



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ANÁLISIS DE LA ICTIODIVERSIDAD Y  
PATRONES BIOGEOGRÁFICOS EN LOS  
SISTEMAS COSTEROS DE BAJA CALIFORNIA  
SUR, MÉXICO**

**TESIS**

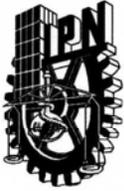
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

**PRESENTA**

**ADRIANA MARTÍNEZ GUEVARA**

**LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

**ABRIL 2008.**



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 28 del mes de Enero del 2008 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 de grado titulada:

"ANÁLISIS DE LA ICTIODIVERSIDAD Y PATRONES BIOGEOGRÁFICOS  
EN LOS SISTEMAS COSTEROS DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

MARTÍNEZ  
Apellido paterno

GUEVARA  
materno

ADRIANA  
nombre(s)

Con registro: 

B	0	5	1	1	9	5
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

#### LA COMISION REVISORA

Director de tesis  
PRIMER VOCAL

\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS CASTRO AGUIRRE

SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
DR. ADRIAN FELIPE GONZÁLEZ ACOSTA

SEGUNDO VOCAL

\_\_\_\_\_  
MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL

\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO JAVIER GARCÍA RODRÍGUEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

\_\_\_\_\_  
DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



L. P. N.  
CICIMAR  
DIRECCION



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 6 del mes Febrero del año 2008, el (la) que suscribe ADRIANA MARTÍNEZ GUEVARA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B051195 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO y cede los derechos del trabajo titulado: "ANÁLISIS DE LA ICTIODIVERSIDAD Y PATRONES BIOGEOGRÁFICOS EN LOS SISTEMAS COSTEROS DE BAJA CALIFORNIA SUR, 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. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: armaguev\_21@yahoo.com.mx jcruz@ipn.mx

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

ADRIANA MARTÍNEZ GUEVARA

*nombre y firma*

*Con gran cariño y admiración  
para las cinco personas más importantes en mi vida:*

*Alejandra Martínez Guevara  
Angélica Martínez Guevara  
María de Jesús Guevara Rodríguez  
Jesús F. Martínez y Moreno*

*principalmente  
para*

*Mauricio D. Montoya Campos*

*Cuando se hacen las cosas con el corazón,  
no se puede estar equivocado.*

## *Agradecimientos*

Una vez más he podido cumplir con una de mis metas y quisiera agradecerles a las instituciones y aquellas personas que contribuyeron a su realización, y al hecho de que yo pudiera seguir superándome, tanto profesional como personalmente:

Al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por todo el apoyo académico, docente y administrativo brindado, así como por haberme dado la oportunidad de formar parte de su programa de Posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Instituto Politécnico Nacional y al Programa Institucional de Formación de Investigadores por las becas otorgadas.

A la Colección Ictiológica del CICIMAR-IPN por permitirme trabajar en sus instalaciones así como por todo el apoyo académico, bibliográfico y curatorial brindado.

De manera muy especial le agradezco al Dr. José De La Cruz-Agüero el haberme dado la oportunidad de formar parte de la Colección Ictiológica (de esta manera pude conocer y adentrarme en el maravilloso mundo llamado Ictiología), así como por la excelente dirección de tesis, el tiempo otorgado, la paciencia, las enseñanzas, las experiencias compartidas y sobre todo la amistad. De todo corazón, mil gracias.

Agradezco a todos y a cada uno de los integrantes que forman el estupendo equipo de trabajo de la Colección Ictiológica, tanto a doctores, maestros, alumnos y visitantes distinguidos u ocasionales. Sobre todo, quiero agradecer la amistad otorgada, los consejos, el apoyo académico y personal, los días de *Regalecus*; y la lista continúa, a: Víctor Cota, Nicolás Álvarez, José Tavera, Uriel Rubio y, en especial, a Luis Burnes, cuya invitación a conocer la colección derivó mi estancia en la misma. A las nuevas generaciones les deseo mucha suerte y sean bienvenidos!!!.

Gracias a todo el comité revisor por sus sugerencias, sus objetivas aportaciones y el tiempo otorgado, lo cual llevó al mejoramiento de este trabajo: Dr. Gustavo De La Cruz-Agüero, Dr. Francisco J. García-Rodríguez, Dr. Adrián F. González-Acosta, Dr. José Luis Castro-Aguirre y Dr. L. Andrés Abitia-Cárdenas.

A todos mis maestros y profesores de la Maestría por las enseñanzas y las clases que ayudaron en mi desarrollo académico y profesional.

Quiero darle las gracias también a la familia De La Cruz-Páez por haberme abierto las puertas de su hogar, por todas sus atenciones, amistad y confianza. Mil disculpas por las molestias causadas.

Les agradezco a todos mis amigos y compañeros su amistad, compañía, consejos, etc. Cada uno ha ido aportando algo especial a mi vida (sobre todo en esta difícil etapa): Rocío, Natalia, Perla, Marissa, Klau, Marcela, CB, Milena, Geraldine, Lolita, Tecua, Ulises, Skyol, Regio, Gigio, Alvin, Juan Pablo, Gus, Betico.

De sobremanera quiero agradecer a mi madre, a mi padre y a mis hermanas, cuyo apoyo incondicional sigue siendo muy importante para mí. Su cariño es lo que me hace seguir adelante aún estando tan lejos de casa. Gracias por todo. Los quiero y les llevo siempre en mi corazón.

A toda mi familia en Puebla, Xalapa y Villahermosa. Gracias por sus consejos y compañía aún en la distancia.

Por último y no menos importante, quiero agradecerle con toda el alma, todo el apoyo brindado, el amor, el cariño, la amistad, los consejos, su tiempo, en fin,...TODO... a Mauricio D. Montoya Campos. Sin su compañía y motivación este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo. Esto es para ti y gracias a ti.....

*“El sol poniente preguntó:*

*-¿No hay acaso quien pueda relevarme?*

*-Se hará lo que se pueda, maestro.*

*Contestó la lámpara de barro”.*

*Antes que hombres de ciencia, deberíamos ser hombres.*

*Albert Einstein*

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>RESUMEN</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS PARTICULARES	14
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>15</b>
BAJA CALIFORNIA SUR	15
COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR	17
<i>Laguna Ojo de Liebre</i>	18
<i>Laguna de San Ignacio</i>	19
<i>Bahía Magdalena</i>	20
GOLFO DE CALIFORNIA	21
<i>Bahía Concepción</i>	22
<i>Bahía de La Paz</i>	23
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>25</b>
OBTENCIÓN DE DATOS	25
<i>Criterio de inclusión de especies</i>	25
<i>Criterio de inclusión bibliográfica</i>	27
<i>Diversidad taxonómica</i>	28
ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO	29
<i>Regiones y Provincias zoogeográficas</i>	29
<b>Región de California</b>	29
<i>Análisis de grupos</i>	30
<i>Análisis de ordenación</i>	32

<b>RESULTADOS</b>	<b>34</b>
<b>OBTENCIÓN DE DATOS</b>	<b>34</b>
<i>Fuentes museográficas</i>	34
<i>En sitio</i>	34
<b>CICIMAR-CI</b>	34
<i>En línea (Internet)</i>	35
<b>SIO</b>	35
<b>CAS</b>	35
<b>USNM</b>	35
<b>YPM</b>	37
<b>LACM</b>	37
<i>Fuentes bibliográficas</i>	37
<b>RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD TAXONÓMICA</b>	<b>39</b>
<i>Litoral del Pacífico</i>	40
<i>Litoral del Golfo de California</i>	41
<i>Riqueza específica por sistema costero</i>	41
Laguna Ojo de Liebre	41
Laguna de San Ignacio	42
Bahía Magdalena	43
Bahía Concepción	44
Bahía de La Paz	44
<b>ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO</b>	<b>46</b>
<i>Provincia de Cortés</i>	46
<i>Provincia de San Diego</i>	48
<i>Afinidad por sistema costero</i>	48
Laguna Ojo de Liebre	48
Laguna de San Ignacio	48
Bahía Magdalena	49
Bahía Concepción	49
Bahía de La Paz	50
<i>Análisis de Grupos</i>	50
<i>Análisis de ordenación</i>	50

<b>DISCUSIÓN</b>	<b>53</b>
OBTENCIÓN DE DATOS	54
RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD TAXONÓMICA	57
ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO	68
ESQUEMAS DE CONSERVACIÓN	81
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS</b>	<b>86</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>87</b>
DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE CONSULTAS:	112
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>
ANEXO 1	113
ANEXO 2	135
ANEXO 3	147
ANEXO 4	148
<b>GLOSARIO</b>	<b>152</b>

# RELACIÓN DE FIGURAS

---

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Regiones Prioritarias Marinas de México y áreas de estudio consideradas en el presente trabajo _____	2
2.	Estado de Baja California Sur _____	15
3.	Laguna Ojo de Liebre _____	19
4.	Laguna de San Ignacio _____	20
5.	Bahía Magdalena _____	21
6.	Bahía Concepción _____	23
7.	Bahía de La Paz _____	24
8.	Regiones y provincias biogeográficas del Pacífico oriental _____	29
9.	Número y porcentaje de las especies obtenidas en cada fuente de consulta _____	39
10.	Riqueza específica dada en número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas por litoral _____	40
11.	Riqueza específica de los principales sistemas costeros de B.C.S., con base en el número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas _____	42
12.	Comparación íctica entre bahías y lagunas analizadas, con respecto al número de especies registradas en cada familia mencionada _____	43
13.	Riqueza específica dada con base al número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas presentes en las provincias biogeográficas de B.C.S. _____	47
14.	Comparación íctica entre provincias con respecto al número de especies registradas para cada afinidad ictiogeográfica _____	47
15.	Comparación íctica entre provincias y sistemas costeros con respecto al número de especies registradas para cada afinidad ictiogeográfica _____	49

16. Dendrograma derivado de la matriz de similitud entre las especies presentes o ausentes en los principales cuerpos costeros de Baja California Sur. Coeficiente de similitud de Jaccard y algoritmo de Unión media no-ponderada (UPGMA) \_\_\_\_\_ 51
17. Distribución de las áreas de estudio definidas en un espacio bidimensional resultante del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), con base en la presencia o ausencia íctica en cada sistema costero de B.C.S. \_\_\_\_\_ 52

## RELACIÓN DE TABLAS

---

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Medidas de clasificación de especies utilizadas en el índice de Jaccard _____	32
2.	Datos obtenidos <i>in situ</i> y en <i>internet</i> _____	36

## RESUMEN

Se presenta un análisis de la riqueza íctica de los principales sistemas costeros de Baja California Sur (Laguna Ojo de Liebre, Laguna de San Ignacio, Bahía Magdalena, Bahía Concepción y Bahía de La Paz) desde el punto de vista biogeográfico, con base en material depositado en colecciones de referencia e información publicada de manera arbitrada. El elenco íctico, de acuerdo con los criterios de inclusión establecidos, se compone de 446 especies pertenecientes a 251 géneros, 87 familias, 25 órdenes y dos clases. Desde el punto de vista biogeográfico, se identifican y caracterizan las similitudes y diferencias existentes entre los sistemas costeros mediante un análisis de la riqueza de especies, de diversidad taxonómica y del análisis multifactorial de agrupación y ordenación. En términos generales, el 50% de las especies consideradas se distribuyen ampliamente en el Pacífico Oriental, 21% presenta una afinidad con la provincia de San Diego y el 20% con la provincia Panámica. Los análisis multifactoriales muestran una mayor similitud entre Bahía de La Paz y Bahía Magdalena en términos de la riqueza de especies compartida, agrupándose en un siguiente nivel con Bahía Concepción, mientras que las lagunas Ojo de Liebre y de San Ignacio forman una entidad distinta en la costa occidental de B.C.S. Se comparan los patrones ictiogeográficos resultantes con los esquemas propuestos de regionalización-provincialización biogeográfica para el Pacífico oriental y de conservación para el noroeste de México, encontrándose un esquema distinto y en contraposición al postulado de límites biogeográficos puntuales, confirmando así la existencia de áreas de transición y mezcla de especies en los sistemas costeros estudiados. El origen y evolución de éstos patrones se explicaron mediante la propuesta de un origen Holocénico-Reciente por inmigración de las áreas adyacentes, fundamentada en el desarrollo geológico y tectónico del Noroeste de México.

**Palabras clave:** Ictiodiversidad, patrones de distribución, biogeografía, sistemas costeros, Baja California Sur.

## ***ABSTRACT***

An analysis of the fish richness of the main coastal systems of Baja California Sur is presented (Laguna Ojo de Liebre, Laguna de San Ignacio, Bahía Magdalena, Bahía Concepción y Bahía de La Paz), based on materials placed in museums and reference collections and in works published by peer review. The fish inventory, according to the criteria of specific inclusion, is composed by 446 species belonging to 251 genera, 87 families, 25 orders and two classes. From the biogeographic point of view, the similarities and existing differences among the coastal systems are identified and characterize by means of an analysis of species richness, taxonomic diversity and multivariate analysis (clustering and ordination). In general terms, 50% of the recorded species are distributed extensively in the Eastern Pacific, 21% presents an affinity with the San Diego Province and 20% with the Panamic Province. The multivariate analyses showed a greater similarity between Bahía de la Paz and Bahía Magdalena in terms of the species richness shared, being grouped in a following level with Bahía Concepción, while lagoons Ojo de Liebre and San Ignacio formed a distinctive group in the west coast of B.C.S. The resultant ichthyogeographic patterns were compared with the zoogeographic and conservation schemes for the eastern Pacific and for the Northwest of Mexico, and found a different pattern as opposed to postulate specific biogeographic limits, thus confirming the existence of transition areas and mix of species in the coastal systems studied. The origin and evolution of these patterns can be explained by proposing a Recent-Holocene origin, immigration adjacent areas, based on the geological and tectonic development of Northwest of México.

**Keywords:** Ictiodiversity, distributional patterns, biogeography, coastal systems, Baja California Sur.

## INTRODUCCIÓN

**L**a mayoría de las capturas de peces marinos en el mundo provienen de aguas costeras, debido a que las áreas de pesca más productivas se localizan en bahías, lagunas o estuarios (Day *et al.*, 1989). Este tipo de sistemas acuáticos albergan una gran diversidad ictiofaunística debido a que los peces presentan estrategias reproductivas y alimentarias, así como patrones de migración, integrados a los procesos fisicoquímicos y a la heterogeneidad y productividad de estos sistemas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Moreno-Sánchez, 2004).

Estas zonas costeras generalmente se encuentran bajo estrés como resultado de actividades humanas tales como: la pesca, el turismo, el desarrollo urbano, la agricultura y la acuicultura, las cuales producen impactos generalmente adversos; reconociéndose como uno de los principales problemas para su manejo y conservación, la falta de información confiable sobre los componentes de estos sistemas (Raz-Guzmán y Huidobro, 2002; Martínez-Guevara, 2004).

Debido a las características topográficas y oceanográficas relacionadas con el desarrollo histórico-geológico de sus costas, el estado de Baja California Sur (B.C.S.), localizado en el noroeste de México, se distingue por la presencia de una extensa variedad de hábitats costeros, debido a lo cual su ictiofauna es muy diversa, encontrándose innumerables especies de importancia tanto para la pesca deportiva, artesanal y de altura; así como de interés recreativo y científico. Este conjunto de peces marinos representa más del 50% de todas las especies conocidas para nuestro país, lo cual explica por qué esta ictiofauna ha sido descrita como una de las más ricas y la de mayor importancia pesquera (Berdegué, 1956; De la Cruz-Agüero *et al.*, 1997).

Baja California Sur con sus más de 2200 Km de litoral, es el estado de la República Mexicana que cuenta con más áreas naturales protegidas declaradas en el ámbito costero (e.g. Reservas de la Biosfera, Parques Naturales), ocupando

un lugar preponderante en las prioridades para la conservación de las instancias federales responsables en la materia (e.g. SEMARNAT, INE, CONANP). Sin embargo, en este contexto, existen importantes cuerpos costeros dentro de la geografía del estado que no cuentan todavía con una valoración de su ictiodiversidad; aún cuando ya han sido declaradas *Regiones Prioritarias Marinas de México* por la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Fig. 1).

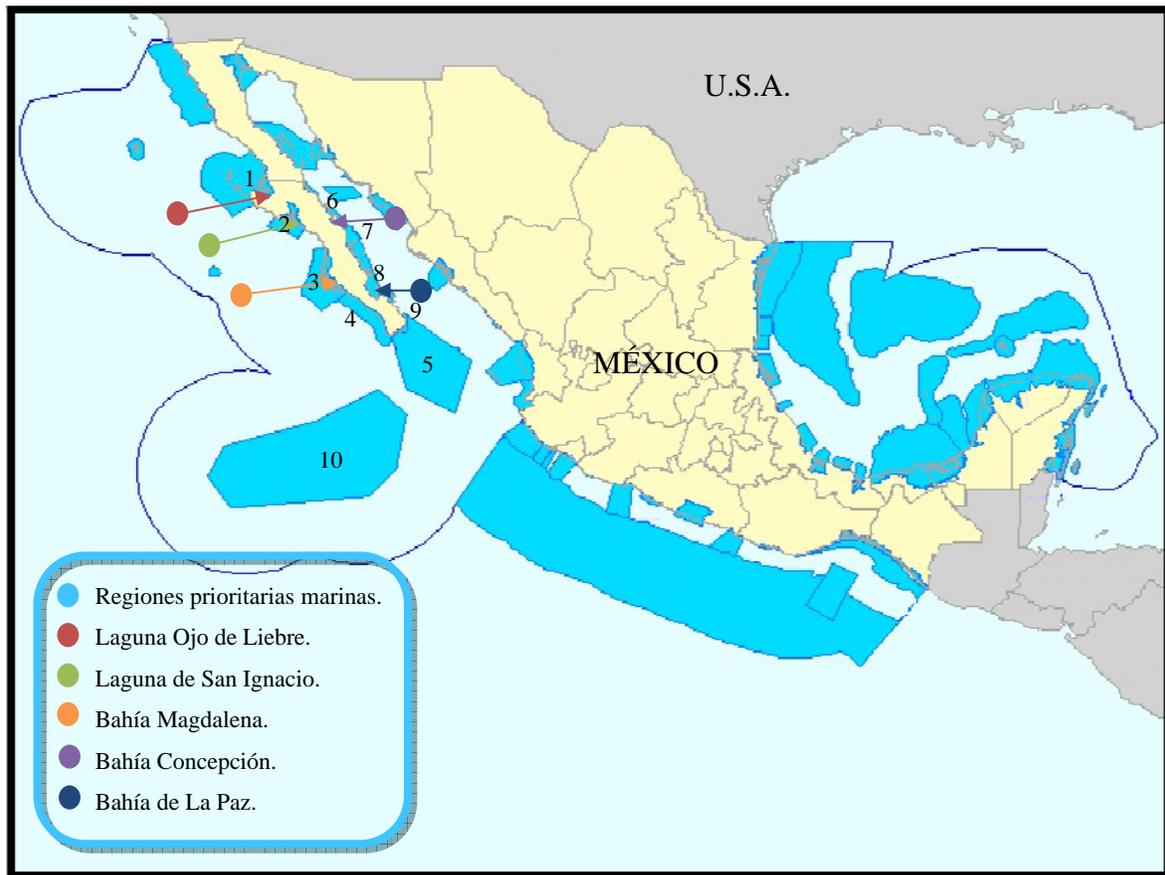


Figura 1.- Regiones Prioritarias Marinas de México y áreas de estudio consideradas en el presente trabajo. Los números corresponden a las Regiones Prioritarias Marinas localizadas en el estado de Baja California Sur (CONABIO): 1-Vizcaíno, 2-San Ignacio, 3-Bahía Magdalena, 4-Barra de Malva-Cabo Falso, 5-Boca del Golfo, 6-Costa Oriental Vizcaíno, 7-Bahía Concepción, 8-Complejo Insular de Baja California Sur, 9-Los Cabos, 10-Archipiélago Revillagigedo (Modificado de Arriaga *et al.*, 1998).

Estas regiones fueron definidas, de acuerdo con paneles de expertos, por su alta biodiversidad o por la falta de información relativa a la riqueza contenida y por la necesidad de realizar acciones de estudio e investigación para la conservación, actual o potencial de sus recursos (Arriaga *et al.*, 1998). De esta forma es necesario el aporte del conocimiento sobre la diversidad y las relaciones regionales que se dan entre las especies dentro de estos sistemas para poder facultar el establecimiento de políticas y estrategias de manejo y conservación de los recursos pesqueros marinos tan necesarias en la actualidad (Arriaga *et al.*, 1998; Madrid *et al.*, 1998).

Una de las herramientas utilizadas en la caracterización de la estructura de las comunidades naturales, es la aplicación de índices de similitud y de diversidad (Chan, 1980; Ludwig y Reynolds, 1988; De la Cruz, *et al.* 1994). En este contexto, existen diferentes propuestas metodológicas o algoritmos para medir la diversidad biológica. No obstante, estos índices presentan algunas limitaciones metodológicas debidas a la incorporación y tratamiento matemático de dos componentes distintos: el número total de especies y la equidad de estas (*e.g.* la forma en que está distribuida la abundancia entre las especies; Peet, 1974; Ludwig y Reynolds, 1988). De ahí que la aplicación de estos indicadores, deba realizarse teniendo en cuenta estas limitantes.

Otra manera de estudiar la riqueza de la especies está en el ámbito de la biogeografía. Esta disciplina se define como el estudio de la distribución de los organismos en el contexto espacio-temporal; así como el de sus factores causales, es decir, el análisis de los patrones de distribución de los seres vivos, tratando de establecer los procesos que los originan a través de las escalas de tiempo y espacio (Pielou, 1979; Lancellotti y Vásquez, 2000).

Los estudios biogeográficos se pueden enfocar desde dos perspectivas:

- 1.- La biogeografía ecológica, la cual estudia los patrones de distribución actual de las especies en una escala menor.

2.- La biogeografía histórica, que analiza los patrones y procesos que operan en grandes escalas de tiempo y espacio. Su intención es reconstruir filogenias trazando los cursos de la especiación y de la geo-evolución de las áreas que habitan las biotas (Brown y Lomolino, 1998).

Por tanto, la distinción entre estas dos perspectivas biogeográficas depende de la escala temporal y espacial de los estudios sobre el particular, donde ambas contribuyen a explicar y revelar las causas de los patrones geográficos de la riqueza específica, lo cual ha sido uno de los fines primordiales de la ecología desde sus inicios (Myers y Giller, 1994; Mora y Robertson, 2005).

Dentro de este contexto, la aplicación de índices de diversidad sobre matrices de riqueza íctica puede facultar la asignación preliminar de prioridades de conservación de las áreas de estudio, al tiempo de servir como indicadores indirectos de la calidad ambiental de los sistemas costeros evaluados (Izsak y Price, 2001).

El presente trabajo tiene como propósito la evaluación de las afinidades zoogeográficas de las especies ícticas de los sistemas costeros de B.C.S. mediante la revisión de sus patrones de distribución geográfica y la postulación de los procesos biogeográficos históricos que habrían propiciado los patrones de la ictiodiversidad en el noroeste de México. A partir de las diferencias o semejanzas encontradas en estos patrones de riqueza ictiofaunística, se pretende hacer una comparación con los esquemas propuestos de regionalización y provincialización biogeográfica para el Pacífico oriental (e.g. Briggs, 1974) y de conservación en el noroeste de México (e.g. CONABIO).

## ANTECEDENTES

Aún cuando el estudio y el análisis de la distribución de los peces en la región noroeste de México se ha venido realizando desde finales del siglo XVIII (ver De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997), son pocos los trabajos en la región dedicados al estudio de la ictiología con un enfoque zoogeográfico. Esto debido quizá a la complejidad y continuidad de los ambientes marinos, donde la distinción entre los límites biogeográficos no es clara y esto es particularmente notable en el noroeste de México, donde esta caracterización ha sido materia de amplia controversia (*e.g.* Walker, 1960; Hubbs, 1960; Briggs, 1974; Hubbs, 1974; Rosenblatt, 1974).

Ekman (1953) fue de los primeros en revisar aspectos importantes de la distribución de los peces marinos. Explicó la distribución por medio de algunos principios generales, basados esencialmente en la relación dinámica de las comunidades con sus biotopos.

Hubbs (1960), postuló la existencia de áreas faunísticas discontinuas a lo largo de la Península de Baja California. Enfatizó la presencia y mezcla de especies de afinidad templado-fría en las zonas de surgencias y templado-cálidas y tropicales en los cuerpos de agua litorales de su costa occidental. Atribuyó esta composición a las diferencias locales de temperatura superficial, a las marcadas fluctuaciones anuales y estacionales, y por último, a los cambios climáticos acontecidos a finales del Pleistoceno hace 1.8–1.6 millones años y Holoceno (últimos 10,000 años).

Walker (1960) distinguió la presencia de cuatro áreas faunísticas dentro del Golfo de California: la parte alta del golfo (extendiéndose del norte de Bahía San Francisquito hasta Isla Tiburón al sur), la parte central del golfo (de Bahía Kino a Guaymas), el área de Cabo San Lucas (extendiéndose desde el Cabo a La Paz) y la parte sureste del golfo que incluye la línea de costa al sur de Guaymas. Este autor analizó los patrones de distribución de 526 especies limitadas al área de la

plataforma continental y consideró a la temperatura y el cambio repentino en la amplitud de mareas como factores ecológicos limitantes.

Ramírez-Hernández (1965) realizó un estudio preliminar sobre los peces marinos de México, cuyos resultados se concretaron a un resumen sistemático de las especies, en donde indicó los límites de distribución geográfica y las sinonimias más generalizadas para dichos peces.

Rosenblatt (1967) analizó las relaciones zoogeográficas de los peces marinos costeros tropicales de América. Encontró semejanzas marcadas entre las faunas de los océanos Atlántico y Pacífico; así como la relación existente entre las similitudes y diferencias con el pasado histórico y climático-geológico de la región.

Dentro de esta línea, Briggs (1974) definió un esquema de provincias zoogeográficas dentro de las grandes regiones marinas, proponiendo un límite zoogeográfico puntual, ya sea una localidad o puntos geográficos específicos (e.g. Bahía Magdalena).

Castro-Aguirre (1978) proporcionó un catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, en donde presentó conclusiones de índole zoogeográfico y ecológico. El autor delimitó las zonas zoogeográficas con base en la temperatura y modificando los criterios de Vaughan (1940) y Stephenson (1947). El establecimiento de dichas zonas fue de acuerdo a las más de 349 especies incluidas en el trabajo. Postuló dos regiones: la Región del Pacífico Oriental Tropical (POT), con dos provincias: Californiana (limitando de los 42°N a los 23°N) y Panámica (de los 23°N a 5°S), y la Región del Atlántico Occidental Tropical, con tres provincias: Virginiana (limitando desde Cabo Cod a Cabo Hatteras), Caroliniana (de Hatteras a Florida) y Caribeña (desde el sur de Florida hasta Brasil).

Thomson *et al.* (1979) caracterizaron la fauna íctica del Golfo de California

de acuerdo con la propuesta de Walker (1960), aunque delimitaron solo tres áreas faunísticas que corresponden a la parte alta del golfo, la parte central y por último la parte más baja del golfo o el cabo que incluye el área aledaña a Cabo San Lucas.

Escobar-Fernández y Arenillas-Cuetara (1987) presentaron un listado de las especies de peces marinos que concurren en aguas adyacentes a la península de Baja California con base en los límites de su distribución. Analizaron patrones de dispersión e incidencia en las áreas zoogeográficas correspondientes. Asimismo, explicaron las causas que rigen la distribución de las especies incluidas en su análisis, identificando el papel de los peces como indicadores zoogeográficos.

La biogeografía, como disciplina de la biología, es una herramienta fundamental en el estudio de la evolución de las especies por lo que está estrechamente relacionada con la diversidad específica (Pielou, 1979). Dentro de este contexto, los trabajos sobre ictiodiversidad realizados en Baja California Sur, incluyendo la costa occidental y el Golfo de California, han abordado aspectos de taxonomía, sistemática, estructura de comunidades y aspectos biológicos (para una compilación de trabajos relativos véase: Schwartzole y Hendrickson, 1983; Chávez, 1985; 1986; Schwartzole *et al.*, 1992).

En lo particular, de los estudios que existen de la ictiofauna de las áreas geográficas bajo estudio en el presente trabajo, se mencionan algunos publicados a la fecha:

#### Laguna Ojo de Liebre

De La Cruz-Agüero *et al.* (1996) presentaron un primer listado sistemático de las especies de peces marinos recolectados en las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro. La lista incluyó 59 especies, 50 géneros y 36 familias, de las cuales 7 especies extienden su ámbito de distribución geográfica. Asimismo, los autores hacen un primer registro de *Paralichthys aestivalis* para la costa oriental

del Océano Pacífico y confirmaron la idea de los límites alternantes entre las regiones zoogeográficas propuestas por Hubbs (1960, 1974).

### Laguna de San Ignacio

Danemann y De La Cruz-Agüero (1993) realizaron el primer listado ictiofaunístico de Laguna de San Ignacio, registrando un total de 81 especies como resultado del análisis de los hábitos alimentarios de siete especies de aves ictiófagas y recolectas en el área. Registraron la extensión de distribución geográfica de cinco especies.

De La Cruz-Agüero y Cota-Gómez (1998) actualizaron el inventario ictiológico de la Laguna de San Ignacio, B.C.S. con el registro de la ampliación de distribución geográfica de ocho especies. La lista incluye 107 especies, 89 géneros, 54 familias y 21 órdenes.

De La Cruz-Agüero (2000) presentó un modelo conceptual para explicar el origen y la fenomenología de las afinidades ictiogeográficas de las especies que habitan la Laguna de San Ignacio, B.C.S., a partir de las hipótesis sobre la historia geológica y biogeográfica de la región.

### Bahía Magdalena

Torres-Orozco y Castro-Aguirre (1992) detectaron la presencia de 82 especies de peces en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, de las cuales, 14 fueron registradas como las primeras capturas en la costa del Pacífico y representaron en consecuencia extensiones en sus áreas de distribución previamente conocidas.

Castro-Aguirre y Torres-Orozco (1993) presentaron algunas ideas que contribuyen a la explicación acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena, con base en los tres conjuntos de especies de fondos blandos que ahí se localizaron y plantearon una hipótesis para explicar la compleja situación que

prevalece al momento de analizar la composición ictioespecífica.

De La Cruz-Agüero *et al.* (1994) proporcionaron el primer elenco sistemático de las especies de peces marinos del complejo lagunar de Bahía Magdalena (incluidas Bahía Almejas y la Zona de Canales). Se enlistan 161 especies pertenecientes a 120 géneros y 61 familias.

#### Bahía Concepción

Rodríguez-Romero *et al.* (1994) presentaron resultados acerca del estudio de composición, abundancia y riqueza específica de los peces capturados en Bahía Concepción. Analizaron un total de 822 ejemplares correspondientes a 30 familias, 50 géneros y 59 especies.

Subsecuentemente, Rodríguez-Romero *et al.* (1998) realizaron análisis ecológicos de abundancia, biomasa, riqueza y dominancia específica de la comunidad de peces de fondos blandos. En este sitio registran un total de 1336 organismos pertenecientes a 25 familias, 44 géneros y 55 especies. De la misma forma realizaron análisis de presencia–ausencia entre localidades de muestreo.

#### Bahía de La Paz

Abitia-Cárdenas *et al.* (1994) presentaron el primer listado sistemático de Bahía de La Paz, integrado por un total de 390 especies, 251 géneros y 106 familias. Posteriormente, Balart *et al.* (1995) documentaron 132 nuevos registros de peces en Bahía de La Paz, ampliando así a 522 el número total de especies nominales conocidas.

No obstante los antecedentes citados, prevalece la carencia de trabajos que traten de manera comparativa la diversidad, en especial la ictiodiversidad localizada en los diferentes ambientes costeros ubicados en el estado de B.C.S. y en general en nuestro país. A continuación se citan otras fuentes de información que han sido de utilidad para la realización del presente trabajo, aunque algunos

de estos trabajos no fueron realizados en las áreas bajo estudio, resulta pertinente mencionarlos y tomarlos en consideración:

De La Cruz-Agüero y Galván Magaña (1992) presentaron una lista de peces mesopelágicos capturados en aguas adyacentes a Baja California Sur en donde se informó la presencia de 34 especies, pertenecientes a 31 géneros y 22 familias, de un total de 9,256 organismos analizados. Este listado constituyó en su momento, el registro integrado más reciente acerca de este conjunto de especies para el Pacífico nororiental mexicano.

Arriaga *et al.* (1998) desarrollaron un marco de referencia para contribuir a la planificación, conservación y manejo sustentable de los ambientes marinos en México relativo a los sitios de mayor biodiversidad y los de uso actual y potencial para el país. Como resultado se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas prioritarias marinas considerando criterios ambientales, biológicos y económicos. En el presente trabajo se considera este esquema como un marco de referencia para la conservación.

Galván-Magaña *et al.* (2000) analizaron las similitudes y afinidades ictiofaunísticas de las lagunas costeras de Baja California Sur mediante la aplicación de análisis de agrupación utilizando el algoritmo UPGMA (Unión media no ponderada, por sus siglas en inglés) y la distancia euclideana. Discutieron acerca del origen zoogeográfico de los peces que habitan las lagunas costeras de B.C.S.

Raz-Guzmán y Huidobro (2002) establecieron las diferencias entre las comunidades de peces presentes en dos sistemas costeros de las costas del Pacífico y del Atlántico de México, mediante el uso de listados sistemáticos.

Enríquez-Andrade *et al.* (2005) identificaron áreas críticas para la conservación de la biodiversidad en la región del Golfo de California y

determinaron el nivel relativo de presión antropogénica sobre los recursos naturales en la región. Dentro de este estudio estuvieron contempladas también las zonas objetivo del presente trabajo.

Mora y Robertson (2005) delimitaron los gradientes latitudinales de diversidad ictioespecífica (LDGs por sus siglas en inglés). Determinaron que la fuente de energía, la variabilidad ambiental y la disponibilidad del hábitat predicen varios de los LDGs. En sus análisis utilizaron una base de datos que comprendía la distribución geográfica de la gran fauna de peces costeros endémicos del POT.

Pondella *et al.* (2005) examinaron la singularidad y las relaciones de ocho islas de Baja California realizando un reconocimiento cuantitativo de los peces de arrecifes cercanos a la costa. Discutieron sobre la distribución y abundancia de 84 especies, mediante la aplicación de análisis de matrices de distancia.

Thomson y Gilligan (2005) analizaron los patrones de distribución de algunos peces habitantes de las zonas rocosas costeras de 28 islas y 22 sitios costeros del Golfo de California Sur, para determinar si estas distribuciones concordaban con los modelos e hipótesis de la biogeografía de islas propuesta por MacArthur y Wilson (1967) así cómo la estructura de la comunidad. Su análisis se basó en el registro de más de 800 especies, 431 géneros y 132 familias.

### Riqueza de especies y diversidad taxonómica

La biodiversidad como disciplina de estudio actualmente se encuentra en pleno desarrollo (Sanjit y Bhatt, 2005) o en palabras de Mayr (1997) en un estado de “¿Qué?” (“at the *What?* stage”). El inventario y monitoreo de la diversidad biológica solo se ha iniciado para algunos grupos taxonómicos. Por lo que es necesario para la gran mayoría de estos grupos, la generación de especialistas y por tanto del conocimiento básico aportado por los mismos.

Tratados como sinónimo, la biodiversidad y la variedad de especies al nivel de la organización biológica, los términos riqueza de especies y diversidad son conceptos importantes en la conservación y en el estudio de la estructura de las comunidades. Debido a esto, no son pocos los trabajos realizados acerca de cómo medir la riqueza y diversidad de especies (e.g. MacArthur, 1955; Hurlbert, 1971; Peet, 1974; Pielou, 1975; Magurran, 2004; Krebs, 1999). Sin embargo, existe una cierta vaguedad en el uso de estos términos al grado de ser utilizados por algunos autores de manera indistinta, haciéndola necesaria una clara distinción para evitar confusiones alrededor de los términos (Sanjit y Bhatt, 2005).

McIntosh (1967) acuñó el término “riqueza de especies”, aunque el concepto mismo es el más antiguo y fundamental de la diversidad biológica (Peet, 1974). La riqueza de especies puede definirse como el número de especies presentes en una determinada área o en una determinada unidad muestral, sin implicar relación alguna con el número de individuos de cada una de las especies encontradas (Hammer, 2002). Puede ser expresada numéricamente (Hurlbert, 1971) o relacionarse con un área determinada (densidad de especies; Simpson, 1964), por lo que al denotar solo el número de especies, la riqueza específica puede ser considerada una medida no sesgada y no ponderada por alguna medida o relación entre las mismas.

