



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS Y BIOLOGÍA MARINA



**PATRONES LATITUDINALES DE COMPOSICIÓN Y
DIVERSIDAD FUNCIONAL DE PECES ASOCIADOS A LA
PESCA DE CAMARÓN DEL PACÍFICO MEXICANO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

PRESENTA

DEIVIS SAMUEL PALACIOS SALGADO

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DE 2011



.INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 23 del mes de Mayo del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

“PATRONES LATITUDINALES DE COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FUNCIONAL DE PECES ASOCIADOS A LA PESCA DE CAMARÓN DEL PACÍFICO MEXICANO”

Presentada por el alumno:

PALACIOS

Apellido paterno

SALGADO

materno

DEIVIS SAMUEL

nombre(s)

Con registro:

B	0	7	1	2	1	9
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

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

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de Tesis


DR. MANUEL JESÚS ZETINA REJÓN
Director de Tesis


DR. VÍCTOR HUGO CRUZ ESCALONA
Director de Tesis

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

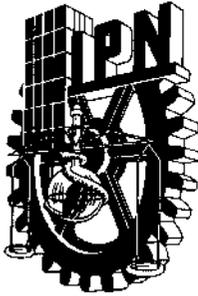

DR. HORACIO PÉREZ ESPAÑA

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



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

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 01 del mes Junio del año 2011
el (la) que suscribe MC. DEIVIS SAMUEL PALACIOS SALGADO alumno(a) del
Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS
con número de registro B071219 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:
DR. MANUEL JESÚS ZETINA REJÓN y DR. VÍCTOR HUGO CRUZ ESCALONA
y cede los derechos del trabajo titulado:

"PATRONES LATITUDINALES DE COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FUNCIONAL
DE PECES ASOCIADOS A LA PESCA DE CAMARÓN DEL PACÍFICO MEXICANO"

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

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

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

MC. DEIVIS SAMUEL PALACIOS SALGADO

nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo económico otorgado a través de las becas.

A los proyectos de investigación: CONACyT-SAGARPA 157 y 12004; CONACyT-SEMARNAT 1231; SEP-CONACyT 49945 y 104974; WWF-México KH-88; CB-2008-01-104974; GEF 1346; SIP-IPN 20070370, 20080489, 20090922, 20090932, 20090983, 20100404, 20101025, 20110742, 20113460.

A los ingenieros Armando Hernández y Paul Padilla por su participación activa en la generación de la información de las costas de Sinaloa-Nayarit. Así como al Dr. Margarito Tapia García por facilitar el acceso a los datos del Golfo de Tehuantepec. Al Dr. José T. Nieto Navarro por facilitar algunos de los programas utilizados, sus sugerencias y ayuda en algunos de los análisis.

A los Doctores: Víctor H. Cruz Escalona y Manuel Zetina Rejón por todo el apoyo brindado en la realización de este estudio. Así como a los Doctores: Francisco Arreguin Sánchez, Andrés Abitia Cárdenas y Horacio Pérez España por sus comentarios y sugerencias en la revisión de esta tesis. Asimismo al Dr. José de la Cruz Agüero por la disponibilidad, el apoyo y sugerencias brindadas durante el desarrollo del trabajo.

Al C. P. Humberto Ceseña Amador por su atención y ayuda en los trámites burocráticos.

A Juanito y compañía por su atención y apoyo en el uso del material de la biblioteca.

Así como a todos mis buenos y chidos amigos

ÍNDICE	Pág.
RELACIÓN DE FIGURAS.....	I
RELACIÓN DE TABLAS.....	V
GLOSARIO.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. OBJETIVOS.....	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
4.1. Área de estudio.....	6
4.2. Origen y descripción de las bases de datos.....	11
4.3. Organización y análisis de los datos.....	14
4.3.1. Análisis de composición de especies.....	14
4.3.2. Análisis de diversidad taxonómica.....	16
4.3.3. Análisis de afinidad ictiogeográfica.....	19
4.4. Descripción de atributos ecológicos y caracteres morfológicos..	21
4.5. Análisis de atributos ecológicos y caracteres morfológicos.....	29
5. RESULTADOS.....	31
5.1. Composición.....	31
5.2. Diversidad taxonómica.....	36
5.3. Afinidad ictiogeográfica.....	40
5.4. Atributos ecológicos y caracteres morfológicos.....	42
5.5. Grupos funcionales.....	62
6. DISCUSIÓN.....	78
7. CONCLUSIONES.....	108
8. LITERATURA CITADA.....	110
9. APÉNDICES.....	130

RELACIÓN DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Ubicación geográfica de las cinco zonas de estudio. El área de color azul representa la plataforma continental.....	12
2	Regiones y Provincias biogeográficas del Pacífico Este (Modificado de Hastings, 2000 y Espinosa-Pérez & Hendrickx, 2006). A. región templada del Pacífico Nororiental, B. región del Pacífico Oriental Tropical y C. región templada del Pacífico Suroriental.....	21
3	Representación del uso de los sistemas estuarino-lagunares por los peces demersales (Adaptado de Elliott <i>et al.</i> , 2007). a) Especies que desarrollan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino; b) Especies marinas que utilizan el estuario como área de protección y alimentación de los individuos jóvenes, pero pasan la mayor parte de su vida adulta en el mar; c) Especies marinas, que utilizan el estuario ocasional o incidentalmente.....	25
4	Representación visual del uso espacial del hábitat, por los peces.....	26
5	Diversidad de formas en peces demersales, la silueta negra representa un corte transversal de las formas típicas (basadas en Jordan y Evermann, 1900).....	28
6	Tipos de bocas de peces óseos (Adaptado de Miller & Lea, 1972 y Fischer <i>et al.</i> , 1995).....	29
7	Tipos de aleta caudal de peces óseos (Adaptado de Miller y Lea, 1972 y Fischer <i>et al.</i> , 1995).....	29
8	Riqueza de especies, géneros, familias y órdenes de peces de los cinco ecosistemas, reordenados en un gradiente de norte a sur.....	32
9	Variación latitudinal de la riqueza específica de los cinco ecosistemas.....	33
10	Tendencia latitudinal en riqueza de algunos órdenes, familias y géneros de peces de los cinco ecosistemas.....	33
11	Dendograma de similitud de la comunidad íctica de los cinco ecosistemas, ordenado de norte a sur (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●) calculado con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis.....	34
12	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS). Las distancias representan los rangos de las disimilitudes entre los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●) en dos dimensiones con un bajo factor de estrés de 0.1. Las elipses representan porcentajes de similitud calculados con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (50 - - - - - ; 60 ———).....	35
13	Relación de los valores del índice de distinción taxonómica promedio Δ (+) y la riqueza específica de los datos del Alto Golfo de California de este estudio contra los datos de Hastings y Findley (2007). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.....	37
14	Relación de los valores de la variación de la distinción taxonómica (+) y la riqueza específica de los datos del Alto Golfo de California de este estudio contra los datos de Hastings y Findley (2007). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.....	37
15	Relación de los valores del índice de distinción taxonómica promedio Δ (+) y la riqueza específica de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.....	38

16	Relación de los valores de la variación de la distinción taxonómica (Δ) y la riqueza específica de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◆; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.....	39
17	Representación bivalente del índice de distinción taxonómica promedio (Δ) contra la variación de la distinción taxonómica (Δ) de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◆; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●). Elipses de probabilidad al 95% de confianza, basados en 1000 simulaciones para un rango de 40, 80 y 200 especies.....	39
18	Afinidad ictiogeográfica de los géneros registrados en los cinco ecosistemas (CT: Circumtropicales; CI: Circumtropicales incompletos (ausentes del Indo-Pacífico); T: Transpacíficos; AN: Anfiamericanos; PE: Pacífico Este; PO: Pacífico Oriental Tropical; B: Boreal).....	40
19	Afinidad ictiogeográfica general de las especies de los cinco ecosistemas (PA: Provincia Aleutiana; PO: P. Oregoniana; PS: P. de San Diego; PC: P. de Cortés; PM: P. Mexicana; PP: P. Panámica; PPCH: P. Peruano-Chilena; PMAG: P. Magallánica; CT: Circumtropicales; T: Transpacíficas; AN: Anfiamericanas).....	41
20	Afinidad ictiogeográfica de las especies de los cinco ecosistemas, basado en porcentaje de especies (PA: Provincia Aleutiana; PO: P. Oregoniana; PS: P. de San Diego; PC: P. de Cortés; PM: P. Mexicana; PP: P. Panámica; PPCH: P. Peruano-Chilena; PMAG: P. Magallánica; CT: Circumtropicales; T: Transpacíficas; AN: Anfiamericanas). Reordenados en un gradiente de norte a sur.....	42
21	Nivel trófico de la comunidad de peces óseos y elasmobranquios de los cinco ecosistemas (A: Alto Golfo de California, B: Sinaloa-Nayarit, C: Jalisco-Colima, D: Michoacán-Guerrero, y E: Golfo de Tehuantepec), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	43
22	Gremios tróficos de la comunidad de peces óseos y elasmobranquios (Omnívoros: I, Planctívoros: II, Ictio-invertívoros: III, Piscívoros: IV, Invertívoros: V) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	45
23	Gremios reproductivos de peces óseos y elasmobranquios (Vivíparos V, Ovovivíparos W, Ovíparos con huevos pelágicos OP, Ovíparos con huevos bentónicos y fase pelágica OBFP, Ovíparos con huevos bentónicos, sin fase pelágica OBSFP, Ovíparos con gestación oral OGO, y Ovíparos con gestación en bolsa ventral vascularizada OGBVV) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	47
24	Gremios de uso de sistemas estuarinos por peces óseos y elasmobranquios (Grupo 1. Especies que realizan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino; Grupo 2. Especies marinas que utilizan el estuario como área de protección y alimentación de los individuos jóvenes, regresando estacionalmente al estuario; y Grupo 3. Especies marinas, generalmente adultos que no utilizan el estuario bajo un patrón definido) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	48
25	Gremios de posición dentro de la columna de agua de peces óseos y elasmobranquios (Demersal: fondos mixtos I, Demersal: fondos blandos II, Demersal: fondos duros III, Demerso-pelágicas IV, Pelágico-neríticas Col/agua V) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	50

26	Clasificación por límite de distribución batimétrica de peces óseos y elasmobranquios (I. somera: <30 m, II. intermedia: 31-50 m, III. profunda: 51-120 m, y IV. muy profunda: >120 m) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	52
27	Diversidad y proporciones de los tipos de formas de cuerpo de peces óseos y elasmobranquios (Fusiformes (e.g. <i>Scomberomorus</i> sp.) Ideal I, compresiformes (e.g. <i>Selene</i> sp.) II, depresiformes A (e.g. <i>Urobatis</i> sp.) III, depresiformes B (e.g. <i>Lophiodes</i> sp.) IV, sagitiformes (e.g. <i>Sphyræna</i> sp.) V, anguilliformes (e.g. <i>Gymnothorax</i> sp.) VI, teniformes (e.g. <i>Trichiurus</i> sp.) VII, globiforme (e.g. <i>Sphoeroides</i> sp.) VIII, Otros IX) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	53
28	Diversidad y proporciones de los tipos de aleta caudal de peces óseos y elasmobranquios (Redondeada I, truncada II, emarginada III, semilunada IV, furcada V, confluyente VI, punteada VII, forma de S VIII, doble emarginada IX, sin caudal X, aproximadamente simétrica XI, asimétrica XII) de los cinco ecosistemas (A-E), resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	55
29	Diversidad y proporciones de los tipos y posiciones de bocas de peces óseos y elasmobranquios (Oblicua I, superior II, proyectante III, terminal IV, inferior V, ventral VI, tubular VII, semiventral VIII) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	56
30	Clasificación por talla máxima de peces óseos y elasmobranquios (I. Teleósteos pequeños: longitud total máxima <29.9 cm, II. Teleósteos medianos: longitud total máxima $\geq 30 \leq 49.9$ cm, III. Teleósteos grandes: longitud total máxima ≥ 50 cm, IV. Especies pequeñas de elasmobranquios: longitud total máxima ≤ 105 cm, y V. Especies grandes de elasmobranquios: longitud total máxima ≥ 105.1 cm) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).....	58
31	Frecuencia y porcentaje de contribución promedio de los atributos funcionales analizados.....	59
32	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones con un factor de estrés de 0, desarrollado con los porcentajes de disimilitud entre los cinco ecosistemas calculados por el SIMPER (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◆; Jalisco-Colima: ●; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●). Las elipses representan porcentajes de disimilitud de Bray-Curtis (17.5 - - - ; 9.5 ———).....	60
33	Agrupaciones generales (A-H) de peces de los cinco ecosistemas. La afinidad de las especies fue calculada con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis y los grupos definidos utilizando la regla variable.....	63
34	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada A. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 75%.....	64
35	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada B. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.....	65
36	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada C. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.....	66
37	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada D. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 70%.....	66

38	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada E. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 68%.....	68
39	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada F. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.....	68
40	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada G. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 65%.....	69
41	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada H. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 66%.....	70
42	Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) de los cinco ecosistemas, basado en los 44 grupos funcionales de peces (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◆; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: ✱; Golfo de Tehuantepec ●). Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 80%.....	72
43	Frecuencia y porcentaje de contribución promedio de los atributos dentro de los grupos funcionales.....	72
44	a) Representación de la utilización de recursos por parte de diferentes especies pertenecientes al mismo grupo funcional, demostrando la preferencia por determinadas porciones de la oferta de alimento (A), de la ocupación espacial (E) y del periodo o época de actividad (T), b) Proyecciones de las relaciones entre los componentes de 4 grupos funcionales hipotéticos A, B, C, D, cada cual compuesta por un número variable de especies (amplitud de grupo funcional), como diferentes dimensiones de nicho multidimensional, demostrando la sobreposición de la utilización de determinados recursos entre especies pertenecientes a gremios distintos (Tomado de Silvestre <i>et al.</i> , 2003).....	103

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla	Pág.
1 Características de los cruceros realizados en las costas del Alto Golfo de California (Nava-Romo, 1994), de Sinaloa y Nayarit, de Jalisco y Colima (Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006), de Michoacán y Guerrero (Amézcua-Linares, 1996) y en el Golfo de Tehuantepec (Tapia-García & García-Abad, 1998).....	13
2 Composición taxonómica general de los cinco ecosistemas.....	32
3 Resultados de la prueba ANOSIM por pares entre los cinco ecosistemas. Los análisis fueron basados en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (A: Alto Golfo de California, B: Sinaloa-Nayarit, C: Jalisco-Colima, D: Michoacán-Guerrero, y E: Golfo de Tehuantepec).....	35
4 Resultados del análisis SIMPER basado en la composición de especies de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de disimilitud promedio entre ecosistemas y los porcentajes de similitud promedio dentro del ecosistema, en paréntesis.....	36
5 Resultados de la prueba ANOSIM por pares entre los cinco ecosistemas. Los análisis fueron basados en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis.....	60
6 Resultados del análisis SIMPER basado en los atributos ecológicos de las especies de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de similitud promedio global por ecosistemas y los porcentajes con que contribuyen en la similitud los atributos que acumulan el 50%.....	61
7 Puntajes de importancia de cada atributo asignados de acuerdo con el Índice de especie clave (K).....	62
8 Grupos funcionales de peces de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de similitud intragrupal, los atributos que definen a cada grupo y los porcentajes con que contribuyen a la similitud.....	73
9 Grupos funcionales de peces global y por ecosistema, se indica el número de especies que los conforman.....	77

GLOSARIO

Biogeografía: Rama de la biología que estudia la distribución geográfica de las especies (Brown y Lomolino, 1998).

Bycatch o Captura accidental: Parte de la captura pescada incidentalmente cuando se realiza un esfuerzo pesquero directo dirigido a capturar la especie objetivo. Esto incluye animales que no son objetivo de captura y material inerte, incluyendo aquellos que se escapan del arte de pesca durante su operación y no son subidos a bordo. Algo o todo el bycatch que se sube a bordo puede regresar al mar como descarte, usualmente muerto o agonizando (Eayrs, 2007).

Circumtropical: Ampliamente distribuido en los trópicos.

Competencia: Fenómeno que tiene lugar cuando varias especies utilizan recursos comunes que son escasos ("por explotación"); o, si los recursos no son escasos, tiene lugar la competencia cuando los organismos que buscan esos recursos afectan a otros durante el proceso ("por interferencia") (Krebs, 2003).

Comunidad: Conjunto de poblaciones de los organismos vivos, interrelacionados entre sí, en un área o hábitat dado (Krebs, 2003).

Diversidad funcional: Es el número de grupos funcionales representados por las especies en una comunidad (Naeem y Li, 1997).

Ecosistema: La comunidad biótica y su ambiente abiótico funcionando como un sistema.

Endémico: Referido a una especie o taxón que presentan una distribución restringida a cierta área geográfica específica, por lo que no se encuentran en ningún otro sitio (Brown y Lomolino, 1998).

Nicho: Papel funcional de una especie en la comunidad, incluyendo actividades y relaciones. De acuerdo con Hutchinson (1957) el nicho es el espacio multidimensional o

Especie clave: Especie cuyas actividades ejercen un papel significativo en la determinación de la estructura de la comunidad (Krebs, 2003).

Estructura trófica: Organización de una comunidad, basándose en el número de niveles tróficos o de transferencias de energía (Krebs, 2003).

Euritérico: Organismo o taxón que puede sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones de temperatura (Okolodkov, 2010).

Evolución convergente: Desarrollo de características similares en especies diferentes, que viven en diferentes áreas bajo similares condiciones ambientales (Krebs, 2003).

Gremio: un grupo de especies que explotan un recurso común en forma semejante (Root, 1967).

Grupo funcional: Conjunto polifilético de especies permanentes o temporales que comparten características (e.g., morfológicas, tróficas, etc.) y realizan funciones equivalentes en el ecosistema (Naeem y Li, 1997; Blondel, 2003).

Hábitat: Totalidad de las características ambientales de las localidades y las localidades mismas donde se puede encontrar una especie determinada (Krebs, 2003).

Ictiofauna: Todas las especies de peces que habitan una región específica.

Liberación competitiva: Expansión del nicho en respuesta a una reducción en la competencia interespecifica (Krebs, 2003).

Liberación ecológica: Expansión del hábitat o aumento en la disponibilidad de alimento como consecuencia de la liberación de una especie de la competencia interespecifica (Krebs, 2003). hipervolumen dentro del cual el individuo o la especie sobreviven de manera indefinida.

Nivel trófico: Clasificación funcional de los organismos de un ecosistema según las relaciones alimentarios, empezando por los

autótrofos de primer nivel, y pasando por los distintos niveles de herbívoros y carnívoros (Krebs, 2003).

Pesquería industrial: Una pesquería que involucra compañías comerciales utilizando cantidades relativamente grandes de capital y energía, embarcaciones y artes de pesca relativamente grandes, realizando viajes de pesca largos, usualmente en ultramar y para exportación (Eayrs, 2007).

Principio de exclusión competitiva: Hipótesis que dice que cuando dos o más especies coexisten utilizando el mismo recurso una debe desplazar o excluir a la otra (Krebs, 2003).

Redundancia: Se refiere a la presencia de dos o más especies en un ecosistema realizando la misma función (Naeem y Li, 1997).

Selectividad: Habilidad para capturar animales objetivo seleccionando la especie y la talla durante la operación pesquera, permitiendo que el bycatch escape sin lastimarlo. En la pesca de camarón esto puede ser influenciado por la hora y ubicación de la operación pesquera, el tamaño, diseño y operación del arte de pesca y las prácticas de procesamiento a bordo (Eayrs, 2007).

RESUMEN

En esta investigación se describen y contrastan por vez primera patrones latitudinales de composición, e indicadores de diversidad taxonómica y funcional de la comunidad ictica de cinco zonas típicas de pesca de camarón del Pacífico mexicano (el Alto Golfo de California, la costa de Sinaloa-Nayarit, Jalisco-Colima, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec). Para el análisis se utilizaron descriptores estructurales como la composición, la diversidad taxonómica y la afinidad biogeográfica; funcionales como el nivel trófico, gremios tróficos, gremios reproductivos; asociados a hábitat como son uso de sistemas estuarinos, posición en la columna de agua y distribución vertical; y descriptores morfológicos como son la forma del pez y de la aleta caudal, entre otros. La composición taxonómica general se integró por 2 clases, 20 órdenes, 65 familias, 147 géneros y 292 especies. La familia mejor representada en número de especies fue la Sciaenidae con 33, a nivel de géneros *Anchoa* aportó la mayor riqueza con 8 especies. Un porcentaje alto de las especies presenta rangos amplios de distribución (30.2 spp. Provincia de Cortés ~ P. Panámica; 21.3 spp. Provincia de San Diego ~ P. Panámica); sin embargo, cada ecosistema está estructurado por una asociación de especies característica aparentemente relacionada con las condiciones fisiográficas de los ecosistemas. La riqueza de especies presenta una pronunciada disminución del Alto Golfo de California de características templado-cálidas al Golfo de Tehuantepec de condiciones tropicales, mientras que los indicadores de diversidad taxonómica, presentan una tendencia contraria. Indicando redundancia taxonómica en las zonas tropicales y mayor heterogeneidad taxonómica en el Alto Golfo, a pesar de la menor riqueza de especies. Lo anterior, se explica por las condiciones ambientales imperantes y procesos de aislamiento generados durante la formación del Golfo de California. Los caracteres y atributos funcionales analizados, indican similitud en la diversidad funcional de la comunidad ictica de los cinco ecosistemas, a pesar de diferencias considerables en riqueza y composición taxonómica. La ictiofauna se agrupó en 44 grupos funcionales, que en un contexto global presentan propiedades de las tres hipótesis de diversidad funcional más aceptadas en la literatura. La redundante: se observa en los grupos de zonas tropicales densos en especies; la singular: en los grupos formados por una sola especie de características propias; y la idiosincrática: en aquellas especies que forman parte de un grupo redundante en un ecosistema, pero que en otro son la única representante del grupo.

ABSTRACT

In this research latitudinal composition patterns and taxonomic and functional diversity indicators of the ichthyofaunal community of five typical shrimp fisheries zones from the Mexican Pacific (northern Gulf of California, Sinaloa-Nayarit coast, Jalisco-Colima, Michoacán-Guerrero and Gulf of Tehuantepec) are contrasted and described for the very first time. Structural descriptors were used for analyses such as composition, taxonomic diversity, and biogeographic affinity; functional such as trophic level, trophic guild, and reproductive guild; associated to habitat like the use of estuarine systems, water column position, and vertical distribution; and morphological descriptors such as fish and caudal fin shapes, among others. General composition was integrated for 2 classes, 20 orders, 65 families, 147 genera, and 292 species. The family with the most species was Sciaenidae with 31. The most frequent genus was *Anchoa*, with seven species. A high percentage of species present wide distribution ranges (30.2 spp. Cortez Province ~ Panamic P.; 21.3 spp. San Diego Province ~ Panamic P.). Nevertheless, each ecosystem is structured by a characteristic association of species, apparently related to ecosystems physiographical conditions. Species richness presents a pronounced diminishment at northern Gulf of California with warm-temperate characteristics to the Gulf of Tehuantepec with tropical conditions, while taxonomic diversity indicators present an opposite trend. Indicating taxonomic redundancy on tropical zones and larger taxonomic heterogeneity at northern Gulf of California in spite of the lower richness of species. Explained by the prevailing environmental conditions and isolation processes generated during the formation of the Gulf of California. Analyzed functional characters indicate similarity on the functional structure of demersal fishes from the five ecosystems, regardless of considerable differences on richness and taxonomic composition. Ichthyofauna was grouped into 44 functional groups that under a global context present properties from the three functional diversity hypotheses of larger acceptance. Redundant: observed on groups of species dense tropical zones; singular: on groups formed by a single species self characterized; and idiosyncratic: such species that form part of a redundant group of an ecosystem, but that in other is the only representative of a group.

INTRODUCCIÓN

En la última década han aumentado de manera exponencial las investigaciones enfocadas a evaluar la relación entre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Loreau *et al.*, 2001; Naeem, 2002; Hooper *et al.*, 2005). Generando la existencia de cerca de 50 hipótesis sobre el tema (Naeem, 1998; Naeem *et al.*, 2002).

En sistemas terrestres se ha comprobado que la riqueza de especies puede incrementar la productividad y estabilidad de los ecosistemas (Loreau *et al.*, 2001; Hooper *et al.*, 2005). Mientras que en el ambiente marino la alta diversidad es asociada con estabilidad, resiliencia del ecosistema, productividad y disminución de las tasas de colapso y extinción de las especies de importancia comercial (Worm *et al.*, 2006, 2007).

Por el contrario la explotación de los recursos marinos, la contaminación y la destrucción de hábitats, sumado al cambio climático y las perturbaciones relacionadas con la biogeoquímica oceánica han causado pérdidas de poblaciones, especies o inclusive grupos funcionales en ambientes costeros y oceánicos (Brander, 1981; Casey & Myers, 1998; Jackson *et al.*, 2001; Lotze *et al.*, 2006; Worm *et al.*, 2006). Se ha argumentado que este tipo de impactos pueden alterar la estabilidad de los ecosistemas (Tilman *et al.*, 1997; Loreau *et al.*, 2001; Bellwood *et al.*, 2003). Por ello son necesarias las evaluaciones inmediatas y continuas de estos efectos.

Ante ésta situación los estudios de diversidad funcional permiten una rápida caracterización de las comunidades, reduciendo ecosistemas complejos en grupos de especies (grupos funcionales) con equivalencia ecológica, facilitando los estudios comparativos de comunidades (Root, 1967, 2001; Simberloff & Dayan, 1991; López de Casenave, 2001; Cartes *et al.*, 2002; Petchey & Gaston, 2002).

En las clasificaciones funcionales se trabaja bajo el supuesto de que organismos pertenecientes a grupos filogenéticamente distintos, que crecen bajo fuerzas selectivas similares, tienden a exhibir características morfológicas, anatómicas y fisiológicas similares (Díaz *et al.*, 2002). Por lo tanto, las especies que integran un grupo funcional son aquellas que sobreponen el mayor número de variables dentro del nicho multidimensional, ecológicamente equivalentes en sus funciones (Dumay *et al.*, 2004; Nagelkerken & Van der Velde, 2004).

Bajo el enfoque funcional, las comunidades biológicas pueden ser representadas por un mosaico de grupos funcionales (Krebs, 2003), o como ladrillos con los que se construyen las comunidades (López de Casenave, 2001). Donde, la presencia de múltiples especies (dominantes y subordinadas) dentro de cada grupo funcional incrementa la redundancia funcional y contribuye a la resiliencia del ecosistema (Naeem *et al.*, 1994; Walker *et al.*, 1999; Rosenfeld, 2002; Hooper *et al.*, 2005). A mayor número de especies funcionalmente similares cada una con respuestas diferentes a los factores ambientales, mayor es la probabilidad de que al menos una especie sobreviva ante posibles perturbaciones (Walker, 1992, 1995; Naeem, 1998; Loreau *et al.*, 2001; Rosenfeld, 2002; Hooper *et al.*, 2005). Si no hay redundancia funcional, entonces la pérdida de una sola especie puede resultar en la pérdida completa de un grupo funcional, por lo cual al menos una especie por grupo funcional es esencial para el funcionamiento del ecosistema (Naeem, 1998; Loreau *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2005).

En México, existe un gran desconocimiento de los efectos ocasionados por las pesquerías en el funcionamiento del ecosistema. Sin embargo, estudios realizados en otras regiones han señalado que la operación de la flota camaronera tiene un elevado impacto en los fondos blandos de las plataformas continentales marinas, y principalmente sobre las especies sensibles a la explotación debido a sus bajas tasas de natalidad (e. g. rayas y tiburones; Rogers & Ellis, 2000).

En una evaluación realizada en el estrecho de Sicilia en el Mar Mediterráneo, del efecto de las redes de arrastre sobre la asociación de peces demersales de tres zonas: una prácticamente no explotada, otra sometida a reciente presión de pesca y otra altamente explotada. Se encontró una disminución de depredadores tope, un incremento de peces de tamaño pequeño y crecimiento rápido y una desaparición de elasmobranquios en la zona de alta presión pesquera (Gristina *et al.*, 2006). En el Mar de Irlanda la pesca ha sido señalada como responsable de la desaparición de la raya común (*Raja batís*), la cual era muy abundante a principios del siglo (Brander, 1981). Un caso similar ha sido reportado para *Raja laevis* en el Atlántico noroeste (Casey & Myers, 1998). Sin embargo, no se necesita de la extirpación de alguna especie para alterar el funcionamiento del ecosistema, basta con reducir sus poblaciones, a un punto,

donde sus funciones en la comunidad a la que pertenece se minimicen (Worm *et al.*, 2006, 2007).

En el Golfo de California y el Pacífico central mexicano la pesquería de camarón captura una proporción de peces: camarón de 10:1, con un promedio de 200 mil ton/año y una captura potencial de cerca de 500 especies, integrados en gran porcentaje por individuos jóvenes de tallas pequeñas (Young & Romero 1979; Pérez-Mellado *et al.*, 1981; Amezcua-Linares, 1985; Valenzuela-Tanorí *et al.*, 1988; Nava-Romo, 1994). Aunado a lo anterior algunas de estas especies soportan pesquerías ribereñas en etapas adultas, con lo cual se afecta de manera indirecta a otros sectores pesqueros (Guillett, 2008).

Los efectos de la flota camaronera mexicana en la diversidad y funcionamiento del ecosistema, son visibles, pero su evaluación altamente compleja y aún poco evaluada (Brusca & Findley, 2005; Brusca & Hendrickx, 2010; Nieto-Navarro, 2010). Por ello, estudios basados en aspectos ecológicos, taxonómicos y funcionales de las especies de peces asociadas a la pesquería de camarón, son esenciales en la implementación de planes de manejo y aprovechamiento de los recursos; considerando que existen estimaciones de que al nivel de explotación actual las pesquerías globales se colapsaran entre el año 2048 (Worm *et al.*, 2006) al 2114 (Jaenike, 2007).

ANTECEDENTES

Los peces debido a su alta diversidad (más de 32 000 especies válidas y cerca de 5 000 aún por describir; Eschmeyer *et al.*, 2010), juegan un papel ecológico importante en la dinámica de los ecosistemas, ya que son funcionales en todos los niveles tróficos, presentan una amplia distribución geográfica, gran plasticidad en conducta y alta densidad de las especies (Helfman *et al.*, 2009). Estos caracteres son apropiados para el análisis de diversidad funcional de estas comunidades. Este tipo de estudios ha ido en aumento en años recientes, principalmente en comunidades ícticas de estuarios y lagos Europeos, donde se han realizado varios trabajos basados en caracteres funcionales de las especies, como alimentación, reproducción, preferencia por sustrato, distribución vertical y ciclos de vida (Mathieson *et al.*, 2000; Lobry *et al.*, 2003; Malavasi *et al.*, 2004; Irz *et al.*, 2007; Franco *et al.*, 2008a, b).

Un estudio realizado sobre la comunidad íctica de 17 estuarios Europeos (Islas Británicas, Portugal, Bélgica, Francia, Holanda, Alemania, Noruega y España), basado en el uso de los estuarios, distribución vertical, preferencia por sustrato, alimentación y reproducción; reveló similitud funcional entre la comunidad íctica de los ecosistemas a pesar de considerables diferencias taxonómicas, físicas y químicas (Elliott & Dewailly, 1995).

En una escala mayor un análisis de los niveles tróficos de la ictiofauna de cinco ecosistemas marinos (el Mar Báltico, el Mar Negro, el Mar del Norte, el Caribe y el sur de China), evidenció patrones de organización similar. A pesar de marcadas diferencias entre los ecosistemas en términos de tamaño, salinidad, temperatura y riqueza de especies, las tendencias en el total de niveles tróficos de la cadena alimenticia, fueron sorprendentemente similares, con herbívoros cerca de 2.0 a predadores tope cerca de 4.5 (Froese *et al.*, 2001).

En una evaluación de registros históricos de 1912 al 2000 de la comunidad íctica de una laguna costera de Portugal, utilizando 5 atributos ecológicos: uso de estuario, distribución vertical, preferencias por sustratos, gremios tróficos y reproductivos. Se encontró que la composición íctica cambia con el tiempo, pero los cambios son más evidentes cuando se considera la identidad de las especies, que cuando se analiza la comunidad usando atributos ecológicos como indicadores, atribuyéndolo a que los nichos disponibles originados por las especies ausentes, son ocupados por especies con requerimientos ecológicos similares (Pombo *et al.*, 2002).

En el sur de Francia se evaluaron los peces de cuatro lagunas costeras, empleando simultáneamente algunas medidas morfométricas de las especies (longitud estándar, diámetro del ojo, longitud de la aleta caudal, etc.) y varios atributos ecológicos (dieta, hábitat y método de adquisición del alimento) lo que permitió la caracterización de diez grupos funcionales, con las especies del mismo género formando parte del mismo grupo funcional (Dumay *et al.*, 2004). Asimismo en un análisis de la ictiofauna de 13 bahías con fondos de arena y pastos de una isla del Caribe (Curacao, Antillas Holandesas), donde se consideró el uso de hábitats, periodo de actividad, gremios tróficos y tallas de las especies, se identificaron ocho grupos funcionales y una clara diferencia taxonómica y de atributos funcionales entre los dos ambientes, pero gran semejanza dentro de ellos (Nagelkerken & Van der Velde, 2004).

Por otro lado, los peces asociados a la pesquería de camarón en el Pacífico mexicano han sido ampliamente estudiados a nivel de composición (Ramírez-Hernández *et al.*, 1965; van der Heiden, 1985; Aguilar-Palomino *et al.*, 1996; Amezcua-Linares, 1996; López-Martínez *et al.*, 2010), estructura (Pérez-Mellado & Findley 1985; Acal & Arias, 1990; Nava-Romo, 1994; Tapia-García, 1998; Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009) y distribución espacial de biomasa y densidad de especies dominantes (Grande-Vidal & Díaz-López, 1981; Ehrhardt *et al.*, 1982; Amezcua-Linares, 1985; Tapia-García & García-Abad, 1998, entre muchos más). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han realizado en zonas puntuales, en años distintos, temporalidad variable y con esfuerzo diferente. Aun así estos trabajos han permitido conocer la composición específica y algunos patrones espaciales y temporales de distribución, de especies dominantes.

Se ha señalado la existencia de similitud funcional entre comunidades de peces de ecosistemas marinos, a pesar de considerables diferencias en riqueza, taxonómicas, físicas y químicas (Elliott & Dewailly, 1995; Mathieson *et al.*, 2000; Froese *et al.*, 2001; Malavasi *et al.*, 2004; Nagelkerken & Van der Velde, 2004), la sustitución de especies con los mismos requerimientos ecológicos (Pombo *et al.*, 2002), y que especies del mismo género realizan funciones equivalentes en el ecosistema (Dumay *et al.*, 2004). En este contexto, en esta investigación se analizaron variaciones latitudinales en composición, diversidad taxonómica y funcional de los peces asociados a la pesquería de camarón en cinco de las principales áreas de pesca del Pacífico mexicano; el norte del Golfo de California, la costa de Sinaloa-Nayarit, la costa de Jalisco-Colima, la costa de Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec, con el fin de evaluar si presentan una estructura funcional similar, independientemente de las diferencias en riqueza y composición de especies.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la composición, la diversidad taxonómica y la diversidad funcional de la ictiofauna asociada a la pesca de camarón en cinco zonas del Pacífico mexicano.

Objetivos Específicos

- ♣ Describir patrones latitudinales en composición, diversidad taxonómica y afinidad biogeográfica de la ictiofauna de los cinco ecosistemas.
- ♣ Analizar y comparar los atributos ecológicos y caracteres morfológicos de la comunidad de peces de los cinco ecosistemas.
- ♣ Determinar grupos funcionales de peces y sus variaciones latitudinales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El Pacífico mexicano comprende desde Cabo Corrientes en el norte de la costa occidental de Baja California hasta la frontera con Guatemala en el sur de Chiapas, la línea costera tiene una longitud de aproximadamente 7 147 km y se caracteriza por numerosas zonas estuarinas que cubren 892 800 ha (De la Lanza Espino, 1991; Contreras-Espinosa, 1993; Tamayo, 2004). Al igual que todo el Pacífico oriental tropical, la línea costera de México tiene una orientación longitudinal y continua, con pocas islas oceánicas (Víctor *et al.*, 2001; Robertson & Allen, 2008), exceptuando el Golfo de California, donde existen aproximadamente 900 islas (SEDESOL, 1994).

En la costa occidental de la Península de Baja California la plataforma continental es estrecha, con 3 a 25 km de amplitud (32°~33°N), sólo en la zona de Bahía Sebastián Vizcaíno y la porción comprendida entre Punta Abreojos y el norte de Bahía Magdalena, la plataforma alcanza los 150 km de amplitud (Álvarez & Gaitán, 1994; Chávez-López 1995; Arriaga-Cabrera *et al.*, 1998).

En el interior del Golfo de California la costa occidental es dominada por zonas rocosas, con escasos arrecifes coralinos, manglares y playas arenosas, un derrame de agua usualmente escaso, muchos cañones escarpados y una plataforma continental estrecha, aproximadamente 5 km de ancho en promedio, teniendo un máximo de amplitud en el área de Bahía Concepción y Bahía de La Paz (Contreras-Espinosa, 1993; Álvarez & Gaitán, 1994).

La costa oriental del Golfo por el contrario se caracteriza por tener una plataforma continental amplia, importantes sistemas lagunares (e.g. Huizache-Caimanero, Laguna Grande, Teacapan-Agua Brava, Mexcaltitán) y estuarios con amplias extensiones de manglares (71 225 ha en Sinaloa; 66 977 ha en Nayarit y 9 353 ha en Sonora; CONABIO, 2008), bahías lodosas, además de abundantes ríos con cuencas de drenaje pequeñas que afectan considerablemente los procesos del litoral aportando sedimentos, materia orgánica y nutrientes (Contreras-Espinosa, 1993; Amezcua-Linares, 1996; Lluch-Cota *et al.*, 2007; Alvarez-Borrego, 2010).

En la parte norte del Golfo de California la plataforma continental tiene una extensión máxima de entre 125 a 150 km, en esta zona se encuentra el delta del Río Colorado (Álvarez & Gaitán, 1994). El fondo es relativamente somero (0 y 50 m de profundidad), con excepción de la Cuenca Wagner (200 m de profundidad) localizada en la parte media del Alto Golfo. Esta zona está sujeta a rangos de mareas vivas >7 m, altos índices evaporación y salinidad, y rangos extremos de temperatura superficial (8°C en invierno vs 38°C en verano). En la parte central del golfo la temperatura superficial varía de 16 a 31 °C; mientras que en el sur los intervalos van desde los 14 a 32 °C (Alvarez, 1983; Soto-Mardones *et al.*, 1999; Brusca & Findley, 2005; Álvarez-Borrego, 2002, 2007).

De la boca del golfo hacia la región de las grandes islas hay una serie de cuencas cuya profundidad máxima disminuye hacia dentro del golfo (Cuenca Pescadero: 3000 m; Cuenca Farallón: 3000 m; Cuenca del Carmen: 2000 m; Cuenca Guaymas: 2000 m; Cuenca San Pedro Mártir: 1000 m; Cuenca San Esteban: 800 m; Cuenca Tiburón: 600 m; Cuenca Delfín: 600 m y Cuenca Wagner: 200 m). La zona de las grandes islas se caracteriza por umbrales someros y canales angostos que comunican la parte norte y la parte sur del golfo (Lavín *et al.*, 1997).

Al sur del Golfo de California tienen comienzo dos trincheras submarinas denominadas trinchera de México y de Guatemala que se extienden hasta Costa Rica. Estas trincheras tienen una longitud de 2 600 km y una anchura media de 75 km, alcanzan profundidades cercanas a 6 600 m. La Trinchera de México se encuentra a 100 km frente a la costa de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, se inicia al suroeste de la isla María Madre y termina frente a puerto Ángel, Oaxaca. En la parte noroeste de la trinchera, se localizan tres depresiones profundas. La fosa de Manzanillo, frente al puerto del mismo nombre, con una profundidad máxima de 5 122 m. La fosa Petacalco, con una profundidad máxima de 5 160 m y la fosa de Acapulco, con 4 570 m de profundidad y 59 km de longitud (Tamayo, 2004). La Trinchera de Guatemala es estrecha y profunda; tiene una longitud de 970 km, inicia frente a puerto Ángel y se prolonga hasta cabo Velas, en Costa Rica; corre aproximadamente a 150 km de la costa frente a Chiapas alejándose de la costa conforme se avanza hacia el sur (Tamayo, 2004).

Las trincheras de México y de Guatemala tienen gran influencia en la amplitud de la plataforma continental del Pacífico central y sur de México. La plataforma continental del Pacífico central mexicano es muy estrecha y escarpada, en promedio de 5 a 25 km de amplitud (Contreras-Espinosa, 1993; Álvarez & Gaitán, 1994). En la línea costera el número de lagunas y zonas estuarinas aumenta hacia el sur, al igual que la cobertura de manglar (2 023 ha para Jalisco, 3 192 ha para Colima, 1 500 ha para Michoacán, y 8 093 ha para Guerrero; CONABIO, 2008).

La zona costera de Jalisco y Colima es dominada por fondos rocosos, pero posee zonas con fondos limo-arenosos aptos para la pesca tipo camarón. Las principales descargas fluviales son aportadas por los ríos Cuitzmala en el extremo norte y Marabasco en la porción central (Gallegos *et al.*, 2006). Contigua a la costa de Jalisco ha sido caracterizada una surgencia intensa de febrero a mayo. En la costa de Colima también existe una surgencia de menor intensidad y extensión geográfica, en los mismos meses frente a Michoacán hay una surgencia débil (Gallegos *et al.*, 2006).

La costa Michoacana es escarpada y existen pocos sistemas lagunares (Coahuayana, Ostula, Coalcoman, Nexpa, Balsas). La zona costera del estado de Guerrero presenta pequeñas zonas rocosas y coralinas, y algunas llanuras de

bajo relieve. Pero en general se caracteriza por abundantes lagunas (Potosí, Salinas del Cuajo, Nuxco, El Tular, Mitla, Coyuca, Tres Palos, Tecomate, Chautengo, Salinas de Apozahualco) que cubren grandes extensiones, aproximadamente 189.5 km²; además de ríos con ciclos anuales de descarga en la época de las lluvias (Yáñez-Arancibia, 1980). La plataforma continental tiene un promedio de 10 km, y se encuentra en profundidades variables de entre 100 m (e.g. frente a la Laguna Tres Palos) a 220 m (e.g. frente a la Bahía de Acapulco). Los sedimentos de la plataforma presentan una disminución gradual del tamaño de grano a partir de la línea de costa hacia el borde de la plataforma y están constituidos principalmente por cuarzo (hasta un 85%) (Carranza-Edwards *et al.*, 1986).

La plataforma continental de los estados de Oaxaca y Chiapas (Golfo de Tehuantepec), tiene una amplitud promedio de 100 km desde Salinas del Marqués, Oaxaca, al Río Suchiate, Chiapas, con predominancia de fondos blandos. En contraste, la parte oeste de la costa a partir de Salinas del Marqués hasta Puerto Ángel, presenta una plataforma continental escasa y dominada por litoral rocoso. La menor amplitud se observa frente a Punta Galera, reduciéndose a unos 4-6 km. El litoral comprende siete lagunas costeras (e.g. Laguna Superior, Inferior, Mar Tileme, Mar Muerto, La Joya, y Estero Carretas) y varios ríos (e. g. Ríos Tehuantepec, Juchitán, Ostuta, Huehuetán, Coatán y Suchiate) (De la Lanza Espino, 1991; Alvarez & Gaitán, 1994; Tapia-García, 1997; Trasviña & Barton, 1997; Lara-Lara *et al.*, 2008). Con altos porcentajes de cobertura de manglar (15 718 ha para Oaxaca y 39 707 ha para Chiapas; CONABIO, 2008).

En general, el Golfo de Tehuantepec presenta dos épocas climáticas bien marcadas correspondientes a la época de secas-vientos Tehuanos (noviembre a abril) y a la época de lluvias (mayo a octubre). Los anticiclones polares con origen en el noroeste de Canadá y movimiento hacia el Golfo de México son los generadores de los vientos Tehuanos (Monreal-Gómez & Salas de León, 1998). Durante la época de secas estos vientos (nortes; fríos y secos) pasan a través del Istmo de Tehuantepec llegando a una atmósfera más cálida, afectando un área aproximada de 200 km de ancho y 500 km de largo, provocando corrientes superficiales con una velocidad promedio de 20 cm/seg. Entretanto la temperatura varía de 11.9°C en la costa a 31.5°C en profundidades de 50 m. En la época de lluvias cesan los vientos Tehuanos, se establecen las corrientes superficiales en

dirección oeste y noroeste, con velocidades de 15 cm/seg, y temperaturas superficiales entre 28 °C y 30 °C. La salinidad varía de 28.6 ups en la costa a 34.9 ups en profundidades de 50 m, con los valores promedio más bajos de junio a noviembre (Roden, 1961; Tapia-García, 1997).

La circulación oceánica superficial del Pacífico Oriental Tropical es regida en el patrón estacional por la alternancia en intensidad y área de ocupación de la Corriente de California (CC), la Contracorriente Ecuatorial (CCE), la Corriente Norecuatorial (CNE) y el sistema de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR). Las variaciones estacionales dependen de la ubicación de la zona de convergencia intertropical. Esta zona es donde los vientos alisios del hemisferio norte y los del hemisferio sur convergen, y está situada alrededor del Ecuador con variaciones a lo largo del año entre los 3°N y los 10°N (Wyrski, 1965, 1966).

En los meses de agosto a diciembre la zona de convergencia intertropical se ubica cerca de los 10°N, en este periodo la CCE es intensa, fluye alrededor del domo de Costa Rica y se une a la CCCR, en su flujo hacia el norte del Golfo de Tehuantepec donde posteriormente entra en la región de la Corriente Norecuatorial entre 10 y 20°N. En enero la zona de convergencia intertropical se traslada hacia el sur, la CCE se debilita y la CC se intensifica. De febrero a abril, la zona de convergencia intertropical está situada en los 3°N y la CCE está prácticamente ausente. La CCCR es muy débil, y el flujo superficial al norte del Golfo de Tehuantepec es hacia el sureste. La CC se intensifica y penetra hacia el sur hasta 20°N, durante este periodo provee a la Corriente Norecuatorial (CNE) de la mayor parte del agua. En los meses de mayo a junio, la zona de convergencia intertropical regresa a su posición norte y la CCE se forma nuevamente, su flujo pasa el domo de Costa Rica y conduce la CCCR hacia Cabo Corrientes. La CC permanece intensa y contribuye considerablemente a la CNE, aunque el flujo hacia el sureste no penetra mucho hacia el Pacífico tropical oriental. Finalmente, de julio a agosto la CC se debilita progresivamente (Wyrski, 1965, 1966; Lynn & Simpson, 1987; Trasviña *et al.*, 1999).

La CC se origina cerca de los 40° latitud norte, derivada del giro anticiclónico del Pacífico Norte (Hickey, 1979). Es una corriente superficial (de 0 a 300 m de profundidad) con una amplitud de aproximadamente 1000 km desde la costa y una velocidad promedio de 25 cm/s (Reid *et al.*, 1963; Wyrski, 1965). La CC se caracteriza por tener una temperatura de entre 12~18°C y salinidad ≤ 34.6

ups, alto contenido de oxígeno disuelto y alta concentración de nutrientes (Lynn & Simpson, 1987). Esta corriente presenta un aumento en las temperaturas y salinidades de norte a sur. Mientras que la CCE se caracteriza por aguas de alta salinidad y bajo contenido de nutrientes (Trasviña *et al.*, 1999). La CCCR es originada por la circulación ciclónica producida por el Domo de Costa Rica, se extiende desde unos 5° hasta 23° de latitud norte, abarca poco más de 4 000 km de longitud. Su anchura es aparentemente muy variable, típicamente del orden de 100 a 500 km. Las temperaturas exceden los 25°C y la salinidad es <34 ups, sus características se deben al exceso de precipitación sobre la evaporación (Wyrski, 1965; Badan, 1997; Trasviña *et al.*, 1999).

Origen y descripción general de las bases de datos

En este estudio se incluyen datos de la composición de especies de peces asociadas a la pesca de camarón de cinco zonas típicas de pesca del Pacífico mexicano: A) el Alto Golfo de California de condición templado-cálido, B) la costa de Sinaloa-Nayarit, C) la costa de Jalisco-Colima y D) la costa de Michoacán-Guerrero, todas ellas de características subtropicales y E) el Golfo de Tehuantepec de características tropicales (Fig. 1). Los datos de la costa de Sinaloa-Nayarit provienen de cruceros oceanográficos realizados por personal del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en colaboración con investigadores de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (ENIP-UAN). Mientras que los datos del resto de los ecosistemas fueron obtenidos de fuentes bibliográficas (Alto Golfo de California: Nava-Romo, 1994; Jalisco-Colima: Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006; Michoacán-Guerrero: Amézcu-Linares, 1996; Golfo de Tehuantepec: Tapia-García & García-Abad, 1998).

Todos los muestreos se llevaron a cabo en ciclos de 24 horas (excepto en Jalisco-Colima donde fueron nocturnos), las capturas se realizaron con red de arrastre camaronera, con duración sistemática de 30 minutos de arrastre efectivo a una velocidad de 2 a 3 nudos aproximadamente. El rango de profundidad en el Alto Golfo de California fluctúa de entre 19 a 73 m, en Sinaloa-Nayarit de 12 a 90 m (Apéndice I), en Jalisco-Colima de 20 a 80 m, en Michoacán-Guerrero de 20 a 100 m y en el Golfo de Tehuantepec de entre 15 a 80 m de profundidad. Otras características de las campañas oceanográficas de cada zona se presentan en la tabla 1. La distribución de las estaciones de muestreo de los demás ecosistemas

se describen con mayor detalle en Nava-Romo (1994); Mariscal-Romero y van der Heiden (2006); Amézcuca-Linares (1996) y Tapia-García y García-Abad (1998).

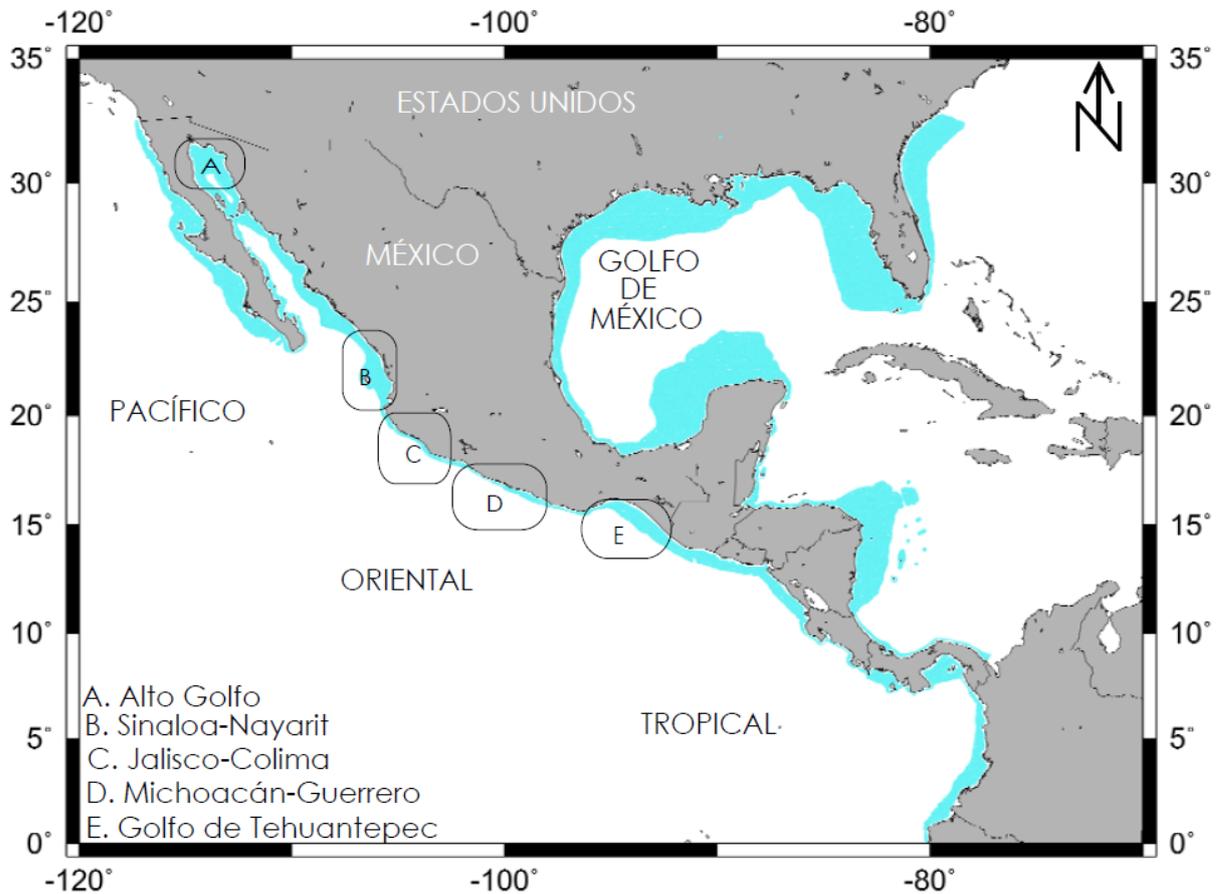


Figura 1. Ubicación geográfica de las cinco zonas de estudio. El área de color azul representa la plataforma continental.

Los peces colectados de la costa de Sinaloa-Nayarit fueron identificados taxonómicamente utilizando las claves y descripciones de Miller y Lea (1976), Eschmeyer *et al.* (1983), Bussing y López (1993), Fischer *et al.* (1995), Robertson y Allen (2002). También se usó bibliografía especializada para algunos grupos; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) para rayas, Espinosa-Pérez *et al.* (2004) para tiburones, Rosenblatt y Johnson (1974) y Bortone (1977) para el género *Diplectrum*, López (1981) para *Haemulopsis*, Walker y Rosenblatt (1988) para *Porichthys*, Murakami y Amaoka (1992) para *Syacium*, Walker y Radford (1992) para *Umbrina*, Bussing (1993) para *Pomadasys*, Van der Heiden y Mussot-Pérez (1995) y Hoshino y Amaoka (1999) para *Citharichthys*, Chao (2001) para *Stellifer*, Walker y Bollinger (2001) para *Trinectes*, y Van der Heiden y Plascencia-González (2005) para *Etropus*.

Tabla 1. Características de los cruceros realizados en las costas del Alto Golfo de California (Nava-Romo, 1994), de Sinaloa y Nayarit, de Jalisco y Colima (Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006), de Michoacán y Guerrero (Amézcuca-Linares, 1996) y en el Golfo de Tehuantepec (Tapia-García & García-Abad, 1998).

Cruceros	Costa	Fecha	Especies	Estaciones	Embarcación
1	Alto Golfo de California	16-20 de octubre de 1992	55	5	Flota pesquera
2	Alto Golfo de California	12-15 de noviembre de 1992	47	4	Flota pesquera
3	Alto Golfo de California	10-13 de diciembre de 1992	38	4	Flota pesquera
4	Alto Golfo de California	22-24 de enero de 1993	42	3	Flota pesquera
5	Alto Golfo de California	28-29 de abril de 1993	28	3	Flota pesquera
6	Sinaloa	25 de septiembre a 01 de octubre de 2006	101	17	Flota pesquera
7	Sinaloa	25 de septiembre a 08 de octubre de 2006	96	21	Flota pesquera
8	Nayarit	3-6 de noviembre de 2006	89	19	Flota pesquera
9	Nayarit	24-25 de noviembre de 2006	62	17	Flota pesquera
10	Nayarit	7-11 de diciembre de 2006	53	21	Flota pesquera
11	Jalisco-Colima	junio de 1995	98	28	BIP - V
12	Jalisco-Colima	diciembre de 1995	100	28	BIP - V
13	Jalisco-Colima	marzo de 1996	87	28	BIP - V
14	Jalisco-Colima	junio de 1996	110	28	BIP - V
15	Jalisco-Colima	diciembre de 1996	91	28	BIP - V
16	Guerrero	11-17 de febrero de 1982	89	25	Puma
17	Guerrero	15-23 de abril de 1982	104	30	Puma
18	Michoacán-Guerrero	13-19 de enero de 1983	111	30	Puma
19	Michoacán-Guerrero	13-22 de septiembre de 1985	115	24	Puma
20	Michoacán-Guerrero	10-16 de agosto de 1989	102	17	Puma
21	Golfo de Tehuantepec	5-6 de enero de 1989	64	8	Puma
22	Golfo de Tehuantepec	1-15 de mayo de 1989	113	23	Puma
23	Golfo de Tehuantepec	8-24 de noviembre de 1989	111	17	Puma
24	Golfo de Tehuantepec	15-30 de marzo de 1990	106	8	B/M Don Nachito
25	Golfo de Tehuantepec	7-27 de agosto de 1990	133	28	Puma

Para el resto de las bases se verificó la validez de los géneros y especies con base en revisiones taxonómicas y nomenclaturales recientes. Como Betancur-R y Acero (2006) y Marceniuk *et al.* (2009) para los géneros *Notarius* y *Cathorops* (Ariidae). Burhanuddin y Parin (2008) para *Trichiurus*, Pfeiter (2008) para *Albula*, Craig *et al.* (2009), para *Hyporthodus* (Serranidae), van der Heiden *et al.* (2009) para *Citharichthys*, entre otros más.

El material de la costa de Sinaloa-Nayarit se encuentra en proceso de integración en la colección ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CI-CICIMAR), en La Paz, Baja California Sur. Para el resto de las localidades los autores depositaron material de referencia en colecciones nacionales que le dan soporte a la composición que reportan. Ejemplares de referencia del Alto Golfo de California, se encuentra en la colección de vertebrados marinos del Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Guaymas, Sonora (Nava-Romo, 1994). El material de referencia de la costa de Jalisco-Colima fue depositado en la colección ictiológica del Centro de Ecología Costera de la Universidad Autónoma de Guadalajara (Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006). La colección ictiológica

del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología alberga ejemplares de referencia de la costa de Michoacán-Guerrero (Amézcu-Linares, 1996). El material de referencia del Golfo de Tehuantepec se encuentra en la colección ictiológica de la Universidad Autónoma Metropolitana (Tapia-García & García-Abad, 1998).

Finalmente se integró el elenco sistemático de la comunidad íctica basado en la clasificación taxonómica propuesta por Nelson (2006). El arreglo de los géneros y sus respectivas especies se presenta en orden alfabético. La escritura correcta de los nombres científicos y los nombres comunes se citan de Robertson y Allen (2002), Nelson *et al.* (2004, 2006) y Love *et al.* (2005).

Organización y análisis de los datos

Con la información obtenida se construyeron tres matrices, la primera con información de composición y datos de presencia-ausencia, empleada para contrastar los elencos sistemáticos y los indicadores de diversidad taxonómica de cada ecosistema. La segunda matriz con registros de la afinidad zoogeográfica de las especies de los cinco ecosistemas, utilizada para describir patrones de distribución; y una tercera matriz con información de los atributos ecológicos y caracteres morfológicos de cada especie, los atributos se describieron de manera individual (modo Q) y en conjunto para definir los grupos funcionales (modo R).

Análisis de composición de especies

Se realizó una descripción general de la composición de peces demersales de los cinco ecosistemas del Pacífico mexicano. También se evaluó la similitud en la composición de peces entre los cinco ecosistemas a través de un análisis de agrupamiento jerárquico aglomerativo, empleando como medida de distancia el índice de similitud de Bray-Curtis y como método de agrupamiento el promedio de grupos. Este método de clasificación utiliza un proceso conceptualmente similar al de la clasificación taxonómica. Donde los individuos similares son agrupados juntos en especies, las especies similares en géneros y así sucesivamente (Begon *et al.*, 2006). El índice de Bray-Curtis se considera robusto ya que no da peso a las ausencias (Field *et al.*, 1982), tiene un intervalo definido de 0 a 100, donde 100 implica que las muestras son completamente similares, mientras que 0 indica que son totalmente disimiles (Clarke & Warwick, 2001). Por otro lado, el

método de promedio de grupos introduce poca distorsión en las afinidades originales (Herrera-Moreno, 2000).

Como criterio de nivel de agrupamiento empleamos la regla variable, que no es más que el estudio del dendograma, en consulta con la matriz original de datos para determinar grupos lógicos. Con este criterio dos grupos pueden ser considerados juntos a un nivel de afinidad mayor o menor que un tercero. Dentro de las ventajas de este criterio esta que la mayoría de las matrices de datos incluyen especies frecuentes y especies raras; se necesita por tanto una mayor afinidad para considerar los grupos de las primeras, que para las segundas, cuya probabilidad de ocurrencia es siempre baja (Herrera-Moreno, 2000).

En conjunción con el análisis anterior se empleó un método de ordenación no paramétrico conocido como escalamiento multidimensional no métrico (NMDS: non-metric multidimensional scaling), para reforzar la certeza de los grupos (Field *et al.*, 1982). La técnica consiste en representar en dos dimensiones la semejanza entre las muestras considerando su similitud con base en las variables. En esta representación se busca minimizar el estrés, el cual mide la distorsión de la representación en dos dimensiones de la matriz de similitud. A medida que el valor del estrés decrece, la ordenación resultante está menos distorsionada y por lo tanto es más adecuada (Ramírez-González, 2005). Clarke y Warwick (1994) sugieren que un estrés menor a 0.1 permite realizar interpretaciones confiables de la grafica de ordenación.

Adicionalmente para descartar una posible subestimación de la representatividad íctica del inventario del Alto Golfo de California, que es el ecosistema con menor número de estaciones, se realizaron curvas de acumulación de especies por medio de cuatro estimadores de riqueza no paramétricos (Chao2, Jackknife 1, Jackknife 2, y Booststrap), aplicando 1 000 iteraciones por modelo. Estos estimadores se basan en datos de incidencia y en el número de especies raras (Palmer, 1990; Chao & Lee, 1992; Colwell & Coddington, 1994). Se usaron los algoritmos incluidos en el software PRIMER 6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; Clarke & Gorley, 2006).

Finalmente para evaluar la hipótesis (Ho) de no diferencias en la composición de la comunidad íctica de los cinco ecosistemas se aplicó el procedimiento ANOSIM de una vía a la matriz de similitud calculado con el coeficiente de Bray-Curtis (Clarke, 1993). El Análisis de Similitud (ANOSIM) es un

procedimiento de permutación no paramétrico que genera un estadístico denominado R , el cual toma valores de -1 (todos los elementos dentro de un grupo son menos similares entre sí que con los elementos de los otros grupos) a 1 (todos los elementos dentro de un grupo son más similares entre sí que con los elementos de los otros grupos). Cuando el valor de R es cercano a 0, la hipótesis nula es verdadera, las similitudes de los elementos entre y dentro de los grupos son en promedio igualmente similares (Clarke & Warwick, 2001). El estadístico R es recalculado bajo permutaciones de las etiquetas (factores) de las muestras y el nivel de significancia de la prueba es encontrado refiriendo los valores observados de R a su distribución de permutación (Clarke, 1993). La aplicación de los métodos se hizo con la ayuda del programa PRIMER 6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; Clarke & Gorley, 2006).

De los análisis se excluyeron las especies típicas de sistemas arrecifales y pelágicas oceánicas (se denotan con un asterisco en la lista sistemática), que en sentido estricto no pueden clasificarse como demersales y cuyo registro se debe a uno o dos individuos. Estas especies son: *Bregmaceros bathymaster* Jordan & Bollman 1889 (Bregmacerotidae), *Melanorhinus cyanellus* (Meek & Hildebrand, 1923) (Atherinidae), *Fodiator rostratus* (Günther, 1866) (Exocoetidae), *Strongylura exilis* (Girard, 1854) (Belonidae), *Myripristis leiognathus* Valenciennes, 1846 y *Sargocentron suborbitalis* (Gill, 1863) (Holocentridae), *Nematistius pectoralis* Gill, 1862 (Nematistiidae), *Remora remora* (Linnaeus, 1758) (Echeneidae), *Pomacanthus zonipectus* (Gill, 1862) (Pomacanthidae), *Chromis atrilobata* Gill, 1862 (Pomacentridae), *Bathycongrus macrurus* (Gilbert, 1891) (Congridae), *Johnrandallia nigrirostris* (Gill, 1862) (Chaetodontidae), *Auxis thazard eurydorax* (Lacepède, 1800), *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (Scombridae) y *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758) (Tetraodontidae).

Análisis de diversidad taxonómica

Los índices de diversidad taxonómica son una generalización del índice de diversidad de Simpson, basados en la relación taxonómica entre especies (Warwick & Clarke, 1995, 1998; Clarke & Warwick, 1998, 2001). Estos índices además de la riqueza de especies permiten evaluar la estructura taxonómica de listados de especies de zonas particulares en relación a la riqueza de especies de la región a la que pertenecen. No son dependientes del tamaño de muestra y

esfuerzo de muestreo, y no requieren del supuesto de normalidad de los datos (Warwick & Clarke, 1995, 1998).

