en comparación con los cienos o limos para el establecimiento de las comunidades (Lastra *et al.*, 1991; Rhoads y Young, 1970).

Algunos autores mencionan que por lo general la mayoría de las especies de bivalvos tienen la tendencia a concentrarse en sustratos como arenas finas a muy finas. Según Snelgrove y Butman (1995), además del tipo de sedimento, la materia orgánica puede ser un factor condicionante para el desarrollo de una comunidad por ser una fuente de alimento para los organismos que viven en el fondo la cual se encuentra íntimamente relacionada con los fondos fangosos o limosos, presentándose grandes cantidades donde los sedimentos son más finos (De la Lanza, 1986).

En este estudio, los parámetros ambientales tomados en el campo como la salinidad y temperatura, se excluyeron del análisis por no presentar ninguna variación en los sitios muestreados. Por otra parte, la profudidad tampoco mostró alguna relación posible con

la abundancia y distribución de moluscos es este trabajo. Por lo que se decidió excluirla del análisis posteriormente. Sin embargo, Olaso (1990) y Vegas-Vélez (1971); señalan que existe una relación entre la composición y la abundancia de moluscos con la profundidad. Por el contrario, varios autores como Stuardo y Villaroel (1976); Pérez Nevarez (1995); Domínguez-Orozco (1996); González-Medina *et al.*, (2006); Tripp-Quezada (2008); señalan que la profundidad no juega un papel importante en la estructura de las comunidades de moluscos bentónicos de fondos blandos. Aquellas variables ambientales que pueden regular los cambios en la estructura de la comunidad bentónica, son el tipo de sustrato; el cual resulta el factor principal en la distribución de la fauna malacológica (González-Medina *et al.*, (2006); Domínguez Orozco (1996); Tripp-Quezada (2008).

Lo anterior pudiese sugerir cierta homogeneidad ambiental en cuanto a estos parámetros (salinidad, temperatura y profundidad). Sin embargo si se detectaron diferencias en cuanto al tipo de sedimento que probablemente sea el factor que tenga un rol fundamental en las variaciones observadas en las asociaciones de moluscos en el Archipiélago E. Santo.

El índice $\Delta+$ no detectó cambios significativos en la estructura taxonómica de las asociaciones de moluscos del archipiélago E. Santo, indicando que las especies que conformaron a estas estructuras taxonómicas estaban poco emparentadas taxonómicamente. Solo en el caso de la Variación de la Distinción Taxonómica Promedio ($\Delta+$) se encontró fuera del contorno probabilístico a Ensenada del Candelero (Figs. 11a y b). En el primer caso indicó que las asociaciones de moluscos del complejo insular se caracterizaron por la presencia de un buen número de categorías taxonómicas (árbol taxonómico ancho) mientras que en el segundo caso hubo una distribución más o menos equitativa de las especies en las diferentes categorías taxonómicas, exceptuando la ensenada del Candelero.

En este sitio en particular, dominó la familia Veneridae, que presentó el mayor número de géneros donde *Chione* fue el que mayor número de especies tuvo. Este hecho estuvo probablemente relacionado con que esta zona es una de las que más canales de

manglares presenta. En adición a lo anterior este género se caracteriza por preferir lugares ricos en materia orgánica para su desarrollo. Martínez-Córdoba (1987) reportó para *Chione fructifraga* en el estero De la Cruz, Sonora, que dicha almeja prefiere hábitats con sedimento de arena fina a muy fina, difiriendo a lo encontrado en este trabajo, ya que las especies de este género predominaron en sedimentos de tamaño medio. De igual manera, García-Domínguez (1991) planteó para *Chione californiensis* que los factores que determinan su distribución y abundancia son la concentración de materia orgánica y el tipo de sedimento. Por último Capetillo-Piñar (2016), argumentó que este género se caracteriza por preferir zonas con alto contenido de materia orgánica. Por lo que parece indicar que la concentración de materia orgánica, al menos para este género parece ser un factor determinante en su abundancia y distribución.

La amplia distribución espacial por todo el archipiélago (100% de los sitios de muestreos) de las dos clases de moluscos, (a excepción de la clase Scaphopoda que solo se presentó en el 50% de los sitios y con solamente una especie), acompañada de la presencia de una estructura taxonómica similar y equitativamente distribuida para todos los sitios, demuestra la estabilidad de esta taxocenosis. Y que probablemente las condiciones ambientales que existieron en el momento del muestreo mantuvieron en estabilidad a esa comunidad.