La diversidad de especies por su parte, es un término de interés para el conocimiento de los mecanismos y efectos de ciertos fenómenos ecológicos, como la contaminación, la perturbación ecológica y la caracterización de la estructura de las comunidades (Sanjit y Bhatt, 2005). Esta medida es una función del número de especies presente (e.g. riqueza de especies) y la equidad o uniformidad con la cual se distribuye la abundancia entre esas especies (Pielou, 1966). Existe una gran cantidad de índices propuestos para la determinación de la diversidad específica, basados en el número de especies y sus abundancias o frecuencias. Sin embargo esta medición es ambigua porque los índices ponderan

diferencialmente tanto a la riqueza (e.g. número de especies) como a la abundancia relativa de las mismas (e.g. equidad de especies).

Los índices de diversidad, por su propio diseño e implementación, hacen un tanto inviable el cálculo no sesgado de la relación riqueza-abundancia (e.g. una distinta combinación de ambos atributos podría resultar en un mismo valor), llevando incluso a postular al concepto como un “no concepto” (Ludwig y Reynolds, 1988). No obstante, los ecólogos han ido proponiendo índices a lo largo del tiempo, cada uno de los cuales tiene sus propias limitaciones (Magurran, 2004); sin embargo, aquellos índices que incorporan la riqueza taxonómica y la uniformidad de la comunidad están siendo más reconocidos y utilizados en la actualidad (Izsak y Price, 2001; Hammer y Harper, 2006).

Estas limitaciones de los índices de diversidad han propiciado la implementación de metodologías refinadas para medir la riqueza de especies. Entre otras la rarefacción de especies (Sanders, 1968), la de captura-recaptura (Burnham y Overton 1979), de remuestreo “jackknife” (Heltshel y Forrester 1983) y la curva de acumulación de especies (Colwell, 2006). Sin embargo estas metodologías tienen sus propias limitaciones y son dependientes en algunos casos, del tamaño de la muestra.

## **OBJETIVOS**

### OBJETIVO GENERAL



Analizar los patrones de distribución de la ictiodiversidad y sus afinidades zoogeográficas en los sistemas costeros de Baja California Sur, México.

### OBJETIVOS PARTICULARES



Conformar un inventario actualizado de la ictiofauna costera de B.C.S. a partir de fuentes de información seleccionada de acuerdo con criterios de inclusión y consideración establecidos.



Identificar y caracterizar las similitudes y diferencias de los patrones de la riqueza íctica en los sistemas costeros de B.C.S.



Comparar los patrones ictiogeográficos resultantes con los esquemas de regionalización–provincialización biogeográfica y de conservación propuestos para la zona noroeste de México.



Revisar el desarrollo histórico-geológico y la dinámica oceanográfica actual de la zona noroeste de México y su posible relación con el origen y los patrones de afinidad zoogeográfica resultantes de la ictiodiversidad analizada.

## ÁREA DE ESTUDIO

### BAJA CALIFORNIA SUR

**E**l estado de Baja California Sur se encuentra ubicado en el noroeste de México ocupando la porción sur de la península de Baja California. Presenta una extensión de 750 km y un ancho promedio de 100 km, cuenta con 2200 km de litoral: 1400 km en su costa occidental y 800 km en el litoral oriental (De La Cruz Agüero *et al.*, 1997; Fig. 2).



Figura 2.- Estado de Baja California Sur.

El espacio geográfico que ocupa el estado de B.C.S. posee una historia geológica en común con el resto de la península, la cual se originó en el periodo Terciario (Eoceno-Oligoceno), hace aproximadamente 25 millones de años (m.a.), emergiendo del océano debido a movimientos tectónicos que tuvieron lugar en esa región hasta tomar la forma actual en el Mioceno, hace 5-10 m.a. (Flores, 1998; Minch *et al.*, 1998). Esta evolución se ha interpretado como la separación de las placas litosféricas móviles de acuerdo con la moderna tectónica de placas. El desprendimiento del territorio de Baja California del continente ha permanecido constante hasta nuestros días, manifestándose actualmente a través de la falla de San Andrés. La deriva de la península se presenta a un ritmo de 2 a 3 cm por año aproximadamente (INEGI, 2007).

La península de Baja California está formada por un gran bloque angosto y alargado cuya orientación es de NW a SE y se encuentra separada de la parte continental de la República Mexicana por un graben o fosa tectónica que ocupa el Golfo de California (Mina, 1956). En esta península existen una serie de fracturas y fallas, que al atravesar la costa han originado, mediante hundimientos y desniveles, la formación de numerosas bahías y puntas (Flores, 1931).

Aunado a estos sucesos, en la región se han presentado una serie de eventos tectónicos y magnéticos que no solo causaron la separación de la península, sino que también dieron origen a que la entidad este constituida con una gran variedad de unidades litológicas de los tres tipos fundamentales (Aguayo, 1982). Así, las sierras de San Francisco, San Pedro y la Giganta están constituidas por montañas volcánicas, montañas en bloque, mesetas y picachos. El desierto de Sebastián Vizcaíno y los llanos de Magdalena están compuestos principalmente de material clástico sedimentario marino y continental del periodo Cuaternario. En la porción oeste en donde se sitúan las sierras y las islas, afloran rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas con edades desde el periodo Triásico-Jurásico hasta el Terciario de las eras Mesozoica y Cenozoica, respectivamente. La discontinuidad fisiográfica del Cabo tiene principalmente

rocas ígneas intrusivas del Cretácico y metamórficas del Triásico-Jurásico (Hamilton, 1961; Flores, 1998; Minch *et al.*, 1998; INEGI, 1995, 2007).

Debido a todo el conjunto de características geológicas, topográficas, batimétricas y oceanográficas que predominan en ambos litorales del estado de B.C.S., se puede encontrar una amplia variedad de hábitats importantes para los organismos tales como las bahías, lagunas costeras, esteros, islas y aguas abiertas.

### COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR

El Pacífico ha sido considerado como el océano más antiguo del mundo. Existen varios trabajos sobre su origen y evolución, entre los que destaca el realizado por Freedland y Dietz (1971) quienes establecen que a finales del Triásico (200 m.a.), las placas sudamericana y norteamericana se separaron, desplazándose esta última hacia el noroeste en un giro de 10° a la vez que un pequeño bloque de tierra migró hacia el suroeste aproximándose a la región del Istmo de Tehuantepec. Hacia el Jurásico medio (<146 m.a.), la placa norteamericana se separó por completo del resto y los bloques de Yucatán y Nicaragua se unieron a ella tomando desde entonces su posición actual, conformándose así la zona del Pacífico tropical mexicano.

La costa occidental de Baja California Sur presenta un relieve intermedio-alto, con poco derrame de agua, valles secos y algunas cuencas de dimensiones reducidas. El clima de la costa es seco y árido con precipitaciones en el verano, caracterizadas por huracanes y ciclones de temporada. La plataforma continental es estrecha con una amplitud promedio de 60 Km. En esta región confluye la corriente de California, la cual es una corriente de naturaleza geostrofica, con flujo de norte a sur y 480 m de amplitud con 200 m de profundidad. Ésta corriente está formada por cuatro masas de agua que se caracterizan por su valores de

temperatura, salinidad, oxígeno y fosfatos (Reid *et al.*, 1958; Lynn y Simpson, 1987). Dichas masas de agua son: la Corriente de California, la Contracorriente de California, la Corriente de Davidson y la Contracorriente del sur de California (Wyrtsky, 1965).

Los principales cuerpos costeros localizados en la costa occidental de B.C.S. que son incluidos en el presente trabajo son: Laguna Ojo de Liebre, Laguna de San Ignacio y Bahía Magdalena.

### Laguna Ojo de Liebre

Localizada entre los 27°35' y 27° 55' de latitud norte y entre los 113° 50' y 114° 20' de longitud oeste (Fig. 3), ésta laguna forma parte de un complejo lagunar que incluye además a las lagunas de Guerrero Negro y Manuela, ya que los tres cuerpos de agua se interrelacionan a través de la Bahía Sebastián Vizcaíno, en la cual desembocan (Contreras, 1985; Marinone y Lizárraga, 1982.; Sarur-Zanata *et al.*, 1984). Dentro de la laguna se encuentran cuatro islas: Isla Concha, Isla Brosa, Isla Piedra e Isla Choya (Aguila-Ramírez, 1998). Ojo de Liebre comprende un área aproximada de 366 km<sup>2</sup>, con 9 Km de ancho y 48 Km de largo en promedio y con profundidades entre los seis y 25 m (Contreras, 1985). Se caracteriza por ser un cuerpo de agua somero con varios canales bifurcados. El cuerpo de agua principal se comunica al mar a través de una boca estrecha, aunque de umbral profundo, lo que permite un flujo permanente de masas de agua oxigenadas y ricas en nutrientes (Contreras, 1985). Las variaciones de temperatura y salinidad se deben principalmente a las mareas, llegándose a registrar salinidades con valores de hasta 47 ‰ en la parte interna debido a la evaporación y el efecto de los vientos.

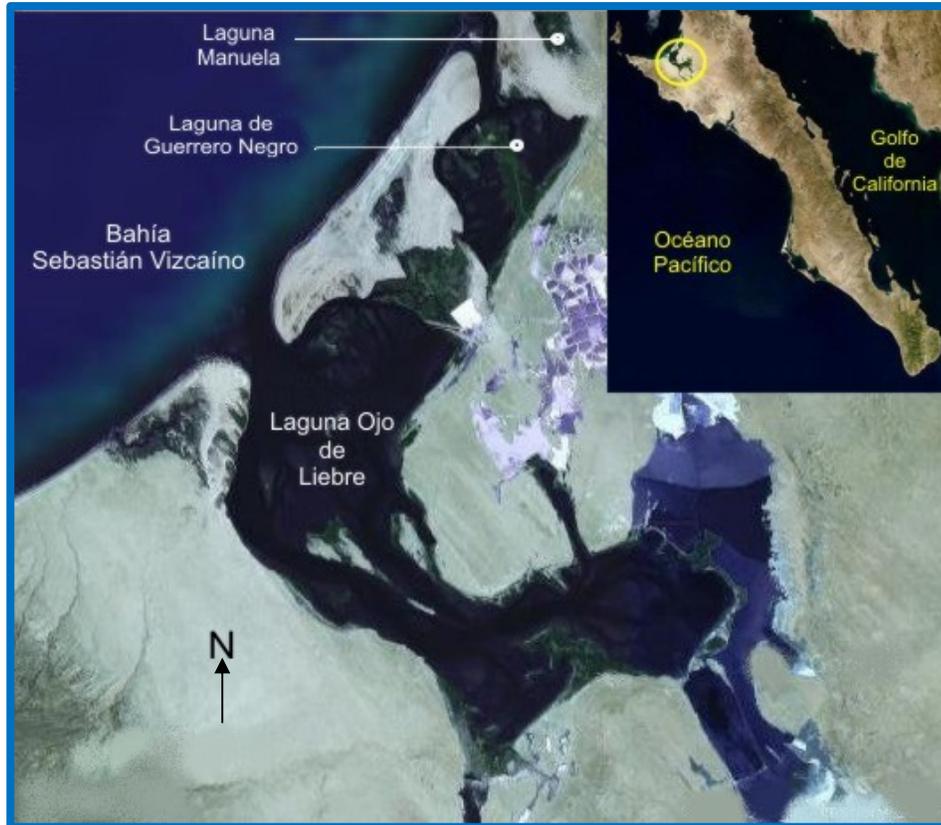


Figura 3.- Laguna Ojo de Liebre.

### Laguna de San Ignacio

Se encuentra ubicada entre los 26°38' y 27°00' de latitud norte y los 113° 06' y 113° 18' de longitud oeste (Fig. 4). Presenta un área aproximada de 175 km<sup>2</sup>, con una extensión de casi 6 km de largo por 6 km en su parte más ancha (Contreras, 1988). Es una laguna somera, con una profundidad media de 2 a 4 m, alcanzando los 20 m en los canales que la comunican con el océano (Swartz y Cummings, 1978). La costa presenta playas de arena, bajos lodosos, manglares, marismas y unas pocas zonas de conglomerados roca-concha (Swartz y Cummings, 1978; Reitherman y Storrer, 1981). La laguna se puede dividir en tres áreas debido a las características fisiográficas que presenta (Jones y Swartz, 1984): **1.-** La laguna inferior o boca, comprende la entrada que la comunica con el mar, donde se encuentran canales de 10 a 20 m de profundidad. **2.-** Laguna media o centro, la cual se extiende desde los límites de la laguna inferior hasta el inicio de la parte somera. En esta área se encuentran tres canales separados por dos

grandes bajos. **3.-** Laguna superior o cabecera, comprendiendo la cabecera de la laguna y la mayor parte de esta zona es somera presentando dos áreas expuestas.



Figura 4.- Laguna de San Ignacio. 1.- Laguna Inferior o boca; 2.- Laguna media o centro; 3.- Laguna superior o cabecera.

### Bahía Magdalena

El sistema lagunar de Bahía Magdalena–Almejas se ubica entre los 24°15' y 24°20' de latitud norte y los 111°30' y los 112°15' de longitud oeste (Fig. 5). Cubre una extensión de 1146 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra dividida en tres áreas perfectamente diferenciadas: la zona noroeste, cuya morfología irregular está compuesta por una gran cantidad de esteros, lagunas y canales con una profundidad promedio de 3 m y es conocida como zona de canales o Santo Domingo (CODIBAC, 1975); la zona central, la cual corresponde propiamente a Bahía Magdalena, se encuentra comunicada con mar abierto a través de una boca

más o menos pronunciada (4 km de ancho y 38 m de profundidad) y un canal con profundidades de cerca de 40 m; por último, la zona sureste o Bahía Almejas, la cual está conectada con mar abierto por una boca ancha y somera que no permite la navegación, y con la zona central por un canal de dos a tres km de ancho, presentando profundidades que alcanzan los 30 m (Félix-Pico, 1993). En los canales se han registrado salinidades máximas en el agua superficial de hasta 39.2 ‰ y mínimas de 34 ‰ (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975).



Figura 5.- Bahía Magdalena. Se muestra la zona de canales o Santo Domingo; zona central o Bahía Magdalena; zona sureste o Bahía Almejas.

## GOLFO DE CALIFORNIA

De acuerdo con Aguayo y Trápaga (1996), a finales del Mioceno y principios del Plioceno (5-13 m.a.), el extremo suroriental de la península de Baja California comenzó a separarse del resto del continente, penetrando así las aguas

del océano Pacífico y conformando el protogolfo de California. A partir del Plioceno (5 a 1.6 m.a.), el margen continental se siguió desplazando al noroeste hasta separarse casi totalmente del resto de México, dando como resultado el mar interior actual. Este rompimiento y desplazamiento de la península pudieron deberse al movimiento de la Placa Norteamericana y a los esfuerzos distensivos, que acabaron formando el Golfo de California, por lo que en el fondo centro-meridional del golfo podemos observar rocas ígneas cuya composición es de corteza oceánica típica (Aguayo y Trápaga, 1996).

El Golfo de California posee características oceanográficas muy particulares: presenta una de las mareas más pronunciadas del mundo, contiene más de un centenar de islas, afluentes de nutrientes en sus dos costas; así como la influencia de las corrientes del Pacífico oriental que provienen del norte y sur, ya sean estas de características frías, templadas o cálidas (Roden, 1968; 1964; Wyrski, 1965). La temperatura superficial varía de los 10°C a los 32°C, presentándose las más bajas en invierno y primavera en la costa continental, mientras que en verano las temperaturas más bajas se localizan en lo largo del litoral peninsular (Roden y Emilson, 1980). La salinidad de sus aguas es proporcionalmente más alta que en las aguas del Océano Pacífico y sus dos costas contienen numerosas caletas, lagunas costeras, bahías y esteros, bordeados por manglares y marismas (Álvarez-Borrego, 1983).

Los principales cuerpos costeros objeto de estudio de este trabajo localizados en el litoral peninsular del Golfo de California son: Bahía Concepción y Bahía de La Paz.

### *Bahía Concepción*

Se ubica entre los 26°55' y 26°30' de latitud norte y los 112°00' y los 111°40' de longitud oeste. Presenta una extensión de 40 km de largo por 9 km en su parte más ancha y posee un área de 275 km<sup>2</sup> (Fig. 6). Es un cuerpo de agua somero, con un canal de 30 m de profundidad; la máxima es de 37 m, con una

media de 22 m. Destaca en la margen oriental un desarrollo continuo de abanicos, playas arenosas, playas rocosas, campos de dunas y terrazas marinas (Contreras, 1989; Cruz-Orozco *et al.*, 1991). Las variaciones de temperatura son muy marcadas a lo largo del año, con una media anual de 24°C (Reyes-Salinas, 1994). Este cuerpo de agua funciona como una cuenca de evaporación, lo cual trae consigo elevadas temperaturas en verano, así como salinidades por arriba de las 35 ‰. La salinidad media anual es de 35.3 ‰ con una media mensual mínima y máxima de 34.6 ‰ y 37 ‰ respectivamente (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994).



Figura 6.- Bahía Concepción.

### Bahía de La Paz

Se encuentra localizada entre los 24°06' y los 24°48' de latitud norte y los 110°15' y los 110°39' de longitud oeste (Fig. 7). Su extensión es de 80 km de

norte a sur y 40 km de ancho en promedio y se encuentra bordeada por las islas Espiritu Santo, La Partida y San José. Es el cuerpo costero más extenso de la costa oriental de la península de Baja California con una superficie aproximada de 1,200 km<sup>2</sup>. La presencia de una barra arenosa conocida como El Mogote, ubicada hacia el sur de la bahía es una de las características fisiográficas más importantes de la zona (Chávez, 1985). La mitad noroeste de la bahía presenta una región profunda de 400 m, separada por un umbral suave en la boca grande de 250 m. La región sur disminuye su profundidad gradualmente hasta llegar a un gradiente mayor a media bahía y la parte más somera presenta una pendiente suave y playas extensas (Jiménez *et al.*, 1997). Dentro de la bahía se registran variaciones poco apreciables en la salinidad con valores alrededor de 35<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (Arriaga *et al.* 1998).



Figura 7.- Bahía de La Paz.

## **METODOLOGÍA**

### OBTENCIÓN DE DATOS

**L**a información ictiológica perteneciente a las principales bahías y lagunas costeras de Baja California, se obtuvo a partir de la revisión de los listados de especies publicados y de los siguientes acervos biológicos y sus bases de datos disponibles:

- 🌿 Colección Ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-CI).
- 🌿 Bases de datos de las colecciones de:
  1. Scripps Institution of Oceanography (SIO).
  2. California Academy of Science (CAS).
  3. National Museum of Natural History Smithsonian Institution (USNM).
  4. Yale University Peabody Museum (YPM).
  5. Los Angeles County Museum of Natural History (LACM).
- 🌿 Base de datos del proyecto FishBase (Froese y Pauly, 2007).
- 🌿 Referencias publicadas de manera arbitrada sobre la ictiofauna presente en los cuerpos de agua costeros de B.C.S. (libros especializados y artículos científicos).

Los acrónimos de las instituciones y museos citados anteriormente, siguen los criterios de Leviton *et al.* (1985) y Leviton y Gibbs (1988), añadiéndose el de la Colección Ictiológica: (CICIMAR-CI).

#### *Criterio de inclusión de especies*

Se estableció un criterio de inclusión para definir que especies ícticas deberían ser consideradas. Éste criterio se definió con base en Bunkley y Williams (2001) quienes establecen que: “los peces a considerar en un listado sobre especies costeras, ya sean de isla, continente o país, son aquellos registros de especímenes adultos que se encuentran en agua dulce, salobre o marina de

manera permanente durante los ciclos diurnos, lunares o temporales dentro del perfil de los 200 m de profundidad o en el sustrato o en la columna de agua por encima de esta área”. Los peces de aguas profundas (e.g. mesopelágicos) no fueron considerados de acuerdo con lo anterior. Tampoco se consideraron los registros de especies de hábitos no costeros o de aguas profundas que provienen de análisis de contenidos estomacales y otros estudios, producto de desplazamientos por fenómenos meteorológicos o conocidos solo por estadios larvarios o juveniles, ya que no se consideran parte de esta ictiofauna. En el presente estudio fueron consideradas las especies de peces de aguas abiertas (*off-shore*) y otras que rutinaria o cíclicamente concurren en estos sistemas costeros. De acuerdo con Bunkley y Williams (2001), los registros de introducciones exóticas solo deberán incluirse si las especies cuentan con poblaciones *residentes* (poblaciones primarias, que se reproducen en el área; *sensu* Rosenblatt, 1967).

De acuerdo con lo anterior, se excluyeron las siguientes especies registradas en el ámbito geográfico de interés y que presentan los siguientes atributos:

- 🌿 Especies registradas solo en estadios ictioplanctónicos.
- 🌿 Especies pelágicas o de aguas abiertas con hábitos preferenciales de profundidades >200 m (mesopelágicas, batipelágicas).
- 🌿 Especies cuyo registro se considere como impreciso con base en literatura específica consultada, sin evidencia de eventos reproductivos permanentes dentro de la localidad.
- 🌿 Especies con registros obtenidos como producto de oscilaciones climáticas periódicas (e.g. El Niño), de eventos climatológicos extremos (e.g. huracanes) o de cualquier otro tipo de anomalía.
- 🌿 Especies que hayan sido registradas como introducidas por el hombre y que no hayan establecido poblaciones residentes.

Por consiguiente, solo se consideraron los siguientes tipos de registros:

- ✿ Especies cuyas poblaciones han sido registradas en el intervalo geográfico definido, es decir, que son consideradas como *residentes* en las áreas bajo estudio.
- ✿ Especies cuyas poblaciones se reconocen como habitantes de aguas superficiales hasta una profundidad no superior a los 200 m (e.g. plataforma continental).

### Criterio de inclusión bibliográfica

De igual manera, se estableció un criterio de inclusión bibliográfica el cual, de acuerdo con Collette (1990), considera a la literatura publicada de manera arbitrada como fuente de información revisada y verificable (e.g. libros especializados y artículos publicados). Por tanto no se consideraron aquellos registros provenientes de tesis (consultadas en este trabajo solo como antecedente), reportes de laboratorio, comunicaciones personales, informes técnicos sin publicar y memorias de simposia y congresos (“literatura gris”).

De acuerdo con los criterios establecidos, se obtuvo una base de datos la cual posteriormente se transformó a una matriz binaria, representando la presencia con **1** y la ausencia con **0**, de las especies ícticas de ambos litorales (Golfo de California y Océano Pacífico); en los diferentes cuerpos costeros (bahías o lagunas) y para cada provincia zoogeográfica (*sensu* Briggs, 1974; ver adelante).

El ordenamiento sistemático de la lista de la ictiofauna (presente-ausente) se hizo con base en el criterio de Nelson (2006) para todas las categorías taxonómicas. Asimismo, los nombres comunes de las especies se citan de acuerdo a Nelson *et al.* (2004).

## Diversidad taxonómica

Desde 1995, Warwick y Clarke (1995, 1998, 2001) han propuesto índices de diversidad que toman en cuenta las diferencias taxonómicas entre especies y señalan que la estructura taxonómica de una comunidad representa una faceta importante de la biodiversidad, ya que el número de especies entre dos muestras o áreas pudiera ser similar, pero poseer una mayor o menor cantidad de relaciones filogenéticas entre si. De igual manera, varios autores también han señalado la necesidad de incluir éstas diferencias taxonómicas o filogenéticas para una mejor evaluación de la diversidad (e.g. Purvis y Hector, 2000; Shimatani, 2001).

Debido a las propiedades de los índices de diversidad taxonómica (e.g. Clarke y Warwick, 1998) y a la naturaleza de los datos utilizados, se calcularon dos índices no-paramétricos basados en la presencia/ausencia de los taxa: la Distinción Taxonómica Promedio  $\Delta^+$  y la Variación en la Distinción Taxonómica  $\Lambda^+$  (Clarke y Warwick, 1998); utilizando la nomenclatura y clasificación jerárquica propuesta por Nelson (2006), en donde para cada cuerpo costero se consideraron solo 4 niveles taxonómicos: orden, familia, género y especie (ver Anexo 1). Estos índices se expresan como:

$$\Delta^+ = \frac{\sum \sum_{i < j} w_{ij} n_i n_j}{S(S-1)/2} \quad \Lambda^+ = \frac{[\sum \sum_{i < j} (w_{ij} - \Delta^+)^2]}{[S(S-1)/2]}$$

donde:

$n_i$  = es la abundancia de la especie  $i$ .

$S$  = número total de especies.

$W_{ij}$  = son las longitudes de ruta, peso de la “distinción” o distancias taxonómicas entre dos especies a través de un árbol taxonómico, es decir, si dos especies  $i$  y  $j$  pertenecen al mismo género, tendrán una distancia de  $W_{ij} = 1$ , si están en diferente género pero misma familia, la distancia será de  $W_{ij} = 2$ , y por último si son de diferente familia y mismo orden corresponde  $W_{ij} = 3$ .

## ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

### Regiones y Provincias zoogeográficas

Para el análisis biogeográfico y la determinación de la afinidad de las especies, las regiones y provincias zoogeográficas fueron delimitadas con base en la propuesta de Briggs (1974) (Fig. 8):

**Región de California.** Considerada desde Punta Concepción en la frontera norte del estado de California (U.S.A), hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). Se subdivide en dos provincias, la *Provincia de Cortés* que comprende todo el Golfo de California y cuyos límites son hasta el sur de la Bahía de La Paz en la costa occidental y el sur de Topolobampo (Sinaloa) en la costa oriental del golfo; y la *Provincia de San Diego*, extendiéndose desde Punta Concepción hasta el sur de Bahía Magdalena.

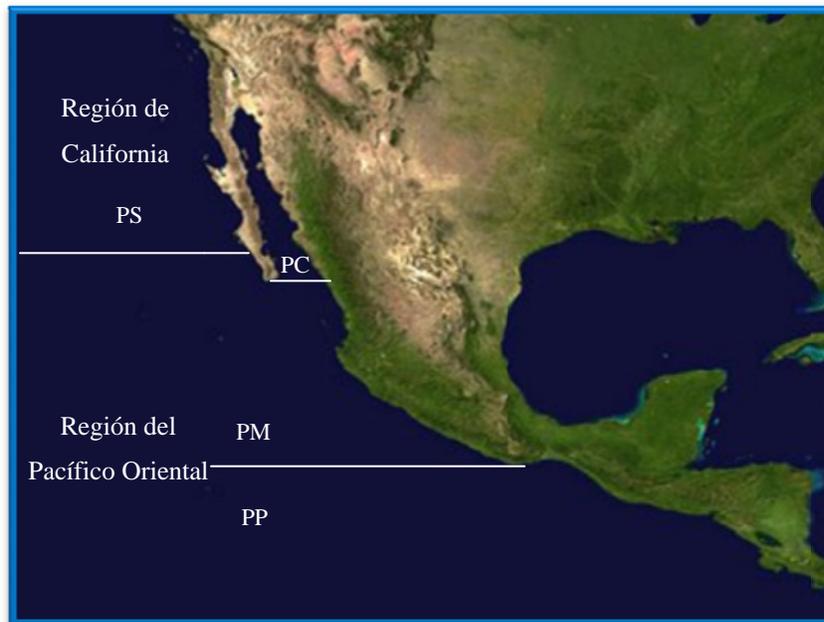


Figura 8.- Regiones y provincias biogeográficas del Pacífico oriental consideradas en el texto (*sensu* Briggs, 1974). PS: Provincia de San Diego, PC: Provincia de Cortés, PM: Provincia Mexicana, PP: Provincia Panámica.

De acuerdo con los intervalos de distribución conocidos, se describe la afinidad zoogeográfica de acuerdo al esquema propuesto por Briggs (1974) y descrito por Castro-Aguirre *et al.* (1999):

- Templado-fría (Provincia Oregoniana): 48 a 36°N (TF).
- Templado-cálida (Provincia de San Diego): 36 a 23°N (TC).
- Subtropical (Provincia Mexicana): 23 a 16°N (S).
- Templado-cálida + subtropical (Provincia de Cortés): Golfo de California. (TC+S).
- Tropical (Provincia Panámica): 16°N a 6°S (TR).
- Amplia distribución: Aquellas especies cuya distribución abarcaba más de dos categorías de afinidad zoogeográfica (A).
- Especie “exclusiva”: es aquella especie que sin ser estrictamente endémica solo se reporta su presencia en uno de los sistemas costeros de cada litoral (*e.g.* Ponce *et al.* 2002).
- Especie “común”: especie cuya presencia y distribución se registró en todos y cada uno de los cuerpos costeros de B.C.S.

Para la comparación entre los patrones ictiogeográficos resultantes con el esquema de conservación propuesto para la zona del noroeste de México, se tomó la caracterización de Arriaga *et al.* (1998; Fig. 1).

### Análisis de grupos

Para poder evaluar las relaciones ictiofaunísticas entre bahías y lagunas, se procedió a un análisis de agrupación o clasificación jerárquico (*cluster analysis* en inglés). Este tipo de análisis tiene como finalidad encontrar *agrupamientos* de muestras, taxa o áreas; basados en una medida apropiada de distancia o de similitud. Dichos grupos pueden ser interpretados en términos biogeográficos, ambientales o evolutivos (*e.g.* Hammer, 2002). Los análisis jerárquicos producen *dendrogramas*, los cuales son la representación gráfica de la clasificación en

donde áreas similares son agrupadas conjuntamente (Schiffman *et al.*, 1981).

Existen una gran cantidad de algoritmos disponibles para la agrupación jerárquica y muchos de estos son de tipo *aglomerativo*, lo cual significa que se agrupan primero los *ítems* más similares y posteriormente sigue combinando las agrupaciones resultantes más similares hasta formar un grupo único conectado (Kafanov *et al.*, 2000; Almada *et al.*, 2001). En este caso se utilizó el algoritmo de “unión no ponderada de los promedios aritméticos” (UPGMA, por sus siglas en Inglés) el cual ha sido uno de los más utilizados en los análisis de comunidades biológicas (Lancellotti y Vásquez, 2000; Hammer, 2002).

Debido al carácter cualitativo de la matriz de datos, el grado de similitud de los taxa presentes en las diferentes áreas se calculó mediante la aplicación del coeficiente de similitud de Jaccard o índice de Jaccard (J). Este índice es un estimador de la diversidad *beta* y está basado en la presencia/ausencia de los datos (Krasnov *et al.*, 2005), en este caso de las especies ícticas. El índice de Jaccard se eligió debido a que es uno de los índices más utilizados, por tanto el de uso más extendido para la determinación de la similitud, además, que se considera que cuenta con atributos que facilitan su utilización (Magurran, 2004).

La forma clásica del índice depende de tres medidas de incidencia: el número de especies compartidas entre dos poblaciones o muestras (en este caso áreas) y el número de especies únicas encontradas en cada una de ellas. Se ha vuelto tradicional referirse a estas medidas como a, b y c, respectivamente (Chao *et al.*, 2005; tabla 1):

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

Donde:

a= número de especies presentes en el área 1.

b= número de especies presentes en el área 2.

c= número de especies presentes en las dos áreas.

Tabla 1. Medidas de clasificación de especies utilizadas en el índice de Jaccard

Área 1	Área 2	
	Presencia	Ausencia
Presencia	a	b
Ausencia	c	---

El intervalo de los valores obtenidos por medio de este índice va desde **0** (ausencia de especies comunes entre las dos áreas) y **1** (las dos áreas poseen exactamente las mismas especies) (Krasnov *et al.*, 2005).

### Análisis de ordenación

Se realizó un ordenamiento de la comunidad para saber que tan próximas o semejantes eran las áreas entre si, el cual también sirvió de complemento al análisis de agrupación. Se aplicó la técnica del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS por sus siglas en inglés) (Kruskal y Wish, 1978), debido a que esta técnica ha demostrado ser adecuada para múltiples aplicaciones ecológicas como la determinación de “efectos biológicos” y la detección de cambios en la estructura de la comunidad (Kenkel y Orloci, 1986; Clarck y Green, 1988; Clarke y Warwick, 2001). El NMDS se basa en el cálculo de coeficientes de similitud/disimilitud entre áreas, en este caso el coeficiente de Jaccard, con una resultante expresada como una configuración o diagrama de puntos en el que cada punto representa un área y la distancia entre puntos sigue el mismo orden de rango que la similitud de especies entre pares de áreas, conociendo así las proximidades existentes entre éstas (Linares, 2001; Riascos, 2002).

También en este tipo de análisis existen diversos estadísticos convenientes que miden la bondad de ajuste entre las distancias de la configuración y las disparidades, pero la mayoría surge de la definición del llamado *Índice de esfuerzo*

(en inglés: *Stress*) el cual es una fórmula introducida por Kruskal (1964):

$$\text{STRESS} = \sqrt{\frac{\sum \sum (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum \sum d_{ij}^2}}$$

donde:

$d_{ij}$  representa la disimilitud del objeto  $i$  al objeto  $j$ .

El resultado del *Stress* se interpreta de la siguiente manera (Kruskal, 1964):

<b>Tamaño del Stress</b>	<b>Interpretación</b>
0.2	Pobre
0.1	Regular
0.05	Bueno
0.025	Excelente
0.00	Perfecto

Para la conformación y manejo de todos los datos, se utilizó el paquete de computación MS Excel<sup>®</sup> (versión 2007).

Los cálculos computacionales para la elaboración de los análisis de similitud, agrupación y ordenación, incluyendo los dendrogramas y gráficos, así como el cálculo de los índices de diversidad taxonómica fueron realizados mediante la aplicación del programa estadístico PAST v. 1.53 (Hammer *et al.*, 2001).

## **RESULTADOS**

### OBTENCIÓN DE DATOS

**L**a mayoría de las descripciones originales y referencias sobre los peces de la región noroeste del país se encuentra depositada y publicada en museos, colecciones y revistas del extranjero (De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997). Debido a esto, se hizo una consulta previa para conocer aquellas fuentes museográficas que contuvieran en sus acervos biológicos registros ícticos de las áreas de B.C.S. bajo estudio. De igual forma, se revisó solo la literatura pertinente, incluyendo en principio aquellas que contenían información acerca de las especies registradas dentro del ámbito o cobertura geográfica correspondiente a la Región del POT.

Como resultado de este análisis previo, se decidió trabajar solo con los registros provenientes de los siguientes acervos biológicos y bases de datos institucionales: CICIMAR-CI, SIO, CAS, USNM, YPM y LACM (ver metodología).

#### Fuentes museográficas

De manera general, como resultado de la búsqueda realizada en las fuentes museográficas mencionadas anteriormente, se obtuvo un total de 1792 registros, los cuales representan a 417 especies (93.50%) de las 446 obtenidas en total. Las especies quedaron clasificadas dentro de 242 géneros y 84 familias pertenecientes a dos clases: Actinopterygii (392 especies) y Chondrichthyes (25). Las familias que presentaron una mayor diversidad fueron la Gobiidae “góbidos” (29 especies) y la Serranidae “serranidos” con 28 especies registradas.

#### En sitio

**CICIMAR-CI.-** De la revisión exhaustiva realizada a la base de datos de la Colección Ictiológica (CI), se obtuvo un total de 2,748 registros (343 especies) relativos a los principales cuerpos costeros de B.C.S. (Laguna Ojo de Liebre,

Laguna de San Ignacio, Bahía Magdalena, Bahía Concepción y Bahía de La Paz; Tabla 2). Los especímenes de dichos registros se encuentran preservados y catalogados dentro de la CI y los datos de captura incluyen la localidad, posición geográfica, día, mes y año de recolecta y el número de catálogo correspondiente, entre otros. De esta depuración preliminar, en función de las localidades de recolecta consideradas, se realizó la selección y depuración final de los registros incluidos en el trabajo fue realizada de acuerdo con los criterios establecidos (ver metodología). De esta forma, se obtuvieron un total de 642 registros que corresponden a 322 de especies presentes en dichos sistemas (Tabla 2). De éstos, 22 registros (15 especies) no fueron aportados por ninguna otra fuente, es decir, son registros exclusivos de la CICIMAR-CI (Anexo 1).

#### En línea (Internet)

De la búsqueda realizada en *internet* en los sitios *WEB* de las instituciones y museos (SIO, CAS, USNM, YPM, LACM), se obtuvieron los siguientes resultados:

**SIO.-** De esta institución se obtuvo un total de 1,051 registros, los cuales se depuraron con los mismos criterios de inclusión establecidos. A partir de la depuración, se obtuvieron 720 registros correspondientes a 309 especies. El número de registros exclusivos para esta institución fue de 21 (18 especies) (Tabla 2).