En este estudio se aplicaron los índices de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y la variación de la distinción taxonómica (Λ^+). Los niveles taxonómicos usados fueron clase, subclase, orden, familia, género y especie. Utilizando la nomenclatura y clasificación jerárquica propuesta por Nelson (2006).

El índice de distinción taxonómica promedio o delta más (Average taxonomic distinctness, Δ^+ ; Clarke y Warwick, 1998), es un indicador cualitativo que sólo considera la presencia/ausencia de las especies, se calcula sumando la longitud de las rutas a través del árbol taxonómico, conectando todos los pares de especies en la lista, y dividido por el número de rutas. Se define por la siguiente ecuación matemática (Ec. 1):

$$\Delta^+ = 2 \frac{\sum \sum_{i \neq j} \omega_{ij}}{S(S-1)} \quad (1)$$

donde S es el número de especies en la muestra y ω_{ij} es el peso distintivo o distancia taxonómica entre especies i y j a través de un árbol taxonómico, es decir, cada nivel jerárquico taxonómico recibe un valor proporcional escalado a 100. De esta manera, el valor de $\omega_{ij} = 16.7$ si se tratara de la misma especie, $\omega_{ij} = 33.3$ se asigna a especies diferentes en el mismo género, $\omega_{ij} = 50$ a misma familia pero diferente género, $\omega_{ij} = 66.7$ a mismo orden pero diferente familia, $\omega_{ij} = 83.3$ a misma subclase pero diferente orden y finalmente $\omega_{ij} = 100$ a misma clase pero diferente subclase respectivamente.

La variación de la distinción taxonómica o lambda más (Variation in taxonomic distinctness, Λ^+ ; Clarke y Warwick, 2001), es basado en la equidad de la distribución del nivel taxonómico en el árbol taxonómico, siendo matemáticamente la variancia de Δ^+ . Este índice es una medida de la asimetría del árbol taxonómico (Ec.2).

$$\Lambda^+ = 2 \frac{\sum \sum_{i \neq j} (\omega_{ij} - \bar{\omega})^2}{S(S-1)} \quad (2)$$

Donde $\bar{\omega} = \Delta^+$

Estos índices derivan de una matriz de agregación taxonómica general de las especies de los cinco ecosistemas, ordenada en una escala jerárquica (de especie a clase). Simultáneamente con el cálculo de los índices se desarrolló el procedimiento TAXDTEST del programa PRIMER, este procedimiento contrasta los valores de los índices Δ^+ y Λ^+ obtenidos en cada zona con el de la lista completa de las especies de todos los sitios estudiados, a través de la generación de submuestras provenientes de 1000 selecciones aleatorias sin remplazo de la lista completa. Estas simulaciones generan una distribución de probabilidad, con la que son contrastados los valores de los índices obtenidos para cada zona (Clarke & Gorley 2001; Clarke & Warwick, 2001).

Al igual que en los análisis de composición, se evaluó la representatividad taxonómica del inventario íctico del Alto Golfo de California, contrastando los valores obtenidos de los dos índices de diversidad taxonómicas explicados anteriormente, con los valores calculados para la composición total de especies de fondos blandos del ecosistema publicados por Hastings y Findley (2007), producto de una revisión exhaustiva de registros históricos contenidos en bases de datos de colecciones nacionales y extranjeras, trabajos publicados y no publicados donde se presentan registros de especies ícticas de la zona. Adicionalmente se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre la latitud y los índices, incluyendo en el análisis el número de especies, géneros y familias de peces demersales.

Análisis de afinidad Ictiogeográfica

El análisis de afinidad zoogeográfica de la comunidad íctica de los cinco ecosistemas se realizó de acuerdo con el esquema básico de Briggs (1974, 1995), con modificaciones de Brusca y Wallerstein (1979), Allen y Smith (1988), Boschi (2000), Hastings (2000), Robertson y Allen (2002), Robertson *et al.* (2004) y Horn *et al.* (2006). Las especies fueron agrupados dentro de la siguiente división considerando su ámbito de distribución natural (Fig. 2):

PA: *Provincia Aleutiana* de Isla Nunivak a Puget Sound en Washington (templado-fría).

PO: *Provincia Oregoniana* se extiende de Puget Sound en Washington a Punta Concepción en California, la porción sur es considerada una zona de transición entre esta provincia y la de San Diego (templado-fría).

PS: *Provincia de San Diego* de Punta Concepción a Bahía Magdalena, en la costa occidental de Baja California Sur, corresponde a aguas templado-cálidas, la temperatura rara vez desciende debajo de los 10°C, o excede 25°C.

PC: *Provincia de Cortés* (Sinuscaliforniana por Castro-Aguirre, 1980) incluye la parte sur de Bahía Magdalena (~25°N), y la porción central y norte del Golfo de California, la temperatura del agua en invierno rara vez desciende debajo de los 13-15°C, pero en verano puede aumentar a 25°C o 30°C. En la costa este del Golfo, la Provincia de Cortés está aislada de la Provincia Mexicana por la brecha de Sinaloa, una banda de 370 km de costa arenosa y fangosa que se extiende entre Topolobampo y Mazatlán.

PM: *Provincia Mexicana*, incluye la costa de México desde Mazatlán, Sinaloa, hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Esta provincia se encuentran en la zona tropical, donde la temperatura del agua en invierno rara vez desciende debajo de los 18-20°C. Se separa de la Provincia de Cortés al oeste por una expansión de 300 km de océano abierto entre Mazatlán y la Península de Baja California, y al norte por la ya citada brecha de Sinaloa. Ambas Provincias tienen

especies endémicas, con un mayor grado de endemismo en la Provincia de Cortés.

PP: *Provincia Panámica* se extiende hacia el sur desde El Salvador hasta cerca de Cabo Blanco, en la parte norte del Perú. Incluye Colombia y Ecuador en Sur América y las islas oceánicas de la región (Coco, Malpelo, Gorgona, etc.). Entre esta provincia y la anterior hay una sección extensa (brecha de América central) de línea costera de arena, de 1,000 km de longitud entre el Golfo de Tehuantepec (al sur de México) y El Salvador. En el límite sur de esta provincia (~6°S) se encuentra una zona de transición con influencia de aguas cálidas provenientes del Ecuador y aguas costeras frías de la Corriente Peruana que viene desde Chile (Chirichigno & Cornejo, 2001). Esta provincia también es de ámbito tropical.

PPCH: *Provincia Peruano-Chilena* se extiende de Bahía Sechura hasta el norte de la Isla Chiloé en Chile.

PMAG: *Provincia Magallánica* ocupa de isla Chiloé hasta 35° S en el Atlántico Sudoeste.

CT: *Circumtropicales* son las especies ícticas de amplia distribución en los mares tropicales del mundo.

T: Incluye especies *Transpacíficas* [consideradas por Castro-Aguirre *et al.* (2005) como especies Anfipacíficas] distribuidas a ambos lados de la barrera del Pacífico, Pacífico Oriental Tropical (POT) y Pacífico Central y Occidental Tropical.

AN: Especies *Anfiamericanas* con distribución a ambos lados del Istmo Centroamericano: POT y Atlántico Occidental.

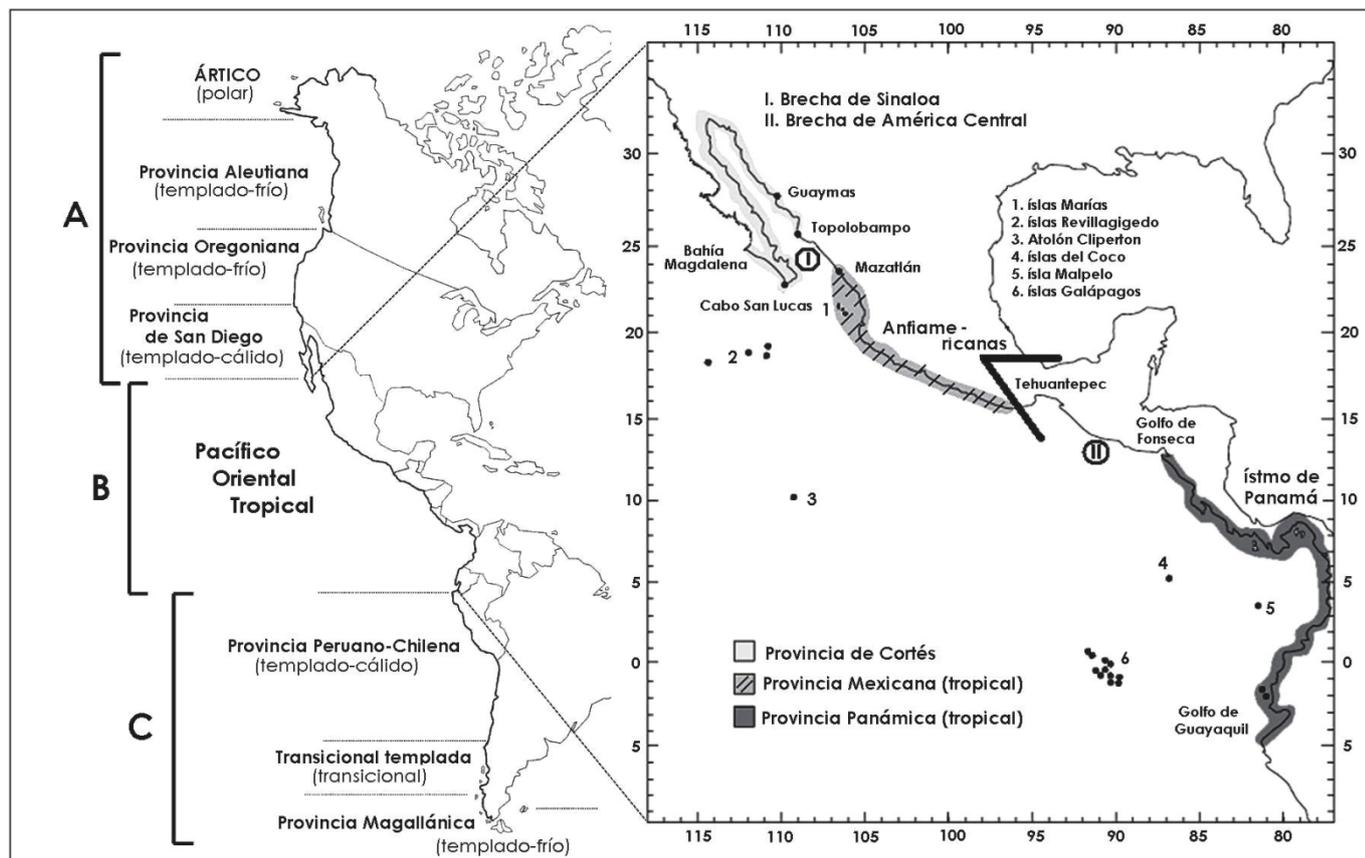


Figura 2. Regiones y Provincias biogeográficas del Pacífico Este (Modificado de Hastings, 2000 y Espinosa-Pérez & Hendrickx, 2006). A. región templada del Pacífico Nororiental, B. región del Pacífico Oriental Tropical y C. región templada del Pacífico Suroriental.

Descripción de los atributos ecológicos y caracteres morfológicos

Para evaluar la diversidad funcional de la comunidad de peces de cada ecosistema e identificar los grupos funcionales se seleccionaron atributos ecológicos y caracteres morfológicos de las especies. Los atributos ecológicos considerados fueron seis: 1) nivel trófico, 2) gremios tróficos, 3) gremios reproductivos, 4) uso de sistemas estuarinos, 5) distribución en la columna de agua y 6) distribución batimétrica. Mientras que los caracteres morfológicos considerados fueron cuatro: 1) la forma del pez, 2) forma de la aleta caudal, 3) posición y tipos de boca y 4) los grupos de tallas. Estos atributos y caracteres se seleccionaron con base en los trabajos de diversos autores quienes los señalan como características claves asociadas con la función de las especies en el ecosistema (Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1997; Mathieson *et al.*, 2000; Dumay *et al.*, 2004; Nagelkerken & Van der Velde, 2004; Álvarez-Filip & Reyes-Bonilla, 2006 y Gristina *et al.*, 2006).

Como fuentes de consulta para la definición de los caracteres y atributos se consideró el material bibliográfico publicado sobre aspectos ecológicos de los peces de la región del Pacífico Oriental Tropical, incluyendo: Miller y Lea (1972), Yáñez-Arancibia (1978), Thresher (1980), Amezcua-Linares (1985, 1990 y 1996), Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988), Nava-Romo (1994), Fischer *et al.* (1995), Grove y Lavenberg (1997), Castro-Aguirre *et al.* (1999), Thomson *et al.* (2000), Love *et al.* (2005), así como recursos electrónicos en línea como Froese y Pauly (2007, www.Fishbase.org), Robertson y Allen (2008, www.neotropicalfishes.org/sftep).

Atributos ecológicos

Nivel trófico

El nivel trófico indica la posición del organismo en la red trófica. Los productores primarios como las algas marinas, y otros organismos autótrofos están en el primer nivel trófico. Los organismos que consumen a los productores primarios pertenecen al segundo nivel trófico; organismos que se alimentan de organismos del segundo nivel trófico son considerados del tercer nivel trófico, y así sucesivamente. En la cima de la red trófica marina en el nivel trófico 5, están predadores como orcas y tiburones. La clasificación consta de cinco categorías, cada una abarcando un intervalo trófico, estas son: nivel trófico 2 - 2.49, 2.5 - 2.99, 3 - 3.49, 3.5 - 3.99, 4 - 4.49, 4.50-4.99 y ≥ 5

El nivel trófico de la mayoría de las especie se obtuvo de la sección de pirámides tróficas de la página de FishBase (Froese & Pauly, 2007; www.Fishbase.org). Para algunas especies el nivel trófico fue calculado empleando la siguiente fórmula (Ec. 3):

$$NT_i = 1 + \sum_{j=1}^n DC_{ij} * NT_j \quad (3)$$

donde NT_i es el nivel trófico del grupo i , n es el número de presas del depredador i en el sistema, DC_{ij} es la proporción de la presa j en la dieta del depredador i , NT_j es el nivel trófico de la presa j . La información de dietas se obtuvo de la literatura científica publicada (artículos, guías y libros especializados). En los casos donde

no se encontraron estudios de alimentación de la especie, a ésta, se le asignó el nivel trófico de otra especie del mismo género, con talla similar y habitante de la misma región.

Gremios tróficos

Esta clasificación incluye cinco categorías amplias, basadas en el tipo de alimento predominante en la dieta de las especies. Las categorías son:

- Carnívoros:
 - a) Invertívoros: también conocidos como carnívoros de primer orden (Mejía & Garzón-Ferreira, 2000) se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos.
 - b) Ictio-invertívoros: conocidos como carnívoros de segundo orden (Mejía & Garzón-Ferreira, 2000) se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos, pero incluyen una proporción de peces.
 - c) Piscívoros: su dieta está compuesta principalmente por peces, pero incluyen una proporción de invertebrados.
- Planctívoros: peces que se alimentan predominantemente de zooplancton.
- Omnívoros: Especies de peces que se alimentan tanto de materia animal como vegetal. Incluye los peces que explotan la capa superficial del fondo seleccionando partículas finas, diatomeas bentónicas, algas filamentosas, meiofauna, detritus vegetal, y sedimentos inorgánicos.

Gremios reproductivos

Las estrategias reproductivas de cada especie se agruparon de acuerdo con Balon (1989) y Elliot y Dewailly (1995). Los tipos de reproducción considerados son los siguientes: Vivíparos (V): aquellos que paren a su cría ya como jóvenes completamente formados; obtienen nutrición del vitelo o directamente de la madre. Ovovivíparos (W): aquellas especies donde la madre retiene los huevos hasta la eclosión, pero la nutrición del embrión no depende de la madre sino del vitelo del huevo. Ovíparos: en estos, los huevos son expulsados al medio y la fertilización es externa. Aunque, en raras ocasiones, pueden suceder eventos donde ocurra fertilización interna antes del desove. Dentro de los ovíparos se realizó una subclasificación; se consideraron ovíparos con huevos pelágicos (OP), ovíparos con huevos bentónicos y fase pelágica (OBFP), ovíparos

con huevos bentónicos sin fase pelágica (OBSFP), ovíparos con gestación oral (OGO) y ovíparos con gestación en bolsa ventral vascularizada (OGBVV).

Uso de sistemas estuarinos o gremios ecológicos

Para caracterizar el ciclo de vida de las especies demersales asociadas a la pesca de camarón se realizó una agrupación basada en el uso que realizan de las zonas protegidas, las bocas de conexión y la plataforma adyacente a la costa, durante su desarrollo ontogénico en aspectos como alimentación, crecimiento, reproducción, protección y crianza de jóvenes (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980 y 1994; Amezcua-Linares, 1985 y 1996; Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1997; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Se definieron tres grupos (Fig. 3):

- a) Especies que desarrollan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino (grupo 1).
- b) Especies marinas que utilizan el estuario básicamente como área de protección y alimentación de los individuos jóvenes, pero pasan la mayor parte de su vida adulta en el mar, regresando estacionalmente al estuario. Estas especies usan el estuario bajo un patrón regular, dependiendo éste de algunas etapas de sus ciclos de vida. En este grupo se incluyen aquellas especies que desovan en el mar e ingresan a la laguna como jóvenes por cierto tiempo y regresan al mar como preadultos y adultos, así como aquellas especies que desovan en el interior del estuario y continúan con el mismo ciclo (grupo 2).
- c) Especies marinas, generalmente adultos que utilizan el estuario sin patrón definido, su presencia dentro de estos sistemas puede estar relacionado con fines de alimentación, aunque no existe una visita cíclica, ni estacional. Algunos autores las consideran como ocasional o incidental, argumentando que su presencia se podría deber a factores físicos como la amplitud de las mareas, tormentas, etc. (grupo 3).

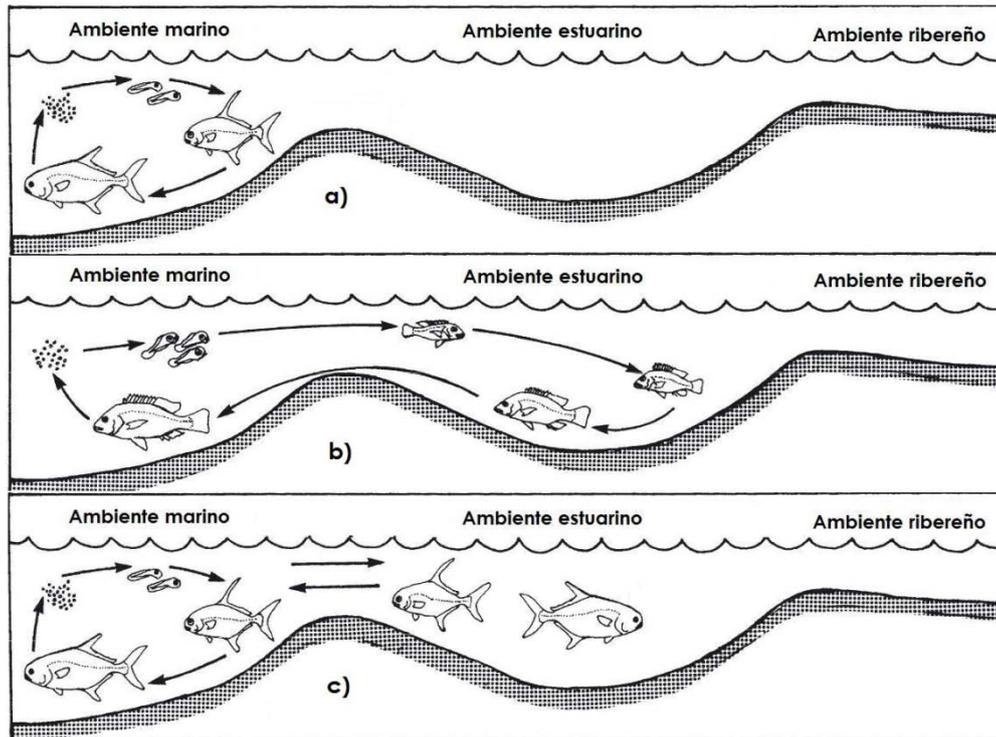


Figura 3. Representación del uso de los sistemas estuarino-lagunares por los peces demersales (Adaptado de Elliott *et al.*, 2007). a) Especies que desarrollan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino; b) Especies marinas que utilizan el estuario como área de protección y alimentación de los individuos jóvenes, pero pasan la mayor parte de su vida adulta en el mar; c) Especies marinas, que utilizan el estuario ocasional o incidentalmente.

Gremios de posición en la columna de agua

Este atributo incluye el hábitat del ecosistema donde la especie desarrolla su ciclo biológico, en esta comunidad se identificaron seis categorías (Fig. 4):

1. Pelágico-neríticas, son aquellas asociadas a la parte superior de la columna de agua en la zona costera.
2. Demerso-pelágicas, que siendo demersales incursionan por toda la columna de agua espacialmente.
3. Demersal, son aquellos peces que tienen una asociación importante con el fondo marino con relación a los hábitos alimentarios, comportamiento reproductivo o patrones de migración, incluso en algunas especies sus adaptaciones les permite posarse permanente o temporalmente sobre el sustrato. Esta categoría incluye tres variantes: especies asociadas a fondos blandos (3a): son aquellas que realizan sus actividades biológicas sobre fondos de arena, fango o arcilla; especies asociadas a fondos mixtos (3b): estas especies habitan indistintamente fondos duros y blandos, o realizan migraciones de un ambiente a otro; y por ultimo especies asociadas a fondos duros (3c).

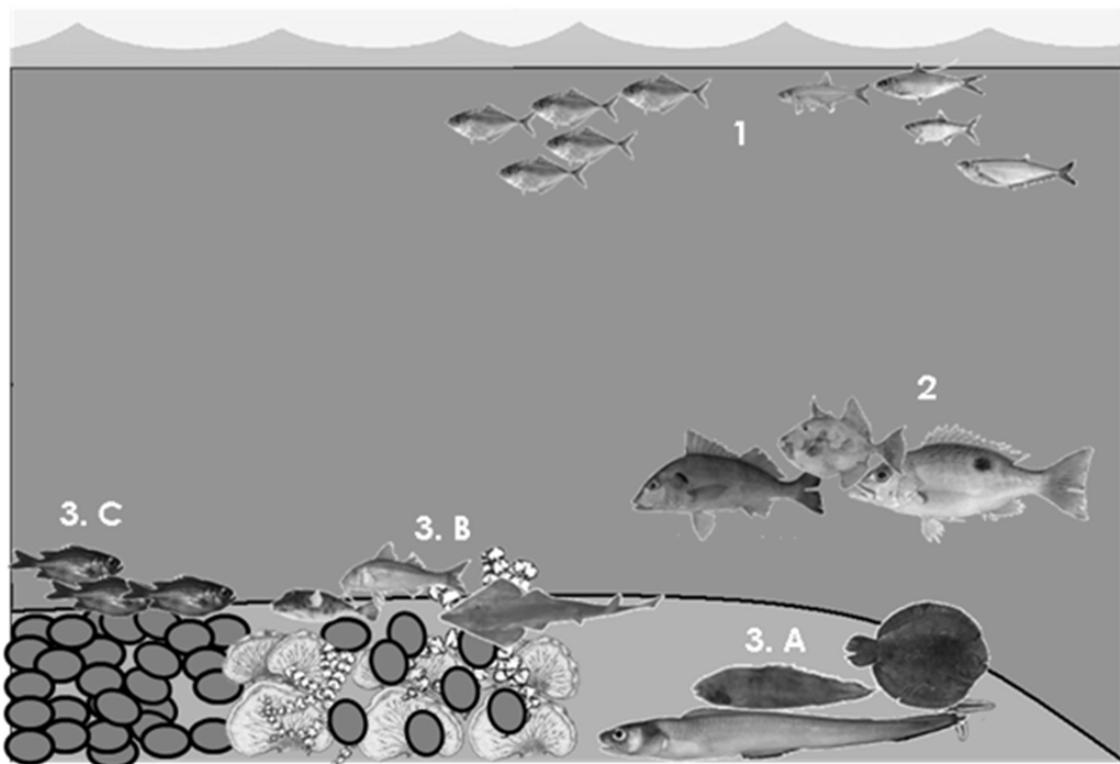


Figura 4. Representación visual del uso espacial del hábitat, por los peces.

Gremios de distribución batimétrica

Esta clasificación se realizó con base en los límites de profundidad máxima a la que se distribuyen las especies, la cual está relacionada a la separación espacial de acceso a recursos alimenticios (Halpern & Floeter, 2008); fue dividida en cuatro categorías 1) somera: <30 m, 2) intermedia: 31~50 m, 3) profunda: 51~120 m, y 4) muy profunda: >120 m. Los datos de los límites de distribución batimétrica fueron obtenidos de Love *et al.* (2005) y Robertson y Allen (2008).

Caracteres morfológicos

Forma del cuerpo del pez

En peces, características morfológicas como el tamaño del cuerpo y forma de la boca, determinan, en muchos casos, el hábitat utilizado y los tipos de presas consumidas (Karpouzi & Stergiou, 2003). En este estudio las formas de los peces fueron clasificadas en 10 categorías (Fig. 5):

- a) fusiforme o torpediforme (e.g. *Scomberomorus* sp.), una forma propia de los nadadores ágiles.

- b) compresiforme A (e.g. *Orthopristis* sp.), peces comprimidos lateralmente, es la forma común en especies donde la captura de la presa y la fuga de sus depredadores exigen gran maniobrabilidad.
- c) compresiforme B (e.g. *Pseudupeneus* sp.), al igual que las especies del grupo anterior son comprimidos lateralmente, pero notablemente menos profundos.
- d) depresiforme A (e.g. *Urobatis* sp.) son formas fuertemente aplanadas dorsoventralmente, viven generalmente posados sobre el fondo, parcialmente ocultos en los sedimentos, de los que surgen velozmente para atacar a su presa. En este trabajo consideramos a los Pleuronectiformes como depresiformes, basados en las actividades ecológicas, aún cuando en sentido estricto son comprimidos, es decir, aplanados en sus lados izquierdo y derecho.
- e) depresiforme B (e.g. *Cathorops* sp.), las especies de este grupo se caracterizan por su cuerpo moderadamente aplanado.
- f) sagitifforme (e.g. *Sphyræna* sp.), especies con cuerpo en forma de flecha.
- g) anguiliforme (e.g. *Gymnothorax* sp.), son peces de cuerpo largo y cilíndrico, circular en sección transversal.
- h) teniforme (e.g. *Trichiurus* sp.), estas especies difieren de los anguiliformes por el cuerpo fuertemente comprimido, no redondeado como en el grupo anterior.
- i) globiforme (e.g. *Sphæroides* sp.), incluye especies de cuerpo robusto y romo, capaz de inflarse rápidamente por aspiración de agua o aire (Bussing, 1994).
- j) y otras formas, este grupo se integró por la única especie de caballito de mar del Pacífico Oriental Tropical (*Hippocampus ingens*)

Posición y tipo de boca

De acuerdo con la posición de la boca en el cuerpo del pez, fueron divididos en ocho categorías (Fig. 6): 1) oblicua, 2) superior, 3) terminal, 4) inferior (incluye las tipo semi-ventral), 5) ventral, 6) protractil, 7) tubular, y 8) incluida (Miller & Lea, 1972; Barton, 2006).

Forma de la aleta caudal

La aleta caudal realiza una función importante en la actividad de nado de los peces, brinda propulsión y aceleración al nado, dos elementos importantes en la supervivencia, escape y búsqueda de alimento (Fulton, 2007). La forma de la aleta caudal se agrupó en diez categorías para peces óseos: redondeada,

truncada, emarginada, semilunada, furcada, confluyente, punteada, forma de S, doble emarginada y sin caudal; y dos categorías para elasmobranquios: aproximadamente simétrica y asimétrica (Fig. 7) (Miller & Lea, 1972; Lagler *et al.*, 1984; Fischer *et al.*, 1995).

Grupos de tallas

Las especies registradas en cada una de las áreas, se clasificaron en cinco grupos de tallas siguiendo la propuesta general presentada por Roger y Ellis (2000), con modificaciones de Gristina *et al.* (2006). Considerando: I. Teleósteos pequeños (longitud total máxima <29.9 cm); II. Teleósteos medianos (longitud total máxima $\geq 30 \leq 49.9$ cm); III. Teleósteos grandes (longitud total máxima ≥ 50 cm); IV. Especies pequeñas de elasmobranquios (longitud total máxima ≤ 105 cm); y V. Especies grandes de elasmobranquios (longitud total máxima ≥ 105.1 cm).

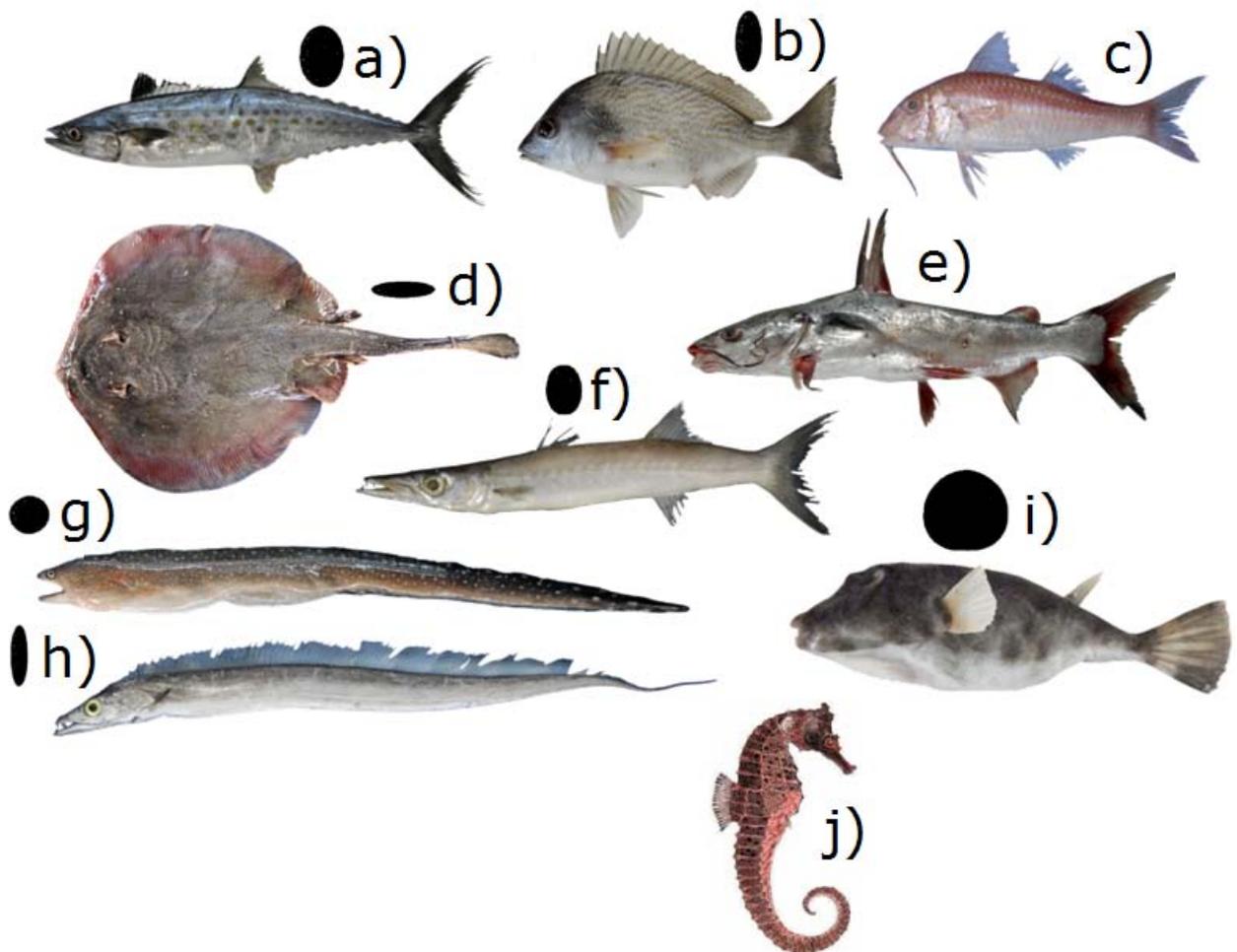


Figura 5. Diversidad de formas en peces demersales, la silueta negra representa un corte transversal de las formas típicas (basadas en Jordán & Evermann, 1900).

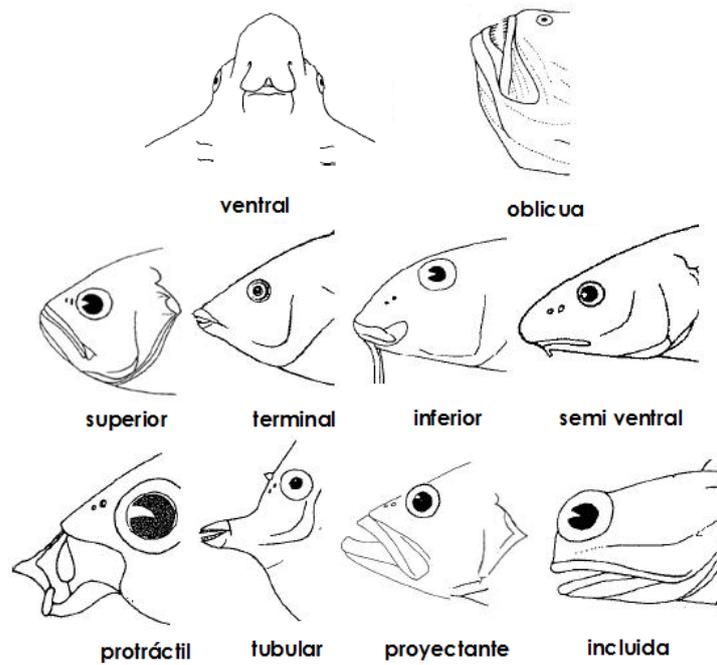


Figura 6. Tipos de bocas de peces óseos (Adaptado de Miller & Lea, 1972 y Fischer *et al.*, 1995).

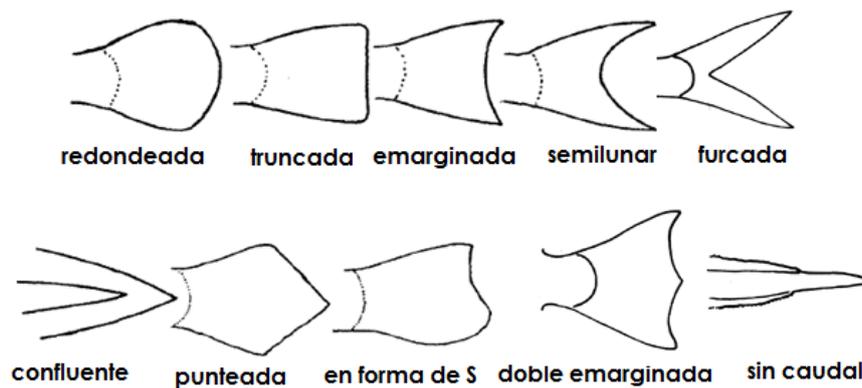


Figura 7. Tipos de aleta caudal de peces óseos (Adaptado de Miller & Lea, 1972 y Fischer *et al.*, 1995).

Análisis de los atributos ecológicos y caracteres morfológicos

Los atributos ecológicos (nivel trófico, gremios tróficos, gremios reproductivos, uso de sistemas estuarinos y posición en la columna de agua) y caracteres morfológicos (grupos de tallas, la forma del pez, forma de la aleta caudal, posición de la boca y distribución batimétrica) de las especies fueron agrupados por gremios, y analizados de modo individual e integral para determinar similitudes funcionales entre los diferentes ecosistemas, en este análisis los datos se estandarizaron convirtiendo las contribuciones en porcentajes para hacer comparables los ecosistemas (Mathieson *et al.*, 2000;

Nagelkerken & Van der Velde, 2004). La hipótesis (H_0) de no diferencias en los atributos funcionales de la comunidad íctica de los cinco ecosistemas, fue evaluada a través del procedimiento ANOSIM de una vía (Clarke, 1993). En el análisis global se aplicó el procedimiento SIMPER (análisis del porcentaje de similitud) para evaluar la contribución promedio de cada atributo a la similitud y disimilitud entre ecosistemas (Clarke, 1993).

Finalmente los grupos funcionales y las especies que los conforman fueron determinados empleando la misma matriz de datos usada en la clasificación por ecosistemas, pero ordenada de modo R (Ludwing & Reynolds, 1988). Para la asignación de valores a los atributos ecológicos y caracteres morfológicos se utilizó el Índice de especie clave K (Jordán & Scheuring, 2004), en este caso tratado como atributo clave, este índice es empleado para determinar la importancia de las interacciones de las especies en la red trófica, es bidireccional y enfatiza las interacciones verticales sobre las horizontales (Jordán *et al.*, 1999; Jordán, 2005). En este trabajo el índice se empleó para evaluar la dependencia (conexión) que existe entre todos los atributos (nodos), identificando aquellos atributos que debido a su alto grado de conexión dominan la función de la especie. Para el cálculo se utilizó una matriz de adyacencia simétrica con datos binarios (presencia/ausencia), la cual representa una red y permite aplicar índices topológicos (Nieto-Navarro, 2010). El índice fue calculado con el programa “índices estructurales del análisis de redes tróficas” (IEART v1.0; Nieto-Navarro, 2010).

Para la discriminación de los grupos funcionales, previamente se empleó un análisis de agrupamiento jerárquico aglomerativo, utilizando como medida de distancia el índice de similitud de Bray-Curtis y como método de agrupamiento el promedio de grupos. Una vez definidos los grupos se empleó el método de ordenación no paramétrico NMDS, para reforzar la certeza de los grupos (Field *et al.*, 1982). Finalmente se aplicaron pruebas de significancia (ANOSIM, computarizado a través de 10 000 permutaciones) y se evaluó que el porcentaje de similitud (SIMPER), fuera mayor al 50% en todos los grupos.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN

La composición general para los cinco ecosistemas se integró por 2 clases, 20 órdenes, 65 familias, 147 géneros y 292 especies (Apéndice II). En peces óseos el orden Perciformes fue el más diverso con 23 (35.4%) familias, 62 (42.2%) géneros y 132 (45.2%) especies. Seguido de Pleuronectiformes con 5 (6.8%) familias, 15 (9.3%) géneros y 34 (10.9%) especies. En lo que respecta a elasmobranquios el orden Myliobatiformes presentó el mayor número de especies con 16 (5.1%), pertenecientes a ocho (4.9%) géneros y cuatro (5.4%) familias. En contraste los órdenes menos diversos representados por una sola especie fueron: Heterodontiformes, Squatiniformes, y Mugiliformes. Mientras que Albuliformes aportó dos especies.

A nivel de familia las mejor representadas en número de especies fueron Sciaenidae 33 (10.5%), Serranidae 22 (7.0%), Carangidae 21 (6.7%), Haemulidae 18 (5.8%) y Paralichthyidae 16 (5.1%) dentro de los peces óseos, y Urotrygonidae 9 (2.9%) dentro de los elasmobranquios.

Veintidós familias estuvieron representadas por una sola especie en este estudio (Heterodontidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae, Squatinidae, Gymnuridae, Muraenesocidae, Nettastomatidae, Antennariidae, Ogcocephalidae, Mugilidae, Syngnathidae, Opistognathidae, Priacanthidae, Malacanthidae, Sparidae, Chaetodontidae, Labridae, Uranoscopidae, Sphyrnaeidae, Trichiuridae, Scombridae y Pleuronectidae).

Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Anchoa* con ocho, *Diplectrum* y *Symphurus* con siete, *Urotrygon* con seis, *Prionotus*, *Lutjanus*, *Eucinostomus*, *Cynoscion*, *Stellifer* y *Sphoeroides* aportaron cinco especies cada uno.

Previo a la comparación espacial de los ecosistemas, se evaluó la representatividad de la composición íctica asociada a fondos blandos del Alto Golfo de California. Los estimadores de riqueza empleados, indicaron que se tiene representado entre el 89.06% y 95.53% (Chao2: 89.06, Jackknife1: 89.66, Jackknife2: 95.42, Bootstrap: 95.53) de las especies. Lo que indica que el bajo número de especies en el ecosistema se debe a causas ajenas a un posible submuestreo.

Espacialmente el número de especies, géneros y familias tendió a incrementar significativamente del Alto Golfo de California hacia los ecosistemas sureños (Figs. 8 y 9; Tabla 2). Este patrón es claramente ejemplificado en los órdenes Perciformes, Scorpaeniformes y Tetraodontiformes, y las familias Gerreidae, Triglidae, Lutjanidae, Urotrygonidae y Haemulidae. Mientras que en las familias Scianidae, Carangidae, Ariidae, y los géneros *Urotrygon*, *Selene*, *Caranx* y *Larimus*, este patrón se interrumpe en la costa de Jalisco-Colima, donde la familia Serranidae alcanza mayor riqueza (Fig. 10).

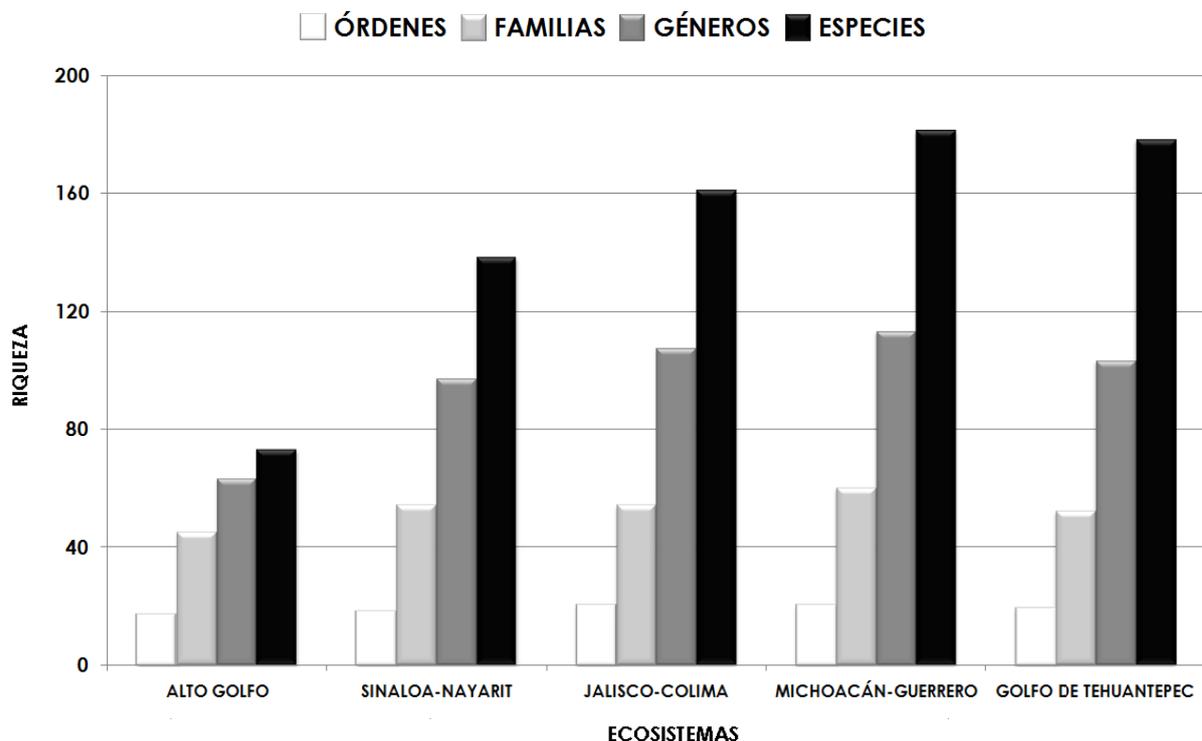


Figura 8. Riqueza de especies, géneros, familias y órdenes de peces de los cinco ecosistemas, reordenados en un gradiente de norte a sur.

Tabla 2. Composición taxonómica general de los cinco ecosistemas.

	alto Golfo de California	Sinaloa-Nayarit	Jalisco-Colima	Michoacán-Guerrero	Golfo de Tehuantepec
Órdenes	17	18	20	20	19
Familias	45	54	54	60	52
Géneros	63	97	107	113	103
Especies	73	138	161	181	178

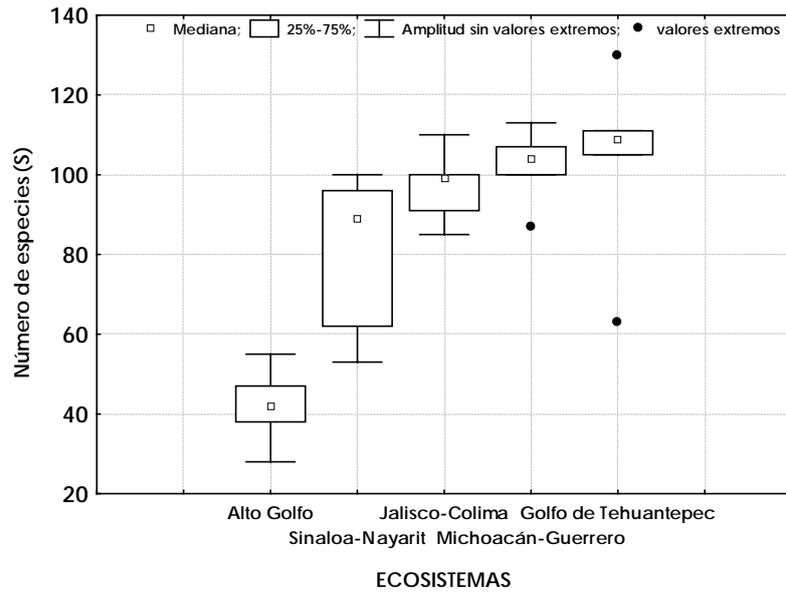


Figura 9. Variación latitudinal de la riqueza específica de los cinco ecosistemas.

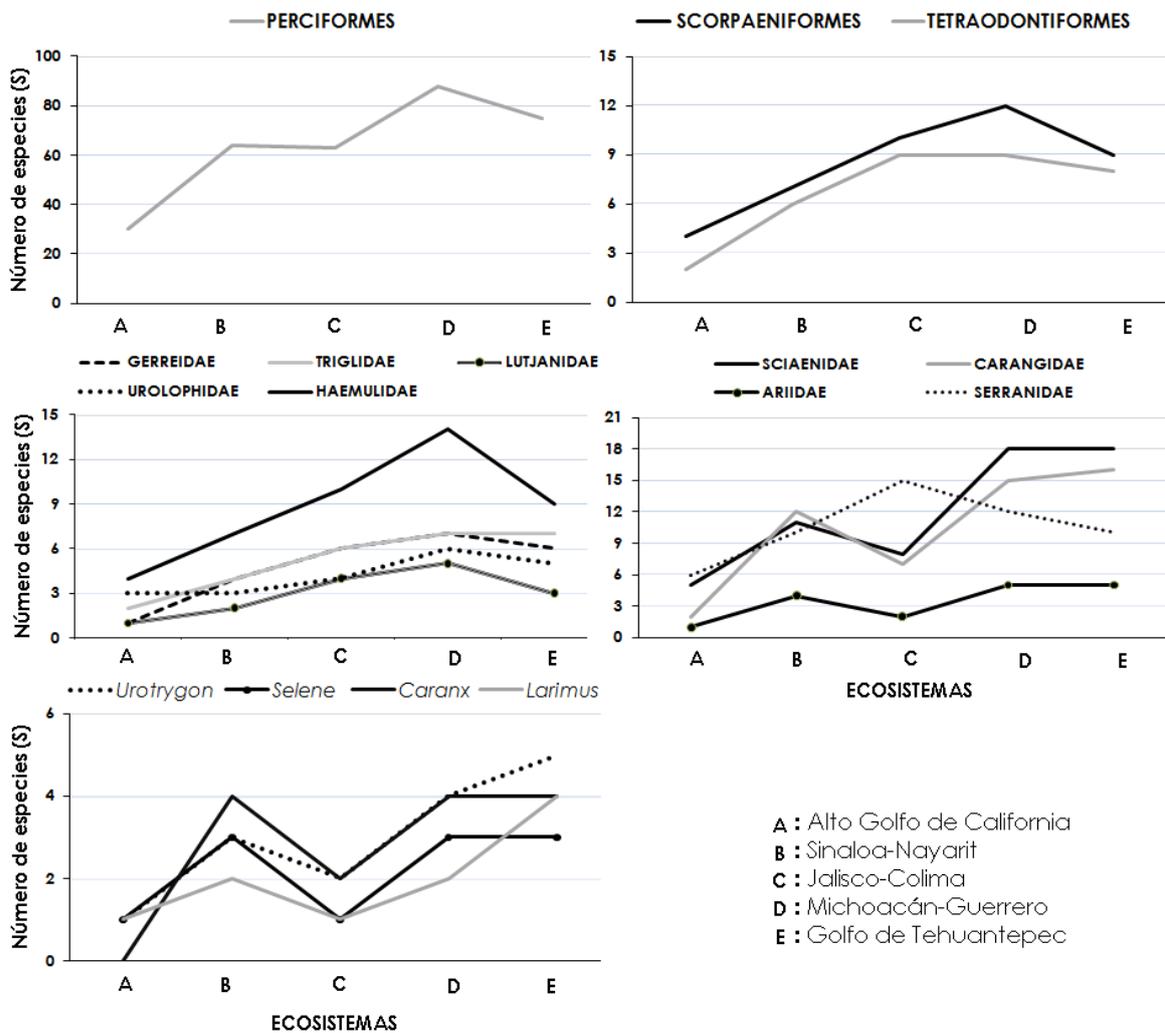


Figura 10. Tendencia latitudinal en riqueza de algunos órdenes, familias y géneros de peces de los cinco ecosistemas.

Por otro lado, el análisis de agrupamiento (coeficiente de similitud de Bray-Curtis) basado en la composición de especies separó los cruceros de cada ecosistema como grupos independientes (Fig. 11; Apéndice III). El gráfico de ordenación no métrica mostró el mismo patrón que el dendograma (Fig. 12), con bajo valor de stress (0.1). En ambos análisis se muestra mayor similitud entre los cruceros de Michoacán-Guerrero y los del Golfo de Tehuantepec, mientras que los cruceros del Alto Golfo de California se mantienen claramente separados. La concordancia en los resultados de los análisis refuerza la fiabilidad de los agrupamientos, adicionalmente el ANOSIM respaldó la conformación de los grupos (R global = 0.99, $p = 0.01\%$; Apéndice V-A), con valores de uno o cercano a este valor en todos los casos (Tabla 3), indicando que cada ecosistema está estructurado por una combinación de especies singular. Al respecto el análisis SIMPER evidenció porcentajes de similitud promedio dentro de cada ecosistema mayores a 65%, y valores de disimilitud de 44.33% entre los ecosistemas menos disímiles (Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec) a 79.67% entre los más disímiles (Alto Golfo de California y Sinaloa-Nayarit) (Tabla 4).

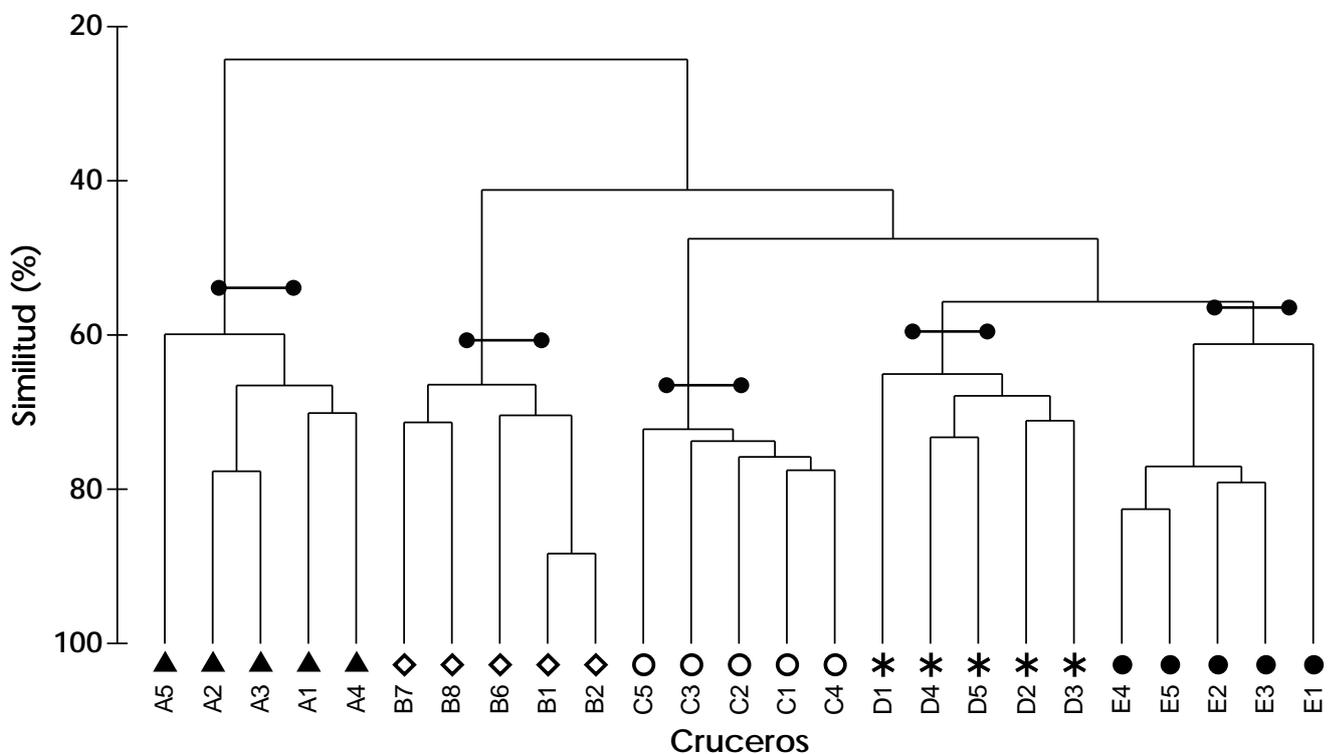


Figura 11. Dendrograma de similitud de la comunidad íctica de los cinco ecosistemas, ordenado de norte a sur (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●) calculado con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis.

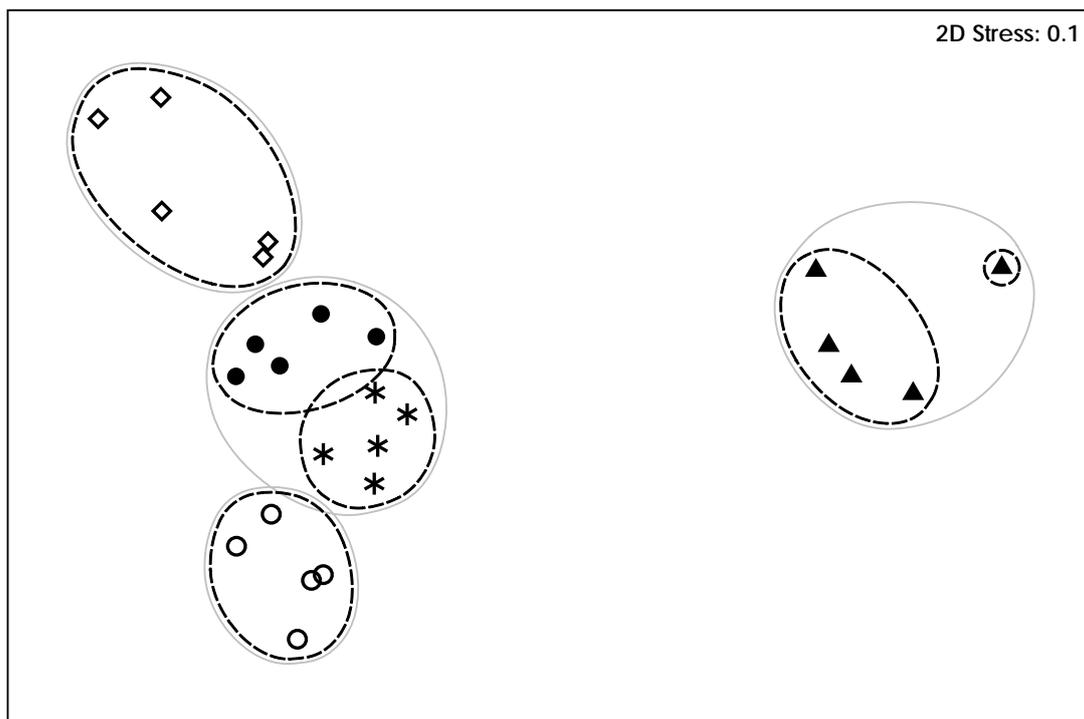


Figura 12. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS). Las distancias representan los rangos de las disimilitudes entre los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●) en dos dimensiones con un bajo factor de estrés de 0.1. Las elipses representan porcentajes de similitud calculados con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (50 - - - - -; 60 ———).

Tabla 3. Resultados de la prueba ANOSIM por pares entre los cinco ecosistemas. Los análisis fueron basados en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (**A**: Alto Golfo de California, **B**: Sinaloa-Nayarit, **C**: Jalisco-Colima, **D**: Michoacán-Guerrero, y **E**: Golfo de Tehuantepec).

Ecosistemas	Estadístico R	No. De permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$	Nivel de significancia (%)
A, B	1	126	1	0.8
A, C	1	126	1	0.8
A, D	1	126	1	0.8
A, E	1	126	1	0.8
B, C	1	126	1	0.8
B, D	1	126	1	0.8
B, E	1	126	1	0.8
C, D	1	126	1	0.8
C, E	1	126	1	0.8
D, E	0.896	126	1	0.8

Tabla 4. Resultados del análisis SIMPER basado en la composición de especies de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de disimilitud promedio entre ecosistemas y los porcentajes de similitud promedio dentro del ecosistema, en paréntesis.

	Alto Golfo de California	Sinaloa-Nayarit	Jalisco-Colima	Michoacán-Guerrero	Golfo de Tehuantepec
Alto Golfo de California (65.34)	0				
Sinaloa-Nayarit (69.90)	79.67	0			
Jalisco-Colima (73.91)	76.76	64.11	0		
Michoacán-Guerrero (67.59)	71.18	57.95	48.88	0	
Golfo de Tehuantepec (71.43)	75.34	54.4	56.11	44.33	0

De la ictiofauna total sólo veinte especies fueron compartidas por los cinco ecosistemas (*Narcine entemedor*, *Zapteryx exasperata*, *Gymnothorax equatorialis*, *Synodus scituliceps*, *Lophiodes caularis*, *Zalieutes elater*, *Prionotus ruscarius*, *P. stephanophrys*, *Diplectrum pacificum*, *Pristigenys serrula*, *Selene peruviana*, *Lutjanus guttatus*, *Cynoscion reticulatus*, *Pseudupeneus grandisquamis*, *Chaetodipterus zonatus*, *Ancylosetta dendrítica*, *Etropus crossotus*, *Syacium ovale*, *Balistes polylepis* y *Sphoeroides annulatus*), quince fueron exclusivas del alto Golfo de California (*Heterodontus mexicanus*, *Squatina californica*, *Raja velezi*, *Diplectrum sciurus*, *Micropogonias megalops*, *Totoaba macdonaldi*, *Halichoeres semicinctus*, *Pleuronichthys ocellatus*, entre otras), dieciséis de Sinaloa-Nayarit (*Bagre pinnimaculatus*, *Cathorops raredonae*, *Ophidion fulvum*, *Centropomus armatus*, *Micropogonias ectenes*, *Stellifer wintersteenorum*, *Symphurus chabanaudi*, entre otras más), veintinueve para Jalisco-Colima (*Myrichthys tigrinus*, *Paraconger californiensis*, *Fistularia commersonii*, *Epinephelus labriformis*, *Apogon retrosella*, *Hoplopagrus guentherii*, *Haemulon maculicauda*, *Sufflamen verres*, entre otras), diecinueve de Michoacán-Guerrero (*Pontinus furcirhinus*, *Serranus aequidens*, *Haemulon flaviguttatum*, *Pomadasys branickii*, *Cynoscion stolzmanni*, *Ophioscion typicus*, *Stellifer ericymba*, *Umbrina bussingi*, entre otras) y veinticuatro para el Golfo de Tehuantepec (*Opisthopterus equatorialis*, *Anchoa panamensis*, *Precathorops dasycephalus*, *Batrachoides boulengeri*, *Nebris occidentalis*, *Porichthys ephippiatus*, *Sphoeroides trichocephalus*, *Achirus zebrinus*, entre otras).

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Previo al cálculo de los índices de distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación de la distinción taxonómica (Δ^+) para los datos generales de los cinco

ecosistemas, se evaluó la representatividad de la diversidad taxonómica de los cruceros del Alto Golfo de California, el ecosistema con menor número de estaciones. Los resultados de ambos índices muestran valores por encima del promedio calculado (Figs. 13 y 14), indicando una buena representación de la diversidad taxonómica de los peces asociados a fondos blandos del ecosistema.

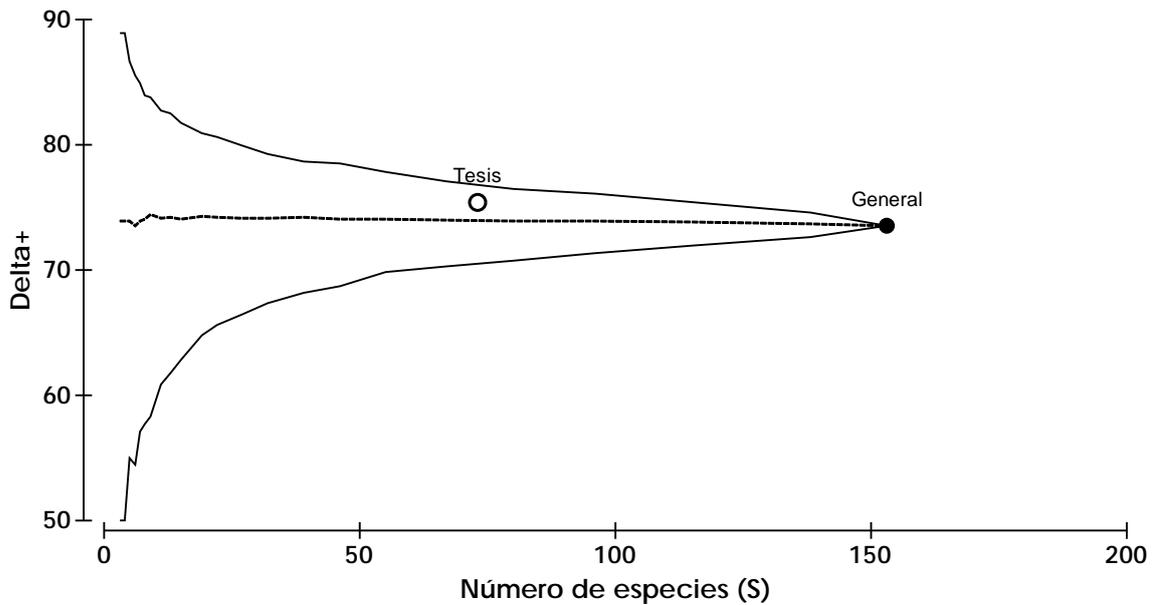


Figura 13. Relación de los valores del índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y la riqueza específica de los datos del Alto Golfo de California de este estudio contra los datos de Hastings y Findley (2007). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.

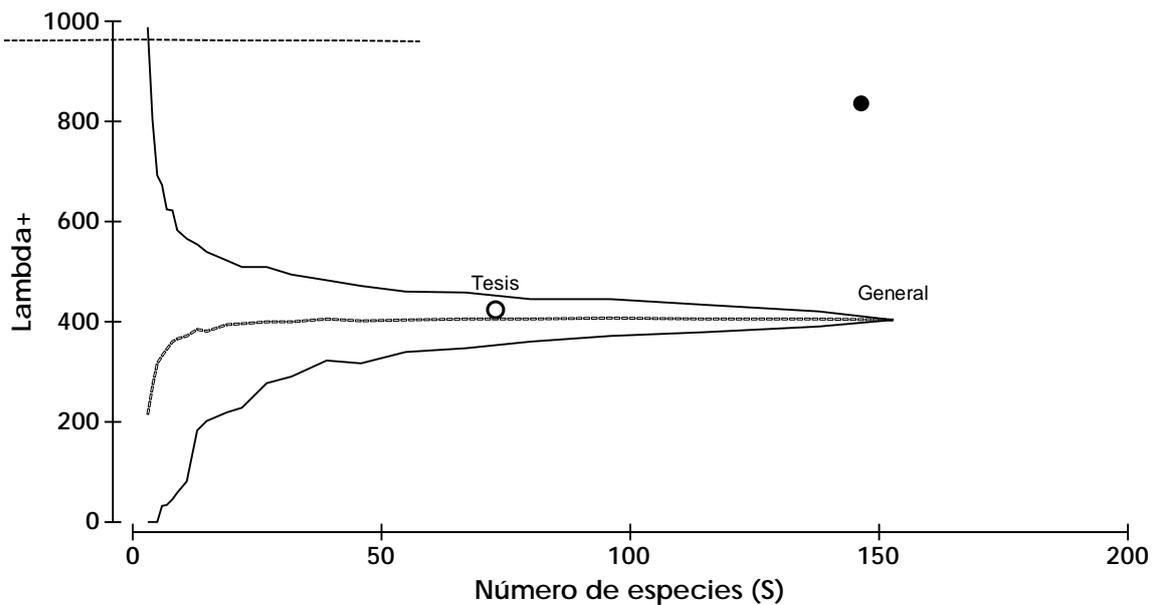


Figura 14. Relación de los valores de la variación de la distinción taxonómica (Λ^+) y la riqueza específica de los datos del Alto Golfo de California de este estudio contra los datos de Hastings y Findley (2007). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.