8. CONCLUSIONES

- 1.- La comunidad de moluscos de fondos blandos del Archipiélago Espíritu Santo estuvo mejor representada por la clase Bivalvia, donde el micromolusco *Euritellina eburnea* fue la especie de mayor abundancia y frecuencia de aparición.
- 2.- El mayor número de especies y organismos se encontraron en los sitios de sedimentos de medios a muy finos.
- 4.- Se registraron cinco tipos de fondos particulados arenas finas, arenas muy finas, arenas medias, arenas gruesas y arenas muy gruesas.
- 5- En cuanto al tamaño de los sedimentos las arenas medias tienen mayor cobertura en el Archipiélago Espíritu Santo, y presentaron la mayor abundancia, mientras que los sedimentos finos presentaron la mayor riqueza de especies.
- 5.- En el Archipiélago Espíritu Santo las arenas medias juegan un papel importante en la composición y estructura de la comunidad malacológica.
- 7.- La estructura taxonómica de la taxocenosis de moluscos de fondos blandos del Archipiélago Espíritu Santo se mantuvo estable en el verano de 2013.
- 8- De los factores ambientales solo tuvo influencia sobre las asociaciones de moluscos el tamaño de los sedimentos, mientras que los otros factores se mantuvieron constantes y sin ninguna relación apreciable.

9. RECOMENDACIONES

- Resulta necesario realizar un seguimiento a mayor escala espacio-temporal con la finalidad de detectar los posibles cambios ya sean naturales o por acciones antropogénicas en la estructura de la fauna malacológica del Archipiélago Espíritu santo.
- Dada la importancia ecológica del Golfo de California es importante realizar investigaciones en todas las islas con finalidad de tener un inventario actualizado de la riqueza y diversidad de la fauna malacológica, y determinar de una amplia gama de variables ambientales, cuales realmente influyen en los cambios en la estructura de este grupo.
- Realizar estudios de prospección para la evaluación de recursos comerciales.
- Integrar todos los aspectos posibles de la diversidad, como la diversidad funcional, para tener una mejor visión de la acerca de la biodiversidad de este grupo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abbott, R.T. 1974. *American Sea Shells*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold, New York. 663 p.
- Abbot, R. T. & S. P. Dance. 1982. *Compendium of seashells*. Dutton. New York. 912 p.
- Aburto-Oropeza, O. & López-Sagástegui, C. 2006. Red de reservas marinas del Golfo de California: una compilación de los esfuerzos de conservación. Reporte preparado para Greenpeace México. 30 p.
- Aguillón-Negreros, A. 2011. Variación espacio-temporal del reclutamiento en Mollusca y Echinodermata en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. 75 p.
- Alcolado, P.M & J. Espinosa. 1996. Empleo de las comunidades de moluscos marinos de fondos blandos como bioindicadores de la diversidad del megazoobentos y de la calidad ambiental. *Iberus*, 14(2): 79-84.
- Arizpe, A. (1987). Reclutamiento y Mortalidad de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en condiciones semicontroladas en la Bahía de la Paz, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 14, 249-254.
- Baqueiro, C. E & J. Stuardo. 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831), *M. squalida* (Sowerby, 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro., México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.*, 4(1):161-208.
- Baqueiro, C. E. 1979. Sobre la distribución de *Megapitaria squalida*(Sowerby), *M. aurantiaca* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación con la 51 granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.*, 6 (1): 25:32.
- Bouchet, P., J. Freda, B. Hausdorf, W. Ponder, A. Váldez & A. Warén. 2005. Working Classification of the Gastropoda. En: *Classification and Nomenclature of Gastropoda Families* (P. Bouchet & J. P. Rocroi, editores.). *Malacology*, 47(1-2): 241-266.
- Bourillón-Moreno, L., A. Cantú, F. Eccardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde & A. Zavala. 1991. *Islas del Golfo de California*. UNAM, México. 292 pp.
- Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. Univ. Arizona Press, Tucson. Arizona. 513 p.
- Campbell, W.B. & Novelo-Gutierrez, R. 2007. Reduction in odonate phylogenetic diversity associated with dam impoundment is revealed using taxonomic distinctness. *Fund. Appl. Limnol.* 16: 83-92.
- Capetillo-Piñar, N. 2016. Cambios en la diversidad de la asociaciones del Golfo de Batabanó, Cuba: Su relación con factores antrópicos y naturales. Tesis de

- doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S., México, 165 p.
- Case, T. J., Cody, M. L., & Ezcurra, E. (Eds.). (2002). *A new island biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press on Demand.
- Chao, A. & S.M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via simple coverage. *J. Am. Statist. Assoc.*, 87: 210-217.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1998. A taxonomic distinctness and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.*, 35: 523-531.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 184: 21-19.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 216: 265- 278.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley. 2006. PRIMERv6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Coan, E. V., S. P. Valentich & F. Bernard. 2000. Bivalve seashells of western north America. Marine bivalve mollusks from Artic Alaska to Baja California. Santa Barbara Museum of Natural History. Santa Barbara California. 794 p.
- De la Lanza, G. 1986. Materia orgánica de los sedimentos del sistema lagunar Huizache y Caimanero. Importancia y significancia en modelos de predicción. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.*, 13 (1): 251-286.
- Del Río, Z.O. & M.M. Villaroel. 2001. Variación estacional de moluscos en las pozas de marea del faro de Brucerías, Michoacán, México. Resúmenes, VIII Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología, Ciudad Victoria, Tamps. México. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 26-28 p.
- Díaz, J.M. & M. Puyana. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano. Un Catálogo ilustrado*. Conciencias/Fundación Natural/ Invenmar, Santa Fé de Bogotá, 291 p.
- DOF. (1978). Acuerdo por el que se da a conocer el establecimiento del Area de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México. 02/08/1978.
- DOF. (2000). Acuerdo por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Area de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México. 02/08/1978.
- Domínguez Orozco, A. L. (1996). Aspectos ecológicos de los macromoluscos bentónicos en la Caleta de Balandra, Baja California Sur, México (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Domínguez-Orozco, A.L & A. Tripp-Quezada. 1997. Estructura de la comunidad de macromoluscos bentónicos de la caleta de Balandra, Bahía de La Paz, B.C.S. En: Urbán, R.J., M. Ramírez (Eds.) La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación.

- UABCS, CICIMAR, Scripps Institution of Oceanographic. La Paz, B.C.S. México. 119-127.
- Espinosa, J. 1992. "Sistemática y Ecología de los moluscos bivalvos marinos de Cuba". Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias. Instituto de Oceanología, 125 p.
- Espinosa, J., R. Fernández-Garcés & E. Rolán. 1995. Catálogo actualizado de los moluscos marinos actuales de Cuba. *Reseñas Malacológicas*, 9: 1-90.
- Espinosa, J. & J. Ortea. 1998. Nuevas especies de la Familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Cuba y los Cayos de la Florida. *Avicennia*, 8/9: 117-134.
- Espinosa, J. & J. Ortea. 2001. Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca. *Avicennia, Suplemento 4*: 77 p.
- Espinosa, J. & J. Ortea. 2003. Nuevas especies de moluscos marinos gasterópodos marinos (Mollusca: Gastropoda) de las Bahamas, Cuba y el Mar Caribe de Costa Rica. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 15(3-4): 207-216.
- Espinosa, J., B., Martínez-Daranas, J. C., Martínez- Iglesias, Z., Marcos Sardiñas, G., Leyva-Pagán & G., Baena-González. 2004. "Evaluación de la diversidad de moluscos marinos de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes". *Informe final, Instituto de Oceanología, La Habana*, 22 p.
- Espinosa, J., J. Ortea, M. Caballer & L. Moro. 2005. Moluscos marinos de la península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba, con la descripción de nuevos taxones. *Avicennia*, 18: 1- 84.
- Espinosa, J., J. Ortea & R. Fernández-Garcés. 2007. Nuevos prosobranquios (Mollusca: Gastropoda) marinos del golfo de Batabanó, plataforma suroccidental de Cuba. *Avicennia*, 19: 53-66.
- Espinosa, J. & Ortea, J. 2010. Inventario de los moluscos marinos de la Península de Guanahacabibes. Memorias del Proyecto: Fortalecimiento de la gestión del desarrollo integral y sostenible de la Península de Guanahacabibes, Reserva de Biosfera, Pinar del Río, Cuba. (Camacho, A., J., Baena, G., G. & Leyva, P.G. Edts.). Colaboración Cuba-Canadá. Editorial Científico- Técnica, La Habana, Cuba
- Findley, L.T. 1976. Ecological aspects of mangrove estuaries in Sonora and their relation to human exploitation. En: B. Branniff & R.S. Felger (Eds.) *Sonora: Antropología e Historia*. México. 94-108.
- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez & A. Valdés-González. 2003. Riqueza y diversidad de la asociaciones del mesolitoral rocoso de la Isla la Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. *Ciencia, Rev. Inv. Cient., Univ. Autóm. Gro. Méx.*, 11:5-14.
- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza., S. García-Ibáñez & A. ValdésGonzález. 2007. Variación en la diversidad malacologica del mesolitoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Rev. Mex. Biodiv.*,78: 33-40.