**CAS.-** La búsqueda en su base de datos proporcionó información de 364 registros para las áreas de estudio (con excepción de Laguna de San Ignacio). La depuración de los datos, proporcionó un número de 222 registros para el análisis que incluyen a 99 especies. No se encontraron registros exclusivos (Tabla 2).

**USNM.-** Se obtuvo un total de 212 registros provenientes de su base de datos. La depuración limitó los análisis a un total de 120 registros que representan

a 41 especies. Este museo no cuenta con registros exclusivos para ninguna de las áreas consideradas (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de los datos obtenidos en sitio y en línea.

	<b>Sistema costero</b>	<b>Registros/Especies (datos no depurados)</b>	<b>Registros/Especies (datos depurados)</b>	<b>Registros exclusivos</b>
<b>CICIMAR-CI</b>	Laguna Ojo de Liebre	230	49	1
	Laguna de San Ignacio	357	78	3
	Bahía Magdalena	738	164	5
	Bahía Concepción	426	122	4
	Bahía de La Paz	997	229	10
<b>SIO</b>	Laguna Ojo de Liebre	111	62	---
	Laguna de San Ignacio	97	81	1
	Bahía Magdalena	400	241	12
	Bahía Concepción	155	112	1
	Bahía de La Paz	288	224	7
<b>CAS</b>	Laguna Ojo de Liebre	2	2	---
	Laguna de San Ignacio	---	---	---
	Bahía Magdalena	111	79	---
	Bahía Concepción	67	58	---
	Bahía de La Paz	184	83	---
<b>USNM</b>	Laguna Ojo de Liebre	4	10	---
	Laguna de San Ignacio	84	17	---
	Bahía Magdalena	46	34	---
	Bahía Concepción	18	26	---
	Bahía de La Paz	50	33	---
<b>YPM</b>	Laguna Ojo de Liebre	---	---	---
	Laguna de San Ignacio	---	---	---
	Bahía Magdalena	---	---	---
	Bahía Concepción	58	30	---
	Bahía de La Paz	---	---	---
<b>LACM</b>	Laguna Ojo de Liebre	---	---	---
	Laguna de San Ignacio	---	---	---
	Bahía Magdalena	172	11	---
	Bahía Concepción	9	8	---
	Bahía de La Paz	153	9	---

**YPM.-** Del museo Peabody de la Universidad de Yale, se registró un total de 58 registros no depurados y que solo aportaban información de la presencia de 40 especies para Bahía Concepción. La depuración brindó un total de 32 especies. No se conto con registros exclusivos para ninguna de las zonas.

**LACM.-** La base de datos de este museo cuenta con un total de 334 registros para Baja California Sur, de los cuales se tienen registros para Bahía de La Paz (153 registros), Bahía Magdalena (172) y Bahía Concepción (9). Después de realizada la depuración de los datos, se obtuvo un total de ocho registros para Bahía Concepción, 11 para Bahía Magdalena y nueve para Bahía de La Paz con un total de 12 especies.

### Fuentes bibliográficas

El análisis de la información publicada (*sensu* Collette, 1990) referente a la presencia de las especies ícticas, así como del ámbito de distribución conocido de la mismas en los sistemas bajo estudio, provino principalmente de artículos publicados (60%). Por lo tanto, la cantidad de libros especializados revisados fue menor (40%). Debido a los alcances y propósitos del presente trabajo, no resulta práctico citar y enumerar todas y cada una de las citas contenidas en la base de datos (disponible a solicitud en la CI); sin embargo, de manera general puede mencionarse que se cuenta con fuentes bibliográficas que abarcan desde finales del siglo antepasado (*e.g.* Jordan y Evermann, 1896-1900), hasta trabajos más recientes como el de Moncayo-Estrada *et al* (2006). Asimismo se mencionan los siguientes trabajos como referencias recomendadas sobre la ictiofauna presente y su distribución biogeográfica en las principales bahías, lagunas y aguas adyacentes a B.C.S.: Castro-Aguirre, 1978; Thomson *et al.*, 1979; Eschmeyer *et al.*, 1983; De La Cruz-Agüero y Galván, 1992; Rodríguez-Romero *et al.*, 1992; Torres-Orozco y Castro-Aguirre, 1992; Danemman y De La Cruz-Agüero, 1993; De La Cruz-Agüero *et al.*, 1994; Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994; Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.*, 1995; De La Cruz-Agüero *et al.*, 1996; De La Cruz-Agüero *et al.*,

1997; De La Cruz-Agüero y Cota-Gómez, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Castro-Aguirre *et al.*, 2005. Para una búsqueda más completa, aunque no actualizada, de la bibliografía sobre peces del Golfo de California, se recomienda consultar las compilaciones de Chávez (1985, 1986), Schwartzlose y Hendrickson (1983) y Schwartzlose *et al.* (1992).

Cabe hacer notar que la mayor cantidad de la literatura consultada (65%) corresponde al Golfo de California, en donde el área más estudiada y documentada es Bahía de La Paz. En relación a la literatura que abarca el litoral occidental de B.C.S., Bahía Magdalena representa el sistema con mayor número de antecedentes.

De la búsqueda en literatura especializada mencionada anteriormente, se obtuvo que 365 especies, de un total de 446 registradas, se encuentran citadas en dicha literatura. Esta cifra equivale al 81.83% del total de los registros obtenidos. Las especies ícticas consideradas están clasificadas dentro de las clases Actinopterygii (339 especies) y Chondrichthyes (26), abarcando 211 géneros, 75 familias y 23 órdenes; de los cuales el mejor representado resultó ser el de los Perciformes (207 especies), seguido por los Pleuronectiformes (36) y los Anguilliformes (31). De este tipo de registros, la familia con mayor riqueza de especies fue la Serranidae (25 especies), seguida por la Carangidae (23), Haemulidae y Sciaenidae (ambas con 22 especies).

De manera general, de todas las fuentes revisadas (museográficas y bibliográficas), la consulta realizada en literatura proporcionó la mayor cantidad de registros (31%), seguida por el acervo de la CICIMAR-CI, cuya aportación fue de un total de 322 especies (27%), SIO (26%) y CAS (8%). El resto de las fuentes (USMN, YPM y LACM) registraron un número menor a 50 especies (4, 3 y 1% respectivamente; Fig. 9).

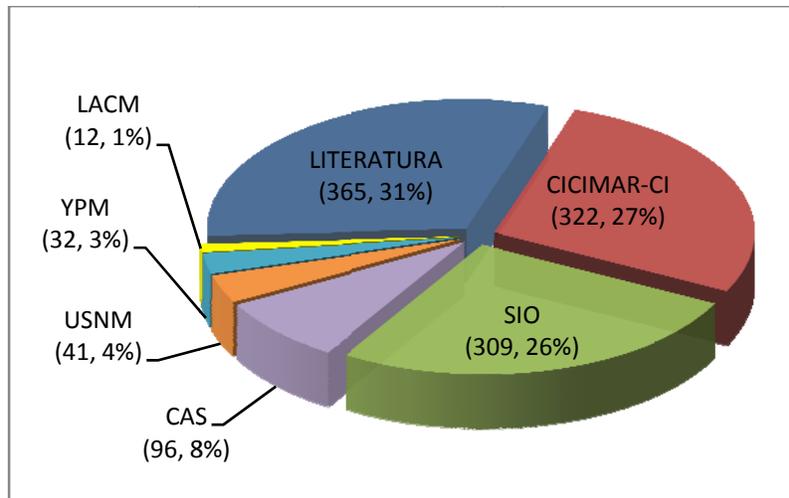


Figura 9.- Número y porcentaje de las especies obtenidas en cada fuente de consulta con respecto al número total de registros depurados.

## RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD TAXONÓMICA

La riqueza de especies medida como el número total de especies presentes en los sistemas bajo estudio (e.g. Simonetti *et al.* 1995; Almada *et al.* 2001; Doti *et al.* 2005), quedó conformada por un total de 446 especies pertenecientes a 251 géneros, 87 familias, 25 órdenes y dos clases (Anexo 1).

La mayoría de las especies registradas se encuentran clasificadas dentro de la clase Actinopterygii (420 especies) y el resto (26) en Chondrichthyes. De manera general, el orden más representado fue el de los Perciformes (265 especies), seguido de los Pleuronectiformes (36) y los Anguilliformes (32). Los Scorpaeniformes, Tetraodontiformes, Clupeiformes y Ophiidiformes presentaron un número mayor a 10 especies pero menor de 15.

De manera general, las familias mejor representadas fueron: Gobiidae (32 especies), Serranidae (29), Carangidae (24), Haemulidae (23) y Sciaenidae (22). El resto de las familias presentaron de una a 18 especies.

## Litoral del Pacífico

La riqueza íctica registrada en los cuerpos costeros localizados en el litoral del Pacífico (Lagunas Ojo de Liebre, San Ignacio y Bahía Magdalena; Anexo 2) se compuso de un total de 315 especies pertenecientes a 193 géneros, 78 familias, 24 órdenes y 2 clases (Fig. 10). La clase que registró la mayoría de las especies fue la Actinopterygii (291 especies), mientras que la clase Chondrichthyes solo registró 24 especies. De manera general, los órdenes mejor representados fueron los Perciformes con 186 especies, los Pleuronectiformes y Anguilliformes con 27 y 11 especies respectivamente. El resto de los órdenes registraron de una a 10 especies (e.g. Clupeiformes). Las familias mejor representadas en los sistemas costeros de este litoral occidental, fueron la Serranidae con 23 especies, Haemulidae (22) y Sciaenidae (21). El resto de las familias presentaron de una a 15 especies (e.g. Paralichthyidae). Se registró un total de 98 especies exclusivas dentro de los sistemas costeros de la costa occidental (Anexo 4).

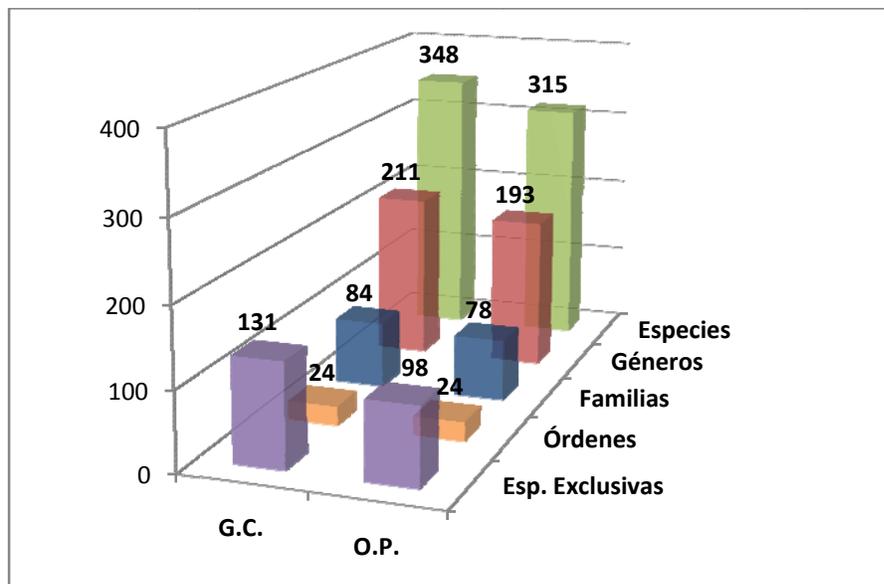


Figura 10.- Riqueza específica dada en número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas presentes en los sistemas costeros localizados en cada litoral del estado de B.C.S. (G.C.: Golfo de California; O.P.: Océano Pacífico).

### Litoral del Golfo de California

El Golfo de California presentó una mayor riqueza específica en comparación con el litoral occidental (Anexo 2), registrándose un total de 348 especies pertenecientes a 211 géneros, 84 familias, 24 órdenes y 2 clases (Fig. 10). La mayoría de las especies presentes en Bahía Concepción y Bahía de La Paz, pertenecen a la clase Actinopterygii (328 especies), mientras que solo 20 especies del total se clasifican dentro de la clase Chondrichthyes. Dentro de los sistemas costeros localizados en el litoral del Golfo de California, los órdenes más representados fueron los Perciformes (205 especies), los Anguilliformes (26) y los Pleuronectiformes (26) el resto de los órdenes incluyeron entre una y 12 especies. En cuanto a las familias, la Gobiidae registró el mayor número de especies (25), seguida de la Carangidae (22), Serranidae (21) y por último Haemulidae (17). El resto de las familias registró menos de 15 especies. Se registraron 131 especies exclusivas para el Golfo de California (Anexo 4).

Con base en lo anterior, el 78% de las especies registradas en los principales sistemas costeros de B.C.S. analizados están presentes en el litoral del Golfo, representando una mayor diversidad en comparación al litoral del Pacífico, el cual registra el 70% del total.

### Riqueza específica por sistema costero

#### *Laguna Ojo de Liebre*

La riqueza específica registrada para esta laguna costera, consistió de un total de 68 especies (11 de la clase Chondrichthyes y 57 de la Actinopterygii), clasificadas en 60 géneros, 40 familias y 20 órdenes, de los cuales el mejor representado fue el de los Perciformes con 30 especies registradas (Anexo 2). El resto de los órdenes presentaron menos de nueve especies (e.g. Pleuronectiformes con ocho especies) (Fig. 11). Las familias más representativas

de este sistema, las cuales presentaron más de tres especies, fueron: Sciaenidae (6 especies), Gobiidae y Paralichthyidae ambas con cinco especies; y por último, la familia Rhinobathidae con cuatro especies (Fig. 12). El resto de las familias presentaron de una a tres especies. Como especies exclusivas de la Laguna Ojo de Liebre se registró a *Clevelandia ios* (Jordan y Gilbert 1882) y a *Rhinobatos leucorhynchus* Günther 1867 (Anexo 4).

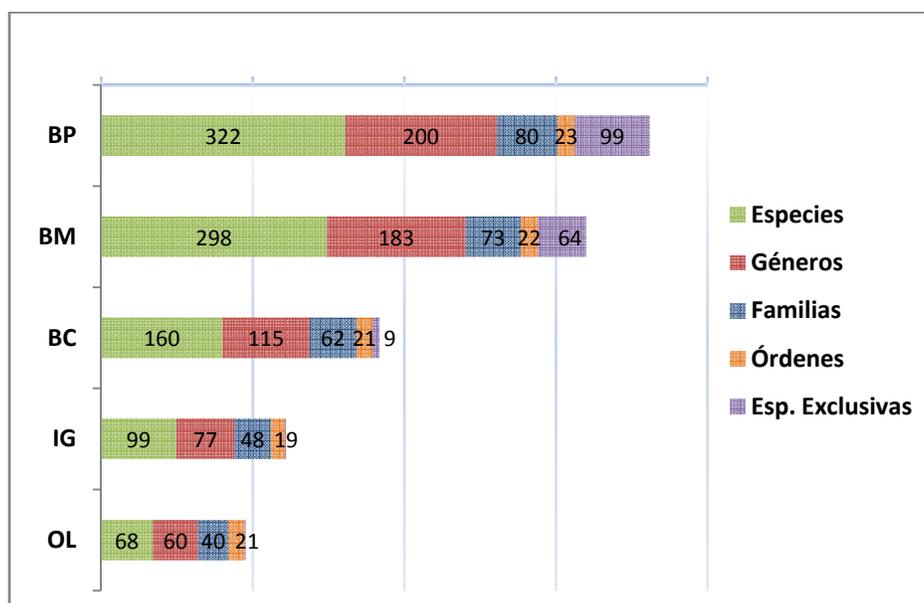


Figura 11.- Riqueza específica de los principales sistemas costeros de B.C.S., con base en el número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas presentes. OL: Laguna Ojo de Liebre; IG: Laguna de San Ignacio; BM: Bahía Magdalena; BC: Bahía Concepción; BP: Bahía de La Paz.

### *Laguna de San Ignacio*

En esta laguna costera se registró la presencia de 99 especies (12 de Chondrichthyes y 87 de la clase Actinopterygii), 77 géneros y 48 familias clasificadas dentro de 19 órdenes (Anexo 2; Fig. 11). El orden mejor representado de este sistema fue el de los Perciformes con 48 especies; los Pleuronectiformes solo registraron 12 especies. La familia que registró una mayor cantidad de especies fue la Serranidae (nueve especies). Las familias que presentaron más de

cuatro especies fueron la Sciaenidae (7), Paralichthyidae (7) y Carangidae (5), el resto presentó de una a cuatro especies (Fig. 12). Laguna de San Ignacio solo presentó una especie exclusiva: *Alphestes multiguttatus* (Günther 1867) (Anexo 4).

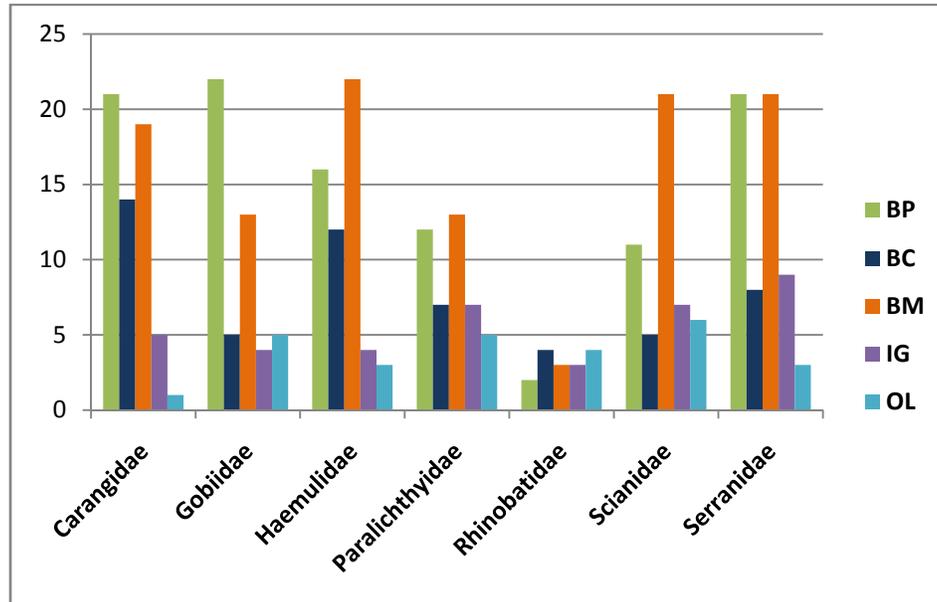


Figura 12.- Comparación íctica entre bahías y lagunas analizadas, con respecto al número de especies registradas en cada familia mencionada. OL: Laguna Ojo de Liebre; IG: Laguna de San Ignacio; BM: Bahía Magdalena; BC: Bahía Concepción; BP: Bahía de La Paz.

### *Bahía Magdalena*

En Bahía Magdalena se registró la presencia de un total de 298 especies, 183 géneros, 73 familias, 22 órdenes pertenecientes a dos clases, la Actinopterygii con 279 especies y la clase Chondrichthyes representada únicamente por 19 (Anexo 2; Fig. 11). El orden que presentó una mayor cantidad de especies fue nuevamente el de los Perciformes con 183, seguido por el de los Pleuronectiformes (24). Las familias que caracterizan mejor esta bahía son la Haemulidae (22 especies), Sciaenidae y Serranidae (21 especies cada una), Carangidae (19) y por último las familias Gobiidae y Paralichthyidae también con 13 especies (Fig. 12). El resto de los órdenes registró menos de 10 familias. En Bahía Magdalena se registraron 64 especies exclusivas (Anexo 4).

### *Bahía Concepción*

Se registró en este sistema un total de 160 especies, 115 géneros, 62 familias, 21 órdenes (Fig. 11). La mayoría de las especies pertenece a la clase Actinopterygii (147) y 13 se agrupan en los Chondrichthyes (Anexo 2). El orden Perciformes fue el mejor representado, con un total de 97 especies. Las familias Carangidae y Haemulidae presentaron el mayor número de especies (14 y 12 respectivamente) (Fig. 12). El resto de las familias registraron entre una y ocho especies. Las especies exclusivas para esta área fueron nueve: *Acanthurus xanthopterus* Valenciennes 1835, *Zanclus cornutus* (Linnaeus 1758), *Citharichthys stigmaeus* Jordan y Gilbert 1882, *Lile gracilis* Castro-Aguirre y Vivero 1990, *Dactyloscopus byersi* Dawson 1976, *Bollmannia longipinnis* Ginsburg 1947, *Malacoctenus zonifer* Jordan y Gilbert 1882, *Abudefduf concolor* (Gill 1862) y *Raja cortezensis* McEachran y Miyake 1988 (Anexo 4).

### *Bahía de La Paz*

Para la Bahía de La Paz se registró la presencia de 322 especies, 200 géneros, 80 familias, 23 órdenes (Anexo 2; Fig. 11), siendo la clase Actinopterygii con 306 especies la mejor representada (los Chondrichthyes registraron solo 16 especies). El orden Perciformes incluyó un total de 254 especies, los Anguilliformes 26 y los Pleuronectiformes 18. Las familias que mejor caracterizaron la zona fueron la Gobiidae (22 especies), Carangidae y Serranidae (21) (Fig. 12). Entre las familias que registraron entre 10 y 15 especies, solo se encuentran la Muraenidae (14) y Labrisomidae (11). Las especies exclusivas para la Bahía de la Paz suman un total de 99 (Anexo 4).

Como se observa en estos resultados, la mayor riqueza específica la presentó Bahía de La Paz que fue a su vez, el sistema que registró una mayor cantidad de especies exclusivas. Laguna Ojo de Liebre presentó el menor valor de riqueza íctica. Asimismo, se registró la presencia de 29 especies comunes (Anexo 3).

Las matrices conformadas a partir de la información sobre la presencia-ausencia de las especies ícticas en los principales sistemas costeros de B.C.S. bajo estudio, mostraron que las cinco localidades presentaron valores relativamente similares de Distinción Taxonómica Promedio  $\Delta^+$  y Variación en la Distinción Taxonómica  $\Lambda^+$ . Cabe mencionar que cuando se utilizan este tipo de datos (binarios), los dos índices tienden a reducirse al mismo valor (Hammer, 2002).

El cálculo de estos índices mostró que la Laguna Ojo de Liebre es el sistema que registró el mayor valor de diversidad taxonómica, mientras que Bahía Magdalena presentó el valor inferior (tabla 7). En el caso de la costa del occidental de B.C.S., se pudo observar que hay una disminución en los valores de  $\Delta^+$  y  $\Lambda^+$  conforme las latitudes se acercan al trópico; sin embargo, este patrón no se observó en las bahías localizadas en el litoral del Golfo, ya que Bahía de La Paz registró un valor más alto en comparación a Bahía Concepción.

Tabla 7. Valores del índice de Distinción Taxonómica Promedio  $\Delta^+$  y la Variación en la Distinción Taxonómica  $\Lambda^+$  basados únicamente en datos de presencia-ausencia de especies ícticas estimadas en cada bahía o laguna objeto de estudio. Bahía de La Paz (BP), Bahía Concepción (BC), Bahía Magdalena (BM), Laguna de San Ignacio (IG) y Laguna Ojo de Liebre (OL).

	BP	BM	BC	OL	IG
$\Delta^+ / \Lambda^+$	<b>3.6</b>	<b>3.585</b>	<b>3.605</b>	<b>3.784</b>	<b>3.722</b>

## ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

De las 446 especies consideradas, el mayor número de éstas se registra en la Provincia de Cortés (348 especies). En contraste con la Provincia de San Diego, que solo registró 315 especies. De manera general, 226 especies se consideraban de amplia distribución en el POT (A) (ver metodología), 91 como tropicales (TR), 24 subtropicales (S), 97 templado-cálidas (TC) y solo ocho especies de afinidad templado-fría (TF) (Anexo 2).

### *Provincia de Cortés*

Dentro de esta provincia se registró la presencia de 24 órdenes, 84 familias, 211 géneros y 348 especies (Fig. 13). La mayor cantidad de especies pertenecieron a la clase Actinopterygii (328 especies) y solo 20 especies se clasificaron dentro de la clase Chondrichthyes. Los órdenes más representados fueron los Perciformes (205 especies), los Anguilliformes (26) y los Pleuronectiformes (26) el resto de los ordenes registraron entre una y 12 especies. En cuanto a las familias, la Gobiidae registró el mayor número de especies (25), seguida de la Carangidae (22), Serranidae (21) y por último la Haemulidae (17). El resto de las familias incluyeron menos de 15 especies. Para esta provincia se registraron 131 especies exclusivas (Anexo 4).

Con relación a las afinidades en la distribución, en la provincia de Cortés se reconocieron un total de 185 especies de amplia distribución, 77 tropicales, 19 subtropicales, 63 templado-cálidas y 4 templado-frías (Fig. 14).

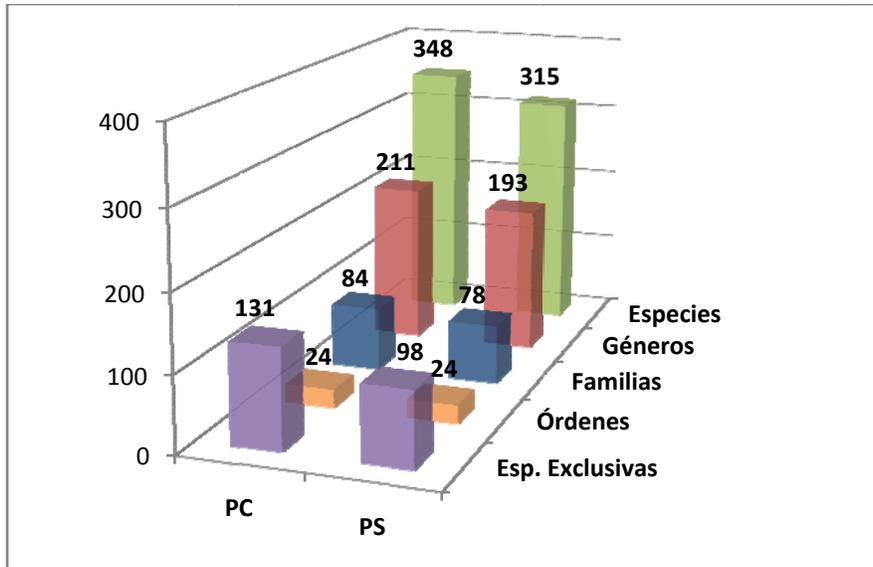


Figura 13.- Riqueza específica dada con base en el número de especies, géneros, familias, órdenes y especies exclusivas presentes en las dos provincias biogeográficas de B.C.S. PC: Provincia de Cortés; PS: Provincia de San Diego.

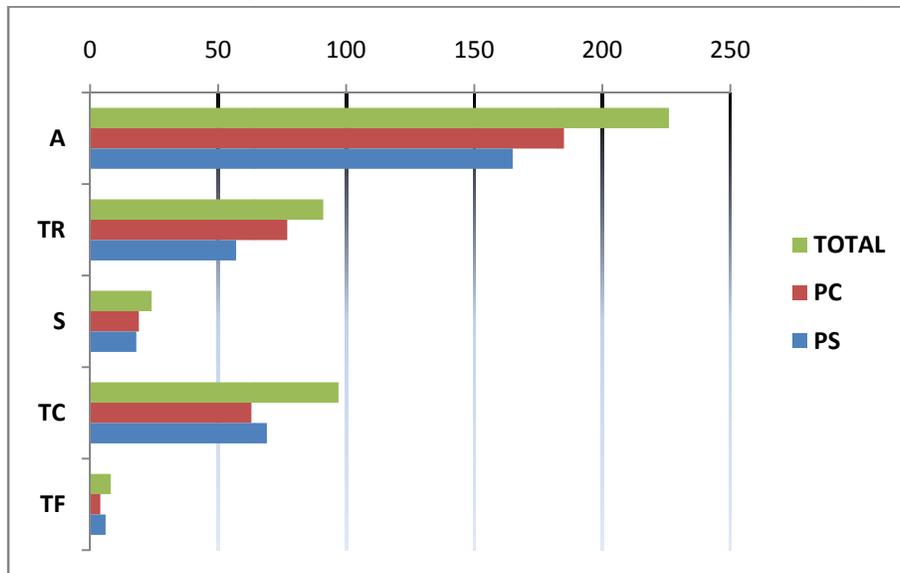


Figura 14.- Comparación íctica entre provincias con respecto al número de especies registradas para cada afinidad ictiogeográfica. PC: Provincia de Cortés; PS: Provincia de San Diego; A: especies de amplia distribución en el Pacífico Oriental; TR: especies tropicales; S: especies subtropicales; TC: especies templado-cálidas; TF: especies templado-frías.

### Provincia de San Diego

Se registró una riqueza íctica compuesta por 315 especies pertenecientes a 193 géneros, 78 familias, 24 órdenes y 2 clases (Fig. 13). La clase Actinopterygii registró un total de 291 especies y la Chondrichthyes solo 24. El orden mejor representado fue el de los Perciformes con 186 especies. La familia Serranidae fue la mejor representada con 23 especies, seguida por la Haemulidae (22) y la Sciaenidae (21). Se registró un total de 98 especies exclusivas para esta provincia (Anexo 4; Fig. 13).

De las especies consideradas, 165 se distribuyeron ampliamente en el POT, 57 son de afinidad tropical, 18 subtropicales, 69 templado-cálidas y solo se registraron 6 especies como templado-frías (Anexo 2; Fig. 14).

### Afinidad por sistema costero

#### *Laguna Ojo de Liebre*

Localizada dentro de la Provincia de San Diego de la región de California, en esta laguna se registraron 68 especies en total, siendo 28 de éstas de amplia distribución en el POT, tres especies tropicales: *Dactylagnus mundus* Gill 1862, *Rhinobatos leucorhynchus* Günther 1867 y *Synodus scituliceps* Jordan y Gilbert 1882; una de afinidad subtropical: *Strongylura exilis* (Girard 1854); 32 templado-cálidas y cuatro templado-frías: *Atherinops affinis* (Ayres 1860), *Porichthys notatus* Girard 1854, *Paralichthys californicus* (Ayres 1859) y *Syngnathus leptorhynchus* (Girard 1854) (Fig. 15).

#### *Laguna de San Ignacio*

Cuerpo costero localizado también en la Provincia de San Diego, presentó 99 especies de las cuales 45 fueron consideradas de amplia distribución, 11 especies tropicales, dos subtropicales: *Strongylura exilis* (Girard 1854) y *Bairdiella*

*icistia* (Jordan y Gilbert 1882); 38 especies templado-cálidas y tres templado-frías: *Atherinops affinis* (Ayres 1860), *Paralichthys californicus* (Ayres 1859) y *Syngnathus leptorhynchus* Girard 1854 (Anexo 2; Fig. 15).

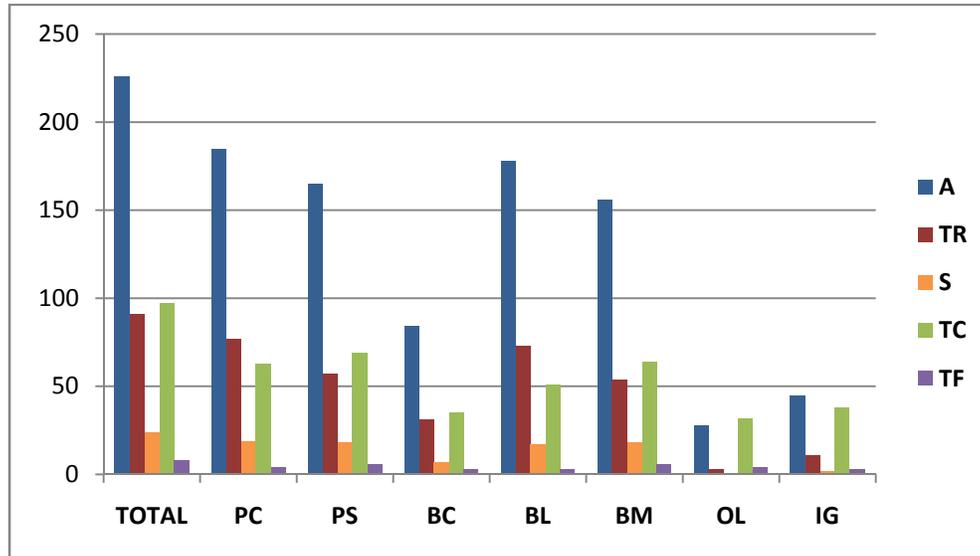


Figura 15.- Comparación íctica entre provincias y sistemas costeros con respecto al número de especies registradas para cada afinidad ictogeográfica. PC: Provincia de Cortés; PS: Provincia de San Diego; BC: Bahía Concepción; BL: Bahía de La Paz; BM: Bahía Magdalena; OL: Laguna Ojo de Liebre; IG: Laguna de San Ignacio; A: especies de amplia distribución en el Pacífico Oriental; TR: especies tropicales; S: especies subtropicales; TC: especies templado-cálidas; TF: especies templado-frías.

### *Bahía Magdalena*

De las 298 especies registradas en Bahía Magdalena (Provincia de San Diego), 156 fueron consideradas de amplia distribución en el POT, 54 tropicales, 18 especies subtropicales, 64 templado-cálidas; y por último, seis especies de afinidad templado-fría (Fig. 15).

### *Bahía Concepción*

En este sistema, localizado en la Provincia de Cortés de la región de California, se distribuyen 160 especies, de las cuales, 84 fueron de amplia

distribución, 31 tropicales, siete subtropicales, 35 templado-cálidas y tres templado-frías: *Porichthys notatus* Girard 1854, *Citharichthys stigmaeus* Jordan y Gilbert 1882 y *Paralichthys californicus* (Ayres 1859) (Anexo 2; Fig. 15).

#### *Bahía de La Paz*

Bahía de La Paz, localizada también en la provincia de Cortés, registró la presencia de 322 especies, siendo el mayor número de amplia distribución (178 especies), 73 especies tropicales, 17 subtropicales, 51 especies denominadas como templado-cálidas y tres templado-frías: *Porichthys notatus* Girard 1854, *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846) y *Paralichthys californicus* (Ayres 1859) (Anexo 2; Fig. 15).

#### Análisis de Grupos

El análisis de similitud (“análisis de grupos”) resultante de la matriz de datos binarios de las especies presentes/ausentes en los sistemas costeros de B.C.S, produjo un dendrograma (utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard y el algoritmo de agrupación UPGMA) donde se mostró la existencia de dos grupos bien diferenciados (Fig. 16), a un nivel de asociación de  $J= 0.3000$ . El primer grupo lo conformaron las lagunas Ojo de Liebre y de San Ignacio, en donde se observó una afinidad entre estos sistemas en términos de la riqueza de especies compartida ( $J= 0.43966$ ). En la segunda agrupación conformada por las bahías de La Paz y Magdalena se mostró un grado mayor de afinidad ( $J= 0.44186$ ), con la adición de Bahía Concepción ( $J= 0.38506$ ) a este grupo.

#### Análisis de ordenación

El mapa de ordenación (NMDS) para las especies presentes-ausentes en cada sistema costero, mostró una fuerte correlación con los resultados del análisis de grupos, ya que reveló una mayor proximidad en el espacio de ordenación entre las bahías de La Paz y Magdalena. De igual forma, las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio mostraron una mayor afinidad entre ellas (Fig. 17). En este análisis Bahía Concepción se presentó como una entidad aislada, reflejando una mayor

afinidad en la coordenada 1 con las bahías de La Paz y Magdalena. El valor del índice de esfuerzo (*Stress*) resultó ser de 0.00, indicando un ajuste “perfecto” (*sensu* Kruskal, 1964) de los datos en el plano coordinado producido por el NMDS.