Los cálculos generales de Δ^+ indicaron valores mayores en la zona del Alto Golfo de California, por encima del promedio general calculado, y en tres de los cinco casos por fuera del 95% de los límites de probabilidad de la simulación (Fig. 15). Las zonas del centro (Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero) se ubicaron cerca de la media estimada, con excepción de Sinaloa-Nayarit que presenta valores inferiores, equiparables a los del Golfo de Tehuantepec. Los resultados de Λ^+ , presentaron una tendencia similar (Fig. 16).

En general, se observó que tanto el promedio como la variación de la distinción taxonómica tienden a disminuir de norte a sur, interrumpida por valores bajos en Sinaloa-Nayarit. La representación bivalente simultánea de Δ^+ contra Λ^+ de los cinco ecosistemas, evidencia la disimilitud taxonómica de la zona del Alto Golfo de California en relación al resto de las zonas, que presentan mayor semejanza taxonómica y se encuentran dentro de los contornos de probabilidad de 95% de confianza (Fig. 17).

Por otro lado, la distinción taxonómica promedio y la variación de la distinción taxonómica presentan correlaciones positivas significativas con la latitud ($r=0.673$, $p=0.000$; $r=0.715$, $p<0.0001$), y negativas significativas con la riqueza de especies, géneros y familias (Apéndice VII).

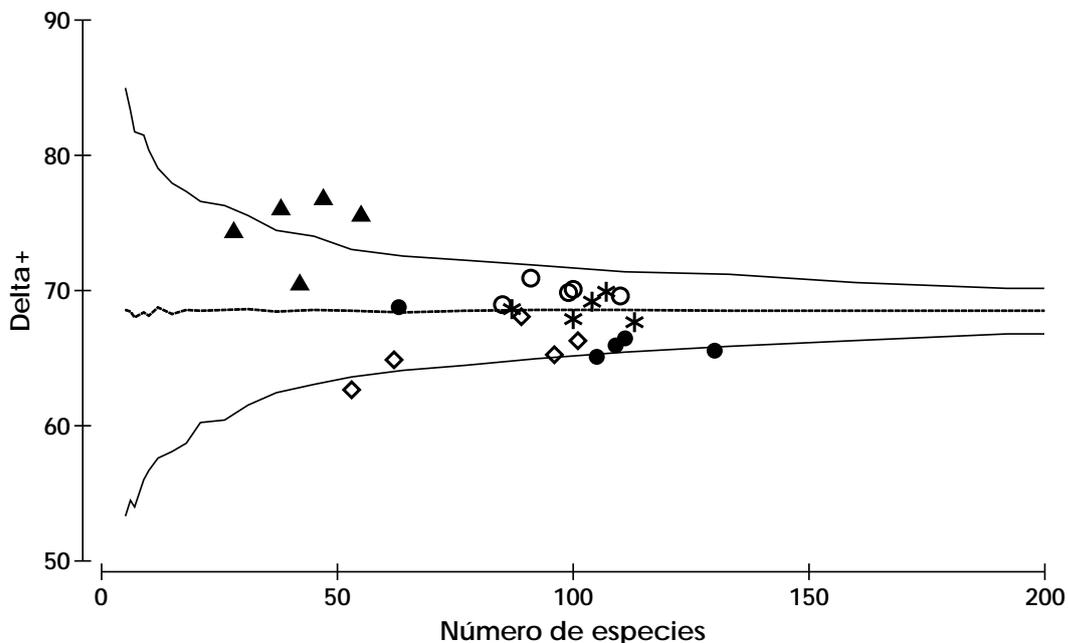


Figura 15. Relación de los valores del índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) y la riqueza específica de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: \blacktriangle ; Sinaloa-Nayarit: \diamond ; Jalisco-Colima: \circ ; Michoacán-Guerrero: $*$; Golfo de Tehuantepec: \bullet). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorios de la lista completa de especies.

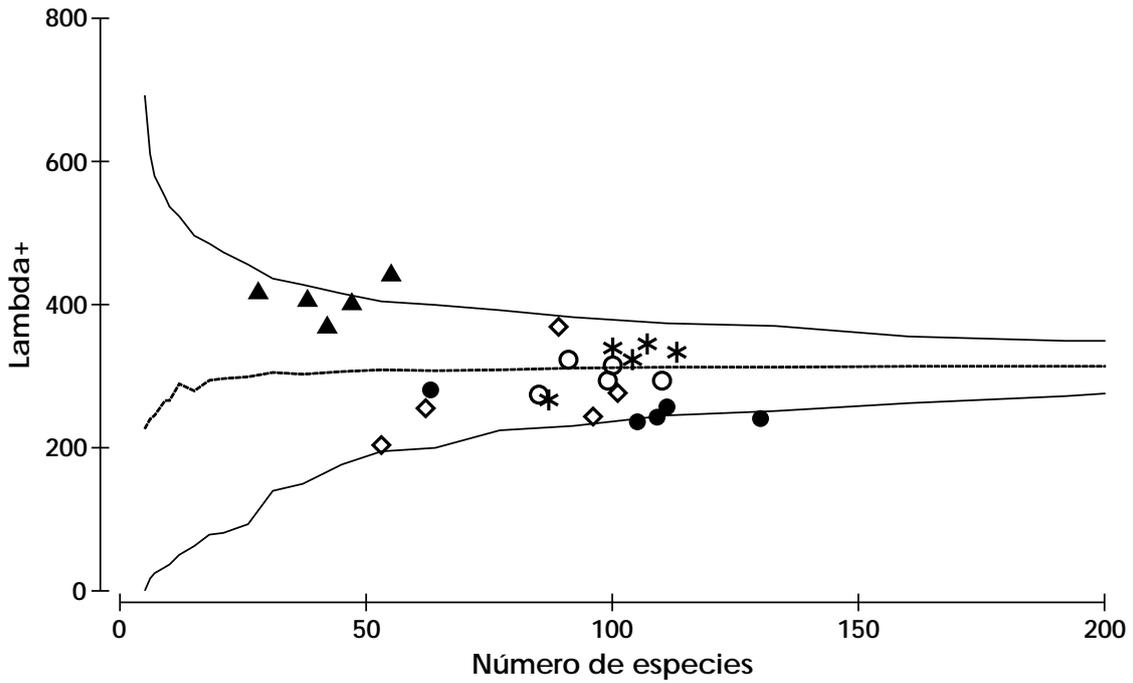


Figura 16. Relación de los valores de la variación de la distinción taxonómica (Δ^+) y la riqueza específica de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●). Se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.

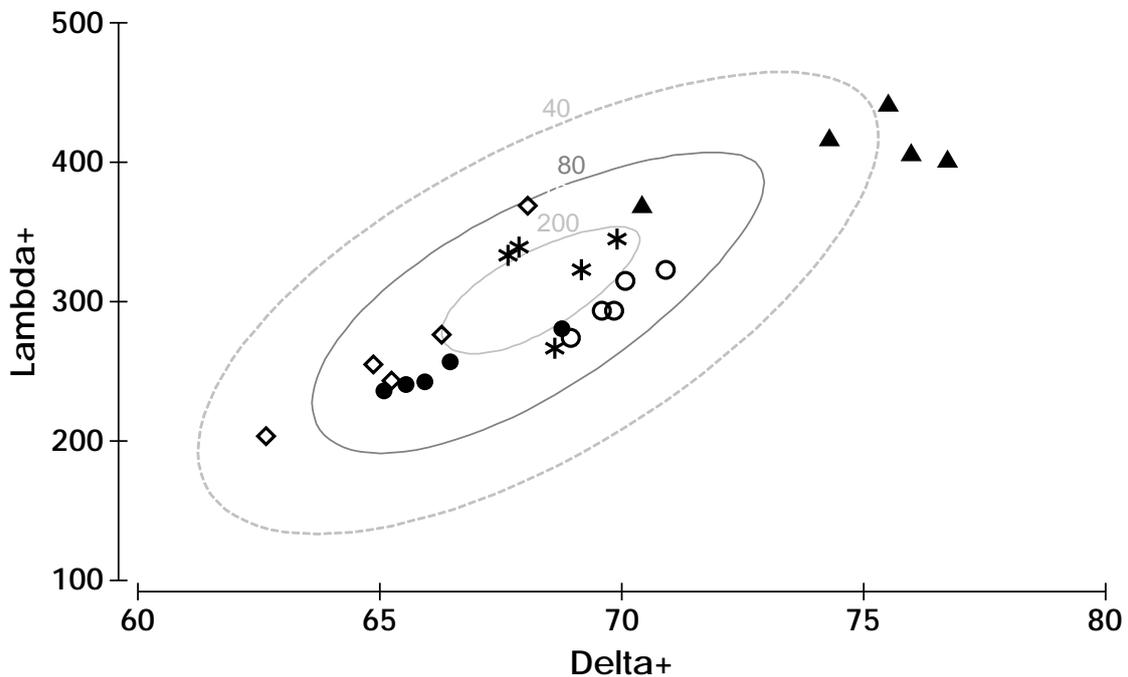


Figura 17. Representación bivalente del índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+) contra la variación de la distinción taxonómica (Δ^+) de los cinco ecosistemas (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●). Elipses de probabilidad al 95% de confianza, basados en 1000 simulaciones para un rango de 40, 80 y 200 especies.

AFINIDAD ICTIOGEOGRÁFICA

La composición de especies de peces demersales de la costa del Pacífico mexicano, está representada en su mayoría por familias de distribución cosmopolita o circumtropical (96.9%), con solo dos (3.1%) familias anfiamericanas (Centropomidae y Achiridae). A nivel de géneros el componente anfiamericano y circumtropical fueron los mejor representados con 67 y 62 (45.9% y 42.47%) cada uno (Fig. 18). Diez (6.8%) géneros son endémicos del Pacífico Oriental Tropical, dos (1.37%) del Pacífico Este, y tres (2.05) circumtropicales incompletos (ausentes del Indo-Pacífico). El componente transpacíficos y boreal estuvo representado por un sólo género.

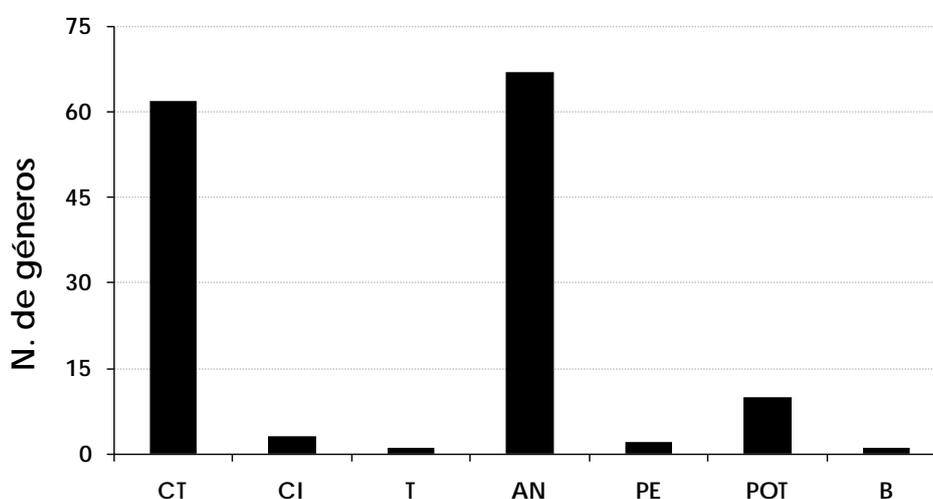


Figura 18. Afinidad ictiogeográfica de los géneros registrados en los cinco ecosistemas (**CT**: *Circumtropicales*; **CI**: *Circumtropicales incompletos* (ausentes del Indo-Pacífico); **T**: *Transpacíficos*; **AN**: *Anfiamericanos*; **PE**: *Pacífico Este*; **PO**: *Pacífico Oriental Tropical*; **B**: *Boreal*).

A nivel de especie la comunidad íctica está dominada por elementos de amplia distribución en la región del Pacífico Oriental Tropical, el 30.2% (88 spp.) se distribuye de la Provincia de Cortés a la P. Panámica, el 21.3% (62 spp.) mantienen el mismo límite sur, pero su ámbito de distribución en el norte se extiende hasta la P. de San Diego, mientras que el 13.7% (40 spp.) limita su distribución norte en la P. de San Diego, pero su límite sur se extiende hasta la P. Peruano-Chilena (Fig. 19). Sólo una especie (*Balistes polylepis*) presenta registros en prácticamente toda la costa del Pacífico Este desde la P. Aleutiana a la P. Peruano-Chilena. Doce especies son de distribución circumtropical, cuatro Transpacíficas e igual número Anfiamericanas. Se registraron ocho especies

como endémicas de la P. Panámica y cuatro de la P. de Cortés, mientras que sólo una especie es endémica de la P. Mexicana (*Stellifer walkeri*).

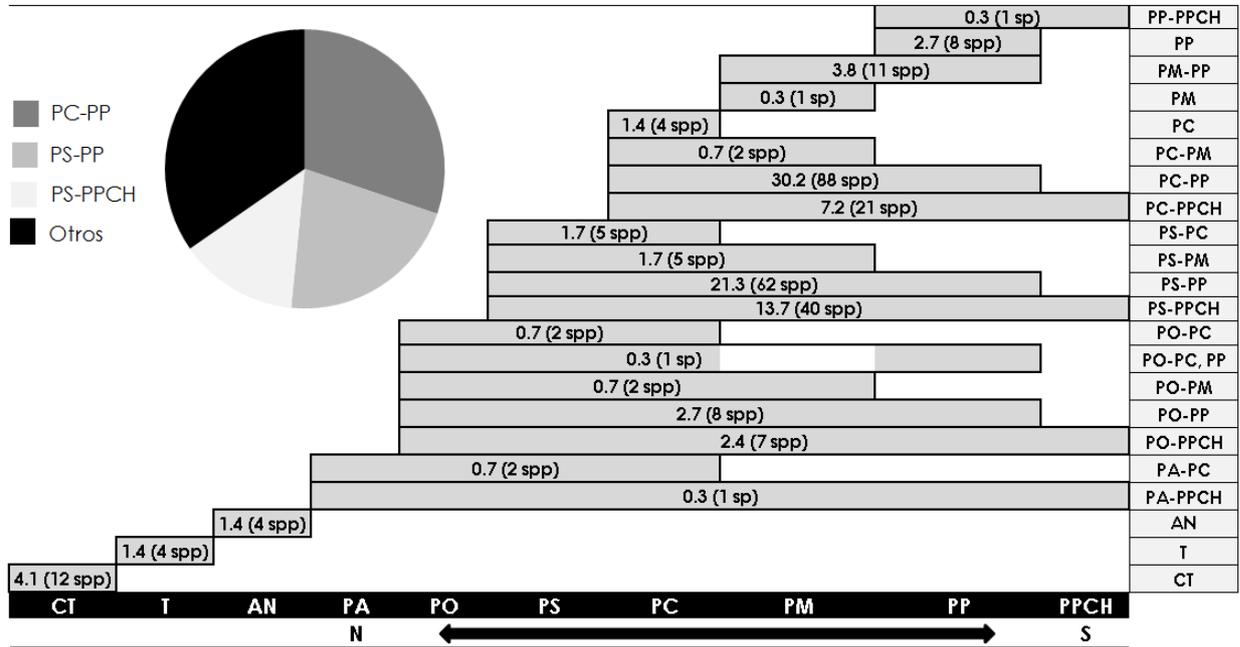


Figura 19. Afinidad ictiogeográfica general de las especies de los cinco ecosistemas (**PA:** Provincia Aleutiana; **PO:** P. Oregoniana; **PS:** P. de San Diego; **PC:** P. de Cortés; **PM:** P. Mexicana; **PP:** P. Panámica; **PPCH:** P. Peruano-Chilena; **PMAG:** P. Magallánica; **CT:** Circumtropicales; **T:** Transpacíficas; **AN:** Anfiamericanas).

Independientemente de la riqueza, la comunidad íctica de los cinco ecosistemas presenta similitud en su patrón de distribución (Fig. 20), con porcentajes semejantes a los descritos en el análisis general. Fuera de los grupos dominantes en la zona del Alto Golfo de California sobresalen las especies de la P. de Cortés (5.6%; 4 spp.) y en el Golfo de Tehuantepec las especies de la P. Panámica (3.5%; 6 spp.). El resto de los grupos presenta porcentajes equivalentes en los cinco ecosistemas (Apéndice IV).

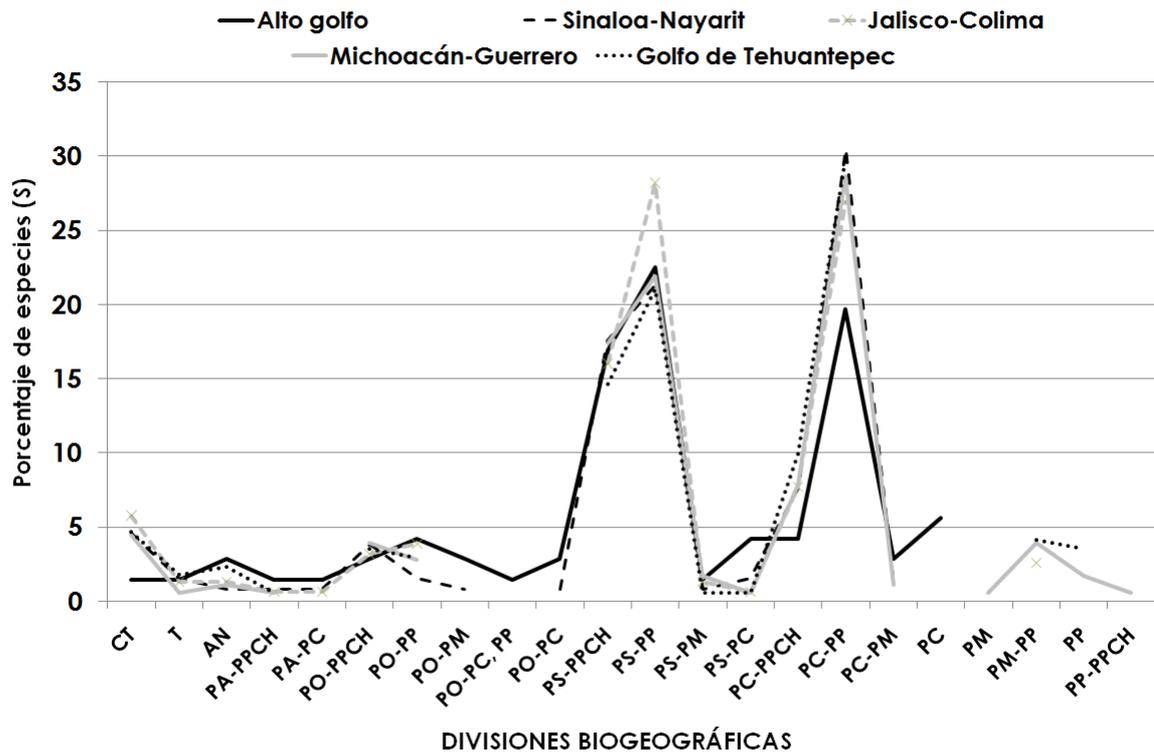


Figura 20. Afinidad ictiogeográfica de las especies de los cinco ecosistemas, basado en porcentaje de especies (PA: Provincia Aleutiana; PO: P. Oregoniana; PS: P. de San Diego; PC: P. de Cortés; PM: P. Mexicana; PP: P. Panámica; PPCH: P. Peruano-Chilena; PMAG: P. Magallánica; CT: Circumtropicales; T: Transpacíficas; AN: Anfiamericanas). Reordenados en un gradiente de norte a sur.

ATRIBUTOS ECOLÓGICOS Y CARACTERES MORFOLÓGICOS

Nivel trófico

La comunidad íctica de los cinco ecosistemas en general, presenta una estructura trófica similar, con un mayor número de especies posicionadas en los niveles tróficos intermedios (3-3.49 y 3.5-3.99) y un menor número en los niveles inferiores (Fig. 21). La zona del Alto Golfo de California difiere del resto de los ecosistemas, tiene mayor proporción de especies en el último nivel trófico (4-4.49: 28%), y no presenta especies en el nivel trófico 2-2.49 (Fig. 21 A). Por tanto el ANOSIM detecto diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.513, $p = 0.01\%$), con el valor del estadístico R computarizado fuera de la distribución calculada (Apéndice V-B), aunque con el valor de R bajo, producto del dominio de los mismos niveles tróficos (Apéndice VI). El ANOSIM por pares indicó diferencias significativas entre el Alto Golfo de California y Sinaloa-Nayarit, así como entre estos y el resto de los zonas (Fig. 21 F). Mientras que las zonas del centro y sur no difieren significativamente entre ellas.

El coeficiente de correlación de Pearson evidenció una relación negativa significativa entre los niveles tróficos 2-2.49 y 2.5-2.99 contra la latitud y los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+), y positiva significativa contra la riqueza de especies a diversos niveles taxonómicos (Apéndice VII). Mientras que el intervalo de los niveles tróficos de 4-4.49 mostró correlaciones inversas significativas.

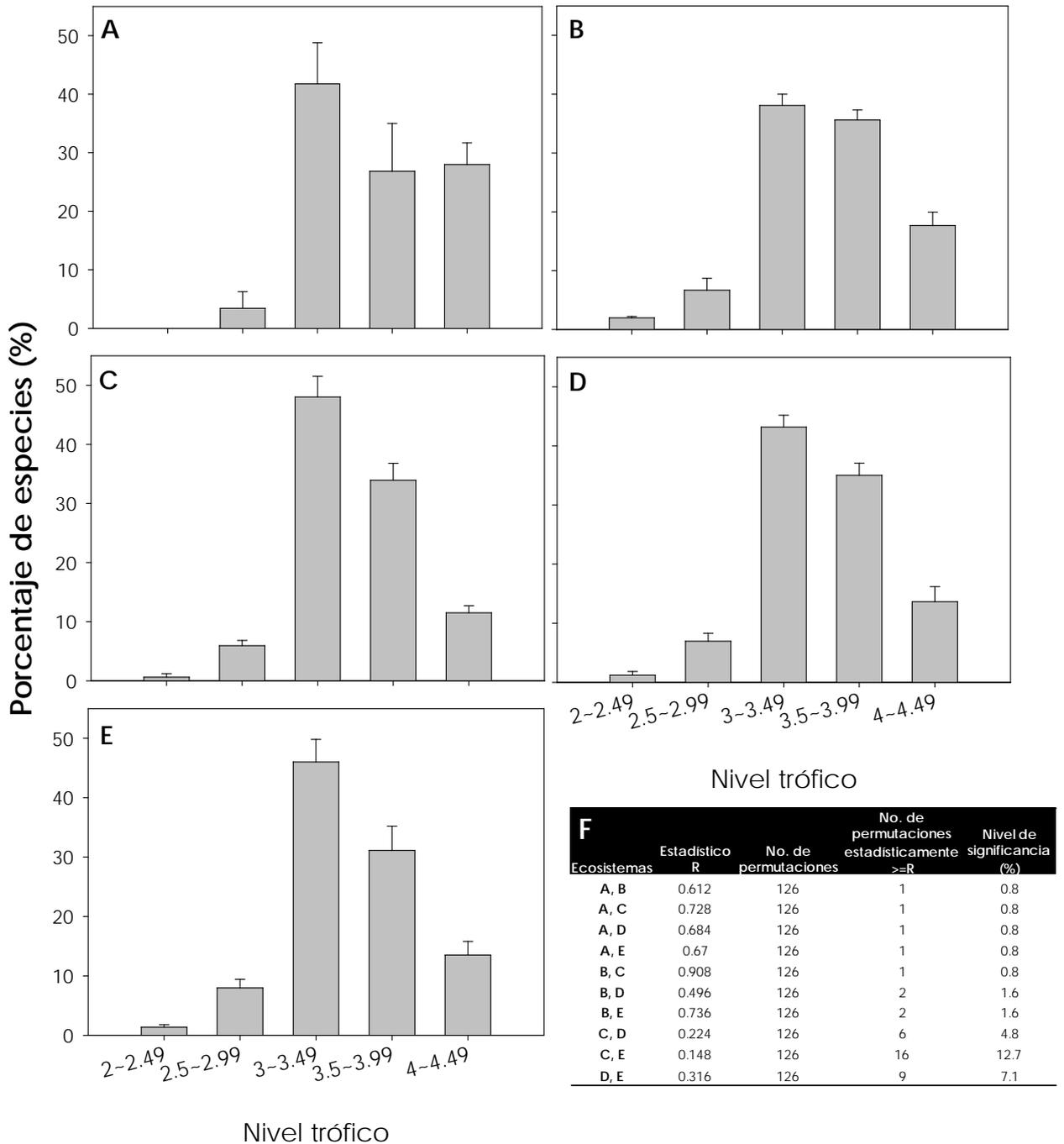


Figura 21. Nivel trófico de la comunidad de peces óseos y elasmobranquios de los cinco ecosistemas (A: alto Golfo de California, B: Sinaloa-Nayarit, C: Jalisco-Colima, D: Michoacán-Guerrero, y E: Golfo de Tehuantepec), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Gremios tróficos

Los cinco ecosistemas fueron dominados por especies Ictio-invertívoros, que se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos, pero incluyen una proporción de peces en su dieta, este grupo comprende entre el 60% (Alto Golfo de California) al 45% (Golfo de Tehuantepec) de los peces. Las especies invertívoras que se alimentan estrictamente de invertebrados fueron las segundas en importancia con más del 30%. Las especies piscívoras y las omnívoras contribuyeron con menos del 7% en cada ecosistema (Fig. 22). De acuerdo con el ANOSIM los ecosistemas difieren significativamente (R global = 0.519, $p = 0.01\%$; Apéndice V-C), pero el dominio global de los mismos gremios generó bajos valores del estadístico R (Apéndice V). La prueba por pares detectó diferencias significativas entre el Alto Golfo de California y los demás ecosistemas (Fig. 22 F). Sinaloa-Nayarit también difiere con las zonas del centro (Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero), pero no con el Golfo de Tehuantepec. En lo que respecta a las zonas del centro y sur, sólo Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero no difieren significativamente con valores de R cercanos a cero.

El gremio de omnívoros y planctívoros presentaron una correlación negativa significativa con la latitud y positiva con la riqueza (Apéndice VII), los Ictio-invertívoros por el contrario se correlacionaron positivamente con la latitud, delta más y lambda más, y negativamente con la riqueza a diversos niveles taxonómicos.

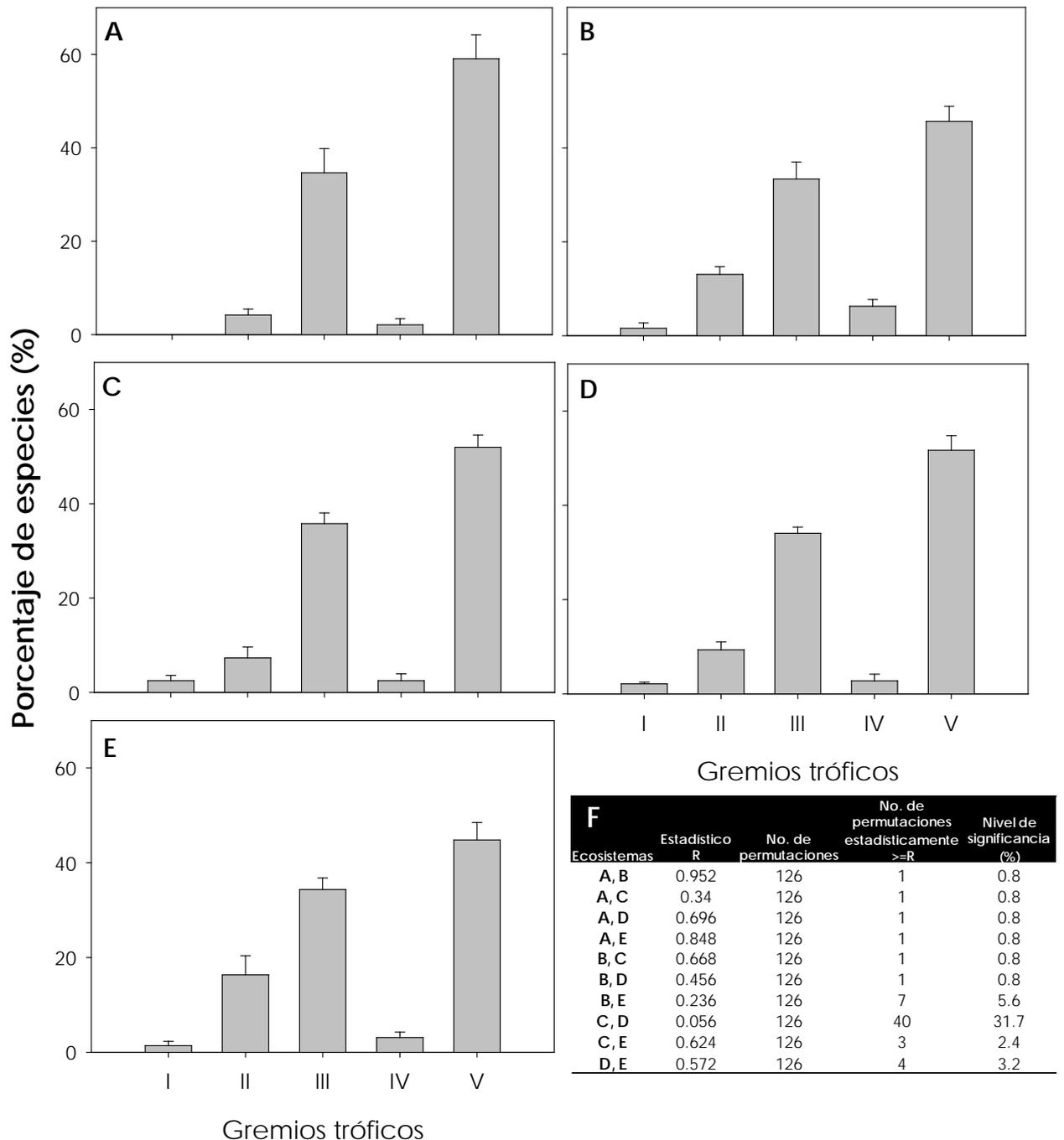


Figura 22. Gremios tróficos de la comunidad de peces óseos y elasmobranquios (Omnívoros: I, Planctívoros: II, Invertívoros: III, Piscívoros: IV, Ictio-invertívoros: V) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Gremios reproductivos

Las especies ovíparas que producen huevos pelágicos fueron dominantes en los cinco ecosistemas con más del 69% de las especies (Fig. 23). El gremio de especies vivíparas y ovíparas con huevos bentónicos, sin fase pelágica aportaron más del 19% y 5% en el Alto Golfo, mientras que en el resto de las zonas menos

del 11% y 3% respectivamente (Apéndice V). Por consiguiente la prueba ANOSIM detectó diferencias significativas entre los cinco ecosistemas (R global = 0.461, $p = 0.01\%$; Apéndice V-D), con bajos valores del estadístico R . El ANOSIM por pares evidenció diferencias contundentes entre el Alto Golfo de California y los demás ecosistemas, con valores de R cercanos a uno (Fig. 23 F). Por el contrario Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec, así como Jalisco-Colima con Michoacán-Guerrero presentan un grado de organización reproductiva similar entre sí, con valores de R alrededor de cero. Finalmente el análisis de correlación indicó relaciones positivas significativas entre el gremio de vivíparos y de ovíparos con huevos bentónicos, sin fase pelágica contra la latitud y los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+), y negativas contra la riqueza (Apéndice VII). Mientras que el gremio de ovíparos con huevos pelágicos y de ovíparos con gestación oral presentaron correlaciones significativas contrarias.

Uso de sistemas estuarinos

En lo que respecta a la dependencia de las especies de peces de los sistemas estuarino-lagunares, el Alto Golfo de California y Jalisco-Colima presentan un diseño de organización similar, con dominio de especies que realizan su ciclo de vida en el ambiente marino (53.3% y 55%), y de especies marinas ocasionales que hacen uso de los estuarios sin patrón definido (40.1% y 37.5%), mientras que las especies que utilizan los estuarios con fines biológicos contribuyeron con menos del 10% (Fig. 24; Apéndice VI). Por otro lado, Sinaloa-Nayarit, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec presentaron mayor similitud en el reparto de especies dentro de las categorías, con mayor riqueza de especies marinas ocasionales (46.7%~49.2%) y de especies con ciclos de vida en el ambiente marino (36.2%~41.4%), la contribución de las especies marinas que utilizan el estuario como área de protección y alimentación continuó siendo bajo, pero mejor representado que en el grupo anterior (11.6%~16.7%). Por lo tanto, el ANOSIM reveló diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.521, $p = 0.01\%$; Apéndice V-E). La prueba por pares únicamente no detectó diferencias significativas en la comparación del Alto Golfo de California con Jalisco-Colima, de Sinaloa-Nayarit con el Golfo de Tehuantepec, y de este último con Michoacán-Guerrero (Fig. 24 F), todas las demás comparaciones fueron significativas.

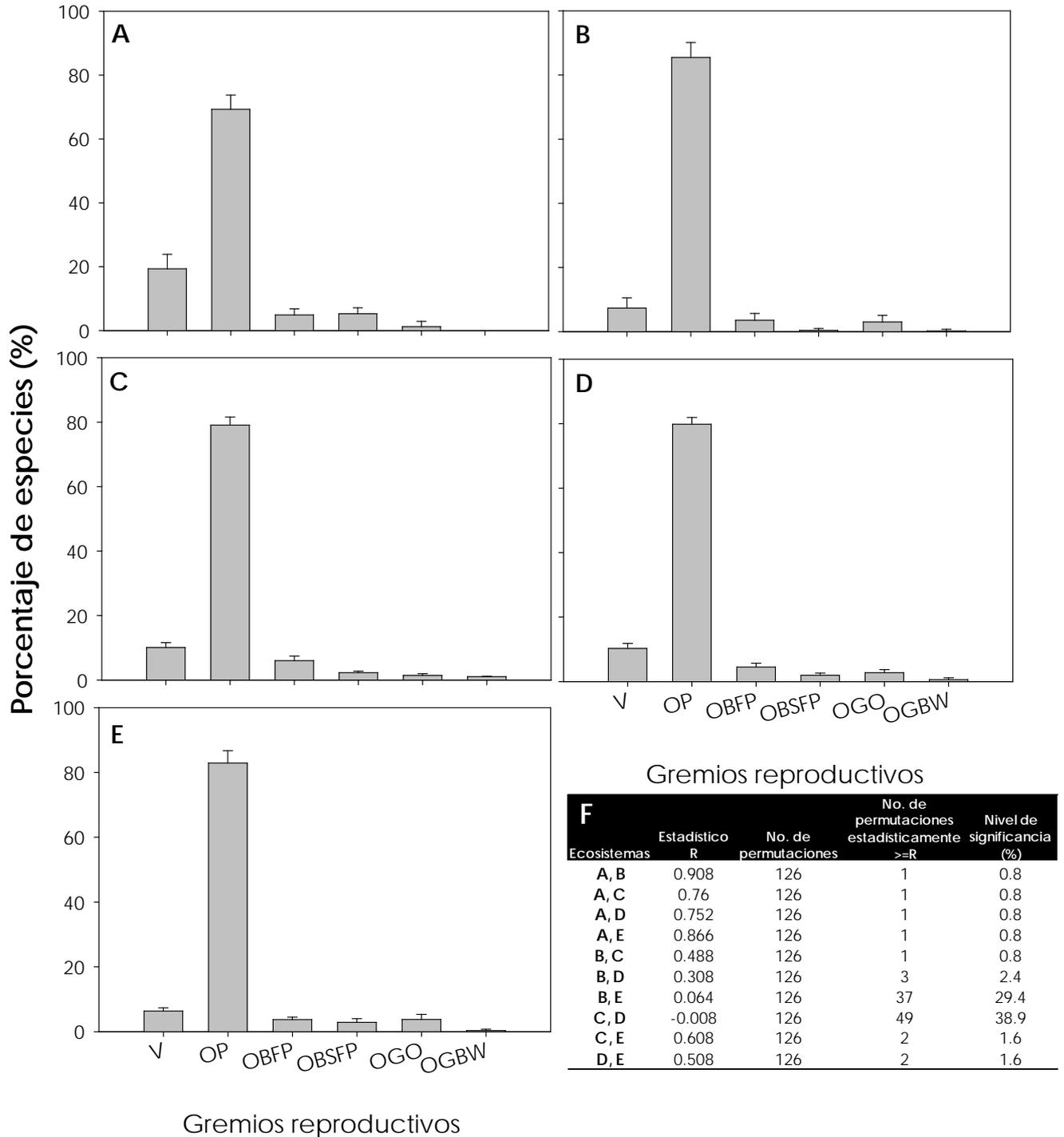


Figura 23. Gremios reproductivos de peces óseos y elasmobranquios (Vivíparos V, Ovovivíparos W, Ovíparos con huevos pelágicos OP, Ovíparos con huevos bentónicos y fase pelágica OBFP, Ovíparos con huevos bentónicos, sin fase pelágica OBSFP, Ovíparos con gestación oral OGO, y Ovíparos con gestación en bolsa ventral vascularizada OGBV) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

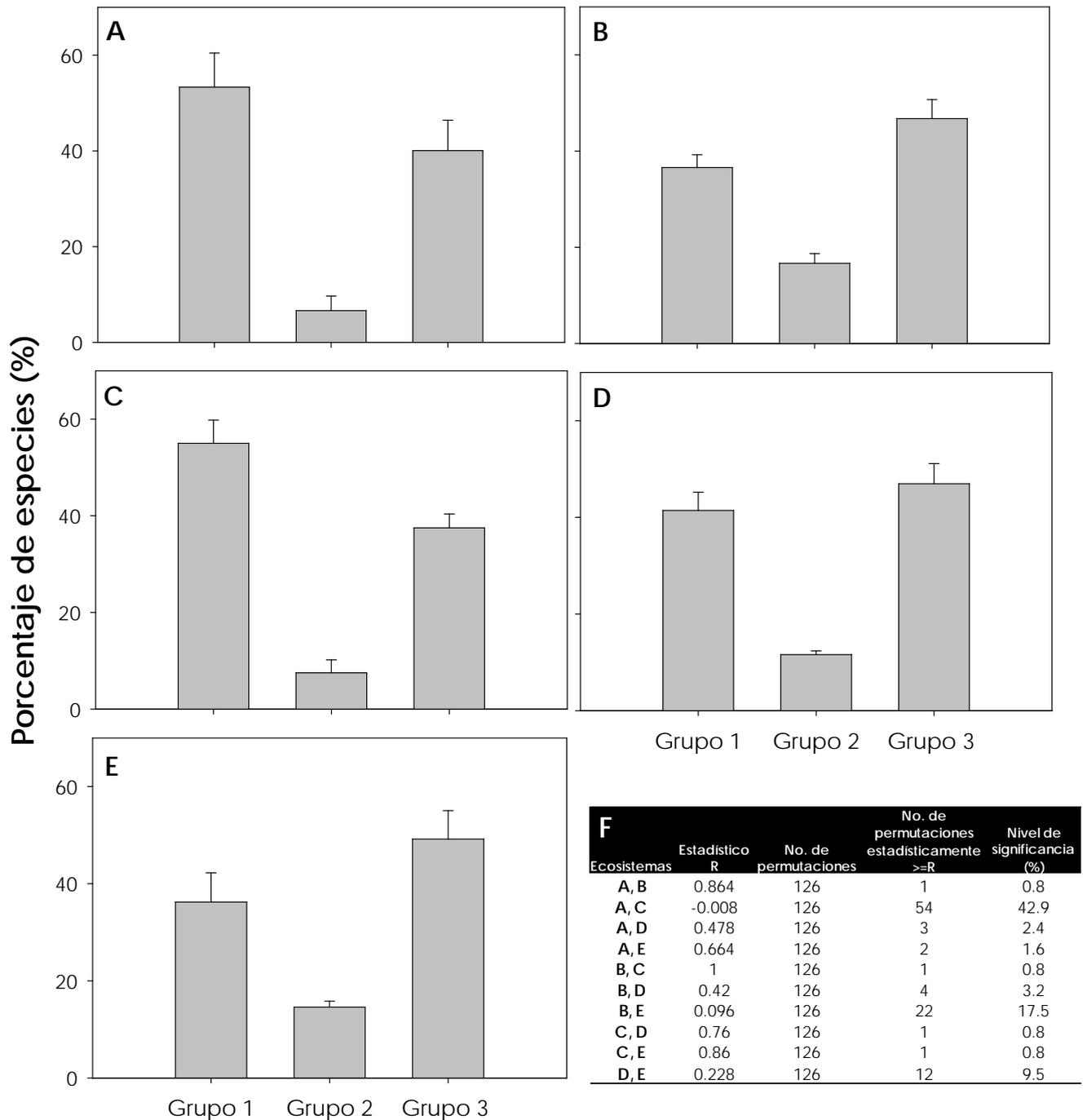


Figura 24. Gremios de uso de sistemas estuarinos por peces óseos y elasmobranquios (Grupo 1. Especies que realizan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino; Grupo 2. Especies marinas que utilizan el estuario como área de protección y alimentación de los individuos jóvenes, regresando estacionalmente al estuario; y Grupo 3. Especies marinas, generalmente adultos que no utilizan el estuario bajo un patrón definido) de los cinco ecosistemas (A~E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Las especies que realizan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino presentaron una correlación positiva significativa con la latitud y los indicadores de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+), y negativa con la riqueza a nivel de

géneros (Apéndice VII). Las especies marinas que utilizan el estuario con algún fin biológico presentaron correlaciones significativas inversas.

Gremios de posición dentro de la columna de agua

En esta categoría el gremio de especies asociadas a fondos blandos fue el mejor representado en los cinco ecosistemas (47.6%~58.2%; Fig. 25). En Jalisco-Colima las especies demersales habitantes de fondos mixtos fueron el segundo gremio en importancia (19.2%), mientras que para los demás ecosistemas lo fueron las especies demerso-pelágicas (21.9%~27.2%). Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec presentaron la menor proporción de especies demersales asociadas a fondos mixtos, pero tuvieron la mayor riqueza de especies pelágico-neríticas (Apéndice VI). El ANOSIM detectó diferencias significativas en la estructuración gremial de los cinco ecosistemas (R global = 0.739, $p = 0.01\%$; Apéndice V-F) con valores cercanos a uno. La prueba por pares sólo no fue significativa entre Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec, y entre el Alto Golfo de California y Michoacán-Guerrero (Fig. 25 F). Las especies demerso-pelágicas y las pelágico-neríticas tuvieron correlaciones negativas significativas con los índices de diversidad taxonómica (H' , Λ^+), en cambio las especies asociadas a fondos mixtos se correlacionaron positivamente con estos mismos indicadores (Apéndice VII).

Distribución batimétrica

Las cinco categorías definidas estuvieron representadas en los cinco ecosistemas, con mayor aporte de especies cuyos límites de profundidad máxima quedan comprendidos entre los 51~120 metros (44%~53.8%). Las especies que presentan rangos de distribución batimétrica por debajo de los 120 metros fueron el segundo grupo mejor representado (18.1%~33.2%), con contribuciones similares en el Alto Golfo de California y Jalisco-Colima (Fig. 26). Estos dos ecosistemas también coinciden en una menor representación de especies con distribución batimétrica por encima de los 30 metros, contrario a Sinaloa-Nayarit, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec (Apéndice VI). El ANOSIM global detectó diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.548, $p = 0.01\%$; Apéndice V-G), la prueba por pares únicamente no identificó diferencias entre el Alto Golfo de California contra Jalisco-Colima y el Golfo de Tehuantepec

(Fig. 26 F), con valores del estadístico R cercanos a cero. Todas las demás comparaciones fueron significativas.

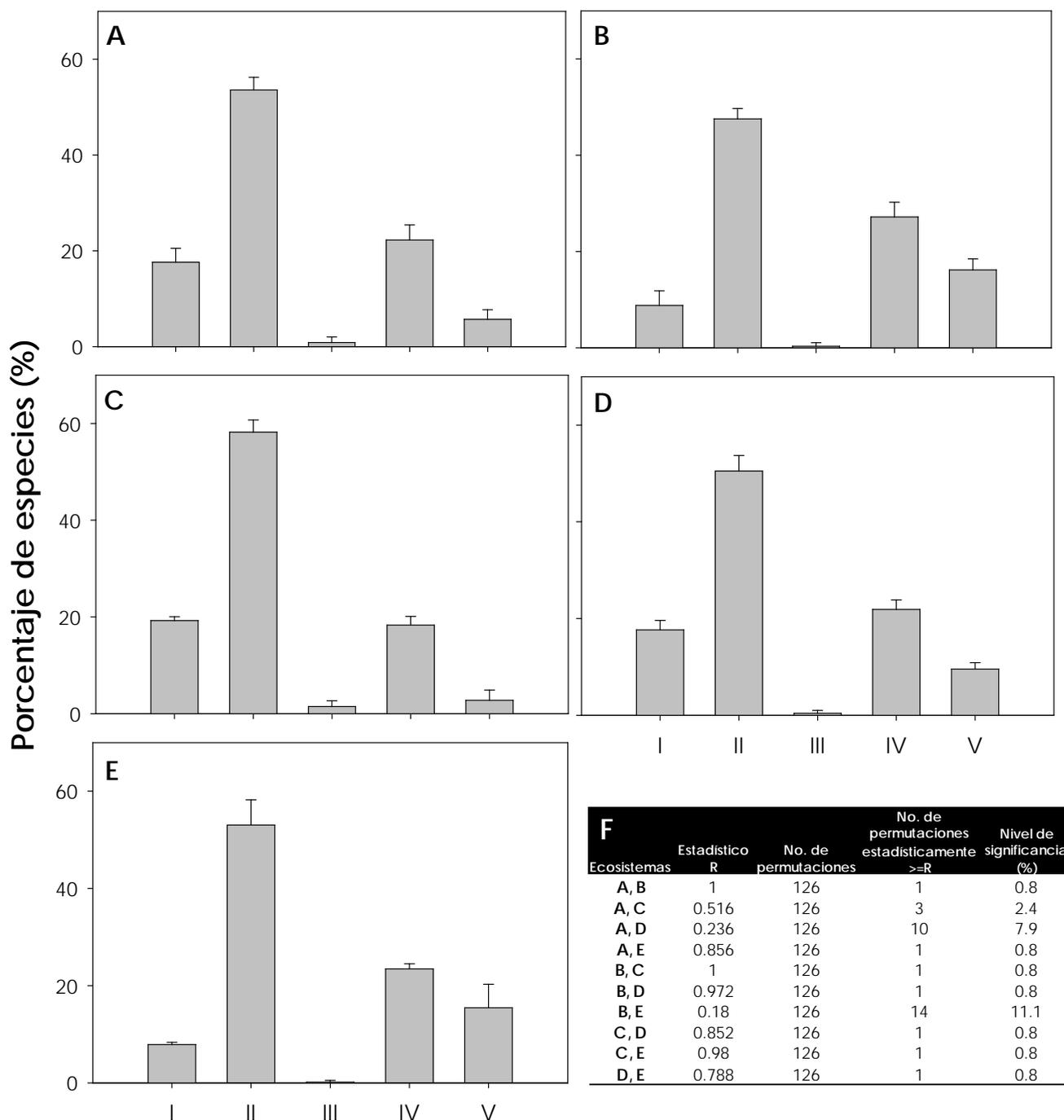


Figura 25. Gremios de posición dentro de la columna de agua de peces óseos y elasmobranquios (Demersal: fondos mixtos I, Demersal: fondos blandos II, Demersal: fondos duros III, Demerso-pelágicas IV, Pelágico-neríticas Col/agua V) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Las especies que se distribuyen por encima de los 30 metros presentaron correlaciones negativas significativas con Δ^+ (Apéndice VII), mientras que las

especies con rangos batimétricos que superan los 120 metros de profundidad tuvieron correlaciones negativas con los dos índices de diversidad taxonómica. El grupo de especies cuyos límites de profundidad quedan comprendidos entre los 51~120 metros, se correlacionaron negativamente con la latitud y positivamente con la riqueza de especies. En cambio para aquellas especies con rangos de profundidad entre los 31~50 metros se detectaron correlación positivas con la latitud y negativas con la riqueza a distintos niveles taxonómicos.

Diversidad de formas de cuerpo de los peces

Esta clasificación se conformo por ocho categorías, representadas todas, en Sinaloa-Nayarit, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec (Fig. 27). En estos ecosistemas las formas fusiformes contribuyeron con la mayor riqueza (42.3%~46.1%). Por otro lado, en el Alto Golfo de California y Jalisco-Colima hubo alternancia con las especies depresiformes A (Apéndice VI). El Alto Golfo de California también difiere de los demás ecosistemas por la mayor riqueza de especies depresiformes B (17%), y la menor proporción de especies globiformes (1.6%). Los Anguilliformes contribuyeron de forma importante únicamente en Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero (8% y 6.1%). En consecuencia el ANOSIM detecto diferencias altamente significativas entre los ecosistemas (R global = 0.732, $p = 0.01\%$; Apéndice V-H), de acuerdo con la prueba por pares sólo Sinaloa-Nayarit contra el Golfo de Tehuantepec, y este último contra Michoacán-Guerrero no difirieron significativamente (Fig. 27 F), todas las demás comparaciones difieren significativamente.

Las especies con cuerpos de tipo fusiforme, anguiliforme y globiforme presentaron correlaciones negativas significativas con la latitud y positiva con la riqueza, a diferencia de las formas de tipo depresiforme A y teniforme, que presentaron correlaciones significativas opuestas (Apéndice VII).

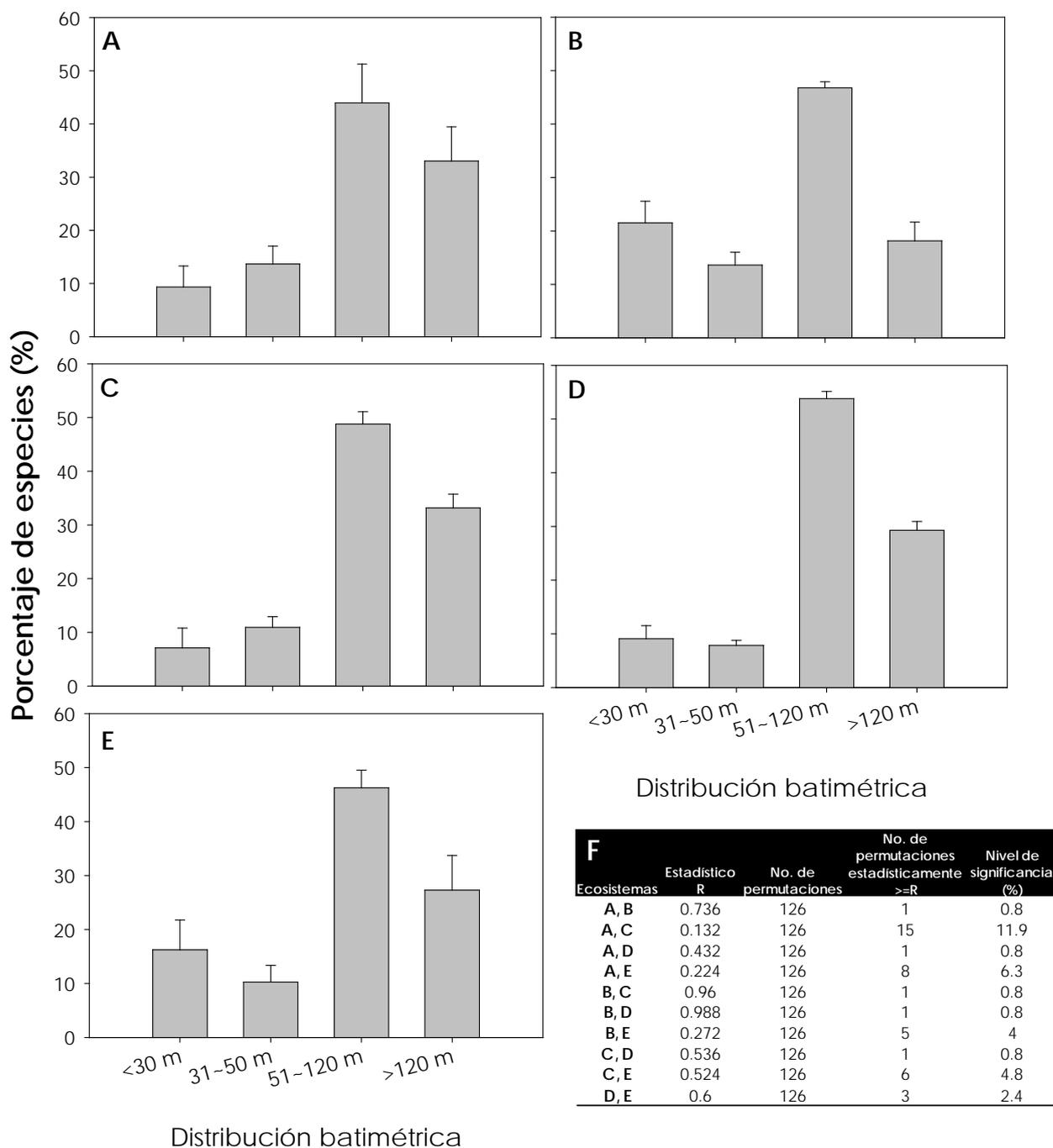


Figura 26. Clasificación por límite de distribución batimétrica de peces óseos y elasmobranquios (I. somera: <30 m, II. intermedia: 31-50 m, III. profunda: 51-120 m, y IV. muy profunda: >120 m) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

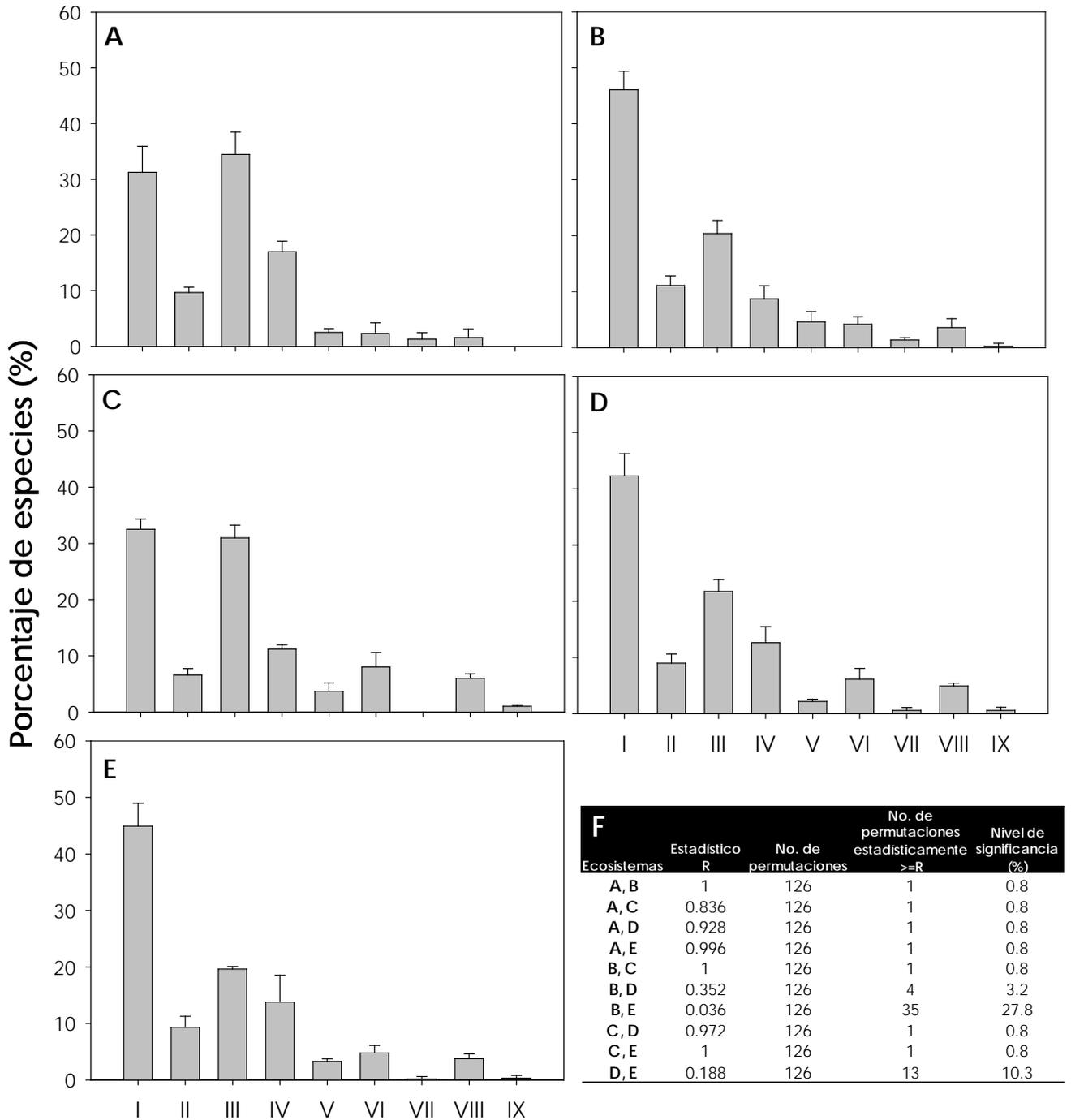


Figura 27. Diversidad y proporciones de los tipos de formas de cuerpo de peces óseos y elasmobranquios (Fusiformes (e.g. *Scomberomorus* sp.) Ideal I, compresiformes (e.g. *Selene* sp.) II, depresiformes A (e.g. *Urobatis* sp.) III, depresiformes B (e.g. *Lophiodes* sp.) IV, sagitiformes (e.g. *Sphyaena* sp.) V, Anguilliformes (e.g. *Gymnothorax* sp.) VI, teniformes (e.g. *Trichiurus* sp.) VII, globiforme (e.g. *Sphoeroides* sp.) VIII, Otros IX) de los cinco ecosistemas (A-E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Diversidad de forma de la aleta caudal de los peces

En los cinco ecosistemas se encontraron representadas las 12 categorías de aleta caudal (Fig. 28). Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec presentaron

un patrón de organización similar con especies con aleta caudal furcada como dominantes (37.7% y 33.5%). En el Alto Golfo de California se encontró una distribución más equitativa entre las 12 categorías, mientras que en Jalisco-Colima el grupo con mayor contribución fue el de tipo redondeada (25.5%). En Michoacán-Guerrero las especies con aletas caudales de tipo redondeada y furcada contribuyeron con proporciones equivalentes (Apéndice VI). El ANOSIM reflejó diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.777, p = 0.01%; Apéndice V-I), la prueba por pares indicó que estas diferencias fueron significativas entre todos los ecosistemas, excluyendo sólo a Sinaloa-Nayarit contra el Golfo de Tehuantepec (Fig. 28 F).

Las proporciones de aletas de tipo semilunada y furcada se correlacionaron negativamente con los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+). Las de tipo truncada, doble emarginada, aproximadamente simétrica, asimétrica y sin caudal presentaron correlaciones positivas significativas con la latitud y Δ^+ y Λ^+ , relaciones negativas significativas con la riqueza en la mayoría de los casos (Apéndice VII).

Diversidad de bocas

En esta categoría hubo un reparto más equitativo de especies en las variedades de bocas en todos los ecosistemas (Fig. 29). En general las especies con bocas de tipo inferior, proyectante, terminal y superior tuvieron mayor contribución (Apéndice VI). El Alto Golfo de California fue el único ecosistema en donde las especies con bocas de tipo ventral dominaron (23%), y las de tipo semiventral obtuvieron valores bajos (2.5%). El ANOSIM registró diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.509, p = 0.01%; Apéndice V-J), la prueba por pares indica que los únicos ecosistemas que no difieren significativamente son Sinaloa-Nayarit contra Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec, así como Jalisco-Colima contra Michoacán-Guerrero (Fig. 29 F).

Las especies con bocas de tipo proyectante y ventral tienen correlaciones positivas significativas con la latitud y los índices de diversidad taxonómica, y correlaciones negativas con la riqueza a diferentes niveles taxonómicos (Apéndice VII). En contraste, las especies con bocas de tipo superior, tubular y semiventral presentan correlaciones opuestas con los mismos elementos.