- Flores-Rodríguez, P., F. Barba-Marino, R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez & D. Arana-Salvador. 2010. Análisis de la comunidad de moluscos del mesolitoral rocoso en playa Corralero, Oaxaca. *Perspectivas en Malacología Mexicana*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa. 79-87.
- Folk, R.L. 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill's Book Store Co. Austin, Texas. 182 p.
- García, R.C. & M. Álvarez. 2007. Comunidades de quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.*, 55(1):177-182.
- García-Domínguez, F.A. 1991. Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la almeja roñosa *Chione californiensis* en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. 76 p.
- Godínez-Domínguez, E. & G. González-Sansón. 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 25(4): 609-627.
- González-Medina, F. J., O. E. Holguin-Quiñones & G. De la Cruz-Agüero. 2006. Variación espaciotemporal de algunos macroinvertebrados (Gastrópoda, Bivalvia y Echinodermata) de fondos someros del Archipiélago Espíritu Santo, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 32(1A): 33-44.
- Halfar, J., L. Godínez-Orta, B. Riegl, J. E. Valdez-Holguín & J.M. Borges. 2006. Carbonates calibrated against oceanographic parameters along a latitudinal transect in the Gulf of California, México. *Sedimentology*, 1-24.
- Hall, S.J. & Greenstreet, S.P. 1998. Taxonomic distinctness and diversity measures: response in marine fish communities. *Marine Ecology Progress Series*. 166: 227-229.
- Hendrickx, M. E. & R. C. Brusca. 2007. Distribución de invertebrados marinos endémicos en el golfo de California, México. Memorias del XII Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar XII COLACMAR, 15-19 abril, Florianópolis. p. 1-4.
- Holguin-Quiñones, O.E. & A. C. González-Pedraza. 1994. Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México. Dirección de Bibliotecas y Publicaciones, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 133 p.
- Holguin-Quiñones, O.E. & F. García-Domínguez. 1997. Lista anotada de las especies de moluscos recolectadas en la Bahía de La Paz, B.C.S. En: Urbán, R. J. & M. Ramírez (Eds.) La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación. UABCS, CICIMAR, Scripps Institution of Oceanography. La Paz, B.C.S. México. 93-117.
- Holguin-Quiñones, O.E., H. Wright-López & E.F. Félix-Pico. 2000. Moluscos intermareales y de fondos someros de la Bahía de Loreto, B.C.S., México. *Oceánides*, 15(2): 91-115.

- Holme, N.A. 1971. Macrofauna sampling. En: Holme, N.A. & A.D. McIntyre (Eds.) *Methods for the study of marine benthos*. Backwells Scientific Publications, IBP handbook. 16:80-130.
- Hong, Z., Er. H. & Zhinan, Z. 2010. Taxonomic Distinctness of Macrofauna as an Ecological Indicator in Laizhou Bay and Adjacent Waters. *J. Ocean Univ. China. (Oceanic and Coastal Sea Research)*. 9: 350-358.
- Keen, A.M. 1971. *Sea shells of tropical west America. Marine mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, Stanford. 1064 p.
- Lalli C.M. & T.R. Parsons. 1997. *Biological Oceanography: An Introduction* (Second Edition). Butterworth-Heinemann, Oxford, 320 p.
- Landa-Jaime, V. & J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24:155-167.
- Lara Lara, J. R., Millán Núñez, R., Lara Osorio, J. L., & Bazán Guzmán, C. (1993). Productividad y biomasa del fitoplancton por clases de tamaño, en la parte central del Golfo de California durante primavera, 1985. *Ciencias Marinas*, 19(2).
- Lastra, M., J. Palacio, A. Sánchez & J. Mora. 1991. Estructura trófica infralitoral de la Bahía de Santander. *Cah. Biol. Mar.*, 32: 33-351.
- Leonard, D.R.P., K.R. Clarke, P.J. Somerfield & R.M. Warwick. 2006. The application of an indicator based on taxonomic distinctness for UK marine biodiversity assessments. *J. Environ. Manag.*, 78: 52-62.
- Llinas-Gutiérrez, J. 1983. Determinación de la composición biótica del macrobentos (Invertebrados) de la Laguna Costera Enfermería, B. C. S., México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 167 p.
- López-Jamar, E. & J. Mejuto. 1990. El sistema bentónico de la zona submareal de la Ría de Vigo. Macroinfauna y microbiología del sedimento. *Bol. Esp. Oceanogr.*, 6(2):49-60.
- Ludwig, J. A & J. F, Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, Nueva York. 337 p.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 179 p.
- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publ. Inst. Biol. Apl. Barcelona*, 9: 5-27.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 p.
- Martínez-Córdoba, L. R. 1987. Abundancia y distribución por talla de almeja *Chione fluctifraga* en distintos tipos de sedimentos del estero La Cruz, Sonora. *Ciencias Marinas*, 13 (2): 25-33.