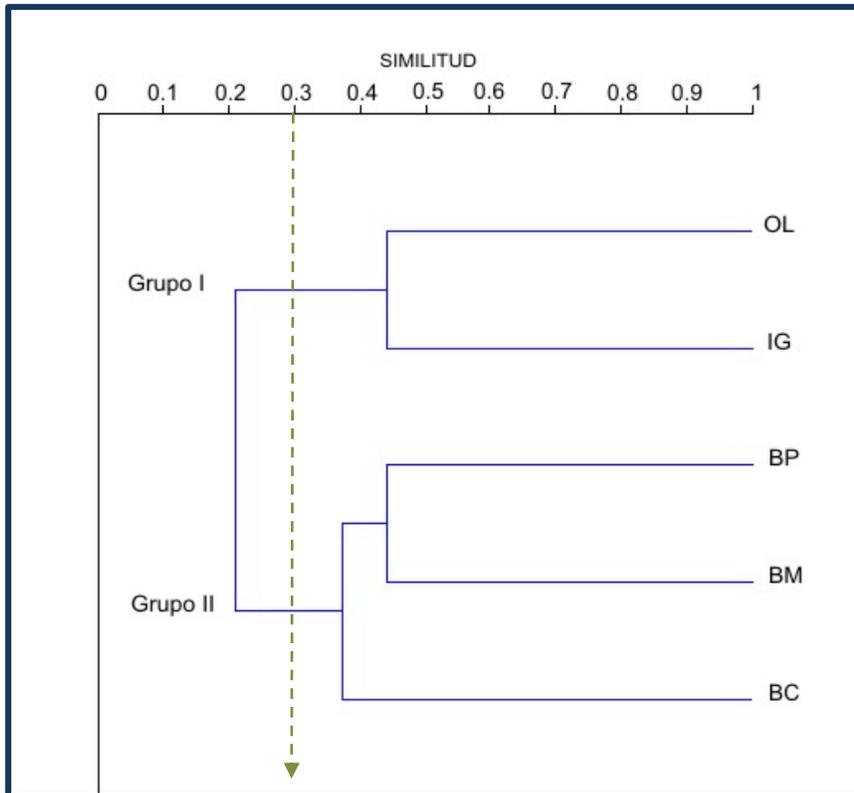


Figura 16.- Dendrograma derivado de la matriz de similitud entre las especies presentes o ausentes en los principales sistemas costeros de Baja California Sur. Coeficiente de similitud de Jaccard y algoritmo de Unión media no-ponderada (UPGMA). Grupo I conformado por las lagunas Ojo de Liebre (OL) y San Ignacio (IG). Grupo II conformado por Bahía de La Paz (BP) y Bahía Magdalena (BM). Bahía Concepción (BC) se presenta como una localidad aislada dentro de este grupo. Nivel de Corte  $J=0.3$  representado por la línea discontinua.

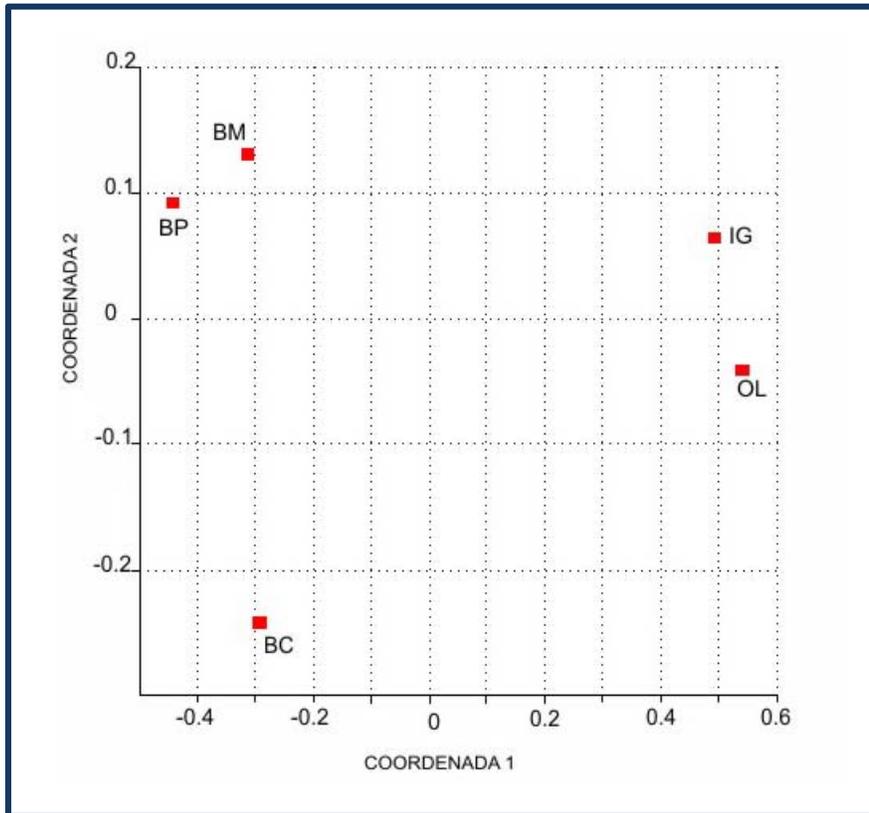


Figura 17.- Distribución de las áreas de estudio en un espacio bidimensional resultante del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) basado en la presencia o ausencia ictiofaunística en cada sistema costero de B.C.S. bajo estudio. Bahía de La Paz (BP) y Bahía Magdalena (BM) se muestran como las áreas más próximas entre sí, con las lagunas de San Ignacio (IG) y Ojo de Liebre (OL) formando otra agrupación. Bahía Concepción (BC) se considera como una localidad aislada más próxima a BP y BM. STRESS = 0.00.

## **DISCUSIÓN**

**L**os esfuerzos encaminados al conocimiento de la ictiofauna marina presente en la costa occidental de la península de Baja California y Golfo de California, pueden ubicarse aún antes de la llegada de los españoles, como lo evidencia el arte rupestre de la península en el que se muestra la importancia de los peces y el conocimiento que de estos tenían sus realizadores, por el gran detalle de algunas de las representaciones pictóricas (De La Cruz Agüero *et al.*, 1997).

La riqueza de peces de esta región también se encuentra aludida en las crónicas, cartas e informes de los misioneros jesuitas: Del Barco, Venegas y Clavijero; durante la época colonial. En la obra de este último, “Historia de la antigua o Baja California” editada por vez primera en el año de 1789 (León Portilla, 1982), se encuentran las primeras referencias acerca de los peces de la Baja California, principalmente aquellos organismos descritos por Lineo.

En los últimos 25 años del siglo XIX, es cuando se realizan la mayor cantidad de las descripciones originales de las especies ícticas de la región y se publican numerosas referencias como resultado de las expediciones llevadas a cabo en el noroeste del país (De La Cruz Agüero *et al.*, 1997). Sin embargo, como ya se ha mencionado, la mayor parte de la información y materiales biológicos obtenidos de esas exploraciones, se encuentran depositados en museos y colecciones del extranjero.

No obstante, que durante todo el siglo XX se continuó con el trabajo ictiológico descriptivo en la región, es hasta las postrimerías de la década de los 70's y durante los siguientes 30 años, que se incrementó el interés por la realización de estudios ictiológicos en la región noroeste de México (De La Cruz Agüero *et al.*, 1997), de los cuales se obtuvo información acerca de la abundancia, distribución y su relación con parámetros ambientales, estructura de la comunidad

y principalmente, cuantificación de la diversidad íctica presente en los distintos sistemas costeros del área (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

En la actualidad, la evaluación de la riqueza de especies es quizá uno de los problemas más urgentes y aún cuando se dispone de una gran cantidad de información, en la mayoría de los casos, ésta resulta insuficiente para generar un diagnóstico preciso (Colin *et al.*, 2006). Para Baja California Sur, como para otras zonas, los resultados de los esfuerzos realizados para conocer la ictiodiversidad presente, se encuentran resguardados, principalmente, en las colecciones científicas de museos especializados, tanto nacionales como extranjeros (De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997). Es a partir de estos registros, además de aquellos de literatura, que se ha podido estimar una biodiversidad ictiológica de B.C.S. de alrededor de 1000 especies, considerando formas pelágicas, de aguas profundas, de la plataforma continental y de fondos blandos y rocosos (De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997; De La Cruz-Agüero, 2002).

### OBTENCIÓN DE DATOS

A partir de la búsqueda y revisión de información publicada de manera arbitrada y de la proveniente de acervos biológicos generados a partir del trabajo realizado desde las expediciones pioneras en las costas del noroeste de México, se logró conformar un inventario actualizado de la ictiofauna costera de B.C.S., la cual ha sido descrita como una de las más ricas y la de mayor importancia pesquera del país (Berdegué, 1956; De La Cruz-Agüero *et al.*, 1997). El establecimiento de criterios de inclusión y consideración específica, permitió a su vez, la definición de puntos de comparación entre las áreas de estudio, tomando en consideración que los peces son organismos con amplias capacidades de dispersión dentro de los sistemas costeros.

Los resultados obtenidos de este análisis, registraron la presencia de un total de 446 especies ícticas en los principales sistemas costeros de B.C.S.

considerados en el presente estudio. Este número es representativo en comparación con otros trabajos realizados en el área, como los de Hubbs (1960) y Walker (1960) quienes registraron cerca de 600 especies ícticas para el Golfo de California, inventario que de acuerdo con el último autor, representa el 85% y 90% de la ictiofauna constituyente del lugar. Allen y Robertson (1994), establecieron haber cubierto en su obra el 90% de la ictiofauna costera del Pacífico oriental, sin embargo no aportaron información sobre el número total de especies consideradas por ellos (Thomson, 1997). Recientemente, Thomson *et al.* (2000) estimaron una riqueza ictiofaunística para el Golfo de California de alrededor de 875 especies, incluyendo formas pelágicas y de aguas profundas; de las cuales, 281 están asociadas a ambientes costeros con fondos rocosos. Por otra parte, Galván-Magaña *et al.* (2000) registraron 723 especies en las principales lagunas costeras de la península y Enríquez-Andrade *et al.* (2005) mencionaron la presencia de 739 especies de peces en el Golfo. En ambos casos, no se hace referencia al establecimiento de algún criterio de inclusión o de categorización (e.g. ecológica, biogeográfica) para las especies; así como tampoco es evidente la revisión sobre la validez taxonómica o nomenclatural de las mismas.

De las bases de datos consultadas y revisadas, se obtuvo una mayor cantidad de registros (no depurados) en el Instituto Scripps de Oceanografía (SIO), con 1,051 registros. Este resultado indudablemente está ligado al interés de esta institución por el Golfo de California y la costa occidental de la península de Baja California, un área influenciada por la corriente de California. En este acervo la mayor representatividad correspondió a Bahía Magdalena seguida por las lagunas de San Ignacio y Ojo de Liebre, en ese orden de importancia.

Respecto al acervo de la Academia de Ciencias de California (CAS), los registros obtenidos no fueron mayores a los mencionados anteriormente, ya que solo se obtuvieron 364 en total. En este caso, el esfuerzo de sus recolectas se centró en la Bahía de La Paz, mientras que para las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio se contó con una menor representatividad.

El museo Smithsonian (USNM), que contiene una de las colecciones ictiológicas más importantes del mundo, albergó comparativamente una menor diversidad de especies provenientes de los sistemas costeros de B.C.S, ya que solo se pudo obtener información correspondiente a 212 registros, los cuales al ser depurados, se redujeron a 120. De estos, la mayor cantidad la presentó Bahía Magdalena (34) y Laguna de San Ignacio fue la de menor representatividad.

Los registros contenidos en el Museo Peabody de la Universidad de Yale (YPM) correspondientes al noroeste de México, provienen de varios lugares de la península de Baja California (e.g. Cabo San Lucas, Isla de San José, Bahía de San Francisquito, San José del Cabo, Isla Carmen e Isla Espíritu Santo). Específicamente, en los sistemas costeros de interés solo se registraron recolectas en Bahía Concepción. Se hace notar que este acervo foráneo es el de menor antigüedad de todos los considerados en el presente trabajo (sus inicios se ubican en la década de 1960).

Los registros obtenidos de la colección del museo del Condado de Los Ángeles (LACM), específicamente para las bahías y lagunas bajo estudio, fueron de 334, donde igualmente se observa que los esfuerzo de recolectas se centran en Bahía Magdalena. En esta colección no cuentan con registros de las Lagunas Ojo de Liebre y de San Ignacio.

De manera general, la ictiofauna de las bahías de La Paz y Magdalena fueron las mejor representadas en estos acervos del extranjero, con una marcada ausencia de registros para las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio. Este hecho pudiera explicarse, como ya ha sido expuesto, en función de las vías de comunicación y navegación, así como del desarrollo socioeconómico de las comunidades circundantes (De La Cruz-Agúero *et al.* 1994, 1996).

En cuanto a la base de datos de la CICIMAR-CI, de los 6,186 registros que alberga actualmente (hasta Agosto del 2007), 2,748 corresponden a especies

presentes en las bahías y lagunas analizadas. Al igual que en los acervos foráneos, la mayor representatividad de especies se encontró en las bahías de La Paz y Magdalena. Por su acervo en general, la CICIMAR-CI es una de las colecciones más importantes del país y una de las más completas dentro del ámbito de la ictiología del Pacífico mexicano, ya que contiene la información relativa a más de 100,000 ejemplares, agrupados en 131 familias, 323 géneros y 562 especies de peces marinos, recolectados en 382 localidades y 433 sitios principalmente de la región del noroeste del país.

Cabe hacer notar para todos los acervos ictiológicos consultados, lo referente a la actualización y certificación de la información contenida en ellos. La carencia, cada vez más pronunciada de expertos en el área taxonómica (e.g. Scheltema, 1996) provoca necesariamente que la información taxonómica y nomenclatural contenida deba de considerarse con sus debidas reservas. Este hecho, considerado como una amenaza para el propio desarrollo de las ciencias biológicas (Nelson, 1987; Whitehead, 1990), propicia muchas veces que la información deba ser verificada y validada en sitio o en su defecto, mediante comunicación con los responsables de las bases de datos. De igual manera, es recomendable la revisión del estatus taxonómico nomenclatorial de las especies para resolver la validez de los registros.

### RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD TAXONÓMICA

La riqueza específica presente en los sistemas costeros bajo estudio, cercana a las 450 especies, es comparable a las zonas costeras y arrecifales de las cuencas del Pacífico y Atlántico, como por ejemplo: Hawaii (306 especies), California (239), norte del Golfo de México (161 especies), Bahamas (323) Islas Revillagigedo (120 especies) e Islas Galápagos (300 especies) (e.g. Thomson *et al.*, 1979; Allen y Robertson, 1994).

Particularmente, de los trabajos ictiofaunísticos realizados en los sistemas

costeros del estado de B.C.S., se tiene que para el complejo lagunar de Laguna Ojo de Liebre, De La Cruz-Agüero *et al.* (1996) registraron la presencia de 59 especies, 50 géneros y 36 familias, una riqueza relativamente menor en comparación a las 68 especies, 60 géneros y 40 familias registradas en el presente trabajo. Esta diferencia en los valores de riqueza específica puede estar relacionada con el esfuerzo y artes de pesca aplicados e incluso con los criterios de inclusión de especies. Otra de las posibles razones de las diferencias observadas pudiera ser la disponibilidad de las fuentes *en línea* (Internet), anterior al año de 1996; ya que los autores mencionan que de la búsqueda realizada en las bases de datos disponibles, solo encontraron información de solo un registro; mientras que en este trabajo, el número de registros encontrados en las bases de datos fue de 74 (depurados por medio de la aplicación de los criterios de inclusión y estatus taxonómico). Aún con la diferencia entre los inventarios realizados, existe concordancia en cuanto a las familias más representativas siendo las familias Scianidae y Gobiidae las de mayor riqueza específica en este complejo lagunar. Galván-Magaña *et al.* (2000) también registraron un menor número de especies: 58, en 50 géneros y 34 familias; y aún cuando utilizaron una mayor cantidad de artes de captura que los utilizados por De La Cruz-Agüero *et al.* (1996), la riqueza registrada fue menor incluso en comparación con el trabajo de los anteriores autores. En este caso también la diferencia se debió a la falta de información obtenida a partir de bases de datos o de fuentes bibliográficas.

Respecto a Laguna de San Ignacio, Danemann y De La Cruz-Agüero (1993) realizaron el primer listado taxonómico para esta laguna, registrando 81 especies, 72 géneros y 48 familias. De igual forma que en el caso anterior, registraron una menor diversidad íctica que en el presente estudio (99 especies, 77 géneros y 48 familias). Se puede observar que el número de familias es igual en ambos inventarios, aunque la diferencia entre el número de especies puede estar fundada sobre la base de que el trabajo fue realizado mediante el análisis de los hábitos alimentarios de siete especies de aves ictiófagas, aún cuando se complementó el inventario con recolectas adicionales de peces (Danemann y De

La Cruz-Agüero, 1993).

Posteriormente, De La Cruz-Agüero y Cota-Gómez (1998) realizaron la actualización del inventario ictiológico de la zona, en la cual incluyeron a 107 especies, 89 géneros, 54 familias y 21 órdenes. En comparación con el presente trabajo la riqueza obtenida fue mayor, debido principalmente a los criterios de inclusión de especies. Galván-Magaña *et al.* (2000) también registraron una menor cantidad de especies en comparación al anterior trabajo citado y al presente.

En el caso de Bahía Magdalena, Castro-Aguirre y Torres-Orozco (1993) reportaron la presencia de 83 especies, 58 géneros, 40 familias y 14 órdenes, caracterizadas como de fondos suaves. Dichos autores mencionan que de acuerdo con la consulta realizada en las colecciones ictiológicas del CICIMAR-IPN e IBUNAM, el componente íctico de este complejo lagunar estaría conformado por un número aproximado de 100 especies. No obstante, De La Cruz-Agüero *et al.* (1994) proporcionaron el primer listado sistemático de las especies ícticas marinas recolectadas en este sistema, superando en más de un 60% al estimado. El elenco estuvo compuesto por 161 especies, 120 géneros y 61 familias. Sin embargo, estos valores resultan aproximadamente la mitad de los aquí registrados (298 especies, 183 géneros, 73 familias y 22 órdenes). Asimismo, la riqueza que se reporta en este estudio coincide con aquella encontrada por Galván-Magaña *et al.* (2000), quienes registraron un total de 302 especies, agrupadas en 193 géneros y 90 familias. La diferencia entre los elencos ícticos se puede atribuir al aumento de las investigaciones ictiológicas desarrolladas desde la década de los 90's en este sistema; y en particular, a los criterios de inclusión aplicados en el presente trabajo.

En relación al litoral del Golfo de California, Bahía Concepción fue el sistema costero con menor número de trabajos publicados sobre sus recursos ícticos. Rodríguez-Romero *et al.* (1992) presentaron el primer inventario ictiofaunístico de este sistema, el cual incluyó un total de 146 especies, 109

géneros y 58 familias. Posteriormente, Rodríguez-Romero *et al.* (1994) actualizaron el inventario del área, adicionando registros de literatura que elevaron así el número de especies conocidas a 212. Para esta, bahía Galván-Magaña *et al.* (2000) registraron 206 especies, 151 géneros y 73 familias.

Tomando en consideración esta información, se determinó que los resultados obtenidos en el presente estudio, se encuentran dentro de los intervalos publicados por dichos autores, ya que se registró un total de 160 especies, 115 géneros y 62 familias. No obstante, de acuerdo a lo asentado en tales trabajos, fue notoria la ausencia de criterios de inclusión bibliográfica, ya que incluyen trabajos catalogados como “literatura gris” (*e.g.* Rodríguez-Romero *et al.* 1994).

Bahía de la Paz, por razones socioeconómicas (*e.g.* población, vías de comunicación, presencia de un gran número de instituciones de investigación, etc.), resultó ser el sistema costero que cuenta con mayor cantidad de estudios realizados sobre sus recursos biológicos. Asimismo, es también el sistema con mayores dimensiones de B.C.S., lo cual pudiera explicar su mayor riqueza ictiofaunística (*e.g.* Sanjit y Bhatt, 2005). En esta bahía se registraron 322 especies, número comparable con aquel registrado por Abitia *et al.* (1994), quienes reportaron 390 especies, repartidas en 250 géneros y 106 familias. También fue evidente que en el elenco presentado por estos autores no se establecieron criterios de inclusión, ya que incluyen especies pelágicas visitantes, de aguas profundas y ambientes someros, por lo que la diferencia entre el número de especies se explica por sí misma. De estas 390 especies, solo 227 fueron producto de recolectas, mientras que las otras 163 fueron citadas con base en registros de literatura o señaladas como provenientes de registros visuales avistadas (*sic*). Balart *et al.* (1995) adicionaron 132 registros de peces para la Bahía de La Paz, elevando así el número a 522 especies nominales conocidas en esa área. Estos autores incluyeron en su lista registros provenientes de observaciones en campos pesqueros y de la identificación de otolitos recuperados

de excretas de lobos marinos; por consiguiente, podrían estar sobreestimando la riqueza de especies. Galván-Magaña *et al.* (2000) registraron en la bahía un total de 384 especies, 249 géneros y 108 familias, sin establecer, como se ha mencionado anteriormente, ningún criterio de inclusión de especies o bibliográfica.

De manera general, se pudo observar que existe variación entre la riqueza estimada en el presente trabajo y la que se había registrado en estudios previos. En los casos en que la riqueza fue mayor a la registrada en trabajos pasados, la diferencia consistió en el hecho de contar con una mayor información referente a las especies presentes en cada una de las zonas estudiadas. En la mayoría de los trabajos previos, los listados presentados constituían los primeros en realizarse en determinada bahía o laguna, por lo que las cifras son un resultado esperado. Por otra parte, en aquellos trabajos con una mayor cantidad de registros de especies, pudiera explicarse por el hecho de que no se aplicó ningún criterio de inclusión, ni de revisión o depuración taxonómica o nomenclatorial en las especies y fuentes de información utilizadas.

Otro factor que se consideró para explicar las diferencias encontradas en los valores de ictiodiversidad, es que éstas se debieron a la diversidad de métodos y de artes de pesca utilizados. Debido a lo anterior, se resalta la importancia de aplicar criterios fundamentados de inclusión-exclusión, tanto específica como bibliográfica. Una de las primeras ventajas de la aplicación de estos criterios, es que facilitan la comparación entre los sistemas costeros bajo estudio, pues permiten homogenizar de cierta forma las diferencias dentro del marco ambiental de los mismos (*e.g.* condiciones oceanográficas, geológicas, área de cobertura, profundidad, etc.). La definición del marco conceptual de los estudios faunísticos, ha sido descrita por Bunkley-Williams (2001), quien ejemplifica los problemas de la indefinición de criterios al conformar elencos ictiofaunísticos (*e.g.* Grana-Raffucci, 1992, 1993). La importancia de establecer dichos criterios de inclusión específica fueron, confirmados en el presente trabajo al eliminarse registros que corresponden a especies que normalmente habitan aguas profundas fuera de la

plataforma continental o que se consideran como especies en tránsito y que se enlistan en otros trabajos bajo ese marco ambiental (e.g. Fitch y Lavenberg, 1968; Potts y Ramsey, 1987).

La inclusión no depurada conlleva al registro erróneo de especies para un área en particular, lo que se puede ejemplificar con el trabajo de Abitia *et al.* (1994), en donde se registró a la especie *Pachynathus capistratus* (Shaw, 1804) de la familia Balistidae, como parte de la comunidad íctica de Bahía de La Paz. No obstante, el pez “ballesta enmascarado” solo se encuentra distribuido al sur de África, al este de Hawaii y en los mares de Japón (Myers, 1991; Froese y Pauly, 2007). Es pertinente aclarar también que para ésta especie, el sinónimo actualmente válido es: *Sufflamen fraenatum* (Latreille 1804).

De igual manera, la inclusión indiscriminada de fuentes bibliográficas representa una problemática, debido a la pertinencia, accesibilidad y validez de la información contenida en los trabajos sin publicar, discutida ampliamente por Collete (1990) quien denomina a este tipo de literatura como “gris”. En el presente trabajo se confirma la necesidad de aplicar criterios de inclusión explícitos, que contribuyan al establecimiento de bases necesarias para caracterizar de una manera más objetiva la ictiocenosis presente en las áreas bajo estudio.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indicaron una mayor riqueza específica para la Bahía de La Paz, ubicando a la Laguna Ojo de Liebre como la de menor riqueza. Esto pudiera estar directamente relacionado con la heterogeneidad ambiental, las propiedades geomorfológicas y dimensiones de las bahías y lagunas costeras consideradas; así como, a factores propios del desarrollo socioeconómico de las áreas adyacentes a estos sistemas (facilidad de acceso, esfuerzo de investigación aplicado, etc).

Aunque se menciona que la información contenida en los museos y colecciones ictiológicas no siempre se mantiene actualizada para todos sus

registros, la revisión de las bases de datos resultó por demás importante para la conformación de los inventarios del presente trabajo. Su revisión y depuración confirmó la relevancia de los listados o elencos sistemáticos y su expresión “refinada” que son las bases de datos de biodiversidad (*sensu* De La Cruz-Agüero *et al.*, 1994). Debido a que proveen en principio, el acceso a la información dispersa o fragmentada sobre la composición de especies de un área determinada (e.g. Laguna Ojo de Liebre y Bahía Concepción), además que permiten evaluar los cambios que pudieran presentarse en tal composición (e.g. Lavoie *et al.* 2007) y servir como base para estudios encaminados al establecimiento de normas de aprovechamiento racional de los recursos naturales (De La Cruz-Agüero *et al.*, 1994; Llorente *et al.* 1999).

Los índices de diversidad tradicionales, presentan cierta dependencia al tamaño de muestra, a la inclusión de especies raras, o están sesgadas hacia la riqueza o la equidad de las especies, lo que dificulta su interpretación (Gotelli y Colwell, 2001; Sanjit y Bhatt, 2005). Es debido a esto, que éste tipo de índices están cayendo en desuso en el campo de la biogeografía y el número de especies ha pasado a ser por tanto, un parámetro comúnmente empleado en la comparación de localidades diferentes, lo que le confiere una mayor importancia en los estudios de biodiversidad y conservación, ya que mediante la aplicación de este “simple” índice y en combinación con otra información, se pueden utilizar como un indicador biogeográfico o como un importante indicador ambiental (Rosenzweig y McCord, 1995; Hammer, 2002; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De igual manera, los índices de diversidad taxonómica que incorporan la riqueza específica, las relaciones taxonómicas y la uniformidad de la comunidad están siendo cada vez más aceptados y utilizados ya que son relativamente insensibles a las disparidades que pudieran presentarse por los diseños de muestreo. Adicionalmente, proveen información más “intuitiva” que los índices convencionales (Izsak y Price, 2001; Anu y Sabu, 2006; Hammer y Harper, 2006).

Dentro de este contexto, los resultados obtenidos mediante la aplicación de los índices de Clarke y Warwick (1998), indicaron que Laguna Ojo de Liebre presentó la mayor diversidad taxonómica ( $\Delta^+/\Lambda^+=3.784$ ) en comparación con el resto de los sistemas estudiados. En cuanto a las bahías localizadas en la costa del Golfo, Bahía de La Paz ( $\Delta^+/\Lambda^+=3.6$ ) y Bahía Concepción ( $\Delta^+/\Lambda^+=3.605$ ) fueron relativamente similares. En tanto que Bahía Magdalena fue el sistema con menor diversidad ( $\Delta^+/\Lambda^+=3.585$ ), considerando ambos litorales.

Sin embargo, estos resultados mostraron valores relativamente similares entre sí, lo que podría indicar que estas áreas poseen un cierto grado de cercanía de complejidad taxonómica o bien, que se trató de un artefacto estadístico. Esta cercanía o similitud entre los valores también fue observada en los resultados obtenidos en estudios comparativos de Anu y Sabu (2006) e Izsak y Price (2001). Estos últimos, mencionan que los valores similares en las comparaciones, son el resultado de una “saturación” del índice debido a la presencia de una gran cantidad de familias y géneros. Aunque el índice de diversidad taxonómica, es eficaz en situaciones donde se cuenta con una cantidad restringida de taxa superiores (e.g. órdenes) e incorpora un marco estadístico independiente del tamaño de la muestra y su distribución (Clarke y Warwick, 2001), al centrarse en las correlaciones existentes entre familias, géneros y especies, puede esperarse como en el presente trabajo, la obtención de valores de diversidad relativamente similares.

Con respecto a los resultados obtenidos, se observó que existe una tendencia ambivalente para los sistemas costeros de B.C.S.: los valores se incrementan de  $\Delta^+/\Lambda^+$  de 3.585 a 3.784 en la costa occidental conforme los sistemas se situaban a latitudes más lejanas al trópico; de igual manera, se pudo observar esta tendencia en el Golfo de California (lcuyos valores de  $\Delta^+/\Lambda^+$  aumentaron de 3.6 a 3.605).

Este incremento o decremento de los valores de diversidad taxonómica

podría indicar cambios en la estructura taxonómica entre los sistemas, lo cual puede ser atribuido a diferentes causas. Sosa-López *et al.* (2005) mencionan que algunos factores ambientales pueden actuar como “filtros”, seleccionando la presencia de especies filogenéticamente relacionadas. Así, la pérdida de la heterogeneidad local en términos de hábitat y recursos, limita el número de nichos disponibles y de este modo un decremento de la diversidad. Contrariamente, mayor disponibilidad de recursos y de hábitats se espera que influya en el incremento de la diversidad taxonómica de las comunidades.

De acuerdo con el análisis de los resultados, los cambios observados en la diversidad taxonómica entre los sistemas costeros estudiados, podrían explicarse por al menos tres factores principales: (1) efectos histórico-geológicos, (2) efectos ambientales, (3) efectos antropogénicos y metodológicos:

(1) Brown y Lomolino (1998) y Heino (2001), mencionan que típicamente las regiones difieren entre una y otra en cuanto a su composición específica, variabilidad taxonómica y composición funcional, como resultado de efectos históricos y contrastes climáticos. Ésto indicaría que, históricamente, el océano Pacífico por ser más antiguo que el Golfo de California, tendría que registrar una mayor heterogeneidad taxonómica, coexistiendo de esta forma especies de diversos linajes. Por el contrario, en el Golfo se registrarían especies más cercanamente emparentadas. Aún cuando los resultados coinciden en cierta forma con dichas hipótesis, no se puede establecer en qué medida este factor está determinando el que en Laguna Ojo de Liebre se presente un índice relativamente mayor de diversidad taxonómica.

(2) Sosa-López *et al.* (2005) establecen que un incremento significativo tanto en la temperatura del agua, como en la salinidad y profundidad de los sistemas, estaría condicionando la presencia o ausencia de especies más cercanas taxonómicamente hablando. Cognetti *et al.* (2006) también mencionan que la temperatura es considerada como el factor más importante que condiciona

la distribución de los organismos que viven por encima de la termoclina, por lo que ésta desempeña un papel fundamental en la franja costera, además de que las zonas térmicas son modificadas por las corrientes oceánicas. Particularmente en este estudio, se esperaría encontrar una mayor diversidad taxonómica en Bahía Magdalena y Bahía de La Paz e incluso en Bahía Concepción, ya que en estos sistemas se registran temperaturas más altas que en los demás sistemas costeros, cuyos valores oscilan entre los 18° a 23°C en Magdalena, 14° a 26° en La Paz y de 16° a 29°C en Concepción. En cuanto a Ojo de Liebre y San Ignacio se registran temperaturas por debajo de los 22°C.

Con respecto a la salinidad, el Golfo de California presenta niveles más altos en comparación al Pacífico, sin embargo, en Ojo de Liebre y San Ignacio se han llegado a registrar salinidades de 37 ‰ a causa de las mareas y de la influencia de las corrientes (Contreras, 1985). De igual manera, en Bahía Concepción y Bahía de La Paz, también se registran salinidades similares que alcanzan valores mayores a los 37 ‰; de tal manera que los cinco sistemas presentan semejanzas en las condiciones de salinidad, por lo que este factor no es determinístico para explicar la variación de la diversidad taxonómica en este estudio.

Por otra parte, Raz-Guzmán y Huidobro (2002) mencionan que una mayor diversidad está directamente relacionada con el tamaño del sistema, por lo que los resultados obtenidos en este trabajo tampoco concuerdan con dicha afirmación, ya que Ojo de Liebre y San Ignacio al ser los sistemas más pequeños lo cual estaría limitando la distribución de especies y, en consecuencia, se esperaría un menor valor de diversidad taxonómica. El tamaño del medio físico también reflejaría la heterogeneidad ambiental, la cual sería mayor en los sistemas más grandes (Bahías de Magdalena y La Paz); sin embargo, tanto en ambas costas como en los cinco sistemas estudiados, se pueden encontrar una gran cantidad de hábitats (e. g. playas de arena, bajos lodosos, manglares, marismas, zonas rocosas). Castro-Aguirre *et al.* (1995) mencionan que existen semejanzas entre los dos

litorales, tanto medioambientales como de hábitat.

(3) Otro factor que pudiera explicar en cierta forma la diferencia entre los valores del índice de diversidad taxonómica, es el antropogénico. Al respecto, Sosa-López *et al.* (2005) mencionan que un decremento en la diversidad taxonómica implica que la similitud ecológica neta entre especies e individuos dentro de asociaciones locales se incrementa, por lo que durante una perturbación ecológica, la similitud ecológica neta en una comunidad es más grande y el nivel de respuestas ecológicas es más bajo. Lo anterior también fue observado por Anu y Sabu (2006), quienes mencionan que normalmente en los ambientes perturbados tienden a registrarse más relaciones entre especies filogenéticamente cercanas, con similares requerimientos de hábitat y recursos, lo cual se manifiesta en un decremento en los valores de  $\Delta^+$  y  $\Lambda^+$ . Con base en lo anterior y en lo que se conoce, se puede establecer que las lagunas Ojo de Liebre y de San Ignacio son los sistemas costeros menos perturbados, lo cual podría ser un factor importante en el incremento en los valores de  $\Delta^+$  y  $\Lambda^+$ .

Lo anterior podría traducirse en términos de que en estos sistemas se presentan una mayor disponibilidad de recursos y diversidad de hábitats, lo que incrementa la coexistencia de especies no emparentadas, con diferentes requerimientos ecológicos. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Enríquez-Andrade *et al.* (2005), quienes detectaron un incremento en el índice de presión antropogénica en Bahía de La Paz y Magdalena, considerándose por lo tanto, que estos dos cuerpos costeros son los más perturbados de B.C.S. ya que son áreas dentro de las cuales se desarrollan una gran cantidad de actividades humanas propias del desarrollo socioeconómico en las regiones adyacentes a los sistemas (e.g. pesca, turismo, acuacultura, etc.).

De acuerdo a Olden *et al.* (2004), la homogenización taxonómica observada localmente, induce a una simplificación de la red trófica, ya que especies relacionadas taxonómicamente por lo general utilizan recursos similares. Por

consiguiente, tanto en Ojo de Liebre como en San Ignacio, al registrarse una asociación específica con mayor heterogeneidad taxonómica, en donde la similitud ecológica decrece, se esperaría que presentaran un nivel de complejidad mayor en la red trófica.

No obstante que desde el punto de vista de Magurran (2003) y Warwick y Clarke (2001), quienes establecen que los índices de  $\Delta^+$  y  $\Lambda^+$  son de gran utilidad en los análisis de diversidad al presentar “atractivas” propiedades, tales como la independencia de datos cuantitativos y del diseño muestral; en el presente trabajo los resultados indican que el concepto *riqueza de especies* (e.g. número de especies), proporciona una mejor información relacionada con la biodiversidad de las áreas, que aquella obtenida de la aplicación del concepto *diversidad de especies* (e.g. diversidad taxonómica).

### ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

La regionalización se refiere al establecimiento de unidades geográficas temáticas, cuya relación clave se establece entre el paisaje y la geografía, como un sistema donde las regiones se conforman como un patrón natural establecido por el terreno (Luccarelli, 1995). Un ejemplo de regionalización en biología es la biogeográfica, en donde las provincias bióticas representan las unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que concentran altos niveles de especies endémicas y con una fisiografía, clima, suelo y vegetación similares (Brown y Gibson, 1983). Uno de los principales objetivos de realizar ejercicios de regionalización y provincialización, es el establecimiento de bases que permitan una planeación de los esfuerzos de manejo y conservación (Olivieri *et al.*, 1995).

Para la República Mexicana se han propuesto diferentes tipos de regionalización o clasificación de los hábitats marinos, entre los que se incluye la delimitación de siete regiones costeras en función de las características ambientales generales, sus principales recursos y los usos costeros (Merino,

1987). Pedroche *et al.* (1993) delimitaron cinco grandes regiones con base en la distribución de especies de algas marinas. Por otra parte, también se han clasificado los ambientes del Golfo de México y el mar Caribe, empleando como criterio principal la profundidad, la cual permitió distinguir asociaciones faunísticas de ostrácodos (Machain-Castillo y Gío-Argáez, 1993; Arriaga *et al.*, 1998). Respecto a la regionalización geográfica basada en la distribución de los peces marinos, ha sido posible delimitar amplias zonas, las cuales pueden mostrar relaciones de continuidad o discontinuidad según sea el caso (Castro-Aguirre, 1978).