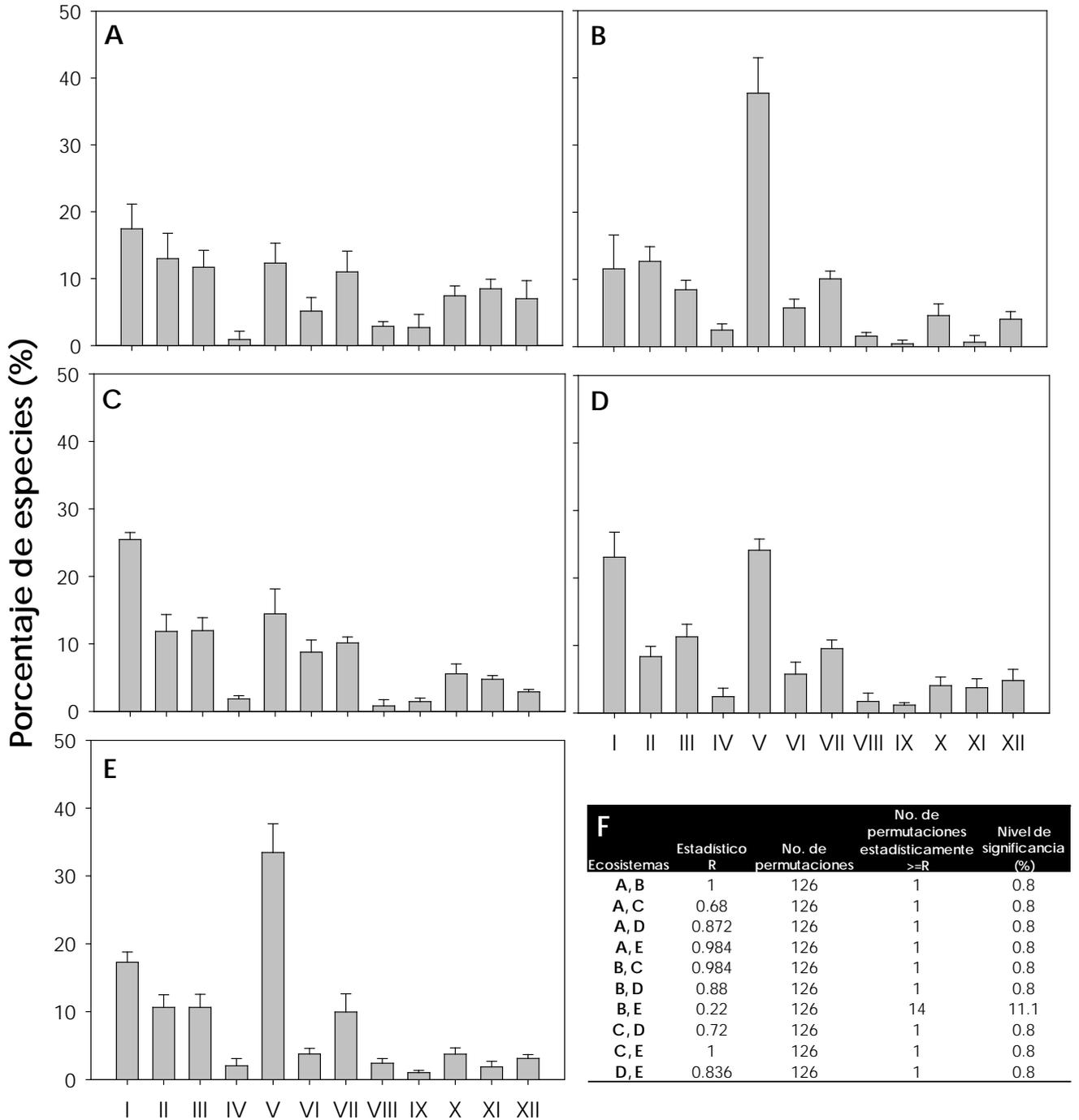


Figura 28. Diversidad y proporciones de los tipos de aleta caudal de peces óseos y elasmobranquios (Redondeada I, truncada II, emarginada III, semilunada IV, furcada V, confluyente VI, punteada VII, forma de S VIII, doble emarginada IX, sin caudal X, aproximadamente simétrica XI, asimétrica XII) de los cinco ecosistemas (A-E), resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

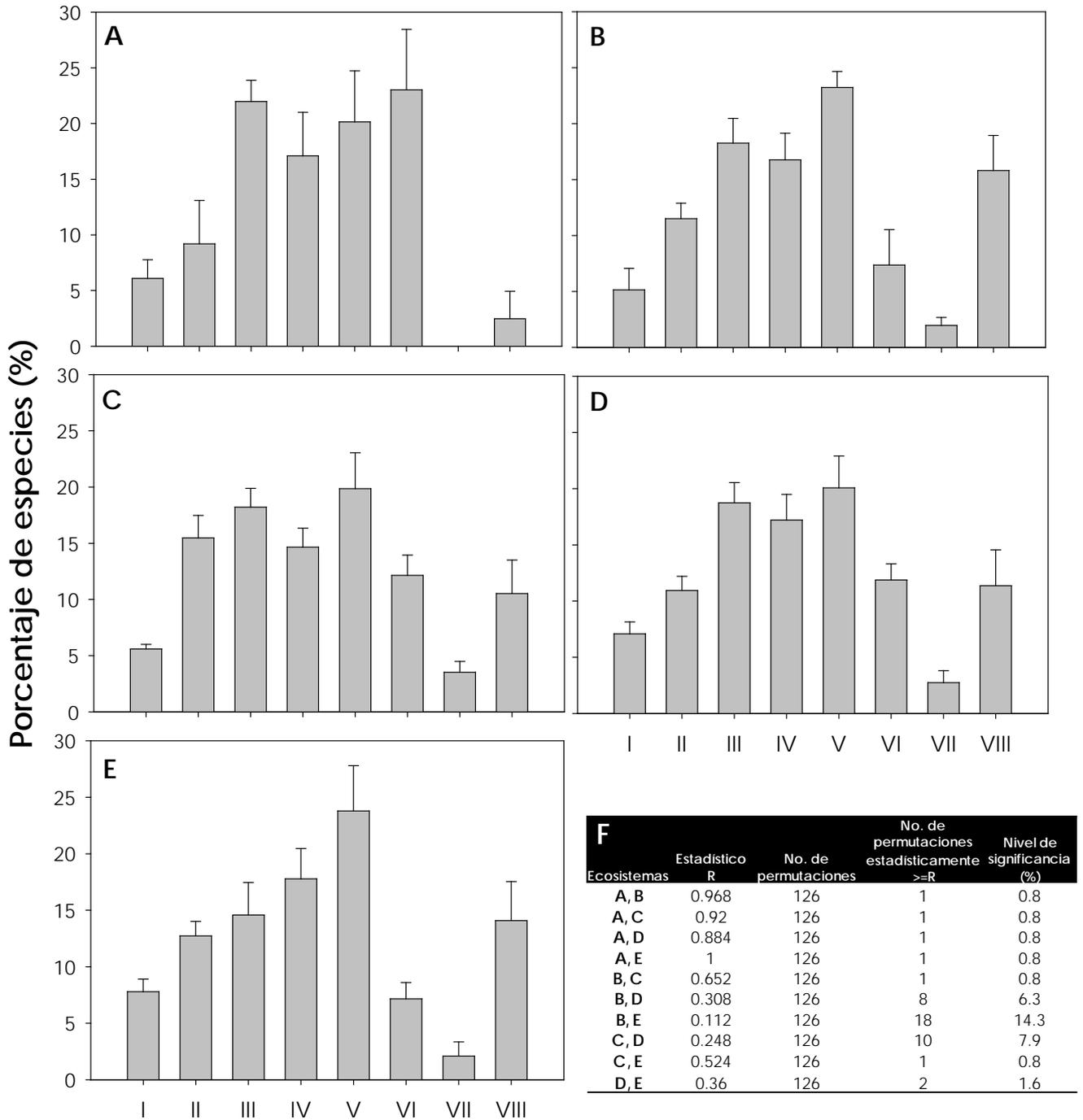


Figura 29. Diversidad y proporciones de los tipos y posiciones de bocas de peces óseos y elasmobranquios (Oblicua I, superior II, proyectante III, terminal IV, inferior V, ventral VI, tubular VII, semiventral VIII) de los cinco ecosistemas (A~E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Grupos de tallas

En lo que respecta a tallas las cinco categorías estuvieron representadas en los cinco ecosistemas, con mayor riqueza de teleósteos medianos (Fig. 30). Sinaloa-Nayarit, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec presentaron

mayor similitud en sus proporciones (Apéndice VI), mientras que el Alto Golfo de California difirió notablemente, con mayor riqueza de grandes elasmobranquios (12.1%) y menor proporción de teleósteos pequeños (16.9%). Jalisco-Colima presento una jerarquía contraria con mayor riqueza de teleósteos pequeños (34.8%) y una disminución gradual hacia categorías superiores. En consecuencia el ANOSIM detecto diferencias significativas entre los ecosistemas (R global = 0.544, $p = 0.01\%$; Apéndice V-K). La prueba ANOSIM por pares evidencia la disimilitud del Alto Golfo de California con los demás ecosistemas (Fig. 30 F). Jalisco-Colima también difiere notablemente, esta diferencia únicamente no es significativa con Michoacán-Guerrero.

Los elasmobranquios grandes se correlacionaron positivamente con la latitud y Δ^+ y Λ^+ , pero negativamente con la riqueza a diferentes niveles taxonómicos (Apéndice VII). A diferencia de los teleósteos pequeños que presentaron correlaciones opuestas.

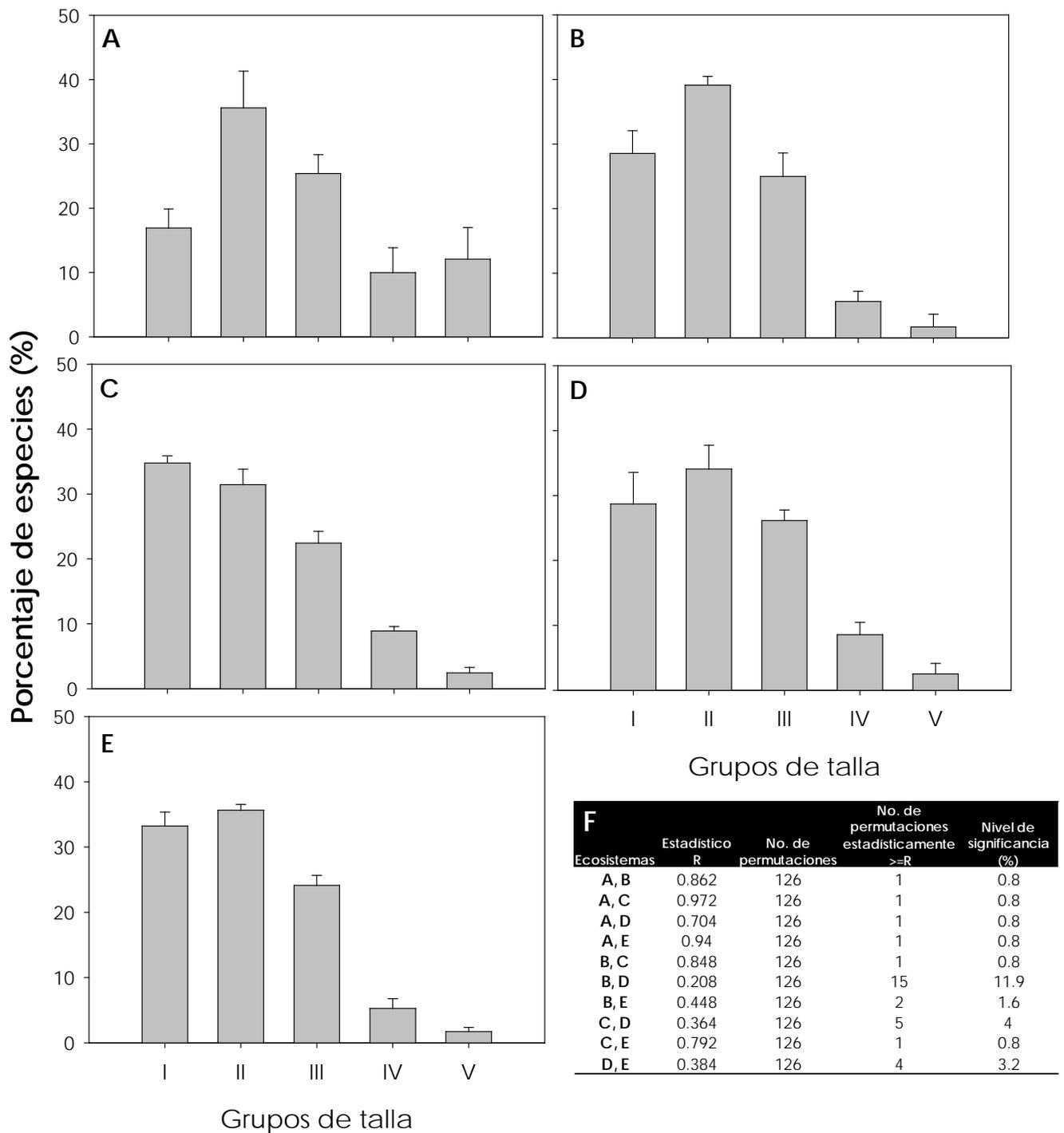


Figura 30. Clasificación por talla máxima de peces óseos y elasmobranquios (I. Teleósteos pequeños: longitud total máxima <29.9 cm, II. Teleósteos medianos: longitud total máxima ≤ 49.9 cm, III. Teleósteos grandes: longitud total máxima ≥ 50 cm, IV. Especies pequeñas de elasmobranquios: longitud total máxima ≤ 105 cm, y V. Especies grandes de elasmobranquios: longitud total máxima ≥ 105.1 cm) de los cinco ecosistemas (A~E), y resultados de la prueba ANOSIM por pares basada en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (F).

Análisis global de los ecosistemas

De las 64 categorías ecológicas y morfológicas analizadas 43 estuvieron representados en los 25 cruceros, de estos el tipo de reproducción ovípara con huevos pelágicos fue el atributo más importante en términos de frecuencia (70.7%). Por el contrario cuatro atributos fueron registrados en menos del 50 por ciento de los cruceros y con proporciones menores al 2% (Fig. 31; Apéndice VI).

La comparación global utilizando los diez atributos y caracteres simultáneamente, arrojó diferencias altamente significativas entre las zonas (R global = 0.772, $p = 0.01\%$; Apéndice V-L). El ANOSIM por pares calculó valores del estadístico R de uno o cercanos a uno en las comparaciones (Tabla 5), excepto entre Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec donde se obtuvo el valor más bajo (0.284), que representa alta similitud en la estructura funcional de ambas áreas.

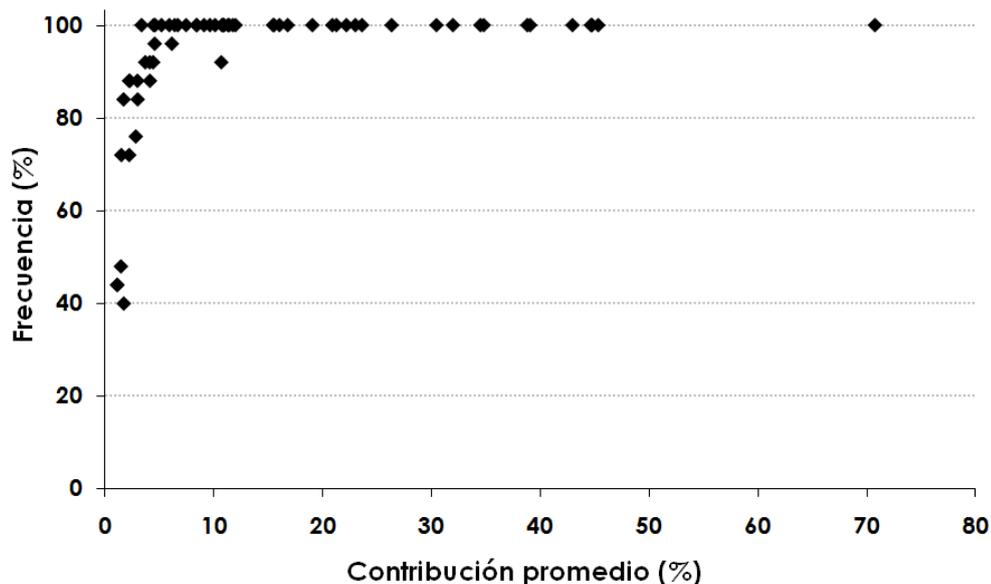


Figura 31. Frecuencia total y porcentaje de contribución promedio de los atributos funcionales analizados en los 25 cruceros.

El análisis de porcentaje de similitudes (SIMPER), indicó valores de similitud promedio superiores al 88% en los cruceros de cada ecosistema, con once atributos aportando más del 50% del porcentaje acumulado (Tabla 6). Mientras que los porcentajes de disimilitud calculados por el SIMPER entre ecosistemas fluctuaron de entre 9.28% a 19.98% (Apéndice VIII), estos datos fueron empleados en un análisis de ordenación (NMDS). El esquema de

ordenación mostró al Alto Golfo de California como el ecosistema más disímil (disimilitud de 14.15% con Jalisco-Colima a 19.98% con Sinaloa-Nayarit), aislado del resto de las zonas. Jalisco-Colima y Michoacán-guerrero estadísticamente forman grupos separados (Tabla 5). Mientras que Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec (disimilitud: 9.28%) son los ecosistemas menos disímiles (Fig. 32).

Tabla 5. Resultados de la prueba ANOSIM por pares entre los cinco ecosistemas. Los análisis fueron basados en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis.

Ecosistemas	Estadístico R	No. De permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$	Nivel de significancia (%)
A, B	1	126	1	0.8
A, C	0.84	126	1	0.8
A, D	0.924	126	1	0.8
A, E	0.996	126	1	0.8
B, C	1	126	1	0.8
B, D	0.928	126	1	0.8
B, E	0.284	126	4	3.2
C, D	0.944	126	1	0.8
C, E	0.88	126	1	0.8
D, E	0.612	126	4	3.2

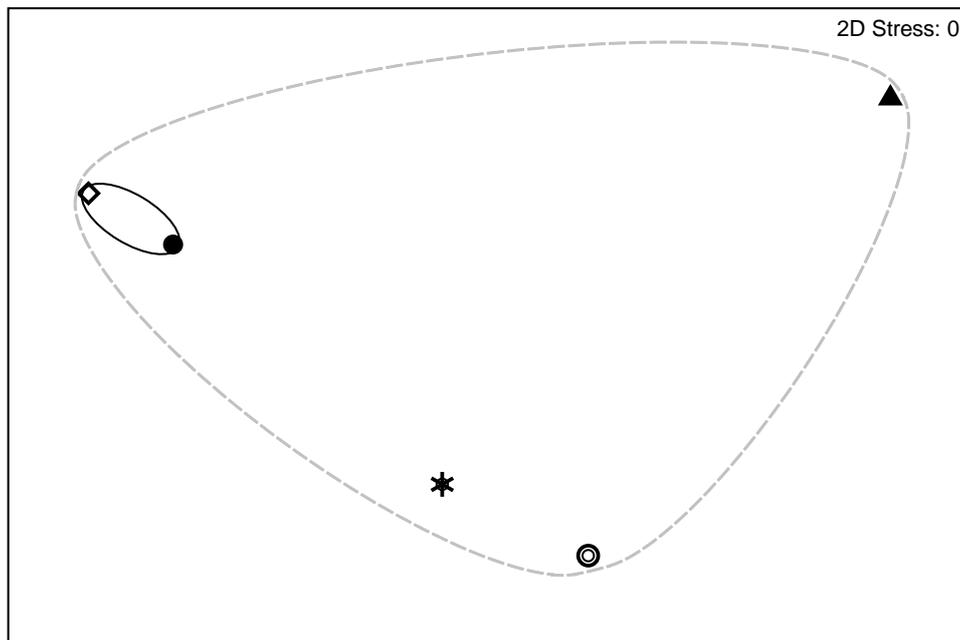


Figura 32. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones con un factor de estrés de 0, desarrollado con los porcentajes de disimilitud entre los cinco ecosistemas calculados por el SIMPER (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●). Las elipses representan porcentajes de disimilitud de Bray-Curtis (17.5 - - - - ; 9.5 ———).

Tabla 6. Resultados del análisis SIMPER basado en los atributos ecológicos de las especies de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de similitud promedio global por ecosistemas y los porcentajes con que contribuyen en la similitud los atributos que acumulan el 50%.

Ecosistemas	Atributos	Abundancia promedio	Similitud promedio	Similitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Alto Golfo de California Similitud promedio: 88.81	Ovíparos OP	69.3	6.66	36.84	7.5	7.5
	Ictio-invertívoros	59.08	5.59	17.65	6.29	13.8
	Demersal (fondos blandos)	53.6	5.22	19.15	5.88	19.67
	Grupo 1	53.31	4.91	7.73	5.53	25.2
	51-120 m	43.97	3.94	7.77	4.44	29.64
	Nivel trófico 3-3.49	41.75	3.74	6.73	4.21	33.85
	Grupo 3	40.06	3.62	12.59	4.08	37.93
	Teleósteos medianos	35.6	3.24	18.64	3.64	41.57
	Depresiforme A	34.46	3.2	11.51	3.6	45.17
	Invertívoros >120 m	34.66 33.03	3.16 2.91	6.6 7.54	3.56 3.27	48.72 52.00
Sinaloa-Nayarit Similitud promedio: 92.23	Ovíparos OP	85.45	8.26	34.88	8.96	8.96
	Demersal (fondos blandos)	47.55	4.63	59.23	5.02	13.98
	51-120 m	46.77	4.61	49.37	5	18.97
	Grupo 3	46.73	4.43	24.19	4.81	23.78
	Fusiforme	46.07	4.4	16.66	4.77	28.55
	Ictio-invertívoros	45.7	4.37	18.12	4.74	33.29
	Teleósteos medianos	39.12	3.84	184.6	4.17	37.46
	Nivel trófico 3-3.49	38.1	3.69	31.26	4	41.46
	Grupo 1	36.58	3.49	18.76	3.79	45.25
	Nivel trófico 3.5-3.99	35.61	3.47	20.15	3.76	49.01
Furcada	37.72	3.44	8.71	3.73	52.74	
Jalisco-Colima Similitud promedio: 93.93	Ovíparos OP	79.11	7.77	35.28	8.27	8.27
	Demersal (fondos blandos)	58.2	5.67	27.86	6.03	14.3
	Grupo 1	55	5.26	89.33	5.6	19.9
	Ictio-invertívoros	52	5.05	20.1	5.38	25.28
	51-120 m	48.78	4.75	89.55	5.06	30.34
	Nivel trófico 3-3.49	48.01	4.61	32.75	4.9	35.25
	Grupo 3	37.5	3.58	13.91	3.81	39.06
	Invertívoros	35.77	3.44	18.76	3.66	42.71
	Teleósteos pequeños	34.77	3.41	78.69	3.63	46.35
	Nivel trófico 3.5-3.99	33.94	3.22	18.34	3.43	49.77
>120 m	33.17	3.18	59.75	3.38	53.16	
Michoacán-Guerrero Similitud promedio: 93.38	Ovíparos OP	79.83	7.86	44.72	8.41	8.41
	51-120 m	53.79	5.3	49.74	5.67	14.08
	Ictio-invertívoros	51.69	5	57.06	5.35	19.44
	Demersal (fondos blandos)	50.5	4.85	18.85	5.2	24.64
	Grupo 3	46.95	4.43	17.17	4.75	29.38
	Nivel trófico 3-3.49	43.18	4.2	23.26	4.49	33.88
	Fusiforme	42.3	3.98	13.31	4.27	38.15
	Grupo 1	41.45	3.92	14.16	4.19	42.34
	Nivel trófico 3.5-3.99	35.02	3.38	18.36	3.62	45.96
	Invertívoros	34.05	3.32	29.43	3.56	49.52
Teleósteos medianos	34.08	3.18	12.11	3.41	52.93	
Golfo de Tehuantepec Similitud promedio: 92.45	Ovíparos OP	82.9	8.09	19.81	8.75	8.75
	Demersal (fondos blandos)	53.03	5.01	31.23	5.42	14.17
	Grupo 3	49.2	4.58	8.6	4.95	19.13
	51-120 m	46.25	4.43	27.63	4.79	23.92
	Nivel trófico 3-3.49	46.01	4.38	11.99	4.74	28.66
	Ictio-invertívoros	44.82	4.27	36.98	4.62	33.28
	Fusiforme	44.92	4.26	10.78	4.61	37.89
	Teleósteos medianos	35.64	3.51	61.16	3.8	41.69
	Invertívoros	34.34	3.29	30.58	3.56	45.24
	Grupo 1	36.21	3.28	11.6	3.54	48.79
Teleósteos pequeños	33.22	3.19	18.83	3.45	52.24	

GRUPOS FUNCIONALES

De acuerdo con el Índice de especie clave K (atributo clave para fines del estudio), del total de atributos ecológicos y caracteres morfológicos considerados, los gremios tróficos son el atributo más interconectado en la función de la especie (Tabla 7).

Tabla 7. Puntajes de importancia de cada atributo asignados de acuerdo con el Índice de especie clave (K).

Atributos ecológicos y morfológicos	K	%
Gremios tróficos	7.116	21.16
Nivel trófico	4.242	12.61
Posición en la columna de agua	4.078	12.13
Forma del pez	3.607	10.73
Gremios reproductivos	3.441	10.23
Grupos de tallas	2.553	7.59
Posición de la boca	2.469	7.34
Forma de la aleta caudal	2.424	7.21
Distribución batimétrica	2.285	6.79
Uso de estuarios	1.414	4.20

El análisis de agrupamiento y las pruebas de significancia (ANOSIM) y porcentaje de similitud (SIMPER), permitieron identificar 44 grupos funcionales (R global = 0.971, $p = 0.01\%$) con porcentajes de similitud intragrupal de 62.11% a 93.21%. El ANOSIM por pares detectó diferencias significativas entre todos los grupos (Apéndice IX), con valor promedio del estadístico R cercano a 1 (0.988 ± 0.044).

Ocho grupos funcionales estuvieron representados por una sola especie (grupo N. 1: *Mugil curema*; N. 3: *Chaetodon humeralis*; N. 4: *Parapsettus panamensis*; N. 9: *Mobula munkiana*; N. 24: *Muraena argus*; 37: *Hippocampus ingens*; N. 41: *Pronotogrammus eos* y N. 44: *Nebris occidentalis*) las cuales poseen atributos ecológicos singulares no compartidos con el resto de la ictiofauna. Once grupos incluyeron 10 o más especies, y de estos, sólo tres grupos contienen más de veinte (grupos N. 25: 22 spp., N. 32: 26 spp. y N. 35: 27 spp.; Tabla 8).

En general los grupos funcionales se dividieron en ocho grandes asociaciones (Fig. 33), etiquetados con las primeras ocho letras de la abecedario (A~ H). La asociación A, quedo conformada por cuatro grupos funcionales (Fig. 34). Los grupos 1 (*Mugil curema*), 3 (*Chaetodon humeralis*) y 4 (*Parapsettus panamensis*) están integrados por una sola especie, mientras que el grupo 2 incluye a las especies del género *Aluterus* (*A. monocerus* y *A. scriptus*). Todas las especies son omnívoras pero hay especies comprimidas y fusiformes, estrictamente marinas y dependientes de sistemas estuarinos, teleósteos grandes, medianos y pequeños, especies demersales y demerso-pelágicos, con boca inferior, terminal y tubular (Tabla 8). El grupo 1 difiere del resto de los grupos por su dependencia de sistemas estuarinos con fines biológicos, el nivel trófico de 2 - 2.49, el cuerpo de tipo fusiforme y boca inferior. El grupo 2, difiere en su tipo de reproducción ovípara con huevos bentónicos y fase pelágica. El grupo 3 por su talla pequeña, sus hábitos demersales de fondos mixtos y su distribución batimétrica que limita entre los 51~120 m. Mientras que el grupo 4 por su talla mediana, boca de tipo terminal y caudal doble emarginada.

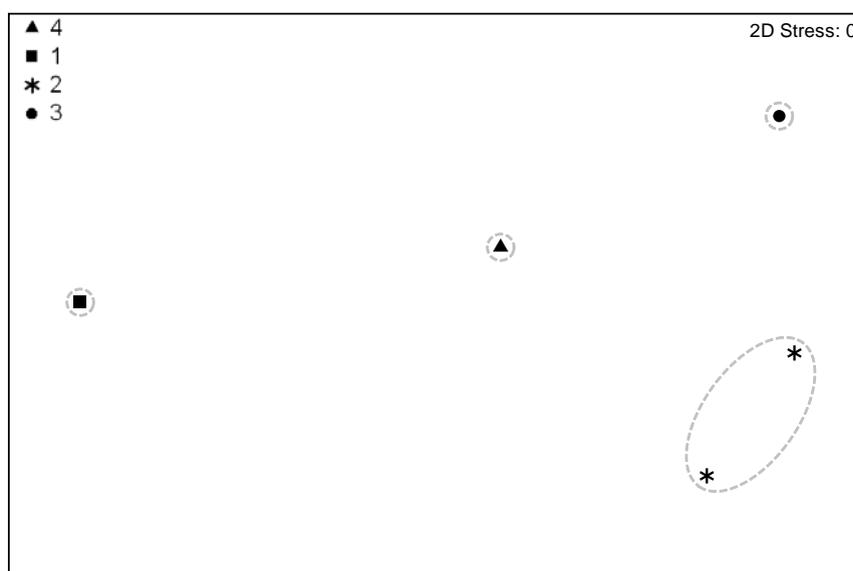


Figura 34. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada A. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 75%.

La asociación B, incluye 5 grupos funcionales constituidos por 32 especies de elasmobranquios (Fig. 35). Los grupos 5 (5 spp.), 6 (10 spp.) y 7 (7 spp.) pertenecen al gremio de ictiobentívoros. Las especies del grupo 5 son de talla grande y cuerpo depresiforme B (excepto *Sphyrna lewini* que es fusiforme), las

del grupo 6 se caracterizan por su asociación a fondos blandos, nivel trófico de 3.5 - 3.99, cuerpo depresiforme A y talla pequeña, mientras que las especies del grupo 7 también de cuerpo depresiforme A se caracterizan por su preferencia por fondos mixtos, y distribución batimétrica que limita entre los 51~120 m. El grupo 8 incluye nueve especies de rayas invertívoras con nivel trófico de 3 - 3.49. El grupo más disímil fue el 9 integrado por *Mobula munkiana*, esta especie difiere del resto de los elasmobranquios registrados por su tipo de alimentación planctívora (Tabla 8).

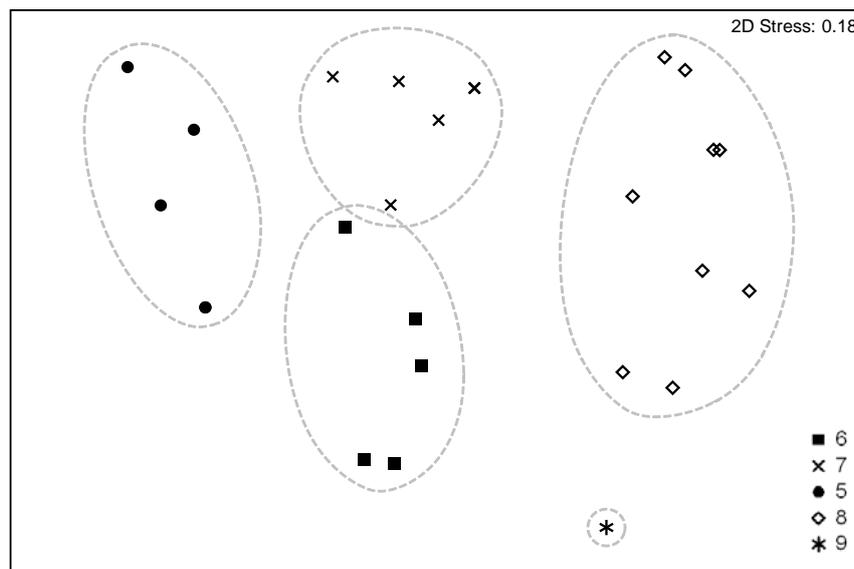


Figura 35. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada B. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.

La asociación C, está formada por tres grupos funcionales de especies piscívoras (Fig. 36). Las especies del grupo 10 (*Hoplunnis pacifica* y *Lophiodes spilurus*) son teleósteos medianos estrictamente marinos, asociados a fondos blandos en profundidades que pueden superar los 120 metros. El grupo funcional 11 quedó constituido por cinco especies (*Fistularia commersonii*, *F. corneta*, *Alectis ciliaris*, *Selene peruviana* y *Sphyræna ensis*) con una similitud promedio de 82.79% (Tabla 8). Las especies de este grupo difieren del resto en su nivel trófico de 4 - 4.49, talla grande y la aleta caudal furcada. El grupo funcional 12 con una similitud promedio de 84.93% está integrado por teleósteos medianos de cuerpo fusiforme y nivel trófico de 3.5 - 3.99.

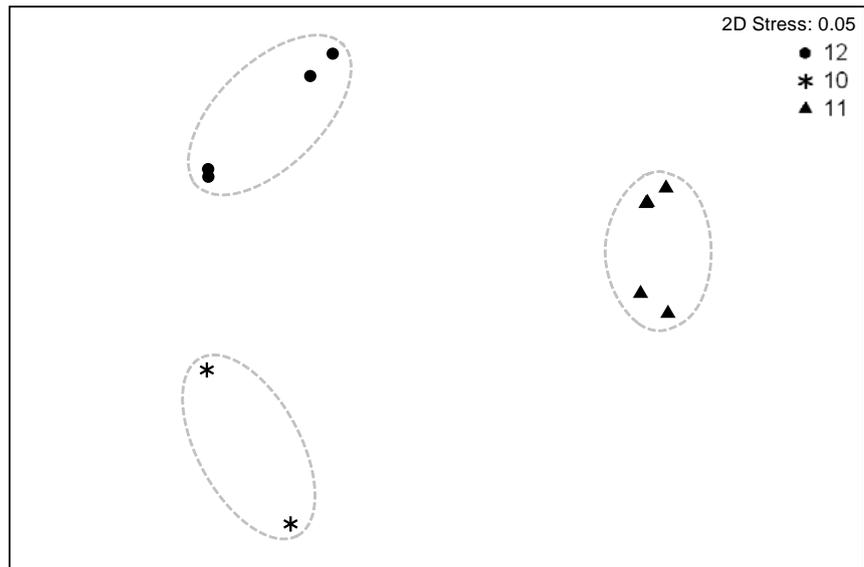


Figura 36. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada C. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.



Figura 37. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada D. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 70%.

La asociación D, está integrada por dos grupos funcionales de la familia Ariidae. El grupo funcional 13 con ocho especies y el 14 con dos especies (Fig. 37). Las especies del grupo 13 son ictiobentívoros con distribución batimétrica que no excede los 30 m de profundidad, en su mayoría de tallas medianas y uso variable de sistemas estuarinos. El grupo 14, integrado por dos especies del género *Bagre* (*B. panamensis* y *B. pinnimaculatus*), se caracteriza por su

alimentación de tipo invertívora, nivel trófico de 2.5 - 2.99, talla grande y uso de sistemas estuarinos con fines biológicos (Tabla 8).

La asociación E, está conformada por siete grupos funcionales de especies ictiobentívoras, principalmente teleósteos diversos del orden Perciformes y dos especies de Albuliformes (Fig. 38). El grupo 17 con 10 spp. está integrado por teleósteos grandes con nivel trófico de 4 - 4.49, atributos que los diferencian del resto de los grupos (Tabla 8). Los grupos 18 y 19 tienen niveles tróficos de 3 - 3.49, las especies del grupo 18 (11 spp.) son de hábitos demerso-pelágicos y hacen uso de manera ocasional de sistemas estuarinos. El grupo 19 (2 spp.) incluye especies estrictamente marinas asociadas a fondos mixtos. Las especies de los grupos funcionales 15 (6 spp.), 16 (19 spp.), 20 (10 spp.) y 21 (5 spp.) tienen niveles tróficos de 3.5 - 3.99 (Tabla 8). El grupo 15 incluye especies de teleósteos medianos, comprimidos y de hábitos pelágico-neríticos. Los miembros del grupo 21 también son pelágico-neríticas pero de cuerpo fusiforme y talla grande. Las especies del grupo 16 son de hábitos demerso-pelágicos y talla grande. Mientras que las especies del grupo 20 son demersales de fondos blandos y talla mediana a pequeña.

La asociación F, consta de seis grupos funcionales de especies ictiobentívoras de varios órdenes, principalmente Pleuronectiformes, Anguilliformes, Scorpaeniformes, Ophidiiformes, Aulopiformes, entre otros más (Fig. 39). Las especies de los grupos 22 (12 spp.) y 23 (4 spp.) tienen niveles tróficos de 3.5 - 3.99, difieren en tallas y hábitat, las del primer grupo son de talla pequeña y asociadas a fondos blandos, las del segundo grupo son de talla mediana y asociadas a fondos mixtos. El grupo 24 está formado por una especie, un teleósteo grande de cuerpo anguiliforme, asociado a fondos duros y nivel trófico de 4 - 4.49. El grupo 25 (22 spp.) uno de los más diversos está conformado por especies de cuerpo anguiliforme, estrictamente marinas, asociadas a fondos blandos y con niveles tróficos de 3 - 3.99. El grupo 26 (14 spp.), incluye peces planos considerados como depresiformes A (ver metodología para aclaración), asociados a fondos blandos y de talla mediana. El grupo 27 (4 spp.) está integrado por las especies del género *Synodus*, se caracterizan por su forma sagitiforme, nivel trófico de 4 - 4.49, aleta caudal furcada y su preferencia por fondos blandos (Tabla 8).

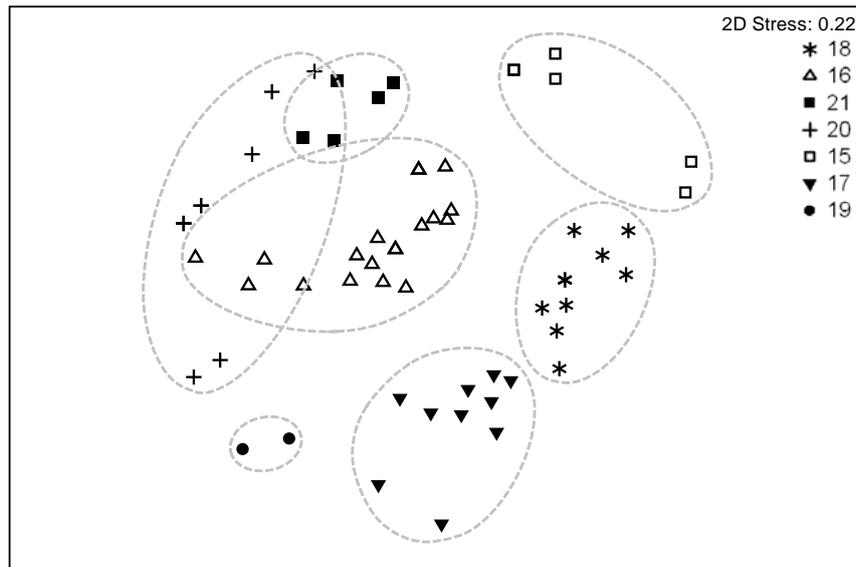


Figura 38. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada E. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 68%.

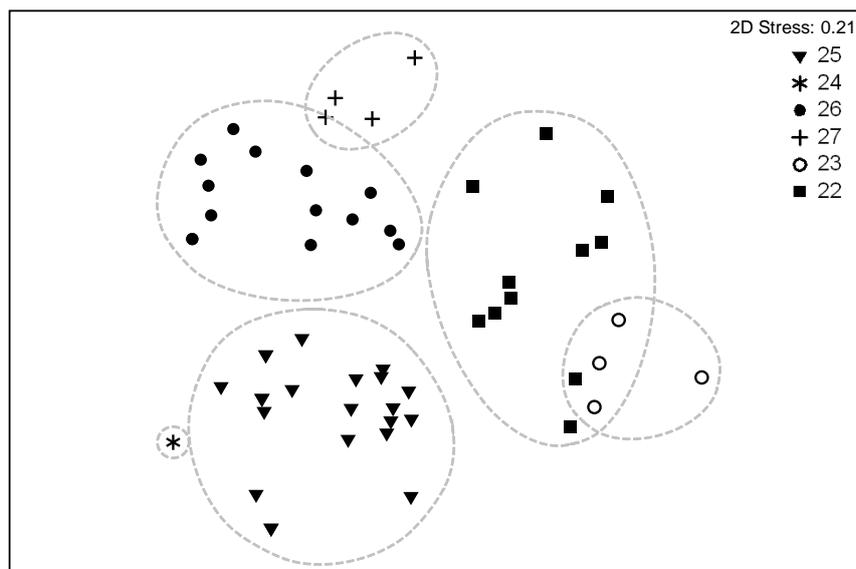


Figura 39. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada F. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 60%.

La asociación G, está conformada por nueve grupos funcionales de especies invertívoras (Fig. 40). Las especies de los grupos 33 (4 spp.) y 36 (3 spp.) comparten niveles tróficos de 3.5 - 3.99, pero difieren en la forma de cuerpo, boca y tipo de aleta caudal. Las especies del resto de los grupos tienen niveles tróficos de 3 - 3.49. El grupo 28, incluye cuatro especies del género *Sphoeroides* de cuerpo globiforme y boca inferior, son de talla pequeña a mediana, se asocian

a fondos mixtos y producen huevos bentónicos con fase pelágica. Las especies del grupo 30, también son de cuerpo globiforme y habitan fondos mixtos, pero producen huevos pelágicos y entran en la categoría de teleósteos grandes. Las especies del grupo 29, son teleósteos pequeños, estrictamente marinos, alcanzan profundidades de 51 ~ 120 m, producen huevos bentónicos con fase pelágica, tienen cuerpo de tipo depresiforme B y la aleta caudal punteada. El grupo 31, está integrado por cinco especies de teleósteos grandes de hábitos demerso-pelágicos, cuerpo comprimido y boca terminal. El grupo 32, incluye especies de teleósteos pequeños asociados a fondos blandos y de cuerpo deprimido. Las especies del grupo 34, son teleósteos de talla mediana, cuerpo fusiforme y hábitos demerso-pelágicos. Finalmente los integrantes del grupo 35, el grupo con mayor riqueza de especies, se caracterizan por su preferencia por fondos blandos, cuerpo fusiforme y tallas pequeñas a medianas (Tabla 8).

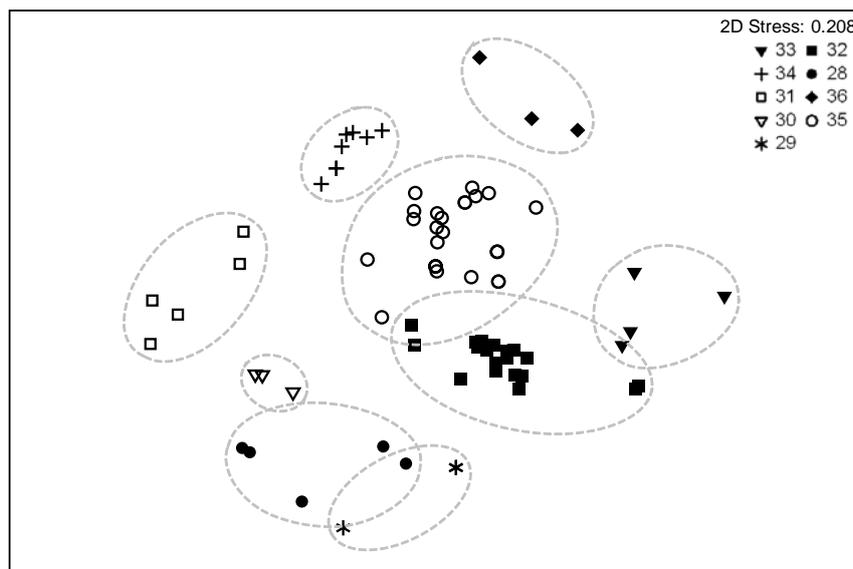


Figura 40. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada G. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 65%.

La asociación H, está conformada por ocho grupos funcionales de especies planctívoras (Fig. 41). Los grupos 37 (*Hippocampus ingens*), 41 (*Pronotogrammus eos*) y 44 (*Nebris occidentalis*) están formados por una sola especie. *Hippocampus ingens* se caracteriza por su cola prensil, boca tubular y reproducción ovípara con gestación en bolsa ventral vascularizada. *Pronotogrammus eos* es un teleósteo pequeño, demerso-pelágico de cuerpo fusiforme y boca proyectante, la distribución batimétrica de esta especie supera

los 120 m de profundidad (Tabla 8). *Nebris occidentalis* es un teleósteo grande de hábitos demerso-pelágicos en áreas costeras (<30 m), de cuerpo depresiforme B, con boca oblicua y aleta caudal punteada. El grupo 38 (3 spp.) incluye especies pelágico-neríticas de cuerpo comprimido, boca terminal y aleta caudal furcada, talla mediana y nivel trófico de 3.5 – 3.99. Las especies del grupo 39 (9 spp.) son de hábito demerso-pelágico, cuerpo fusiforme y nivel trófico de 3 – 3.49. El grupo 40, incluye dos especies del género *Apogon* (*A. pacificus* y *A. retrosella*), son teleósteos pequeños, demerso-pelágicos, estrictamente marinos y con reproducción ovípara con gestación oral. Los grupos 42 (15 spp.) y 43 (4 spp.) incluyen especies pelágico-neríticas de cuerpo fusiforme, las primeras entran en la categoría de teleósteos pequeños y las segundas en la de teleósteos medianos (Tabla 8).

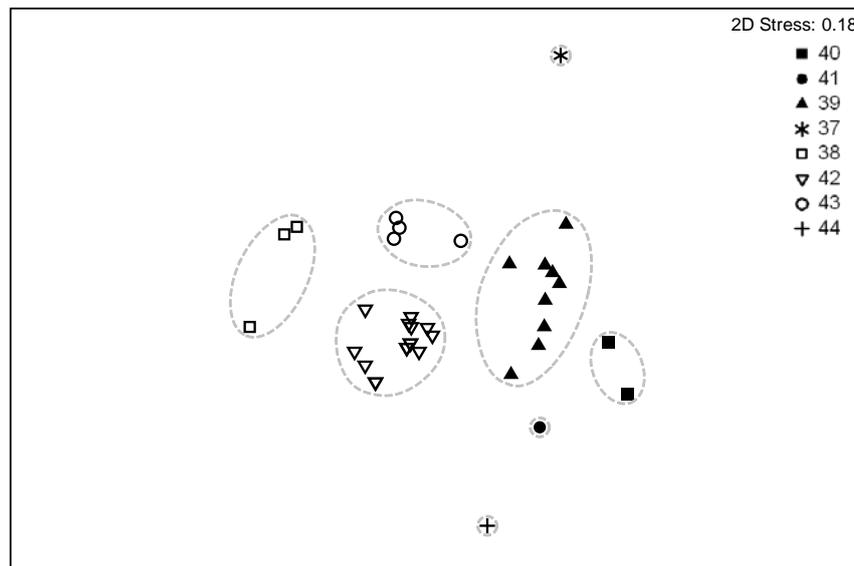


Figura 41. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) en dos dimensiones de los grupos funcionales de peces de la agrupación denominada H. Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 66%.

En general cada grupo funcional está compuesto por 6.8 especies en promedio (Tabla 9). Por ecosistemas, la proporción mínima corresponde al Alto Golfo de California con 2.7 especies por grupo, y la máxima al Golfo de Tehuantepec con 4.4 especies.

El Alto Golfo de California se mantiene como el ecosistema más disímil, mientras que Sinaloa-Nayarit, Michoacán-Guerrero y el Golfo de Tehuantepec presentan gran similitud en la conformación de los grupos funcionales (Fig. 42). Jalisco-Colima por su parte difiere marcadamente de ambos grupos.

La ictiofauna del Alto Golfo de California representa 27 de los 44 grupos funcionales definidos. Sobresale la alta riqueza de elasmobranquios, principalmente *Mobula munkiana* especie única en el grupo funcional nueve, exclusivo del Alto Golfo. También fue evidente la ausencia de especies omnívoras, la poca riqueza de teleósteos piscívoros, planctívoros, y de bagres (Ariidae).

En Sinaloa-Nayarit se identificaron 37 grupos funcionales, el grupo 41 (*Pronotogrammus eos*) fue exclusivo de esta área. El grupo ocho formado por rayas pequeñas y el 14 por bagres tuvieron mayor riqueza en esta zona. Para Jalisco-Colima se registraron 36 grupos funcionales, ninguno exclusivo, sin embargo los grupos 16, 25, 26, 27, 32, y 36 representados principalmente por teleósteos medianos, peces planos, congrios, y anguilas, estuvieron mejor representados en esta área. Michoacán-Guerrero fue la zona con mayor riqueza de grupos funcionales con 41, el grupo funcional 24 (*Muraena argus*) fue exclusivo. El grupo seis (tiburones), y los grupos 17, 20, 34, 35 y 38 que incluyen principalmente una variedad de Perciformes de tallas variadas, distribuidos en distintas posiciones en la columna de agua alcanzaron mayor representatividad en este ecosistema. Mientras que el Golfo de Tehuantepec con 39 grupos funcionales, presenta un reparto de sus especies en varios grupos (16, 20, 25, 26, 32, 35, 42), principalmente grupos de especies piscívoras y planctívoras (Tabla 9).

Del total de caracteres funcionales analizados 52 fueron registrados en menos del 40% de los grupos funcionales, con contribuciones porcentuales promedio menores al 15% (Fig. 43). Los atributos de reproducción ovípara con huevos pelágicos, distribución batimétrica de 51~120 m, teleósteos medianos y especies que realizan su ciclo de vida totalmente en el ambiente marino alcanzaron frecuencias superiores al 50%, y los atributos del gremio trófico tuvieron aportaciones porcentuales promedio superiores al 25%.

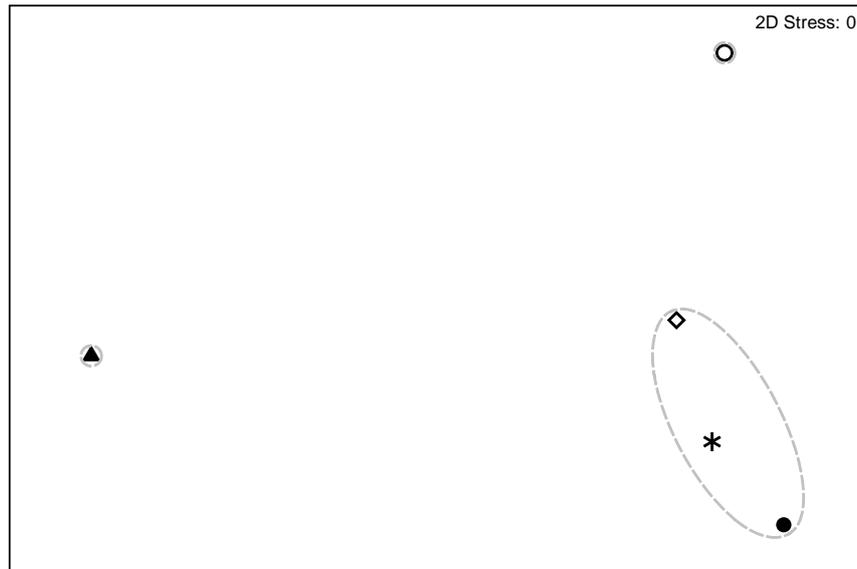


Figura 42. Ordenación multi-dimensional no métrica (NMDS) de los cinco ecosistemas, basado en los 44 grupos funcionales de peces (Alto Golfo de California: ▲; Sinaloa-Nayarit: ◇; Jalisco-Colima: ○; Michoacán-Guerrero: *; Golfo de Tehuantepec ●). Las elipses representan porcentajes de similitud de Bray-Curtis al 80%.

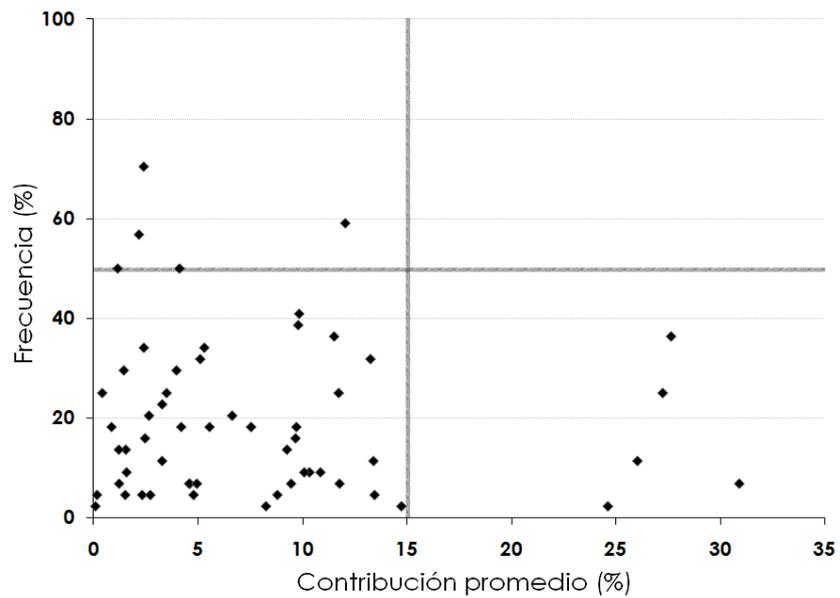


Figura 43. Frecuencia y porcentaje de contribución promedio de los atributos dentro de los grupos funcionales.

Tabla 8. Grupos funcionales de peces de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de similitud intragrupal, los atributos que definen a cada grupo y los porcentajes con que contribuyen a la similitud.

Atributos característicos del GF	
Grupo 1	-
<i>Mugil curema</i>	Especie demerso-pelágica cuyo ciclo de vida depende de los sistemas estuarinos, distribución batimétrica <30 m, teleósteo grande de cuerpo fusiforme, boca inferior y aleta caudal emarginada, alimentación omnívora con nivel trófico de 2 - 2.49, ovípara con huevos pelágicos
Grupo 2 (86.00%)	95.12%
<i>Aluterus monocerus</i> y <i>A. scriptus</i>	Omnívoras (24.61%), nivel trófico 2.5 - 2.99 (14.67%), demerso-pelágicas (14.1%), compresiformes (12.47%), ovíparas con huevos bentónicos y fase pelágica (11.9%), teleósteos grandes (8.83%), boca tubular (8.54%)
Grupo 3	-
<i>Chaetodon humeralis</i>	Teleósteo pequeño de hábitos demersal de fondos mixtos, encontrado ocasionalmente en sistemas estuarinos, y en la plataforma continental en profundidades de 51-120 m, omnívoro con nivel trófico de 2.5 - 2.99, ovíparo con huevos pelágicos, de cuerpo compresiformes, boca tubular y aleta caudal redondeada
Grupo 4	92.86%
<i>Parapsettus panamensis</i>	Teleósteo mediano de hábitos demerso-pelágicos, encontrado ocasionalmente en sistemas estuarinos, y en la plataforma continental en profundidades <30 m, omnívoro con nivel trófico de 2.5 - 2.99, ovíparo con huevos pelágicos, cuerpo compresiforme, boca terminal y aleta caudal doble emarginada
Grupo 5 (68.28%)	81.84%
<i>Heterodontus mexicanus</i> , <i>Mustelus henlei</i> , <i>M. lunulatus</i> , <i>Rhizoprionodon longurio</i> y <i>Sphyrna lewini</i>	Ictiobentívoros (30.99%), elasmobranquios grandes (11.12%), boca ventral (10.75%), aleta caudal asimétrica (10.56%), depresiforme B (9.43%), vivíparos (<i>H. mexicanus</i> es ovíparo con huevos bentónicos) (8.99%)
Grupo 6 (80.55%)	89.77%
<i>Gymnura marmorata</i> , <i>Raja equatorialis</i> , <i>R. inornata</i> , <i>R. velezi</i> , <i>Urotrygon</i> spp., <i>U. aspidura</i> , <i>U. chilensis</i> , <i>U. munda</i> , <i>U. nana</i> y <i>U. rogersi</i>	Ictiobentívoros (26.27%), demersales de fondos blandos (15.06%), depresiforme A (13.32%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (12.53%), boca ventral (9.12%), elasmobranquios pequeños (7.54%), vivíparos (5.93%)
Grupo 7 (78.93%)	84.17%
<i>Squatina californica</i> , <i>Diplobatis ommata</i> , <i>Narcine entemedor</i> , <i>Rhinobatos productus</i> , <i>Urobatis concentricus</i> , <i>U. halleri</i> y <i>Dasyatis longa</i>	Ictiobentívoros (26.81%), demersales de fondos mixtos (15.36%), depresiforme A (13.59%), vivíparos (12.96%), boca ventral (9.3%), distribución batimétrica 51-120 m (6.15%)
Grupo 8 (65.82%)	85.27%
<i>Aetobatus narinari</i> , <i>Dasyatis dipterura</i> , <i>Myliobatis californica</i> , <i>Narcine vermiculatus</i> , <i>Rhinobatos glaucostigma</i> , <i>R. leucorhynchus</i> , <i>Rhinoptera steindachneri</i> , <i>Urobatis maculatus</i> y <i>Zapteryx exasperata</i>	Invertívoros (32.15%), depresiforme A (16.29%), vivíparos (15.55%), boca ventral (11.15%), nivel trófico 3 - 3.49 (5.32%), elasmobranquios pequeños (4.81%)
Grupo 9 (-)	-
<i>Mobula munkiana</i>	Especie de elasmobranquio grande, pelágico-neríticas, distribución batimétrica <30 m, planctívoro con nivel trófico de 3.5 - 3.99, vivípara, depresiforme A y boca ventral
Grupo 10 (62.11%)	96.99%
<i>Hoplunnis pacifica</i> y <i>Lophiodes spilurus</i>	Piscívoras (34.07%), demersales de fondos blandos (19.52%), ovíparas con huevos pelágicos (16.47%), teleósteos medianos (12.22%), distribución batimétrica >120 m (10.94%), especies estrictamente marinas (3.77%)
Grupo 11 (71.04%)	82.79%
<i>Fistularia commersonii</i> , <i>F. corneta</i> , <i>Alectis ciliaris</i> , <i>Selene peruviana</i> y <i>Sphyaena ensis</i>	Piscívoros (29.79%), nivel trófico 4 - 4.49 (17.76%), ovíparas con huevos pelágicos (14.4%), teleósteos grandes (10.69%), aleta caudal furcada (10.15%)
Grupo 12 (73.38%)	84.93%
<i>Rypticus bicolor</i> , <i>R. nigripinnis</i> , <i>Oligoplites altus</i> y <i>O. refulgens</i>	Piscívoros (28.83%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (17.19%), fusiformes (14.62%), ovíparas con huevos pelágicos (13.94%), teleósteos medianos (10.35%)
Grupo 13 (81.08%)	91.15%
<i>Precathorops dasycephalus</i> , <i>Cathorops liropus</i> , <i>C. raredonae</i> , <i>Galeichthys peruvianus</i> , <i>Notarius troschellii</i> , <i>Sciades</i> spp., <i>S. platypogon</i> y <i>S. seemanni</i>	Ictiobentívoros (26.1%), demersales de fondos blandos (14.96%), depresiformes B (13.23%), ovíparas de gestación oral (12.62%), boca inferior (9.06%), aleta caudal furcada (8.89%), distribución batimétrica <30 m (6.29%)

Grupo 14 (93.21%)	99.80%
<i>Bagre panamensis</i> y <i>B. pinnimaculatus</i>	Invertívoros (22.7%), nivel trófico 2.5 - 2.99 (13.53%), demersales de fondos blandos (13.01%), depresiformes B (11.51%), ovíparos de gestación oral (10.98%), teleósteos grandes (8.15%), boca inferior (7.88%), aleta caudal furcada (7.73%), uso de estuarios como área de protección y alimentación (3%)
Grupo 15 (77.63%)	89.58%
<i>Hemicaranx leucurus</i> , <i>H. zelotes</i> , <i>Selene brevoortii</i> , <i>S. orstedii</i> , <i>Trachinotus kennedyi</i> y <i>T. paitensis</i>	Ictiobentívoros (27.26%), pelágico-neríticas (15.62%), compresiformes (13.82%), ovíparos con huevos pelágicos (13.18%), aleta caudal furcada (9.29%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (6.5%), teleósteos medianos (3.91%)
Grupo 16 (76.48%)	87.97%
<i>Centropomus armatus</i> , <i>C. medius</i> , <i>C. robalito</i> , <i>Epinephelus</i> sp., <i>E. acanthistius</i> , <i>E. analogus</i> , <i>E. exsul</i> , <i>E. labriformis</i> , <i>Paralabrax loro</i> , <i>Serranus psittacinus</i> , <i>Caulolatilus affinis</i> , <i>Hoplopagrus guentherii</i> , <i>Lutjanus guttatus</i> , <i>L. peru</i> , <i>Pomadasys panamensis</i> , <i>Cynoscion</i> sp., <i>C. nannus</i> , <i>C. phoxocephalus</i> y <i>C. reticulatus</i>	Ictiobentívoros (27.67%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (16.49%), fusiformes (14.02%), ovíparos con huevos pelágicos (13.38%), demerso-pelágicas (11.13%), teleósteos grandes (5.28%)
Grupo 17 (75.09%)	89.25%
<i>Dermatolepis dermatolepis</i> , <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> , <i>Seriola peruana</i> , <i>S. rivollana</i> , <i>Lutjanus argentiventris</i> , <i>L. novemfasciatus</i> , <i>Cynoscion stolzmanni</i> , <i>Isopisthus remifer</i> , <i>Totoaba macdonaldi</i> y <i>Trichiurus nitens</i>	Ictiobentívoros (28.18%), nivel trófico 4 - 4.49 (16.8%), ovíparos con huevos pelágicos (13.63%), demerso-pelágicas (12.92%), fusiformes (11.43%), teleósteos grandes (6.29%)
Grupo 18 (78.20%)	91.96%
<i>Albula esuncula</i> , <i>A. pacifica</i> , <i>Oligoplites saurus</i> , <i>Lutjanus colorado</i> , <i>Anisotremus interruptus</i> , <i>Conodon serrifer</i> , <i>Haemulon scudderii</i> , <i>Micropogonias altipinnis</i> , <i>M. megalops</i> y <i>Umbrina roncadorensis</i>	Ictiobentívoros (27.06%), nivel trófico 3 - 3.49 (16.13%), demerso-pelágicas (15.51%), fusiformes (13.72%), ovíparos con huevos pelágicos (13.09%), teleósteos grandes (3.71%), uso ocasional de estuarios (2.74%)
Grupo 19 (85.61%)	95.09%
<i>Alphesthes multiguttatus</i> y <i>Epinephelus niphobles</i>	Ictiobentívoros (24.72%), nivel trófico 3 - 3.49 (14.73%), demersales de fondos mixtos (14.16%), fusiformes (12.53%), ovíparos con huevos pelágicos (11.95%), boca proyectante (8.58%), aleta caudal redondeada (8.42%)
Grupo 20 (81.17%)	82.03%
<i>Diplectrum eumelum</i> , <i>D. euryplectrum</i> , <i>D. labarum</i> , <i>D. macropoma</i> , <i>D. pacificum</i> , <i>D. rostrum</i> , <i>D. sciurus</i> , <i>Serranus aequidens</i> , <i>Polydactylus approximans</i> y <i>P. opercularis</i>	Ictiobentívoros (26.07%), demersales de fondos blandos (14.94%), fusiformes (13.21%), ovíparos con huevos pelágicos (12.61%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (9.67%), aleta caudal emarginada (5.53%)
Grupo 21 (84.03%)	93.56%
<i>Caranx caballus</i> , <i>C. caninus</i> , <i>C. otrynter</i> , <i>C. vinctus</i> y <i>Scomberomorus sierra</i>	Ictiobentívoros (25.18%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (15.01%), pelágico-neríticas (14.43%), fusiformes (12.76%), ovíparos con huevos pelágicos (12.18%), aleta caudal furcada (8.58%), teleósteos grandes (5.42%)
Grupo 22 (71.22%)	79.18%
<i>Batrachoides waltersi</i> , <i>Porichthys analis</i> , <i>P. ephippiatus</i> , <i>P. greenei</i> , <i>P. margaritatus</i> , <i>Lophiodon caulinaris</i> , <i>Pontinus furcirhinus</i> , <i>P. sierra</i> , <i>Scorpaena histrio</i> , <i>S. russula</i> , <i>S. sonorae</i> y <i>Astroscopus zephyreus</i>	Ictiobentívoros (29.71%), depresiformes B (15.06%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (12.08%), demersales de fondos blandos (11.61%), aleta caudal redondeada (5.52%), distribución batimétrica >120 m (5.2%)
Grupo 23 (66.00%)	94.55%
<i>Antennarius avalonis</i> , <i>Opistognathus punctatus</i> , <i>Pristigenys serrula</i> y <i>Scorpaena mystes</i>	Ictiobentívoros (32.06%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (19.11%), teleósteos medianos (11.5%), aleta caudal redondeada (10.92%), demersal de fondos mixtos (9.19%), ovíparos con huevos pelágicos (<i>O. punctatus</i> es ovíparo con gestación oral) (7.75%)
Grupo 24 (-)	-
<i>Muraena argus</i>	Especie marina, ictiobentívora con nivel trófico de 4 - 4.49, ovíparo con huevos pelágicos, demersal de fondos duros, distribución batimétrica de 51-120 m, teleosteo grande, cuerpo anguilliforme, boca terminal y aleta caudal confluyente
Grupo 25 (72.81%)	85.75%
<i>Myrophis vafer</i> , <i>Gnathopis cinctus</i> , <i>Lepophidium pardale</i> , <i>Ophidion</i> sp., <i>O. fulvum</i> , <i>O. galeoides</i> , <i>O. imitator</i> , <i>O. scrippsae</i> , <i>Gymnothorax equatorialis</i> , <i>Echiophis brunneus</i> , <i>Ophichthus</i> sp., <i>O. triserialis</i> , <i>O. zophochir</i> , <i>Cynoponticus coniceps</i> , <i>Paraconger californiensis</i> , <i>Rhynchoconger nitens</i> , <i>Brotula clarkae</i> , <i>Cherublemma emmelas</i> y <i>Lepophidium prorates</i> , <i>Myrichthys aspetocheiros</i> , <i>M. tigrinus</i> y <i>Ariosoma gilberti</i>	Ictiobentívoros (29.06%), Anguilliformes (14.73%), ovíparos con huevos pelágicos (14.05%), demersales de fondos blandos (11.03%), boca semiventral (7.46%), aleta caudal confluyente (5.14%), especies estrictamente marinas (4.28%)
Grupo 26 (72.40%)	87.37%
<i>Ancylorhynchus dendritica</i> , <i>Citharichthys</i> sp., <i>C. gilberti</i> , <i>C. platophrys</i> , <i>C. xanthostigma</i> , <i>Paralichthys aestuarius</i> , <i>P. woolmani</i> , <i>Cyclosetta panamensis</i> , <i>C. querna</i> , <i>Etropus crossotus</i> , <i>Hippoglossina bollmani</i> , <i>H. tetrophthalmia</i> , <i>Syacium latifrons</i> y <i>S. ovale</i>	Ictiobentívoros (29.23%), demersales de fondos blandos (16.75%), depresiformes A (14.81%), ovíparos con huevos pelágicos (14.13%), aleta caudal punteada (6.02%), boca proyectante (4.01%), teleósteos medianos (2.42%)

Grupo 27 (82.11%)	91.75%
<i>Synodus evermanni</i> , <i>S. lacertinus</i> , <i>S. scituliceps</i> y <i>S. sechurae</i>	Ictiobentívoros (25.77%), nivel trófico 4 - 4.49 (15.36%), sagitiformes (13.06%), ovíparos con huevos pelágicos (12.46%), boca superior (8.94%), aleta caudal furcada (8.78%), demersales de fondos blandos (7.38%)
Grupo 28 (76.82%)	85.54%
<i>Sphoeroides angusticeps</i> , <i>S. annulatus</i> , <i>S. lobatus</i> , <i>S. sechurae</i> y <i>S. trichocephalus</i>	Invertívoros (27.54%), nivel trófico 3 - 3.49 (16.42%), globiformes (13.96%), ovíparos con huevos bentónicos y fase pelágica (13.32%), boca inferior (9.56%), demersales de fondos mixtos (4.74%)
Grupo 29 (87.02%)	92.55%
<i>Bollmannia</i> sp., <i>B. chlamydes</i> y <i>B. ocellata</i>	Invertívoros (24.32%), nivel trófico 3 - 3.49 (14.5%), depresiforme B (12.33%), ovíparos con huevos bentónicos y fase pelágica (11.76%), teleósteos pequeños (8.72%), aleta caudal punteada (8.28%), distribución batimétrica 51-120 m (7.81%), especies estrictamente marinas (4.83%)
Grupo 30 (82.97%)	89.73%
<i>Chilomycterus reticulatus</i> , <i>Diodon holocanthus</i> y <i>D. hystrix</i>	Invertívoros (25.5%), nivel trófico 3 - 3.49 (15.2%), demersales de fondos mixtos (14.62%), globiformes (12.93%), ovíparos con huevos pelágicos (12.33%), teleósteos grandes (9.15%)
Grupo 31 (70.95%)	89.90%
<i>Calamus brachysomus</i> , <i>Chaetodipterus zonatus</i> , <i>Balistes polylepis</i> , <i>Pseudobalistes naufragium</i> y <i>Sufflamen verres</i>	Invertívoros (29.83%), nivel trófico 3 - 3.49 (17.78%), compresiformes (15.12%), teleósteos grandes (10.7%), demerso-pelágicas (10.26%), boca terminal (6.21%)
Grupo 32 (77.42%)	96.63%
<i>Zalieutes elater</i> , <i>Syacium longidorsale</i> , <i>Xystreureys liolepis</i> , <i>Pleuronichthys ocellatus</i> , <i>Bothus constellatus</i> , <i>B. leopardinus</i> , <i>Engyophrys sanctilaurentii</i> , <i>Monolene asaedai</i> , <i>M. dubiosa</i> , <i>Achirus mazatlanus</i> , <i>A. scutum</i> , <i>A. zebrinus</i> , <i>Trinectes fimbriatus</i> , <i>T. fonsecensis</i> , <i>Symphurus</i> sp., <i>S. atramentatus</i> , <i>S. atricaudus</i> , <i>S. chabanaudi</i> , <i>S. elongatus</i> , <i>S. fasciolaris</i> , <i>S. prolatinaris</i> , <i>Bellator gymnostethus</i> , <i>B. loxias</i> , <i>B. xenisma</i> , <i>Prionotus ruscarius</i> y <i>P. stephanophrys</i>	Invertívoros (27.33%), demersales de fondos blandos (15.66%), nivel trófico 3 - 3.49 (13.84%), ovíparos con huevos pelágicos (13.22%), depresiformes A (8.95%), teleósteos pequeños (7.63%)
Grupo 33 (82.82%)	88.49%
<i>Batrachoides boulengeri</i> , <i>Prionotus albirostris</i> , <i>P. birostratus</i> y <i>P. horrens</i>	Invertívoros (25.55%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (15.23%), demersales de fondos blandos (14.64%), depresiformes B (12.95%), boca inferior (8.86%), ovíparos con huevos pelágicos (<i>B. boulengeri</i> produce huevos bentónicos sin fase pelágica) (6.18%), especies estrictamente marinas (5.08%)
Grupo 34 (78.13%)	91.41%
<i>Haemulon flaviguttatum</i> , <i>H. maculicauda</i> , <i>Orthopristis chalceus</i> , <i>O. reddingi</i> , <i>Micropogonias ectenes</i> , <i>Umbrina analis</i> , <i>U. bussingi</i> y <i>Halichoeres semicinctus</i>	Invertívoros (27.08%), nivel trófico 3 - 3.49 (16.14%), fusiformes (13.73%), ovíparos con huevos pelágicos (13.1%), demerso-pelágicas (11.64%), teleósteos medianos (9.72%)
Grupo 35 (74.68%)	86.45%
<i>Diapterus aureolus</i> , <i>D. brevirostris</i> , <i>Eucinostomus</i> sp., <i>E. currani</i> , <i>E. dowii</i> , <i>E. entomelas</i> , <i>E. gracilis</i> , <i>Gerres simillimus</i> , <i>Anisotremus dovii</i> , <i>Haemulopsis axillaris</i> , <i>H. elongatus</i> , <i>H. leuciscus</i> , <i>H. nitidus</i> , <i>Pomadasyz branickii</i> , <i>Menticirrhus elongatus</i> , <i>M. nasus</i> , <i>M. panamensis</i> , <i>Ophioscion imiceps</i> , <i>O. strabo</i> , <i>O. typicus</i> , <i>Paralonchurus goodei</i> , <i>Stellifer ericymba</i> , <i>S. furthii</i> , <i>S. illecebrosus</i> , <i>S. walkeri</i> , <i>S. wintersteenorum</i> y <i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Invertívoros (28.33%), nivel trófico 3 - 3.49 (16.89%), demersales de fondos blandos (16.24%), ovíparos con huevos pelágicos (13.7%), fusiformes (11.29%)
Grupo 36 (72.48%)	85.98%
<i>Ophioscion scierus</i> , <i>Umbrina xanti</i> y <i>Mulloidichthys dentatus</i>	Invertívoros (29.19%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (17.4%), fusiformes (14.8%), ovíparos con huevos pelágicos (14.12%), teleósteos medianos (10.47%)
Grupo 37 (-)	-
<i>Hippocampus ingens</i>	Especie ocasional en estuarios, distribución batimétrica 51-120m, demersal de fondos mixtos, teleósteo mediano, boca tubular, planctívoro, nivel trófico 3 - 3.49, ovípara con gestación en bolsa ventral vascularizada
Grupo 38 (85.34%)	95.40%
<i>Trachinotus rhodopus</i> , <i>Peprilus medius</i> y <i>P. snyderi</i>	Planctívoros (24.8%), nivel trófico 3.5 - 3.99 (14.78%), pelágico-neríticas (14.21%), compresiformes (12.57%), ovíparos con huevos pelágicos (11.99%), boca terminal (8.6%), aleta caudal furcada (8.45%)
Grupo 39 (75.52%)	84.82%
<i>Microlepidotus brevipinnis</i> , <i>M. inornatus</i> , <i>Xenichthys xanti</i> , <i>Xenistius californiensis</i> , <i>Elattarchus archidium</i> , <i>Larimus acclivis</i> , <i>L. argenteus</i> , <i>L. effulgens</i> y <i>L. pacificus</i>	Planctívoros (28.02%), demerso-pelágicas (16.06%), fusiformes (14.2%), ovíparos con huevos pelágicos (13.55%), nivel trófico 3 - 3.49 (12.99%)

Grupo 40 (87.39%)		92.22%
	<i>Apogon pacificus</i> y <i>A. retrosella</i>	Planctívoros (24.21%), demerso-pelágicas (13.88%), fusiformes (12.27%), ovíparos de gestación oral (11.71%), teleósteos pequeños (8.69%), boca superior (8.4%), aleta caudal semilunada (8.25%), especies estrictamente marinas (4.81%)
Grupo 41 (71.14%)		88.54%
	<i>Pronotogrammus eos</i>	Especie demerso-pelágica estrictamente marina, su distribución batimétrica supera los 120m, teleósteo pequeño de cuerpo fusiforme y boca proyectante, alimentación planctívora con nivel trófico de 3.5 - 3.99, ovípara con huevos pelágicos
Grupo 42 (82.50%)		83.69%
	<i>Opisthopterus dovii</i> , <i>O. equatorialis</i> , <i>Pliosteostoma lutipinnis</i> , <i>Anchoa</i> sp., <i>A. argentivittata</i> , <i>A. ischana</i> , <i>A. lucida</i> , <i>A. nasus</i> , <i>A. panamensis</i> , <i>A. spinifer</i> , <i>A. walkeri</i> , <i>Anchovia macrolepidota</i> , <i>Cetengraulis mysticetus</i> , <i>Harengula thrissina</i> y <i>Opisthonema bulleri</i>	Planctívoros (25.65%), pelágico-neríticas (14.7%), fusiformes (13%), ovíparos con huevos pelágicos (12.4%), teleósteos pequeños (9.2%), aleta caudal furcada (8.74%)
Grupo 43 (77.15%)		94.34%
	<i>Opisthonema libertate</i> , <i>Chloroscombrus orqueta</i> , <i>Decapterus macrosoma</i> y <i>Selar crumenophthalmus</i>	Planctívoros (27.43%), pelágico-neríticas (15.72%), fusiformes (13.9%), ovíparos con huevos pelágicos (13.26%), teleósteos medianos (9.84%), boca superior (9.52%), aleta caudal furcada (4.67%)
Grupo 44 (-)		-
	<i>Nebris occidentalis</i>	Teleósteo grande, demerso-pelágico, ocasional en estuarios, distribución batimétrica <30 m, depresiforme B, boca oblicua, aleta caudal punteada, planctívoro, nivel trófico 2.5 - 2.99, ovípara con huevos pelágicos.