- Méndez, M. N., V. Solís-Weiss & A. Carranza-Edwards. 1986. La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas del estado de Veracruz, México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.*, 13 (3):45-56.
- Mikkelsen, P. M. & R. Bieler. 2008. *Seashells of Southern Florida. Living marine mollusks on the Florida Keys and adjacent regions. Bivalves*. Princeton, University Press, 503 p.
- Mille-Pagaza, S.R., A. Pérez-Chi & O. Holguin-Quiñones. 1994. Fauna malacológica bentónica del litoral de la Isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*, 20(4): 467-486.
- Mittermeier, R. A., & Goettsch, M. C. (1992). México ante los retos de la biodiversidad. La importancia de la biodiversidad biológica de México, 63-73.
- Moreno, L. B. (Ed.). (1988). *Islas del Golfo de California*. Secretaría de Gobernación/UNAM.
- Morris, P. A. 1966. *A field Guide to Pacific Coast shells. The Peterson field guide series*. Houghton Mifflin, Boston. 297 p.
- Morris, R. C., D. P. Abbott & E. C. Haderlie. 1980. *Intertidal Invertebrates of California*, Stanford Univ. Press, Stanford, California. 690 p.
- Mouillot, D., Gaillard, S., Aliaume, C., Verlaque, M., Belsher, T. & Troussellier, M. 2005. Ability of taxonomic diversity indices to discriminate coastal lagoon environments based on macrophyte communities. *Ecolog. Indic.*5: 1-17.
- Olabarría, C. 1999. Estructura y variación estacional de poblaciones de moluscos asociados a la pesca artesanal de langosta en el Pacífico tropical. *Rev. Biol. Trop.*, 47:851-865.
- Olaso, I. 1990. Distribución y abundancia del megabentos invertido en fondos de la plataforma cantábrica. *Pub. Espec. Instituto. Español de Oceanografía*, 150 p.
- Ortea, J. & J. Espinosa. 2001. *Intelcysticus* e *Inbiocysticus* (Mollusca: Neogastropoda: Cysticidea) dos nuevos géneros del Atlántico Occidental Tropical. *Avicennia*, 14: 107- 114.
- Ortiz-Arellano, M.A. & L.M. Flores-Campaña. 2008. Catálogo descriptivo e ilustrado de los moluscos de la zona intermareal de las islas de Navachiste, Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa y Gobierno del Estado de Sinaloa-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Mazatlán. 132 p.
- Pérez-Nevárez, V. 1995. Zonación y estructura de la comunidad de moluscos bivalvos en la ensenada de La Paz, B.C.S, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., 121 p.
- Pérez-Peña, M. & E. Ríos-Jara. 1998. Moluscos gastrópodos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México: especies recolectadas con red de arrastre. *Ciencias Marinas*, 24: 425-442.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131-144.

- Price, A.R.G., Keeling, M.J. & O'Callaghan, C.J. 1999. Ocean scale patterns of biodiversity of Atlantic asteroids determined from taxonomic distinctness and other measures. *Biological Journal of the Linnean Society*. 66: 187-203.
- Redfern, C. 2001. *Bahamian Seashells. A thousand species from Abaco, Bahamas*, Boca Raton, USA, 261 p.
- Redfern, C. 2013. *Bahamian Seashells*. 1161 species from Abaco, Bahamas. Bahamianseashells.com, Inc., Boca Raton Florida, 501 pp.
- Reguero, M. & A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.*, 16:33-58.
- Reguero, M., A. García-Cubas & G. Zuñiga. 1991. Moluscos de la Laguna Tampamachoco, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol.*, 18: 289-328.
- Reyes-Bonilla, H., Herrero-Pérezrul, D., Weaver, A., & Sánchez-Alcántara, I. (2007). Capítulo III. Línea base de información biofísica de Espíritu Santo. Pescando Información en Espíritu Santo: Generación de información socioeconómica, de gobernabilidad y biofísica, 10.
- Reyes-Gómez, A., Barrientos-Luján, N., J. Medina-Bautista & S. Ramírez-Luna. 2010. Chitons from the coralline area of Oaxaca, México (Polyplacophora). *Bollettino Malacologico*, 46: 111-125.
- Rhoads, D.C. & D. Young. 1970. The influence of deposit-feeding organism on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, 28(2): 150-178.
- Rogers, S. I., Clarke, K. P. & Reynolds, J. D. 1999. The taxonomic distinctness of coastal bottom-dwelling fish communities of the North-east Atlantic. *Journal of Animal Ecology*. 68: 769-782.
- Román-Contreras, R., F. M. Cruz-Abrego & A.L. Ibañez-Aguirre. 1991. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chametla, Jalisco, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.*, 62: 249-278.
- Sanders, H.I. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Amer. Nat.*, 102: 243-282.
- Shannon, C.E & W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, 117 p.
- Simaika, J. P. & Samways M., J. 2009. An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing freshwater sites and for assessing habitat quality. *Biodivers Conserv.* 18: 1171-1185.
- Skoglund, C. 1991. Additions to the Panamic Province3. Bivalve (Mollusca) Literature 1971 to 1990. *Festivus*, 22(Suppl.2):1-74.
- Skoglund, C. 1992. Additions to the Panamic Province3. Gastropod (Mollusca) Literature 1971 to 1990. *Festivus*, 24:1-169.