Son pocos los autores que se han dedicado al estudio de la ictiogeografía marina, y entre ellos se ha generado un debate considerable, con respecto a los límites biogeográficos establecidos en el noroeste del país (véase Antecedentes). En este sentido, Walker (1960) propuso cuatro áreas faunísticas en el Golfo de California, con base en el registro de 526 especies de aguas someras, estableciendo que el 73% de dichas especies eran de afinidad panámica (tropicales), 10% norteñas o templadas y el 17% son endémicas del Golfo. Esto lo llevó a postular que el Golfo de California formaba parte de la Provincia Panámica, punto de vista compartido por Thomson *et al.* (1979).

Briggs (1974) sin embargo, consideró al Golfo de California como una localidad biogeográfica perteneciente a la región templado-calida de California, cuyas características particulares han dado lugar a la formación de conjuntos ictiofaunísticos muy singulares, tanto en su origen como en su composición específica. Este autor propuso además que la ictiofauna de la plataforma continental (nerítica) debería incluirse en una provincia distintiva y aparte, tanto de la de San Diego, como de la Mexicana y Panámica (Castro-Aguirre *et al.*, 1995). De ahí que para el Golfo de California, se propuso el nombre de Provincia de Cortés (dentro de su región de California), equivalente a la Sinuscaliforniana de Castro-Aguirre (1983).

En cuanto a la costa occidental de B.C.S., debido a las características oceanográficas que presenta, su historia geológica, la configuración morfológica costera y la amplia variedad de hábitats marinos, se le ha considerado como un sistema muy particular en donde existen áreas faunísticas discontinuas o intermedias entre zonas frías de surgencias y zonas de bahías y esteros de aguas cálidas, lo que ocasiona una mezcla de especies de diferente afinidad: templado, subtropical y tropical (Hubbs, 1960; Torres-Orozco y Castro-Aguirre, 1992).

De manera general, la comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se observa que tanto en las lagunas y bahías pertenecientes a las provincias de San Diego y de Cortés (*sensu* Briggs), se registró una mayor cantidad de especies de amplia distribución (*e.g.* especies cuya distribución incluye dos o más categorías de afinidad zoogeográfica), contrastando con los esquemas anteriores que registraron más especies tropicales o de estirpe panámica.

En cuanto a la comparación de las afinidades entre ambos litorales, se pudo observar que no existen diferencias importantes, ya que los valores resultaron muy similares (*e.g.* 19 especies subtropicales en la Provincia de Cortes contra 18 de la misma categoría registradas en la de San Diego; 63 especies templado-cálidas contra 69 y cuatro templado-frías contra seis especies en la Provincia Sandieguina). Esto confirma lo observado por Castro-Aguirre y Balart (1996), en relación a que prevalece una gran similitud entre las masas de agua del Golfo y el océano adjunto. Aún cuando Galván-Magaña *et al.* (2000) mencionan las diferentes características topográficas e hidrológicas (temperaturas y salinidades) que se presentan entre las cuencas, se conoce que éstas no se extienden más allá de los 200 m de profundidad. Por lo que las especies presentes en cada una de las cuencas tienden a presentar patrones de distribución semejantes.

Particularmente, sobre la ictiofauna registrada en Laguna Ojo de Liebre, se observó que la mayoría de las especies se categorizan como templado-cálidas (32

especies), lo cual difiere con lo establecido por De La Cruz-Agüero *et al.* (1996), quienes mencionan que dentro de este sistema se registra un mayor porcentaje (46%) de especies templado-frías. Asimismo, también se registró en el presente estudio, un mayor número de especies con amplia distribución en el POT en comparación al 20% registrado por dichos autores. Esta diferencia pudiera sugerir movimientos recientes de algunas especies en dirección sur-norte, como en el caso de *Seriola peruana* Steindachner 1981 y *Lutjanus inermis* (Peters 1869) (Tavera *et al.*, 2005; Tavera y De La Cruz Agüero, 2006) o simplemente que se debiera a la existencia de mayor y mejor información ictiológica disponible a la fecha.

Para Laguna de San Ignacio, Danemann y De La Cruz-Agüero (1993) registraron 39 especies templadas (“norteñas”), un registro similar al obtenido en el presente trabajo conformado por 38 especies; sin embargo, dichos autores no consideran las categorías de especies templado-cálidas o templado-frías. En cuanto a las especies tropicales, el presente trabajo registra un número menor (11 especies) ya que Danemann y De La Cruz-Agüero (1993) registraron 31 especies tropicales (“sureñas”). Asimismo, dichos autores, registraron un menor número de especies de amplia distribución (ocho especies) siendo esta categoría, en el presente trabajo, la de mayor presencia en la laguna con 45 especies. Por otro lado, De La Cruz- Agüero y Cota-Gómez (1998) actualizaron el inventario ictiológico de la laguna, con lo cual se adicionaron 26 especies más a la ictiofauna conocida de esta laguna; de este conjunto, 10 especies son templadas y 16 de amplia distribución dentro del POT.

Para Bahía Magdalena, el mayor porcentaje de especies registradas corresponde a aquellas de afinidad templado-cálida (Provincia de San Diego). Al respecto, Castro-Aguirre y Torres-Orozco (1993) estimaron que de un total de 83 especies entre el 65-75% correspondía a formas de origen tropical y el resto está conformado por especies de origen templado e incluso boreal, lo cual concuerda también con lo registrado por Gutiérrez-Sánchez (1997), quien de 75 especies que

registra, menciona que el 49% son de la provincia Panámica y el 25% de la Californiana (*sic*). Por otra parte, Galván-Magaña *et al.* (2000) indican que de 302 especies que reportan, el 50% pertenecen a la Provincia Panámica y el 30% a la Californiana (*sic*). En este contexto, Moreno-Sánchez (2004) registra un porcentaje mayor de especies de afinidad tropical (60% de un total de 58 especies), el 17.2% son de amplia distribución, 15.5% pertenecen a la Provincia Californiana (*sic*) y el 1.7% a la Provincia Mexicana.

En comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que, al igual como ocurrió con los sistemas costeros antes referidos, se registra un mayor porcentaje de especies de amplia distribución (52%), mientras que solo el 18% corresponde a los organismos de afinidad tropical. Es de hacer notar que Gutiérrez-Sánchez (1997), Galván-Magaña *et al.* (2000) y Moreno-Sánchez (2004) reflejan, confusión o tergiversación del esquema de regionalización propuesto por Briggs (1974), ya que de manera incorrecta nombran como provincia a una región (la de California) y omiten en los dos primeros casos a la Provincia Mexicana; y en todos ellos, se omitió a la Provincia de San Diego. De ahí que sus resultados no sean del todo comparables con el presente trabajo.

En Bahía Concepción, Rodríguez-Romero *et al.* (1994) establecen que el 93% de las 59 especies que registraron, son elementos de afinidad panámica y californiana (*sic*); sin embargo, no establecen que porcentaje corresponde a cada una de éstas regiones y mencionan que dichas especies poseen una amplia área de distribución (*sic*), mencionan además que el 7% restante pertenece a especies de distribución restringida (*sic*). Esta interpretación *sui generis* imposibilita cualquier comparación. De manera similar, Galvan-Magaña *et al.* (2000) registran para Bahía Concepción un alto porcentaje de especies de origen panámico (50%) y en menor medida de formas californianas (*sic*) (12%). En contraste, en el presente estudio, solo el 19% de las especies registradas en B.C.S. corresponde a organismos de afinidad tropical, ya que el mayor porcentaje correspondió a las

especies con amplia distribución en el POT (52%).

Para la Bahía de La Paz, diversos autores coinciden en que uno de los principales componentes de este conjunto ictiofaunístico corresponde a organismos de la Provincia Panámica; tal y como lo estimaron Galván-Magaña *et al.* (2000), quienes registran un porcentaje mayor al 40% de especies de afinidad tropical, mientras que solo registran un 12% de 384 especies para la Provincia Californiana (*sic*). Sin embargo, Balart *et al.* (1995) mencionan que es posible ubicar a la ictiofauna nerítica de esta bahía dentro de las tres provincias biogeográficas propuestas: la Panámica, la Mexicana y la Californiana (*sic*), esto concuerda parcialmente con los resultados obtenidos en el presente, en donde se pudo observar un mayor porcentaje de especies de amplia distribución (54%), en comparación a las especies de afinidad tropical (22%).

Tomando en consideración los resultados anteriores, se puede observar que en los sistemas costeros objeto de estudio, se registra una mayor presencia de especies de amplia distribución en el POT, lo cual pudiera deberse a la elevada capacidad de dispersión y adaptación que presentan las especies ícticas, de las cuales la mayoría de ellas pueden tolerar las fluctuaciones de temperatura, además de que la gran variedad de hábitats que se presentan en los sistemas costeros permiten que los organismos encuentren los recursos necesarios y las condiciones apropiadas para alimentarse, desarrollarse y reproducirse (Álvarez *et al.*, 1986; Thomson *et al.*, 1979; Fischer *et al.*, 1995; Amezcua-Linares, 1996).

Es posible que debido a la abundante presencia de especies eurícoras, el establecimiento de límites exactos entre las regiones y provincias pueda ser ambiguo, lo cual no sucede con aquellas formas estenohalinas y estenotermas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Esto concuerda en cierta medida con lo establecido por Hubbs (1960) y corroborado por De La Cruz Agüero *et al.* (1994; 1996), quienes establecen la existencia de áreas faunísticas discontinuas para la costa occidental de B.C.S., señalando que prevalece la presencia y mezcla de especies

templado-frías en zonas de surgencias y templado-cálidas y tropicales en bahías y esteros, lo cual origina un área faunística intermedia y compleja. Este fenómeno de mezcla íctica también fue observado por autores como Danemann y De La Cruz-Agüero (1993) que, al igual que Hubbs (1960), se contraponen a la idea de límites puntuales para las provincias y regiones establecidas por Briggs (1974). Este último autor estableció a Bahía Magdalena (24° N) como el límite zoogeográfico en la costa occidental de la Península, situada entre las regiones de California y del Pacífico oriental y con sus provincias de San Diego y Mexicana, respectivamente.

Aquellos límites, que ahora se observan arbitrarios y basados en apreciaciones subjetivas, fueron originados por la falta de información ictiofaunística de ese entonces. Ahora se confirma que los sistemas costeros aquí tratados constituyen áreas de transición y mezcla de elementos ictícos de diversa afinidad biogeográfica.

Por otra parte, Hubbs (1974), Rosenblatt (1974) y Thomson *et al.* (2000), también encontraron algunas incongruencias en la propuesta de regionalización de Briggs (1974), mencionando que muchas de las zonas de distribución son influenciadas por los sistemas de corrientes, las cuales no son consideradas en dicho esquema. Otra discrepancia señalada es que algunos elementos del sistema jerárquico de las áreas propuestas no están claramente establecidas, como en el caso de la Provincia de San Diego (región de California), que limita en Punta Concepción con la región de Oregón, además de la asociación entre la Provincia Sandieguina y la Provincia de Cortés (ambas en la región de California).

Con respecto a la regionalización del Golfo de California, Briggs (1974) definió a su ictiofauna como de afinidad templado-cálida, distintiva y con elementos peculiares, tanto en su origen como en su composición, considerándola en su conjunto como una localidad aislada. Castro-Aguirre (1983) sigue parcialmente este criterio, sin embargo, reconoce la existencia de por lo menos

tres áreas diferentes dentro del Golfo, a partir de lo cual propone denominar a esta provincia como Sinus-californiana. Otros autores (e.g. Walker, 1960; Thomson *et al.*, 1979; Balart *et al.*, 1995) también han identificado la presencia de diferentes zonas ictiofaunísticas dentro del Golfo de California.

De manera general, los análisis multifactoriales y el uso de medidas de similitud proveen una mejor resolución de las áreas biogeográficas, en grupos como los peces marinos de ambientes costeros (Thomson y Gilligan, 2005). La aplicación de este tipo de análisis ha sido utilizada por diversos autores para verificar o identificar regiones y afinidades biogeográficas en diferentes lugares (e.g. Kemp, 1998; Lancellotti y Vasquez, 2000; Ojeda *et al.*, 2000; Almada *et al.*, 2001; Balleza *et al.*, 2005) por lo que son de gran importancia y utilidad es este tipo de estudios. Con respecto a los resultados obtenidos de dichos análisis multifactoriales, estos no coinciden con la propuesta de Briggs (1974), ya que de acuerdo con su regionalización se esperaría que Bahía Concepción y Bahía de La Paz tuvieran un mayor grado de afinidad y que se encontraran mas próximas, bajo el supuesto de que pertenecen a la misma región zoogeográfica (California) y se encuentran en la misma provincia (de Cortés). Los esquemas multifactoriales resultantes mostraron una alta congruencia entre si, pero no concuerdan con el esquema presentado por Galván-Magaña *et al.* (2000), quienes identifican solo dos grupos, uno de ellos también formado por las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio; en tanto que el segundo grupo arroja una mayor similitud entre Bahía Concepción y La Paz, separando a Bahía Magdalena como un sistema aislado e intermedio. Se considera que la falta de criterios definidos sobre la inclusión de especies (e.g. ecológicos, biogeográficos), la interpretación errónea del esquema de Briggs (1974) y la herramienta estadística utilizada (UPGMA + distancias euclidianas) limitan el alcance de las conclusiones de los autores (Hammer, 2002; Faith *et al.*, 1987; Krasnov *et al.* 2005).

Así, los resultados que se presentan sobre la riqueza y afinidad de las especies, al menos para las áreas analizadas, arrojan un esquema de afinidad

ictiofaunística entre la porción centro-sur occidental del Golfo de California y la bahía de Magdalena, separadas por un hiato que conforma la región del Cabo, habitada por una ictiofauna con características y propiedades particulares (e.g. de naturaleza insular; Thomson *et al.*, 1979) y con los cuerpos costeros de la zona Pacífico norte, formando una entidad distinta.

Con base en la historia geológica y climatológica de la región, así como en las teorías de centros de origen-dispersión y vicarianza, es posible hipotetizar el origen de los patrones de afinidad zoogeográfica encontrados. Al respecto, se han propuesto diversas hipótesis para explicar el origen y evolución de la ictiofauna del noroeste de México, particularmente del Golfo de California y más recientemente del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas y de la Laguna de San Ignacio (e.g. Hubbs, 1960a; Walker, 1960; Rosenblatt, 1967; Castro-Aguirre y Torres-Orozco, 1993; Castro Aguirre, *et al.*, 1995; Castro-Aguirre y Balart, 1996; De La Cruz-Agüero, 2000). Estas hipótesis se pueden resumir en las siguientes (modificadas de De La Cruz-Agüero, 2000):

1. Transgresión de especies de afinidad templada por eventos de inmersión isotérmica (*submergencia isotérmica*).
2. Fenómenos de especiación con selección de genotipos similares en el Alto Golfo y costa occidental de la península a partir de especies de estirpe tropical (*especiación alopátrida*).
3. Transporte de especies continentales durante el proceso tectónico formativo de la península de Baja California y Golfo de California (*transporte del terciario*).
4. Desplazamientos pleistocénicos hacia el sur de ictiofauna con afinidad templada, desde las provincias Oregoniana y de San Diego durante el Pleistoceno (*relictos glaciares pleistocénicos*); o hacia el norte de ictiofauna con afinidad tropical, del Golfo de California y POT (*relictos interglaciares pleistocénicos*).

5. Desplazamientos recientes de tipo norte-sur-norte condicionados por fenómenos de oscilación climática (e.g. El Niño–La Niña), que propician flujos genéticos esporádicos (*especies inmigrantes del reciente*).

#### 1.- *Submergencia isotérmica*

Para los sistemas costeros de B.C.S., los fenómenos de *submergencia isotérmica*, documentada por ejemplo en la región de California para *Sebastes* spp., entre el área de la Bahía de Monterey en California y las zonas de surgencias del estado de Baja California (Hubbs, 1960), no parecen explicar la presencia de especies templado-cálidas con distribución discontinua entre los sistemas costeros de la costa occidental y Golfo de California, tales como: *Anisotremus davidsoni*, *Atherinops affinis*, *Exesper asper*, *Hypsopsetta guttulata*, *Ilypnus gilberti*, *Ophidion scrippsae*, *Scorpaena guttata*, *Paralichthys californicus* y *Pleuronichthys verticalis*, debido a la distribución en ambientes someros de la mayoría de estas especies, la distancia y las barreras batimétricas y térmicas implicadas entre ambos litorales.

#### 2.- *Especiación alopátrida*

Los fenómenos de *especiación alopátrida* en poblaciones discontinuas de peces marinos, son difíciles de interpretar bajo el concepto biológico de especie (e.g. Rosenblatt, 1967). Sólo se podría confirmar mediante experimentos de hibridación, por ejemplo, si esta diferenciación morfológica está correlacionada con el aislamiento genético y el grado de reversión o con la integridad genética de dicha variación morfológica. Por otra parte, en aquellas poblaciones localizadas a lo largo de un gradiente latitudinal y sin un intercambio genético, se presentan frecuencias genéticas diferenciales de una manera más o menos azarosa (\*García Rodríguez, com. pers.), las cuales responden únicamente a condiciones locales, es decir, sin el desarrollo de clinales en caracteres merísticos y morfométricos.

---

\*Dr. F.J. García Rodríguez. CICIMAR-IPN. Septiembre del 2007.

Así, el aislamiento y el tiempo favorecen una estructura poblacional fragmentada y por consiguiente la evolución de nuevas especies por selección o deriva genética (Rosenblatt, 1963; Myers, 1997). En el presente caso, no obstante que las especies discontinuas de la costa occidental de Baja California y el Golfo de California no presentan diferencias haplotípicas entre ellas (Rosenblatt, 1967), ni evidencias que indiquen fenómenos de especiación alopátrida de tipo vicariante (excepción hecha de la subespecie *E. asper earli*, ver Hubbs, 1952). Una hipótesis de selección sobre los mismos genotipos no se podría sustentar debido a las diferencias mínimas o significativas del régimen climático y oceanográfico que pudieran presentarse entre ambos litorales.

### **3.- Transporte de especies**

Estos fenómenos antes mencionados, aunados a las barreras batimétricas, térmicas, topográficas y oceanográficas señaladas por Hubbs (1960) y Castro-Aguirre y Torres-Orozco (1993) entre el Golfo de California y la costa occidental de la península (las cuales propician el aislamiento de sus elencos ictiofaunísticos), indican que la interrupción del flujo genético a niveles significativos entre las poblaciones ha ocurrido recientemente (Pleistoceno-Reciente), por lo que se descarta la propuesta de una separación vicariante durante el Mioceno-Plioceno (*transporte del Terciario*).

### **4.- Desplazamientos pleistocénicos**

La evidencia geológica presentada sobre la formación y origen de la región y las oscilaciones climáticas documentadas en la misma durante los últimos 10 mil años, la magnitud del descenso térmico pleistocénico de entre 4° y 6°C respecto del régimen actual (Emiliani, 1961), el endemismo concentrado en especies de estirpe tropical dentro del Golfo de California; así como la presencia de elementos indopacíficos en la zona del Cabo, no resultan compatibles con la propuesta de un enfriamiento pleistocénico extenso del noroeste de México y por consiguiente, de la circunvalación del sur de la península por elementos norteros y su confinamiento posterior en el Alto Golfo de California (e.g. Hubbs, 1960; Walker,

1960). Debido a esto, también se descarta un intercambio y colonización de *relictos pleistocénicos: glaciares e interglaciares*, entre los sistemas costeros de ambos litorales.

##### 5.- *Desplazamientos recientes*

La revisión del desarrollo geológico y tectónico del noroeste de México, el endemismo reducido y concentrado en especies típicas de los litorales rocosos en el Golfo de California (*e.g.* Chaenopsidae, Tripterygiidae, Opistognathidae), la evidencia genética actual de las especies con distribución discontinua y el prácticamente nulo endemismo en la costa occidental; soportan la propuesta de un origen Holocénico-Reciente de los patrones de afinidad zoogeográfica por inmigración de las áreas adyacentes (*especies inmigrantes del Reciente*). Dicho fenómeno de inmigración, pudo presentarse por medio de una colonización meroplanctónica, con fenómenos de selección de aquellas especies adaptadas a los regímenes de los sistemas costeros y por el contacto entre las aguas adyacentes a la península a través de canales interpeninsulares pleistocénicos de comunicación Pacífico-Golfo de California (Beal, 1948; citado en Walker, 1960; Hubbs, 1960; Rosenblatt, 1967; Padilla *et al.* 1991; Castro-Aguirre y Torres Orozco, 1993; Lindell *et al.*, 2006). Por sus características topográficas y geomorfológicas, los llanos de La Paz (24°N), de Vizcaíno o del Berrendo (27°-28°N) y el de San Pedro (28°30'N); pudieran representar dentro de la geografía actual, relictos de estos paleocanales. Dichos paleocanales también han sido postulados por otros autores (*e.g.* Grismer, 2000; Riddle *et al.*, 2000; Riginos, 2005) para atribuir a estos el origen de diversos grupos zoológicos del norte y sur de Baja California. De manera particular, esta podría ser una explicación para la cercana afinidad encontrada en el presente trabajo, entre las ictiofaunas de las bahías Magdalena y La Paz.

Otro proceso a considerar dentro de la distribución de la ictiofauna analizada, es el alto potencial que presentan aquellas especies con estadios larvarios planctónicos prolongados, las cuales pueden traspasar las barreras

biogeográficas y por ende extender su ámbito de distribución colonizando así zonas inaccesibles para los estadios adultos. Sin embargo, aún cuando los fenómenos de inmigración son importantes, para este propósito el proceso clave es el establecimiento de poblaciones con distribución primaria (*sensu* Rosenblatt, 1967), el cual a su vez está condicionado por factores ecológicos. De esta forma, el origen de la fauna y sus patrones zoogeográficos de cualquier área, es el resultado de un proceso de especiación (a escala de tiempo evolutivo), de la colonización (a escala de tiempo ecológico) y de fenómenos de extirpación y extinción de las especies (Myers, 1997).

Aunque los mecanismos predominantes que propician la diferenciación no son claros (Riginos y Nachman, 2001), los factores que se pueden señalar en el medio marino, ya sea en actuación individual o sinérgicamente, son: la habilidad de dispersión (Waples, 1987; Duffy, 1993; Doherty *et al.*, 1995), adaptación local (Schmidt y Rand, 1999), corrientes oceanográficas (Shulman y Bermingham, 1995; Rocha-Olivares y Vetter, 1999; Stepien, 1999), discontinuidad del hábitat (Winans, 1980; Burton y Feldman, 1981; Bell *et al.*, 1982; Stepien y Rosenblatt, 1991; Doherty *et al.*, 1995; Johnson y Black, 1995), aislamiento por distancia (Hellberg, 1996) y fenómenos de vicarianza (Avice, 1992; McMillan y Palumbi, 1995).

En este sentido, el grado de endemismo en los sistemas marinos puede ser indicativo de la importancia de las barreras biogeográficas. Comparativamente, el endemismo del Golfo de California es menor al de otras áreas del océano Pacífico oriental (por ejemplo, Islas Galápagos; ver Allen y Robertson, 1994). Alrededor de una quinta parte del total de las especies, incluyendo cuatro géneros monotípicos, es endémica del Golfo (Walker, 1960) y la mayor parte de ellas están concentradas en grupos característicos de zonas rocosas, territorialistas y de poca vagilidad (Thomson *et al.*, 2000). Por el contrario, en las lagunas de la costa oeste de Baja California prácticamente no existen especies endémicas. Aunque sin la evidencia completa respecto a la biología larvaria de los peces de las provincias

de San Diego y Cortés (*sensu* Briggs, 1974) y de la dinámica poblacional de la ictiofauna de la región, se podría esperar que las especies compartidas entre los sistemas costeros de ambos litorales, presentaran periodos larvarios prolongados o estadios adultos pelágicos. Sin embargo, en el presente inventario se encuentran algunas especies que no presentan una o ambas de estas condiciones biológicas para considerarlas colonizadoras meroplanctónicas potenciales.

La información disponible mostrada hasta el momento, permitió establecer el modelo de *inmigración del Reciente*, como una explicación de los patrones biogeográficos resultantes de la ictiofauna de los principales sistemas costeros de B.C.S. Sin embargo, aún persiste la necesidad de realizar estudios morfométricos de las especies alopátridas del noroeste de México, de su diferenciación genética, de la distribución y dispersión ictioplanctónica, así como del estudio de los paleoambientes de la península de Baja California. Todo esto permitirá perfeccionar la conceptualización sobre el origen de esta ictiofauna y sus relaciones biogeográficas.

## ESQUEMAS DE CONSERVACIÓN

El marco de referencia para la conservación de las regiones marinas de México fue establecido a finales de la década de 1990 por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Estas áreas costeras, de acuerdo a su definición (ver Arriaga *et al.*, 1998), poseen atributos biológicos que las distinguen y califican como prioritarias para su conservación, uso y manejo sustentable.

Sin embargo, la definición de estas regiones de acuerdo a paneles de expertos, se hizo con un significado más cartográfico que biogeográfico, teniendo como premisa la falta de información y la necesidad de la generación de ésta, para la conservación actual o potencial de sus recursos. Particularmente, se considera a las lagunas Ojo de Liebre y de San Ignacio y a Bahía Magdalena dentro de la

provincia denominada *Californiana* (Arriaga *et al.*, 1998). Las bahías de La Paz y Concepción fueron ubicadas en la Provincia *del Golfo de California*. Esta regionalización es similar a la de Briggs (1974), sin embargo, en el esquema no se presentan regiones sino solamente provincias.

En cuanto a la categorización, todos los sistemas costeros objeto del presente estudio fueron consideradas por Arriaga *et al.* (1998), como áreas de alta biodiversidad, entendiéndose por ésta, a la diversidad de organismos vivos de cualquier ecosistema marino, acuático costeros y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto coincide con lo expresado por Enríquez-Andrade *et al.* (2005) quien también considera a los cinco sistemas costeros estudiados en el presente, como áreas biológicamente importantes de la región del Golfo de California (sic).

De las áreas prioritarias consideradas por el uso de sectores, el cual se refiere a las zonas en donde se realizan diferentes actividades de explotación de recursos como: pesquerías, acuacultura, turismo, uso industrial y urbano, fueron consideradas solo las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio y las bahías de Magdalena y Concepción, excluyendo a la Bahía de La Paz dentro de esta categoría. Sin embargo, Enríquez-Andrade *et al.* (2005), consideran a este último sistema como uno de los que presentan una alta presión antropogénica e incluso conflictos sociales, por lo que es de extrañar que no se considere como un área de uso de sectores.

Dentro de las áreas que presentan amenazas para su biodiversidad como alteraciones del hábitat, sobreexplotación, contaminación e impacto turístico, no fueron consideradas la Laguna de San Ignacio y la Bahía de La Paz. De igual forma, Enríquez-Andrade *et al.* (2005) mencionan que estos sistemas podrían incrementar potencialmente la presión antropogénica ya existente, así como conflictos sociales derivados del uso de los recursos.

Es de hacer notar que solo las lagunas se encuentran ubicadas dentro de áreas naturales protegidas con declaratoria (reserva de la biosfera, zonas de protección especial, etc.), tal es el caso de la reserva del Vizcaíno en la cual se encuentran contenidas las lagunas de Ojo de Liebre y de San Ignacio. Por otra parte, estas mismas y la bahía de Magdalena son consideradas como zonas de refugio de aves y mamíferos marinos.

La regionalización prioritaria marina de la CONABIO, resultante de la necesidad de establecer políticas de administración de los recursos marinos de nuestro país, puede considerarse un buen inicio. Sin embargo, el esquema es un tanto confuso y en muchos casos sin fundamento (e.g. los hiatos no prioritarios entre las regiones 3 (San Ignacio) y 4 (Bahía Magdalena) situadas entre los 25° 50' N y los 26°30' N) y entre las regiones 9 (Los Cabos) y 10 (Complejo Insular de Baja California Sur) localizadas entre los 23°30' N y los 24° N o los límites sobrepuestos entre las regiones 9 y 23 (Boca del Golfo). En el presente trabajo, las áreas con mayor riqueza y número de especies *exclusivas* resultaron Bahía de La Paz (322 y 99, respectivamente) y Bahía Magdalena (298 y 64); no obstante, a la primera se le incluye dentro de la región prioritaria marina del Complejo Insular. No es el caso de Bahía Concepción (160 y 9), que por si misma se constituye en la región 11 de la CONABIO.

Debido a lo anterior, se considera este esquema de conservación como preliminar, al menos para los principales sistemas costeros ubicados en B.C.S. De ahí que será necesario revisar cuidadosamente la clasificación actual de dichas áreas para poder adecuar una mejor caracterización, diseño, manejo y legislación a las características específicas del medio costero para que, mediante estas estrategias, se puedan conseguir los objetivos de la regionalización prioritaria del noroeste de México.



## CONCLUSIONES

 Se establece un inventario actualizado de la ictiofauna de los sistemas costeros de Baja California Sur, mediante criterios de inclusión biológicos y metodológicos, el cual se conforma en la actualidad por 446 especies, agrupadas en dos clases, 25 órdenes, 87 familias y 251 géneros.

 Se considera a la riqueza de especies como un estimador preferente de la biodiversidad, sobre cualquier índice de diversidad, que en el presente puede estar influenciado por factores antropogénicos y metodológicos.

 Comparativamente, la mayor riqueza específica se registró, por litoral en el Golfo de California, por provincia (*sensu* Briggs, 1974) en la de Cortés y por sistema costero en la Bahía de La Paz.

 En los sistemas estudiados se registró una mayor cantidad de especies de amplia distribución dentro del Pacífico oriental tropical (cerca del 50%), contrastando con estudios previos que registran un mayor componente tropical o panámico.

 Se encontró un equilibrio entre las afinidades zoogeográficas de las especies comparadas entre ambos litorales, con una predominancia de especies con afinidad templado-fría para los sistemas septentrionales de la costa occidental de B.C.S. y templado cálida para los del Golfo de California y Bahía Magdalena.

 Se propone un esquema de afinidad ictiofaunística distinta, entre la porción centro-sur occidental del Golfo de California y Bahía Magdalena y una entidad formada por las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, en contraposición con el esquema de regionalización y provincialización zoogeográfica de Briggs (1974), lo que confirmó la existencia de áreas de transición y mezcla de especies de diversa

afinidad zoogeográfica en los sistemas estudiados, que se contrapone al postulado de límites biogeográficos puntuales.

🐉 Se consideró que el esquema de regionalización propuesto por la CONABIO para los sistemas costeros de B.C.S., deberá revisarse en el contexto de la información ictiofaunística generada.

🐉 El origen y evolución de los patrones de afinidad zoogeográfica de la ictiodiversidad analizada, se explicó mediante la propuesta de un origen Holocénico-Reciente por inmigración de las áreas adyacentes, el cual se fundamenta en el desarrollo geológico y tectónico del noroeste de México, en el reducido endemismo y la evidencia genética disponible sobre las especies de peces marinos.



## **RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS**

 Se debe verificar la veracidad de los registros de las áreas bajo estudio, por lo que se recomienda la revisión del estatus taxonómico y nomenclatorial de las especies antes de su publicación en elencos sistematicos o su inclusión en bases de datos.

 En los estudios de esta índole, se hace necesario el establecimiento de criterios de inclusión y consideración de especies, que permitan la definición de puntos de comparación entre las áreas de estudio, además del marco conceptual para los análisis ictiogeográficos

 Se recomienda la realización de estudios morfométricos y genéticos de las especies alopátridas del noroeste de México, de la biología del desarrollo y de índole paleontológica, para perfeccionar la conceptualización del origen de la ictiofauna y sus relaciones biogeográficas.

 Realizar estudios para el mejoramiento de los esquemas de conservación y manejo de los recursos marinos, buscando una mejor caracterización, diseño y legislación para el medio costero u oceánico de nuestro país.



## **LITERATURA CITADA**

- Abitia-Cárdenas, L.A., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. De la Cruz-Agüero y H. Chávez-Ramos. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. **Ciencias Marinas**, 20 (2): 159-181.
- Aguayo, C.J.E. 1982. **La evolución tectónica del Golfo de California y su relación con la generación de hidrocarburos tempranos en la Cuenca de Guaymas, NW de México**. En: XLV Reunión a nivel de expertos de ARPEL, México. 305-310 pp.
- Aguayo, C.J.E. y R. Trápaga. 1996. **Geodinámica de México y minerales del mar**. La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica. México. 105 pp.
- Aguila-Ramírez, R.N. 1998. Variación estacional de la distribución de las macroalgas en la laguna Ojo de Liebre, B.C.S. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR, La Paz, B.C.S., México. 68 pp.
- Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. **Fishes of the Tropical Eastern Pacific**. Crawford House Press. Australia. 332 pp.
- Almada, V.C., R.F. Oliveira, E.J. Goncalves, A.J. Almeida, R.S. Santos y P. Wirtz. 2001. Patterns of diversity of the north-eastern Atlantic blenniid fish fauna (Pisces: Blenniidae). **Global Ecology & Biogeography**, 10: 411–422.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. 427-429. **En**: B.H. Ketchum (Ed.) **Estuaries and Enclosed Seas**. Elsevier, Amsterdam.
- Álvarez-Borrego, S, A. Galindo-Bect, y A. Chee-Barragán. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. **Ciencias Marinas**, 2 (2): 94-109.

- Amezcu-Linares, F. 1996. **Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México**. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma Nacional de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 148 pp.
- Anu, A. y T.K. Sabu. 2006. Biodiversity analysis of forest litter ant assemblages in the Wayanad region of Western Ghats using taxonomic and conventional diversity measures. **Journal of Insect Science**, 7 (6):1-13.
- Arriaga, C.L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez R., E. Muñoz L. y V. Aguilar S. 1998. **Regiones Prioritarias Marinas de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 198 pp.
- Avise, J.C. 1992. Molecular population structure and biogeographic history of a regional fauna: a case history with lessons for conservation biology. **Oikos**, 63: 62–76.
- Balart, E.F., J.L. Castro-Aguirre, D. Auriol-Gamboa, F. García-Rodríguez y C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. **Hidrobiológica**, 5 (1-2): 79-85.
- Balleza, J.J., J.L. Villaseñor y G. Ibarra-Manríquez. 2005. Regionalización biogeográfica de Zacatecas, México, con base en los patrones de distribución de la familia Asteraceae. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, 76: 71-78.
- Bell, L.J, J.T. Moyer y K. Numachi. 1982. Morphological and genetic variation in Japanese populations of the anemonefish *Amphiprion clarkii*. **Marine Biology**, 72: 99–108.

- Berdegúe, A.J. 1956. **Peces de importancia comercial en la costa Nor-Occidental de México**. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Secretaría de Marina, México. 345 pp.
- Briggs, J.C. 1974. **Marine zoogeography**. McGraw Hill. New York. 473 pp.
- Brown, J.H. y A.C. Gibson. 1983. **Biogeography**. Mosby Company, Saint Louis, Missouri. 643 pp.
- Brown, J.H. y M.V. Lomolino. 1998. **Biogeography**. Second Edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, U.S.A. 692 pp.
- Bunkley, L.W. y E.H. Williams. 2001. Review: Catálogo de nomenclatura de los peces de Puerto Rico. **Bulletin of Marine Science**, 69 (3): 1243-1247.
- Burton R.S y M.W. Feldman. 1981. Population genetics of *Tigriopus californicus*: II. Differentiation among neighboring populations. **Evolution**, 35: 1192–1205.
- Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, México. **Serie Científica**, 19: ix + 298.
- Castro-Aguirre, J.L. 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. **Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas**, México, 27: 77-94.
- Castro-Aguirre, J.L. y R. Torres-Orozco, 1993. Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. **Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas**, México, 38: 67-73.