Tabla 9. Grupos funcionales de peces global y por ecosistema, se indica el número de especies que los conforman.

Grupos funcionales	Especies totales	Alto Golfo de California	Sinaloa-Nayarit	Jalisco-Colima	Michoacán-Guerrero	Golfo de Tehuantepec
1	1	-	1	1	1	1
2	2	-	1	2	1	1
3	1	-	1	1	1	1
4	1	-	-	1	1	-
5	5	4	-	-	3	2
6	10	3	4	5	6	5
7	7	4	2	5	4	2
8	9	6	6	4	4	4
9	1	1	-	-	-	-
10	2	-	-	2	1	1
11	5	1	4	2	3	4
12	4	-	2	1	1	3
13	8	-	4	2	4	4
14	2	1	2	-	1	1
15	6	-	4	-	4	4
16	19	4	12	13	9	9
17	10	3	3	3	5	2
18	11	3	4	3	5	6
19	2	1	2	2	2	1
20	10	3	4	8	8	7
21	5	1	4	2	4	4
22	12	4	5	4	7	7
23	4	3	2	3	3	1
24	1	-	-	-	1	-
25	22	3	8	13	9	11
26	14	6	8	13	9	9
27	4	1	3	4	2	3
28	5	1	3	3	3	3
29	3	1	1	1	2	-
30	3	-	1	3	3	2
31	5	3	4	4	4	2
32	26	7	13	19	12	17
33	4	-	-	1	3	4
34	8	2	3	1	4	2
35	27	5	12	12	22	18
36	3	-	1	3	2	1
37	1	-	1	1	1	1
38	3	1	2	-	3	2
39	9	1	3	5	5	6
40	2	-	1	1	1	1
41	1	-	1	-	-	-
42	15	1	4	3	6	14
43	4	-	3	4	3	4
44	1	-	-	-	-	1
N. grupos funcionales	44	27	37	36	41	39
spp./GF	6.8	2.7	3.8	4.3	4.2	4.4

DISCUSIÓN

Composición específica, taxonómica y afinidad ictiogeográfica

La riqueza general para los cinco ecosistemas estuvo compuesta por 292 especies, las cuales constituyen el 81.6% de las especies de fondos blandos conocidas para el Pacífico Oriental Tropical: POT (Mora & Robertson, 2005). Una riqueza relativamente alta si consideramos que no se realizó una revisión exhaustiva de registros de literatura, ni de material de colecciones científicas y museológico; fuentes que contribuyen de manera considerable en los listados sistemáticos (Martínez-Guevara, 2008; Del Mora-Flores, 2010).

A nivel de órdenes los Perciformes que representan el grupo dominante en todos los mares (Nelson, 2006) estuvo representado por 132 especies y los Pleuronectiformes por 34; para este último grupo la riqueza representa sólo el 49.3% de los peces planos registrados en el POT (Robertson & Allen, 2008). En el grupo de los elasmobranquios dominó el orden Myliobatiformes, principalmente por registros de especies de rayas redondas de la familia Urotrygonidae (géneros *Urobatis* y *Urotrygon*). La familia de teleósteo más diversa fue la Sciaenidae con 33 especies, pero sólo representa el 40.2% del total de especies conocidas del POT (82 spp.). Veintidós familias con baja riqueza en el POT (e.g. Trichiuridae) o ricas en especies pero dominantes en otros ambientes (e.g. Carcharhinidae: pelágico oceánico) sólo fueron representadas por una especie.

En lo que respecta a los géneros más diversificados en el POT, *Anchoa* con 19 especies repartidas en esteros, lagunas costeras y la zona pelágica costera de la región y *Symphurus* con 18 especies con preferencias por fondos blandos, estuvieron pobremente representados con ocho y siete especies respectivamente.

En general la ictiofauna de este ambiente es pobremente conocida, y a la fecha se continúan describiendo especies nuevas para la ciencia provenientes de arrastres camaroneros (*Lonchopisthus sinuscalifornicus* Castro-Aguirre & Villavicencio-Garayzar, 1988; *Peristedion paucibarbigera* Castro-Aguirre & García-Domínguez, 1984; *Citharichthys mariajorisae* van der Heiden & Mussot, 1995; *Gymnothorax eurygnathos* Bohlke, 2001; *Etropus ciadi* van der Heiden & Plascencia, 2005). De acuerdo con Zapata y Robertson (2007) aun existen varias docenas de especies de este ambiente por ser descritas.

Listas completas de la composición específica de la ictiofauna con una identificación certera de las especies, son importantes en análisis de diversidad funcional, ya que las especies pueden variar ampliamente en su contribución para el funcionamiento del ecosistema (Naeem, 1998). Esto es importante ya que la comunidad de peces demersales presenta gran dificultad en la identificación taxonómica, debido al gran parecido entre especies y al alto grado de traslape en los caracteres morfométricos y merísticos. Adicionalmente algunas descripciones originales basadas en pocos ejemplares carecen de fotografías y variabilidad merística (van der Heiden, 1985; van der Heiden *et al.*, 1986). Estos problemas se reflejan en los listados taxonómicos que incluyen un alto número de especies a nivel genérico (Ehrhardt *et al.*, 1982; Valenzuela-Tanorí *et al.*, 1988; Manjarrez-Acosta, 2001; Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006); y en los continuos cambios que han ocurrido en revisiones de grupos como los bagres (familia Ariidae). Por ejemplo, el bagre cominate, *Occidentarius platypogon* (Günther, 1864) fue reasignado del género *Arius* a *Sciades* y posteriormente a *Occidentarius*, en menos de tres años (Marceniuk & Menezes, 2007; Betancur-R, 2009).

En general las especies de esta familia Ariidae presentan gran similitud en morfología externa y coloración, además de diferencias ontogénicas e intersexuales que dificultan su identificación, sólo pocas especies tienen caracteres diagnósticos conspicuos (Marceniuk *et al.*, 2009). Los peces planos conforman otro grupo complejo, el lenguado escondido, *Citharichthys gordae* Beebe & Teen-Van, 1938; fue considerado como sinonimia de *C. fragilis* por Castro-Aguirre *et al.* (1992) debido a la similitud que presentan ambas especies en caracteres morfológicos y morfométricos. Además proponen que la variación observada por Beebe y Teen-Van (1938) en la descripción original, se podría deber al efecto latitudinal, que a su vez influye en la temperatura y está en el número vertebral (Castro-Aguirre *et al.*, 1992). Sin embargo, Van der Heiden *et al.* (2009) en una revisión reciente rechazan la puesta de sinonimia, indicando que ambas especies son válidas con una distribución casi alopátrica.

Por otro lado, los cinco ecosistemas presentaron asociaciones de especies singulares, con sólo veinte especies registradas en las cinco zonas, cada área presentó alrededor de 18 especies exclusivas y el resto se registró en dos o más.

La composición a nivel de géneros y especies fue mayor en las zonas sureñas, con una tendencia al aumento, de zonas de alta latitud hacia bajas latitudes; con 73 especies en el Alto Golfo de California y 178 en el Golfo de Tehuantepec. El gradiente latitudinal en la riqueza de especies llamada regla de Humboldt o regla de Wallace (Okolodkov, 2010), es uno de los gradientes más predominante en patrones macroecológicos (Krebs, 2003; Willig *et al.*, 2003; Macpherson *et al.*, 2009). A nivel global el gradiente latitudinal en la riqueza de especies se mantiene en ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas, con cerca de 30 hipótesis que tratan de explicarlo (Willig *et al.*, 2003). Este gradiente está presente en peces del Atlántico (Macpherson *et al.*, 2009), peces arrecifales del Indopacífico (Mora *et al.*, 2003), moluscos del Pacífico Oriental (Jablonski & Valentine, 1981; Roy *et al.*, 2000) y crustáceos decápodos (Wickstein, 1989). Los corales ahermatípicos del Pacífico mexicano presentan un patrón similar que ha sido atribuido a que en el norte, las aguas son frías y las temperaturas superficiales muy fluctuantes a lo largo del año, mientras que en el sur la temperatura más baja durante el año no alcanzara niveles extremos (Reyes-Bonilla & Cruz-Piñon, 2000). En peces costeros de California, Horn *et al.* (2006), encontraron valores máximos de 243 especies en el sur y mínimos de 125 al norte, atribuyendo este cambio a la disminución de la temperatura superficial del mar.

En el Golfo de California este gradiente latitudinal se ha registrado en macrocrustáceos (Decápoda, Stomatopoda y Pecarida) cuya diversidad disminuye claramente de sur a norte, con 498 especies en el norte, 659 especies en la zona central y 777 en el sur del Golfo de California (Hendrickx *et al.*, 2002). Los moluscos (Bivalvia y Gastropoda) (Hendrickx *et al.*, 2007) y peces crípticos (Thomson & Gilligan, 2002) presentan el mismo patrón. El cambio en riqueza observado en el Golfo de California de norte a sur, ha sido atribuido a la amplitud de mareas de la zona del Alto Golfo de California, las temperaturas bajas durante el invierno que limitan la supervivencia de algunos peces de afinidad tropical e impiden el establecimiento de poblaciones residentes (Walker, 1960; Hastings & Findley, 2007; Brusca & Hendrickx, 2010; Hastings *et al.*, 2010).

Al respecto Thomson y Lehner (1976) encontraron que la comunidad de peces intermareales de la costa nororiental del Alto Golfo (Puerto Peñasco), se caracteriza por grandes fluctuaciones poblacionales estacionales, debido a las

muertes periódicas de varias especies tropicales. Por lo que la comunidad es dominada por pocas especies templado-cálidas capaces de sobrevivir a las bajas temperaturas del mar durante invierno, a su vez estas especies son poco comunes o ausentes en la zona central del Golfo (Thomson *et al.*, 2000).

En general varios estudios han demostrado que la temperatura es un buen predictor del gradiente latitudinal en la riqueza de especies. Incluyendo el estudio de Macpherson (2002) con especies bénticas (macroinvertebrados y peces) en el Atlántico. Además de estudios realizados con foraminíferos planctónicos, en los que se ha demostrado que la temperatura ambiental afecta la tasa metabólica de los individuos, e influye en la tasa de divergencia y de especiación; originando especies nuevas principalmente bajo condiciones de alta diversidad (Allen & Gillooly, 2006; Allen *et al.*, 2006).

Adicionalmente también se ha considerado como limitante la ausencia de algunos hábitats presentes en la parte centro y sur del Golfo como cuencas de aguas profundas, arrecifes rocosos y coralinos, y de una conexión directa con aguas marinas al norte y occidente, lo cual impide el fácil movimiento de peces templados en la región (Hastings *et al.*, 2010). La importancia de la heterogeneidad y diversidad del hábitat en la riqueza de especies se ha documentado en varios sistemas arrecifales del mundo (e.g. Roberts & Ormon, 1987; Gratwicke & Speight, 2005). En el Golfo de California también se ha comprobado esta relación tanto en peces (e.g. Aburto-Oropeza & Balart, 2001; Moreno-Sánchez, 2009), como en invertebrados (Brusca *et al.*, 2005; Brusca, 2007).

Esta relación es directa, ya que si bien los barcos operan sobre fondos blando en todos los ecosistemas, se ha descrito que algunas especies asociadas a sistemas arrecifales del género *Haemulon* (e.g. *H. flaviguttatum* y *H. maculidauda*) durante el día permanecen en zonas protegidas, pero en la noche se mueven fuera de la costa hacia fondos arenosos para alimentarse de peces e invertebrados bentónicos (Goodson, 1988; Thomson *et al.*, 2000). Este comportamiento también ha sido reportado para algunas especies de hemúlidos de la costa de Cuba, donde al oscurecer los roncós se dispersan por los seibadales aledaños al arrecife para alimentarse, y regresan al arrecife al amanecer (Claro *et al.*, 1990; Claro, 1994).

En este estudio el patrón latitudinal de riqueza se mantuvo a nivel de familia, interrumpido en la costa de Jalisco-Colima para algunas de las familias, posiblemente por la disminución de fondos blandos y mayor cobertura rocosa (Robertson & Allen, 2008), hábitats preferencial para la mayoría de las especies de la familia Serranidae (Heemstra, 1995), que presentó mayor riqueza en esta zona. La cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), es un buen ejemplo de la preferencia de este grupo por ambientes de fondos duros, esta especie en el golfo de California se captura principalmente en la costa peninsular y en el estado de Sonora, mientras que en Nayarit y Sinaloa donde predominan fondos blandos la producción pesquera de esta especie es muy pobre (Aburto-Oropeza *et al.*, 2008).

La limitante del tipo de fondo también se presenta en especies con dependencia por fondos blandos, para estas especies las costas rocosas y de pedregal constituyen barreras topográficas difícilmente franqueables (e.g. géneros *Bairdiella*, *Stellifer*, *Umbrina*, *Menticirrhus*; Castro-Aguirre *et al.*, 1995). Por ejemplo, Rábago-Quiroz *et al.* (2011) en arrastres realizados en la costa oriental del Golfo de California registraron de forma frecuente a *Eucinostomus gracilis*, *Haemulopsis nitidus* y *Balistes polylepis*, pero no en la costa oeste.

Contrario a lo planteado por Mora y Robertson (2005a) y Macpherson *et al.* (2009) de un hábitat continuo en el POT para peces pelágicos y para asociados a fondos blandos; nuestros resultados indican que la falta de hábitats adecuados para peces demersales (plataformas continentales amplias de fondos blandos) limita la distribución o al menos la abundancia de especies asociadas a estos hábitats. Lo que se refleja en el patrón interrumpido para varios grupos en la zona costera de Jalisco-Colima, que se caracteriza por una plataforma continental estrecha dominada por fondos de tipo rocoso (Robertson & Allen, 2008; Gallegos *et al.*, 2006); y en las listas sistemáticas de especies asociadas a la pesquería de camarón de esta zona, que incluyen varias especies arrecifales (Aguilar-Palomino *et al.*, 1996; Mariscal-Romero, 2002).

Contrario al patrón latitudinal encontrada en la riqueza específica los indicadores de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+), presentaron un patrón inverso; con una disminución gradual de los valores de ambos índices de norte a sur. Siendo el Alto Golfo de California el sistema más diferente de todos, con mayor diversidad taxonómica a pesar de su menor número de especies. Las zonas del centro (Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero) tuvieron valores dentro del promedio,

mientras que Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec que son los ecosistemas con mayor similitud en características fisiográficas (e.g. sistemas estuarino-lagunares, descargas de ríos, densas áreas de manglares) presentaron valores similares. En un estudio realizado por Tolimieri y Anderson (2010) de los patrones latitudinales en distinción taxonómica y variación de la distinción taxonómica de peces demersales de la corriente de California en la costa de los Estados Unidos (32°30'N a 48°10'N), encontraron resultados similares, con un incremento latitudinal en ambos indicadores en profundidades de 50 a 150 m.

Por otro lado, los índices de diversidad taxonómica tradicionalmente han sido utilizados de forma eficiente para comparar áreas marinas degradadas de no degradadas utilizando nematodos (Clarke & Warwick, 1998), macrobentos (Sommerfield *et al.*, 2006), entre otros grupos con resultados convincentes. Indicando que en las áreas marinas impactadas las asociaciones bénticas tienden a ser dominadas por grupos de especies cercanamente relacionadas (Warwick & Clarke, 1995). De forma similar Rogers *et al.* (1999) y Gristina *et al.* (2006) en zonas impactadas por pesca de mares Europeos (oeste de Inglaterra, sureste del Mar del Norte y estrecho de Sicilia en el Mar Mediterráneo) encontraron bajos valores de los indicadores de diversidad taxonómica (Δ^* , Δ^+).

Basados en estos antecedentes se podría considerar que Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec presentan señales de alteración pesquera. Sin embargo, debido a que los demás ecosistemas presentan mayor variedad de hábitats; y la heterogeneidad del hábitat ha sido relacionada con una mayor riqueza de especies (e.g. Roberts & Ormon, 1987; Aburto-Oropeza & Balart, 2001; Brusca *et al.*, 2005; Gratwicke & Speight, 2005; Moreno-Sánchez, 2010), la semejanza en valores bajos de diversidad taxonómica de estos ecosistemas pudiera deberse a condiciones más homogéneas de hábitat. Lo anterior debido a que se sabe que hábitats homogéneos son utilizados por especies cercanas taxonómicamente, con requerimientos ecológicos similares; por el contrario, la presencia de hábitats más diversos incrementan la diversidad taxonómica al permitir la coexistencia de especies más lejanas taxonómicamente, con requerimientos ecológicos diferentes (Ramos-Miranda *et al.*, 2005; Sosa-López *et al.*, 2005).

Otra aplicación de los índices de diversidad taxonómica es la identificación de zonas de excepcional riqueza (Magurran, 2004), como es el caso del Alto Golfo de California. Lo cual está relacionado con la diversidad de afinidades

biogeográficas de sus especies, que incluye especies tropicales, subtropicales, templadas y, aún, ártico-boreales o templado-cálido (Walker, 1960; Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Hastings *et al.*, 2010). Esto, aunado a la presencia de especies endémicas (*Diplectrum sciurus*, *Micropogonias megalops* y *Totoaba macdonaldi*) e incluso géneros monotípicos (*Totoaba*). Adicionalmente existe un alto número de peces cartilaginosos –tiburones y rayas- (contrario al resto de las zonas donde dominan los teleósteos) que representan el 46% de las 88 especies conocidas en el Golfo de California entero (Hastings & Findley, 2007) y contribuyen de forma importante en los valores altos de diversidad taxonómica (Tolimieri & Anderson, 2010).

El contraste entre los valores de Δ^* y Δ^+ , y la composición jerárquica de los ecosistemas, indica que en las zonas tropicales existen varias especies dentro de los mismos géneros y familias, es decir que la probabilidad de capturar una especie que sea de diferente género y familia es mayor en el Alto Golfo de California, y esta probabilidad va disminuyendo hacia el Golfo de Tehuantepec. Sin embargo, recientemente Somerfield *et al.* (2008) demostraron que la distinción taxonómica promedio no es completamente independiente del esfuerzo de muestreo, si no que presenta una tendencia ligera a incrementar conforme aumenta la riqueza de especies durante el muestreo. Lo anterior debido a que se incrementa la probabilidad de capturar especies no emparentadas taxonómicamente. Por lo cual, es necesario contrastar estos resultados con el análisis de diversidad funcional, el cual provee información adicional a la diversidad taxonómica.

La composición y organización de las comunidades de peces del Pacífico mexicano en gran medida han sido determinadas por una gran variedad de factores geológicos históricos y ecológicos, incluyendo la formación del Golfo de California y la emersión del Istmo Centroamericano, que favorecieron procesos de extinción y especiación que dieron origen a las asociaciones de peces actuales.

La formación del Golfo de California empezó hace aproximadamente 25 millones de años, alcanzando la península de Baja California su posición actual y forma hace entre 3.5 a 12 millones de años (5 millones de años según Riddle *et al.*, 2000), tras la fusión de un grupo de islas (Holt *et al.*, 2000). Existe evidencia que sugiere la existencia de uno o dos canales interpeninsulares que conectaban el Golfo de California con el Pacífico oriental hace aproximadamente 1 millón de

años (Riddle *et al.*, 2000). Estos canales han sido empleados como herramientas básicas para explicar la presencia de poblaciones disyuntas (Anfipeninsulares: Castro-Aguirre *et al.*, 2006) que se encuentran sobre la costa del Pacífico y en el norte del Golfo de California (Hubbs, 1960; Castro-Aguirre & Torres-Orozco, 1993; De la Cruz-Agüero, 2000; Riddle *et al.*, 2000). Este componente templado del Alto Golfo llevó a Briggs (1974) a considerar el área como parte de la Región Californiana, situación que después de varios años de estudios con registros de especies de afinidad tropical y subtropical fue corregida e integrada al Pacífico Oriental Tropical.

Actualmente los límites de la Provincia de Cortés cubren el Golfo de California entero y la porción suroccidental de la península hasta bahía Magdalena (Hastings, 2000). Esta Provincia está delimitada hacia el norte por fuertes gradientes de temperatura (Robertson *et al.*, 2004; Mora & Robertson, 2005a) y en el sur, por la brecha de Sinaloa, una banda de 370 km de costa arenosa y fangosa que se extiende entre Topolobampo y Mazatlán, y la separa de la Provincia Mexicana. Esta brecha (y la de Centroamérica) fue considerada como un *filtro faunístico* por Castro-Aguirre *et al.* (1995) debido a que no es igual de efectiva para todos los elementos.

Las barreras biogeográficas facilitan la especiación alopátrica y conducen a altos niveles de endemismo (Myers, 1997), estos eventos favorecieron la formación de 81 especies endémicas (la mayoría residentes primarios con huevos demersales y vida larval pelágica corta: Thomson & Gilligan, 2002), incluyendo cinco géneros monoespecíficos endémicos de la provincia de Cortés (*Colpichthys*, *Totoaba*, *Crocodilichthys*, *Xenomedeia* y *Aruma*). Cuatro de estas especies endémicas fueron registradas en este estudio en el Alto Golfo de California: *Diplectrum sciurus*, *Micropogonias megalops*, *Totoaba macdonaldi* y *Pleuronichthys ocellatus*. El número de especies endémicas aún puede aumentar significativamente, ya que varias especies con poblaciones disyuntas presentan diferencias morfológicas tenues, y en algunos casos divergencias genéticas fuertes, además para cuatro especies se ha documentado un proceso de especiación incipiente (Bernardi *et al.*, 2003). De invertebrados se conocen varias docenas de especies templadas disyuntas que pueden representar casos similares (Brusca & Hendrickx, 2010).

La emergencia del istmo centroamericano o de Panamá ocurrió hace aproximadamente 3.5 millones de años (Coates & Obando, 1996), interrumpiendo de manera total la comunicación entre el Pacífico y el Atlántico, aislando las poblaciones ícticas y generando la formación de especies nuevas; así como la desaparición de otras en ambas costas (Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 2006).

Al igual que en la península de Baja California existe la hipótesis de que en el área de Panamá había una brecha marina Pleistocénica, hace entre 1.8 ~ 2 millones de años, que originó la divergencia de algunas especies de peces transístmicos del género *Anisotremus* (Tavera-Vargas, 2006).

La explicación anterior permite comprender la presencia de dos familias (Centropomidae y Achiridae), 67 géneros y cuatro especies anfiamericanos (e.g. *Etropus crossotus*), con representación en ambos lados del continente Americano (Rosenblatt, 1967). Así como la existencia de 10 géneros endémicos del Pacífico Oriental Tropical, para lo cual Robertson *et al.* (2004) mencionan que el 85% de la fauna de peces costeros de la región (POT), es derivada de taxas presentes antes del levantamiento del Istmo de Panamá, y que el bajo porcentaje de especies comunes de las dos regiones del continente americano es el resultado de una evolución independiente de sus faunas, en ambientes muy diferentes sobre los pasados 3.5 millones de años (Rosenblatt, 1967). En lo que respecta al nivel de especie, el número de formas consideradas anfiamericanas ha disminuido de forma significativa en la última década, gracias al empleo de análisis genéticos. Como ejemplo, un estudio reciente reveló diferencias genéticas entre las poblaciones del mero guasa, *Epinephelus itajara* (familia Serranidae) del Atlántico y Pacífico, cambiando la especie de esta zona a *E. quinquefasciatus* (Craig *et al.*, 2009).

El grupo de especies transpacíficas en este estudio estuvo representado por cuatro especies (e.g. *Trichiurus nitens*), un número relativamente bajo, considerando que se conocen 190 especies (165 son residentes y 25 vagabundas) de este componente en el POT (Robertson & Allen, 2002; Robertson *et al.*, 2004). La mayoría de las especies de este grupo son arrecifales (e.g. *Zanclus cornutus*) y tienen mayor representatividad en las islas oceánicas de la región (21%: Revillagigedo, Castro-Aguirre & Balart, 2002; 75%: atolón Cliperton,

Robertson & Allen, 1996); así como en la costa entre Costa Rica y Panamá y la zona sur del Golfo de California (Thomson *et al.*, 2000; Robertson & Allen, 2002).

La causa de la migración de las especies transpacíficas ha sido fuertemente discutida por Briggs (1961), quién señala que la fuerte competencia interespecífica que se genera en un ecosistema muy integrado como el Pacífico Occidental (de alta diversidad), puede ocasionar, movimientos de colonización, que se dirigen hacia el Pacífico Central y Oriental (áreas de baja diversidad). Esta propuesta es compartida por Margalef (1972), quien comenta que cada especie presenta una presión de migración de los lugares de mayor densidad de población a los de menor densidad. Un caso similar se observa en la fauna íctica de los arrecifes coralinos y rocosos del POT, en estos sistemas la riqueza es alta y por ende el grado de competencia. De tal forma que varias especies de estos sistemas habitan (*Chaetodon humeralis*, *Hippocampus ingens* entre otras) o realizan migraciones a sistemas de fondos blandos con fines de alimentación (*Haemulon flaviguttatum*, *H. maculidauda* entre otras). Por el contrario, los movimientos de especies de fondos blandos a sistemas arrecifales son raros, ya que difícilmente pueden competir por recursos con las especies residentes. Sin embargo, si bien las especies transpacíficas contribuyen a incrementar la riqueza de especies del POT, sólo en pocos casos estas especies presentan características ecológicas diferentes a la fauna local, como en los géneros *Acanthurus* y *Ctenochaetus*, y las dos especies coralívoras del género *Arothron*. A pesar de esto no hay evidencia de que los invasores tengan características biológicas o capacidades ecológicas que provean a estas una ventaja sobre los miembros de la fauna nativa (Robertson *et al.*, 2004).

El componente circumtropical estuvo representado por doce especies (e.g. *Diodon holocanthus*), datos genéticos indican que los taxones circumtropicales (con distribución en los mares tropicales del planeta) son relictos ístmicos aislados y recientes migrantes hacia el este (Robertson *et al.*, 2004). En el POT representan el 7.1% de las especies, pero la mayoría son especies pelágicas oceánicas o neríticas (Robertson & Allen, 2002), por ello están poco representadas en este estudio.

A nivel general la comunidad íctica de los cinco ecosistemas estuvo dominada por especies tropicales euritérmicas de amplia distribución en la región del Pacífico Oriental Tropical (30.2%: 88 spp.; Provincia de Cortés ~ P.

Panamáica). Esta región se extiende de Bahía Magdalena en Baja California (~25° N) a la costa sur del Golfo de Guayaquil (~4° S), incluye el Golfo de California y cinco islas oceánicas [Revillagigedo (a 400 km de la punta de B.C.S.), Malpelo (a 400 km de Colombia) y el archipiélago Galápagos (a 1,000 km al oeste de Ecuador)] (Mora & Robertson, 2005a; Robertson & Cramer, 2009).

Los rangos amplios de distribución de las especies en la región son favorecidos por la orientación longitudinal de la línea costera, que es relativamente simple y recta, por la plataforma continental que es estrecha y continua con pocas islas oceánicas y formaciones de arrecife de coral, aunado a la variabilidad interanual asociada con El ENSO: Oscilación del Sur del fenómeno El Niño (Victor *et al.*, 2001; Robertson & Allen, 2008). Durante eventos de El Niño de gran magnitud e intensidad, las corrientes son un mecanismo extremadamente importante en la dispersión de larvas (Lea & Rosenblatt, 2000). Así, algunas especies endémicas de la región del Pacífico Oriental Tropical presentan ampliaciones importantes en sus rangos de distribución, en muchas ocasiones invadiendo la 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), (Pondella, 1999; Lea & Rosenblatt, 2000; Moore & Herbinson, 2002; Walker *et al.*, 2002). Estos factores en conjunto con el dominio del tipo de reproducción ovípara con huevos pelágicos en los cinco ecosistemas (69.3 ~ 85.5% de las especies), explican la distribución casi continua de la mayoría de las especies en los sistemas.

Análisis de los atributos ecológicos y caracteres morfológicos

En general la estructura funcional de los cinco ecosistemas fue equivalente, con más de 80% de similitud global, a pesar de considerables diferencias en composición, riqueza y características físicas. En evaluaciones realizadas en comunidades ícticas de estuarios Europeos empleando atributos ecológicos, se han reportado resultados análogos; encontrando una gran similitud en la estructura funcional de las comunidades ícticas estuarinas independientemente de diferencias en riqueza, composición taxonómica y en las características físicas y químicas de los ecosistemas, incluyendo el tamaño de los sistemas (Elliott & Dewailly, 1995; Malavasi *et al.*, 2004; Franco *et al.*, 2008a).

Esta igualdad en estructura ha sido registrada incluso entre ecosistemas completamente diferentes. En un estudio comparativo realizado en Brasil por Sazima (1986), entre las asociaciones de peces tropicales de un arrecife rocoso marino y un lago, evaluando las tácticas de alimentación y dieta de los peces, encontró gran similitud en las tácticas empleadas para obtener alimento, los patrones sociales durante el forrajeo y la dieta general; a pesar de las diferencias taxonómicas entre las presas. La similitud en la estrategia de alimentación en algunas especies incluyó comportamiento, apariencia y estructura del aparato alimentario realizando la misma función en sus comunidades.

Las observaciones apoyan la idea que sugieren que las asociaciones de especies de ecosistemas diferentes sin relación alguna, tienen la habilidad para evolucionar hacia una organización estructural y funcional similar en respuesta a presiones ambientales similares, desarrollando nichos funcionalmente equivalentes (Whittaker & Levin, 1975; Pianka, 2000; Odum & Barrett, 2006). Sin embargo, en estudios realizados en escalas latitudinales amplias abarcando diferentes condiciones fisiográficas, se ha encontrado variabilidad en la conformación proporcional de los gremios, relacionada con las condiciones ambientales de los estuarios, incluyendo la entrada de agua dulce y la presencia de vegetación (Franco *et al.*, 2008b). Además de diferencias entre ambientes distintos (zonas de pastos marinos y playa arenosas) cada cual caracterizado por una asociación de peces típica con diferencias en composición de los taxones y atributos ecológicos (Nagelkerken & van der Velde, 2004).

Basados en las características fisiográficas de las zonas de estudio, podemos claramente separarlas en tres grupos: el primero grupo integrado por el Alto Golfo de California, que fue el área más disímil, y se caracteriza por una plataforma continental extensa (125 a 150 km), y somera (0 y 50 m de profundidad), alta evaporación y gran variabilidad en la salinidad y temperatura superficial (Álvarez & Gaitán, 1994; Brusca & Findley, 2005; Álvarez-Borrego, 2002, 2007). Con un ambiente marino templado-cálido durante el invierno, pero un ambiente marino tropical durante verano, que genera una rotación de especies tropicales y templadas (Brusca & Hendrickx, 2010).

El segundo grupo integrado por Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec, estos ecosistemas presentaron los mayores porcentajes de similitud en los análisis funcionales. Se caracterizan por una plataforma continental amplia, con

importantes sistemas lagunares y estuarios con amplias extensiones de manglares (De la Lanza Espino, 1991; Contreras-Espinosa, 1993; CONABIO, 2008). El tercer grupo está conformado por Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero, estos ecosistemas se distinguen por la presencia de una plataforma continental muy estrecha (de 5 a 25 km de amplitud en promedio), con gran heterogeneidad de hábitats incluyendo lagunas, estuarios y pequeños arrecifes rocosos y coralinos (Yáñez-Arancibia, 1978; Contreras-Espinosa, 1993; Álvarez & Gaitán, 1994). Esta diferenciación es importante, debido a que la heterogeneidad del hábitat incrementa la disponibilidad de nichos, la riqueza de especies y el número de grupos funcionales (Wootton, 1990; Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1997; Franco *et al.*, 2008a).

De la serie de atributos analizados en este estudio la relación de los peces con los sistemas estuarino-lagunares representa el atributo ecológico de mayor uso en análisis gremiales. De acuerdo con Castro-Aguirre *et al.* (1999), Günther (1880) fue el primero en clasificar a los peces desde el punto de vista ecológico como habitantes permanentes o temporales de las zonas estuarino-lagunares. Recientemente Elliott *et al.* (2007) propusieron una serie de clasificaciones en las que pretenden estandarizar gremios basados en el uso del hábitat, tipo de reproducción y tipo de alimentación. Sin embargo, su empleo en los sistemas estuarino-lagunares del Pacífico mexicano se ve limitado por la falta de conocimiento biológico de las especies; de muy pocas se conoce su relación biológica y ecológica con estos ambientes (e.g. *Sciades guatemalensis*: Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976), lo que dificulta realizar clasificaciones precisas y limita las comparaciones entre sistemas. Otra cuestión que complica la definición de uso de sistemas estuarinos es la versatilidad de las especies, por ejemplo, la lisa rayada (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) de distribución cosmopolita, funciona como catadroma en algunas regiones, migrante estuarina en otras y como marina en una tercer región (Elliott *et al.*, 2007).

En la clasificación empleada en este estudio, las especies que realizan su ciclo de vida en el ambiente marino fueron el gremio dominante con alrededor del 50 por ciento de las especies en cada ecosistema; mientras que aquellas que hacen uso de los estuarios con algún fin biológico representaron menos del 20%, cifra que puede estar subestimada, ya que se conoce, que al menos 280 especies entran en alguna etapa de su vida en estos sistemas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Esta asociación involucra principalmente funciones de alimentación, crecimiento, reproducción, protección y crianza de jóvenes (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980; Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil, 1988; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Elliott *et al.*, 2007). Estos sistemas además de ofrecer refugio contra depredadores, ofrecen una alta densidad y diversidad de presas no encontrados en áreas marinas (Blaber, 1997, 2000; Franco *et al.*, 2008b).

En regiones en que no son comunes los sistemas lagunares las especies de géneros que normalmente hacen uso de estos sistemas utilizan la plataforma continental somera como una alternativa de áreas de crianza (Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1997). Así la zona del Alto Golfo de California es empleado por especies como la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), el chano norteño (*Micropogonias megalops*) y la corvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), como área de desove, crianza y reproducción (Nava-Romo, 1994; Aragón-Noriega *et al.*, 2009; Paredes *et al.*, 2010).

Este componente asociado a sistemas estuarinos juega un papel muy importante en el balance y regulación energética como importadores o exportadores entre ecosistemas, debido a que transforman, conducen, intercambian y almacenan energía (Yáñez-Arancibia & Nugent, 1977; Castro-Aguirre *et al.*, 1994). Esta interacción tiene un efecto directo en la producción natural de la plataforma continental, Tapia-García (1997) registró los mayores valores de biomasa, densidad y riqueza de especies de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec frente a los sistemas lagunares, con 36 especies en común entre ambos sistemas. Varias de estas especies se encuentran en etapa adulta en zonas de mayor profundidad (Velasco & Wolff, 1999).

En lo que respecta a la distribución en la columna de agua y batimétrica, como era de esperarse, la comunidad íctica estuvo dominada por especies con afinidad a fondos blandos en los cinco ecosistemas, con rangos de distribución batimétrica amplios, que alcanzan o sobrepasan los 120 metros de profundidad; donde los sedimentos son más homogéneos (Pérez-Peña & Ríos-Jara, 1998). Lo anterior contrasta con lo reportado para el POT, ya que del total de especies de peces sólo el 19% (~228 spp.) se distribuyen por debajo de los 100 m (Robertson & Allen, 2002). Sin embargo, a pesar de los amplios rangos batimétricos en que se distribuyen las especies, se sabe que no tienen una distribución homogénea en toda el área. Por ejemplo *Porichthys margaritatus* (familia Batrachoididae) se

distribuye de los cinco a los 137 m, pero sus máximas abundancias se concentran entre los 60 a 80 m; mientras que *Syacium latifrons* (familia Paralichthyidae) se distribuye desde los 12 a 94 m, pero sus máximos de abundancias se encuentran entre los 20 a 40 m. Ambas especies dominan las capturas hasta en un 60% en esas profundidades en las costas de Jalisco y Colima (Mariscal-Romero *et al.*, 1998).

Los patrones de distribución batimétrica de las especies han sido relacionados con el acceso a recursos, principalmente tróficos (Thresher & Colin, 1986). Por lo cual, podemos suponer que la mayoría de las especies deben de tener sus máximos de abundancia en zonas someras (<80 m), donde la riqueza, densidad y biomasa de invertebrados es máxima (Gamboa-Contreras & Tapia-García, 1998; Godínez-Domínguez & González-Sansón, 1998; Hendrickx, 1992; Hendrickx *et al.*, 2002, 2007), y las concentraciones de oxígeno disuelto se mantienen por arriba de los 4.0 ml/l (Hendrickx, 2001). Adicionalmente se sabe que otras especies realizan movimientos temporales relacionados con las condiciones ambientales imperantes, de zonas profundas hacia áreas costeras protegidas (e.g. *Porichthys margaritatus*, *Diodon hystrix*) y viceversa (Godínez-Domínguez *et al.*, 2001; Mariscal-Romero & van der Heiden, 2006).

La mayor proporción de especies pelágico-neríticas de las costas de Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec está influenciado por la presencia de anchoas (familia Engraulidae), sardinas machete (familia Pristigasteridae) y sardinas (familia Clupeidae), cuyas especies incursionan o habitan de modo permanente en los estuarios y sistemas lagunares dominantes en estas costas (De la Lanza Espino, 1991; Contreras-Espinosa, 1993; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; CONABIO, 2008). Por el contrario, la mejor representatividad de especies demersales habitantes de fondos mixtos en Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero se explica simplemente por la mayor heterogeneidad de hábitats de las zonas (Yáñez-Arancibia, 1978; Contreras-Espinosa, 1993; Álvarez & Gaitán, 1994).

En lo que respecta al tipo de reproducción, las especies ovíparas que producen huevos pelágicos fueron dominantes en los cinco ecosistemas con aproximadamente el 70% de las especies. Un porcentaje elevado si consideramos que del total de especies conocidas en todo el POT, sólo el 56% se reproducen de esta manera (Robertson & Allen, 2002). Este tipo de reproducción también se ha encontrado como dominante en asociaciones de peces de estuarios Europeos

(Elliott & Dewailly, 1995; Pombo *et al.*, 2002; Franco *et al.*, 2008b). Un caso contrario se presentó con las especies ovíparas con huevos bentónicos y fase pelágica, este componente incluyó en promedio cerca del 5% de las especies de los cinco ecosistemas; mientras que en el POT aproximadamente el 30% de las especies tienen este tipo de reproducción (Robertson & Allen, 2002). Sin embargo, la mayoría de las especies de la región que pertenecen a este gremio reproductivo habitan sistemas arrecifales, representado principalmente por blénidos, labrisómidos, góbidos, y gobiesócidos (Thresher, 1984; Thomson & Gilligan, 2002).

Los desovadores pelágicos en general son el gremio dominante en el ambiente marino, tanto en riqueza de grupos taxonómicos como en abundancia (Larrañeta, 1996; Wootton, 1990; Jan, 2000). Balon (1989, 1990) sugiere que las tácticas de reproducción de los peces reflejan una secuencia filogenética, donde el estilo más basal serían los desovadores pelágicos, y los más derivados los portadores de huevos internos. De tal forma que cada estado evolutivo supone un ahorro de energía reproductiva, a costa de una prole poco numerosa y segura (estrategas *K*). Su clasificación de tipo etomorfológica se basa en características distintivas como: el tipo de cortejo, la conducta del desove, el tamaño y número de huevos, el cuidado parental, la densidad de vitelo y los caracteres ecomorfológicos de los embriones, larvas o juveniles.

Existen varias hipótesis que tratan de explicar el dominio de los desovadores pelágicos. De acuerdo con Johanes (1978) los huevos pelágicos tienen la ventaja de la dispersión hacia el océano por las corrientes, disminuyendo la probabilidad de depredación que es intensa en las aguas someras tropicales. Aunque existen varias especies pequeñas bien representadas en este estudio (familias Engraulidae y Clupeidae) con desoves pelágicos costeros (García-Cagide *et al.*, 1994). Barlow (1981) lo relaciona con la fecundidad, indica que los peces pequeños tienen menor fecundidad individual que los peces de talla grande; por lo tanto los desoves de huevos demersales les garantiza no tener pérdidas debido a la dispersión. Thresher (1984) por su parte propuso la hipótesis de la desventaja de la talla, sugiriendo que los peces pequeños pueden tener poca dificultad en encontrar sitios disponibles donde desovar y cuidar de los huevos. Mientras que para las especies de talla grande, el encontrar sitios disponibles para el desove es menos probable, por lo que se ven obligados a

tener desoves pelágicos. Jan (2000) por su parte indica que el factor principal es la limitación del sustrato, ya que en el ambiente marino no hay suficiente sustrato adecuado para todos los peces. Este autor sugiere que las especies de labridos (familia Labridae) de zonas tropicales tienen desoves pelágicos, mientras que las de zonas templadas, donde hay menos especies la mayoría tiene desoves demersales.

Como generalidad, los huevos de los peces que desovan en el fondo, tienen menos proporción de agua, más contenido calórico y son en general más grandes que los pelágicos, aunque menos numerosos. Con condiciones favorables la sobrevivencia hasta la eclosión puede ser total, algo que nunca sucede con los huevos pelágicos, que pueden ser llevados por las corrientes hacia lugares donde las condiciones ambientales no sean favorables (Larrañeta, 1996; Robertson & Allen, 2002; Grown, 2004). Los huevos demersales también tienen menos riesgo de depredación, pero las condiciones de baja oxigenación en el fondo y la presencia de una cubierta gruesa en condiciones de alta densidad pueden ocasionar una muerte por asfixia (Larrañeta, 1996).

Por otro lado, las especies ovíparas con huevos pelágicos producen gran cantidad de huevos con cantidad limitada de vitelo que son dispersados por las olas, vientos y corrientes, y que da origen a una larva con nutrición exógena (Balon, 1990). Los huevos y las larvas permanecen en la superficie oceánica por encima de la termoclina, donde se encuentra la fuente principal de productividad marina, y donde a su vez son vulnerables al zooplancton gelatinoso, a los invertebrados cazadores y a los peces filtradores (Larrañeta, 1996). Además de las condiciones ambientales de gran variabilidad que en muchas regiones costeras pueden ser limitantes para la reproducción (García-Cagide *et al.*, 1994).

Ante esta situación algunas especies presentan desoves seriales para evitar perder la total de la progenie. Las especies que presentan desoves seriales generalmente producen pocos huevos, múltiples veces, sobre varios meses del año en un amplio rango de condiciones ambientales. Mientras que las especies con desoves simples (más común en zonas templadas) producen cientos de miles de huevos, sometidos a condiciones climáticas muy severas, y el reclutamiento libera un porcentaje pequeño de sobrevivientes (García-Cagide *et al.*, 1994; Grown, 2004).

Para los peces óseos un periodo de vida larval planctónica prolongado favorece una dispersión amplia de muchas especies (Leis & McCormick, 2002; Robertson & Allen, 2002). En contraste, para los peces cartilagosos donde no existe el estadio larval pelágico, la capacidad de dispersión es favorecida por el tamaño y la gran movilidad de los adultos (Macpherson *et al.*, 2009).

En el Alto Golfo de California las especies vivíparas y ovíparas con huevos bentónicos, sin fase pelágica estuvieron mejor representadas (19% y 5%), debido principalmente a la presencia de elasmobranquios. Las especies ovíparas con gestación oral y las con gestación en bolsa ventral vascularizada estuvieron pobremente representadas en todos los ecosistemas. El primer grupo estuvo conformado por especies de las familias Apogonidae, Opistognathidae y Ariidae. Este tipo de reproducción se ejemplifica en el bagre cuatete (*Sciades guatemalensis*); esta especie presentan dimorfismo sexual, producen huevos grandes con abundante vitelo, fertilizados externamente e incubados en la cavidad oral de los machos; hasta que los peces jóvenes han absorbido completamente la bolsa del vitelo (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976).

El segundo grupo sólo estuvo representado por el caballito del Pacífico, *Hippocampus ingens* (familia Syngnathidae); en esta especie la hembra deposita los huevos en el vientre del macho, en una bolsa vascularizada; donde permanecen hasta la eclosión. La especie libera más de 1500 jóvenes de aproximadamente 0.7 cm (Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006). Esta especie es la única representante del género en el POT, se distribuye desde Punta Concepción (California) a Chile, incluyendo el Golfo de California; en profundidades de 1 a 107 m (Love *et al.*, 2005). Habita en bancos de vegetación, corales blandos en arrecifes, objetos flotantes y fondos blandos donde es capturado por las redes camaroneras (van der Heiden, 1985; Robertson & Allen, 2002). El cuidado parental es una estrategia de crianza que asegura la protección de los jóvenes y garantiza altas tasas de sobrevivencia (Growth, 2004).

En lo que respecta al nivel trófico los cinco ecosistemas presentaron una organización similar, con mayor número de especies en los niveles intermedios (3-3.49 y 3.5-3.99). Froese *et al.* (2001) encontraron patrones de organización similares en nivel trófico en un análisis de la comunidad íctica de cinco ecosistemas marinos con diferente riqueza de especies [el Mar Báltico, el Mar Negro (pobres en especies), el Mar del Norte (riqueza moderada), el Caribe y el

Sur de China (ricos en especies)]. En la comunidad ícticas de estuarios de la costa occidental de los Estados Unidos, Yoklavich *et al.* (1991) comentan que, aunque la composición de especies puede variar latitudinalmente, la dominancia numérica está conformada por miembros juveniles de nivel trófico similar.

La única zona que presentó mayor contraste fue el Alto Golfo de California, con mayor riqueza de especies de niveles tróficos altos y por ende de tallas grandes, y menor proporción de teleósteos pequeños. Ambos indicadores tienen una relación directa ya que generalmente los peces de niveles tróficos bajos tienden a ser cada vez más pequeños y viceversa (Froese *et al.*, 2001). Por lo tanto los niveles tróficos altos del Alto Golfo de California fueron generados por la mayor riqueza de elasmobranquios (Hastings & Findley, 2007). Mientras que las bajas proporciones en los niveles inferiores pueden corresponder a la disminución latitudinal identificado en peces adaptados a consumir alimentos de bajo contenido energético (Ferrerira *et al.*, 2004; Floeter *et al.*, 2004, 2005). Las especies adaptadas a consumir fuentes de alimento de energía baja como algas, pastos marinos, esponjas, detritos y nidarios, son más comunes en las zonas tropicales, y principalmente en sistemas arrecifales (Hobson, 1994; Floeter *et al.*, 2005). Esto puede estar asociado a las temperaturas altas que facilitan los procesos digestivos del alimento bajo en calorías (Ebeling & Hixon, 1991).

Por otro lado, existen registros de varias especies de peces categorizadas como muy abundantes en las capturas de la pesquería industrial de camarón en el Golfo de California de hace más de cuatro décadas (Berdegue, 1956; Castro-Aguirre *et al.*, 1970). Este componente incluye elasmobranquios (*Heterodontus francisci*, *Mustelus californicus*, *M. lunulatus*, *Carcharhinus porosus*, *Sphyrna tiburo*, *Squatina californica*, *Rhizoprionodon longurio*, *Rhinobatos glaucostigma*, *R. leucorhynchus*, *Narcine entemedor*, *Dasyatis dipterura*, *Gymnura marmorata*, y *Urotrygon munda*) y teleósteos (*Synodus scituliceps*, *Porichthys analis*, *Sciades guatemalensis*, *Occidentarius platypogon*, *Polydactylus approximans*, *P. opercularis*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *Orthopristis reddingi*, *O. chalceus*, *Pomadasy panamensis*, *Haemulopsis leuciscus*, *Micropogonias altipinnis*, *Isopisthus remifer*, *Cynoscion reticulatus*, *Calamus brachysomus*, *Chaetodipterus zonatus*, *Lepophidium prorates*, *Scomberomorus sierra*, *S. concolor*, *Peprilus medius*, *Prionotus horrens*, *Etropus crossotus*, *Paralichthys californicus*, *Xystreurys liolepis*, *Pleuronichthys guttulatus*, *Achirus mazatlanus*, y *Balistes*

polylepis). De varias de estas especies no existen registros actuales en la fauna acompañante del camarón o su abundancia es extremadamente baja, principalmente para el grupo de elasmobranquios (Acevedo-Cervantes *et al.*, 2009; López-Martínez *et al.*, 2010; Nieto-Navarro, 2010). Si bien esta información es sólo cuantitativa puede ser un indicador de una posible disminución en el nivel trófico promedio del ecosistema o servir como advertencia antes de que se presente alguna extirpación, como ha sucedido en mares Europeos (*Raja batis*: Brander, 1981; *Raja laevis*: Casey & Myers, 1998).

En lo que respecta a las preferencias tróficas las especies que se alimentan tanto de invertebrados bentónicos como de peces, y las que se alimentan sólo de invertebrados fueron los grupos dominantes en los cinco ecosistemas. Resultados similares han sido encontrados en asociaciones de peces de estuarios templados en Europa (Elliott & Dewailly, 1995; Mathieson *et al.*, 2000; Pombo *et al.*, 2002; Malavasi *et al.*, 2004) y tropicales en el Caribe (Nagelkerken & van der Velde, 2004) con mayor representatividad de estos componentes tanto en riqueza como en abundancia.

Los mecanismos específicos de utilización de sus recursos desarrollados en cada ecosistema dependen de la base alimentaria (Sierra *et al.*, 1994). Por lo que el dominio de estos gremios puede ser un reflejo de la gran diversidad de macroinvertebrados de los ecosistemas estudiados [4900 especies en todo el Golfo de California (Brusca & Hendrickx, 2010), 170 especies en Jalisco-Colima (Godínez-Domínguez & González-Sansón, 1999), 239 especies en el Golfo de Tehuantepec (Gamboa-Contreras & Tapia-García, 1998)].

Por otro lado, algunos autores (Mathieson *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2008) reconocen la necesidad de formar gremios tróficos más específicos y explicativos, como comedores de microcrustáceos (carcinófagos), comedores de poliquetos (poliquetófagos), comedores de moluscos (malacófagos), entre otros. Esta clasificación además de indicar de forma más precisa el recurso sobre el cual depreda determinada especie, también proporciona información indirecta de la dimensión y tamaño de la boca del pez (Hernández *et al.*, 2008). Sin embargo, una clasificación de este tipo requiere de conocimiento específico del espectro trófico de las especies, y dado que para la gran mayoría no existe la información el trabajo quedó acotado en gremios más generales.

Otra condición importante en la conformación de los grupos funcionales es la asignación de los diferentes estadios ontogénicos de las especies en grupos distintos de acuerdo con la función de la especie en esa etapa de desarrollo (Mathieson *et al.*, 2000). Con el aumento de talla los peces incrementan su capacidad de consumir presas mayores, pudiendo sustituir presas de menor contenido energético, como invertebrados, por otros de mayor, como los peces (Sierra *et al.*, 1994). Lo que aumenta su nivel trófico, por ejemplo individuos de *Zeus faber* (familia Zeidae) de menos de 10 cm tienen un nivel trófico de 3.67, mientras que individuos de más de 14 cm de 4.50 (Stergiou & Karpouzi, 2002).

El Alto Golfo de California fue el único ecosistema en donde se encontró dominio de especies con bocas de tipo ventral, propias de especies deprimidas como rayas y tiburones, además en esta misma zona hay ausencia de especies con bocas tubulares, que corresponde a especies con tipos de alimentación más especializada y comunes en zonas tropicales (Nikolsky, 1963; Hiatt, 1979). Las especies con cuerpo tipo Anguilliformes contribuyeron de forma importante únicamente en Jalisco-Colima y Michoacán-Guerrero, la morfología de estas especies les permite nadar a través del lecho oceánico y cavar en fondos blandos (Dumay *et al.*, 2004). Características como la posición, tamaño y forma de la boca, además de la capacidad visual, determinan en buena medida los hábitos alimenticios de los peces (Wootton, 1990; Gerking, 1994).

La alta abundancia de planctívoros (e.g. familias: Clupeidae y Engraulidae) en Sinaloa-Nayarit y el Golfo de Tehuantepec, puede estar relacionada con el aporte de material orgánico proveniente de sistemas estuarinos y lagunares hacia la plataforma continental que generan condiciones de alta productividad y mayor abundancia de de zooplancton (Tapia-García, 1997; Whitfield, 1998). Este componente se caracteriza por la presencia de una aleta caudal profundamente furcada que incrementan la velocidad de nado, lo cual les permite mantenerse sobre las corrientes mientras se alimentan y huir rápidamente en presencia de depredadores (Hobson, 1994). Mientras que la ausencia de especies herbívoras indudablemente está relacionada con la falta de macroalgas en estos sistemas, las cuales se ven limitadas por la penetración de la luz y la naturaleza del sustrato (Díaz-Piferrer, 1972).

Grupos funcionales

Los atributos ecológicos y los caracteres morfológicos usados en este estudio han sido los de mayor empleo en estudios realizados en otras partes del mundo (Elliott & Dewailly, 1995; Mathieson *et al.*, 2000; Lobry *et al.*, 2003; Malavasi *et al.*, 2004; Franco *et al.*, 2008b). Algunos autores también han empleado el periodo de actividad, tipo de huevo, la longitud y altura de la aleta pectoral, entre otros atributos más (Dumay *et al.*, 2004; Nagelkerken y Van der Velde, 2004; Álvarez-Filip & Reyes-Bonilla, 2006). Sin embargo, la existencia de especies con diferentes historias evolutivas y requerimientos, dificulta determinar procedimientos estándar para definir gremios y grupos funcionales (Root, 2001). A la fecha no existen estudios que permitan identificar los atributos funcionales más relevantes en la función de los peces en el ecosistema. Lo que afecta comparaciones directas entre estudios, además de que en la mayoría de los trabajos sólo describen las proporciones de los atributos en sus comparaciones, sin conformar grupos funcionales (e.g. Elliott & Dewailly, 1995; Mathieson *et al.*, 2000; Franco *et al.*, 2008b).

En general los atributos ecológicos tuvieron mayor peso en la conformación de los grupos funcionales que los caracteres morfológicos; ya que se encontraron dentro del mismo grupo especies con diferente forma de cuerpo, tipo de boca y aleta caudal; mientras que especies de gremios tróficos y reproductivos diferentes no se mezclaron. Dentro de los atributos ecológicos el uso de sistemas estuarinos tuvo poco aporte en la discriminación de los grupos; no obstante como se comentó anteriormente, en el caso del uso de sistemas estuarinos influye la falta de claridad en relación a la dependencia de las especies sobre estos sistemas costeros.

La información disponible nos permitió definir 44 grupos funcionales con porcentajes de similitud intragrupal y riqueza de especies variables. Debido a que no se empleó ningún indicador cuantitativo (abundancia o biomasa) en los análisis de agrupación, es importante considerar que los grupos funcionales con muchas especies pueden contener poca abundancia de sus integrantes, mientras que los integrados por pocas especies puede tener abundancias altas (Halpern & Floeter, 2008).

El Alto Golfo de California fue el ecosistema con menor número de grupos funcionales (27) y menor redundancia dentro de cada grupo (2.7 especies en

promedio por grupo funcional), en Michoacán-Guerrero se encontró la mayor riqueza de grupos funcionales (41) y en el Golfo de Tehuantepec la mayor redundancia intragrupal (4.4 especies en promedio por grupo funcional). Es importante considerar que la función realizada por una especie en un ecosistema puede tener su equivalente en otro ecosistema similar, pero en otros ecosistemas su función puede estar repartida entre varias especies o incluida como parte de las funciones de otra especie (Smith & Smith, 2001). Por lo tanto, en algunos ecosistemas se pueden identificar nichos aparentemente vacíos y en otros algunas especies peculiares con funciones específicas (Pianka, 2000; Futuyma, 2006).

El Alto Golfo de California obtuvo los valores más altos de los indicadores de diversidad taxonómica, y algunos autores exponen que comunidades compuestas por especies poco relacionadas taxonómicamente, tienen una similitud ecológica baja y un nivel de complejidad mayor (Sosa-López *et al.*, 2005). Sin embargo, la riqueza de grupos funcionales en los ecosistemas no muestra alguna tendencia latitudinal clara, tampoco se aprecia ninguna relación entre la riqueza específica con el número de grupos funcionales general o aquellos monoespecíficos.