- Smith E, van Belle G. 1984. "Nonparametric Estimation of Species Richness." *Biometrics*, 40: 119–129.
- Snelgrove, P. V. R., & Butman, C. A. (1995). Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanographic Literature Review*, 8(42), 668.
- Solís-Marín, F.A., H. Reyes-Bonilla, M.D. Herrero-Pérezrul, O. ArizpeCovarrubias & A. Laguarda-Figueras. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Ciencias del Mar*, 23:249-263.
- Somerfield, P.J., K.R. Clarke, R.M. Warwick & N.K. Dulvy. 2008. Average functional distinctness as a measure of the composition of assemblages. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 1462–1468.
- Stanley, S. M. (1988). Adaptive morphology of the shell in bivalves and gastropods. In *Form and Function* (pp. 105-141).
- Stuardo, J. V. & M. Villaroel. 1976. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. Méx.*, 3(1):65-92.
- Tan, X., X. Shi, G. Liu, H. Xu & P. Nie. 2010. An approach to analyzing taxonomic patterns of protozoan communities for monitoring water quality in Songhua River, northern China. *Hydrobiologia*, 683: 193-201.
- Torreblanca-Ramírez, C., R. Flores-Garza, P. Flores-Rodríguez, S. Garcíalbáñez & L. Galeana-Rebolledo. 2012. Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 47(2): 283-294.
- Tripp-Quezada, A. 2008. Comunidades de moluscos asociados a ambientes de carbonatos modernos en el Golfo de California. Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. 167 p.
- Vázquez, Y. J. (2013). Estructura de la comunidad de moluscos de fondos blandos en la Isla Cerralvo, Golfo de California, México (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Vicencio-Aguilar, M. & S. Ortiz-Gallarza. 1995. Lista de la clase Gastropoda (Mollusca) presentes en muestras de macroalgas en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur, México. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS*. 6(1-2):13-28.
- Vicencio-Aguilar, M. 1998. Estructura de la comunidad de moluscos de Cabo Pulmo, B.C.S., México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 77
- Villamar, A.C. 1965. Fauna malacológica de la Bahía de La Paz, B. C. Con notas ecológicas. *An. Inst. Nac. Inv. Biol. Pesq. Méx.*, 1: 115-152.
- Villarroel, M. M., A. Magaña, B. Gómez., O. Del Río, J. Lucio & J. Sánchez. 2000. Diversidad de moluscos en el litoral rocoso de Michoacán, México. 2:54-63.

- Warwick, R.M. & K.R. Clarke. 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 129: 301-305.
- Warwick, R.M. & S.M. Turk. 2002. Predicting climate effects on marine biodiversity: comparison of recent and fossil Mollusca death assemblages. *J. Mar. Biol. Assc. U.K.*, 82: 847-850.
- Xu, H., Y. Jiang, A.S. Khaled, S. Al-Rasheid, S.A. Al-Farraj & W. Song. 2011. Application of an indicator based on taxonomic relatedness of ciliated protozoan assemblages for marine environmental assessment. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 18: 1213-1221.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de especies ordenado en cinco niveles taxonómicos jerárquicos (clase, orden, familia, género y especies), del archipiélago Espíritu Santo. Presencia (x) y (0) ausencia.

Taxon		Sitios								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII
Clase BIVALVIA										
Orden Arcida										
Familia										
Arcidae										
	<i>Acar bailyi</i>	0	X	0	0	X	0	X	0	0
	<i>Acar gradata</i>	X	X	X	0	X	X	X	0	X
	<i>Anadara obesa</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Barbatia reeveana</i>	X	0	X	0	X	0	X	0	0
	<i>Calloarca alternata</i>	X	0	X	0	X	X	0	0	0
	<i>Larkinia multicostata</i>	X	0	X	X	X	0	X	X	X
Familia										
Glycymerididae										
	<i>Glycymeris gigantea</i>	0	0	X	0	0	0	X	0	X
	<i>Tucetona multicostata</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia										
Noetiidae										
	<i>Arcopsis solida</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Orden Cardiida										
Familia										
Cardiidae										
	<i>Americardia biangulata</i>	X	X	0	0	0	X	0	X	X
	<i>Laevicardium substriatum</i>	X	X	X	0	0	X	X	X	X
	<i>Trachycardium procerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Familia										
Psammobiidae										
	<i>Gari helenae</i>	0	0	0	0	X	X	X	0	X
Familia										
Semelidae										
	<i>Semele verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia										
Tellinidae										
	<i>Ameritella coani</i>	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	<i>Eurytellina eburnea</i>	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	<i>Eurytellina hiberna</i>	0	X	X	0	0	0	X	0	0
	<i>Iridona subtrigona</i>	0	X	0	X	0	X	X	0	X
Orden Carditida										
Familia										
Carditidae										
	<i>Carditamera radiata</i>	X	X	0	0	X	X	X	0	0
Orden Limida										
Familia Limidae										
	<i>Limaria pacifica</i>	X	0	0	0	0	0	0	X	0
Orden Lucinida										