- Castro-Aguirre, J.L., E.F. Balart y J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. **Hidrobiológica**, 5 (1-2): 57-78.
- Castro-Aguirre, J.L. y E.F. Balart. 1996. Contribución al conocimiento del origen y relaciones de la ictiofauna de aguas profundas del Golfo de California, México. **Hidrobiológica**, 6 (1-2): 67-76.
- Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. **Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México**. Ed. Limusa. México. 711 pp.
- Castro-Aguirre, J.L., A.F. González Acosta y J. De La Cruz-Agüero. 2005. Lista anotada de las especies icticas anfipacíficas, de afinidad boreal, endémicas y anfipeninsulares del Golfo de California, México. **Universidad y Ciencia**, 21 (42): 85-106.
- Castro-Aguirre, J.L., A.F. González-Acosta, J. De La Cruz-Agüero y R. Moncayo-Estrada. 2006. Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: Análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas. 149-165. **En:** Jiménez-Quiroz, C. y E. Espino-Barr (Eds.). **Aspectos Biológicos de la región de Jalisco, Colima y Michoacán. Recursos marinos y dulceacuícolas de los Estados de Jalisco, Colima y Michoacán**. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera. Manzanillo, Colima.
- Chan, G.R. 1980. **Composición y abundancia de la ictiofauna del estero de El Verde, Sinaloa**. Tesis Profesional. CICIMAR. La Paz, B.C.S., México. 50 pp.
- Chao, A., R.L. Chazdon, R.K. Colwell y T. Shen. 2005. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies

con datos de incidencia y abundancia. 85-96. **En:** Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.) **Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma.**: Monografías Tercer Milenio. Vol. 4. Zaragoza, España. m3m

Chávez, H. 1985. Bibliografía sobre los peces de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. 1982. **Investigaciones Marinas.** CICIMAR, Número especial, 2: 1-75.

Chávez, H. 1986. Bibliografía sobre los peces del Golfo de California. **Investigaciones Marinas.** CICIMAR, Número especial, 1: 1-267.

Clarke, K.R. y R.H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a “biological effects” study. **Marine Ecology Progress Series**, 46: 213-226.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1998a. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. **Journal of Applied Ecology**, 35: 523-531.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1998b. Quantifying structural redundancy in ecological communities. **Oecologia**, 113: 278-289.

Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species list: variation in taxonomic distinctness. **Marine Ecology Progress Series**, 216: 265-278.

CODIBAC. 1975. **Baja California Hoy.** Dirección general de documentación e informe presidencial. Serie Estudios No. 5. 1567 pp.

Cognetti, G., M. Sarà y G. Magazzù. 2001. **Biología Marina.** Editorial Ariel Ciencia, Ariel S.A. Barcelona, España. 619 pp.

- Collette, B.B. 1990. Problems with gray literature in fishery science. 27-31. **En:** Hunter, J. (Eds.) Writing for fishery journals. **American Fisheries Society.**
- Colin, J., P. Maeda y E. Muñoz. 2006. Análisis espacial de la riqueza de especies. **Biodiversitas**, 68: 6-10.
- Contreras, F. 1985. **Las lagunas costeras mexicanas.** Centro de Ecodesarrollo-Secretaría de Pesca, México. 263 pp.
- Contreras, F. 1989. **Las lagunas costeras mexicanas.** Centro de Ecodesarrollo-Secretaría de Pesca, México. 121 pp.
- Cruz-Orozco, R., L. Godínez-Orta, E. Nava-Sánchez y S. Solís-Núñez. Algunos aspectos geológicos de Bahía Concepción, B.C.S. **Oceanotas** No. 2. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento de Geología Marina.
- Danemann, G.D. y J. De La Cruz-Agüero. 1993. Ichthyofauna of San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, México. **Ciencias Marinas**, 19 (3): 333-341.
- Day, J.W., C.A. Hall, W.M. Kemp, A. Yañez-Arancibia. 1989. **Estuarine Ecology.** John Wiley & Sons, New York. 515 pp.
- De La Cruz-Agüero, J. 2000. Origen y distribución de la ictiofauna de Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. **Ciencia Ergo Sum**, 7 (2): 157-165.
- De La Cruz-Agüero, J. 2002. Peces marinos de Sinaloa: historia, distribución y diversidad. 301-309. **En:** Cifuentes-Lemus, J.L. y J. Gaxiola-López (Eds.) **Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa.** Culiacán, Sinaloa, México.

- De La Cruz-Agüero, J. y F.M. Galván-Magaña. 1992. Peces mesopelágicos capturados en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California: Cruceros Puma 1982-1988. **Anales del instituto de Ciencias del Mar y Limnología**. Universidad Nacional Autónoma de México, 19: 25-31.
- De La Cruz-Agüero, J., F. Galván-Magaña, L.A. Abitia-Cárdenas, J. Rodríguez-Romero y F.J. Gutiérrez-Sánchez. 1994. Lista Sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. **Ciencias Marinas**, 20 (1): 17-31.
- De La Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V.M. Cota-Gómez. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S. y B.C. México. **Ciencias Marinas**, 22 (1): 111-128.
- De La Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V.M. Cota-Gómez y G. De La Cruz-Agüero. 1997. **Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur**. IPN-CONABIO. México, D.F. 346 pp.
- De La Cruz-Agüero, J. y V.M. Cota-Gómez. 1998. Ictiofauna de la Laguna de San Ignacio, B.C.S., México: nuevos registros y ampliaciones de ámbito. **Ciencias Marinas**, 24: 353-358.
- Doherty, P.J., S. Planes y P. Mather. 1995. Gene flow and larval duration in seven species of fish from the Great Barrier Reef. **Ecology**, 76: 2373–2391.
- Duffy J.E. 1993. Genetic population structure in two tropical sponge-dwelling shrimps that differ in dispersal potential. **Marine Biology**, 116: 459–470.
- Ekman, S. 1953. **The zoogeography of the sea**. Sidgwick and Jackson, Londres.

- Enríquez-Andrade, R., G. Anaya-Reyna, J. C. Barrera-Guevara, M. Carvajal-Moreno, M.E. Martínez-Delgado, J. Vaca-Rodríguez y C. Valdéz-Casillas. 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California Region. **Ocean and Coastal Management**, 48: 31-50
- Emiliani, C. 1961. Cenozoic climatic changes as Indicated by the stratigraphy and chronology of deep-sea cores of globigerina-ooze facies. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 95 (1): 521-536.
- Eschmeyer, W.N., E.S. Herald y H. Hammann. 1983. **A field guide to Pacific Coast fishes of North America**. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Escobar-Fernández, R. y J.L. Arenillas-Cuetara. 1987. **Aspectos zoogeográficos de la ictiofauna en los mares adyacentes a la península de Baja California, México**. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México. 217 pp.
- Félix-Pico, E.F. 1993. **Estudio biológico de la almeja Catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, B.C.S., México**. Tesis de Maestría, IPN-CICIMAR, La Paz, B.C.S., México. 89 pp.
- Fischer, W., E. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.) 1995. **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico centro-oriental**. Volúmenes II y III. Vertebrados-Partes 1 y 2. FAO, Roma. 647-1813.
- Fitch, J.E. y R.J. Lavenberg. 1968. **Deep-water teleostean fishes of California**. California Natural History Guides 25.
- Flores, T. 1931. **Carta geológica de la Baja California**. La impresora. México, D. F. 18 pp.

- Flores, E.Z. 1998. **Geosudcalifornia: Geografía, agua y ciclones**. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 277 pp.
- Freeland, G. y R. Dietz. 1971. Plate tectonic evolution of Caribbean Gulf of México region. **Nature**, 232: 20-23.
- Froese, R. y D. Pauly (Eds.). 2007. FishBase. World Wide Web electronic publication. Version 08/2007. ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).
- Galván-Magaña, F., F. Gutiérrez-Sánchez, L.A. Abitia-Cárdenas y J. Rodríguez-Romero. 2000. **The distribution and affinities of the shore fishes of the Baja California Sur lagoons**. Aquatic ecosystems of México: Status and scope. Ecovision world Monograph series. Leiden, The Netherlands. 383-398 pp.
- González-Acosta, A.F., G. De La Cruz-Agüero, J. De La Cruz-Agüero y G. Ruiz-Campos. 1999. Ictiofauna asociada al manglar del estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S., México. **Oceánides**, 14 (2): 121-131.
- Gotelli, N. y R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, 4: 379-391.
- Grana-Raffucci, F.A. 1992. **Catálogo de nomenclatura de los peces de Puerto Rico e Islas Vírgenes**. Departamento de Recursos Naturales, San Juan, Puerto Rico. 142 pp.
- Grana-Raffucci, F.A. 1993. **Catálogo de nomenclatura de los peces de Puerto Rico y las Islas Vírgenes**. 2da. Edición (Revisada). Departamento de Recursos Naturales, San Juan, Puerto Rico. 201 pp.

- Griffiths, S.P. 2001. Factors influencing fish composition in an Australian intermittently open estuary. Is stability salinity-dependent?. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 52: 739-751.
- Grismer, L.L. 2000. Evolutionary biogeography on Mexico's Baja California peninsula: A synthesis of molecules and historical geology. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, 97 (26): 14017-14018.
- Gutiérrez-Sánchez, F.J. 1997. **Ecología de peces de fondos blandos del complejo lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., México**. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR. La Paz, B.C.S., México. 84 pp.
- Hamilton, W. 1961. Origin of the Gulf of California. **Geological Society of American Bulletin**, 90 (1): 839-857.
- Hammer, O. 2002. **Paleontological community and diversity analysis**—brief notes.
- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4 (1): 1-9.  
([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)).
- Hammer, O. y D. Harper. 2006. **Paleontological data analysis**. Blackwell Publishing, Oxford. 351 pp.
- Heino, J. J. Soininen, J. Lappalainen y R. Virtanen. 2001. The relationship between species richness and taxonomic distinctness in freshwater organisms. **Limnology and Oceanography**, 50 (3): 978-986.

- Hellberg, M.E. 1996. Dependence of gene flow on geographic distance in two solitary corals with different larval dispersal capabilities. **Evolution**, 50: 1167–1175.
- Hubbs, C.L. 1952. A contribution to the classification of the blennioid fishes of the Family Clinidae, with a partial revision of the eastern Pacific forms. **Stanford Ichthyological Bulletin**, 4(2): 41-165.
- Hubbs, C.L. 1960. The marine vertebrates of the outer coast. Symposium: The Biogeography of Baja California and Adjacent Seas. **Systematic Zoology**, 9: 134-147.
- Hubbs, C.L. 1974. Book Review of Marine Zoogeography by John C. Briggs. **Copeia**, (4): 1002-1005.
- Hurlbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. **Ecology**, 52 577–586
- INEGI, 1995. Estadísticas históricas de México. Tomo I, 1994. México.
- INEGI, 2007. **Geología del estado de Baja California Sur**. (<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/bcs/geolo.cfm>).
- INOCAR, 2000. Distribución de las corrientes alrededor de Islas Galápagos. Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador. **Acta Oceanográfica del Pacífico**, Vol. 10. ([http://www.inocar.mil.ec/ver\\_actas.php?ia=10&ta=O&a=1](http://www.inocar.mil.ec/ver_actas.php?ia=10&ta=O&a=1)) (<http://www.inocar.mil.ec/boletin/ecorrientes.htm>).
- Izsak, C. y A.R.G. Price. 2001. Measuring B-diversity using a taxonomic similarity index, and its relation to spatial scale. **Marine Ecology Progress Series**, 215: 69-77.

- Jiménez-Illescas, A.R. 1983. **Aplicación de un modelo hidrodinámico numérico a la ensenada de La Paz, B.C.S.** Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Científicas Educación Superior Ensenada. 109 pp.
- Jiménez-Illescas, A.R., M. Obeso-Nieblas y D.A. Salas de León. 1997. Oceanografía física de la Bahía de La Paz, B.C.S. 31-41. **En:** Urbán Ramírez, J. y M. Ramírez Rodríguez (Eds.) **La Bahía de La Paz. Investigación y Conservación.** UABCS, IPN-CICIMAR y SCRIPPS. La Paz, B.C.S., México. 345 pp.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. **Revista Ibérica de Aracnología**, 8: 151-161.
- Jones, M.L. y Swartz, S.L. 1984. Demography and phenology of breeding gray whales in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México: 1978 to 1982. 309-374. **En:** Jones, *et al.* (Eds.) **The Gray Whale.** Academic Press Inc. Orlando. 602 pp.
- Johnson M.S. y R. Black. 1995. Neighbourhood size and the importance of barriers to gene flow in an intertidal snail. **Heredity**, 75: 142-154.
- Kafanov, A.I., I.V. Volvenko, V.V. Fedorov y D.L. Pitruk. 2000. Ichthyofaunistic biogeography of the Japan (East) Sea. **Journal of Biogeography**, 27: 915-933.
- Kenkel, N.C. y L. Orloci. 1986. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to some ecological studies: some new results. **Ecology**, 67: 919-928.

- Kemp, J.M. 1998. Zoogeography of the coral reef fishes of the Socotra Archipelago. **Journal of Biogeography**, 25: 919-933.
- Koleff, P., K.J. Gaston y J.J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. **Journal of Animal Ecology**, 72: 367-382.
- Krasnov B.R., G.I. Shenbrot, D. Mouillot, I.S. Khokhlova y R. Poulin. 2005. Spatial variation diversity and composition of flea assemblages in a small mammalian hosts: geographical distance or faunal similarity?. **Journal of Biogeography**, 32: 633-644.
- Kruskal, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a non-metric hypothesis. **Psychometrika**, 29:1-27.
- Kruskal, J.B. y M. Wish. 1978. **Multidimensional scaling**. Sage Publications. Beverly Hills, California. USA.
- Lancellotti, D.A. y J.A. Vásquez, 2000. Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. **Revista Chilena de Historia Natural**, 71 (1): 1-39.
- Lavoie, C., Y. Jodoin y A. Goursaud de Merlis. 2007. How did common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) spread in Que bec? A historical analysis using records herbarium. **Journal of Biogeography**, 34: 1751–1761.
- León-Portilla, M. 1982. Francisco Xavier Clavijero: **Historia de la antigua o Baja California**. Estudios preliminares. Editorial Porrúa, S.A. México, D.F. Tercera edición. 262 pp.
- Leviton, A.E., R.H. Gibbs, E. Heal y C.E. Dawson. 1985. Standard in Herpethology and Ichthyology. Part I. Standard symbolic codes for institutional resource

- collections in Herpethology and Ichthyology. **Copeia**, 1985 (3): 802-832.
- Leviton, A.E. y R.H. Gibbs. 1988. Standards in herpethology and ichthyology. Standard symbolic codes for institutional resource collections in Herpethology and Ichthyology. Supplement 1: additions and corrections. **Copeia**: 280-282.
- Linares, G. 2001. Escalamiento Multidimensional: Conceptos y Enfoques. **Revista de Investigación Operacional**, 22 (2): 173-183.
- Lindell, J., A. Ngo, y R.W Murphy. 2006. Deep genealogies and the mid-peninsular seaway of Baja California. **Journal of Biogeography**, 33: 1327-1331.
- Llorente, B.J., O.P. Koleff, D.E. Benítez y L.L. Morales. 1999. **Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas**. CONABIO, México, D.F. 143 pp.
- Luccarelli, M. 1995. **Lewis Mumford and the ecological region. The politics of planning**. The Guildford Press, Londres.
- Ludwig, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons. 337 pp.
- Lynn, R.J. y J.J. Simpson. 1987. The Californian Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. **Journal of Geophysical Research**, C8 95 (12): 995-1008.
- MacArthur, R.H. 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. **Ecology**, 36: 533-536.

- MacArthur, R.H. y E.O. Wilson. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press.
- Machaín-Castillo, M.L. y R. Góo-Argáez. 1993. La diversidad de ostrácodos de los mares mexicanos. **Revista de la Sociedad de Historia Natural**, 44:251-266.
- Madrid, V.J., A. Ruiz L. e I. Rosado B. 1998. Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones regionales en el Pacífico Mexicano. **Revista de Biología Tropical**, 46 (2): 267-276.
- Magurran, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing. Londres. 257 pp.
- Marinone, L.S.G. y L. Lizárraga A. 1982. Transporte litoral sobre las barras de Guerrero Negro y Ojo de Liebre. **Ciencias Marinas**, 8 (1): 20-29.
- Martínez-Guevara, A. 2004. **Elasmobranquios capturados comercialmente en Bahía Almejas, Baja California Sur, México, durante el verano del 2002**. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 63 pp.
- Martínez-López, A. e I. Garate-Lizárraga. 1994. Cantidad y calidad de la materia orgánica particulada en Bahía Concepción en la temporada de reproducción de la almeja Catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1843). **Ciencias Marinas**, 20 (3): 301-320.
- Mayr, E. 1997. **This is biology: the science of the living world**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press. 352 pp.

- McMillan, W.O y S.R. Palumbi. 1995. Concordant evolutionary patterns among Indo-West Pacific butterflyfishes. **Proceedings of the Royal Society of London**, Series B, 260: 229–236.
- Merino, M. 1987. The coastal zone of México. **Coastal Management**, 15: 27-42.
- Mina F. 1956. **Geología de la parte sur de Baja California**. Congreso Geológico Internacional. México, D. F. 30 pp.
- Minch, J., E. Minch y J. Minch. 1998. Geology of Baja California. **En: Roadside Geology and Biology of Baja California**. John Minch & Associates, Inc. 188 pp.
- Mora, C. y D.R. Robertson. 2005. Causes of latitudinal gradients in species richness: a test with fishes of the Tropical Eastern Pacific. **Ecology**, 86 (7): 1771-1782.
- Moreno-Sánchez, X.G. 2004. **Estructura Comunitaria e Interrelaciones Tróficas de los Peces de Bahía Almejas, Baja California Sur, México**. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR. La Paz, B.C.S., México. 97 pp.
- Myers, A.A. 1991. How Hawaii accumulate its biota? A test from the Amphipoda. **Global Ecology and Biogeography Letters**, 1 (1): 24-29.
- Myers, A.A. 1997. Biogeographic barriers and the development of marine biodiversity. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 44 (2): 241-248.
- Myers, A.A. y P.S. Giller. 1994. **Biological processes P in biogeography. Analytical Biogeography. An Integrated approach to the study of animal and SI plant distributions**. London, Chapman and Hall, 157 pp.

- Nelson, J.S. 1987. The next 25 years: vertebrate systematics. **Canadian Journal of Zoology**, 65:(4): 779-785.
- Nelson, J.S. 2006. **Fishes of the world**. 4a ed. New Jersey: John Wiley. 601 pp.
- Nelson, J.S., E.J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea y J.D. Williams. 2004. **Common and scientific names of fishes from the United States, Canadá and México**. 6a ed. American Fisheries Society, Special Publication 29. 386 pp.
- Ojeda, F.P., F.A. Labra y A.A. Muñoz. 2000. Patrones biogeográficos de los peces litorales de Chile. **Revista de Biología Tropical de Chile**, 73 (4): 625-641.
- Olden, J.D. y N.L. Poff. 2004. Ecological mechanisms driving biotic homogenization: Testing of a mechanistic model using fish faunas. **Ecology**, 85: 1867-1875.
- Olden, J.D., N.L. Poff, M.R. Douglas, M.E. Douglas y K.D. Fausch. 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. **Trends in Ecology and Evolution**, 19: 18-24.
- Olivieri, S., I.A. Bowles, R.B. Cavalcanti, G.B.A. da Fonseca, R.A. Mittermeier y C.B. Rodstrom. 1995. **A participatory approach to biodiversity conservation: The regional priority-setting workshop**. Conservation International, Washington, D.C.
- Padilla, G., S. Pedrín y E. Troyo-Díeguez. 1991. Geología. 71-93. **En: A. Ortega y L. Arriaga (Eds.) La reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California**. CIBNOR, B.C.S., México.

- Pedroche, F.F., K.M. Dreckman, A. Senties y R. Margain-Hernández. 1993. Diversidad algal en México. **Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural**, 44 (especial): 69-62.
- Peet, 1974. The Measurement of Species Diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 5: 287-307.
- Pielou, E.C. 1975. **Ecological diversity**. John Wiley, New York.
- Pielou, E.C. 1979. **Biogeography**. John Wiley & Sons. New York.
- Pondella, D.J., B.E. Gintert, J.R. Cobb y L.G. Allen. 2005. Biogeography of the nearshore rocky-reef fishes at the southern and Baja California islands. **Journal of Biogeography**, 32: 187-201.
- Potts, D.T. y J.S. Ramsey. 1987. **A preliminary guide to demersal fishes of the Gulf of Mexico continental slope (100 to 600 fathoms)**. Mobile, AL: Alabama Sea Grant Extension.
- Purvis, A. y A. Hector. 2000. Getting the measure of biodiversity. **Nature**, 405: 212-219
- Ramírez-Hernández, E. 1965. Estudios preliminares sobre los peces marinos de México. **Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras**, México, 1: 259-292.
- Raz-Guzmán, A., L. Huidobro. 2002. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of México. **Journal of Fish Biology**, 61 (Supplement A): 182-195.
- Reid, J.L., Jr., G.I. Roden y J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current

system. **California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report**, 6:27-56.

Reitherman, B y J. Storrer. 1981. A preliminary report in the reproductive biology and ecology of the Whale Island osprey (*Pandon halietus*) population, San Ignacio Lagoon, B.C.S. **Research Associates of the Western Foundation of Vertebrates Zoology**. Los Ángeles, California. 28 pp.

Reyes-Salinas, A. 1994. **Relación entre la estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston en Bahía Concepción, Golfo de California**. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 53 pp.

Riascos, J.M. 2002. Cambios en el macrobentos de playa arenosa durante “El Niño” 1997-98 en la Bahía de Málaga, Pacífico Colombiano. **Ciencias Marinas**, 28 (1): 13-25.

Riddle, B.R., D.J. Hafner, L.F. Alexander y J. Jaeger. 2000. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular desert biota. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, 97: 14438-14443.

Riginos, C. 2005. Cryptic vicariance in Gulf of California fishes parallels vicariant patterns found in Baja, California mammals and reptiles. **Evolution**, 59: 2678-2690.

Riginos, C. y M.W. Nachman. 2001. Population subdivision in marine environments: the contributions of biogeography, geographical distance and discontinuous habitat to genetic differentiation in a blennioid fish, *Axoclinus nigricaudus*. **Molecular Ecology**, 10: 1439–1453.

- Rocha-Olivares, A. y R.D. Vetter. 1999. Effects of oceanographic circulation on the gene flow, genetic structure, and phylogeography of the rosethorn rockfish (*Sebastes helvomaculatus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 56: 803–813.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. **En:** T.H. van Andel y G.G. Shore Jr. (Eds.) **Marine geology of the Gulf of California**. American Association of Petroleum Geologists, Memoria 3: 30-58.
- Roden, G.I. 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. **Pacific Science**, 12: 21-45.
- Roden, G.I. e I. Emilson. 1980. **Oceanografía física del Golfo de California**. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Contribución No. 90: 67 pp.
- Rodríguez-Romero, J., L.A. Abitia-Cárdenas, J. De La Cruz-Agüero y F. Galván-Magaña. 1992. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. **Ciencias Marinas**, 18 (4): 85-95.
- Rodríguez-Romero, J., L.A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña y H. Chávez-Ramos. 1994. Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, B.C.S., México. **Ciencias Marinas**, 20 (3): 321-350.
- Rodríguez-Romero, J., L.A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, F.J. Gutiérrez-Sánchez, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizú-Martínez. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of Bahía Concepción, México. **Arch. Fish. Mar. Res.**, 46 (1): 61-76

- Rosenblatt, R.H. 1963. Some Aspects of speciation in marine fishes. 171-180. **En:** J.P. Harding y N. Tebble (Eds.) **Speciation in Sea, A Symposium.** Systematic Association Publication No. 5.
- Rosenblatt, R.H. 1967. The zoogeographic relationships of the marine shore fishes of tropical America. **Studies in Tropical Oceanography, Miami**, 5: 579-592.
- Rosenblatt, R.H. 1974. Faunal areas. Book Review: Marine Zoogeography. **Science**, 186 (4168): 1028-1029.
- Rosenzweig, M.L. y R.D. McCord. 1995. Incumbent replacement: evidence for long-term evolutionary progress. **Paleobiology**, 17: 202-213.
- Sánchez-Gil, P., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-Linares. 1981 Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la sonda de Campeche (1978). **Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**, Universidad Nacional Autónoma de México, 8 (1): 209-240.
- Sanjit, L. y D. Bhatt. 2005. How relevant are the concepts of species diversity and species richness?. **Journal of Biosciences**, 30(5): 557–560.
- Sarur-Zanata, J.C., R. Millán N., C.A. Gutiérrez S. y C.A. Small M. 1984. Variation and similarity in three zones with different type of substrate in Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. **Ciencias Marinas**, 10 (2): 175-179.
- Scheltema, S.R. 1996. Describing diversity: too many new species, too few taxonomists. **Oceanus**, 16-18.
- Schmidt, P.S. y D.M. Rand.1999. Intertidal microhabitat and selection at MPI:

- interlocus contrasts in the northern acorn barnacle, *Semibalanus balanoides*. **Evolution**, 53: 135–146.
- Schwartzlose, R.A. y J.R. Hendrickson. 1983. Bibliografía del Golfo de California: Ciencias Marinas (Hasta el final de 1981). **Publicaciones Especiales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**, Universidad Nacional Autónoma de México, 7: 1-212.
- Schwartzlose, R.A., D. Álvarez-Millán y P. Brueggeman. 1992. **Golfo de California, bibliografía de ciencias marinas**. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. 425 pp.
- Schiffman, S.S., M.L. Reynolds y F.W. Young. 1981. **Introduction to Multidimensional Scaling: Theory, methods and applications**. Academic Press. Michigan, USA. 440 pp.
- Shimatani, K. 2001. On the measurement of species diversity incorporating species differences. **Oikos** 93: 135-147.
- Shulman, M.J. y E. Bermingham. 1995. Early life histories, ocean currents, and the population genetics of Caribbean reef fishes. **Evolution**, 49: 897–910.
- Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada. 1995. **Diversidad biológica de Chile**. Comisión Nacional de Investigación Científica y Biológica, Santiago, Chile. 364 pp.
- Sosa-López, A., J. Ramos-Miranda, D. Flores-Hernández, D. Mouillot y T.D. Chi. 2005. Evidencias de cambios en la diversidad ictiofaunística de Laguna de Términos, México: Una aplicación de índices de diversidad taxonómica. **JAINA Boletín Informativo**, 15 (1): 7-13.

- Stephenson, T.A. 1947. The constitution of the Intertidal flora and fauna of South Africa. Part III. **Annals of the Natal Museum**, 11 (2): 207-324.
- Stepien, C.A. 1999. Phylogeographical structure of the Dover sole *Microstomus pacificus*: the larval retention hypothesis and genetic divergence along the deep continental slope of the northeastern Pacific ocean. **Molecular Ecology**, 8: 923–939.
- Stepien, C.A. y R.H. Rosenblatt. 1991. Patterns of gene flow and genetic divergence in the northeastern Pacific Clinidae (Teleostei: Blennioidei), based on allozyme and morphological data. **Copeia**, 4: 873–896.
- Swartz, S.L. y W.C. Cummings. 1978. Gray whales, *Eschrichtius robustus*, in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. **Final Report. Marine Mammal. Commission**. Washigton, D.C. 38 pp.
- Tavera, J.J., A.F. González Acosta y J. De La Cruz-Agüero. 2005. First record of *Seriola peruana* (Actinopterygii: Carangidae) in the Gulf of California. **Biodiversity Records (JMBA)**, 85 (6): 1555-1556.
- Tavera, J.J. y J. De La Cruz-Agüero. 2006. Rediscovery of the golden snapper *Lutjanus inermis* (Peters, 1869) (Perciformes: Lutjanidae) in the Gulf of California. **Ocean Science Journal**, 41(3): 191-193.
- Thomson, D.A. 1997. Review of the book Fishes of the tropical eastern Pacific. **Bulletin of the Marine Science**, 61 (1): 190.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A. Kerstitch. 1979. **Reef fishes of the Sea of Cortez**. John Wiley and Sons, New York. 302 pp.

- Thomson, D.A., L.T. Findley y A. Kerstitch. 2000. **Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California.** Revised edition. Austin: The University of Texas Press. 353 pp.
- Thomson, D.A. y M. Gilligan. 2005. Rocky-shore fishes. 154-180. **En:** T. Case, M. Cody y E. Ezcurra (Eds.) **A new island biogeography in the Sea of Cortés.** Oxford University Press. United Kingdom.
- Torres-Orozco, R. y J.L. Castro-Aguirre. 1992. Registros nuevos de peces tropicales en el complejo lagunar de Bahía Magdalena Almejas, Baja California Sur, México. **Anales del Instituto de Biología.** Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica, 63 (2): 281-286.
- Vaughan, T.W. 1940. The classification and nomenclature of the submarine features of the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. **En:** Report of the committee on the criteria and nomenclature of the major divisions of the ocean bottom, **Assoc. d'Oceanogr. phys. Publ. sci.**, 8: 61-77.
- Vélez-Muñoz, H.S. 1981. **Análisis cuantitativo de la variabilidad estacional y especial de las masas de agua de 0 a 500 m en la región de la Corriente de California.** Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México. 165 pp.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium: Biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine biotas. **Systematic Zoology**, 9 (3-4), 123-113.
- Waples, R.S. 1987. A multispecies approach to the analysis of gene flow in marine shore fishes. **Evolution**, 41: 385–400.

- Warwick, R.M. y K.R. Clarke. 1995. New “biodiversity” measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. **Marine Ecology Progress Series**, 129: 301-305.
- Warwick, R.M. y K.R. Clarke. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. **Journal of Applied Ecology**, 35: 532-543.
- Warwick, R.M. y K.R. Clarke. 2001. A comparison of some methods for analyzing changes in benthic community structure. **Journal of Marine Biology**, 71: 225-244.
- Whitehead, P.J.P. 1990. Systematics: an endangered species. **Systematic Zoology**, 39 (2): 179-184.
- Whitfield, A.K. 2005. Preliminary documentation and assessment of fish diversity in sub-Saharan African estuaries. **African Journal of Marine Science**, 27 (1): 307-324.
- Winans, G.A. 1980. Geographic variation in the milkfish *Chanos chanos*. I. Biochemical evidence. **Evolution**, 34: 558–574.
- Wooster, W.S. y J.L. Reid. 1963. Eastern boundary currents. 253-280. En: M.N. Hill (Ed.) **The Sea, Vol. II**. Interscience Publishing, New York.
- Wyllie, G.J. 1966. **Geostrophic flow of the California current at the surfer and at 200 m**. CalCOFI Atlas No. 4: 288 pp.
- Wyrski, K. 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. **Bulletin Interamerican Tropical Tuna Comision**, 9 (5): 269-304.

Direcciones Electrónicas de Consultas:

**CAS.** Academia de Ciencias de California.

(<http://www.calacademy.org/research/ichthyology/collection/index.asp>)

**LACM.** Museo del Condado de Los Ángeles, California.

(<http://204.140.246.24/nhmims/pres/sHome.htm>).

**NMNH.** Museo Smithsoniano de Historia Natural.

(<http://www.mnh.si.edu/rc/>).

**SIO.** Instituto de Oceanografía de San Diego.

(<http://collections.ucsd.edu/>).

**YALE.** Museo de Historia Natural de YALE.

(<http://www.yale.edu/peabody/>).

**FishBase.** Proyecto Fishbase

(<http://www.fishbase.org>)



## ANEXOS

**ANEXO 1.- Lista sistemática.** Se sigue la propuesta de clasificación de Nelson (2006), para los taxa superiores. El arreglo de los órdenes, géneros y sus respectivas especies se presenta por orden alfabético, para facilitar el uso de la lista.

---

### LISTA SISTEMÁTICA

#### Phyllum Chordata

Subphyllum Craniata

Superclase Gnathostomata

#### Grado Chondrichthiomorphi

Clase Chondrichthyes

Subclase Elasmobranchii

Infraclase Euselachii

División Neoselachii

#### Subdivisión Selachii

Superorden Galeomorphi

#### Orden Heterodontiformes

##### Familia Heterodontidae

*Heterodontus francisci* (Girard 1855)

*Heterodontus mexicanus* Taylor y Castro-Aguirre  
1972

#### Orden Carcharhiniformes

##### Familia Triakidae

Subfamilia Triakinae

*Mustelus californicus* Gill 1864

*Mustelus henlei* (Gill 1863)

*Mustelus lunulatus* Jordan y Gilbert 1882

*Triakis semifasciata* Girard 1855

#### Orden Squatiniformes

##### Familia Squatinidae

*Squatina californica* Ayres 1859

## **Subdivisión Batoidea**

### **Orden Torpediniformes**

#### **Familia Narcinidae**

Subfamilia Narcininae

*Diplobatis ommata* (Jordan y Gilbert 1890)

*Narcine entemedor* Jordan y Starks 1895

### **Orden Rajiformes**

#### **Familia Rhinobatidae**

*Platyrrhinoidis triseriata* (Jordan y Gilbert 1880)

*Rhinobatos glaucostigma* Jordan y Gilbert 1883

*Rhinobatos leucorhynchus* Günther 1867

*Rhinobatos productus* Ayres 1854

*Zapteryx exasperata* (Jordan y Gilbert 1880)

#### **Familia Rajidae**

Subfamilia Rajinae

*Raja cortezensis* McEachran y Miyake 1988

*Raja equatorialis* Jordan y Bollman 1890

### **Orden Myliobatiformes**

Suborden Myliobatoidei

Superfamilia Urotrygonoidea

#### **Familia Urotrygonidae**

*Urobatis concentricus* Osborn y Nichols 1916

*Urobatis halleri* (Cooper 1863)

*Urobatis maculatus* Garman 1913

*Urotrygon chilensis* (Günther 1872)

*Urotrygon rogersi* (Jordan y Starks 1895)

Superfamilia Dasyatoidea

#### **Familia Dasyatidae**

*Dasyatis brevis* (Garman 1880)

*Dasyatis longa* (Garman 1880)

#### **Familia Gymnuridae**

*Gymnura marmorata* (Cooper 1864)

#### **Familia Myliobatidae**

Subfamilia Myliobatinae

*Myliobatis californica* Gill 1865

*Myliobatis longirostris* Applegate y Fitch 1964

**Grado Teleostomi**

Clase Actinopterygii

Subclase Neopterygii

División Teleostei

**Subdivisión Elopomorpha**

**Orden Albuliformes**

Suborden Albuloidei

**Familia Albulidae**

Subfamilia Albulinae

*Albula vulpes* (Linnaeus, 1758)

**Orden Anguilliformes**

Suborden Anguilloidei

**Familia Moringuidae**

*Neoconger vermiformis* Gilbert 1890

Suborden Muraenoidei

**Familia Muraenidae**

Subfamilia Uropterygiinae

*Anarchias galapagensis* (Seale 1940)

*Scuticaria tigrina* (Lesson 1828)

*Uropterygius macrocephalus* (Bleeker 1864)

*Uropterygius polystictus* Myers y Wade 1941

Subfamilia Muraeninae

*Echidna nebulosa* (Ahl 1789)

*Echidna nocturna* (Cope 1872)

*Enchelycore octaviana* (Myers y Wade 1941)

*Gymnothorax castaneus* (Jordan y Gilbert 1883)

*Gymnothorax dovii* (Günter 1870)

*Gymnothorax equatorialis* (Hildebrand 1946)

*Gymnothorax panamensis* (Steindachner 1876)

*Gymnothorax verrilli* (Jordan y Gilbert 1883)

*Muraena argus* (Steindachner 1870)

*Muraena clepsidra* Gilbert 1898

*Muraena lentiginosa* Jenyns 1842

Suborden Congroidei

**Familia Ophichthidae**

Subfamilia Ophichthinae

*Bascanichthys bascanoides* Osburn y Nichols  
1916

*Callechelys eristigma* McCosker y Rosenblatt  
1972

*Ethadophis merenda* Rosenblatt y McCosker  
1970

*Herpetoichthys fossatus* (Myers y Wade 1941)

*Ichthyapus selachops* (Jordan y Gilbert 1882)

*Myrichthys tigrinus* Girard 1859

*Myrichthys xysturus* (Jordan y Gilbert 1882)

*Myrophis vafer* Jordan y Gilbert 1883

*Ophichthus zophochir* Jordan y Gilbert 1882

*Phaenomonas pinnata* Myers y Wade 1941

*Pseudomyrophis micropinna* Wade 1946

**Familia Muraenosocidae**

*Cynoponticus coniceps* (Jordan y Gilbert 1882)

**Familia Congridae**

Subfamilia Heterocongrinae

*Gorgasia punctata* Meek y Hildebrand 1923

Subfamilia Bathymyrinae

*Ariosoma gilberti* (Ogilby 1898)

*Paraconger californiensis* Kanazawa 1961

Subfamilia Congrinae

*Rhynchoconger nitens* (Jordan y Bollman 1890)

**Subdivisión Ostarioclupeomorpha**

Superorden Cupleomorpha

**Orden Clupeiformes**

Suborden Clupeoidei

**Familia Engraulidae**

Subfamilia Engraulinae

*Anchoa ischana* (Jordan y Gilbert 1882)

*Anchoa nasus* (Kner y Steindachner 1867)

*Anchovia macrolepidota* (Kner 1863)

*Cetengraulis mysticetus* (Günther 1867)