La presencia de grupos funcionales monoespecíficos puede deberse a varios factores, incluyendo el endemismo de la especie. Aunque en este estudio todas estas especies (*Mugil curema*, *Chaetodon humeralis*, *Parapsettus panamensis*, *Mobula munkiana*, *Muraena argus*, *Hippocampus ingens*, *Pronotogrammus eos* y *Nebris occidentalis*) presentan rangos de distribución amplios (Love *et al.*, 2005; Robertson & Allen, 2008). Otro factor puede ser su presencia temporal en este ambiente con algún fin biológico, no obstante se desconoce el ciclo de vida de la mayoría de estas especies. Como ejemplo, en el caso de lutjánidos, hemúlidos y esciéndidos se sabe que los cardúmenes de muchas especies de estos grupos descansan en sistemas arrecifales durante el día y se dispersan para alimentarse durante la noche a menudo después de migrar distancias considerables (Hobson, 1965, 1968). En el caso de las especies del género *Scomberomorus* se ha identificado que permanecen la mayor parte de su ciclo de vida en aguas profundas (80 m), y anualmente se acercan a desovar en las aguas someras durante la época de lluvias, justo cuando la plataforma

continental interna comienza a ser más productiva (Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1997).

Las diferencias en condiciones ambientales entre los ecosistemas pueden también limitar aquellas especies menos tolerantes, o aquellas con requerimientos de hábitat específicos; ya que un hábitat homogéneo alberga una cantidad de especies menor, a causa de la poca variedad de los refugios que ofrece (Claro *et al.*, 1990). Mientras que hábitats heterogéneos con una diversidad de recursos alta favorece una diversidad taxonómica mayor, debido a que genera la coexistencia de especies con poca relación y con requerimientos ecológicos diferentes (Ramos-Miranda *et al.*, 2005; Sosa-López *et al.*, 2005). En este caso las costas de Michoacán-Guerrero de características fisiográficas heterogéneas favorecieron la presencia de mayor un número de grupos funcionales, no así de valores altos de los indicadores de diversidad taxonómica, que correspondieron al Alto Golfo de California que posee una ictiofauna integrada por especies de distintas afinidades (Walker, 1960; Castro-Aguirre *et al.*, 1995; Hastings *et al.*, 2010).

También la naturaleza rara de algunas de estas especies y las diferencias en el esfuerzo de muestreo pueden explicar estos registros. Esto último también podría estar ocurriendo en el Alto Golfo de California; ya que Hastings y Findley (2007) en su lista sistemática de la ictiofauna de esta zona presentan registros de representantes de cuatro grupos funcionales no registrados en este estudio [Grupos funcionales 15 (*Trachinotus paitensis*), 37 (*Hippocampus ingens*), 40 (*Apogon retrosella*) y 43 (*Opisthonema libertate*, *Chloroscombrus orqueta* y *Selar crumenophthalmus*)].

A pesar de que los análisis de grupos funcionales están explícitamente enfocados a clasificar especies con base en el uso de recursos y su papel funcional en el ecosistema, sin tomar en consideración relaciones taxonómicas, las especies de los mismos géneros se agruparon en los mismos grupos funcionales. Una clasificación de grupos funcionales basada en dieta, distribución vertical y estrategia de captura realizada por Dumay *et al.* (2004) sobre los peces de cuatro lagunas costeras del sur de Francia mostró una tendencia similar, con las especies del mismo género formando parte del mismo grupo funcional. Adicionalmente, en un clasificación de gremios reproductivos de peces dulceacuícolas realizada por Gromns (2004) en el suroeste de Australia, a través

de un análisis numérico de 13 características de historia de vida y reproducción (tamaño de huevos, tiempo de incubación, cuidado parental, etc.). Encontró cinco gremios y las especies de la misma familia en su mayoría fueron clasificadas juntas, reflejando la fuerte influencia de la filogenia en las características de su historia de vida.

Myers (1993) sugiere que el nivel taxonómico de familia generalmente está integrado por una asociación de especies con requerimientos ecológicos similares y estrategias de forrajeo, lo que denomina “gremio taxonómico”. Este criterio, suele ser utilizado erróneamente en modelos de ecosistemas como “Ecopath” (Polovina, 1984). En este sentido, es importante evaluar la diversidad genérica dentro de cada familia. Familias diversas como la Scianidae en el Golfo de California está representada por la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) que alcanza una longitud total superior a los 2 metros, y corvinillas (e.g. *Stellifer walkerii*) que no pasan los 17 cm. Asimismo en los carángidos el pámpano de hebra (*Alectis ciliaris*) de 150 cm y la horqueta del Pacífico (*Chloroscombrus orqueta*) de 31 cm. En serránidos el mero guasa (*Epinephelus quinquefasciatus*) de 250 cm, y el serrano ardilla (*Diplectrum sciurus*) de 17 cm. Incluyendo especies de gremios y niveles tróficos diferentes.

En la conformación de los grupos funcionales encontramos una separación entre teleósteos y elasmobranquios, generada principalmente por la talla y el tipo de reproducción. También sobresalieron 11 grupos funcionales integrados por 10 o más especies, incluyendo tres grupos con más de veinte especies (grupos funcionales N. 25: 22 spp., N. 32: 26 spp. y N. 35: 27 spp.). Los antecedentes indican que dentro de los gremios y grupos funcionales, dada las similitudes en requerimientos ecológicos, las interacciones competitivas interespecíficas son más intensas (Root, 1967; López de Casenave, 2001; Dumay *et al.*, 2004; Zahorcsak *et al.*, 2006). Pianka (1980) incluso los caracterizó como arenas de intensa competencia interespecífica, con fuertes interacciones dentro de los grupos pero débil interacciones con el resto de su comunidad. Sin embargo, hay estudios que avalan que las especies simpátricas explotan los recursos dentro del nicho multidimensional de diferentes maneras (Fig. 44), con preferencia por determinadas porciones de la oferta de alimento, diferencias en la ocupación espacial y distintos períodos de actividad, que facilitan la coexistencia (Schoener, 1974). López de Casenave (2001) indica que las especies se agrupan en el

espacio del nicho para minimizar la competencia difusa, ya que es más eficiente competir con unas pocas especies convergentes que enfrentar la competencia con un número mayor de especies. Por otro lado, en ambientes tropicales los efectos de la competencia dentro de los grupos funcionales se minimizan por la disponibilidad de recursos y por la plasticidad de las estrategias de comportamiento adoptadas por cada especie, evitando los encuentros agonísticos (Silvestre *et al.*, 2003).

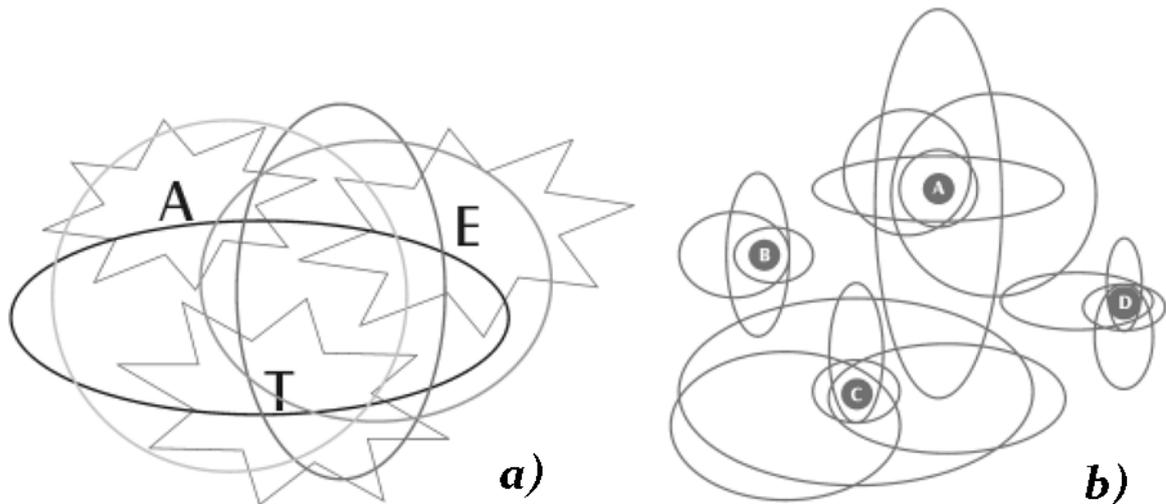


Figura 44. a) Representación de la utilización de recursos por parte de diferentes especies pertenecientes al mismo grupo funcional, se muestra la preferencia por determinadas porciones de la oferta de alimento (A), de la ocupación espacial (E) y del periodo o época de actividad (T), b) Proyecciones de las relaciones entre los componentes de 4 grupos funcionales hipotéticos A, B, C, D, cada cual compuesta por un número variable de especies (amplitud de grupo funcional), como diferentes dimensiones de nicho multidimensional, se muestra la sobreposición de la utilización de determinados recursos entre especies pertenecientes a gremios distintos (Tomado de Silvestre *et al.*, 2003).

Varios estudios realizados sobre aspectos ecológicos de peces, han demostrado un reparto efectivo de recursos entre especies. Por ejemplo, Schmitter-Soto (1992) evaluó algunos aspectos ecológicos de las vacas (familia Triglidae) *Bellator gymnostethus*, *B. loxias*, *B. xenisma*, *Prionotus albirostris*, *P. ruscarius* y *P. stephanophrys* de la costa occidental de Baja California Sur, encontrando que el reparto de recursos entre las especies se basa en la dieta, horario de alimentación, batimetría, tipo de sedimento y temperatura. Cruz-Escalona *et al.* (2000) en una evaluación del espectro trófico de tres especies de peces dominantes (*Occidentarius platypogon*, *Cynoscion parvipinnis* y *Menticirrhus undulatus*) en una laguna costera de Baja California Sur, encontraron que cada predador tiene una preferencia por presas específicas y que la

coexistencia es favorecida por segregación espacial y disponibilidad de alimento. Aguilar-Palomino y González-Sansón (2010) evaluaron la dieta de cuatro especies del género *Diplectrum* (*D. eumelum*, *D. euryplectrum*, *D. labarum* y *D. rostrum*) de las costas de Jalisco y Colima, encontraron que las categorías alimentarias dominantes en la dieta coinciden con los grupos que conforman la mayoría de la comunidad de invertebrados (jaibas, cangrejos, camarones y estomatópodos) presentes en la zona. Con una superposición no significativa que indica que no existe una competencia fuerte por los recursos. Incluso en el Mar Mediterráneo se ha reportado que algunas especies presentan cierta preferencia por determinados componentes minerales del sustrato. Una evaluación de la distribución espacial y por tallas de dos especies pequeñas del género *Serranus*, que habitan arrecifes rocosos constituidos por diferentes tipos de minerales (granito y carbonato). Reflejo que a pesar de que ambas especies presentan patrones homogéneos de distribución, una especie, *S. scriba* fue significativamente más abundante en rocas de granito con mayor frecuencia y representada por ejemplares de mayor talla que en rocas de carbonatos, donde *S. cabrilla* presenta patrones opuestos (Guidetti & Cattaneo-Vietti, 2002).

Por otro lado, tradicionalmente en los estudios de ecología de comunidades ha dominado la creencia de que una mayor diversidad de especies conlleva a una mayor estabilidad del ecosistema -diversidad-estabilidad- (MacArthur, 1955; Elton, 1958). Asignando mayor importancia a las áreas o regiones de mayor riqueza específica; la cual es relativamente fácil de evaluar (Magurran, 2004), a diferencia de la diversidad funcional de las especies, que es sumamente compleja (Petchey & Gaston, 2002; Hooper *et al.*, 2005). Sin embargo, estudios recientes han señalado que los procesos clave de los ecosistemas dependen de la diversidad funcional, más que de la diversidad de especies. Esta teoría nació en ecología vegetal, campo donde se han desarrollado más del 90% de los estudios, y generado cerca de 50 hipótesis que tratan de explicar esta relación (Naeem *et al.*, 2002; Naeem & Wright, 2003). Estas hipótesis fueron agrupadas por Naeem *et al.* (2002) en tres clases de acuerdo a como se modifica la relación al quitar o agregar especies: La *Redundante*, que implica que las especies son parcialmente sustituibles; la *Singular*, indica que las especies hacen contribuciones únicas al funcionamiento del ecosistema; y la *Idiosincrática*, basada en que las especies

hacen diferentes contribuciones al ecosistema dependiendo de factores extrínsecos e intrínsecos.

En relación a la primera hipótesis, se menciona que grupos funcionales altamente diversos, incrementan la redundancia funcional y contribuyen a la resiliencia del ecosistema; ya que aumenta la probabilidad de que al menos una especie sobreviva ante posibles perturbaciones (Walker, 1992, 1995; Naeem, 1998, 2002; Loreau *et al.*, 2001; Rosenfeld, 2002; Hooper *et al.*, 2005). Un caso que clarifica esta hipótesis se presentó en el Golfo de Batabanó, Cuba donde las poblaciones de la biajaiba (*Lutjanus synagris*) a causa de la sobreexplotación, fueron disminuidas en el ecosistema y sustituidas por varias especies de roncós (*Haemulon plumieri*, *H. aurolineatum*, y *H. sciurus*), que compiten con ellas por el espacio y el alimento, especialmente en la etapa juvenil. Esto fue demostrado claramente en los cambios ocurridos en la composición de las capturas y en la estructura de las comunidades (Claro *et al.*, 1990). En otro caso, Palacios-Sánchez *et al.* (2010) en el Sureste del Golfo de México analizaron los cambios producidos por el huracán Isidoro en la repartición de recursos tróficos de tres especies de botetes [*Sphoeroides nephelus*, *S. testudineus* (comunes) y *S. spengleri* (rara)] similares en sus patrones de conducta, hábitos alimenticios y morfología (cuerpo, boca). Encontraron que previo al impacto del huracán, las tres especies utilizaron de forma diferencial los recursos tróficos disponibles (bivalvos, gasterópodos, cirrípedos y decápodos); posterior al impacto, disminuyó de manera considerable la disponibilidad de presas y la densidad de los depredadores. *S. nephelus* y *S. testudineus* cambiaron su espectro trófico (xifosuros, anfípodos, isópodos y detritus) mientras que *S. spengleri* ya no fue registrada en el ecosistema.

Un ejemplo de la hipótesis *Idiosincrática*, se encuentra en el trabajo de Bellwood *et al.* (2006), estos autores realizaron un estudio experimental en la Gran barrera de arrecife de coral, induciendo la reversión de la dominancia de macroalgas en los arrecifes coralinos a través de la función de los peces herbívoros. Sorprendentemente, la reversión de la fase de cambio a través de la remoción directa de macroalgas no fue provocada por los peces herbívoros más comunes de los arrecifes (familias Scaridae y Acanthuridae), sino, por el pez murciélago, *Platax pinnatus* (familia Ephippidae), el cual previamente se tenía catalogado como zoobentívoro. El pez murciélago es relativamente raro en la

Gran barrera de arrecife (1.6 ind/ha), pero tiene la capacidad de remover 12 750 kg de macroalgas al año.

Las asociaciones de peces registradas en este estudio se ajustan parcialmente a las tres hipótesis definidas por Naeem *et al.* (2002). La redundante: se presenta en los grupos densos en especies propios de zonas tropicales (e.g. grupos funcionales 32 y 35); la singular, en los grupos formados por una sola especie de características propias (e.g. grupo funcional 32: *Hippocampus ingens*); y la idiosincrática: en aquellas especies que forman parte de un grupo redundante en un ecosistema, pero que en otro es la única representante del grupo (e.g. grupo funcional 39 y 42).

La conformación de los grupos funcionales obtenida en este estudio, debe ser considerada como preliminar y sujeta a modificaciones, conforme se realicen estudios con listados más completos, considerando datos de abundancia, biomasa y de dietas más específicas de las especies. También es relevante dentro de cada grupo funcional discriminar entre especies residentes permanentes, residentes temporales (estacional regular o inter-anual regular) y especies transitorias; ya que las especies permanentes y temporales pueden tener una contribución determinista para la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Myers, 1997). La determinación de la permanencia de las especies en los ecosistemas, es principalmente importante para las especies de los grupos monoespecíficos, ya que pueden estar representados por especies transitorias poco abundantes, con preferencia por otros tipos de ambientes (sistemas arrecifales, lagunas, etc.), y en tales casos no requerirían de ningún tipo de protección especial en este ambiente.

Finalmente, la importancia de la pesquería de camarón del Pacífico mexicano, tanto en divisas (132 millones de dólares por temporada) como en empleos (más de 30 000 empleos directos e indirectos) es indiscutible (López-Martínez *et al.*, 2001; Lluch-Cota *et al.*, 2007). Sin embargo, dentro de las maniobras de esta pesquería se ha calculado que existen descartes de alrededor de 135 000 toneladas de peces por temporada de pesca en el Golfo de California y 118 324 en el Golfo de Tehuantepec (van der Heiden, 1985; Tapia-García & García-Abad, 1998). Esta situación pone de manifiesto la necesidad evaluar de manera continua la estructura funcional de las comunidades de peces a través de la conformación de grupos funcionales, este enfoque es ampliamente

recomendable, dado los esfuerzos actuales por identificar los procesos clave de los ecosistemas. Los grupos funcionales permiten identificar los grupos monoespecíficos o con pocas especies, prioritarias respecto a la conservación, debido a que sus funciones podrían ser rápidamente pérdidas con las extirpaciones o extinciones de especies; además facilitan estudios comparativos entre comunidades al simplificar la complejidad de los ecosistemas (Walker, 1992). Esto bajo el supuesto de que no sólo la preservación de especies es necesaria, sino la conservación de las funciones del ecosistema.

CONCLUSIONES

La composición de especies de peces asociados a la pesca de camarón en el Pacífico mexicano es diversa (73 familias, 161 géneros y 306 especies), un porcentaje alto de las especies presentan rangos amplios de distribución (30.2% de las especies de la Provincia de Cortés a la P. Panámica; 21.3% de la Provincia de San Diego a la P. Panámica), sin embargo, cada ecosistema está estructurado por una asociación de especies característica. La distribución amplia de las especies aparentemente se ven favorecidos por el dominio del tipo de reproducción ovípara con huevos pelágicos y las características fisiográficas (e.g. línea costera simple y recta) y oceanográficas (e.g. corrientes) de la región.

La riqueza de especies (a diferentes niveles taxonómicos) presenta una pronunciada disminución del Alto Golfo de California de características templado-cálidas al Golfo de Tehuantepec de condiciones tropicales, mientras que los indicadores de diversidad taxonómica (H' y Λ^+), presentan una tendencia contraria. Indicando redundancia taxonómica en las zonas tropicales y mayor heterogeneidad taxonómica en el Alto Golfo, a pesar de la menor riqueza de especies. Lo anterior se explica por las condiciones ambientales imperantes y procesos de aislamiento generados durante la formación del Golfo de California.

Los atributos ecológicos y los caracteres morfológicos analizados, indicaron similitud en la estructura funcional de las asociaciones de peces demersales de los cinco ecosistemas, a pesar de diferencias considerables en riqueza y composición taxonómica.

La ictiofauna asociada a la pesca de camarón de los ecosistemas analizados está conformada por 44 grupos funcionales, ocho grupos estuvieron representados por una sola especie, las cuales poseen atributos ecológicos y caracteres morfológicos singulares no compartidos con el resto de la ictiofauna. Mientras que 11 grupos fueron altamente redundantes conformados por 10 o más especies. En un contexto global se encontraron propiedades de las tres hipótesis de diversidad funcional de mayor aceptación (Naeem *et al.*, 2002). La redundante: se observa en los grupos de zonas tropicales densos en especies; la singular: en los grupos monoespecíficos; y la idiosincrática: en aquellas especies que forman parte de un

grupo redundante en un ecosistema, pero que en otro son la única representante del grupo.

El Alto Golfo de California fue el ecosistema con menor número de grupos funcionales (27) y menor redundancia (2.7 especies en promedio por grupo funcional), probablemente debido a la gran variabilidad en las condiciones ambientales y la poca diversidad de hábitats; en contraste en Michoacán-Guerrero de características fisiográficas heterogéneas se encontró la mayor riqueza de grupos funcionales (41).

En general los atributos ecológicos tuvieron mayor peso en la conformación de los grupos funcionales, que los caracteres morfológicos; ya que algunos grupos incluían especies con diferente forma de cuerpo, tipo de boca y aleta caudal; mientras que especies de gremios tróficos y reproductivos diferentes no se mezclaron. Sólo aquellos atributos ecológicos difíciles de limitar (e.g. uso de sistemas estuarinos) tuvieron poco aporte en la discriminación de los grupos.

LITERATURA CITADA

Aburto-Oropeza O., B. Erisman, V. Valdez-Ornelas, G. Danemann, E. Torreblanca-Ramírez, J. Silva-Ramírez, & G. Ortuño-Manzanarez. 2008. Serránidos de Importancia Comercial del Golfo de California: Ecología, Pesquerías y Conservación. *Ciencia y Conservación*, (1):1-23.

Aburto-Oropeza, O. & E.F. Balart. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky ref. in the Gulf of California. *Marine Ecology*. 22(4): 283-305.

Acal, D.E. & Arias, A. 1990. Evaluación de los recursos demerso-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 163: 93-129.

Acevedo-Cervantes, A., J. López-Martínez., E. Herrera-Valdivia, & J. Rodríguez-Romero. 2009. Análisis de la abundancia, dominancia y diversidad de la comunidad de peces demersales de profundidad de 90 a 540 metros en el Golfo de California, México. *Interciencia*, 34(9): 660-665.

Aguilar-Palomino, B, & G. González-Sansón. 2010. Composición y superposición de dietas en cuatro especies de *Diplectrum* (Perciformes: Serranidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4): 1189-1198.

Aguilar-Palomino, B., J. Mariscal-Romero., González-Sansón, G., & L. E. Rodríguez-Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas*, 224: 469-481.

Allen, A.P. & J.F. Gillooly. 2006. Assessing latitudinal gradients in speciation rates and biodiversity at the global scale. *Ecology Letters*, 9: 947-954.

Allen, A.P., J.F. Gillooly., V.M. Savage & J.H. Brown. 2006. Kinetic effects of temperature on rates of genetic divergence and speciation. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 103: 9130-9135.

Allen, M.J. & G.B. Smith. 1988. Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and Northeastern Pacific. *NOAA Technical Report, NMFS* 66:1-151.

Álvarez, A.D.A. & J. M. Gaitán. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: geología. (13-74), En: De la Lanza-Espino, G. & C. Cáceres-Martínez (eds.). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 525 p.

Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. In B.H. Ketchum (ed.), *Ecosystems of the World*, 26: Estuaries and Enclosed Seas, pp. 427-449. Elsevier, New York.

Álvarez-Borrego, S. 2002. Physical oceanography, 41-59. En: Case T. J., M. L. Cody & L. Ezcurra. *Island Biogeography of the Gulf of California*. Oxford University Press. 669 p.

Alvarez-Borrego, S. 2007. Flujos de carbono en los golfos de California y México. En: Hernández-de la Torre, B, & G. Gaxiola-Castro. (eds.), *Carbono en ecosistemas marinos de México*. INE, Semarnat, CICESE, México. Pp. 337-353.

Alvarez-Borrego, S. 2010. Physical, chemical, and biological oceanography of the Gulf of California. Pp: 24-48. In: Brusca, R. (ed.). *The Gulf of California. Biodiversity and Conservation*. University Arizona Press. Tucson.

Álvarez-Filip, L. & H. Reyes-Bonilla. 2006. Comparison of community structure and functional diversity of fishes at Cabo Pulmo coral reef, B.C.S. Mexico between 1987 and 2003. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*. Okinawa, Japan, 216-225.

Amezcu-Linares, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México, Cap. 2:39-94. En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) *Recursos pesqueros*

potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de pesca. UNAM, México, D.F. 748 P.

Amezcu-Linares, F. 1990. *Los peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México*. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 263 p.

Amézcu-Linares, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México*. UNAM, ICMYL, CONABIO. México. 184 pp.

Aragón-Noriega, E.A., W. Valenzuela-Quiñones., H. Esparza-Leal., A. Ortega-Rubio, & G. Rodríguez-Quiroz. 2009. Analysis of management options for artisanal fishing of the Bigeye Croaker *Micropogonias megalops* (Gilbert, 1890) in the Upper Gulf of California. *International Journal of Biodiversity Science & Management*, 5(4): 208–214.

Arriaga-Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López & V. Aguilar-Sierra. 1998. *Regiones prioritarias marinas de México*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 198 p.

Badan, A.1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico de México. En: M. F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3: 99-112.

Balon, E. K. 1989. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. En: Potts, G.W. y R.J. Wootton. *Fish reproduction strategies and tactics*. Cap. 3: 35-51.

Balon, E.K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyol. Rev.*, 1: 42 p.

Barlow, G.E. 1981. Patterns of parental investment, dispersal and size among coral-reef fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 6: 65-85.

Barton, M. 2006. *Bond's Biology of fishes*. 3er Edition, Thomson Brooks/Cole.

Baskin, Y. 1994. Ecosystem function of biodiversity. *BioScience*, 44:657-660.

Beebe, W. & J. Teen-Van. 1938. Seven new marine fishes from Lower California. *Zoológica*. N.Y., 23(3):299-312.

Begon, M., C. R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Publishing Ltd. 759 pp.

Bellwood. D.R, A.S. Hoey, & J.H. Choat. 2003. Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecology Letters*, 6:281-285.

Bellwood, D.R., T.P. Hughes, & A. S. Hoey. 2006. Sleeping functional group drives coral reef recovery. *Current Biology*, 16:2434-2439.

Berdegue, A. J. 1956. *Peces de importancia comercial en la costa Noroccidental de México*. Dirección Gral. De Pesca e Industrias Conexas, Com. Fom. Pisc. Rural. Secretaría de Marina. 345 p.

Bernardi, G., L. Findley & A. Rocha-Olivares. 2003. Vicariance y dispersal across Baja California in disjunct marine fish populations. *Evolution*. 57(7): 1599-1609.

Berrios, V.L. & M.E. Vargas. 2000. Estructura del ensamble de peces intermareales de la costa rocosa del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 35(1):73-81.

Betancur-R., R. 2009. Molecular phylogenetics and evolutionary history of ariid catfishes revisited: a comprehensive sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 2009 9:175.

- Betancur-R, R. & A. P. Acero. 2006. A new species of *Notarius* (Siluriformes: Ariidae) from the Colombian Pacific. *Zootaxa*, 1249:47-59.
- Bianchi, G. 1991. Demersal assemblages of the continental shelf and slope edge between the Gulf of Tehuantepec (Mexico) and the Gulf of Papagayo (Costa Rica). *Marine Ecology Progress Series*. 73: 121-140.
- Blaber, S.J.M. 1997. Fish and Fisheries of Tropical Estuaries. Chapman & Hall, London.
- Blaber, S.J.M. 2000. Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation. Blackwell, Oxford.
- Blackburn, T.M. & K.J. Gaston. 1994. Animal body size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology & Evolution*, 9, 471-474.
- Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*, 100, 223-231.
- Blondin., J. Roy., E. Spehn. & L. van Peer. 2002. Species diversity, functional diversity and ecosystem functioning. Pages 195-208 in M. Loreau, S. Naeem, and P. Inchausti, editors. *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Bolger, T. 2001. The Functional Value of Species Biodiversity-A Review. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 101(3):199-224.
- Bortone, S.A. 1977. Revision of the sea basses of the genus *Diplectrum* (Pisces: Serranidae). Source: *NOAA Tech. Rept., National Marine Fisheries Service Circ.*, 404: 1-49.
- Boschi, E. E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*. 13:7-136.
- Brander, K. 1981. Disappearance of the common skate *Raja batis*, from the Irish Sea. *Nature*, 290: 48_49.
- Briggs, J. C. 1961. The East Pacific Barrier and the distribution of marine shore fishes. *Evolution*. 15:545-554.
- Briggs, J. C. 1974. *Marine zoogeography*. New York: McGraw-Hill.
- Briggs, J.C. 1995. *Global biogeography*. Amsterdam: Elsevier.
- Brown, J. H. & M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. 691pp.
- Brusca, R.C. & M.E. Hendrickx. 2010. Invertebrate biodiversity and conservation in the Gulf of California. Pp: 72-95. In: Brusca, R. (ed.). *The Gulf of California. Biodiversity and Conservation*. University Arizona Press. Tucson.
- Brusca, R.C, & B.R. Wallerstein. 1979. Zoogeographic pattern of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 3: 67-105.
- Brusca, R.C. 2007. Invertebrate biodiversity in the northern Gulf of California. In. R.S. Felger & W. Broyles (eds.), *Dry Borders. Great Natural Reserves of the Sonoran Desert*, pp. 418-504. University of Utah Press, Salt Lake City, UT.
- Brusca, R.C., & L.T. Findley. 2005. El Mar de Cortés. Pp: 1-32. En: Hendrickx M.E., C.R. Brusca, L.T. Findley (Eds.). *Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México*. Parte I. Invertebrados. 429 p.

- Brusca, R.C., L.T. Findley., P.A. Hastings., M.E. Hendrickx., J. Torre-Corsio, & A.M. van der Heiden. 2005. Macrofaunal diversity in the Gulf of California. In: J.L.E. Cartron., G. Ceballos, y R. Felger (eds.), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*, pp. 179-203. Oxford University Press, New York.
- Burhanuddin, A. I. & N. V. Parin. 2008. Redescription of the Trichiurid fish, *Trichiurus nitens* Garman, 1899, being a valid of species distinct from *T. lepturus* Linnaeus, 1758 (Perciformes: Trichiuridae). *Journal of Ichthyology*, 48(10):825–830.
- Bush, G. L. 2001. Speciation, process of, in Levin, S.A. (Eds), *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press, Durham, NC, 5:371-381.
- Bussing, W. A. 1995. Tetraodontidae. 1629-1637. In: Guia FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, V. H. Niem, eds. FAG, Rome.
- Bussing, W.A. & M.I. López. 1993. Peces demersales y pelágicos costeros del Pacífico de centro América meridional. Guía ilustrada (Span/English) Special Pub. *Revista de Biología Tropical*, 164 pp.
- Bussing, W.A. 1993. *Pomadasys empherus*, a new species of haemulid fish from the tropical eastern Pacific. *Revista de Biología Tropical*. 41(2):245-251.
- Carranza-Edwards, A., Z. Márquez-García. & D. E. A. Morales. 1986. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Univ. Nal. Auton. México. 13 (3):241-262.
- Cartes, J. E., P. Abelló., D. Lloris., A. Carbonell., P. Torres., F. Maynou. & L. Gil de sola. 2002. Feeding guilds of western Mediterranean demersal fish and crustaceans: an analysis based on a spring survey. *Scientia Marina*., 66 (2): 209-220.
- Casey, J. M. & Myers, R. A. 1998 Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science*, 281: 690–692.
- Castro-Aguirre, J. L. & E. F. Balart. 2002. La ictiofauna de las Islas Revillagigedo y sus relaciones zoogeográficas, con comentarios acerca de su origen y evolución. En: Lozano-Vilano, M.L. (Ed.): *Libro jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 153-170.
- Castro-Aguirre, J. L. & H. Espinosa Pérez. 1996. *Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. Instituto de Biología, UNAM.
- Castro-Aguirre, J. L. & 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*. 38: 67-73.
- Castro-Aguirre, J. L., E. F. Balart. & J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*. 5:57-78.
- Castro-Aguirre, J.L. A.F. González-Acosta, & J. de la Cruz-Agüero. 2005. Lista anotada de las especies ícticas anfibacíficas, de afinidad boreal, endémicas y anfibeninsulares 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, & R. Moncayo-Estrada. 2006. Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas. Pp: 149-166. En: Jiménez-Quiroz, M.C., E. Espino-Barr (Eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA. 526 p.

Castro-Aguirre, J.L., E. F. Balart & J. Arvizu-Martínez. 1994. Consideraciones generales sobre la ictiofauna de las lagunas costeras de México. *Zoología Informa*, 27:47-84.

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa-Pérez, & J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Ed. Limusa-Noriega-Instituto Politécnico Nacional, 711 p.

Castro-Aguirre, J.L., J. Arvizu-Martínez & J. Páez-Barrera. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 21: 107-181.

Castro-Aguirre, J.L., J.C. Ramírez-Cruz. & M.J. Martínez-Muñoz. 1992. Nuevos datos sobre la distribución de lenguados (Pisces: Pleuronectiformes) en la costa del oeste de Baja California, México; con aspectos biológicos y zoogeográficos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 37: 97-119.

Castro-Aguirre, J.L., J.J. Schmitter-Soto, E.F. Balart & R. Torres-Orozco. 1993. Sobre la distribución de algunos peces bentónicos de la costa Oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 38: 75-102.

Chao, A. & S.M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via simple coverage. *Journal of Am. Statist. Assoc.* 87, 210-217.

Chao, N.L. 2001. Two new species of *Stellifer* from inshore waters of the Eastern Pacific, with a redescription of *S. ephelis* (Perciformes: Sciaenidae). *Revista de Biología Tropical*, 49(1):67-80.

Chávez-López, S. 1995. Los sedimentos y la geomorfología de la plataforma continental oeste de Baja California entre los paralelos 24° y 29° LN. p. 11-34. In: Auriolos G., D. y E.F. Balart (eds.). *La langostilla: Biología, ecología y aprovechamiento*. CIBNOR S.C. La Paz, BCS. México.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J Ecol*, 18:117-143.

Clarke K.R. & R.M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and interpretation*, 2nd edition. Eprimer-E Ltd, Plymouth Marine Laboratory, UK. 86pp.
Clarke y Warwick 1998

Clarke, A. & J.A. Crame. 1997. Diversity, latitude and time: patterns in the shallow sea. Cap. 6: 122-147. En: Ormon, R.F.G., J.D. Gage., & M.V. Angel. *Marine biodiversity. Patterns and processes*. Cambridge.

Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Marine Biology*. 118: 167-176.

Clarke, K.R. & R.N. Gorley. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. (Plymouth Routines in multivariate ecological research). Plym. Mar. Lab, 190 p.

Claro, R. 1994. Características generales de la ictiofauna. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*. (Claro, R. ed.), Capítulo 2. Instituto de Oceanología y CIQRO, México. 124-143pp.

Claro, R., J.P. García-Arteaga., E. Valdés-Muñoz. & L.M. Sierra. 1990. Alteraciones de las comunidades de peces en el Golfo de Batabanó, en relación con la explotación pesquera. En: *Asociaciones de peces en el Golfo de Batabanó* (R. Claro, ed.). Editorial Academia. La Habana. 50-66pp.

Coates, A.G. & J. A.Obando. 1996. The geologic evolution of the Central American isthmus. In: Jackson, J.B.C., A.F. Budd, & A.G. Coates, eds. *Evolution and Environment in Tropical America*. Chicago: University of Chicago Press, 21-56.

Colwell, R. K. & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 345: 101-118.

Colwell, R. K. 2000. *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples* (Software and User's Guide), Versión 6.0. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

CONABIO. 2008. *Manglares de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Contreras, F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. CONABIO-UAMI, México

Craig, M.T., R.T. Graham., R.A. Torres., J.R. Hyde., M.O. Freitas., B.P. Ferreira., M. Hostim-Silva., L.C. Gerhardinger., A.A. Bertoncinis, & D.R. Robertson. 2009. How many species of goliath grouper are there? Cryptic genetic diversity in a threatened marine fish and the resurrection of a geopolitical species. *Endangered Species Research*, 7: 167-174.

Cruz-Escalona, V.H., L.A. Abitia-Cárdenas, L. Campos-Davila & F. Galván-Magaña. 2000. Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, B.C.S., Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 66: 361-373.

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 Lanza Espino, G. 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. México, D. F. 560 pp.

Del Moral-Flores, L. F. 2010. *Diversidad y patrones biogeográficos de la ictiofauna asociada a los complejos insulares del Golfo de California*. Tesis de Maestría. CICIMAR. IPN. La paz, B.C.S. México. 269 pp.

Díaz S, Tilman D, Fargione J, Chapin III FS, Dirzo R, Kitzberger T Gemmill B, Zobel M, Vilà M, Mitchell C, Wilby A, Daily GC, Galetti M, Laurance WF, Pretty J, Naylor R, Power A, & D. Harvell. 2005. Biodiversity regulation of ecosystem services. In: Hassan R, Scholes R, Ash N (eds) *Ecosystems and human wellbeing: current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Washington (D.C.) Island Press, pp 297–329

Díaz, S., Gurvich, D.E., Pérez Harguindeguy, N. & Cabido, M. 2002. ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 37: 135-140.

Díaz-Piferrer, M. 1972. *Las algas superiores y fanerógamas marinas*. En: Ecología Marina. Monogr. Fund. La Salle Cienc. Nat., Venezuela. Editorial Dossat S. A., Primera Edición. Capítulo 9:273-307.

Dumay, O., P. S. Tari., J. A. Tomasini & D. Mouillot. 2004. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. *Journal of Fish Biology*, 64: 970–983.

Eayrs, S. 2007. *Guía para reducir la captura de fauna incidental (by-catch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical*. FAO. Roma, Italia, 108 p.

Ebeling, A.E. & M.A.Hixon. 1991. Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structures. In P.F. Sale, ed. *The ecology of fishes on coral reefs*. San Diego, New York: Academic Press, pp. 509-563.

Ehrhardt, N. M., E. M. Ramírez, P. Aguilera, P. Jacquemin, M. Lozano & L. Romo. 1982. *Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de la plataforma continental de la costa occidental de la península de Baja California, México, durante 1979 y 1980*. Programa de investigación y desarrollo pesquero integrado. México/PNUD/FAO. 46p.

Elliott, M, & F. Dewailly. 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal Aquatic Ecology*. 29, 397–417.

- Elliott, M., A. K. Whitfield., I. C. Potter., S. J. M. Blaber, D. P. Cyrus., F. G. Nordlie, & T. D. Harrison. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and fisheries*, 8: 241-268.
- Elton, C. S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen.
- Eschmeyer, W.N., R. fricke., J. D. Fong & D. A. Polack. 2010. Marine fish diversity: history of knowledge and discovery (Pisces). *Zootaxa* 2525:19–50.
- Eschmeyer, W. N., E. S. Herald. & H. Hammann. 1983. *A field guide to the Pacific coast fishes of North America*. Houghton Miffl in, Boston. 336 p.
- Espinosa Pérez, H., J. L. Castro-Aguirre. & L. Huidobro Campos. 2004. *Listados faunísticos de México. IX. Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha)*. Instituto de Biología UNAM. México, D.F. 134 p.
- Espinosa-Pérez, M. & M.E. Hendrickx. 2006. A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (Crustacea : Isopoda) from polar and temperate waters in the East Pacific. *Belg. Journal Zoology.*, 136 (2): 219-247.
- Ferreira, C.E.L., S.R. Floete., J.L. Gasparini, B.P. Ferreira & J.C. Joyeux. 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography*, 31: 1093–1106
- Field, J.G., K.R. Clarke & R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*. 8: 37-52.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter. & V. H. Niem. Eds. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca, Pacífico Centro-Oriental*. Vol. II, Vertebrados-Parte 1, pp. 647-1200, y Vol. III, Vertebrados-Parte 2, pp. 1201 – 1813. FAO, Rome.
- Floeter, S.R., M.D. Behrens., C.E.L. Ferreira, M.J. Paddock, & M.H. Horn. 2005. Geographical gradients of marine herbivorous fishes: patterns and processes. *Marine Biology*, 147:1435–1447.
- Floeter, S.R., C.E. Ferreira., A. Dominici-Arosemena, & I. Zalmon. 2004. Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *Journal of Fish Biology*, 64: 1-20.
- Franco, A., M. Elliott., P. Franzoi, & P. Torricelli. 2008b. Life strategies of fishes in European estuaries: the functional guild approach. *Marine Ecology Progress Series*, 354, 219–228.
- Franco, A., P. Franzoi, & P. Torricelli. 2008a. Structure and functioning of Mediterranean lagoon fish assemblages: A key for the identification of water body types. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79:549-558.
- Froese, R. & D. Pauly. 2007: *FishBase*. *World Wide Web electronic publication*. Available at: <http://www.fishbase.org> (accessed on 10 September 2007).
- Froese, R. U. Piatkowski, S. Garthe & D. Pauly. 2001. Comparing the North Sea with the Caribbean? *ICES/CIEM Newsletter* 38: 24-25.
- Fulton, C. J. 2007. Swimming speed performance in coral reef fishes: field validations reveal distinct functional groups. *Coral Reefs*, 26:217–228.
- Futuyma, D.J. 2006. *Evolutionary biology*. Third edition, Sinauer Associates, Inc.
- Gallegos, A., R. Rodríguez., E. Márquez., R. Lecuanda, & J. Zavala-Hidalgo. 2006. Una climatología de la temperatura de la superficie del mar de las aguas adyacentes a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, México: 1996-2003. Pp: 149-166. En. Jiménez-Quiroz, M.C., E.

Espino-Barr (Eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA. 526 p.

Gamboa-Contreras, J.A. & M. Tapia-García. 1998. Invertebrados bentónicos de la plataforma continental interna. Cap. 9:103-128. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*, 240 p. UAM-Iztapalapa, México.

García-Cagide, A., R. Claro, & B. V. Koshelev. 1994. Alimentación y relaciones tróficas. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*. (Claro, R. ed.), Capítulo 4. Instituto de Oceanología y CIQRO. México, pp: 187-261.

Gerking, S. D. 1994. *Feeding ecology of fish*. Academic Press. E. U. A. 416 pp.

Godínez-Domínguez, E. & G. González-Sansón. 1998. Variación de los patrones de distribución batimétrica de la fauna macrobentónica en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24(3): 337–351.

Godínez-Domínguez, E. & G. González-Sansón. 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 25(4): 609–627.

Godínez-Domínguez, E., B. Aguilar-Palomino & G. González-Sansón. 2001. Abundance variation of *Porichthys margaritatus* (Pisces: Batrachoididae) throughout thermic and bathymetric gradients in the central Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 49(2): 643-646.

Goodson, G. 1988. *Fishes of the Pacific Coast: Alaska to Peru, including the Gulf of California and the Galápagos Islands*. Stanford University Press. Stanford. 267 pp.

Grande-Vidal, J. M. & A. Arias-Uscanga. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sinaloa. *Ciencia Pesquera*, INP, Sría. de Pesca. México, (8):83-106.

Gratwicke, B, & M.R. Speight. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66:650-667.

Gristina, M., T. Bahri, F. Fiorentino, & G. Garofalo. 2006. Comparison of demersal fish assemblages in three areas of the Strait of Sicily under different trawling pressure. *Fisheries Research*, 81:60-71.

Grove, J.S. & R. J. Lavenberg. 1997. *The fishes of the Galápagos islands*. Stanford University Press. 863 pp.

Growns, I. 2004. A numerical classification of reproductive guilds of the freshwater fishes of south-eastern Australia and their application to river management. *Fisheries Management and Ecology*, 11: 369-377.

Guidetti, P. & R. Cattaneo-Viatti. 2002. Can mineralogical features influence distribution patterns of fish? A case study in shallow Mediterranean rocky reefs. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82:1043-1044.

Guillett, R. 2008. *Global study of shrimp fisheries*. FAO Fishery technical paper 475. Roma, Italia, 331 p.

Halpern, B. S. & S. R. Floeter. 2008. Functional diversity responses to changing species richness in reef fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 364:147-156.

Hastings, P.A. 2000. Biogeography of the tropical eastern Pacific: distribution and phylogeny of chaenopsid fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 128:319–335.

- Hastings, P. A. & L. T. Findley. 2007. Marine fishes of the biosphere reserve, Northern Gulf of California. Pp. 364-382. In: Felger, R. & W. Broyles (eds.), *Dry Borders: Great Natural Areas of the Gran Desierto and Upper Gulf of California*. Univ. Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- Hastings, P.A., L.T. Findley, & A.M. Van der Heiden. 2010. Fishes of the Gulf of California. Pp: 96-118. In: Brusca, R. (ed.). *The Gulf of California. Biodiversity and Conservation*. University Arizona Press. Tucson.
- Heemstra, P.C. 1995. Serranidae. Meros, serranos, guasetas, enjambres, baquetas, indios, loros, gallinas, cabrillas, garropas. En: *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Pacífico Centro-Oriental, vol. II (ed. W. Fischer et al.), pp. 1565–1613. Rome: FAO.
- Helfman, G. S., B. B. Colette., D. E. Facey & B. W. Bowen. 2009. *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution and Ecology*. 2nd edition. Wiley-Blackwell. 736 p.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca & G. Ramírez Reséndiz. 2002. Biodiversity of macrocrustaceans in the Gulf of California, Mexico. In: M.E. Hendrickx (ed.). *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 1 [Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 1]*, pp. 349-368. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca, M. Cordero & G. Ramírez R. 2007. Molluscan Biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina*, 71 (4): 637-647.
- Hendrickx, M.E. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapods crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 20:1-11.
- Hendrickx, M.E. 2001. Ocurrance of a continental slope deep-water decapod crustacean community along the edge of the minimum oxygen in the southeastern Gulf of California, México. *Belgian Journal of Zoology*, 131(2): 71-86.
- Hernández, I., C. Aguilar, & G. González-Sansón. 2008. Tramas tróficas de peces de arrecifes en la región noroccidental de Cuba. II. Grupos funcionales. *Revista de Biología Tropical*, 56 (3): 1391-1401.
- Herrera-Moreno, A. 2000. *La clasificación numérica y su aplicación en la ecología*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana, 88pp.
- Hiatt, K.O. 1979. Feeding strategy. En *Fish physiology*. 8. Bioenergetics and growth (W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett, eds.), Academic Press, Nueva York, San Francisco y Londres, 71-120pp.
- Hickey, M. 1979. The California Current System-hypothesis and facts. *Progress in Oceanography*. 8:191-279.
- Hobson, E.S. 1965. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia*, (3):291-302.
- Hobson E. S. 1968. Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. Research report. Department of Interior, Fish and Wildlife Service. E.U.A. 92pp.
- Hobson, E. S. 1994. Ecological relations in the evolution of acanthopterygian fishes in warm temperate communities of the northeastern Pacific. *Environmental Biology of Fishes*, 40:49-90.
- Holt, J. W., E. W. Holt, & J. M. Stock. 2000. An age constraint on Gulf of California rifting from the Santa Rosalia Basin, Baja California Sur, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.* 112:540–549.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*., 75, 3–35.

- Horn, M. H., L. G. Allen & R. N. Lea. 2006. *Biogeography*, Capítulo 1, pp. 3-25. En: *The ecology of marine fishes: California and adjacent waters* (L. G. Allen, D. J. Pondella II y M. H. Horn, eds.). University of California Press, Berkeley, CA.
- Hoshino, K. & K. Amaoka. 1999. *Citharichthys gnathus*, a new species of paralichthid flounder (Teleostei: Pleuronectiformes) from the Galapagos Islands, Eastern Pacific Ocean. *Ichthyological Research*, 46(4):371-375.
- Hubbs, C. L. 1960. The marine vertebrates of the outer coast. *Systematic Zoology*. 9(3): 134–147.
- Irz, P., F. Michonneau., T. Oberdorff., T. R. Whittier., N. Lamouroux., D. Mouillot, & C. Argillier. 2007. Fish community comparisons along environmental gradients in lakes of France and north-east USA. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 350-366.
- Jablonski, D. & J. W. Valentine. 1981. Onshore-offshore gradients in Recent Eastern Pacific shelf fauna and their paleobiogeographic significance. In *Evolution today: Proceedings of the international congress of systematic and evolutionary biology*, ed. G. G. E. Scudder and J. L. Reveal, 441-453. Pittsburgh: Carnegie- Mellon University.
- Jackson, J. B. C., M. X. Kirby, W. H. Berger, K. A. Bjorndal, L. W. Botsford, B. J. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. A. Estes, T. P. Hughes, S. Kidwell, C. B. Lange, H. S. Lenihan, J. M. Pandolfi, C. H. Peterson, R. S. Steneck, M. J. Tegner, & R. W. Warner. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293:629-638
- Jaenike, J. 2007. Comment on “impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services”. *Science*, 316:1285a.
- Jan, R.Q. 2000. Resource limitation underlying reproductive strategies of coral reef fishes: a hypothesis. *Zoological Studies*, 39: 266-274.
- Johannes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes*, 3: 65-84.
- Jordán, F. 2005. Topological key players in communities: the network perspective. En: Tiezzi, E. C.A. Brebbia, S. Jörgensen y D. Almorza (eds.). *Ecosystems and sustainable Development V*. WIT Press. 87-96 p.
- Jordán, F. & I. Scheuring. 2004. Network ecology: topological constraints on ecosystem dynamics. *Physics of Life reviews*, 1: 139-172.
- Jordan, D.S. & B.W. Evermann. 1896-1900. *The fishes of North and middle America*. Bulletin of the United States Natural History Museum 47: 1-3313.
- Jordán, F., A. Takács-Sánta & F. Molnár. 1999. A reability theoretical quest for keystone. *Oikos*, 86: 453-462.
- Karpouzi, V. S. & K. I. Stergiou. 2003. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. *Journal of Fish Biology*, 62:1353–1365.
- Krebs, C. J. 2003. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. 2da. Edic. Oxford University Press, México. 753 pp.
- Ladle, R. J., P. Jepson., M. B. Araújo & R. J. Whittaker. 2004. Dangers of crying wolf over risk of extinctions. *Nature*, 428: 799.
- Lagler, F. K., J. E. Bardach., R. Millar. & D. R. M. Pasi6n. 1984. *Ictiología*. Ed. AGT: México. 489 pp.

- Lara-Lara, J.R., V. F. Arenas., C. G. Bazán., V.C. Díaz., E.B. Escobar., M.A. García., G.C. Gaxiola., G.J. Robles., R.A. Sosa., L.A. G. Soto., M. G. Tapia & J. E. Valdez-Holguín. 2008. *Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México*. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 135-159.
- Larrañeta, M.G. 1996. Ecología de la relación stock-reclutamiento en los peces marinos. *Océánides*, 11(2): 55-187.
- Lavín M. F., E. Beier & A. Badan.1997. *Estructura Hidrográfica y Circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual*. En: M. F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3: 141-171.
- Lea, R. N. & R. H. Rosenblatt. 2000. Observations on fishes associated with the 1997–98 El Niño off California. *CalCOFI Report*. 41: 117–129.
- Leis, J.M. & M.I. McCormick. 2002. The biology, behavior, and ecology of the pelagic, larval stage of coral reef fishes. In: Sale PF (ed) *Coral Reef Fishes dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, London, pp 171-199
- Lluch-Cota, S. E., E.A. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Auriolos-Gamboa, J. J. Bautista-Romero, R.C. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-Herrera, G. Fernández, M. E. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, H. Herrera-Cervantes, M. Kahru, M. Lavín, D. Lluch-Belda, D. B. Lluch-Cota, J. López-Martínez, S. G. Marinone, M. O. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C. A. Salinas-Zavala, R. A. Schwartzlose, & A. P. Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*. 73:1-26.
- Lobry, J., L. Mourand., E. Rochard, & P. Elie. 2003. Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. *Aquatic Living Resources*, 16:47-58.
- López de Casenave, J. 2001. *Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- López, M.L. 1981. Los “roncadores” del género *Pomadasys* (Haemulopsis) [Pisces: Haemulidae] de la costa Pacífica de Centro América. *Revista de Biología Tropical*, 29 (1): 83-94.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E., Paredes-Mallón, F., Lluch-Belda, D., Cervantes-Valle, C., 2001. La pesquería de camarón de altamar en Sonora. In: Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S.E., Ponce-Díaz, G. (Eds.), BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, pp. 301–312.
- López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia., J. Rodríguez-Romero & S. Hernández-Vázquez. 2010. Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(3):925-942.
- Loreau, M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. P. Grime, A. Hector, D. U. Hooper, M. A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman & D. A. Wardle. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294:804-808.
- Lotze, H. K., H. S. Lenihan, B. J. Bourque, R. Bradbury, R. G. Cooke, M. C. Kay, S. M. Kidwell, M. X. Kirby, C. H. Peterson, & J. B. C. Jackson. 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312: 1806
- Love, M. S., C. W. Mecklenburg, T. A. Mecklenburg, & L. K. Thorsteinson. 2005. *Resource Inventory of Marine and Estuarine Fishes of the West Coast and Alaska: A Checklist of North Pacific and Arctic Ocean Species from Baja California to the Alaska–Yukon Border*. U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, Biological Resources Division, Seattle, Washington, 228pp.

- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York. 337 pp.
- Lynn, R. J. & J. J. Simpson. 1987. The California Current System: The Seasonal Variability of its Physical Characteristics. *Journal of Geophysical Research*. 92(12):12.947-12.966.
- MacArthur, R. H. 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology*, 36:533–536.
- Macpherson, E. 2002. Large-scale species- richness gradients in the Atlantic Ocean. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 269:1715-1720.
- Macpherson, E., P.A. Hastings, & D.R. Robertson. 2009. Macroecological patterns among marine fishes. En: J.D. Witman y K. Madrid, V.J., P. Sanchez & A. Ruiz L. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 45: 485-495.
- Magurran A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity Ecological*. Blackwell Science Ltd. United Kingdom, 247 p.
- Malavasi, S., R. Fiorin., A. Franco., P. Franzoi., A. Granzotto., F. Riccato & D. Mainardi. 2004. Fish assemblages of Venice Lagoon shallow waters: an analysis based on species, families and functional guilds. *Journal of Marine Systems*, 51: 19-31.
- Manjarrez-Acosta, C. 2001. *Variación estacional de la comunidad de peces de fondos blandos del área costera del sur de Sinaloa*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 145pp.
- Marceniuk, A.P. & Menezes, N.A. 2007. Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. *Zootaxa*, 1416: 1–126.
- Marceniuk, A.P., R. Betancur-R., & A. P. Acero. 2009. A new species of *Cathorops* (Siluriformes; Ariidae) from mesoamerica, with redescription of four species from the Eastern Pacific. *Bulletin of Marine Science*, 85(3): 245–280.
- Margalef, R. 1972. Biogeografía histórica *En: Ecología Marina*. Monogr. Fund. La Salle Cienc. Nat., Venezuela. Editorial Dossat S. A., Primera Edición. 14:365-376.
- Mariscal-Romero, J. & A. M. van der Heiden. 2006. Peces de importancia ecológica y comercial asociados a fondos blandos en la Plataforma Continental de Jalisco y Colima, México. 180-195 p. En: M.C. Jiménez-Quiroz & E. Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA, México. 622p.
- Mariscal-Romero, J. 2002. *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis Doctorado, Universidad de Colima, México. 131p.
- Mariscal-Romero, J., B. Aguilar-Palomino, G. Lucano-Ramírez, A.R. Raymundo-Huizar, S. Ruiz-Ramírez & L.E. Rodríguez-Ibarra. 1998. Asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima. Primavera 1995. *Ciencias Marinas*, 24(1): 35-54.
- Martínez-Guevara, A. 2008. *Análisis de la Ictiodiversidad y Patrones Biogeográficos en los sistemas costeros de Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 154 p.
- Mathieson, S., A. Cattrijsse., M. J. Costa., P. Drake., M. Elliott., J. Gardner, & J. Marchand. 2000. Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species, families and functional guilds. *Marine Ecology Progress Series*, 204: 225–242.

- Mejía, L.S. & J. Garzón-Ferreira. 2000. Estructura de comunidades de peces arrecifales en cuatro atolones del Archipiélago de San Andrés y Providencia (Caribe sur occidental). *Revista de Biología Tropical*, 48(8): 883-896.
- Miller, D.J., & R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dept. Fish and Game, *Fish Bulletin* No. 157. 249p.
- Miller, D. J. & R.N. Lea. 1976. *Guide to the coastal marine fishes of California*. California Dept. Fish and Game, *Fish. Bull.* 157:1-249.
- Monreal-Gómez, M. A. & D. A. Salas de León. 1998. Dinámica y estructura termohalina. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El Ecosistema y sus Recursos*. UAM-Iztapalapa, México. pp. 13-26.
- Moore, R. H. & K. T. Herbinson. 2002. First record of the armed grunt, *Conodon serrifer* (Haemulidae), in southern California. *California Fish and Game*. 88: 178–180.
- Mora, C. & D. R. Robertson. 2005a. Factors shaping the range-size frequency distribution of the endemic fish fauna of the Tropical Eastern Pacific. *Journal of Biogeography*, 32: 277-286.
- Mora, C. & D. R. Robertson. 2005b. Causes of latitudinal gradients in species richness: a test with the endemic shorefishes of the Tropical Eastern Pacific. *Ecology*. 86: 1771-1782.
- Mora, C., Chittaro, P.M., Sale, P.F., Kritzer, J.P. & Ludsin, P.A. 2003. Patterns and processes in reef fish diversity. *Nature*, 423, 933–936.
- Moreno-Sánchez, X.G. 2009. Estructura y organización trófica, de la ictiofauna del arrecife de Los Frailes, B.C.S. México. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 143 pp.
- Murakami, T. & K. Amaoka. 1992. Review of the genus *Syacium* (Paralichthyidae) with the description of a new species from Ecuador and Columbia. *Bulletin Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 43(2):61-95.
- Myers, A.A. 1997. Biogeographic barriers and the development of marine biodiversity. *Estuarine coastal and shelf science*. 44(2):241-248.
- Myers, R.A., & Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423:280–283.
- Naeem, S. & J. P. Wright. 2003. Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: Deriving solutions to a seemingly insurmountable problem. *Ecology Letters* 6: 567-579.
- Naeem, S. 1998. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology*, 12:39–45.
- Naeem, S. 2002. Ecosystem consequences of biodiversity loss: the evolution of a paradigm. *Ecology*, 83, 1537-1552.
- Naeem, S. F., J. Thompson, S. P. Lawler, J. H. Lawton & R. M. Woodfin. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, 368:734-737.
- Naeem, S. F., M. Loreau & P. Inchausti. 2002. Biodiversity an ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. 3-11 pp. En: Loreau, M., S. Naeem & P. Inchausti (eds.), "*Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*". Oxford University Press, Oxford.
- Naeem, S. F., S. Chapin III, R. Costanza, P.R. Ehrlich, F.B. Golley, D.U. Hooper, J.H. Lawton, R.V. O'Neill, H.A. Mooney, O.E. Sala, A.J. Symstad, & D. Tilman. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology* 4:2–11.

- Nagelkerken, I. & G. van der Velde. 2004. A comparison of fish communities of subtidal seagrass beds and sandy seabeds in 13 marine embayments of a Caribbean island, based on species, families, size distribution and functional groups. *Journal of Sea Research*, 52:127-147.
- Nava-Romo, J. M. 1994. *Impactos, a corto y largo plazo, en la diversidad y otras características ecológicas de la comunidad béntico-demersal capturada por la pesquería de camarón en el norte del alto Golfo de California, México*. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, Guaymas, México. 84pp.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Nelson, J. S., E. J. Crossman., H. Espinosa-Pérez., L. T. Findley., C. R. Gilbert., R. N. Lea. & J. D. Williams. 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. 6th. ed. Maryland: American Fisheries Society, Special Publication 29: ix + 386.
- Nieto-Navarro, J.T. 2010. Estructura y organización de la ictiofauna de fondos blandos del sur de Sinaloa: análisis ecológico y topología de taxa. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 177 pp.
- Nikolsky, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic, Londres y Nueva York. 329 p.
- Odum, E. P. & G.W. Barrett. 2006. *Fundamentos de ecología*. 5ta ed. Cengage-Learning
- Okolodkov, Y.B. 2010. *Biogeografía Marina*. Universidad Autónoma de Campeche. 217 p.
- Ortega-Salas, A.A. & H. Reyes-Bustamante. 2006. Fecundity, survival, and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. *Revista de Biología Tropical*, 54 (4): 1099-1102.
- Palacios-Sánchez, S.E. & M. E. Vega-Cendejas. 2010. Cambios alimenticios en tres especies de *Spherooides* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) posterior al huracán Isidoro en Bocana de la Carbonera, Sureste del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4): 1223-1235.
- Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.
- Paredes, G.A., B. Erisman., I. Mascareñas-Osorio., J. Cota-Nieto., K. Gherard & O. Aburto-Oropeza. 2010. La curvina golfina: Biología, pesquería y su gente. *CONABIO. Biodiversitas*, 91:1-5.
- Pérez, M. J., J.M. Romero., R.H. Young, & L.T. Findley. 1982. Yield and composition of bay-catch from the Gulf of California, P. 55-57. En: FAO-CIID-IDRC (Eds.) *Fish By-Catch. Bonus from the Sea*. Report of Technical Consultations on Shrimp By-Catch.
- Pérez-Mellado, J. & Findley, L. T. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa. Cap. 5. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México DF. pp. 201-254.
- Pérez-Mellado, J., J.M. Romero., R.H. Young. & L.T. Findley. 1981. *Yields and composition of by-catch from the Gulf of California*. In *Fish by-catch Bonus from the sea*. FAO-IDRC-198C.
- Pérez-Peña, M. & E. Ríos-Jara. 1998. Gastropod mollusks from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico: species collected with a trawl net. *Ciencias Marinas*, 24(4): 425-442.
- Petchey, O.L. & K.J. Gaston. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5: 402-411.

- Pfeiter, E. 2008. Resurrection of the name *Albula pacifica* (Beebe, 1942) for the shafted bonefish (Albuliformes: Albulidae) from the eastern Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 56(2): 839-844.
- Pianka, E.R. 1980. Guild structure in desert lizards. *Oikos*, 35:194-201.
- Pianka, E.R. 2000. *Evolutionary biology*, 6a. ed. San Francisco: Benjamin/Cummings.
- Polovina, J. J. 1984. Model of a coral reef ecosystems I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs*, 3: 1-11.
- Pombo, L., M. Elliott & J.E. Rebelo. 2002. Changes in the fish fauna of the Ria de Aviero estuarine lagoon (Portugal) during the twentieth century. *Journal of Fish Biology*, 61:167-181.
- Pondella, D. J. 1999. First record of deepwater bass, *Serranus aequidens* (Serranidae), from California. *California Fish and Game*, 85: 130–134.
- Rábago-Quiroz, C.H., J. López-Martínez., J. E. Valdez-Holguín, & M. O. Nevárez-Martínez. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 255-267.
- Ramírez-González, A. 2005. Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico. Universidad de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, D.C.325p.
- Ramírez-Hernández, E., Vázquez, N., Márquez, R. & C. Guerra. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Sinaloa. 1. Lista de especies colectadas en las capturas camaroneras. *Instituto Nacional de Pesca, México, D.F.*, 12: 36.
- Ramos-Miranda, M.J. D. Mouillot, D. Flores, A. Sosa, T. Do Chi. & L. Ayala. 2005. Changes in four complementary facets of fish diversity in a tropical coast lagoon after 18 years: a functional interpretation. *Marine ecology progress series*, 304: 1-13pp.
- Reyes Bonilla, H. & G. Cruz Piñón. 2000. Biogeografía de los corales ahermatipicos (Scleractinia) del Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 26: 511-531.
- Riddle, B.R., D. J. Hafner., L. F. Alexander†, & J. R. Jaeger. 2000. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular desert biota. *PNAS*, 97(26):14438-14443
- Roberts, C. M. & R. F. Ormond. 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Marine Ecology Progress Series*. 41: 118.
- Roberston, D.R., & K.L. Cramer. 2009. Shore fishes and biogeographic subdivisions of the Tropical Eastern Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 380:1-17.
- Robertson, D. R., J.S. Grove. & J.E. McCosker. 2004. Tropical transpacific shore fishes. *Pacific Science*, 584: 507-565.
- Robertson, D.R. & G. R. Allen. 2008. *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea*. Versión 1.0 (2008). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep
- Robertson, D.R. & G.R. Allen. 1996. Zoogeography of the shorefish fauna of Clipperton Atoll. *Coral Reefs*, 15:121-131.
- Robertson, D.R. & G.R. Allen. 2002. *Shore fishes of the Tropical Eastern Pacific: an Information System*. CD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.
- Roger, S.I, & J.R. Ellis. 2000. Changes in the demersal fish assemblages of British coastal waters during the 20th century. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 866–881.