Taxon		Sitios								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII
Clase BIVALVIA										
Orden Arcida										
Familia										
Arcidae										
	<i>Acar bailyi</i>	0	X	0	0	X	0	X	0	0
	<i>Acar gradata</i>	X	X	X	0	X	X	X	0	X
	<i>Anadara obesa</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Barbatia reeveana</i>	X	0	X	0	X	0	X	0	0
	<i>Calloarca alternata</i>	X	0	X	0	X	X	0	0	0
	<i>Larkinia multicostata</i>	X	0	X	X	X	0	X	X	X
Familia										
Glycymerididae										
	<i>Glycymeris gigantea</i>	0	0	X	0	0	0	X	0	X
	<i>Tucetona multicostata</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia										
Noetiidae										
	<i>Arcopsis solida</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Orden Cardiida										
Familia										
Cardiidae										
	<i>Americardia biangulata</i>	X	X	0	0	0	X	0	X	X
	<i>Laevicardium substriatum</i>	X	X	X	0	0	X	X	X	X
	<i>Trachycardium procerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Familia										
Psammobiidae										
	<i>Gari helenae</i>	0	0	0	0	X	X	X	0	X
Familia										
Semelidae										
	<i>Semele verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia										
Tellinidae										
	<i>Ameritella coani</i>	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	<i>Eurytellina eburnea</i>	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	<i>Eurytellina hiberna</i>	0	X	X	0	0	0	X	0	0
	<i>Iridona subtrigona</i>	0	X	0	X	0	X	X	0	X
Orden Carditida										
Familia										
Carditidae										
	<i>Carditamera radiata</i>	X	X	0	0	X	X	X	0	0
Orden Limida										
Familia Limidae										
	<i>Limaria pacifica</i>	X	0	0	0	0	0	0	X	0
Orden Lucinida										

Familia									
Lucinidae	<i>Cavilinga prolongata</i>	X	X	X	0	X	X	X	X
	<i>Codakia distinguenda</i>	X	0	X	X	0	X	X	0
	<i>Ctena mexican</i>	0	X	0	0	0	X	0	0
	<i>Ctena orbiculata</i>	0	0	X	0	0	0	X	0
	<i>Divalinga eburnea</i>	0	X	0	0	0	0	0	X
	<i>Divalinga perparvula</i>	0	0	0	0	X	X	0	0
	<i>Here excavata</i>	0	0	0	0	X	X	X	X
	<i>Lucinoma annulata</i>	X	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Pleurolucina undata</i>	X	X	0	0	X	X	X	X
Orden Mytilida									
Familia									
Mytilidae	<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Brachidontes semilaevis</i>	0	0	X	0	0	X	0	0
	<i>Mytella tumbezensis</i>	0	0	0	0	0	X	0	0
	<i>Septifer zeteki</i>	X	0	0	X	X	X	0	X
Orden Ostreida									
Familia									
Gryphaeidae	<i>Hyotissa hyotis</i>	X	X	X	X	0	0	0	0
Orden Pectinida									
Familia									
Pectinidae	<i>Argopecten ventricosus</i>	0	X	0	0	0	0	0	0
Familia									
Spondylidae	<i>Spondylus leucacanthus</i>	X	0	0	0	0	0	X	0
Orden Venerida									
Familia									
Chamidae	<i>Chama frondosa</i>	X	0	X	0	0	0	X	0
	<i>Chama sordida</i>	X	X	X	X	X	X	X	0
Familia									
Ungulinidae	<i>Diplodonta subquadrata</i>	0	X	X	0	0	X	0	0
Familia									
Veneridae	<i>Chione californiensis</i>	X	X	0	0	X	0	X	X
	<i>Chione compta</i>	X	X	0	0	X	X	X	X
	<i>Chione tumens</i>	X	0	X	X	X	0	0	0
	<i>Chione undatella</i>	X	0	X	X	X	X	X	X
	<i>Chioneryx squamosa</i>	X	X	0	0	X	0	0	0
	<i>Chionopsis pulicaria</i>	0	0	X	0	X	X	0	0
	<i>Dosinia ponderosa</i>	0	0	X	0	X	0	0	0
	<i>Megapitaria squalida</i>	X	X	0	0	X	X	X	X
	<i>Tivela byronensis</i>	X	X	X	0	X	X	X	X
Clase									
GASTRÓPODA									
Orden									
Caenogastropoda									

