



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN TRÓFICA
DE LA ICTIOFAUNA DEL ARRECIFE DE LOS
FRAILES, B.C.S. MÉXICO.**

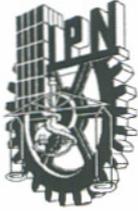
TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS

PRESENTA

XCHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ

LA PAZ, B.C.S., AGOSTO DEL 2009



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 16 del mes de Junio del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

“ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN TRÓFICA DE LA ICTIOFAUNA DEL ARRECIFE DE LOS FRAILES, B.C.S., MÉXICO”

Presentada por el alumno:

MORENO
Apellido paterno

SÁNCHEZ
materno

XCHEL GABRIEL
nombre(s)

Con registro:

A	0	5	0	1	2	0
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

PRESIDENTE

DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO

SECRETARIO

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

SEGUNDO VOCAL

DR. ENRIQUE HIPARCO NAVA SÁNCHEZ

TERCER VOCAL

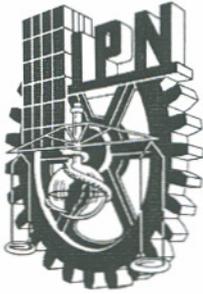
DR. PABLO DEL MONTE LUNA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

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 29 del mes Julio del año 2009, el (la) que suscribe MC. XHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS con número de registro A050120 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo al dirección de: DR. LEONARDO ADRÉS ABITIA CÁRDENAS y cede los derechos del trabajo titulado: "ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN TRÓFICA DE LA ICTIOFAUNA DEL ARRECIFES DE LOS FRAILES, B.C.S., MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: xchel_10@hotmail.com labitia@ipn.mx

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


MC. XHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ

nombre y firma

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente

A mi Esposa Marleth

A mis Padres Rosita y Mario

A mis Hermanos Antonio, Erendira y David

Y mis sobrinos Paulina, Daniela y José Luis

A TI DIOS

Los estudios de Doctorado y la realización de esta tesis
Fueron posibles gracias a los apoyos económicos otorgados por:
El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN
Los proyectos IPN:

Ictiofauna de arrecifes rocosos del área de Los Cabos, Baja California Sur,
México. **SIP 20050315**

Ecología trófica de dos especies de peces herbívoras del arrecife rocoso de
Los Frailes, B.C.S., México. **SIP 20061088**

Aspectos autoecológicos del pez arcoiris *Thalassoma lucasanum*
(Percoidei: Labridae) del arrecife de Los Frailes,
Baja California Sur, México. **SIP 20070856**

Estructura y organización trófica de peces conspicuos del arrecife de Los
Frailes, B.C.S., México. **SIP 20080985**

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por el apoyo brindado en el desarrollo de mi trabajo doctoral.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología y sobre todo al Instituto politécnico Nacional por el apoyo económico a través de las becas otorgadas.

Agradezco muy sinceramente a mi director de tesis Dr. Andrés Abitia Cárdenas por su ayuda y el tiempo, esfuerzo que me ha dedicado desde mi estancia de investigación, servicio social, tesis de licenciatura, maestría y doctoral mil gracias, pero sobre todo por ser más que mi director, ser mí amigo.

Dr. Felipe Galván Magaña muchas gracias por ser parte importante de mi formación académica, a pesar de no ser colombiano siempre me ofreció su ayuda incondicionalmente.

Al comité revisor Dra. Laura Sánchez Velazco, Dr. Pablo del Monte Luna y Dr. Enrique Nava Sánchez por los cometarios y revisiones de la tesis que sirvieron para enriquecer y consolidar el presente trabajo.

A todos mis amigos del Laboratorio de Ecología de Peces muy en especial a mi compa Devis Samuel Palacios que fue parte importante de este trabajo, a mis compañeros de cubículo Arturo Trip, Yassir Torres por todos esos momento buenos y malos que pasamos.

A mi compañera Ofelia Escobar mil gracias por toda tu ayuda moral, económica y académica siempre te estaré agradecido.

Al gremio sinaloense Marce, Dana, Berito, Saul, Vane y Burro por todas las fiestas y comidas en sus casas mil gracias.