- Rogers, S. I., K. R. Clarke, & J.D. Reynolds. 1999. The taxonomic distinctness of coastal bottom-dwelling fish communities of the North-east Atlantic. *Journal of Animal Ecology*. 68: 769–782.
- Root, R. B. 2001. Guilds, in Levin, S.A. (Eds), *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press, Durham, NC, Vo3: 295-302.
- Root, R.B. 1967. The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 374: 317-350.
- Rosenblatt, R. H. 1967. The zoogeographic relationships of the marine shore fishes of the tropical America. *Study Tropical Oceanography. Miami*. 5:579-592.
- Rosenblatt, R.H, & G.D. Johnson. 1974. Two new species of sea basses of the genus *Diplectrum*, with a key to the Pacific species. *California Fish and Game*, 60(4):178-191.
- Rosenfeld, J.S. 2002. Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos*, 98, 156–162.
Roy (eds) *Marine Macroecology*. U Chicago Press. Pp. 122-152.
- Roy, K., Jablonski, D. & J.W. Valentine. 2000. Dissecting latitudinal diversity gradients: functional groups and clades of marine bivalves. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 267, 293–299.
- Sánchez-Gil, P. & A. Yáñez-Arancibia. 1997. Grupos ecológicos funcionales y recursos pesqueros tropicales, p. 357-389. In: D. Flores, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo, & F. Arreguin Eds. *Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. EPOMEX-UAC Campeche, Serie Científica 7, 496 pp.
- Sazima, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *Journal of Fish Biology*, 29:53-65.
- Schmitter-Soto, J.J. 1992. Aspectos autoecológicos de los Triglidae (Pisces: Scorpaeniformes) en la costa occidental de Baja California Sur, México. CICIMAR-IPN. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La paz, B.C.S. México. 102 pp.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185:27-39.
- SEDESOL. 1994. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994. SEDESOL/ INE. México.
- Sierra, L. M., R. Claro. & O. Popova. 1994. Alimentación y relaciones tróficas. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*. (Claro, R. ed.), Capítulo 4. Instituto de Oceanología y CIQRO. México, pp: 143-162.
- Silvestre, R., C.R.F. Brandão, & R.R. Silva. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado, p.113-148. In F. Fernández (ed.), *Introducción a las hormigas de la Región Neotropical*. Smithsonian Institution Press, 398p.
- Simberloff, D, & T. Dayan. 1991. The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22:115-143.
- Smith, R.O. & T. Smith. 2001. *Ecología*. 4.a edición, Addison Wesley, Pearson Educación.
- Somerfield, P.J., S.J.Cochrane., S.Dahle, & T.H. Pearson. 2006. Free-living nematodes and macrobenthos in a high-latitude glacial fjord. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330: 284–296.
- Somerfield, P.J., K.R.Clarke, R.M. Warwick, & N.K. Dulvy. 2008. Average functional distinctness as a measure of the composition of assemblages. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1462–1468.

- Sosa-López, A., D. Mouillot., T. Do Chi, & J. Ramos-Miranda. 2005b. Ecological indicators based on fish biomass distribution along trophic levels: an application to the Terminos coastal lagoon. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 453e458.
- Sosa-López, A., J. Ramos-Miranda, D. Flores-Hernández, D. Mouillot, & T. Do 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.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone, & A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 25(1): 1-30.
- Stergiou, K. I. & V.S. Karpouzi. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 217-254.
- Tamayo, J.L. 2004. *Geografía moderna de México*. Trillas, México.
- Tapia-García, M. & M. C. García-Abad. 1998. Los peces acompañantes del camarón y su potencial como recurso en las costas de Oaxaca y Chiapas. Cap. 13:179-196. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*, 240 p. UAM-Iztapalapa, México.
- Tapia-García, M. 1997. *Estructura e interacciones ecológicas de las comunidades de peces de la plataforma continental y la Laguna del Mar Muerto, en el Golfo de Tehuantepec al sur del Pacífico Mexicano*. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. 135p.
- Tapia-García, M. 1998. Evaluación ecológica de la ictiofauna demersal. En: M. Tapia-García (ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El Ecosistema y sus Recursos*. UAM-I, México. pp. 129-148.
- Tapia-García, M., M.C. García-Abad, G. González-Medina, M.C. Macuitl-Montes & G. Cerdenares L. de Guevara. 1994. Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, México. *Tropical Ecology*, 35: 229-252.
- Tavera Vargas, J.J. 2006. *Análisis filogenético y biogeográfico del género Anisotremus Gill, 1861 (Perciformes: Haemulidae)*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 96 pp.
- Thomson, D.A., & M. Gilligan. 2002. Rocky-shore fishes. Pp: 154-180. En: Case, T.J., M.L. Cody (Eds.). *A new Island Biogeography in the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford.
- Thomson, D.A. y C.E. Lehner. 1976. Resilience of a rocky intertidal fish community in a physically unstable environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 22:1-29.
- Thomson, D.A., L.T. Findley, & A.N. Kerstitch 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez University of Texas Press Revised Ed. 353 pp.
- Thresher, R.E, & P.L. Colin.1986. Trophic structure, diversity and abundance of fishes of the deep reef (30–300 m) at Enewetak, Marshall-Islands. *Bulletin of Marine Science*, 38:253–272
- Thresher, R.E. 1984. *Reproduction in reef fishes*. TFH Publ, New Jersey: 399 pp.
- Tilman, D., J. Knops, & D. Wedin, 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277: 1300–1302.
- Tolimieri, N, & M.J. Anderson. 2010. Taxonomic distinctness of demersal fishes of the California current: moving beyond simple measures of diversity for marine ecosystem-based management. *PLoS ONE* 5(5): e10653. doi:10.1371/journal.pone.0010653
- Trasviña, A. & E. D. Barton. 1997. Los 'Nortes' del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento. En: M. F. Lavin (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3: 25-46.

- Trasviña, A., D. Lluch-Cota, A.E. Filonov & A. Gallegos. 1999. Oceanografía y El Niño. En: V.O. Magaña (ed.). *Los Impactos de El Niño en México*. UNAM, IAI, SEP-Conacyt y DGPC-SEGOB, México, 228p.
- Valenzuela-Tanorí, M., E. Herrera-Valdivia, & N. Salazar-Gracia. 1988. *Evaluación de la fauna que acompaña al camarón en arrastres comerciales de las costas de Sonora y Sinaloa, México*. Tesis de Licenciatura. Esc. Cienc. del Mar, UAS. Mazatlán, Sinaloa. 38p.
- van der Heiden, A. M., G. Aguilar-Zárate, y H. G. Plascencia-González. 2009. On the Eastern Pacific Species of the Paralichthyid Flatfish Genus *Citharichthys*: Redescription of *C. fragilis*, Comments on the Taxonomic Status of *C. gordae*, and a Key to the Species. *Copeia*, (4):807-815.
- van der Heiden, A.M. & H.G. Plascencia-González. 2005. *Etropus ciadi*, a new endemic flatfish from the Gulf of California, Mexico (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Copeia* (3):470-478.
- van der Heiden, A.M. & S. Mussot-Pérez. 1995. *Citharichthys mariajorisae*, a new flatfish the shallow coastal waters of the eastern tropical Pacific (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Copeia*, (2):439-446.
- van der Heiden, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California, Cap. 4:149-200. In Yáñez-Arancibia, A. Ed. *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, D.F. 748p.
- van der Heiden, A.M., H. G. Plascencia-González, & S. Mussot-Pérez. 1986. Aportaciones al conocimiento de la ictiofauna demersal del Golfo de California, p. 328- 339. In: *Memorias del I Intercambio Académico sobre las Investigaciones en el Mar de Cortes*. CICTUS/CONACYT, Hermosillo, Sonora, México.
- Victor, B. C., G. M. Wellington, D. R. Robertson, & B. I. Ruttenberg, 2001. The effect of the El Niño–Southern Oscillation event on the distribution of reef-associated labrid fishes in the eastern Pacific Ocean. *Bulletin of Marine Science*. 69: 279-288.
- Walker, B. H. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, 6:18–23.
- Walker, B. H., A. Kinzig, & J. Langridge. 1999. Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species. *Ecosystems*, 2: 95-113.
- Walker, B.H. 1995. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology*, 9:747–52.
- Walker, H. J. Jr., P. A. Hastings. & R. H. Steele. 2002. The Pacific golden-eyed tilefish, *Caulolatilus affinis* Gill (Teleostei: Malacanthidae), first occurrence in California. *California Fish and Game*, 88: 139–141.
- Walker, H.J. & J. Bollinger. 2001. A New Species of *Trinectes* (Pleuronectiformes: Achiridae), with Comments on the other Eastern Pacific Species of the Genus. *Revista de Biología Tropical*, 49(1):177-185.
- Walker, H.J. & K.W. Radford. 1992. Eastern Pacific species of the genus *Umbrina* (Pisces:Sciaenidae) with a description of a new specie. *Fishery Bulletin*, U.S. 90 (3):574-587.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent Seas. *Systematic Zoology*, 9(3): 123-133.
- Warwick, R. M. & Clarke, K. R 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35, 532-543.

- Warwick, R.M. & K.R. Clarke. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129: 301-305.
- Whitfield, A.K. 1998. Biology and Ecology of Fishes in Southern African Estuaries. *Ichthyological Monographs of the J.L.B. Smith Institute of Ichthyology*, Grahamstown, South Africa. 223 pp.
- Wicksten, M.K. 1989. Ranges of offshore decapods crustaceans in the eastern Pacific Ocean. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 21: 291-316.
- Willig, M. R., D. M. Kaufman, & R. D. Stevens. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:273-309.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall, New York.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R. Palumbi, E. Sala, K. A. Selkoe, J. J. Stachowicz, & R. Watson. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314:787-790.
- Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B. S. Halpern, J. B. C. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R. Palumbi, E. Sala, K. A. Selkoe, J. J. Stachowicz, & R. Watson. 2007. Response to Comments on "Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services". *Science*, 316:1285d.
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* IX, No. 5: 207-304.
- Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Ocean. Int. J. Ann. Rev.* 4: 33-68.
- Yáñez-Arancibia A, & R. S. Nugent. 1977. The ecological role of fish in estuaries and coastal lagoons. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 4, 107-114.
- Yáñez-Arancibia, A. & P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales*. AGC Editor, México D.F., 208 P.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Anales del Centro Ciencias del Mar y Limnología*., UNAM, Publ. esp., 2:1-306.
- Yáñez-Arancibia, A., D. Flores-Hernández., P. Sánchez-Gil., A.L. Lara-Domínguez., J. L. Rojas-Galaviz., J. Ramos-Miranda., F. Arreguín-Sánchez & J. A. Sánchez. 1994. Ecología y los recursos pesqueros en el sur del Golfo de México, p. 111-132. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). *Recursos faunísticos del litoral de la península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 2. 136 p.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua-Linares & J.W. Day Jr. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. pp. 465-482 In V.S. Kennedy (ed.). *Estuarine perspectives*. Academic, Nueva York.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez, & V. Leyton. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. (Pisces: Ariidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. México, 3 (1): 125-180.
- Yoklavich, M. M., G. M. Cailliet., J. P. Barry., D. A. Ambrose, & B. S. Antrim. 1991. Temporal and Spatial Patterns in Abundance and Diversity of Fish Assemblages in Elkhorn Slough, California. *Estuaries*, 14(4):465-480.

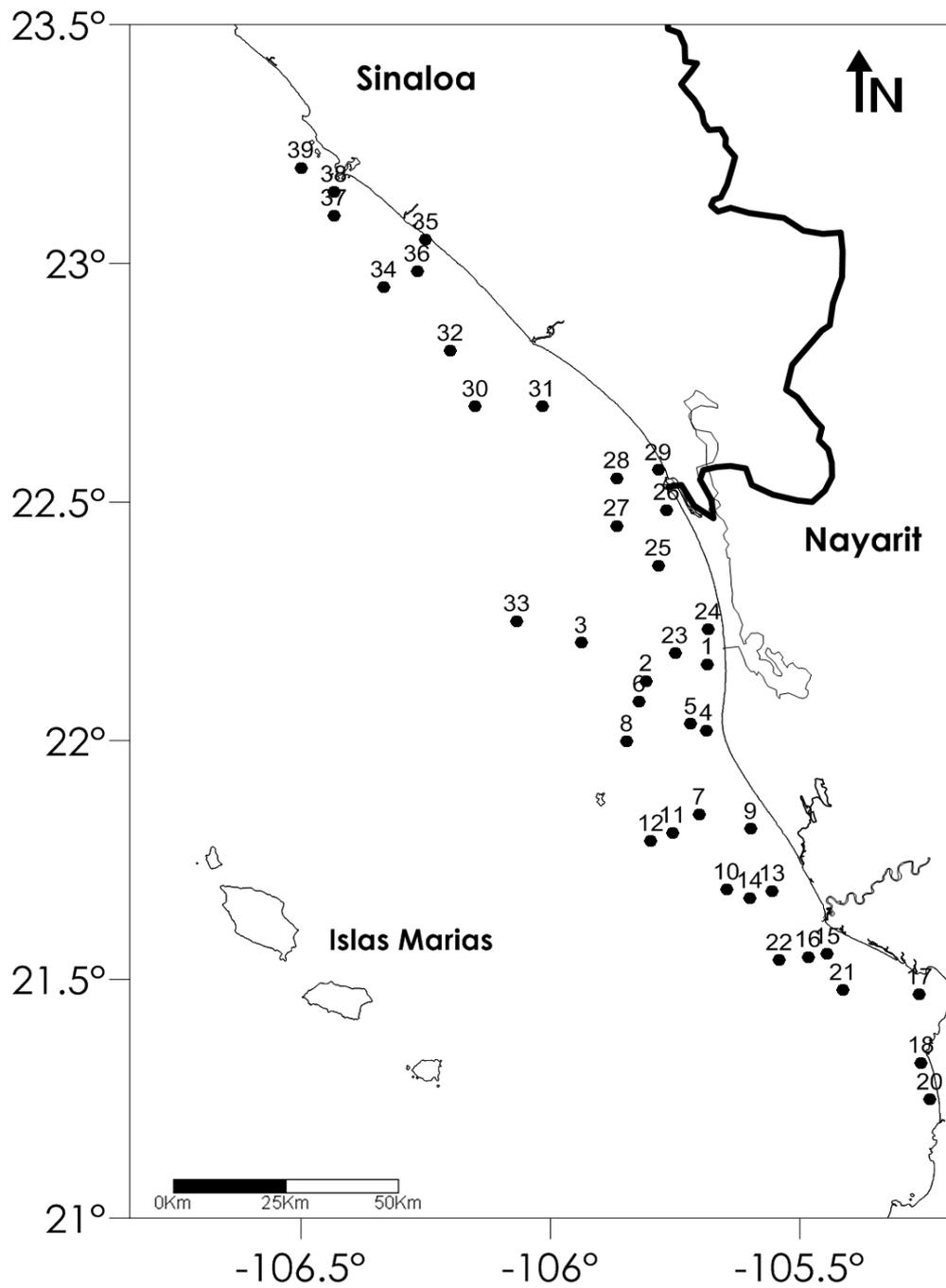
Young, R.H. & J.M. Romero. 1979. Variability in the yield and composition of by-catch recovered from Gulf of California shrimping vessels. *Tropical Science*, 21 (4):249-264.

Zahorcsak, P., Silvano, R. A. M. & I. Sazima. 2000. Feeding biology of a guild of benthivorous fishes in a sandy shore on south-eastern Brazilian coast. *Revista Brasil. Biol.*, 60(3): 511-518.

Zapata, F.A., & D.R. Robertson. 2007. How many species of shore fishes are there in the Tropical Eastern Pacific?. *Journal of Biogeography*. 34:38-51.

APÉNDICES

Apéndice I. Red de estaciones de Sinaloa y Nayarit.



Apéndice II. Elenco sistemático de la comunidad de peces demersales de la costa del Pacífico mexicano, basado en la clasificación de Nelson (2006). Los géneros y sus respectivas especies se presentan en orden alfabético. La escritura correcta de los nombres científicos y los nombres comunes se citan de Robertson y Allen (2002), Nelson *et al.* (2004, 2006) y Love *et al.* (2005). Los nombres de los cinco ecosistemas se representan como **A:** Alto Golfo de California, **B:** Sinaloa-Nayarit, **C:** Jalisco-Colima, **D:** Michoacán-Guerrero, y **E:** Golfo de Tehuantepec. Los * denotan las especies que fueron excluidas de los análisis.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
PHYLUM CHORDATA		
SUBPHYLUM VERTEBRATA		
CLASE CHONDRICHTHYES		
SUBCLASE ELASMOBRANCHII		
SUBDIVISION SELACHII		
ORDEN HETERODONTIFORMES		
FAMILIA HETERODONTIDAE		
<i>Heterodontus mexicanus</i> Taylor & Castro-Aguirre, 1972	tiburón perro	A
ORDEN CARCHARINIFORMES		
FAMILIA TRIAKIDAE		
<i>Mustelus henlei</i> (Gill, 1863)	cazón hilacho	A,D
<i>Mustelus lunulatus</i> Jordan & Gilbert, 1882	cazón segador	A,E
FAMILIA CARCHARHINIDAE		
<i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	cazón bironche	D
FAMILIA SPHYRNIDAE		
<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	cornuda común	A,D,E
ORDEN SQUATINIFORMES		
FAMILIA SQUATINIDAE		
<i>Squatina californica</i> Ayres, 1859	angelote del Pacífico	A
SUBDIVISION BATOIDEA		
ORDEN TORPEDINIFORMES		
FAMILIA NARCINIDAE		
<i>Diplobatis ommata</i> (Jordan & Gilbert, 1890)	raya eléctrica diana	C,D
<i>Narcine entemedor</i> Jordan & Starks, 1895	raya eléctrica gigante	A,B,C,D,E
<i>Narcine vermiculatus</i> Breder, 1928	raya eléctrica rayada	B,C,D,E,
ORDEN RAJIFORMES		
FAMILIA RHINOBATIDAE		
<i>Rhinobatos glaucostigma</i> Jordan & Gilbert, 1883	guitarra punteada	A,B,C,D
<i>Rhinobatos leucorhynchus</i> Günther, 1867	guitarra trompa blanca	B,E
<i>Rhinobatos productus</i> Ayres, 1854	guitarra viola	A
<i>Zapteryx exasperata</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	guitarra rayada	A,C,D,E
FAMILIA RAJIDAE		
<i>Raja equatorialis</i> Jordan & Bollman, 1890	raya ecuatorial	C,D,E
<i>Raja inornata</i> Jordan & Gilbert, 1881	raya de California	B,C
<i>Raja velezi</i> Chirichigno, 1973	raya chillona	A

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
ORDEN MYLIOBATIFORMES		
FAMILIA UROTRYGONIDAE		
<i>Urobatis concentricus</i> Osburn & Nichols, 1916	raya redonda de arrecife	C,D
<i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	raya redonda común	A,C,D
<i>Urobatis maculatus</i> Garman, 1913	raya redonda de Cortés	A
<i>Urotrygon aspidura</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	raya redonda panámica	B,D,E
<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872)	raya redonda moteada	D,E
<i>Urotrygon munda</i> Gill, 1863	raya redonda áspera	C,D,E
<i>Urotrygon nana</i> Miyake & McEachran, 1988	raya redonda enana	B,D,E
<i>Urotrygon rogersi</i> (Jordan & Starks, 1895)	raya redonda de púas	A,B,C,E
<i>Urotrygon</i> spp.		E
FAMILIA DASYATIDAE		
<i>Dasyatis dipterura</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	raya látigo diamante	A,B,C,D
<i>Dasyatis longa</i> (Garman, 1880)	raya látigo largo	B,C,E
FAMILIA GYMNURIDAE		
<i>Gymnura marmorata</i> (Cooper, 1864)	raya mariposa californiana	A,B,C,D
FAMILIA MYLIOBATIDAE		
<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	chucho pintado	B,E
<i>Mobula munkiana</i> Notarbartolo di Sciara, 1987	manta chica	A
<i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865	tecolote	A,B
<i>Rhinoptera steindachneri</i> Evermann & Jenkins, 1892	gavilán dorado	A,B
CLASE ACTINOPTERYGII		
SUBCLASE NEOPTERYGII		
DIVISION TELEOSTEI		
ORDEN ALBULIFORMES		
SUBORDEN ALBULOIDEI		
FAMILIA ALBULIDAE		
<i>Albula esuncula</i> (Garman, 1899)	macabí de Cortés	A,B,E
<i>Albula pacifica</i> (Beebe, 1942)	macabí de hebra	B,C,D,E
ORDEN ANGUILLIFORMES		
SUBORDEN MURAENOIDEI		
FAMILIA MURAENIDAE		
<i>Gymnothorax equatorialis</i> (Hildebrand, 1946)	morena cola pintada	A,C,D,E
<i>Muraena argus</i> (Steindachner, 1870)	morena Argos	D
SUBORDEN CONGROIDEI		
FAMILIA OPHICHTHIDAE		
<i>Echiophis brunneus</i> (Castro-Aguirre & Suárez de los Cobos, 1983)	tieso colmillón	C
<i>Myrichthys aspetocheiros</i> McCosker & Rosenblatt, 1993	tieso aletón	E
<i>Myrichthys tigrinus</i> Girard, 1859	tieso tigre	C
<i>Myrophis vafer</i> Jordan & Gilbert, 1883	tieso lombriz	C
<i>Ophichthus</i> sp.		E
<i>Ophichthus triserialis</i> (Kaup, 1856)	tieso del Pacífico	B,C,D,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Ophichthus zophochir</i> Jordan & Gilbert, 1882	tieso amarillo	C,D,E
FAMILIA MURAENESOCIDAE		
<i>Cynoponticus coniceps</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	congrío espantoso	A,B,D
FAMILIA CONGRIDAE		
<i>Ariosoma gilberti</i> (Ogilby, 1898)	congrío narigón	D,E
<i>Bathycongrus macrurus</i> (Gilbert, 1891)*	congrío de cabeza corta	E
<i>Gnathophis cinctus</i> (Garman, 1899)	congrío cola tiesa	C
<i>Paraconger californiensis</i> Kanazawa, 1961	congrío anteojos	C
<i>Rhynchoconger nitens</i> (Jordan & Bollman, 1890)	congrío estilete	E
FAMILIA NETTASTOMATIDAE		
<i>Hoplunnis pacifica</i> Lane & Stewart, 1968	congrío plateado	C
ORDEN CLUPEIFORMES		
SUBORDEN CLUPEOIDEI		
FAMILIA PRISTIGASTERIDAE		
<i>Opisthopterus dovii</i> (Günther, 1868)	sardina machete chata	B,D,E
<i>Opisthopterus equatorialis</i> Hildebrand, 1946	sardina ecuatorial	E
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	arenquilla aleta amarilla	C,D,E
FAMILIA ENGRAULIDAE		
<i>Anchoa argentivittata</i> (Regan, 1904)	anchoa plateada	D
<i>Anchoa ischana</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	anchoa chicotera	A,D,E
<i>Anchoa lucida</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	anchoa ojitos	E
<i>Anchoa nasus</i> (Kner & Steindachner, 1867)	anchoa trompuda	E
<i>Anchoa panamensis</i> (Steindachner, 1877)	anchoa de Panamá	E
<i>Anchoa</i> sp.		E
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	anchoa de fondo	E
<i>Anchoa walkeri</i> Baldwin & Chang, 1970	anchoa persistente	B,C,E
<i>Anchovia macrolepidota</i> (Kner, 1863)	anchoveta escamuda	B,C,E
<i>Cetengraulis mysticetus</i> (Günther, 1867)	anchoveta bocona	A,B,D,E
FAMILIA CLUPEIDAE		
<i>Harengula thrissina</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	sardinita plumilla	B,D,E
<i>Opisthonema bulleri</i> (Regan, 1904)	sardina crinuda azul	E
<i>Opisthonema libertate</i> (Günther, 1867)	sardina crinuda	A,B,C,D,E
ORDEN SILURIFORMES		
FAMILIA ARIIDAE		
<i>Bagre panamensis</i> (Gill, 1863)	bagre chihuil	A,B,D,E
<i>Bagre pinnimaculatus</i> (Steindachner, 1876)	bagre barbón	B
<i>Cathorops liropus</i> (Bristol, 1897)	bagre conguito	B,E
<i>Cathorops raredonae</i> Marceniuk, Betancur-R. & Acero, 2009	bagre de Raredon	B
<i>Precathorops dasycephalus</i> (Günther, 1864)	bagre barrigón	D,E
<i>Galeichthys peruvianus</i> Lütken, 1874	bagre de faja	D
<i>Notarius troschelii</i> (Gill, 1863)	bagre chili	C
<i>Occidentarius platypogon</i> (Günther, 1864)	bagre cominate	C,D,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Sciades seemanni</i> (Günther, 1864)	bagre tete	B,D,E
<i>Sciades</i> spp.		E
ORDEN AULOPIFORMES		
SUBORDEN SYNODONTOIDEI		
FAMILIA SYNODONTIDAE		
<i>Synodus evermanni</i> Jordan & Bollman, 1890	chile cadena	C,D,E
<i>Synodus lacertinus</i> Gilbert, 1890	chile lagarto	B,C
<i>Synodus scituliceps</i> Jordan & Gilbert, 1882	chile arpón	A,B,C,D,E
<i>Synodus sechurae</i> Hildebrand, 1946	chile iguana	B,C,E
ORDEN GADIFORMES		
FAMILIA BREGMACEROTIDAE		
<i>Bregmaceros bathymaster</i> Jordan & Bollman 1889*	merlucita del Pacífico Oriental	C,D,E
ORDEN OPHIDIIFORMES		
SUBORDEN OPHIDIOIDEI		
FAMILIA OPHIDIIDAE		
<i>Brotula clarkae</i> Hubbs, 1944	lengua rosada	B,C,D,E
<i>Cherublemma emmelas</i> (Gilbert, 1890)	brotula negra	D,E
<i>Lepophidium pardale</i> (Gilbert, 1890)	congriperla leopardo	E
<i>Lepophidium prorates</i> (Jordan & Bollman, 1890)	congriperla cornuda	A,B,C,D
<i>Ophidion galeoides</i> (Gilbert, 1890)	congriperla adornada	C,E
<i>Ophidion imitator</i> Lea, 1997	congriperla mimética	C
<i>Ophidion scrippsae</i> (Hubbs, 1916)	congriperla canastera	D
<i>Ophidion</i> sp.		C
ORDEN BATRACHOIDIFORMES		
FAMILIA BATRACHOIDIDAE		
<i>Batrachoides boulengeri</i> (Gilbert & Starks, 1904)	sapo brujo	E
<i>Batrachoides waltersi</i> Collette & Russo, 1981	sapo peludo	D,E
<i>Porichthys analis</i> Hubbs & Schultz, 1939	sapo de luto	A,B,D
<i>Porichthys ephippiatus</i> Walker & Rosenblatt, 1988	sapo ensillado	E
<i>Porichthys greenei</i> Gilbert & Starks, 1904	sapo cabeza corta	E
<i>Porichthys margaritatus</i> (Richardson, 1844)	sapo luminoso	C,E
ORDEN LOPHIIFORMES		
SUBORDEN LOPHIOIDEI		
FAMILIA LOPHIIDAE		
<i>Lophiodes caularis</i> (Garman, 1899)	rape rabo manchado	A,B,C,D,E
<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman, 1899)	rape de hebra	C,D,E
SUBORDEN ANTENNARIOIDEI		
FAMILIA ANTENNARIIDAE		
<i>Antennarius avalonis</i> Jordan & Starks, 1907	ranisapo antenado	B,C,D
SUBORDEN OGCOCEPHALIOIDEI		
FAMILIA OGCOCEPHALIDAE		
<i>Zalieutes elater</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	murciélago biocelado	A,B,C,D,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
ORDEN MUGILIFORMES		
FAMILIA MUGILIDAE		
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	lisa blanca	B,C,D,E
ORDEN ATHERINIFORMES		
FAMILIA ATHERINIDAE		
<i>Melanorhinus cyanellus</i> (Meek & Hildebrand, 1923) *	pejerrey azulado	C
ORDEN BELONIFORMES		
FAMILIA EXOCOETIDAE		
<i>Fodiator rostratus</i> (Günther, 1866) *	volador picudo	B
FAMILIA BELONIDAE		
<i>Strongylura exilis</i> (Girard, 1854) *	agujón californiano	D
ORDEN BERYCIFORMES		
SUBORDEN BERYCOIDEI		
FAMILIA HOLOCENTRIDAE		
<i>Myripristis leiognathus</i> Valenciennes, 1846 *	soldado panámico	C
<i>Sargocentron suborbitalis</i> (Gill, 1863) *	candil sol	C
ORDEN GASTEROSTEIFOMES		
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI		
FAMILIA SYNGNATHIDAE		
<i>Hippocampus ingens</i> Girard, 1858	caballito del Pacífico	C,D,E
FAMILIA FISTULARIIDAE		
<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	corneta pintada	C
<i>Fistularia corneta</i> Gilbert & Starks, 1904	corneta flautera	B,D,E
ORDEN SCORPAENIFORMES		
SUBORDEN SCORPAENOIDEI		
FAMILIA SCORPAENIDAE		
<i>Pontinus furcirhinus</i> Garman, 1899	lapón rojo	D
<i>Pontinus sierra</i> (Gilbert, 1890)	lapón manchado	C,D,E
<i>Scorpaena histrio</i> Jenyns, 1840	escorpión juguetón	B
<i>Scorpaena mystes</i> Jordan & Starks, 1895	escorpión roquero	A,C,D
<i>Scorpaena russula</i> Jordan & Bollman, 1890	escorpión sapo	B,C,D,E
<i>Scorpaena sonorae</i> Jenkins & Evermann, 1889	escorpión de Sonora	A,B,D
<i>Sebastes</i> sp.		C
SUBORDEN PLATYCEPHALOIDEI		
FAMILIA TRIGLIDAE		
<i>Bellator gymnostethus</i> (Gilbert, 1892)	vaca enana	C,D
<i>Bellator loxias</i> (Jordan, 1897)	vaca angelita	B,C,E
<i>Bellator xenisma</i> (Jordan & Bollman, 1890)	vaca doble hocico	B,C,D,E
<i>Prionotus albirostris</i> Jordan & Bollman, 1890	vaca cariblanca	C,D,E
<i>Prionotus birostratus</i> Richardson, 1844	vaca dospicos	D,E
<i>Prionotus horrens</i> Richardson, 1844	vaca polla	D,E
<i>Prionotus ruscarius</i> Gilbert & Starks, 1904	vaca rasposa	A,B,C,D,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	vaca voladora	A,B,C,D,E
ORDEN PERCIFORMES		
SUBORDEN PERCOIDEI		
FAMILIA CENTROPOMIDAE		
<i>Centropomus armatus</i> Gill, 1863	robalo espina larga	B
<i>Centropomus medius</i> Günther, 1864	robalo aleta prieta	B
<i>Centropomus robalito</i> Jordan & Gilbert, 1882	robalo aleta amarilla	B,C,D,E
FAMILIA SERRANIDAE		
<i>Alphestes multiguttatus</i> (Günther, 1867)	guaseta rayada	B,C,D,E
<i>Dermatolepis dermatolepis</i> (Boulenger, 1895)	mero cuero	C
<i>Diplectrum eumelum</i> Rosenblatt & Johnson, 1974	serrano carabonita	C,D,E
<i>Diplectrum euryplectrum</i> Jordan & Bollman, 1890	serrano extranjero	C,D,E
<i>Diplectrum labarum</i> Rosenblatt & Johnson, 1974	serrano espinudo	B,C,D,E
<i>Diplectrum macropoma</i> (Günther, 1864)	serrano mexicano	A,C,D,E
<i>Diplectrum pacificum</i> Meek & Hildebrand, 1925	serrano cabaicucho	A,B,C,D,E
<i>Diplectrum rostrum</i> Bortone, 1974	serrano frenado	C
<i>Diplectrum sciurus</i> Gilbert, 1892	serrano ardilla	A
<i>Epinephelus analogus</i> Gill, 1863	cabrilla pinta	C,D,E
<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840)	cabrilla piedra	C
<i>Hyporthodus acanthistius</i> (Gilbert, 1892)	baqueta	B,C,D
<i>Hyporthodus exsul</i> (Fowler, 1944)	cabrilla diez espinas	B,D,E
<i>Hyporthodus niphobles</i> Gilbert & Starks, 1897	baqueta ploma	A,B,C,D
<i>Hyporthodus</i> sp.		E
<i>Paralabrax loro</i> Walford, 1936	cabrilla cachete amarillo	A,B,C
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindachner, 1868)	cabrilla de roca	A,B
<i>Pronotogrammus eos</i> Gilbert, 1890	serrano ojón	B
<i>Rypticus bicolor</i> Valenciennes, 1846	jabonero moteado	E
<i>Rypticus nigripinnis</i> Gill, 1861	jabonero doble punteado	B,C,D
<i>Serranus aequidens</i> Gilbert, 1890	serrano de agua profunda	D
<i>Serranus psittacinus</i> Valenciennes, 1846	serrano guaseta	C
FAMILIA OPISTOGNATHIDAE		
<i>Opistognathus punctatus</i> Peters, 1869	bocón punteado	A
FAMILIA PRIACANTHIDAE		
<i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert, 1891)	catalufa semáforo	A,B,C,D,E
FAMILIA APOGONIDAE		
<i>Apogon pacificus</i> (Herre, 1935)	cardenal morro listado	D,E
<i>Apogon retrosella</i> (Gill, 1862)	cardenal de Cortés	B,C
FAMILIA MALACANTHIDAE		
<i>Caulolatilus affinis</i> Gill, 1865	conejo	C
FAMILIA NEMATISTIIDAE		
<i>Nematistius pectoralis</i> Gill, 1862*	papagallos	B

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
FAMILIA ECHENEIDAE		
<i>Remora remora</i> (Linnaeus, 1758) *	rémora tiburonera	D
FAMILIA CARANGIDAE		
<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1787)	pámpano de hebra	B,D,E
<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	jurel bonito	B,D,E
<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867	jurel toro	B,C,D,E
<i>Caranx otrynter</i> Jordan & Gilbert, 1883	jurel chicuaca	B,D,E
<i>Caranx vinctus</i> Jordan & Gilbert, 1882	cocinero	B,C,D,E
<i>Chloroscombrus orqueta</i> Jordan & Gilbert, 1883	horqueta del Pacífico	B,C,D,E
<i>Decapterus macrosoma</i> Bleeker, 1851	macarela alicorta	C,D,E
<i>Hemicaranx leucurus</i> (Günther, 1864)	jurelito aletiamarilla	B,D,E
<i>Hemicaranx zelotes</i> Gilbert, 1898	jurelito chocho	E
<i>Oligoplites altus</i> (Günther, 1868)	piña bocona	E
<i>Oligoplites refulgens</i> Gilbert & Starks, 1904	piña flaca	E
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	piña sietecueros	A,E
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	charrito ojón	B,C,D,E
<i>Selene brevoortii</i> (Gill, 1863)	jorobado mexicano	B,D,E
<i>Selene orstedii</i> Lütken, 1880	jorobado carite	B,D,E
<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	jorobado papelillo	A,B,C,D,E
<i>Seriola peruana</i> Steindachner, 1881	medregal fortuna	D
<i>Seriola rivoliana</i> Valenciennes, 1833	medregal limón	C
<i>Trachinotus kennedyi</i> Steindachner, 1876	pámpano gitano	B
<i>Trachinotus paitensis</i> Cuvier, 1832	pámpano paloma	B,D
<i>Trachinotus rhodopus</i> Gill, 1863	pámpano fino	D
FAMILIA LUTJANIDAE		
<i>Hoplopagrus guentherii</i> Gill, 1862	pargo coconaco	C
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	pargo amarillo	B,D
<i>Lutjanus colorado</i> Jordan & Gilbert, 1882	pargo colorado	D,E
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	pargo lunarejo	A,B,C,D,E
<i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill, 1862	pargo prieto	C,D
<i>Lutjanus peru</i> (Nichols & Murphy, 1922)	huachinango del Pacífico	C,D,E
FAMILIA GERREIDAE		
<i>Diapterus aureolus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	mojarra palometa	C,D,E
<i>Diapterus brevirostris</i> (Sauvage, 1879)	mojarra aletas amarillas	B,C,D,E
<i>Eucinostomus currani</i> Zahuranec, 1980	mojarra tricolor	B,C,D,E
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill, 1863)	mojarra manchita	B,D,E
<i>Eucinostomus entomelas</i> Zahuranec, 1980	mojarra mancha negra	C,D
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	mojarra charrita	B,C,D,E
<i>Eucinostomus</i> sp.		A
<i>Gerres simillimus</i> Reagan, 1907	mojarra trompetera	C,D,E
FAMILIA HAEMULIDAE		
<i>Anisotremus dovii</i> (Günther, 1864)	burro rompepaila	B,C,D

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Anisotremus interruptus</i> (Gill, 1862)	burro bacoco	D
<i>Conodon serrifer</i> Jordan & Gilbert, 1882	ronco ofensivo	B,C,D,E
<i>Haemulon flaviguttatum</i> Gill, 1862	burro de Cortés	D
<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)	burro rasposo	C
<i>Haemulon scudderi</i> Gill, 1862	burro pecoso	C
<i>Haemulopsis axillaris</i> (Steindachner, 1869)	ronco callana	B,C,D,E
<i>Haemulopsis elongatus</i> (Steindachner, 1879)	ronco alargado	D,E
<i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther, 1864)	ronco ruco	A,B,C,D,E
<i>Haemulopsis nitidus</i> (Steindachner, 1869)	ronco brillante	A,D,E
<i>Microlepidotus brevipinnis</i> (Steindachner, 1869)	ronco bronceado	C,D
<i>Microlepidotus inornatus</i> Gill, 1862	ronco rayadillo	C
<i>Orthopristis chalceus</i> (Günther, 1864)	burrito corcovado	B,D,E
<i>Orthopristis reddingi</i> Jordan & Richardson, 1895	burrito rayado	A,D,E
<i>Pomadasys branickii</i> (Steindachner, 1879)	roncacho arenero	D
<i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1876)	roncacho mapache	A,B,D,E
<i>Xenichthys xanti</i> Gill, 1863	chula	B,C,D,E
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner, 1876)	salema	C
FAMILIA SPARIDAE		
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington, 1880)	pluma marotilla	A,B,C,D
FAMILIA POLYNEMIDAE		
<i>Polydactylus approximans</i> (Lay & Bennett, 1839)	barbudo seis barbas	B,C,D,E
<i>Polydactylus opercularis</i> (Gill, 1863)	barbudo nueve barbas	B,C,D,E
FAMILIA SCIAENIDAE		
<i>Cynoscion nannus</i> Castro-Aguirre & Arvizu-Martinez, 1976	corvina enana	C
<i>Cynoscion phoxocephalus</i> Jordan & Gilbert, 1882	corvina picuda	B,C,D,E
<i>Cynoscion</i> sp.		B
<i>Cynoscion reticulatus</i> (Günther, 1864)	corvina rayada	A,B,C,D,E
<i>Cynoscion stolzmanni</i> (Steindachner, 1879)	corvina coliamarilla	D
<i>Elattarchus archidium</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	corvina gallinita	D,E
<i>Isopisthus remifer</i> Jordan & Gilbert, 1882	corvina ojona	B,D,E
<i>Larimus acclivis</i> Jordan & Bristol, 1898	boquinete	C,D,E
<i>Larimus argenteus</i> (Gill, 1863)	boquinete chato	B,E
<i>Larimus effulgens</i> Gilbert, 1898	boquinete boca de novia	B,E
<i>Larimus pacificus</i> Jordan & Bollman, 1890	boquinete del Pacífico	A,D,E
<i>Menticirrhus elongatus</i> (Günther, 1864)	berrugato fino	C,D,E
<i>Menticirrhus nasus</i> (Günther, 1868)	berrugato real	A,E
<i>Menticirrhus panamensis</i> (Steindachner, 1875)	berrugato panameño	D,E
<i>Micropogonias altipinnis</i> (Günther, 1864)	chano sureño	D,E
<i>Micropogonias ectenes</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	chano mexicano	B
<i>Micropogonias megalops</i> (Gilbert, 1890)	chano norteño	A
<i>Nebris occidentalis</i> Vaillant, 1897	corvina guavina	E
<i>Ophioscion imiceps</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	corvina bocachica	B,D

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Ophioscion scierus</i> (Jordan & Gilbert, 1884)	corvina parda	C
<i>Ophioscion strabo</i> Gilbert, 1897	corvina bizca	C,E
<i>Ophioscion typicus</i> Gill, 1863	corvina corredora	D
<i>Paralonchurus goodei</i> Gilbert, 1898	corvina ángel	B,E
<i>Stellifer ericymba</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	corvina hueca	D
<i>Stellifer furthii</i> (Steindachner, 1876)	corvina blanca	D,E
<i>Stellifer illecebrosus</i> Gilbert, 1898	corvina plateada	B,D,E
<i>Stellifer walkeri</i> Chao, 2001	corvina del profesor	D
<i>Stellifer wintersteenororum</i> Chao, 2001	corvina amigable	
<i>Totoaba macdonaldi</i> (Gilbert, 1890)	totoaba	A
<i>Umbrina analis</i> Günther, 1868	berrugata espinuda	B
<i>Umbrina bussingi</i> López, 1980	berrugata ojona	D
<i>Umbrina roncadora</i> Jordan & Gilbert, 1882	berrugata aleta amarilla	B
<i>Umbrina xanti</i> Gill, 1862	berrugata roncadora	C,D,E
FAMILIA MULLIDAE		
<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)	chivo barbón	C,D
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)	chivo escamudo	A,B,C,D,E
FAMILIA CHAETODONTIDAE		
<i>Chaetodon humeralis</i> Günther, 1860	mariposa muñeca	B,C,D,E
<i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862) *	mariposa barbero	B
FAMILIA POMACANTHIDAE		
<i>Pomacanthus zonipectus</i> (Gill, 1862) *	ángel de Cortés	B,D
SUBORDEN LABROIDEI		
FAMILIA POMACENTRIDAE		
<i>Chromis atrilobata</i> Gill, 1862 *	castañeta cola de tijera	C,D
FAMILIA LABRIDAE		
<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres, 1859)	señorita piedrera	A
SUBORDEN TRACHINOIDEI		
FAMILIA URANOSCOPIDAE		
<i>Astroscopus zephyreus</i> Gilbert & Starks, 1897	miraciolo perro	A
SUBORDEN GOBIOIDEI		
FAMILIA GOBIIDAE		
<i>Bollmannia chlamydes</i> Jordan, 1890	gobio bocón de barro	B,D
<i>Bollmannia ocellata</i> Gilbert, 1892	gobio penacho	A,D
<i>Bollmannia</i> sp.		C
SUBORDEN ACANTHUROIDEI		
FAMILIA EPHIPPIDAE		
<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)	chambo	A,B,C,D,E
<i>Parapsettus panamensis</i> Steindachner, 1876	zapatero	C,D
SUBORDEN SCOMBROIDEI		
FAMILIA SPHYRAENIDAE		
<i>Sphyaena ensis</i> Jordan & Gilbert, 1882	barracuda mexicana	B,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
FAMILIA TRICHIURIDAE		
<i>Trichiurus nitens</i> Garman, 1899	sable del Pacífico	A,B,D,E
FAMILIA SCOMBRIDAE		
<i>Auxis thazard eurydorax</i> (Lacepède, 1800) *	melva	B
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782*	macarela estornino	B
<i>Scomberomorus sierra</i> Jordan & Starks, 1895	sierra del Pacífico	A,B,D,E
SUBORDEN STROMATEOIDEI		
FAMILIA STROMATEIDAE		
<i>Peprilus medius</i> (Peters, 1869)	palometa	B,D,E
<i>Peprilus snyderi</i> Gilbert & Starks, 1904	palometa salema	B,D,E
<i>Peprilus</i> sp.		A
ORDEN PLEURONECTIFORMES		
SUBORDEN PLEURONECTOIDEI		
FAMILIA PARALICHTHYIDAE		
<i>Ancylopsetta dendritica</i> Gilbert, 1890	lenguado tres ojos	A,B,C,D,E
<i>Citharichthys gilberti</i> Jenkins & Evermann, 1889	lenguado tapadera	C,D,E
<i>Citharichthys platophrys</i> Gilbert, 1891	lenguado frentón	B,C,D,E
<i>Citharichthys</i> sp.	lenguado flaco	C
<i>Citharichthys xanthostigma</i> Gilbert, 1890	lenguado alón	C
<i>Cyclopsetta panamensis</i> (Steindachner, 1876)	lenguado panámico	B,C,D,E
<i>Cyclopsetta querna</i> (Jordan & Bollman, 1890)	lenguado dientón	B,C,D,E
<i>Etropus crossotus</i> Jordan & Gilbert, 1882	lenguado ribete	A,B,C,D,E
<i>Hippoglossina bollmani</i> Gilbert, 1890	lenguado pintado	C
<i>Hippoglossina tetrophthalmia</i> (Gilbert, 1890)	lenguado cuatroojos	A,B,C
<i>Paralichthys aestuarius</i> Gilbert & Scofield, 1898	lenguado de Cortés	A
<i>Paralichthys woolmani</i> Jordan & Williams, 1897	lenguado huarache	A,C,D,E
<i>Syacium latifrons</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	lenguado playero	C,D,E
<i>Syacium longidorsale</i> Murakami & Amaoka, 1992	lenguado copetón	C
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	lenguado ovalado	A,B,C,D,E
<i>Xystreurus liolepis</i> Jordan & Gilbert, 1880	lenguado cola de abanico	A
FAMILIA PLEURONECTIDAE		
<i>Pleuronichthys ocellatus</i> Starks & Thompson, 1910	platija ocelada	A
FAMILIA BOTHIDAE		
<i>Bothus constellatus</i> (Jordan, 1889)	lenguado hoja	C,D,E
<i>Bothus leopardinus</i> (Günther, 1862)	lenguado leopardo del Pacífico	B,C
<i>Engyophrys sanctilaurentii</i> Jordan & Bollman, 1890	lenguado colimanchada	B,C,D,E
<i>Monolene asaedai</i> Clark, 1936	lenguado carbón	C,D,E
<i>Monolene dubiosa</i> Garman, 1899	lenguado acapulqueño	E
FAMILIA ACHIRIDAE		
<i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner, 1869)	tepalcate	A,B,C,E
<i>Achirus scutum</i> (Günther, 1862)	comal	C,D,E

Apéndice II (Cont.)	NOMBRE COMÚN	ECOSISTEMAS
<i>Achirus zebrinus</i> Clark, 1936	suela cebra	E
<i>Trinectes fimbriatus</i> (Günther, 1862)	suela pintada	E
<i>Trinectes fonsecensis</i> (Günther, 1862)	suela rayada	B,C,D,E
FAMILIA CYNOGLOSSIDAE		
<i>Symphurus atramentatus</i> Jordan & Bollman, 1890	lengua mediomanchada	C,E
<i>Symphurus atricaudus</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	lengua californiana	D,E
<i>Symphurus chabanaudi</i> Mahadeva & Munroe, 1990	lengua cachete prieto	B
<i>Symphurus elongatus</i> (Günther, 1868)	lengua esbelta	B,C,D,E
<i>Symphurus fasciolaris</i> Gilbert, 1892	lengua listada	B,C
<i>Symphurus prolatinaris</i> Munroe, Nizinski & Mahadeva, 1991	lengua narigona	C
<i>Symphurus</i> sp.		A
ORDEN TETRAODONTIFORMES		
SUBORDEN BALISTOIDEI		
FAMILIA BALISTIDAE		
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	cochi	A,B,C,D,E
<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895)	cochito bota	D
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks, 1904)	cochito naranja	C
FAMILIA MONACANTHIDAE		
<i>Aluterus monocerus</i> (Linnaeus, 1758)	lija barbuda	B,C,E
<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	lija trompa	C,D
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI		
FAMILIA TETRAODONTIDAE		
<i>Lagocephalus lagocephalus</i> (Linnaeus, 1758) *	botete oceánico	C
<i>Sphoeroides angusticeps</i> (Jenyns, 1842)	botete cabeza angosta	D
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)	botete diana	A,B,C,D,E
<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner, 1870)	botete verrugoso	B,C,D,E
<i>Sphoeroides sechurae</i> Hildebrand, 1946	botete peruano	B,C,E
<i>Sphoeroides trichocephalus</i> (Cope, 1870)	botete enano	E
FAMILIA DIODONTIDAE		
<i>Chilomycterus reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	pez erizo enano	C,D
<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	pez erizo mapache	B,C,D,E
<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	pez erizo pecoso	C,D,E

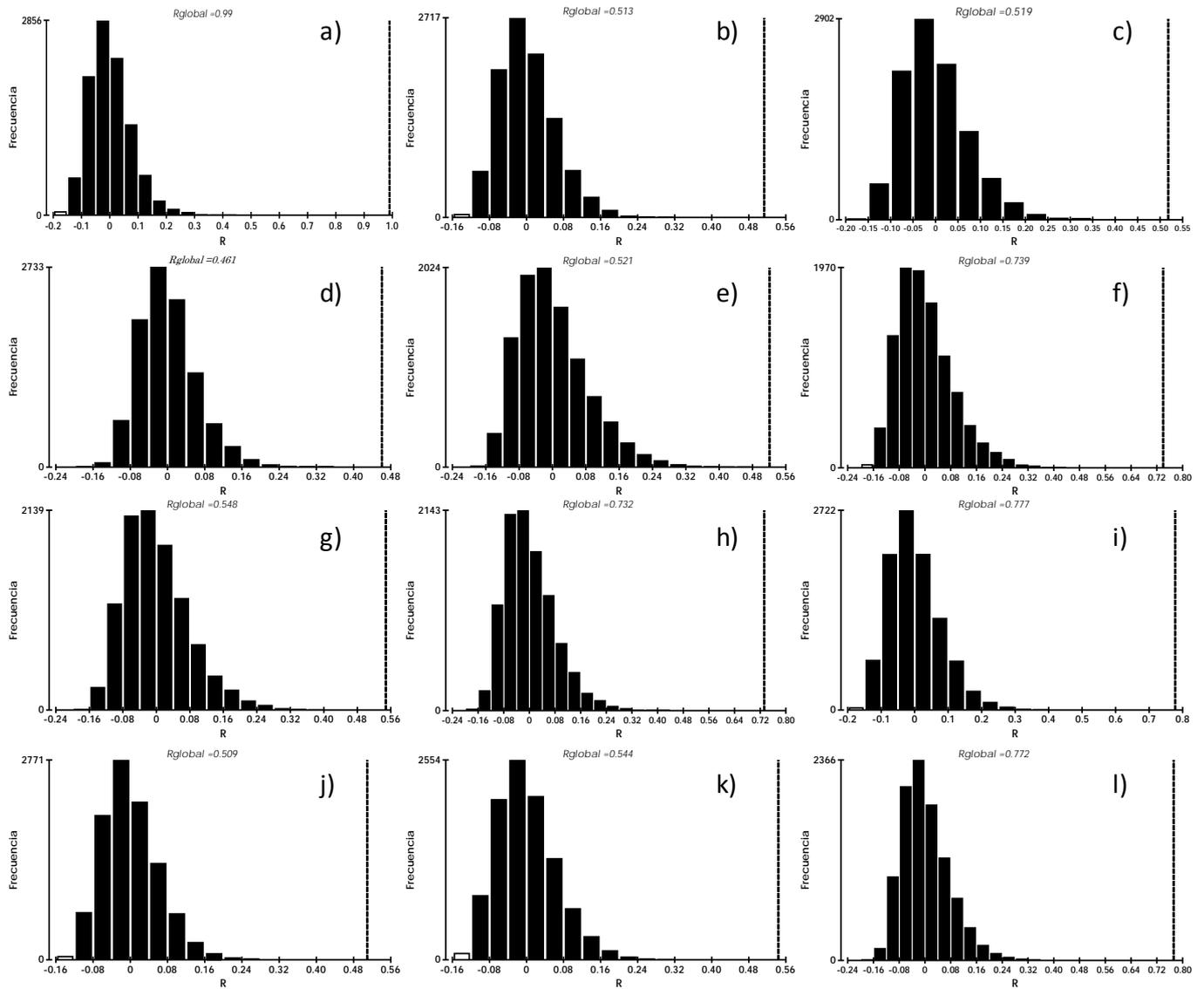
Apéndice III. Matriz de afinidad (coeficiente de similitud de Bray-Curtis) basada en la composición de especies de los cruceros de los cinco ecosistemas (A: Alto Golfo de California, B: Sinaloa-Nayarit, C: Jalisco-Colima, D: Michoacán-Guerrero, E: Golfo de Tehuantepec).

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	E3	E4	E5
A1	1.00																								
A2	66.67	1.00																							
A3	64.52	77.65	1.00																						
A4	70.10	67.42	67.50	1.00																					
A5	60.24	56.00	57.58	65.71	1.00																				
B1	30.77	27.03	21.58	25.17	21.71	1.00																			
B2	27.81	26.57	23.88	26.09	19.35	88.32	1.00																		
B6	25.00	22.06	17.32	19.85	15.38	70.53	70.27	1.00																	
B7	20.51	16.51	10.00	13.46	8.89	63.80	62.03	67.55	1.00																
B8	22.22	20.00	15.38	16.84	14.81	64.94	69.80	70.42	71.30	1.00															
C1	23.38	24.66	23.36	22.70	11.02	41.00	43.08	41.49	34.78	32.89	1.00														
C2	28.39	29.93	27.54	26.76	15.63	41.79	42.86	35.98	25.93	27.45	75.38	1.00													
C3	22.86	27.27	22.76	25.20	12.39	35.48	35.36	33.33	25.85	27.54	73.91	72.43	1.00												
C4	27.88	29.30	21.62	25.00	15.94	44.55	46.60	44.22	32.56	36.81	77.51	76.19	74.87	1.00											
C5	27.40	26.09	21.71	27.07	15.13	39.58	39.57	33.33	27.45	27.78	70.53	73.30	69.32	75.62	1.00										
D1	26.76	31.34	25.60	31.01	22.61	50.00	48.09	39.77	28.19	30.00	50.54	49.20	48.84	50.76	51.69	1.00									
D2	28.93	30.46	29.58	32.88	21.21	49.76	49.00	38.34	32.53	33.12	50.25	50.98	46.56	51.40	53.33	70.16	1.00								
D3	27.16	31.17	24.83	25.50	19.26	49.04	51.23	40.82	30.77	32.50	49.51	52.17	45.83	55.30	53.54	64.95	71.09	1.00							
D4	35.71	36.25	31.79	33.55	24.11	55.14	54.55	46.53	40.00	37.35	56.60	54.46	50.51	57.40	57.84	63.00	72.81	68.18	1.00						
D5	33.55	34.01	28.99	32.39	21.88	49.75	51.02	41.27	35.80	36.60	49.25	47.00	46.49	51.43	47.12	62.03	68.63	61.84	73.24	1.00					
E1	25.42	29.09	25.74	28.57	19.78	42.68	45.28	35.53	33.60	32.76	40.74	36.81	39.19	42.77	41.56	46.67	46.71	51.76	54.55	47.85	1.00				
E2	30.12	25.32	22.82	27.45	20.14	53.77	54.11	45.00	36.99	40.24	45.71	45.50	41.84	49.77	47.52	56.57	56.74	56.88	64.29	52.13	64.37	1.00			
E3	31.71	26.92	24.49	29.14	21.90	51.43	53.66	43.43	39.77	40.74	42.31	41.15	38.14	46.58	44.00	47.96	55.40	57.41	63.96	56.46	60.47	79.09	1.00		
E4	28.75	23.68	22.38	27.21	19.55	56.31	55.72	47.42	44.31	45.57	46.08	45.85	38.95	46.51	45.92	52.08	58.37	58.49	63.30	53.66	60.71	75.93	73.83	1.00	
E5	25.95	21.47	20.24	22.09	16.46	56.28	55.75	48.40	39.58	41.53	45.41	46.96	40.00	50.83	47.06	54.38	57.26	57.38	65.84	55.65	59.07	81.33	76.99	82.55	1.00

Apéndice IV. Afinidad ictiobiogeográfica porcentual de la comunidad de peces de los cinco ecosistemas.

	Alto golfo	Sinaloa-Nayarit	Jalisco-Colima	Michoacán-Guerrero	Golfo de Tehuantepec
CT	1.41	4.58	5.77	4.49	4.68
T	1.41	1.53	1.28	0.56	1.75
AN	2.82	0.76	1.28	1.12	2.34
PA-PPCH	1.41	0.76	0.64	0.56	0.58
PA-PC	1.41	0.76	0.64	0.00	0.00
PO-PPCH	2.82	3.82	3.21	3.93	3.51
PO-PP	4.23	1.53	3.85	2.81	2.92
PO-PM	2.82	0.76	0.00	0.00	0.00
PO-PC, PP	1.41	0.00	0.00	0.56	0.00
PO-PC	2.82	0.76	0.00	0.00	0.00
PS-PPCH	16.90	17.56	16.03	17.42	14.62
PS-PP	22.54	21.37	28.21	21.91	21.05
PS-PM	1.41	0.76	1.28	1.69	0.58
PS-PC	4.23	1.53	0.64	0.56	0.58
PC-PPCH	4.23	7.63	7.69	7.87	9.94
PC-PP	19.72	30.53	26.92	28.65	29.82
PC-PM	2.82	1.53	0.00	1.12	0.00
PC	5.63	0.00	0.00	0.00	0.00
PM	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00
PM-PP	0.00	3.82	2.56	3.93	4.09
PP	0.00	0.00	0.00	1.69	3.51
PP-PPCH	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00

Apéndice V. Distribución del estadístico R global en el Análisis de Similitudes, estimado a través de 10 000 permutaciones, basado en a) la composición de especies de peces de los cinco ecosistemas, b) nivel trófico, c) gremios tróficos, d) gremios reproductivos, e) uso de sistemas estuarinos, f) gremios de posición dentro de la columna de agua, g) distribución batimétrica, h) diversidad de formas de cuerpo de las especies, i) diversidad de formas de la aleta caudal de las especies, j) diversidad de bocas de las especies, k) tallas de las especies, l) análisis global de los diez atributos funcionales.



Apéndice VI. Contribución porcentual de los atributos funcionales de los cinco ecosistemas.

Nivel trófico	Alto Golfo	Sinaloa-Nayarit	Jalisco-Colima	Michoacán-Guerrero	Golfo de Tehuantepec
2-2.49	0	2 ± 0.2	0.6 ± 0.6	1.2 ± 0.6	1.4 ± 0.4
2.5-2.99	3.4 ± 2.8	6.7 ± 2	5.9 ± 0.9	6.9 ± 1.4	8 ± 1.4
3-3.49	41.8 ± 7.1	38.1 ± 1.9	48 ± 3.5	43.2 ± 2	46 ± 3.8
3.5-3.99	26.8 ± 8.2	35.6 ± 1.7	33.9 ± 2.8	35 ± 2.1	31.1 ± 4.1
4-4.49	28 ± 3.7	17.7 ± 2.3	11.5 ± 1.2	13.6 ± 2.5	13.5 ± 2.3
Gremios tróficos					
Omnívoros	0	1.6 ± 1.1	2.5 ± 1.1	2.1 ± 0.3	1.4 ± 0.9
Planctívoros	4.2 ± 1.3	13.1 ± 1.6	7.3 ± 2.3	9.4 ± 1.7	16.3 ± 4
Invertívoros	34.7 ± 5.2	33.4 ± 3.6	35.8 ± 2.3	34.1 ± 1.3	34.3 ± 2.4
Piscívoros	2.1 ± 1.3	6.3 ± 1.4	2.5 ± 1.5	2.8 ± 1.4	3.1 ± 1.1
Íctio-invertívoros	59.1 ± 5.1	45.7 ± 3.2	52 ± 2.6	51.7 ± 3.1	44.8 ± 3.7
Gremios reproductivos					
Vivíparos V	19.3 ± 4.5	7.4 ± 3.2	10.1 ± 1.5	10.3 ± 1.5	6.4 ± 1
Ovíparos OP	69.3 ± 4.4	85.5 ± 4.6	79.1 ± 2.5	79.8 ± 2.1	82.9 ± 3.8
Ovíparos OBFP	4.9 ± 1.9	3.5 ± 2.1	6 ± 1.4	4.5 ± 1.2	3.8 ± 0.7
Ovíparos OBSFP	5.2 ± 1.9	0.4 ± 0.6	2.3 ± 0.5	2 ± 0.7	2.9 ± 1.1
Ovíparos OGO	1.2 ± 1.7	3 ± 2	1.4 ± 0.5	2.8 ± 0.9	3.8 ± 1.6
Ovíparos OGBVV	0	0.2 ± 0.5	1 ± 0.1	0.6 ± 0.6	0.3 ± 0.5
Uso de sistemas estuarinos					
Grupo 1	53.3 ± 7.1	36.6 ± 2.7	55 ± 4.8	41.4 ± 3.7	36.2 ± 6
Grupo 2	6.6 ± 3	16.7 ± 2	7.5 ± 2.7	11.6 ± 0.8	14.6 ± 1.2
Grupo 3	40.1 ± 6.3	46.7 ± 4	37.5 ± 2.9	46.9 ± 4.2	49.2 ± 5.8
Distribución en la columna de agua					
Demersal (fondos mixtos)	17.6 ± 2.9	8.8 ± 3	19.2 ± 0.8	17.7 ± 2	7.9 ± 0.4
Demersal (fondos blandos)	53.6 ± 2.6	47.6 ± 2.1	58.2 ± 2.5	50.5 ± 3.2	53 ± 5.2
Demersal (fondos duros)	0.8 ± 1.2	0.3 ± 0.7	1.5 ± 1.2	0.4 ± 0.6	0.2 ± 0.3
Demerso-pelágicas	22.3 ± 3.1	27.2 ± 3.1	18.3 ± 1.8	21.9 ± 1.9	23.5 ± 1
Pelágico-neríticas (Col/agua)	5.7 ± 2	16.2 ± 2.3	2.8 ± 2.1	9.5 ± 1.3	15.5 ± 4.8
Distribución batimétrica					
<30 m	9.3 ± 4	21.5 ± 4	7.1 ± 3.7	9.1 ± 2.4	16.2 ± 5.5
31-50 m	13.7 ± 3.4	13.6 ± 2.4	10.9 ± 2	7.8 ± 1	10.2 ± 3.1
51-120 m	44 ± 7.3	46.8 ± 1.1	48.8 ± 2.3	53.8 ± 1.3	46.3 ± 3.3
>120 m	33 ± 6.4	18.1 ± 3.5	33.2 ± 2.6	29.3 ± 1.6	27.3 ± 6.4
Forma del cuerpo					
Fusiforme (e.g. <i>Scomberomorus</i> sp.)	31.2 ± 4.7	46.1 ± 3.3	32.5 ± 1.8	42.3 ± 3.9	44.9 ± 4
Compresiformes (e.g. <i>Selene</i> sp.)	9.7 ± 0.9	11.1 ± 1.7	6.6 ± 1.1	9 ± 1.6	9.3 ± 1.9
Depresiforme A (e.g. <i>Urobatis</i> sp.)	34.5 ± 4	20.4 ± 2.3	31 ± 2.3	21.7 ± 2.1	19.6 ± 0.4
Depresiforme B (e.g. <i>Lophiodes</i> sp.)	17 ± 1.9	8.7 ± 2.3	11.2 ± 0.7	12.6 ± 2.8	13.8 ± 4.8
Sagitiforme (e.g. <i>Sphyræna</i> sp.)	2.5 ± 0.7	4.6 ± 1.8	3.7 ± 1.5	2.2 ± 0.4	3.3 ± 0.5
Anguiliforme (e.g. <i>Gymnothorax</i> sp.)	2.3 ± 1.9	4.1 ± 1.3	8 ± 2.6	6.1 ± 1.9	4.8 ± 1.3
Teniforme (e.g. <i>Trichiurus</i> sp.)	1.3 ± 1.2	1.3 ± 0.4	0	0.6 ± 0.5	0.2 ± 0.4
Globiforme (e.g. <i>Sphæroides</i> sp.)	1.6 ± 1.6	3.6 ± 1.6	6 ± 0.8	4.9 ± 0.5	3.8 ± 0.8
Otros	0	0.2 ± 0.5	1 ± 0.1	0.6 ± 0.6	0.3 ± 0.5
Tipos de aleta caudal					
Redondeada	17.5 ± 3.7	11.6 ± 5	25.5 ± 1	23.1 ± 3.7	17.3 ± 1.5
Truncada	13 ± 3.8	12.7 ± 2.2	11.9 ± 2.5	8.4 ± 1.5	10.6 ± 1.8
Emarginada	11.7 ± 2.5	8.5 ± 1.4	12 ± 1.9	11.3 ± 1.9	10.6 ± 1.9
Semilunada	0.9 ± 1.2	2.5 ± 0.9	1.9 ± 0.5	2.4 ± 1.3	2 ± 1.1
Furcada	12.3 ± 3	37.7 ± 5.3	14.4 ± 3.7	24.1 ± 1.6	33.5 ± 4.2
Confluente	5.1 ± 2	5.7 ± 1.3	8.8 ± 1.8	5.7 ± 1.8	3.8 ± 0.8
Punteada	11 ± 3.1	10.1 ± 1.2	10.1 ± 0.9	9.5 ± 1.3	10 ± 2.7
Forma de S	2.9 ± 0.7	1.6 ± 0.5	0.8 ± 0.9	1.7 ± 1.2	2.4 ± 0.7
Doble emarginada	2.7 ± 1.9	0.4 ± 0.6	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.3	1 ± 0.3
Sin caudal	7.4 ± 1.5	4.6 ± 1.7	5.6 ± 1.4	4.1 ± 1.3	3.7 ± 0.9
Aproximadamente simétrica	8.5 ± 1.4	0.6 ± 1	4.8 ± 0.5	3.7 ± 1.3	1.9 ± 0.8
Asimétrica	7 ± 2.7	4.1 ± 1.1	2.9 ± 0.4	4.8 ± 1.6	3.1 ± 0.6
Tipos y formas de boca					
Oblicua	6.1 ± 1.7	5.1 ± 1.9	5.6 ± 0.4	7.1 ± 1.1	7.8 ± 1.1
Superior	9.2 ± 3.9	11.5 ± 1.4	15.5 ± 2	10.9 ± 1.3	12.7 ± 1.3
Proyectante	22 ± 1.9	18.3 ± 2.2	18.2 ± 1.7	18.7 ± 1.8	14.6 ± 2.9
Terminal	17.1 ± 3.9	16.8 ± 2.4	14.7 ± 1.7	17.2 ± 2.3	17.8 ± 2.7
Inferior	20.1 ± 4.6	23.2 ± 1.4	19.9 ± 3.2	20.1 ± 2.8	23.8 ± 4
Ventral	23 ± 5.4	7.4 ± 3.2	12.1 ± 1.8	11.9 ± 1.4	7.2 ± 1.4
Tubular	0	2 ± 0.7	3.5 ± 1	2.7 ± 1.1	2.1 ± 1.3
Semiventral	2.5 ± 2.5	15.8 ± 3.1	10.5 ± 3	11.4 ± 3.2	14.1 ± 3.5
Grupos basados en tamaños					
Teleósteos pequeños	16.9 ± 3	28.6 ± 3.5	34.8 ± 1.1	28.7 ± 4.9	33.2 ± 2.1
Teleósteos medianos	35.6 ± 5.7	39.1 ± 1.4	31.4 ± 2.4	34.1 ± 3.7	35.6 ± 0.9
Teleósteos grandes	25.4 ± 2.9	25 ± 3.6	22.4 ± 1.8	26.1 ± 1.6	24.1 ± 1.5
Elasmobranquios pequeños	10 ± 3.9	5.6 ± 1.6	8.9 ± 0.7	8.6 ± 1.9	5.3 ± 1.5
Elasmobranquios grandes	12.1 ± 4.9	1.7 ± 2	2.4 ± 0.9	2.5 ± 1.6	1.7 ± 0.6

Apéndice VII. Correlaciones de los atributos funcionales contra los valores de riqueza, los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+) y la latitud. Valores con significancia $\alpha < 0.05$, se presentan en negritas.