*Engraulis mordax* Girard 1854

**Familia Clupeidae**

Subfamilia Dussumieriinae

*Etrumeus teres* (De Kay 1842)

Subfamilia Cupleinae

*Harengula thrissina* (Jordan y Gilbert 1882)

*Lile gracilis* Castro-Aguirre y Vivero 1990

*Lile stolifera* (Jordan y Gilbert 1882)

*Opisthonema libertate* (Günther 1867)

*Opisthonema medirastre* Berry y Barret 1963

*Sardinops sagax* (Jenyns 1842)

Superorden Ostariophysii

Serie Anatophysii

**Orden Gonorynchiformes**

Suborden Chanoidei

**Familia Chanidae**

Subfamilia Chaninae

*Chanos chanos* (Forsskål 1775)

Serie Otophysi

**Orden Siluriformes**

Superfamilia Bagroidea

**Familia Ariidae**

*Bagre panamensis* (Gill 1863)

*Bagre pinnimaculatus* (Steindachner 1876)

*Notarius planiceps* Steindachner 1876

*Sciades platypogon* Günther 1864

*Sciades seemani* Günther 1864

## **Subdivisión Euteleostei**

Superorden Cyclosquamata

### **Orden Aulopiformes**

Suborden Synodontoidei

#### **Familia Synodontidae**

Subfamilia Synodontinae

*Synodus evermanni* Jordan y Bollman 1890

*Synodus lacertinus* Gilbert 1890

*Synodus lucioiceps* (Ayres 1855)

*Synodus scituliceps* Jordan y Gilbert 1882

*Synodus sechurae* Hildebrand 1946

Superorden Paracanthopterygii

### **Orden Ophidiiformes**

Suborden Ophidioidei

#### **Familia Carapidae**

Subfamilia Carapinae

*Carapus dubius* (Putman 1874)

*Echiodon exsilium* Rosenblatt 1961

#### **Familia Ophidiidae**

Subfamilia Ophidiinae

*Lepophidium pardale* (Gilbert 1890)

*Lepophidium prorates* (Jordan y Bollman 1890)

*Ophidion galeoides* (Gilbert 1890)

*Ophidion iris* Breder 1936

*Ophidion scrippsae* (Hubbs 1916)

*Otophidium indefatigabile* Jordan y Bollman 1890

Subfamilia Neobythitinae

*Petrotyx hopkinsi* Heller y Snodgrass 1903

Suborden Bythitoidei

#### **Familia Bythitidae**

Subfamilia Bythitinae

*Grammonus diagrammus* (Heller y Snodgrass  
1903)

Subfamilia Brosmophycinae

*Ogilbia ventralis* (Gill 1863)

**Orden Batrachoidiformes**

**Familia Batrachoididae**

Subfamilia Porichthynae

*Porichthys analis* Hubbs y Schultz 1939

*Porichthys myriaster* Hubbs y Schultz 1939

*Porichthys notatus* Girard 1854

**Orden Lophiiformes**

Suborden Lophioidei

**Familia Lophiidae**

*Lophiodes caularis* (Garman 1899)

Suborden Antennarioidei

**Familia Antennariidae**

*Antennarius avalonis* Jordan y Starks 1907

Suborden Ogcocephaloidei

Superfamilia Ogcocephaloidea

**Familia Ogcocephalidae**

*Zalieutes elater* (Jordan y Gilbert 1882)

Superorden Acanthopterygii

Serie Mugilomorpha

**Orden Mugiliformes**

**Familia Mugilidae**

*Mugil cephalus* Linnaeus 1758

*Mugil curema* Valenciennes 1836

Serie Atherinomorpha

**Orden Atheriniformes**

Suborden Atherinopsoidei

**Familia Atherinopsidae**

Subfamilia Atherinopsinae

Tribu Atherinopsini

*Atherinops affinis* (Ayres 1860)

*Atherinopsis californiensis* Girard 1854

Superorden Cyprinodontea

**Orden Beloniformes**

Suborden Belonoidei  
Superfamilia Exocoetoidea  
**Familia Exocoetidae**  
Subfamilia Cypselurinae  
*Cypselurus callopterus* (Günther 1866)  
**Familia Hemiramphidae**  
Subfamilia Hemiramphinae  
*Hemiramphus saltator* Gilbert y Starks 1904  
*Hyporhamphus naos* Banford y Collette 2001  
*Hyporhamphus rosae* (Jordan y Gilbert 1880)  
*Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani 1841)  
Superfamilia Scomberesocoidea  
**Familia Belonidae**  
*Ablennes hians* (Valenciennes, 1846)  
*Platybelone argalus pterura* (Osburn y Nichols  
1916)  
*Strongylura exilis* (Girard 1854)  
*Tylosurus pacificus* (Steindachner 1876)  
**Orden Cyprinodontiformes**  
Suborden Cyprinodontoidei  
Superfamilia Funduloidea  
**Familia Fundulidae**  
*Fundulus parvipinnis* Girard 1854  
Serie Percomorpha  
**Orden Beryciformes**  
Suborden Holocentroidei  
**Familia Holocentridae**  
Subfamilia Holocentrinae  
*Sargocentron suborbitalis* (Gill 1863)  
Subfamilia Myripristinae  
*Myripristis leiognathus* Valenciennes 1846  
**Orden Gasterosteiformes**  
Suborden Syngnathoidei  
Infraorden Syngnatha

Superfamilia Sygnathoidea

**Familia Syngnathidae**

Subfamilia Syngnathinae

*Syngnathus auliscus* (Swain 1882)

*Syngnathus californiensis* Storer 1845

*Syngnathus leptorhynchus* Girard 1854

Subfamilia Hippocampinae

*Hippocampus ingens* Girard 1858

Infraorden Aulostomoida

Superfamilia Aulosomoidea

**Familia Fistulariidae**

*Fistularia commersonii* Rüpell 1838

*Fistularia corneta* Gilbert y Starks 1904

**Orden Scorpaeniformes**

Suborden Scorpaenoidei

**Familia Scorpaenidae**

Subfamilia Sebastinae

*Sebastes constellatus* (Jordan y Gilbert 1880)

Subfamilia Scorpaeninae

Tribu Scorpaenini

*Scorpaena guttata* Girard 1854

*Scorpaena mystes* Jordan y Starks 1895

*Scorpaena russula* Jordan y Bollman 1890

*Scorpaena sonorae* Jenkins y Evermann 1889

*Scorpaenodes xyris* (Jordan y Gilbert 1882)

Suborden Platycephaloidei

**Familia Triglidae**

Tribu Prionotini

*Bellator gymnostethus* Gilbert 1892

*Bellator loxias* (Jordan 1897)

*Bellator xenisma* (Jordan y Bollman 1890)

*Prionotus albirostris* Jordan y Bollman 1890

*Prionotus birostratus* Richardson 1844

*Prionotus ruscarius* Gilbert y Starks 1904

*Prionotus stephanophrys* Lockington 1881

Suborden Cottoidei

Superfamilia Cottoidea

**Familia Agonidae**

Subfamilia Agoninae

*Agonopsis sterletus* (Gilbert 1898)

**Orden Perciformes**

Suborden Percoidei

Superfamilia Percoidea

**Familia Centropomidae**

*Centropomus armatus* Gill 1863

*Centropomus medius* Günther 1864

*Centropomus nigrescens* Günther 1864

**Familia Polyprionidae**

*Stereolepis gigas* Ayres 1859

**Familia Serranidae**

Subfamilia Serraninae

*Diplectrum euryplectrum* Jordan y Bollman 1890

*Diplectrum labarum* Rosenblatt y Johnson 1974

*Diplectrum macropoma* (Günther 1864)

*Diplectrum pacificum* Meek y Hildebrand 1925

*Diplectrum rostrum* Bortone 1974

*Diplectrum sciurus* Gilbert 1892

*Paralabrax auroguttatus* Walford 1936

*Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner  
1868)

*Paralabrax nebulifer* (Girard 1854)

*Serranus aequidens* Gilbert 1890

*Serranus fasciatus* (Jenyns 1840)

*Serranus psittacinus* Valenciennes 1846

Subfamilia Anthiinae

*Hemanthias peruanus* (Steindachner 1875)

Subfamilia Epinephelinae

Tribu Epinephelini

*Alphestes immaculatus* Breder 1936  
*Alphestes multiguttatus* (Günther 1867)  
*Cephalopholis panamensis* (Steindachner 1877)  
*Epinephelus acanthistius* (Gilbert 1892)  
*Epinephelus analogus* Gill 1863  
*Epinephelus exsul* (Fowler 1944)  
*Epinephelus itajara* (Lichtenstein 1822)  
*Epinephelus labriformis* (Jenyns 1840)  
*Epinephelus niphobles* Gilbert y Starks 1897  
*Mycteroperca jordani* (Jenkins y Evermann 1889)  
*Mycteroperca prionura* Rosenblatt y Zahuranec  
1967  
*Mycteroperca rosacea* (Streets 1877)  
*Mycteroperca xenarcha* Jordan 1888  
*Paranthias colonus* (Valenciennes 1846)  
Tribu Grammistini  
*Rypticus bicolor* Valenciennes 1846  
*Rypticus nigripinnis* Gill 1861

#### **Familia Opistognathidae**

*Lonchopisthus sinuscalifornicus* Castro-Aguirre y  
Villavicencio-Garayzar 1988  
*Opistognathus mexicanus* Allen y Robertson  
1991  
*Opistognathus punctatus* Peters 1869  
*Opistognathus rhomaleus* Jordan y Gilbert 1882  
*Opistognathus rosenblatti* Allen y Robertson 1991

#### **Familia Priacanthidae**

*Pristigenys serrula* (Gilbert 1891)

#### **Familia Apogonidae**

Subfamilia Apogoninae

*Apogon atricaudus* Jordan y McGregor 1898  
*Apogon retrosella* (Gill 1862)

#### **Familia Malacanthidae**

Subfamilia Latilinae

*Caulolatilus affinis* Gill 1865

*Caulolatilus princeps* (Jenyns 1840)

**Familia Nematistiidae**

*Nematistius pectoralis* Gill 1862

**Familia Carangidae**

Subfamilia Trachinotinae

*Trachinotus kennedyi* Steindachner 1876

*Trachinotus paitensis* Cuvier 1832

*Trachinotus rhodopus* Gill 1863

Subfamilia Scomberoidinae

*Oligoplites altus* (Günther 1868)

*Oligoplites refulgens* Gilbert y Starks 1904

*Oligoplites saurus* (Bloch y Schneiderr 1801)

Subfamilia Naucratine

*Seriola lalandi* Valenciennes 1833

Subfamilia Caranginae

*Alectis ciliaris* (Bloch 1787)

*Carangoides otrynter* (Jordan y Gilbert 1883)

*Caranx caballus* Günther 1868

*Caranx caninus* Günther 1867

*Caranx sexfasciatus* Quoy y Gaimard 1825

*Caranx vinctus* (Jordan y Gilbert 1882)

*Chloroscombrus orqueta* Jordan y Gilbert 1883

*Decapterus macarellus* (Cuvier 1833)

*Decapterus macrosoma* Bleeker 1851

*Decapterus muroadsi* (Temminck y Schlegel 1844)

*Gnathanodon speciosus* (Forsskål 1775)

*Hemicaranx leucurus* (Günther 1864)

*Hemicaranx zelotes* Gilbert 1898

*Selar crumenophthalmus* (Bloch 1793)

*Selene brevoortii* (Gill 1863)

*Selene peruviana* (Guichenot 1866)

*Trachurus symmetricus* (Ayres 1855)

## **Familia Lutjanidae**

### Subfamilia Lutjaninae

- Hoplopagrus guntherii* Gill 1862
- Lutjanus aratus* (Günther 1864)
- Lutjanus argentiventris* (Peters 1869)
- Lutjanus colorado* Jordan y Gilbert 1882
- Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869)
- Lutjanus novemfasciatus* Gill 1862
- Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922)

## **Familia Gerreidae**

- Diapterus brevirostris* (Sauvage 1879)
- Eucinostomus currani* Zahuranec 1980
- Eucinostomus dowii* (Gill 1863)
- Eucinostomus entomelas* Zahuranec 1980
- Eucinostomus gracilis* (Gill 1862)
- Eugerres axillaris* (Günther 1864)
- Eugerres lineatus* (Humboldt 1821)
- Gerres cinereus* (Walbaum 1792)

## **Familia Haemulidae**

- Anisotremus davidsonii* (Steindachner 1876)
- Anisotremus interruptus* (Gill 1862)
- Anisotremus taeniatus* Gill 1861
- Conodon serrifer* Jordan y Gilbert 1882
- Haemulon flaviguttatum* Gill 1862
- Haemulon maculicauda* (Gill 1862)
- Haemulon scudderii* Gill 1862
- Haemulon sexfasciatum* Gill 1862
- Haemulon steindachneri* (Jordan y Gilbert 1882)
- Haemulopsis axillaris* (Steindachner 1869)
- Haemulopsis elongatus* (Steindachner 1879)
- Haemulopsis leuciscus* (Günther 1864)
- Haemulopsis nitidus* (Steindachner 1869)
- Microlepidotus inornatus* Gill 1862
- Orthopristis cantharinus* (Jenyns 1840)

*Orthopristis chalceus* (Günther 1864)  
*Orthopristis reddingi* Jordan y Richardson 1895  
*Pomadasys bayanus* Jordan y Evermann 1898  
*Pomadasys branickii* (Steindachner 1879)  
*Pomadasys macracanthus* (Günther 1864)  
*Pomadasys panamensis* (Steindachner 1876)  
*Xenichthys xanti* Gill 1863  
*Xenistius californiensis* (Steindachner 1876)

#### **Familia Sparidae**

*Calamus brachysomus* (Lockington 1880)

#### **Familia Polynemidae**

*Polydactylus approximans* (Lay y Bennett 1839)  
*Polydactylus opercularis* (Gill 1863)

#### **Familia Sciaenidae**

*Atractoscion nobilis* (Ayres 1860)  
*Bairdiella icistia* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Cheilotrema saturnum* (Girard 1858)  
*Cynoscion parvipinnis* Ayres 1861  
*Cynoscion reticulatus* (Günther 1864)  
*Cynoscion stolzmanni* (Steindachner 1879)  
*Cynoscion xanthulus* Jordan y Gilbert 1882  
*Elattarchus archidium* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Menticirrhus elongatus* (Günther 1864)  
*Menticirrhus nasus* (Günther 1868)  
*Menticirrhus panamensis* (Steindachner 1877)  
*Menticirrhus undulates* (Girard 1854)  
*Micropogonias altipinnis* (Günther 1864)  
*Micropogonias ectenes* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Micropogonias megalops* (Gilbert 1890)  
*Pareques viola* (Gilbert 1898)  
*Roncador stearnsii* (Steindachner 1876)  
*Stellifer ericymba* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Umbrina analis* Günther 1868  
*Umbrina roncadorensis* Jordan y Gilbert 1882

*Umbrina wintersteeni* Walker y Radford 1992

*Umbrina xanti* Gill 1862

#### **Familia Mullidae**

*Mulloidichthys dentatus* (Gill 1862)

*Pseudupeneus grandisquamis* (Gill 1863)

#### **Familia Kyphosidae**

Subfamilia Girellinae

*Girella nigricans* (Ayres 1860)

*Girella simplicidens* Osburn y Nichols 1916

Subfamilia Kyphosinae

*Hermosilla azurea* Jenkins y Evermann 1889

*Kyphosus elegans* (Peters 1869)

#### **Familia Chaetodontidae**

*Chaetodon humeralis* Günther 1860

*Forcipiger flavissimus* Jordan y McGregor 1898

*Johnrandallia nigrirostris* (Gill 1862)

#### **Familia Pomacanthidae**

*Holacanthus passer* Valenciennes 1846

*Pomacanthus zonipectus* (Gill 1862)

Suborden Labroidei

#### **Familia Pomacentridae**

Subfamilia Chrominae

*Chromis alta* Greenfield y Woods 1980

*Chromis atrilobata* Gill 1862

*Chromis limbaughi* Greenfield y Woods 1980

Subfamilia Pomacentrinae

*Abudefduf concolor* (Gill 1862)

*Abudefduf declivifrons* (Gill 1862)

*Abudefduf troschelii* (Gill 1862)

*Hypsypops rubicundus* (Girard 1854)

*Microspathodon dorsalis* (Gill 1862)

*Stegastes flavilatus* (Gill 1862)

*Stegastes rectifraenum* (Gill 1862)

#### **Familia Labridae**

*Bodianus diplotaenia* (Gill 1862)  
*Decodon melasma* Gomon 1974  
*Halichoeres chierchiae* Di Caporiacco 1948  
*Halichoeres dispilus* (Günther 1864)  
*Halichoeres nicholsi* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Halichoeres notospilus* (Günther 1864)  
*Halichoeres semicinctus* (Ayres 1859)  
*Oxyjulis californica* (Günther 1861)  
*Semicossyphus pulcher* (Ayres 1854)  
*Thalassoma grammaticum* Gilbert 1890  
*Thalassoma lucasanum* (Gill 1862)

#### **Familia Scaridae**

*Nicholsina denticulata* (Evermann y Radcliffe 1917)  
*Scarus compressus* (Osburn y Nichols 1916)  
*Scarus ghobban* Forsskål 1775  
*Scarus perrico* Jordan y Gilbert 1882

Suborden Trachinoidei

#### **Familia Uranoscopidae**

*Astroscopus zephyreus* Gilbert y Starks 1897  
*Kathetostoma averruncus* Jordan y Bollman 1890

Suborden Blennoidei

#### **Familia Tripterygiidae**

*Axoclinus nigricaudus* Allen y Robertson 1991  
*Crocodilichthys gracilis* Allen y Robertson 1991  
*Enneanectes carminalis* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Enneanectes reticulatus* Allen y Robertson 1991

#### **Familia Dactyloscopidae**

*Dactylagnus mundus* Gill 1863  
*Dactylagnus parvus* Dawson 1976  
*Dactyloscopus byersi* Dawson 1969  
*Dactyloscopus lunaticus* Gilbert 1890  
*Dactyloscopus pectoralis* Gill 1861  
*Heteristius cinctus* (Osburn y Nichols 1916)

## **Familia Blenniidae**

Tribu Salariini

*Entomacrodus chiostictus* (Jordan y Gilbert 1882)

*Hypsoblennius brevipinnis* (Günther 1861)

*Hypsoblennius gentilis* (Girard 1854)

*Hypsoblennius jenkinsi* (Jordan y Evermann  
1896)

*Ophioblennius steindachneri* Jordan y Evermann  
1898

*Plagiotremus azaleus* (Jordan y Bollman 1890)

## **Familia Labrisomidae**

*Exerpes asper* (Jenkins y Evermann 1889)

*Labrisomus multiporosus* Hubbs 1953

*Labrisomus wigginsi* Hubbs 1953

*Labrisomus xanti* Gill 1860

*Malaccoctenus hubbsi* Springer 1959

*Malaccoctenus tetranemus* (Cope 1877)

*Malaccoctenus zonifer* (Jordan y Gilbert 1882)

*Paraclinus altivelis* (Lockington 1881)

*Paraclinus beebei* Hubbs 1952

*Paraclinus integripinnis* (Smith 1880)

*Paraclinus magdalenae* Rosenblatt y Parr 1969

*Paraclinus mexicanus* (Gilbert 1904)

*Paraclinus sini* Hubbs 1952

*Paraclinus tanygnathus* Rosenblatt y Parr 1969

*Starksia cremnobates* (Gilbert 1890)

*Xenomedeia rhodopyga* Rosenblatt y Taylor 1971

## **Familia Chaenopsidae**

*Acanthemblemaria crockeri* Beebe y Tee-Van  
1938

*Chaenopsis alepidota alepidota* (Gilbert 1890)

*Cirriemblemaria lucasana* (Stephens 1963)

*Coralliozetus angelicus* (Böhlke y Mead 1957)

*Coralliozetus boehlkei* Stephens 1963  
*Coralliozetus micropes* (Beebe y Tee-Van 1938)  
*Emblemaria hypacanthus* (Jenkins y Evermann  
1889)  
*Protemblemaria bicirris* (Hildebrand 1946)  
*Stathmonotus sinuscalifornici* (Chabanaud 1942)

Suborden Gobioesocoidei

**Familia Gobiesocidae**

*Arcos erythroptus* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Gobiesox pinniger* Gilbert 1890  
*Gobiesox rhessodon* Smith 1881  
*Rimicola eigenmanni* (Gilbert 1890)  
*Tomicodon boehlkei* Briggs 1955  
*Tomicodon humeralis* (Gilbert 1890)  
*Tomicodon zebra* (Jordan y Gilbert 1882)

Suborden Callionymoidei

**Familia Callionymidae**

*Synchiropus atrilabiatus* (Garman 1899)

Suborden Gobioidi

**Familia Gobiidae**

Subfamilia Gobiinae

*Aruma histrio* (Jordan 1884)  
*Barbulifer pantherinus* (Pellegrin 1901)  
*Bathygobius ramosus* Ginsburg 1947  
*Bollmannia longipinnis* Ginsburg 1939  
*Bollmannia macropoma* Gilbert 1892  
*Bollmannia ocellata* Gilbert 1892  
*Bollmannia stigmatura* Gilbert 1892  
*Bollmannia umbrosa* Ginsburg 1939  
*Chriolepis minutillus* Gilbert 1892  
*Chriolepis zebra* Ginsburg 1938  
*Clevelandia ios* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Coryphopterus urospilus* Ginsburg 1938  
*Ctenogobius sagittula* (Günther 1861)

*Ctenogobius manglicola* (Jordan y Starks 1895)  
*Elacatinus digueti* (Pellegrin 1901)  
*Elacatinus puncticulatus* (Ginsburg 1938)  
*Erotelis armiger* (Jordan y Richardson 1895)  
*Gillichthys mirabilis* Cooper 1864  
*Gobiosoma chiquita* (Jenkins y Evermann 1889)  
*Gobiosoma paradoxum* (Günther 1861)  
*Gobulus crescentalis* (Gilbert 1892)  
*Gymneleotris seminuda* (Günther 1864)  
*Ilypnus gilberti* (Eingenmann y Eigenmann 1889)  
*Lophogobius cristulatus* Ginsburg 1939  
*Lythrypnus dalli* (Gilbert 1890)  
*Lythrypnus pulchellus* Ginsburg 1938  
*Microgobius brevispinis* Ginsburg 1939  
*Microgobius cyclolepis* Gilbert 1890  
*Microgobius tabogensis* Meek y Hildebrand 1928  
*Parrella maxillaris* Ginsburg 1938  
*Pycnomma semisquamatum* Rutter 1904  
*Quietula y-cauda* (Jenkins y Evermann 1889)

#### **Familia Microdesmidae**

*Microdesmus dipus* Günther, 1864  
*Microdesmus dorsipunctatus* Dawson, 1968

Suborden Acanthuroidei

#### **Familia Ehippidae**

*Chaetodipterus zonatus* (Girard 1858)

#### **Familia Zanclidae**

*Zanclus cornutus* (Linnaeus 1758)

#### **Familia Acanthuridae**

Subfamilia Acanthurinae

Tribu Acanthurini

*Acanthurus achilles* Shaw 1803  
*Acanthurus nigricans* (Linnaeus 1758)  
*Acanthurus triostegus* (Linnaeus 1758)  
*Acanthurus xanthopterus* Valenciennes 1835

Suborden Scombroidei

**Familia Sphyraenidae**

*Sphyraena argentea* Girard 1854

*Sphyraena ensis* Jordan y Gilbert 1882

**Familia Scombridae**

Subfamilia Scombrinae

Tribu Scombrini

*Scomber japonicus* Houttuyn 1782

Tribu Scomberomorini

*Scomberomorus concolor* (Lockington 1879)

*Scomberomorus sierra* Jordan y Starks 1895

Tribu Sardini

*Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier 1832)

Suborden Stromateoidei

**Familia Stromateidae**

*Peprilus medius* (Peters 1869)

*Peprilus snyderi* Gilbert y Starks 1904

**Orden Pleuronectiformes**

Suborden Pleuronectoidei

Superfamilia Pleuronectoidea

**Familia Paralichthyidae**

*Ancylopsetta dendritica* Gilbert 1890

*Citharichthys gilberti* Jenkins y Evermann 1889

*Citharichthys platophrys* Gilbert 1891

*Citharichthys xanthostigma* Gilbert 1890

*Cyclopsetta panamensis* (Steindachner 1876)

*Cyclopsetta querna* (Jordan y Bollman 1890)

*Etropus crossotus* Jordan y Gilbert 1882

*Etropus peruvianus* Hildebrand 1946

*Hippoglossina bollmani* Gilbert 1890

*Hippoglossina stomata* Eigenmann y Eigenmann  
1890

*Hippoglossina tetrophthalma* (Gilbert 1890)

*Paralichthys aestuarius* Gilbert y Scofield 1898

*Paralichthys californicus* (Ayres 1859)  
*Paralichthys woolmani* Jordan y Williams 1897  
*Syacium latifrons* (Jordan y Gilbert 1882)  
*Syacium maculiferum* (Garman 1899)  
*Syacium ovale* (Günther 1864)  
*Xystreureys liolepis* Jordan y Gilbert 1880

#### **Familia Pleuronectidae**

Subfamilia Pleuronectinae

Tribu Microstomini

*Hypsopsetta guttulata* (Girard 1856)  
*Pleuronichthys coenosus* Girard 1854  
*Pleuronichthys ocellatus* Starks y Thompson 1910  
*Pleuronichthys ritteri* Starks y Morris 1907  
*Pleuronichthys verticalis* Jordan y Gilbert 1880

#### **Familia Bothidae**

*Bothus constellatus* (Jordan 1889)  
*Bothus leopardinus* (Günther 1862)  
*Citharichthys stigmaeus* Jordan y Gilbert 1882  
*Perissias taeniopterus* (Gilbert 1890)

Superfamilia Soleiodea

#### **Familia Achiridae**

*Achirus mazatlanus* (Steindachner 1869)

#### **Familia Cynoglossidae**

*Symphurus atramentatus* Jordan y Bollman 1890  
*Symphurus atricaudus* (Jordan y Gilbert 1880)  
*Symphurus fasciolaris* Gilbert 1892  
*Symphurus gorgonae* Chabanaud 1948  
*Symphurus oligomerus* Mahadeva y Munroe 1990

### **Orden Tetraodontiformes**

Suborden Balistoidei

Superfamilia Balistoidea

#### **Familia Balistidae**

*Balistes polylepis* Steindachner 1876  
*Sufflamen verres* (Gilbert y Starks 1904)

**Familia Monacanthidae**

*Aluterus scriptus* (Osbeck 1765)

Suborden Tetraodontoidei

**Familia Tetraodontidae**

Subfamilia Tetraodontinae

*Arothron meleagris* (Lacepède 1798)

*Sphoeroides angusticeps* (Jenyns 1842)

*Sphoeroides annulatus* (Jenyns 1842)

*Sphoeroides lispus* Walker 1996

*Sphoeroides lobatus* (Steindachner 1870)

*Sphoeroides sechurae* Hildebrand 1946

Subfamilia Canthigastrinae

*Canthigaster punctatissima* (Günther 1870)

**Familia Diodontidae**

*Chilomycterus affinis* Günther 1870

*Diodon holocanthus* Linnaeus 1758

*Diodon hystrix* Linnaeus 1758



**ANEXO 2.- Matriz de presencia/ausencia de la ictiofauna de los sistemas costeros de B.C.S.** Lista alfabética por familia (Género-Especie) de la ocurrencia (presencia / ausencia) de las especies de peces marinos registradas en cada una de las bahías y lagunas costeras, consideradas en el estudio. Se acota la fuente de información para cada registro por especie (base de datos de colecciones, museos o referencias bibliográficas) y su afinidad biogeográfica. Los códigos se definen de acuerdo a: C= Bahía Concepción, L= Bahía de La Paz, M= Bahía Magdalena, O= Laguna Ojo de Liebre, I= Laguna de San Ignacio, B= Referencia bibliográfica, K= CICIMAR-CI, S= SIO, A= CAS, N= USNM, Y= YPM, G= LACM, T= tropical, R= subtropical, F= templado-fría, H= templado-cálida y D= amplia distribución en el océano Pacífico oriental. Códigos institucionales de acuerdo a Leviton *et. al.* (1985) y Leviton y Gibbs (1988).

---

<i>Ablennes</i>	<i>hians</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	F
<i>Abudefduf</i>	<i>concolor</i>	C	-	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Abudefduf</i>	<i>declivifrons</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Abudefduf</i>	<i>troschellii</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	Y	-	D
<i>Acanthemblemaria</i>	<i>crockeri</i>	-	L	-	-	-	-	K	S	-	N	-	-	R
<i>Acanthurus</i>	<i>achilles</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Acanthurus</i>	<i>nigricans</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Acanthurus</i>	<i>tristegus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Acanthurus</i>	<i>xanthopterus</i>	C	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Achirus</i>	<i>mazatlanus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Agonopsis</i>	<i>sterletus</i>	-	-	M	-	-	-	K	-	-	-	-	-	H
<i>Albula</i>	<i>vulpes</i>	C	L	M	O	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Alectis</i>	<i>ciliaris</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Alphestes</i>	<i>immaculatus</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Alphestes</i>	<i>multiguttatus</i>	-	-	-	-	I	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Aluterus</i>	<i>scriptus</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Anarchias</i>	<i>galapaguensis</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Anchoa</i>	<i>ischana</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	A	N	-	-	D
<i>Anchoa</i>	<i>nasus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	G	D
<i>Anchovia</i>	<i>macrolepidota</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	N	-	-	D
<i>Ancylopsetta</i>	<i>dendritica</i>	-	-	M	-	I	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Anisotremus</i>	<i>davidsonii</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Anisotremus</i>	<i>interruptus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D

<i>Anisotremus</i>	<i>taeniatus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Antennarius</i>	<i>avalonis</i>	C	L	-	-	-	B	K	S	-	-	Y	-	D
<i>Apogon</i>	<i>atricaudus</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	D
<i>Apogon</i>	<i>retrosella</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	A	-	-	-	R
<i>Arcos</i>	<i>erythropros</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	R
<i>Ariosoma</i>	<i>gilberti</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Arothron</i>	<i>meleagris</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	A	-	-	-	D
<i>Aruma</i>	<i>histrion</i>	C	L	-	-	-	-	K	S	A	-	-	-	H
<i>Astroscopus</i>	<i>zephyreus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Atherinops</i>	<i>affinis</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	F
<i>Atherinopsis</i>	<i>californiensis</i>	C	-	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Atractoscion</i>	<i>nobilis</i>	-	-	M	O	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Axoclinus</i>	<i>nigricaudus</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Bagre</i>	<i>panamensis</i>	C	-	M	-	I	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Bagre</i>	<i>pinnimaculatus</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bairdiella</i>	<i>icistia</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	R
<i>Balistes</i>	<i>polylepis</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	A	-	-	-	T
<i>Barbulifer</i>	<i>pantherinus</i>	-	L	-	-	-	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Bascanichthys</i>	<i>bascanoides</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bathygobius</i>	<i>ramosus</i>	-	L	M	-	-	-	K	-	A	-	-	-	D
<i>Bellator</i>	<i>gymnostethus</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bellator</i>	<i>loxias</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bellator</i>	<i>xenisma</i>	-	L	-	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Bodianus</i>	<i>diplotaenia</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Bollmannia</i>	<i>longipinnis</i>	C	-	-	-	-	B	-	-	-	-	Y	-	H
<i>Bollmannia</i>	<i>macropoma</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	A	-	-	-	T
<i>Bollmannia</i>	<i>ocellata</i>	-	L	-	-	-	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Bollmannia</i>	<i>stigmatura</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bollmannia</i>	<i>umbrosa</i>	-	L	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Bothus</i>	<i>constellatus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	N	-	-	T
<i>Bothus</i>	<i>leopardinus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Calamus</i>	<i>brachysomus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Callechelys</i>	<i>eristigma</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Canthigaster</i>	<i>punctatissima</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Carangoides</i>	<i>otrynter</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Caranx</i>	<i>caballus</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Caranx</i>	<i>caninus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Caranx</i>	<i>sexfasciatus</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Caranx</i>	<i>vinctus</i>	C	L	M	-	-	-	K	-	-	N	-	-	D
<i>Carapus</i>	<i>dubius</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Caulolatilus</i>	<i>affinis</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D

<i>Caulolatilus</i>	<i>princeps</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Centropomus</i>	<i>medius</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Centropomus</i>	<i>nigrescens</i>	C	-	M	-	-	B	-	S	A	-	-	-	T
<i>Cephalopholis</i>	<i>panamensis</i>	C	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Cetengraulis</i>	<i>mysticetus</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	A	-	-	G	D
<i>Chaenopsis</i>	<i>alepidota alepidota</i>	C	L	M	-	-	-	K	S	A	N	-	-	H
<i>Chaetodipterus</i>	<i>zonatus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Chaetodon</i>	<i>humeralis</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Chanos</i>	<i>chanos</i>	C	L	-	-	I	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Cheilotrema</i>	<i>saturnum</i>	-	-	M	O	-	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Chilomycterus</i>	<i>affinis</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	D
<i>Chloroscombrus</i>	<i>orqueta</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Chriolepis</i>	<i>minutillus</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	H
<i>Chriolepis</i>	<i>zebra</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Chromis</i>	<i>alta</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Chromis</i>	<i>atrilobata</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Chromis</i>	<i>limbaughi</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Cirriemblemaria</i>	<i>lucasana</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	H
<i>Citharichthys</i>	<i>gilberti</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Citharichthys</i>	<i>platophrys</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Citharichthys</i>	<i>stigmaeus</i>	C	-	-	-	-	B	-	-	-	N	-	-	F
<i>Citharichthys</i>	<i>xanthostigma</i>	C	-	M	O	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Clevelandia</i>	<i>ios</i>	-	-	-	O	-	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Conodon</i>	<i>serrifer</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Coralliozetus</i>	<i>angelicus</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	R
<i>Coralliozetus</i>	<i>boehlkei</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Coralliozetus</i>	<i>micropes</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	H
<i>Coryphopterus</i>	<i>urospilus</i>	-	L	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Crocodylichthys</i>	<i>gracilis</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Ctenogobius</i>	<i>manglicola</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Ctenogobius</i>	<i>sagittula</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	N	Y	-	D
<i>Cyclopsetta</i>	<i>panamensis</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	A	-	-	-	T
<i>Cyclopsetta</i>	<i>querna</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Cynoponticus</i>	<i>coniceps</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Cynoscion</i>	<i>parvipinnis</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	H
<i>Cynoscion</i>	<i>reticulatus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Cynoscion</i>	<i>stolzmanni</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Cynoscion</i>	<i>xanthulus</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	R
<i>Cypselurus</i>	<i>callopterus</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	A	-	-	-	T
<i>Dactylagnus</i>	<i>mundus</i>	C	L	M	O	-	-	K	S	A	N	Y	-	T
<i>Dactylagnus</i>	<i>parvus</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T