A mi amigo y Maestro Francisco Gutiérrez Sánchez, por sus consejos, ayudas en los muestreos y por su sincera y honesta amistad.

A todos los integrantes del laboratorio de edad y crecimiento por las fiestas, las platicas mañaneras y por su amistad gracias.

A mi amigo Humberto por todas las facilidades durante mi estancia en CICIMAR gracias.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera interfirieron para poder realizar este sueño.

A toda mi familia y muy en especial a mi hermano David simplemente gracias. Y sobre todo a mi esposa Elizabeth por apoyarme en las buenas y las malas.

CONTENIDO

GLOSARIO.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III. HIPÓTESIS.....	8
IV. OBJETIVOS.....	9
IV 1. OBJETIVO GENERAL.....	9
IV 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
V. 1. Área de estudio.....	9
V. 2. Caracterización de la complejidad estructural del hábitat (CEH).....	12
V. 2.1. Profundidad.....	12
V. 2.2. Cobertura del tipo de sustrato.....	12
V. 2.3. Número de oquedades.....	12
V. 2.4. Rugosidad (IR).....	12
V. 2.5. Tamaño de roca.....	12
V. 2.6. Temperatura del agua.....	12

V. 3. Caracterización del grado de complejidad estructural del hábitat....	12
V. 4. Estructura de la comunidad íctica.....	13
V. 4.1. Riqueza específica.....	14
V. 4.2. Clasificación de las especies de acuerdo a su abundancia relativa....	14
V. 4.3. Diversidad.....	15
V. 4.4. Equidad.....	15
V. 4. 5. Índice de valor biológico (IVB).....	15
V. 4. 6. Índice de diversidad taxonómica.....	16
V. 5. Efecto de la CEH en la estructura de la comunidad de peces.....	16
V. 6. Organización trófica.....	17
V. 6.1 Grupos tróficos funcionales.....	17
V. 6.2 Dietas de las especies dominantes.....	18
V. 6.3 Trabajo de campo.....	18
V. 6.4 Trabajo de laboratorio.....	18
V. 6.5 Trabajo taxonómico.....	18
V. 6.6. Métodos cuantitativos para el análisis del contenido estomacal.....	19
V. 7. Influencia de la CEH en la organización trófica.....	20
VI.RESULTADOS.....	21
VI.1. Complejidad estructural del hábitat (CEH).....	21
VI.2. Caracterización del grado de complejidad estructural del hábitat.....	23
VI. 3. Estructura de la comunidad íctica.....	24
VI. 4. Efecto de la CEH en la estructura de la comunidad de peces.....	35
VI.5. Organización trófica.....	41
VI 5.1. Hábitos alimenticios de las especies dominantes.....	41
VI 6. Formación de grupos tróficos funcionales.....	47
VI 7. Diagrama de flujo de biomasa en el arrecife.....	53

VII DISCUSIÓN.....	55
VII. 1. Complejidad estructural del hábitat (CEH).....	55
VII. 2. Efecto de la complejidad estructural del hábitat en el ensamblaje ictiofaunístico.....	59
VI.I 3. Organización trófica de la comunidad de peces.....	70
VII. 4. Efecto de la complejidad estructural del hábitat en la organización trófica de la ictiofauna del arrecife de Los Frailes.....	71
VII. CONCLUSIONES.....	85
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	86
IX ANEXO.....	107

GLOSARIO

Amplitud trófica: selección de la dieta con respecto a un número potencial de tipos alimenticios (Gerking, 1994).

Área protegida: se refiere a un área definida geográficamente y que se designa legalmente como zona que debe ser regulada y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación. Se utiliza reserva como sinónimo.

Arrecife: ecológicamente un arrecife es cualquier estructura sumergida que provee de un sustrato duro para el crecimiento de vida marina (Thomson *et al.*, 2000).

Asociación: grupos de especies de una comunidad que responden de manera similar a factores bióticos y abióticos, los cuales influyen en la distribución, abundancia y en las interacciones de las especies (Ludwing y Reynolds, 1988).

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

Cadena alimenticia: una fracción lineal de red alimenticia.

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").