Familia	<i>Couthouyella</i>									
Epitoniidae	<i>menesthoides</i>	X	X	0	0	0	X	0	X	0
Familia										
Triphoridae	<i>Triphora hannai</i>	X	0	X	0	X	0	X	0	0
Orden										
Cephalaspidea										
Familia										
Acteocinidae	<i>Acteocina inculta</i>	X	X	0	0	0	X	X	X	X
Orden										
Littorinomorpha										
Familia	<i>Bostrycapulus</i>									
Calyptraeidae	<i>aculeatus</i>	X	0	0	X	X	X	0	X	X
	<i>Crepidula excavata</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Crucibulum lignarium</i>	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Crucibulum monticulus</i>	X	0	0	X	X	X	X	X	X
	<i>Crucibulum scutellatum</i>	X	0	0	X	X	X	0	0	X
	<i>Crucibulum spinosum</i>	X	0	X	X	X	X	0	0	X
	<i>Crucibulum umbrella</i>	X	0	0	X	X	0	X	0	0
Familia										
Capulidae	<i>Capulus sericeus</i>	X	0	X	X	X	X	0	0	X
Familia										
Hipponicidae	<i>Cheilea cepacea</i>	X	0	X	0	0	0	0	0	0
	<i>Pilosabia trigona</i>	X	0	0	X	0	X	0	0	X
Familia										
Naticidae	<i>Polinices bifasciatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	X	X
	<i>Polinices uber</i>	X	X	X	0	0	X	X	X	X
Orden										
Neogastropoda										
Familia										
Columbellidae	<i>Strombina maculosa</i>	0	0	X	0	0	0	0	X	0
Familia										
Conidae	<i>Conasprella arcuata</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Conasprella perplexa</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Conasprella tornata</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	X
	<i>Conasprella ximenes</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Conus nux</i>	X	0	X	0	0	0	0	0	0
Familia										
Cystiscidae	<i>Cystiscus politus</i>	X	0	0	0	X	X	X	X	X

Familia										
Drilliidae	<i>Bellaspira acclivicosta</i>	X	0	X	0	0	0	0	0	0
Familia										
Marginellidae	<i>Volvarina taeniolata</i>	X	0	X	0	X	0	0	0	0
Familia										
Olivellidae	<i>Olivella alba</i>	0	X	X	0	0	X	0	0	0
	<i>Olivella altatae</i>	0	0	X	0	0	X	X	0	0
	<i>Olivella dama</i>	X	X	X	0	0	X	0	X	0
	<i>Olivella gracilis</i>	0	0	X	0	X	X	X	X	X
	<i>Olivella sphoni</i>	0	X	0	0	0	X	0	0	0
Familia Olividae	<i>Americoliva polpasta</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Oliva (Oliva) spicata</i>	0	0	0	0	X	X	X	X	X
	<i>Oliva incrassata</i>	0	X	X	0	0	X	0	0	0
	<i>Oliva porphyria</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Oliva undatella</i>	0	X	0	0	0	0	0	0	0
Familia										
Terebridae	<i>Pristiterebra glauca</i>	0	0	0	0	0	X	X	0	X
	<i>Terebra allyni</i>	0	X	X	0	0	0	0	0	0
	<i>Terebra intertincta</i>	0	X	0	0	0	X	0	0	0
	<i>Terebra specillata</i>	0	0	0	0	0	X	0	X	0
Orden										
Patellogastropoda										
Familia										
Lottiidae	<i>Lottia acutapex</i>	X	X	X	X	0	X	0	0	X
	<i>Lottia strigatella</i>	0	X	X	0	0	0	0	0	0
	<i>Lottia strongiana</i>	X	X	0	0	X	X	X	X	X
Orden Pulmonata										
Familia										
Ellobiidae	<i>Trimusculus reticulatus</i>	X	0	X	X	0	X	X	0	X
	<i>Trimusculus stellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia										
Siphonariidae	<i>Siphonaria brannani</i>	0	0	0	0	0	X	0	0	X
	<i>Siphonaria gigas</i>	0	0	0	X	X	X	0	0	0
	<i>Siphonaria maura</i>	X	0	0	X	0	X	0	0	X
	<i>Williamia peltoides</i>	0	0	X	0	X	0	X	0	X
Orden										
Vetigastropoda										
Familia										
Architectonicidae	<i>Architectonica nobilis</i>	0	0	0	0	X	X	0	0	X
Familia										
Fissurellidae	<i>Diodora alta</i>	X	0	X	0	X	0	0	0	X
	<i>Fissurella rubropicta</i>	X	0	X	0	0	0	0	0	X

Familia	<i>Macrarena californica</i>									
Liotiidae	<i>californica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Familia	<i>Turbonilla excolpa</i>									
Turbonillinae		X	0	0	0	0	0	0	0	0
Clase										
SCAPHOPODA										
Orden Dentaliida										
Familia										
Dentaliidae	<i>Antalis pretiosa</i>	0	X	X	0	0	X	0	0	X