<i>Dactyloscopus</i>	<i>byersi</i>	C	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	T
<i>Dactyloscopus</i>	<i>lunaticus</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	-	-	-	-	T
<i>Dactyloscopus</i>	<i>pectoralis</i>	-	L	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	T
<i>Dasyatis</i>	<i>brevis</i>	-	L	M	O	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Dasyatis</i>	<i>longa</i>	-	-	M	-	-	-	B	-	-	A	-	-	D
<i>Decapterus</i>	<i>macarellus</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	D
<i>Decapterus</i>	<i>macrosoma</i>	-	-	M	-	-	-	B	K	-	-	-	-	T
<i>Decapterus</i>	<i>muroadsi</i>	-	-	M	-	-	-	B	-	-	A	-	-	T
<i>Decodon</i>	<i>melasma</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Diapterus</i>	<i>brevirostris</i>	C	L	M	-	-	-	B	K	S	A	-	-	D
<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>	-	L	M	-	-	-	-	K	S	A	-	-	D
<i>Diodon</i>	<i>hystrix</i>	-	L	M	-	-	-	-	K	S	A	-	-	D
<i>Diplectrum</i>	<i>euryplectrum</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	-	-	-	-	T
<i>Diplectrum</i>	<i>labarum</i>	-	L	M	O	I	-	B	K	S	A	-	-	D
<i>Diplectrum</i>	<i>macropoma</i>	-	L	M	-	-	-	B	K	S	-	-	-	T
<i>Diplectrum</i>	<i>pacificum</i>	C	L	M	-	I	-	B	K	S	-	-	Y	T
<i>Diplectrum</i>	<i>rostrum</i>	-	L	-	-	I	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Diplectrum</i>	<i>sciurus</i>	C	L	M	-	-	-	B	K	S	A	-	-	H
<i>Diplobatis</i>	<i>ommata</i>	C	L	M	-	-	-	B	K	S	A	-	-	D
<i>Echidna</i>	<i>nebulosa</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	S	-	-	-	T
<i>Echidna</i>	<i>nocturna</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	D
<i>Echiodon</i>	<i>exsilium</i>	C	L	-	-	-	-	-	K	S	-	-	-	T
<i>Elacatinus</i>	<i>digueti</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	S	-	-	-	T
<i>Elacatinus</i>	<i>puncticulatus</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	S	-	-	-	T
<i>Elattarchus</i>	<i>archidium</i>	-	-	M	-	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Emblemaria</i>	<i>hypacanthus</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	S	A	N	-	H
<i>Enchelycore</i>	<i>octaviana</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D
<i>Engraulis</i>	<i>mordax</i>	-	-	M	-	-	-	B	K	S	-	-	-	G F
<i>Enneanectes</i>	<i>carminalis</i>	-	L	M	-	-	-	-	K	S	-	-	-	D
<i>Enneanectes</i>	<i>reticulatus</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D
<i>Entomacrodus</i>	<i>chiostictus</i>	-	L	M	-	-	-	-	K	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>acanthistius</i>	-	L	-	-	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>analogus</i>	-	L	M	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>exsul</i>	-	-	M	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>itajara</i>	-	L	M	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>labriformis</i>	C	L	M	-	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Epinephelus</i>	<i>niphobles</i>	C	L	M	-	-	-	B	K	S	-	-	-	D
<i>Erotelis</i>	<i>armiger</i>	-	L	-	-	-	-	B	-	-	A	-	-	T
<i>Ethadophis</i>	<i>merenda</i>	-	-	M	-	-	-	B	-	-	-	-	-	H
<i>Etropus</i>	<i>crossotus</i>	C	L	M	O	I	-	B	K	S	A	-	Y	D
<i>Etropus</i>	<i>peruvianus</i>	-	-	M	-	-	-	B	-	S	-	-	-	D

<i>Etrumeus</i>	<i>teres</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Eucinostomus</i>	<i>currani</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Eucinostomus</i>	<i>dowii</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	A	N	-	G	D
<i>Eucinostomus</i>	<i>entomelas</i>	-	L	M	O	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Eucinostomus</i>	<i>gracilis</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	A	-	-	G	T
<i>Eugerres</i>	<i>axillaris</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	G	R
<i>Eugerres</i>	<i>lineatus</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	A	-	-	-	D
<i>Exerpes</i>	<i>asper</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	A	-	Y	-	H
<i>Fistularia</i>	<i>commersonii</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Fistularia</i>	<i>corneta</i>	C	L	-	-	I	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Forcipiger</i>	<i>flavissimus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Fundulus</i>	<i>parvipinnis</i>	-	-	M	O	I	-	K	S	A	N	-	-	H
<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	N	-	G	T
<i>Gillichthys</i>	<i>mirabilis</i>	C	-	-	O	-	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Girella</i>	<i>nigricans</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Girella</i>	<i>simplicidens</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Gnathanodon</i>	<i>speciosus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	N	-	-	T
<i>Gobiesox</i>	<i>pinniger</i>	C	-	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Gobiesox</i>	<i>rhessodon</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	H
<i>Gobiosoma</i>	<i>chiquita</i>	-	L	-	-	-	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Gobiosoma</i>	<i>paradoxum</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Gobulus</i>	<i>crescentalis</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Gorgasia</i>	<i>punctata</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Grammonus</i>	<i>diagrammus</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Gymneleotris</i>	<i>seminuda</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Gymnothorax</i>	<i>castaneus</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Gymnothorax</i>	<i>dovii</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Gymnothorax</i>	<i>equatorialis</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Gymnothorax</i>	<i>panamensis</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Gymnothorax</i>	<i>verrilli</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Gymnura</i>	<i>marmorata</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Haemulon</i>	<i>flaviguttatum</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Haemulon</i>	<i>maculicauda</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Haemulon</i>	<i>scudderii</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Haemulon</i>	<i>sexfasciatum</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Haemulon</i>	<i>steindachneri</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Haemulopsis</i>	<i>axilliaris</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	N	-	-	T
<i>Haemulopsis</i>	<i>elongatus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Haemulopsis</i>	<i>leuciscus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	R
<i>Haemulopsis</i>	<i>nitidus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	R
<i>Halichoeres</i>	<i>chierchiae</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D

<i>Halichoeres</i>	<i>dispilus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Halichoeres</i>	<i>nicholsi</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Halichoeres</i>	<i>notospilus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Halichoeres</i>	<i>semicinctus</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	-	-	Y	-	H
<i>Harengula</i>	<i>thrissina</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Hemanthias</i>	<i>peruanus</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Hemicaranx</i>	<i>leucurus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Hemicaranx</i>	<i>zelotes</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Hemiramphus</i>	<i>saltator</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Hermosilla</i>	<i>azurea</i>	C	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Herpetoichthys</i>	<i>fossatus</i>	C	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	H
<i>Heteristius</i>	<i>cinctus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Heterodontus</i>	<i>francisci</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	Y	-	H
<i>Heterodontus</i>	<i>mexicanus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	R
<i>Hippocampus</i>	<i>ingens</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Hippoglossina</i>	<i>bollmani</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Hippoglossina</i>	<i>stomata</i>	-	-	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Hippoglossina</i>	<i>tetrophthalma</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Holacanthus</i>	<i>passer</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Hoplopagrus</i>	<i>guntherii</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Hyporhamphus</i>	<i>naos</i>	C	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	T
<i>Hyporhamphus</i>	<i>rosae</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	D
<i>Hyporhamphus</i>	<i>unifasciatus</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	A	N	-	-	D
<i>Hypsoblennius</i>	<i>brevipinnis</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	T
<i>Hypsoblennius</i>	<i>gentilis</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Hypsoblennius</i>	<i>jenkinsi</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	H
<i>Hypsopsetta</i>	<i>guttulata</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	H
<i>Hypsypops</i>	<i>rubicundus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Ichthyapus</i>	<i>selachops</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Ilypnus</i>	<i>gilberti</i>	-	-	M	O	I	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Johnrandallia</i>	<i>nigrirostris</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Kathetostoma</i>	<i>averruncus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Kyphosus</i>	<i>elegans</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Labrisomus</i>	<i>multiporosus</i>	C	L	M	-	-	-	K	S	A	N	-	-	D
<i>Labrisomus</i>	<i>wigginsi</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	R
<i>Labrisomus</i>	<i>xanti</i>	C	L	M	-	-	-	K	S	A	-	-	-	R
<i>Lepophidium</i>	<i>pardale</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Lepophidium</i>	<i>prorates</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Lile</i>	<i>gracilis</i>	C	-	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	R
<i>Lile</i>	<i>stolifera</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Lonchopisthus</i>	<i>sinuscalifornicus</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	H

<i>Lophiodes</i>	<i>caulinaris</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Lophogobius</i>	<i>crisulatus</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	T
<i>Lutjanus</i>	<i>aratus</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	A	-	-	-	D
<i>Lutjanus</i>	<i>argentiventris</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	N	-	-	D
<i>Lutjanus</i>	<i>colorado</i>	C	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Lutjanus</i>	<i>guttatus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Lutjanus</i>	<i>novemfasciatus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	T
<i>Lutjanus</i>	<i>peru</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Lythrypnus</i>	<i>dalli</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Lythrypnus</i>	<i>pulchellus</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Malacoctenus</i>	<i>hubbsi</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	R
<i>Malacoctenus</i>	<i>tetranemus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Malacoctenus</i>	<i>zonifer</i>	C	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	T
<i>Menticirrhus</i>	<i>elongatus</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Menticirrhus</i>	<i>nasus</i>	-	-	M	-	I	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Menticirrhus</i>	<i>panamensis</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Menticirrhus</i>	<i>undulatus</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	D
<i>Microdesmus</i>	<i>dipus</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	N	-	-	T
<i>Microdesmus</i>	<i>dorsipunctatus</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Microgobius</i>	<i>brevispinis</i>	-	-	M	-	I	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Microgobius</i>	<i>cyclolepis</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Microgobius</i>	<i>tabogensis</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Microlepidotus</i>	<i>inornatus</i>	C	-	M	-	-	B	K	-	-	-	Y	-	R
<i>Micropogonias</i>	<i>altipinnis</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Micropogonias</i>	<i>ectenens</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	N	-	-	R
<i>Micropogonias</i>	<i>megalops</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	R
<i>Microspathodon</i>	<i>dorsalis</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Mugil</i>	<i>cephalus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Mulloidichthys</i>	<i>dentatus</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Muraena</i>	<i>argus</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Muraena</i>	<i>clepsydra</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Muraena</i>	<i>lentiginosa</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Mustelus</i>	<i>californicus</i>	-	-	M	-	I	B	K	-	-	N	-	-	H
<i>Mustelus</i>	<i>henlei</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Mustelus</i>	<i>lunulatus</i>	-	L	-	-	I	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Mycteroperca</i>	<i>jordani</i>	-	-	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Mycteroperca</i>	<i>prionura</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	R
<i>Mycteroperca</i>	<i>rosacea</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	R
<i>Mycteroperca</i>	<i>xenarcha</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Myliobatis</i>	<i>californica</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	D

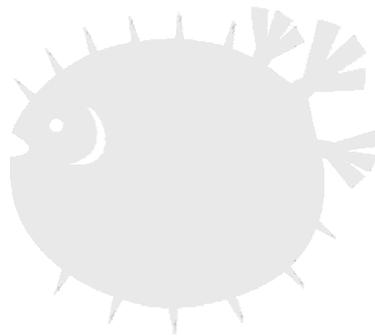
<i>Myliobatis</i>	<i>longirostris</i>	C	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Myrichthys</i>	<i>tigrinus</i>	C	L	-	-	-	B	-	-	-	N	-	-	T
<i>Myrichthys</i>	<i>xysturus</i>	C	L	-	-	-	B	-	S	A	-	Y	-	D
<i>Myripristis</i>	<i>leiognathus</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Myrophis</i>	<i>vafer</i>	C	L	M	-	-	B	-	S	-	-	Y	-	D
<i>Narcine</i>	<i>entemedor</i>	C	L	M	O	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Nematistius</i>	<i>pectoralis</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Neoconger</i>	<i>vermiformis</i>	-	L	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	T
<i>Nicholsina</i>	<i>denticulata</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Notarius</i>	<i>planiceps</i>	C	L	M	-	-	-	K	-	-	-	-	-	T
<i>Ogilbia</i>	<i>ventralis</i>	-	L	M	-	-	B	-	S	A	-	-	-	D
<i>Oligoplites</i>	<i>altus</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Oligoplites</i>	<i>refulgens</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Oligoplites</i>	<i>saurus</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Ophichthus</i>	<i>zophochir</i>	-	-	M	O	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Ophidion</i>	<i>galeoides</i>	-	L	M	O	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Ophidion</i>	<i>iris</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Ophidion</i>	<i>scrippsae</i>	-	-	M	-	I	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Ophioblennius</i>	<i>steindachneri</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Opisthonema</i>	<i>libertate</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	N	Y	-	D
<i>Opisthonema</i>	<i>medirastre</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	Y	-	D
<i>Opistognathus</i>	<i>mexicanus</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Opistognathus</i>	<i>punctatus</i>	C	L	-	-	I	-	K	S	-	-	-	-	T
<i>Opistognathus</i>	<i>romaleus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Opistognathus</i>	<i>rosenblatti</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Orthopristis</i>	<i>cantharinus</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Orthopristis</i>	<i>chalceus</i>	C	L	M	-	I	-	K	-	-	-	-	-	T
<i>Orthopristis</i>	<i>reddingi</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	N	Y	-	H
<i>Otophidium</i>	<i>indefatigabile</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Oxyjulis</i>	<i>californica</i>	-	-	M	-	I	-	K	-	-	-	-	-	H
<i>Paraclinus</i>	<i>altivelis</i>	C	L	-	-	-	B	-	-	A	-	-	-	H
<i>Paraclinus</i>	<i>beebei</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	H
<i>Paraclinus</i>	<i>integripinnis</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Paraclinus</i>	<i>magdalenae</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	N	-	-	R
<i>Paraclinus</i>	<i>mexicanus</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	A	N	-	-	D
<i>Paraclinus</i>	<i>sini</i>	C	L	M	O	-	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Paraclinus</i>	<i>tanygnathus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	R
<i>Paraconger</i>	<i>californiensis</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Paralabrax</i>	<i>auroguttatus</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Paralabrax</i>	<i>maculatofasciatus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	Y	G	H
<i>Paralabrax</i>	<i>nebulifer</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H

<i>Paralichthys</i>	<i>aestuarius</i>	C	-	-	O	-	B	K	-	A	-	Y	-	H
<i>Paralichthys</i>	<i>californicus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	F
<i>Paralichthys</i>	<i>woolmani</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	A	N	-	-	D
<i>Paranthias</i>	<i>colonus</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Pareques</i>	<i>viola</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Parrella</i>	<i>maxillaris</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	N	-	-	D
<i>Peprilus</i>	<i>medius</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Peprilus</i>	<i>snyderi</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Perissias</i>	<i>taeniopterus</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Petrotyx</i>	<i>hopkinsi</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Phaenomonas</i>	<i>pinnata</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Plagiotremus</i>	<i>azaleus</i>	-	L	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	T
<i>Platybelone</i>	<i>argalus pterura</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Platyrrhinoidis</i>	<i>triseriata</i>	C	-	-	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Pleuronichthys</i>	<i>coenosus</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	F
<i>Pleuronichthys</i>	<i>ocellatus</i>	C	-	M	-	-	B	K	-	-	-	Y	-	H
<i>Pleuronichthys</i>	<i>ritteri</i>	-	-	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Pleuronichthys</i>	<i>verticalis</i>	C	-	M	-	I	B	K	-	A	-	-	-	H
<i>Polydactylus</i>	<i>approximans</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Polydactylus</i>	<i>opercularis</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	A	-	-	-	R
<i>Pomacanthus</i>	<i>zonipectus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Pomadasys</i>	<i>bayanus</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Pomadasys</i>	<i>branickii</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Pomadasys</i>	<i>macracanthus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Pomadasys</i>	<i>panamensis</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Porichthys</i>	<i>analis</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Porichthys</i>	<i>myriaster</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Porichthys</i>	<i>notatus</i>	C	L	M	O	-	B	K	S	A	-	-	-	F
<i>Prionotus</i>	<i>albirostris</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Prionotus</i>	<i>birostratus</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Prionotus</i>	<i>ruscarius</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Prionotus</i>	<i>stephanophrys</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Pristigenys</i>	<i>serrula</i>	C	L	-	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Protemblemaria</i>	<i>bicirris</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Pseudomyrophis</i>	<i>micropinna</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Pseudupeneus</i>	<i>grandisquamis</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	-	-	Y	-	D
<i>Pycnomma</i>	<i>semisquamatum</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Quietula</i>	<i>y-cauda</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	A	-	-	G	H
<i>Raja</i>	<i>cortezensis</i>	C	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	H
<i>Raja</i>	<i>equatorialis</i>	C	L	-	-	I	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Rhinobatos</i>	<i>glaucostigma</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D

<i>Rhinobatos</i>	<i>leucorhynchus</i>	-	-	-	O	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Rhinobatos</i>	<i>productus</i>	C	-	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	H
<i>Rhynchoconger</i>	<i>nitens</i>	C	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Rimicola</i>	<i>eigenmanni</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	H
<i>Roncador</i>	<i>stearnsii</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Rypticus</i>	<i>bicolor</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	A	-	-	-	T
<i>Rypticus</i>	<i>nigripinnis</i>	-	-	M	-	-	-	K	-	-	-	-	-	D
<i>Sarda</i>	<i>chiliensis chiliensis</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Sardinops</i>	<i>sagax</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	A	-	-	G	D
<i>Sargocentron</i>	<i>suborbitalis</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Scarus</i>	<i>compressus</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Scarus</i>	<i>ghobban</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	A	-	-	-	D
<i>Scarus</i>	<i>perrico</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Sciades</i>	<i>platypogon</i>	C	L	M	-	I	-	K	S	A	N	-	-	T
<i>Sciades</i>	<i>seemani</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	T
<i>Scomber</i>	<i>japonicus</i>	C	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Scomberomorus</i>	<i>concolor</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Scomberomorus</i>	<i>sierra</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	N	-	G	D
<i>Scorpaena</i>	<i>guttata</i>	-	L	M	O	I	B	K	-	-	-	-	-	H
<i>Scorpaena</i>	<i>mystes</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Scorpaena</i>	<i>russula</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Scorpaena</i>	<i>sonorae</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	Y	-	H
<i>Scorpaenodes</i>	<i>xyris</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Scuticaria</i>	<i>tigrina</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Sebastes</i>	<i>constellatus</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Selar</i>	<i>crumenophthalmus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Selene</i>	<i>brevoortii</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	T
<i>Selene</i>	<i>peruviana</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Semicossyphus</i>	<i>pulcher</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Seriola</i>	<i>lalandi</i>	C	L	M	-	-	B	-	S	-	-	Y	-	D
<i>Serranus</i>	<i>aequidens</i>	-	L	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	H
<i>Serranus</i>	<i>fasciatus</i>	-	-	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	D
<i>Serranus</i>	<i>psittacinus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Sphoeroides</i>	<i>angusticeps</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Sphoeroides</i>	<i>annulatus</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	A	N	Y	-	D
<i>Sphoeroides</i>	<i>lispus</i>	-	-	M	O	I	-	K	S	-	-	-	-	H
<i>Sphoeroides</i>	<i>lobatus</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	A	-	-	-	D
<i>Sphoeroides</i>	<i>sechurae</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	T
<i>Sphyaena</i>	<i>argentea</i>	-	-	M	-	I	B	K	-	A	-	-	-	H
<i>Sphyaena</i>	<i>ensis</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	T
<i>Squatina</i>	<i>californica</i>	-	L	-	O	-	B	K	S	-	-	-	-	D

<i>Starksia</i>	<i>cremnobates</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Stathmonotus</i>	<i>sinuscalifornici</i>	-	L	M	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Stegastes</i>	<i>flavilatus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Stegastes</i>	<i>rectifraenum</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Stellifer</i>	<i>ericymba</i>	-	-	M	-	I	B	K	-	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Stereolepis</i>	<i>gigas</i>	-	-	-	O	I	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Strongylura</i>	<i>exilis</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	N	Y	-	-	-	-	R
<i>Sufflamen</i>	<i>verres</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Syacium</i>	<i>latifrons</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Syacium</i>	<i>maculiferum</i>	C	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Syacium</i>	<i>ovale</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	Y	-	-	-	-	D
<i>Symphurus</i>	<i>atramentatus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Symphurus</i>	<i>atriculaudus</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	A	-	-	-	-	-	-	H
<i>Symphurus</i>	<i>fasciolaris</i>	C	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Symphurus</i>	<i>gorgonae</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Symphurus</i>	<i>oligomerus</i>	-	L	-	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Synchiropus</i>	<i>atrilabiatus</i>	-	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Syngnathus</i>	<i>auliscus</i>	C	L	M	O	I	-	K	S	A	-	-	-	-	-	-	D
<i>Syngnathus</i>	<i>californiensis</i>	-	-	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Syngnathus</i>	<i>leptorhynchus</i>	-	-	M	O	I	-	K	S	-	-	-	-	-	-	-	F
<i>Synodus</i>	<i>evermanni</i>	-	L	M	-	I	B	-	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Synodus</i>	<i>lacertinus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Synodus</i>	<i>lucioceps</i>	-	-	M	-	I	B	K	S	A	-	-	-	-	-	-	H
<i>Synodus</i>	<i>scituliceps</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	Y	-	-	-	-	T
<i>Synodus</i>	<i>sechurae</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Thalassoma</i>	<i>grammaticum</i>	-	-	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Thalassoma</i>	<i>lucasanum</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	-	-	-	D
<i>Tomicodon</i>	<i>boehlkei</i>	-	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Tomicodon</i>	<i>humeralis</i>	C	L	-	-	-	-	K	-	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Tomicodon</i>	<i>zebra</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Trachinotus</i>	<i>kennedyi</i>	-	L	M	-	I	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Trachinotus</i>	<i>paitensis</i>	C	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Trachinotus</i>	<i>rhodopus</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	-	-	-	D
<i>Trachurus</i>	<i>symmetricus</i>	-	L	-	-	I	B	K	-	-	-	-	-	-	G	-	D
<i>Triakis</i>	<i>semifasciata</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Tylosurus</i>	<i>pacificus</i>	-	-	M	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D
<i>Umbrina</i>	<i>analís</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	A	-	-	-	-	-	-	T
<i>Umbrina</i>	<i>roncador</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Umbrina</i>	<i>wintersteeni</i>	C	L	M	-	-	B	K	-	A	N	-	-	-	-	-	H
<i>Umbrina</i>	<i>xanti</i>	C	L	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	-	-	-	T
<i>Urobatis</i>	<i>concentricus</i>	-	L	M	-	-	B	K	S	A	-	-	-	-	-	-	R

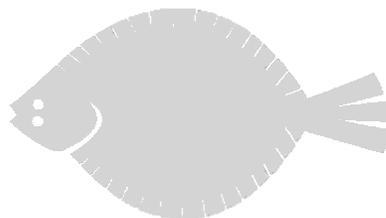
<i>Urobatis</i>	<i>halleri</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	N	-	-	D
<i>Urobatis</i>	<i>maculatus</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	N	-	-	H
<i>Uropterygius</i>	<i>macrocephalus</i>	C	L	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	D
<i>Uropterygius</i>	<i>polystictus</i>	-	L	-	-	-	B	K	-	-	-	-	-	T
<i>Urotrygon</i>	<i>chilensis</i>	-	-	M	-	-	B	K	S	-	-	-	-	D
<i>Urotrygon</i>	<i>rogersi</i>	-	L	M	-	-	B	K	-	-	-	-	-	D
<i>Xenichthys</i>	<i>xanti</i>	-	-	M	-	-	B	-	S	-	-	-	-	D
<i>Xenistius</i>	<i>californiensis</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	A	-	Y	-	D
<i>Xenomedeia</i>	<i>rhodopyga</i>	-	L	-	-	-	B	-	S	-	-	-	-	H
<i>Xystreurys</i>	<i>liolepis</i>	-	-	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	H
<i>Zalieutes</i>	<i>elater</i>	-	L	M	-	-	-	K	S	-	-	-	-	D
<i>Zanclus</i>	<i>cornutus</i>	C	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	T
<i>Zapteryx</i>	<i>exasperata</i>	C	L	M	O	I	B	K	S	-	-	-	-	D



ANEXO 3.- Listado de las especies presentes en todos los sistemas costeros objeto de estudio.

---

 <i>Achirus mazatlanus</i>	 <i>Mugil cephalus</i>
 <i>Calamus brachysomus</i>	 <i>Mugil curema</i>
 <i>Chaetodipterus zonatus</i>	 <i>Orthopristis reddingi</i>
 <i>Ctenogobius sagittula</i>	 <i>Paralabrax maculatofasciatus</i>
 <i>Cynoscion parvipinnis</i>	 <i>Paralichthys californicus</i>
 <i>Etropus crossotus</i>	 <i>Porichthys myriaster</i>
 <i>Exerpes asper</i>	 <i>Quietula y-cauda</i>
 <i>Gymnura marmorata</i>	 <i>Sardinops sagax</i>
 <i>Heterodontus francisci</i>	 <i>Sphoeroides annulatus</i>
 <i>Hippocampus ingens</i>	 <i>Strongylura exilis</i>
 <i>Hyporhamphus rosae</i>	 <i>Syngnathus auliscus</i>
 <i>Hypsoblennius gentilis</i>	 <i>Synodus scituliceps</i>
 <i>Umbrina roncador</i>	 <i>Xenistius californiensis</i>
 <i>Urobatis halleri</i>	 <i>Zapteryx exasperata</i>
 <i>Urobatis maculatus</i>	



ANEXO 4.- Listado de especies únicas correspondientes a cada uno de los sistemas costeros objeto de estudio.

---

**Bahía de La Paz**

 <i>Ablennes hians</i>	 <i>Coralliozetus boehlkei</i>
 <i>Acanthemblemaria crockeri</i>	 <i>Coralliozetus micropes</i>
 <i>Acanthurus achilles</i>	 <i>Crocodilichthys gracilis</i>
 <i>Acanthurus nigricans</i>	 <i>Cyclopsetta panamensis</i>
 <i>Acanthurus triostegus</i>	 <i>Cyclopsetta querna</i>
 <i>Alectis ciliaris</i>	 <i>Cynoponticus coniceps</i>
 <i>Anarchias galapaguensis</i>	 <i>Dactyloscopus lunaticus</i>
 <i>Apogon atricaudus</i>	 <i>Dactyloscopus pectoralis</i>
 <i>Arothron meleagris</i>	 <i>Decapterus macarellus</i>
 <i>Axoclinus nigricaudus</i>	 <i>Decodon melasma</i>
 <i>Barbulifer pantherinus</i>	 <i>Diplectrum euryplectrum</i>
 <i>Bellator gymnostethus</i>	 <i>Echidna nebulosa</i>
 <i>Bellator loxias</i>	 <i>Echidna nocturna</i>
 <i>Bollmannia macropoma</i>	 <i>Elacatinus digueti</i>
 <i>Bollmannia ocellata</i>	 <i>Elacatinus puncticulatus</i>
 <i>Bollmannia stigmatura</i>	 <i>Emblemaria hypacanthus</i>
 <i>Bollmannia umbrosa</i>	 <i>Enchelycore octaviana</i>
 <i>Callechelys eristigma</i>	 <i>Enneanectes reticulatus</i>
 <i>Canthigaster punctatissima</i>	 <i>Epinephelus acanthistius</i>
 <i>Chilomycterus affinis</i>	 <i>Erotelis armiger</i>
 <i>Chriolepis minutillus</i>	 <i>Eugerres lineatus</i>
 <i>Chriolepis zebra</i>	 <i>Forcipiger flavissimus</i>
 <i>Chromis limbaughi</i>	 <i>Gobiosoma chiquita</i>
 <i>Cirriemblemaria lucasana</i>	 <i>Gobiosoma paradoxum</i>
 <i>Coralliozetus angelicus</i>	 <i>Grammonus diagrammus</i>

 <i>Gymnothorax dovii</i>	 <i>Peprilus medius</i>
 <i>Gymnothorax equatorialis</i>	 <i>Perissias taeniopterus</i>
 <i>Halichoeres nicholsi</i>	 <i>Petrotyx hopkinsi</i>
 <i>Halichoeres notospilus</i>	 <i>Phaenomonas pinnata</i>
 <i>Harengula thrissina</i>	 <i>Prionotus birostratus</i>
 <i>Hemanthias peruanus</i>	 <i>Pseudomyrophis micropinna</i>
 <i>Hemicaranx leucurus</i>	 <i>Pycnomma semisquamatum</i>
 <i>Hippoglossina bollmani</i>	 <i>Sargocentron suborbitalis</i>
 <i>Ichthyapus selachops</i>	 <i>Scarus compressus</i>
 <i>Lepophidium pardale</i>	 <i>Serranus aequidens</i>
 <i>Lonchopisthus sinuscalifornicus</i>	 <i>Sphoeroides angusticeps</i>
 <i>Lophiodes caularis</i>	 <i>Sphoeroides sechurae</i>
 <i>Microdesmus dipus</i>	 <i>Starksia cremnobates</i>
 <i>Micropogonias megalops</i>	 <i>Sciades seemani</i>
 <i>Muraena clepsydra</i>	 <i>Symphurus gorgonae</i>
 <i>Mustelus henlei</i>	 <i>Symphurus oligomerus</i>
 <i>Mycteroperca prionura</i>	 <i>Synchiropus atrilabiatus</i>
 <i>Myripristis leiognathus</i>	 <i>Tomicodon boehlkei</i>
 <i>Neoconger vermiformis</i>	 <i>Uropterygius macrocephalus</i>
 <i>Ophidion iris</i>	 <i>Uropterygius polystictus</i>
 <i>Opistognathus mexicanus</i>	 <i>Xenomedeia rhodopyga</i>
 <i>Opistognathus rosenblatti</i>	
 <i>Otophidium indefatigabile</i>	
 <i>Paraclinus beebei</i>	
 <i>Paraclinus mexicanus</i>	
 <i>Paraclinus tanygnathus</i>	
 <i>Paraconger californiensis</i>	
 <i>Parrella maxillaris</i>	



## Bahía Magdalena

- |  |  |
|--|--|
|  <i>Abudefduf declivifrons</i>    |  <i>Gymneleotris seminuda</i>         |
|  <i>Agonopsis sterletus</i>       |  <i>Gymnothorax verrilli</i>          |
|  <i>Anchoa nasus</i>              |  <i>Haemulopsis axiliaris</i>         |
|  <i>Anisotremus taeniatus</i>     |  <i>Heteristius cinctus</i>           |
|  <i>Arcos erythroptus</i>         |  <i>Hypsoblennius jenkinsi</i>        |
|  <i>Ariosoma gilberti</i>         |  <i>Hypsypops rubicundus</i>          |
|  <i>Astroscopus zephyreus</i>     |  <i>Labrisomus wigginsii</i>          |
|  <i>Bagre pinnimaculatus</i>      |  <i>Lophogobius cristulatus</i>       |
|  <i>Bascanichthys bascanoides</i> |  <i>Malacoctenus tetranemus</i>       |
|  <i>Bothus leopardinus</i>        |  <i>Menticirrhus elongatus</i>        |
|  <i>Caulolatilus princeps</i>     |  <i>Menticirrhus panamensis</i>       |
|  <i>Cetengraulis mysticetus</i>  |  <i>Microdesmus dorsipunctatus</i>   |
|  <i>Chromis alta</i>            |  <i>Microgobius cyclolepis</i>      |
|  <i>Conodon serrifer</i>        |  <i>Microgobius tabogensis</i>      |
|  <i>Cynoscion stolzmanni</i>    |  <i>Mycteroperca xenarcha</i>       |
|  <i>Cynoscion xanthulus</i>     |  <i>Opistognathus rhomaleus</i>     |
|  <i>Dactylagnus porvus</i>      |  <i>Paraclinus integripinnis</i>    |
|  <i>Dasyatis longa</i>          |  <i>Paraclinus magdalenae</i>       |
|  <i>Decapterus macrosoma</i>    |  <i>Paranthias colonus</i>          |
|  <i>Decapterus muroadsi</i>     |  <i>Peprilus snyderi</i>            |
|  <i>Elattarchus archidium</i>   |  <i>Platybelone argalus pterura</i> |
|  <i>Engraulis mordax</i>        |  <i>Pleuronichthys coenosus</i>     |
|  <i>Epinephelus exsul</i>       |  <i>Polydactylus opercularis</i>    |
|  <i>Ethadophis merenda</i>      |  <i>Pomadasys bayanus</i>           |
|  <i>Etropus peruvianus</i>      |  <i>Rimicola eigenmanni</i>         |
|  <i>Etrumeus teres</i>          |  <i>Rypticus nigripinnis</i>        |
|  <i>Gobiesox rhessodon</i>      |  <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> |
|  <i>Gorgasia punctata</i>       |  <i>Scarus perrico</i>              |

-  *Sebastes constellatus*
-  *Serranus fasciatus*
-  *Sufflamen verres*
-  *Syngnathus californiensis*
-  *Thalassoma grammaticum*

-  *Tysolurus pacificus*
-  *Urotrygon chilensis*
-  *Xenichthys xanti*

### **Bahía Concepción**

-  *Abudefduf concolor*
-  *Acanthurus xanthopterus*
-  *Bollmannia longipinnis*
-  *Citharichthys sigmaeus*
-  *Dactyloscopus byersi*

-  *Lile gracilis*
-  *Malacoctenus zonifer*
-  *Raja cortezensis*
-  *Zanclus cornutus*

### **Laguna Ojo de Liebre**

-  *Clevelandia ios*

-  *Rhinobatos leucorhynchus*

### **Laguna de San Ignacio**

-  *Alphestes multiguttatus*



## GLOSARIO

**Aguas costeras:** aquellas que circundan las masas de aguas continentales y que ejercen una marcada influencia en la ecología de la costa. Su extensión abarca por lo general la plataforma continental (conocida también como provincia nerítica) (Arriaga *et al.*, 1998).

**Aguas oceánicas o marinas:** aquellas que se encuentran fuera de la plataforma continental y cuya profundidad es por lo general superior a 200 m. Conforman los océanos, mares abiertos y los golfos mayores (Arriaga *et al.*, 1998).

**Área protegida:** se refiere a un área definida geográficamente y que se designa legalmente como zona que debe ser regulada y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación. Se utiliza reserva como sinónimo (Arriaga *et al.*, 1998).

**Área prioritaria:** zona costera y/o oceánica designada así en función de sus características de biodiversidad. La delimitación de las áreas resulta del trabajo de un conjunto de expertos en diferentes temas marinos, costeros y oceanográficos. Ellos definieron las áreas como prioritarias con base en la información disponible sobre zonas con altos niveles de biodiversidad, o reservorios importantes de recursos como pesquerías u otro tipo de uso, o bien por el marcado desconocimiento sobre la zona (Arriaga *et al.*, 1998).

**Áreas de alta biodiversidad:** aquellas zonas que por su alta diversidad biológica pueden considerarse prioritarias para realizar acciones de estudio e investigación, así como para la conservación, actual o potencial, de sus recursos. Asimismo, son áreas en donde se pueden identificar impactos resultados de las diferentes actividades de uso de los recursos, que realizan distintos sectores, públicos, privados o independientes (Arriaga *et al.*, 1998).

**Áreas de uso por sectores:** identifica las áreas donde se realizan diferentes actividades de uso de los recursos, intensivas o extensivas, principalmente pesquerías, turismo, industrial (petrolero, minero, etc.) y urbano (Arriaga *et al.*, 1998).

**Biodiversidad:** comprende todos los tipos de variabilidad biológica: riqueza de especies, abundancia, funciones y procesos ecológicos que desarrollan los seres vivos dentro de los ecosistemas, así como la variabilidad genética. asimismo la diversidad.

**Biogeografía:** estudio de la distribución geográfica de los organismos, tanto pasada como presente (Brown y Gibson, 1963).

**Conservación:** es la utilización racional de los recursos naturales que involucra el mantenimiento de poblaciones animales y vegetales viables, en intervalos de tiempo ecológico (Arriaga *et al.*, 1998).

**Dendograma:** Un diagrama de árbol que representa una hipótesis.

**Endémico:** un taxón, normalmente una especie, que esta restringida a una región, hábitat o localidad específica en la que se originó.

**Endemismo:** grado en el que un área geográficamente circunscrita, tal como un país, provincia o región, contiene especies que no ocurren naturalmente en ningún otro lugar (Arriaga *et al.*, 1998).

**Especie introducida:** especie que se encuentra en un área o región fuera de su rango histórico conocido y que ha sido introducida intencional o accidentalmente por el hombre; no todas las especies introducidas se establecen exitosamente (conocida también como especie exótica o especie no nativa) (Heywood y Watson, 1995).

**Estuario:** cuerpo costero semicerrado que tiene una conexión libre con el mar abierto y dentro del cual el agua marina está mesurablemente diluida con el agua dulce derivada del drenaje terrestre (Cameron y Pritchard, 1963).

**Laguna costera:** desde el punto de vista geomorfológico, se definen como una depresión de la zona costera por debajo de las mareas mas altas que tiene una comunicación efímera o permanente con el mar, pero esta protegida del océano por algún tipo de barrera (Lankford, 1977).

Literatura citada en el Glosario:

Arriaga, C.L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez R., E. Muñoz L. y V. Aguilar S. 1998. **Regiones Prioritarias Marinas de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 198 pp.

Brown, J.H. y A.C. Gibson. 1983. **Biogeography**. Mosby Company, Saint Louis, Missouri. 643 pp.

Cameron, W. M. y D. W. Pritchard. 196. Estuaries. **En:** M. N. Hill (editor): **The Sea** Vol. 2, John Wiley and Sons, New York, 306 - 324.

Heywood, V.H. y R.T. Watson. 1995. **Global biodiversity assessment**. Cambridge University Press, Cambridge.

Lankford, R.R. 1977. **Coastal lagoons of Mexico, their origen and classification**. **En:** Wiley, M. (Ed.). Academic Press. London. 1977. 182-215.