Nivel trófico	Latitud		Riqueza (S)		Riqueza de géneros		Riqueza de familias		Delta +		Lambda +	
2-2.49	r= -0.505	p= 0.010	r= 0.416	p= 0.039	r= 0.464	p= 0.019	r= 0.397	p= 0.049	r= -0.744	p<0.0001	r= -0.657	p= 0.000
2.5-2.99	r= -0.634	p= 0.001	r= 0.695	p= 0.000	r= 0.573	p= 0.003	r= 0.528	p= 0.007	r= -0.569	p= 0.003	r= -0.541	p= 0.005
3-3.49	r= -0.347	p= 0.089	r= 0.315	p= 0.125	r= 0.339	p= 0.097	r= 0.105	p= 0.110	r= 0.011	p= 0.957	r= -0.038	p= 0.858
3.5-3.99	r= -0.411	p= 0.041	r= 0.310	p= 0.132	r= 0.354	p= 0.082	r= 0.370	p= 0.068	r= -0.345	p= 0.091	r= -0.379	p= 0.062
4-4.49	r= 0.894	p<0.0001	r= -0.797	p<0.0001	r= -0.815	p<0.0001	r= -0.798	p<0.0001	r= 0.562	p= 0.003	r= 0.608	p= 0.001
Gremios tróficos												
Omnívoros	r= -0.608	p= 0.001	r= 0.568	p= 0.003	r= 0.768	p<0.0001	r= 0.748	p<0.0001	r= -0.373	p= 0.065	r= -0.333	p= 0.103
Planctívoros	r= -0.617	p= 0.001	r= 0.408	p= 0.042	r= 0.561	p= 0.003	r= 0.386	p= 0.056	r= -0.792	p<0.0001	r= -0.751	p<0.0001
Invertívoros	r= -0.005	p= 0.979	r= 0.143	p= 0.493	r= -0.027	p= 0.898	r= 0.058	p= 0.781	r= 0.179	p= 0.390	r= 0.133	p= 0.525
Piscívoros	r= -0.069	p= 0.740	r= 0.007	p= 0.972	r= 0.057	p= 0.786	r= -0.032	p= 0.876	r= -0.582	p= 0.002	r= -0.462	p= 0.019
Ictio-invertívoros	r= 0.622	p= 0.000	r= -0.499	p= 0.011	r= -0.588	p= 0.001	r= -0.461	p= 0.020	r= 0.788	p<0.0001	r= 0.732	p<0.0001
Gremios reproductivos												
Vivíparos V	r= 0.769	p<0.0001	r= -0.549	p= 0.004	r= -0.587	p= 0.002	r= -0.476	p= 0.016	r= 0.937	p<0.0001	r= 0.949	p<0.0001
Ovíparos OP	r= -0.650	p= 0.000	r= 0.396	p= 0.049	r= 0.526	p= 0.006	r= 0.388	p= 0.054	r= -0.953	p<0.0001	r= -0.862	p<0.0001
Ovíparos OBFP	r= 0.073	p= 0.727	r= 0.076	p= 0.717	r= -0.064	p= 0.758	r= 0.092	p= 0.660	r= 0.323	p= 0.114	r= 0.115	p= 0.582
Ovíparos OBSFP	r= 0.499	p= 0.010	r= -0.386	p= 0.056	r= -0.534	p= 0.005	r= -0.474	p= 0.016	r= 0.761	p<0.0001	r= 0.545	p= 0.004
Ovíparos OGO	r= -0.397	p= 0.049	r= 0.427	p= 0.033	r= 0.321	p= 0.117	r= 0.271	p= 0.189	r= -0.412	p= 0.040	r= -0.338	p= 0.098
Ovíparos OGBVV	r= -0.441	p= 0.027	r= 0.396	p= 0.049	r= 0.491	p= 0.012	r= 0.532	p= 0.006	r= -0.045	p= 0.828	r= -0.105	p= 0.617
Uso de sistemas estuarinos												
Grupo 1	r= 0.429	p= 0.032	r= -0.316	p= 0.123	r= -0.396	p= 0.049	r= -0.221	p= 0.288	r= 0.711	p<0.0001	r= 0.468	p= 0.018
Grupo 2	r= -0.423	p= 0.035	r= 0.316	p= 0.122	r= 0.438	p= 0.028	r= 0.312	p= 0.128	r= -0.762	p<0.0001	r= -0.542	p= 0.005
Grupo 3	r= -0.348	p= 0.088	r= 0.252	p= 0.223	r= 0.287	p= 0.164	r= 0.112	p= 0.591	r= -0.533	p= 0.006	r= -0.323	p= 0.114
Distribución en la columna de agua												
Demersal (fondos mixtos)	r= 0.268	p= 0.194	r= -0.115	p= 0.582	r= -0.074	p= 0.724	r= 0.108	p= 0.607	r= 0.714	p<0.0001	r= 0.621	p= 0.000
Demersal (fondos blandos)	r= -0.037	p= 0.858	r= 0.016	p= 0.938	r= -0.272	p= 0.187	r= -0.229	p= 0.270	r= 0.352	p= 0.084	r= 0.097	p= 0.643
Demersal (fondos duros)	r= 0.122	p= 0.561	r= -0.218	p= 0.293	r= -0.106	p= 0.613	r= -0.041	p= 0.842	r= 0.145	p= 0.487	r= 0.092	p= 0.659
Demerso-pelágicas	r= 0.105	p= 0.614	r= -0.028	p= 0.891	r= 0.006	p= 0.974	r= -0.070	p= 0.738	r= -0.422	p= 0.035	r= -0.170	p= 0.415
Pelágico-neríticas (Col/agua)	r= -0.293	p= 0.154	r= 0.142	p= 0.498	r= 0.294	p= 0.152	r= 0.134	p= 0.523	r= -0.683	p= 0.000	r= -0.543	p= 0.004
Distribución batimétrica												
<30 m	r= -0.093	p= 0.657	r= -0.023	p= 0.909	r= 0.217	p= 0.296	r= 0.074	p= 0.724	r= -0.560	p= 0.003	r= -0.394	p= 0.051
31-50 m	r= 0.525	p= 0.006	r= -0.521	p= 0.007	r= -0.431	p= 0.031	r= -0.446	p= 0.025	r= -0.017	p= 0.935	r= 0.033	p= 0.874
51-120 m	r= -0.416	p= 0.038	r= 0.477	p= 0.015	r= 0.287	p= 0.163	r= 0.321	p= 0.117	r= -0.189	p= 0.364	r= -0.110	p= 0.600
>120 m	r= 0.135	p= 0.517	r= -0.069	p= 0.742	r= -0.207	p= 0.320	r= -0.088	p= 0.675	r= 0.670	p= 0.000	r= 0.434	p= 0.030
Forma del cuerpo												
Fusiforme (e.g. <i>Scomberomorus</i> sp.)	r= -0.501	p= 0.010	r= 0.316	p= 0.123	r= 0.480	p= 0.014	r= 0.327	p= 0.110	r= -0.784	p<0.0001	r= -0.553	p= 0.004
Compresiformes (e.g. <i>Selene</i> sp.)	r= 0.248	p= 0.231	r= -0.242	p= 0.243	r= -0.029	p= 0.888	r= -0.094	p= 0.654	r= -0.262	p= 0.205	r= -0.104	p= 0.619
Depresiforme A (e.g. <i>Urobatis</i> sp.)	r= 0.650	p= 0.000	r= -0.470	p= 0.017	r= -0.515	p= 0.008	r= -0.396	p= 0.049	r= 0.845	p<0.0001	r= 0.719	p<0.0001
Depresiforme B (e.g. <i>Lophiodon</i> sp.)	r= 0.348	p= 0.087	r= -0.222	p= 0.285	r= -0.469	p= 0.017	r= -0.377	p= 0.062	r= 0.653	p= 0.000	r= 0.470	p= 0.017
Sagittiforme (e.g. <i>Sphyræna</i> sp.)	r= -0.092	p= 0.661	r= -0.033	p= 0.873	r= -0.106	p= 0.611	r= -0.156	p= 0.454	r= -0.502	p= 0.010	r= -0.559	p= 0.003
Anguiliforme (e.g. <i>Gymnothorax</i> sp.)	r= -0.542	p= 0.005	r= 0.478	p= 0.015	r= 0.375	p= 0.064	r= 0.372	p= 0.066	r= -0.199	p= 0.340	r= -0.344	p= 0.092
Teniforme (e.g. <i>Trichiurus</i> sp.)	r= 0.532	p= 0.006	r= -0.589	p= 0.001	r= -0.373	p= 0.065	r= -0.336	p= 0.099	r= 0.011	p= 0.956	r= 0.203	p= 0.328
Globiforme (e.g. <i>Sphoeroides</i> sp.)	r= -0.643	p= 0.000	r= 0.672	p= 0.000	r= 0.546	p= 0.004	r= 0.615	p= 0.001	r= -0.368	p= 0.069	r= -0.441	p= 0.027
Otros	r= -0.441	p= 0.027	r= 0.396	p= 0.049	r= 0.491	p= 0.012	r= 0.532	p= 0.006	r= -0.045	p= 0.828	r= -0.105	p= 0.617
Tipos de aleta caudal												
Redondeada	r= -0.285	p= 0.166	r= 0.355	p= 0.081	r= 0.323	p= 0.115	r= 0.451	p= 0.023	r= 0.253	p= 0.222	r= 0.063	p= 0.762
Truncada	r= 0.406	p= 0.043	r= -0.277	p= 0.179	r= -0.510	p= 0.009	r= -0.498	p= 0.011	r= 0.138	p= 0.508	r= 0.128	p= 0.541
Emarginada	r= 0.043	p= 0.836	r= 0.012	p= 0.952	r= -0.112	p= 0.593	r= -0.068	p= 0.745	r= 0.337	p= 0.099	r= 0.367	p= 0.070
Semilunada	r= -0.394	p= 0.050	r= 0.270	p= 0.191	r= 0.284	p= 0.168	r= 0.305	p= 0.137	r= -0.523	p= 0.007	r= -0.533	p= 0.006
Furcada	r= -0.447	p= 0.024	r= 0.268	p= 0.195	r= 0.359	p= 0.077	r= 0.207	p= 0.319	r= -0.844	p<0.0001	r= -0.683	p= 0.000
Confluente	r= -0.040	p= 0.848	r= -0.020	p= 0.922	r= 0.018	p= 0.929	r= 0.114	p= 0.585	r= 0.084	p= 0.688	r= -0.077	p= 0.713
Punteada	r= 0.226	p= 0.276	r= -0.115	p= 0.581	r= -0.096	p= 0.646	r= -0.131	p= 0.529	r= 0.261	p= 0.207	r= 0.155	p= 0.457
Forma de S	r= 0.342	p= 0.094	r= -0.407	p= 0.043	r= -0.319	p= 0.119	r= -0.435	p= 0.029	r= 0.208	p= 0.318	r= 0.397	p= 0.049
Doble emarginada	r= 0.461	p= 0.020	r= -0.368	p= 0.069	r= -0.332	p= 0.104	r= -0.253	p= 0.221	r= 0.654	p= 0.000	r= 0.526	p= 0.006
Sin caudal	r= 0.653	p= 0.000	r= -0.521	p= 0.007	r= -0.457	p= 0.021	r= -0.345	p= 0.091	r= 0.670	p= 0.000	r= 0.682	p= 0.000
Aproximadamente simétrica	r= 0.657	p= 0.000	r= -0.485	p= 0.013	r= -0.565	p= 0.003	r= -0.450	p= 0.023	r= 0.952	p<0.0001	r= 0.824	p<0.0001
Asimétrica	r= 0.633	p= 0.000	r= -0.482	p= 0.014	r= -0.490	p= 0.012	r= -0.454	p= 0.022	r= 0.679	p= 0.000	r= 0.777	p<0.0001
Tipos y formas de boca												
Oblicua	r= -0.300	p= 0.144	r= 0.329	p= 0.108	r= 0.392	p= 0.052	r= 0.366	p= 0.072	r= -0.063	p= 0.764	r= -0.141	p= 0.498
Superior	r= -0.475	p= 0.016	r= 0.449	p= 0.024	r= 0.245	p= 0.236	r= 0.251	p= 0.224	r= -0.285	p= 0.166	r= -0.466	p= 0.018
Proyectante	r= 0.676	p= 0.000	r= -0.554	p= 0.004	r= -0.377	p= 0.063	r= -0.307	p= 0.134	r= 0.483	p= 0.014	r= 0.647	p= 0.000
Terminal	r= 0.016	p= 0.937	r= -0.196	p= 0.347	r= -0.227	p= 0.273	r= -0.237	p= 0.253	r= -0.208	p= 0.316	r= -0.156	p= 0.454
Inferior	r= -0.158	p= 0.448	r= 0.167	p= 0.424	r= -0.073	p= 0.727	r= -0.127	p= 0.543	r= -0.337	p= 0.099	r= -0.282	p= 0.171
Ventral	r= 0.753	p<0.0001	r= -0.568	p= 0.003	r= -0.578	p= 0.002	r= -0.465	p= 0.019	r= 0.975	p<0.0001	r= 0.918	p<0.0001
Tubular	r= -0.686	p= 0.000	r= 0.654	p= 0.000	r= 0.752	p<0.0001	r= 0.743	p<0.0001	r= -0.436	p= 0.029	r= -0.511	p= 0.008
Semiventral	r= -0.660	p= 0.000	r= 0.467	p= 0.018	r= 0.616	p= 0.001	r= 0.489	p= 0.013	r= -0.826	p<0.0001	r= -0.772	p<0.0001
Grupos basados en tamaños												
Teleósteos pequeños	r= -0.838	p<0.0001	r= 0.651	p= 0.000	r= 0.635	p= 0.001	r= 0.562	p= 0.003	r= -0.636	p= 0.001	r= -0.764	p<0.0001
Teleósteos medianos	r= 0.182	p= 0.385	r= -0.306	p= 0.137	r= -0.227	p= 0.275	r= -0.290	p= 0.159	r= -0.431	p= 0.031	r= -0.158	p= 0.452
Teleósteos grandes	r= 0.157	p= 0.454	r= 0.069	p= 0.742	r= 0.058	p= 0.784	r= 0.081	p= 0.702	r= 0.086	p= 0.683	r= 0.100	p= 0.634
Elasmobranquios pequeños	r= 0.377	p= 0.063	r= -0.259	p= 0.212	r= -0.239	p= 0.250	r= -0.122	p= 0.562	r= 0.739	p<0.0001	r= 0.636	p= 0.001
Elasmobranquios grandes	r= 0.791	p<0.0001	r= -0.601	p= 0.001	r= -0.649	p= 0.000	r= -0.569	p= 0.003	r= 0.830	p<0.0001	r= 0.846	p<0.0001
Otros												
Latitud			r= -0.838	p<0.0001	r= -0.811	p<0.0001	r= -0.715	p<0.0001	r= 0.673	p= 0.000	r= 0.715	p<0.0001
Delta +			r= -0.466	p= 0.019	r= -0.544	p= 0.005	r= -0.412	p= 0.041				
Lambda +			r= -0.505	p= 0.010	r= -0.518	p= 0.008	r= -0.425	p= 0.034	r= 0.889	p<0.0001		

Apéndice VIII. Resultados del análisis SIMPER basado en los atributos ecológicos de las especies de los cinco ecosistemas, se presentan los porcentajes de disimilitud promedio por pares de ecosistemas, y los porcentajes de disimilitud de los atributos que acumulan el 50%.

Disimilitud promedio: 19.98

Atributos	Alto Golfo de California Abundancia promedio	Sinaloa-Nayarit Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Furcada	12.33	37.72	1.27	4.61	6.35	6.35
Grupo 1	53.31	36.58	0.84	2.41	4.19	10.54
Oviparos OP	69.3	85.45	0.81	2.76	4.04	14.58
Ventral	23.03	7.35	0.78	2.74	3.92	18.51
>120 m	33.03	18.13	0.74	2.23	3.73	22.24
Fusiforme	31.25	46.07	0.74	2.85	3.71	25.94
Depresiforme A	34.46	20.36	0.71	3.32	3.53	29.47
Ictio-invertívoros	59.08	45.7	0.67	2.44	3.35	32.82
Semiventral	2.47	15.81	0.67	3.67	3.34	36.16
<30 m	9.34	21.49	0.61	2.35	3.04	39.2
Vivíparos V	19.33	7.35	0.6	2.42	3.01	42.21
Teleósteos pequeños	16.93	28.55	0.58	2.77	2.91	45.12
Pelágico-neríticas	5.69	16.17	0.52	3.76	2.62	47.74
Elasmobranquios grandes	12.09	1.7	0.52	2.16	2.6	50.34

Disimilitud promedio: 14.15

Atributos	Alto Golfo de California Abundancia promedio	Jalisco-Colima Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Teleósteos pequeños	16.93	34.77	0.89	6.19	6.3	6.3
Nivel trófico 4-4.49	27.99	11.49	0.83	4.64	5.83	12.13
Ventral	23.03	12.15	0.54	2.09	3.84	15.98
Oviparos OP	69.3	79.11	0.49	2.15	3.48	19.45
Elasmobranquios grandes	12.09	2.45	0.48	2.13	3.41	22.86
Vivíparos V	19.33	10.1	0.46	2.13	3.27	26.13
Nivel trófico 3.5-3.99	26.84	33.94	0.41	1.21	2.88	29.01
Semiventral	2.47	10.53	0.4	2.28	2.85	31.85
Redondeada	17.45	25.45	0.4	2.28	2.83	34.68
Nivel trófico 3-3.49	41.75	48.01	0.37	1.26	2.62	37.31
Ictio-invertívoros	59.08	52	0.36	1.38	2.52	39.82
Grupo 1	53.31	55	0.34	1.7	2.41	42.23
51-120 m	43.97	48.78	0.34	1.33	2.38	44.61
Superior	9.2	15.48	0.32	1.67	2.26	46.86
Depresiformes B	16.98	11.19	0.29	3.1	2.04	48.91
Anguiliformes	2.32	8	0.29	1.97	2.01	50.92

Disimilitud promedio: 16.24

Atributos	Sinaloa-Nayarit Abundancia promedio	Jalisco-Colima Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Furcada	37.72	14.44	1.16	3.97	7.17	7.17
Grupo 1	36.58	55	0.92	3.68	5.67	12.84
>120 m	18.13	33.17	0.75	3.79	4.63	17.47
<30 m	21.49	7.11	0.72	2.88	4.42	21.89
Redondeada	11.58	25.45	0.69	2.96	4.27	26.16
Fusiforme	46.07	32.51	0.68	3.95	4.17	30.33
Pelágico-neríticas	16.17	2.78	0.67	4.72	4.12	34.46
Demersal (fondos blandos)	47.55	58.2	0.53	3.54	3.28	37.73
Depresiforme A	20.36	30.99	0.53	3.59	3.27	41.01
Demersal (fondos mixtos)	8.78	19.23	0.52	3.66	3.21	44.22
Nivel trófico 3-3.49	38.1	48.01	0.5	2.74	3.05	47.27
Grupo 3	46.73	37.5	0.46	2.06	2.84	50.11

Apéndice VIII (Cont.) Disimilitud promedio: 15.12

Atributos	Alto Golfo de California Abundancia promedio	Michoacán-Guerrero Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Nivel trófico 4-4.49	27.99	13.64	0.72	3.51	4.75	4.75
Depresiforme A	34.46	21.72	0.64	3.07	4.21	8.96
Grupo 1	53.31	41.45	0.61	1.82	4.04	12.99
Furcada	12.33	24.12	0.59	3.81	3.9	16.89
Teleósteos pequeños	16.93	28.69	0.59	2.26	3.89	20.77
Ventral	23.03	11.87	0.56	2.18	3.69	24.46
Fusiforme	31.25	42.3	0.55	1.99	3.65	28.12
Ovíparos OP	69.3	79.83	0.53	2.35	3.48	31.6
51-120 m	43.97	53.79	0.5	1.54	3.31	34.9
Elasmobranquios grandes	12.09	2.51	0.48	2.06	3.17	38.08
Vivíparos V	19.33	10.3	0.45	2.09	2.99	41.07
Semiventral	2.47	11.36	0.44	2.42	2.94	44.01
Nivel trófico 3.5-3.99	26.84	35.02	0.43	1.18	2.83	46.84
Grupo 3	40.06	46.95	0.41	1.63	2.74	49.58
Ictio-invertívoros	59.08	51.69	0.39	1.67	2.6	52.18

Disimilitud promedio: 11.50

Atributos	Sinaloa-Nayarit Abundancia promedio	Michoacán-Guerrero Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Furcada	37.72	24.12	0.68	2.7	5.92	5.92
<30 m	21.49	9.09	0.62	2.87	5.39	11.31
Redondeada	11.58	23.07	0.57	2.01	5	16.3
>120 m	18.13	29.28	0.56	3.16	4.85	21.15
Demersal (fondos mixtos)	8.78	17.66	0.44	2.7	3.86	25.01
51-120 m	46.77	53.79	0.35	4.39	3.05	28.07
Pelágico-neríticas	16.17	9.54	0.33	2.73	2.88	30.95
Ictio-invertívoros	45.7	51.69	0.3	1.49	2.61	33.56
Ovíparos OP	85.45	79.83	0.29	1.36	2.55	36.11
31-50 m	13.61	7.83	0.29	2.48	2.51	38.62
Demerso-pelágicas	27.17	21.88	0.27	1.83	2.38	41
Grupo 1	36.58	41.45	0.27	1.51	2.32	43.32
Nivel trófico 3-3.49	38.1	43.18	0.26	2.09	2.22	45.55
Grupo 2	16.68	11.6	0.25	2.59	2.21	47.76
Teleósteos medianos	39.12	34.08	0.25	1.41	2.19	49.95
Ventral	7.35	11.87	0.24	1.87	2.11	52.06

Disimilitud promedio: 9.77

Atributos	Jalisco-Colima Abundancia promedio	Michoacán-Guerrero Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Grupo 1	55	41.45	0.68	2.44	6.94	6.94
Fusiforme	32.51	42.3	0.49	2.48	5.01	11.95
Furcada	14.44	24.12	0.48	2.62	4.95	16.9
Grupo 3	37.5	46.95	0.47	2.04	4.84	21.74
Depresiforme A	30.99	21.72	0.46	3.28	4.74	26.48
Demersal (fondos blandos)	58.2	50.5	0.38	2.08	3.94	30.42
Pelágico-neríticas	2.78	9.54	0.34	2.98	3.46	33.88
Teleósteos pequeños	34.77	28.69	0.32	1.65	3.32	37.2
51-120 m	48.78	53.79	0.25	2.23	2.6	39.8
Nivel trófico 3-3.49	48.01	43.18	0.24	1.36	2.5	42.31
Superior	15.48	10.94	0.23	2.12	2.33	44.63
Grupo 2	7.49	11.6	0.21	1.62	2.1	46.74
>120 m	33.17	29.28	0.19	1.39	1.99	48.73
Teleósteos medianos	31.45	34.08	0.19	1.38	1.97	50.69

ApéndiceVIII (Cont.)		Disimilitud promedio: 18.94					
Atributos	Alto Golfo de California Abundancia promedio	Golfo de Tehuantepec Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado	
Furcada	12.33	33.47	1.06	4.49	5.58	5.58	
Grupo 1	53.31	36.21	0.87	2.18	4.58	10.16	
Teleósteos pequeños	16.93	33.22	0.81	4.89	4.3	14.46	
Ventral	23.03	7.16	0.79	3.1	4.19	18.65	
Depresiforme A	34.46	19.63	0.74	4.02	3.91	22.57	
Nivel trófico 4-4.49	27.99	13.52	0.72	3.65	3.82	26.38	
Ictio-invertívoros	59.08	44.82	0.71	2.48	3.76	30.15	
Fusiforme	31.25	44.92	0.68	2.43	3.61	33.76	
ovíparos OP	69.3	82.9	0.68	2.54	3.59	37.34	
Vivíparos V	19.33	6.35	0.65	3.06	3.43	40.77	
Planctívoros	4.19	16.33	0.61	3.16	3.21	43.98	
Semiventral	2.47	14.08	0.58	3	3.07	47.04	
Elasmobranchios grandes	12.09	1.72	0.52	2.3	2.74	49.78	
Grupo 3	40.06	49.2	0.51	1.62	2.7	52.48	

Disimilitud promedio: 9.28							
Atributos	Sinaloa-Nayarit Abundancia promedio	Golfo de Tehuantepec Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado	
>120 m	18.13	27.28	0.47	1.44	5.01	5.01	
Nivel trófico 3-3.49	38.1	46.01	0.4	2.13	4.3	9.31	
Furcada	37.72	33.47	0.31	1.45	3.3	12.61	
Redondeada	11.58	17.3	0.3	1.42	3.28	15.89	
Grupo 3	46.73	49.2	0.29	1.7	3.17	19.06	
<30 m	21.49	16.23	0.29	1.03	3.16	22.22	
Demersal (fondos blandos)	47.55	53.03	0.29	1.19	3.09	25.31	
Nivel trófico 3.5-3.99	35.61	31.13	0.27	2.25	2.95	28.26	
Teleósteos pequeños	28.55	33.22	0.26	1.7	2.78	31.04	
Depresiforme B	8.68	13.79	0.26	1.06	2.76	33.8	
Grupo 1	36.58	36.21	0.24	1.36	2.58	36.38	
Planctívoros	13.06	16.33	0.23	2.37	2.52	38.91	
ovíparos OP	85.45	82.9	0.23	1.17	2.46	41.37	
Nivel trófico 4-4.49	17.67	13.52	0.22	1.88	2.41	43.78	
Demerso-pelágicas	27.17	23.46	0.2	1.73	2.21	45.98	
Proyectante	18.26	14.58	0.2	1.3	2.11	48.1	
Fusiforme	46.07	44.92	0.19	1.29	2.06	50.15	

Disimilitud promedio: 13.77							
Atributos	Jalisco-Colima Abundancia promedio	Golfo de Tehuantepec Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado	
Furcada	14.44	33.47	0.95	3.71	6.91	6.91	
Grupo 1	55	36.21	0.94	2.67	6.82	13.73	
Pelágico-neríticas	2.78	15.46	0.63	2.64	4.6	18.34	
Fusiforme	32.51	44.92	0.62	3.08	4.5	22.84	
Grupo 3	37.5	49.2	0.59	2.02	4.27	27.11	
Depresiforme A	30.99	19.63	0.57	5.42	4.13	31.24	
Demersal (fondos mixtos)	19.23	7.89	0.57	13.59	4.11	35.35	
<30 m	7.11	16.23	0.49	2.04	3.56	38.91	
Planctívoros	7.29	16.33	0.46	2.32	3.33	42.24	
Redondeada	25.45	17.3	0.41	4.9	2.96	45.2	
>120 m	33.17	27.28	0.39	2.28	2.85	48.05	
Ictio-invertívoros	52	44.82	0.37	2.06	2.7	50.75	

ApéndiceVIII (Cont.) Disimilitud promedio: 10.03

Atributos	Michoacán-Guerrero Abundancia promedio	Golfo de Tehuantepec Abundancia promedio	Disimilitud promedio	disimilitud/ desv.sta	Porcentaje de contribución	Porcentaje acumulado
Demersal (fondos mixtos)	17.66	7.89	0.49	5.34	4.87	4.87
Furcada	24.12	33.47	0.47	2.26	4.67	9.54
<30 m	9.09	16.23	0.41	2.3	4.1	13.64
51-120 m	53.79	46.25	0.38	2.34	3.76	17.4
Planctívoros	9.35	16.33	0.36	2.07	3.6	21
Grupo 1	41.45	36.21	0.35	1.64	3.52	24.53
Ictio-invertívoros	51.69	44.82	0.35	1.74	3.52	28.05
Pelágico-neríticas	9.54	15.46	0.33	1.84	3.27	31.32
Redondeada	23.07	17.3	0.29	1.58	2.88	34.2
Grupo 3	46.95	49.2	0.29	1.5	2.85	37.04
Teleósteos pequeños	28.69	33.22	0.28	1.62	2.8	39.85
>120 m	29.28	27.28	0.28	1.83	2.76	42.6
Nivel trófico 3.5-3.99	35.02	31.13	0.26	2.13	2.55	45.16
Ventral	11.87	7.16	0.24	2.54	2.35	47.51
Fusiforme	42.3	44.92	0.23	1.41	2.32	49.83
ovíparos OP	79.83	82.9	0.23	2.16	2.25	52.09

Apéndice IX. Resultados de la prueba ANOSIM por pares entre los 44 grupos funcionales de los cinco ecosistemas.

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
1, 2	1	33.3	3	1
1, 11	1	16.7	6	1
1, 12	1	20	5	1
1, 15	1	14.3	7	1
1, 16	1	5	20	1
1, 17	1	9.1	11	1
1, 19	1	33.3	3	1
1, 20	1	9.1	11	1
1, 21	1	16.7	6	1
1, 26	1	6.7	15	1
1, 28	1	16.7	6	1
1, 29	1	25	4	1
1, 30	1	25	4	1
1, 31	1	16.7	6	1
1, 34	1	11.1	9	1
1, 35	1	3.6	28	1
1, 36	1	25	4	1
1, 38	1	25	4	1
1, 39	1	10	10	1
1, 40	1	33.3	3	1
2, 28	1	4.8	21	1
2, 30	1	10	10	1
3, 2	1	33.3	3	1
3, 26	1	6.7	15	1
3, 28	1	16.7	6	1
3, 29	1	25	4	1
3, 30	1	25	4	1
4, 2	1	33.3	3	1
4, 26	1	6.7	15	1
4, 28	1	16.7	6	1
4, 30	1	25	4	1
5, 1	1	16.7	6	1
5, 2	1	4.8	21	1
5, 3	1	16.7	6	1
5, 4	1	16.7	6	1
5, 6	0.966	0.03	3003	1
5, 7	0.934	0.1	792	1
5, 8	1	0.05	2002	1
5, 9	0.84	16.7	6	1
5, 10	1	4.8	21	1
5, 11	1	0.8	126	1
5, 12	1	0.8	126	1
5, 13	1	0.08	1287	1
5, 14	1	4.8	21	1
5, 15	1	0.2	462	1
5, 16	1	0.02	10000	1
5, 17	0.997	0.03	3003	1
5, 18	1	0.02	4368	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
5, 19	1	4.8	21	1
5, 20	1	0.03	3003	1
5, 21	1	0.8	126	1
5, 22	0.935	0.02	6188	1
5, 23	1	0.8	126	1
5, 24	1	16.7	6	1
5, 25	1	0.02	10000	1
5, 26	1	0.01	10000	0
5, 27	1	0.8	126	1
5, 28	1	0.8	126	1
5, 29	1	1.8	56	1
5, 30	1	1.8	56	1
5, 31	1	0.8	126	1
5, 32	1	0.01	10000	0
5, 33	1	0.8	126	1
5, 34	1	0.08	1287	1
5, 35	1	0.01	10000	0
5, 36	1	1.8	56	1
5, 37	1	16.7	6	1
5, 38	1	1.8	56	1
5, 39	1	0.05	2002	1
5, 40	1	4.8	21	1
5, 41	1	16.7	6	1
5, 42	1	0.01	10000	0
5, 43	1	0.8	126	1
5, 44	1	16.7	6	1
6, 1	1	9.1	11	1
6, 2	1	1.5	66	1
6, 3	1	9.1	11	1
6, 4	1	9.1	11	1
6, 9	1	9.1	11	1
6, 10	1	1.5	66	1
6, 11	1	0.03	3003	1
6, 12	1	0.1	1001	1
6, 13	1	0.01	10000	0
6, 14	1	1.5	66	1
6, 15	1	0.01	8008	1
6, 16	1	0.01	10000	0
6, 17	1	0.01	10000	0
6, 18	1	0.01	10000	0
6, 19	1	1.5	66	1
6, 20	0.997	0.01	10000	0
6, 21	1	0.03	3003	1
6, 22	0.932	0.01	10000	0
6, 23	1	0.1	1001	1
6, 24	1	9.1	11	1
6, 25	0.984	0.01	10000	0
6, 26	0.937	0.01	10000	0

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
6, 27	1	0.1	1001	1
6, 28	1	0.03	3003	1
6, 29	1	0.3	286	1
6, 30	1	0.3	286	1
6, 31	1	0.03	3003	1
6, 32	1	0.01	10000	0
6, 33	1	0.1	1001	1
6, 34	1	0.01	10000	0
6, 35	1	0.01	10000	0
6, 36	1	0.3	286	1
6, 37	1	9.1	11	1
6, 38	1	0.3	286	1
6, 39	1	0.01	10000	0
6, 40	1	1.5	66	1
6, 41	1	9.1	11	1
6, 42	1	0.01	10000	0
6, 43	1	0.1	1001	1
6, 44	1	9.1	11	1
7, 1	1	12.5	8	1
7, 2	1	2.8	36	1
7, 3	1	12.5	8	1
7, 4	1	12.5	8	1
7, 6	0.903	0.02	10000	1
7, 8	0.84	0.01	10000	0
7, 9	1	12.5	8	1
7, 10	1	2.8	36	1
7, 11	1	0.1	792	1
7, 12	1	0.3	330	1
7, 13	1	0.02	6435	1
7, 14	1	2.8	36	1
7, 15	1	0.06	1716	1
7, 16	1	0.01	10000	0
7, 17	1	0.01	10000	0
7, 18	1	0.01	10000	0
7, 19	1	2.8	36	1
7, 20	1	0.01	10000	0
7, 21	1	0.1	792	1
7, 22	0.996	0.01	10000	0
7, 23	1	0.3	330	1
7, 24	1	12.5	8	1
7, 25	0.99	0.01	10000	0
7, 26	0.998	0.02	10000	1
7, 27	1	0.3	330	1
7, 28	1	0.1	792	1
7, 29	1	0.8	120	1
7, 30	1	0.8	120	1
7, 31	1	0.1	792	1
7, 32	1	0.01	10000	0

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
7, 33	1	0.3	330	1
7, 34	1	0.02	6435	1
7, 35	1	0.01	10000	0
7, 36	1	0.8	120	1
7, 37	1	12.5	8	1
7, 38	1	0.8	120	1
7, 39	1	0.02	10000	1
7, 40	1	2.8	36	1
7, 41	1	12.5	8	1
7, 42	1	0.01	10000	0
7, 43	1	0.3	330	1
7, 44	1	12.5	8	1
8, 1	1	10	10	1
8, 2	1	1.8	55	1
8, 3	1	10	10	1
8, 4	1	10	10	1
8, 6	0.881	0.01	10000	0
8, 9	0.765	10	10	1
8, 10	1	1.8	55	1
8, 11	1	0.05	2002	1
8, 12	1	0.1	715	1
8, 13	1	0.01	10000	0
8, 14	1	1.8	55	1
8, 15	1	0.02	5005	1
8, 16	1	0.01	10000	0
8, 17	1	0.01	10000	0
8, 18	1	0.01	10000	0
8, 19	1	1.8	55	1
8, 20	1	0.01	10000	0
8, 21	1	0.05	2002	1
8, 22	1	0.01	10000	0
8, 23	1	0.1	715	1
8, 24	1	10	10	1
8, 25	1	0.01	10000	0
8, 26	1	0.01	10000	0
8, 27	1	0.1	715	1
8, 28	0.998	0.05	2002	1
8, 29	0.996	0.5	220	1
8, 30	0.983	0.5	220	1
8, 31	1	0.05	2002	1
8, 32	0.973	0.01	10000	0
8, 33	0.997	0.1	715	1
8, 34	1	0.02	10000	1
8, 35	1	0.01	10000	0
8, 36	0.996	0.5	220	1
8, 37	1	10	10	1
8, 38	1	0.5	220	1
8, 39	1	0.01	10000	0

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
8, 40	1	1.8	55	1
8, 41	1	10	10	1
8, 42	1	0.01	10000	0
8, 43	1	0.1	715	1
8, 44	1	10	10	1
9, 2	1	33.3	3	1
9, 10	1	33.3	3	1
9, 11	1	16.7	6	1
9, 12	1	20	5	1
9, 13	1	11.1	9	1
9, 14	1	33.3	3	1
9, 15	1	14.3	7	1
9, 16	1	5	20	1
9, 17	1	9.1	11	1
9, 18	1	8.3	12	1
9, 19	1	33.3	3	1
9, 20	1	9.1	11	1
9, 21	1	16.7	6	1
9, 22	1	7.7	13	1
9, 23	1	20	5	1
9, 25	1	4.3	23	1
9, 26	1	6.7	15	1
9, 27	1	20	5	1
9, 28	1	16.7	6	1
9, 29	1	25	4	1
9, 30	1	25	4	1
9, 31	1	16.7	6	1
9, 32	1	3.7	27	1
9, 33	1	20	5	1
9, 34	1	11.1	9	1
9, 35	1	3.6	28	1
9, 36	1	25	4	1
9, 38	1	25	4	1
9, 39	1	10	10	1
9, 40	1	33.3	3	1
9, 42	1	6.3	16	1
9, 43	1	20	5	1
10, 1	1	33.3	3	1
10, 2	1	33.3	3	1
10, 3	1	33.3	3	1
10, 4	1	33.3	3	1
10, 11	1	4.8	21	1
10, 12	0.786	6.7	15	1
10, 13	1	2.2	45	1
10, 14	1	33.3	3	1
10, 15	1	3.6	28	1
10, 16	1	0.5	210	1
10, 17	1	1.5	66	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
10, 19	1	33.3	3	1
10, 20	1	1.5	66	1
10, 21	1	4.8	21	1
10, 22	0.836	1.1	91	1
10, 23	0.929	6.7	15	1
10, 26	1	0.8	120	1
10, 27	1	6.7	15	1
10, 28	1	4.8	21	1
10, 29	1	10	10	1
10, 30	1	10	10	1
10, 31	1	4.8	21	1
10, 32	0.995	0.3	378	1
10, 33	0.964	6.7	15	1
10, 34	1	2.2	45	1
10, 35	1	0.2	406	1
10, 36	1	10	10	1
10, 37	1	33.3	3	1
10, 38	1	10	10	1
10, 39	1	1.8	55	1
10, 40	1	33.3	3	1
10, 41	1	33.3	3	1
10, 42	1	0.7	136	1
10, 43	1	6.7	15	1
10, 44	1	33.3	3	1
11, 2	1	4.8	21	1
11, 3	1	16.7	6	1
11, 4	1	16.7	6	1
11, 12	1	0.8	126	1
11, 15	1	0.2	462	1
11, 16	1	0.03	10000	2
11, 17	0.999	0.03	3003	1
11, 19	1	4.8	21	1
11, 20	1	0.03	3003	1
11, 21	1	0.8	126	1
11, 26	1	0.01	10000	0
11, 28	1	0.8	126	1
11, 29	1	1.8	56	1
11, 30	1	1.8	56	1
11, 31	1	0.8	126	1
11, 34	1	0.08	1287	1
11, 35	1	0.01	10000	0
11, 36	1	1.8	56	1
11, 38	1	1.8	56	1
11, 39	1	0.05	2002	1
11, 40	1	4.8	21	1
11, 41	1	16.7	6	1
11, 44	1	16.7	6	1
12, 15	1	0.5	210	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
12, 2	1	6.7	15	1
12, 3	1	20	5	1
12, 4	1	20	5	1
12, 21	1	0.8	126	1
12, 26	1	0.03	3060	1
12, 28	1	0.8	126	1
12, 29	1	2.9	35	1
12, 30	1	2.9	35	1
12, 31	1	0.8	126	1
12, 34	1	0.2	495	1
12, 35	1	0.01	10000	0
12, 36	0.963	2.9	35	1
12, 38	1	2.9	35	1
12, 39	0.999	0.1	715	1
12, 40	1	6.7	15	1
12, 44	1	20	5	1
13, 1	1	11.1	9	1
13, 2	1	2.2	45	1
13, 3	1	11.1	9	1
13, 4	1	11.1	9	1
13, 11	1	0.08	1287	1
13, 12	1	0.2	495	1
13, 15	0.996	0.03	3003	1
13, 16	0.999	0.01	10000	0
13, 17	1	0.01	10000	0
13, 19	1	2.2	45	1
13, 20	0.996	0.01	10000	0
13, 21	1	0.08	1287	1
13, 22	0.851	0.01	10000	0
13, 23	0.912	0.2	495	1
13, 26	0.995	0.01	10000	0
13, 27	1	0.2	495	1
13, 28	1	0.08	1287	1
13, 29	1	0.6	165	1
13, 30	1	0.6	165	1
13, 31	1	0.08	1287	1
13, 32	1	0.01	10000	0
13, 33	1	0.2	495	1
13, 34	1	0.02	6435	1
13, 35	1	0.01	10000	0
13, 36	1	0.6	165	1
13, 37	1	11.1	9	1
13, 38	1	0.6	165	1
13, 39	1	0.01	10000	0
13, 40	1	2.2	45	1
13, 41	1	11.1	9	1
13, 44	1	11.1	9	1
14, 1	1	33.3	3	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
14, 2	1	33.3	3	1
14, 3	1	33.3	3	1
14, 4	1	33.3	3	1
14, 11	1	4.8	21	1
14, 12	1	6.7	15	1
14, 13	1	2.2	45	1
14, 15	1	3.6	28	1
14, 16	1	0.5	210	1
14, 17	1	1.5	66	1
14, 19	1	33.3	3	1
14, 20	1	1.5	66	1
14, 21	1	4.8	21	1
14, 22	1	1.1	91	1
14, 23	1	6.7	15	1
14, 26	1	0.8	120	1
14, 27	1	6.7	15	1
14, 28	1	4.8	21	1
14, 29	1	10	10	1
14, 30	1	10	10	1
14, 31	1	4.8	21	1
14, 32	0.989	0.3	378	1
14, 33	1	6.7	15	1
14, 34	1	2.2	45	1
14, 35	1	0.2	406	1
14, 36	1	10	10	1
14, 37	1	33.3	3	1
14, 38	1	10	10	1
14, 39	1	1.8	55	1
14, 40	1	33.3	3	1
14, 41	1	33.3	3	1
14, 44	1	33.3	3	1
15, 2	1	3.6	28	1
15, 3	1	14.3	7	1
15, 4	1	14.3	7	1
15, 26	0.994	0.01	10000	0
15, 28	1	0.2	462	1
15, 29	1	1.2	84	1
15, 30	1	1.2	84	1
15, 31	0.973	0.2	462	1
15, 34	1	0.03	3003	1
15, 35	0.999	0.01	10000	0
15, 36	1	1.2	84	1
15, 38	1	1.2	84	1
15, 39	0.999	0.02	5005	1
15, 44	1	14.3	7	1
16, 12	0.922	0.01	8855	1
16, 15	0.787	0.01	10000	0
16, 17	0.709	0.01	10000	0

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
16, 19	0.866	0.5	210	1
16, 2	1	0.5	210	1
16, 3	1	5	20	1
16, 4	1	5	20	1
16, 20	0.79	0.01	10000	0
16, 21	0.573	0.01	10000	0
16, 26	0.989	0.01	10000	0
16, 28	1	0.01	10000	0
16, 29	1	0.06	1540	1
16, 30	1	0.06	1540	1
16, 31	1	0.01	10000	0
16, 34	0.999	0.01	10000	0
16, 35	1	0.01	10000	0
16, 36	0.999	0.06	1540	1
16, 38	1	0.06	1540	1
16, 39	1	0.01	10000	0
16, 40	1	0.5	210	1
16, 41	0.974	5	20	1
16, 44	1	5	20	1
17, 2	1	1.5	66	1
17, 3	1	9.1	11	1
17, 4	1	9.1	11	1
17, 12	1	0.1	1001	1
17, 15	0.993	0.01	8008	1
17, 20	0.992	0.01	10000	0
17, 21	0.979	0.03	3003	1
17, 26	0.97	0.01	10000	0
17, 28	1	0.03	3003	1
17, 29	1	0.3	286	1
17, 30	1	0.3	286	1
17, 31	1	0.03	3003	1
17, 34	1	0.01	10000	0
17, 35	1	0.01	10000	0
17, 36	1	0.3	286	1
17, 38	1	0.3	286	1
17, 39	0.999	0.01	10000	0
17, 40	1	1.5	66	1
17, 41	1	9.1	11	1
17, 44	1	9.1	11	1
18, 1	1	8.3	12	1
18, 2	1	1.3	78	1
18, 3	1	8.3	12	1
18, 4	1	8.3	12	1
18, 10	1	1.3	78	1
18, 11	1	0.02	4368	1
18, 12	1	0.07	1365	1
18, 13	1	0.01	10000	0
18, 14	1	1.3	78	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
18, 15	0.866	0.02	10000	1
18, 16	0.82	0.01	10000	0
18, 17	0.878	0.01	10000	0
18, 19	1	1.3	78	1
18, 20	0.98	0.02	10000	1
18, 21	0.987	0.02	4368	1
18, 22	0.999	0.01	10000	0
18, 23	1	0.07	1365	1
18, 24	1	8.3	12	1
18, 25	0.975	0.01	10000	0
18, 26	0.99	0.01	10000	0
18, 27	1	0.07	1365	1
18, 28	1	0.02	4368	1
18, 29	1	0.3	364	1
18, 30	1	0.3	364	1
18, 31	0.999	0.02	4368	1
18, 32	1	0.01	10000	0
18, 33	1	0.07	1365	1
18, 34	0.95	0.02	10000	1
18, 35	0.999	0.01	10000	0
18, 36	1	0.3	364	1
18, 37	1	8.3	12	1
18, 38	1	0.3	364	1
18, 39	0.976	0.01	10000	0
18, 40	1	1.3	78	1
18, 41	1	8.3	12	1
18, 42	1	0.01	10000	0
18, 43	1	0.07	1365	1
18, 44	1	8.3	12	1
19, 2	1	33.3	3	1
19, 3	1	33.3	3	1
19, 4	1	33.3	3	1
19, 12	1	6.7	15	1
19, 15	1	3.6	28	1
19, 17	0.998	1.5	66	1
19, 20	0.891	1.5	66	1
19, 21	1	4.8	21	1
19, 26	0.905	0.8	120	1
19, 28	1	4.8	21	1
19, 29	1	10	10	1
19, 30	1	10	10	1
19, 31	1	4.8	21	1
19, 34	1	2.2	45	1
19, 35	0.997	0.2	406	1
19, 36	1	10	10	1
19, 38	1	10	10	1
19, 39	1	1.8	55	1
19, 40	1	33.3	3	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
19, 41	1	33.3	3	1
19, 44	1	33.3	3	1
20, 12	0.998	0.1	1001	1
20, 15	0.99	0.01	8008	1
20, 2	1	1.5	66	1
20, 3	1	9.1	11	1
20, 4	1	9.1	11	1
20, 21	0.876	0.03	3003	1
20, 26	0.745	0.01	10000	0
20, 28	1	0.03	3003	1
20, 29	1	0.3	286	1
20, 30	1	0.3	286	1
20, 31	1	0.03	3003	1
20, 34	0.998	0.02	10000	1
20, 35	0.989	0.01	10000	0
20, 36	0.942	0.3	286	1
20, 38	1	0.3	286	1
20, 39	1	0.01	10000	0
20, 40	1	1.5	66	1
20, 41	0.973	9.1	11	1
20, 44	1	9.1	11	1
21, 15	0.941	0.2	462	1
21, 2	1	4.8	21	1
21, 3	1	16.7	6	1
21, 4	1	16.7	6	1
21, 26	0.99	0.02	10000	1
21, 28	1	0.8	126	1
21, 29	1	1.8	56	1
21, 30	1	1.8	56	1
21, 31	1	0.8	126	1
21, 34	1	0.08	1287	1
21, 35	1	0.01	10000	0
21, 36	1	1.8	56	1
21, 38	1	1.8	56	1
21, 39	1	0.05	2002	1
21, 44	1	16.7	6	1
22, 1	1	7.7	13	1
22, 2	1	1.1	91	1
22, 3	1	7.7	13	1
22, 4	1	7.7	13	1
22, 11	1	0.02	6188	1
22, 12	0.999	0.05	1820	1
22, 15	0.976	0.04	10000	3
22, 16	0.954	0.01	10000	0
22, 17	0.984	0.01	10000	0
22, 19	0.927	1.1	91	1
22, 20	0.787	0.01	10000	0
22, 21	0.961	0.02	6188	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
22, 23	0.593	0.05	1820	1
22, 26	0.868	0.01	10000	0
22, 28	1	0.02	6188	1
22, 29	1	0.2	455	1
22, 30	0.998	0.2	455	1
22, 31	1	0.02	6188	1
22, 32	0.995	0.01	10000	0
22, 34	1	0.01	10000	0
22, 35	1	0.01	10000	0
22, 36	1	0.2	455	1
22, 37	1	7.7	13	1
22, 38	1	0.2	455	1
22, 39	0.999	0.01	10000	0
22, 40	1	1.1	91	1
22, 41	1	7.7	13	1
22, 44	1	7.7	13	1
23, 1	1	20	5	1
23, 2	1	6.7	15	1
23, 3	1	20	5	1
23, 4	1	20	5	1
23, 11	1	0.8	126	1
23, 12	0.979	2.9	35	1
23, 15	0.81	0.5	210	1
23, 16	0.918	0.01	8855	1
23, 17	0.996	0.1	1001	1
23, 19	0.893	6.7	15	1
23, 20	0.978	0.1	1001	1
23, 21	0.994	0.8	126	1
23, 26	0.977	0.03	3060	1
23, 28	1	0.8	126	1
23, 29	1	2.9	35	1
23, 30	1	2.9	35	1
23, 31	1	0.8	126	1
23, 32	1	0.01	10000	0
23, 34	1	0.2	495	1
23, 35	1	0.02	10000	1
23, 36	1	2.9	35	1
23, 37	1	20	5	1
23, 38	1	2.9	35	1
23, 39	1	0.1	715	1
23, 40	1	6.7	15	1
23, 41	1	20	5	1
23, 44	1	20	5	1
24, 2	1	33.3	3	1
24, 10	1	33.3	3	1
24, 11	1	16.7	6	1
24, 12	1	20	5	1
24, 13	1	11.1	9	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
24, 14	1	33.3	3	1
24, 15	1	14.3	7	1
24, 16	0.999	5	20	1
24, 17	0.938	9.1	11	1
24, 19	1	33.3	3	1
24, 20	1	9.1	11	1
24, 21	1	16.7	6	1
24, 22	0.977	7.7	13	1
24, 23	1	20	5	1
24, 26	0.987	6.7	15	1
24, 27	1	20	5	1
24, 28	1	16.7	6	1
24, 29	1	25	4	1
24, 30	1	25	4	1
24, 31	1	16.7	6	1
24, 32	1	3.7	27	1
24, 33	1	20	5	1
24, 34	1	11.1	9	1
24, 35	1	3.6	28	1
24, 36	1	25	4	1
24, 38	1	25	4	1
24, 39	1	10	10	1
24, 40	1	33.3	3	1
24, 42	1	6.3	16	1
24, 43	1	20	5	1
25, 1	1	4.3	23	1
25, 2	1	0.4	276	1
25, 3	1	4.3	23	1
25, 4	1	4.3	23	1
25, 10	0.888	0.4	276	1
25, 11	1	0.02	10000	1
25, 12	1	0.02	10000	1
25, 13	0.987	0.01	10000	0
25, 14	1	0.4	276	1
25, 15	0.985	0.01	10000	0
25, 16	0.965	0.01	10000	0
25, 17	0.995	0.01	10000	0
25, 19	0.904	0.4	276	1
25, 20	0.758	0.01	10000	0
25, 21	0.969	0.01	10000	0
25, 22	0.855	0.01	10000	0
25, 23	0.962	0.02	10000	1
25, 24	0.705	4.3	23	1
25, 26	0.86	0.01	10000	0
25, 27	0.903	0.02	10000	1
25, 28	1	0.01	10000	0
25, 29	1	0.04	2300	1
25, 30	0.999	0.04	2300	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
25, 31	1	0.01	10000	0
25, 32	0.996	0.01	10000	0
25, 33	0.999	0.01	10000	0
25, 34	1	0.01	10000	0
25, 35	0.997	0.01	10000	0
25, 36	0.993	0.04	2300	1
25, 37	1	4.3	23	1
25, 38	1	0.04	2300	1
25, 39	1	0.01	10000	0
25, 40	1	0.4	276	1
25, 41	1	4.3	23	1
25, 42	1	0.01	10000	0
25, 43	1	0.01	10000	0
25, 44	1	4.3	23	1
26, 2	1	0.8	120	1
26, 28	1	0.01	10000	0
26, 30	1	0.1	680	1
27, 1	1	20	5	1
27, 2	1	6.7	15	1
27, 3	1	20	5	1
27, 4	1	20	5	1
27, 11	1	0.8	126	1
27, 12	1	2.9	35	1
27, 15	1	0.5	210	1
27, 16	1	0.01	8855	1
27, 17	0.991	0.1	1001	1
27, 19	1	6.7	15	1
27, 20	0.977	0.1	1001	1
27, 21	1	0.8	126	1
27, 22	0.881	0.05	1820	1
27, 23	0.99	2.9	35	1
27, 26	0.842	0.03	3060	1
27, 28	1	0.8	126	1
27, 29	1	2.9	35	1
27, 30	1	2.9	35	1
27, 31	1	0.8	126	1
27, 32	1	0.03	10000	2
27, 33	1	2.9	35	1
27, 34	1	0.2	495	1
27, 35	1	0.02	10000	1
27, 36	1	2.9	35	1
27, 37	1	20	5	1
27, 38	1	2.9	35	1
27, 39	1	0.1	715	1
27, 40	1	6.7	15	1
27, 41	1	20	5	1
27, 44	1	20	5	1
28, 30	0.836	1.8	56	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
29, 2	1	10	10	1
29, 4	1	25	4	1
29, 26	1	0.1	680	1
29, 28	0.887	1.8	56	1
29, 30	1	10	10	1
31, 2	1	4.8	21	1
31, 3	1	16.7	6	1
31, 4	1	16.7	6	1
31, 26	1	0.03	10000	2
31, 28	0.988	0.8	126	1
31, 29	1	1.8	56	1
31, 30	0.897	1.8	56	1
31, 36	1	1.8	56	1
31, 44	1	16.7	6	1
32, 1	1	3.7	27	1
32, 2	1	0.3	378	1
32, 3	1	3.7	27	1
32, 4	1	3.7	27	1
32, 11	1	0.02	10000	1
32, 12	1	0.01	10000	0
32, 15	1	0.01	10000	0
32, 16	1	0.01	10000	0
32, 17	1	0.01	10000	0
32, 19	0.999	0.3	378	1
32, 20	0.997	0.01	10000	0
32, 21	1	0.01	10000	0
32, 26	0.951	0.01	10000	0
32, 28	0.92	0.01	10000	0
32, 29	0.886	0.03	3654	1
32, 30	0.948	0.03	3654	1
32, 31	0.985	0.02	10000	1
32, 34	0.979	0.01	10000	0
32, 35	0.705	0.01	10000	0
32, 36	0.987	0.03	3654	1
32, 37	1	3.7	27	1
32, 38	1	0.03	3654	1
32, 39	1	0.01	10000	0
32, 40	1	0.3	378	1
32, 41	1	3.7	27	1
32, 44	1	3.7	27	1
33, 1	1	20	5	1
33, 2	1	6.7	15	1
33, 3	1	20	5	1
33, 4	1	20	5	1
33, 11	1	0.8	126	1
33, 12	1	2.9	35	1
33, 15	1	0.5	210	1
33, 16	1	0.01	8855	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
33, 17	1	0.1	1001	1
33, 19	1	6.7	15	1
33, 20	1	0.1	1001	1
33, 21	1	0.8	126	1
33, 22	0.83	0.05	1820	1
33, 23	0.979	2.9	35	1
33, 26	0.997	0.03	3060	1
33, 28	0.994	0.8	126	1
33, 29	1	2.9	35	1
33, 30	1	2.9	35	1
33, 31	1	0.8	126	1
33, 32	0.804	0.03	10000	2
33, 34	1	0.2	495	1
33, 35	0.967	0.02	10000	1
33, 36	0.87	2.9	35	1
33, 37	1	20	5	1
33, 38	1	2.9	35	1
33, 39	1	0.1	715	1
33, 40	1	6.7	15	1
33, 41	1	20	5	1
33, 44	1	20	5	1
34, 2	1	2.2	45	1
34, 3	1	11.1	9	1
34, 4	1	11.1	9	1
34, 26	1	0.01	10000	0
34, 28	1	0.08	1287	1
34, 29	1	0.6	165	1
34, 30	0.995	0.6	165	1
34, 31	0.928	0.08	1287	1
34, 36	0.973	0.6	165	1
34, 39	0.915	0.01	10000	0
34, 44	1	11.1	9	1
35, 2	1	0.2	406	1
35, 3	1	3.6	28	1
35, 4	1	3.6	28	1
35, 26	0.999	0.01	10000	0
35, 28	0.979	0.01	10000	0
35, 29	0.916	0.02	4060	1
35, 30	0.992	0.02	4060	1
35, 31	0.969	0.01	10000	0
35, 34	0.693	0.01	10000	0
35, 36	0.713	0.02	4060	1
35, 39	0.998	0.01	10000	0
35, 44	1	3.6	28	1
36, 2	1	10	10	1
36, 3	1	25	4	1
36, 4	1	25	4	1
36, 26	1	0.1	680	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente \geq R
36, 28	1	1.8	56	1
36, 29	1	10	10	1
36, 30	1	10	10	1
37, 2	1	33.3	3	1
37, 11	1	16.7	6	1
37, 12	1	20	5	1
37, 15	1	14.3	7	1
37, 16	1	5	20	1
37, 17	1	9.1	11	1
37, 19	1	33.3	3	1
37, 20	1	9.1	11	1
37, 21	1	16.7	6	1
37, 26	1	6.7	15	1
37, 28	1	16.7	6	1
37, 29	1	25	4	1
37, 30	1	25	4	1
37, 31	1	16.7	6	1
37, 34	1	11.1	9	1
37, 35	1	3.6	28	1
37, 36	1	25	4	1
37, 38	1	25	4	1
37, 39	1	10	10	1
37, 40	1	33.3	3	1
38, 2	1	10	10	1
38, 3	1	25	4	1
38, 4	1	25	4	1
38, 26	1	0.1	680	1
38, 28	1	1.8	56	1
38, 29	1	10	10	1
38, 30	1	10	10	1
38, 31	1	1.8	56	1
38, 34	1	0.6	165	1
38, 35	1	0.02	4060	1
38, 36	1	10	10	1
38, 39	0.994	0.5	220	1
38, 44	1	25	4	1
39, 2	1	1.8	55	1
39, 3	1	10	10	1
39, 4	1	10	10	1
39, 26	1	0.01	10000	0
39, 28	1	0.05	2002	1
39, 29	1	0.5	220	1
39, 30	1	0.5	220	1
39, 31	0.999	0.05	2002	1
39, 36	1	0.5	220	1
39, 44	0.92	10	10	1
40, 2	1	33.3	3	1
40, 3	1	33.3	3	1

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
40, 4	1	33.3	3	1
40, 15	1	3.6	28	1
40, 21	1	4.8	21	1
40, 26	1	0.8	120	1
40, 28	1	4.8	21	1
40, 29	1	10	10	1
40, 30	1	10	10	1
40, 31	1	4.8	21	1
40, 34	1	2.2	45	1
40, 35	1	0.2	406	1
40, 36	1	10	10	1
40, 38	1	10	10	1
40, 39	0.745	1.8	55	1
40, 44	1	33.3	3	1
41, 12	1	20	5	1
41, 15	1	14.3	7	1
41, 2	1	33.3	3	1
41, 21	1	16.7	6	1
41, 26	1	6.7	15	1
41, 28	1	16.7	6	1
41, 29	1	25	4	1
41, 30	1	25	4	1
41, 31	1	16.7	6	1
41, 34	1	11.1	9	1
41, 35	1	3.6	28	1
41, 36	1	25	4	1
41, 38	1	25	4	1
41, 39	0.901	10	10	1
41, 40	1	33.3	3	1
42, 1	1	6.3	16	1
42, 2	1	0.7	136	1
42, 3	1	6.3	16	1
42, 4	1	6.3	16	1
42, 11	1	0.02	10000	1
42, 12	1	0.03	3876	1
42, 13	1	0.01	10000	0
42, 14	1	0.7	136	1
42, 15	1	0.01	10000	0
42, 16	1	0.01	10000	0
42, 17	1	0.01	10000	0
42, 19	1	0.7	136	1
42, 20	1	0.01	10000	0
42, 21	1	0.02	10000	1
42, 22	1	0.01	10000	0
42, 23	1	0.03	3876	1
42, 26	1	0.01	10000	0
42, 27	1	0.03	3876	1
42, 28	1	0.01	10000	0

Grupos funcionales	Estadístico R	Nivel de significancia (%)	No. de permutaciones	No. de permutaciones estadísticamente $\geq R$
42, 29	1	0.1	816	1
42, 30	1	0.1	816	1
42, 31	1	0.01	10000	0
42, 32	1	0.01	10000	0
42, 33	1	0.03	3876	1
42, 34	1	0.01	10000	0
42, 35	0.998	0.01	10000	0
42, 36	1	0.1	816	1
42, 37	1	6.3	16	1
42, 38	0.997	0.1	816	1
42, 39	0.95	0.01	10000	0
42, 40	1	0.7	136	1
42, 41	1	6.3	16	1
42, 43	0.939	0.03	3876	1
42, 44	1	6.3	16	1
43, 1	1	20	5	1
43, 2	1	6.7	15	1
43, 3	1	20	5	1
43, 4	1	20	5	1
43, 11	1	0.8	126	1
43, 12	1	2.9	35	1
43, 13	1	0.2	495	1
43, 14	1	6.7	15	1
43, 15	1	0.5	210	1
43, 16	1	0.01	8855	1
43, 17	1	0.1	1001	1
43, 19	1	6.7	15	1
43, 20	1	0.1	1001	1
43, 21	1	0.8	126	1
43, 22	1	0.05	1820	1
43, 23	1	2.9	35	1
43, 26	1	0.03	3060	1
43, 27	1	2.9	35	1
43, 28	1	0.8	126	1
43, 29	1	2.9	35	1
43, 30	1	2.9	35	1
43, 31	1	0.8	126	1
43, 32	1	0.02	10000	1
43, 33	1	2.9	35	1
43, 34	1	0.2	495	1
43, 35	1	0.01	10000	0
43, 36	1	2.9	35	1
43, 37	1	20	5	1
43, 38	1	2.9	35	1
43, 39	0.882	0.1	715	1
43, 40	1	6.7	15	1
43, 41	1	20	5	1
43, 44	1	20	5	1
44, 2	1	33.3	3	1
44, 26	1	6.7	15	1
44, 28	1	16.7	6	1
44, 29	1	25	4	1
44, 30	1	25	4	1
44, 36	1	25	4	1