Complejidad estructura del hábitat: disposición espacial de los objetos (vivos e inanimados) en el entorno, de tal modo que se establece una interacción funcional entre el hábitat y el organismo u organismos de interés.

Comunidad: grupos de poblaciones de plantas y animales en un sitio dado; unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de diversos tamaños y grados de integración (Krebs, 1985).

Conspicuo: visible.

Dieta: conjunto de componentes alimentarios que se ingieren formando hábitos o comportamientos nutricionales en los animales, los cuales forman parte de su estilo de vida.

Equitatividad: abundancia uniformizada de un conjunto de especies. La equitatividad es grande cuando las especies tienen la misma abundancia.

Espectro trófico: lista de especies presa que conforma la dieta de una especie consumidora a lo largo de un periodo de tiempo (Day *et al.*, 1989).

Estrategias de alimentación: conjunto de tácticas con la que un depredador selecciona distintos tipos de presas en el medio ambiente.

Estructura de la comunidad: es el orden de importancia particular en el que se encuentra la comunidad en un área y tiempo determinada. Se define en términos de sus atributos dados por riqueza, dominancia, diversidad entre otros.

Forrajeo: comportamiento asociado con la búsqueda, captura y consumo de presas.

Grupo funcional trófico: conjunto o especie, con una misma afinidad, en la organización en la red alimenticia de la comunidad, se caracterizan por presentar analogías y similitudes biológicas que les confiere realizar funciones tróficas homólogas en el ecosistema.

Hábitos alimenticios: estudio detallado que provee una descripción del alimento que es ingerido recientemente por los organismos con el fin de comprender la interacción ecológica entre el depredador y la presa, por lo que es preciso conocer la cantidad de alimento ingerido y la frecuencia alimenticia del depredador (Harvey y Kitchel, 2000).

Herbívoros: organismos que consumen material vegetal vivo.

Microhábitat: es una división espacial más pequeña de un hábitat en particular. Un área restringida especializada, donde prevalecen condiciones diferentes del ambiente general.

Nicho: papel o función de un organismo en su medio ambiente (Gerking, 1994).

Nivel trófico: posición en la que se encuentra un determinado organismo en la cadena trófica, dicha posición está determinada por la manera en que obtiene su energía (Gerking, 1994).

Omnívoro: Se refiere a un animal que se alimenta de sustancias animales y vegetales.

Peces de arrecife: son aquellos peces que su vida está íntimamente relacionada a superficies rígidas, con el propósito de alimentarse, protegerse y reproducirse (Thomson *et al.*, 2000).

Plasticidad trófica: adaptabilidad que poseen ciertas especies a cambiar su tipo de alimentación como mecanismo de respuesta a cambios en el medio.

Red trófica: ordenamiento secuencial-alimenticio de los organismos en un ecosistema.

Redundancia funcional: la capacidad de una especie para sustituir a otra con respecto algunos procesos, funciones o actividad (nicho).

Repartición de recursos: es la división del recurso entre los organismos que coexisten en una determinada comunidad (Helffman *et al.*, 1997).

Residente: una especie que vive a lo largo de todo el año en un hábitat particular o localidad.

Territorialidad: tipo de conducta en el cual un organismo traza un territorio como de su propiedad, y lo defiende contra la intrusión de individuos de otras especies, incluso de la misma especie y sexo.

Transecto: línea recta de una determinada longitud y anchura que sirve de referencia para delimitar un área, se utiliza en trabajos ecológicos.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa del Arrecife de Los Frailes, BCS, las localidades Z1 y Z2 son de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) mientras que Z3 y Z4 son de alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	11
Figura 2a.	Profundidad promedio y desviación estándar de cada localidad de muestreo	22
Figura 2b.	Porcentaje de cobertura de cada tipo de sustrato en cada localidad, color blanco cobertura de roca; gris cobertura de coral y negro cobertura de arena.	22
Figura 2c.	Número de oquedades en cada localidad.	22
Figura 2d	Índice de rugosidad en cada localidad promedio y su desviación estándar.	22
Figura 2e.	Tamaño de roca en cada localidad con su promedio y desviación estándar.	22
Figura 3.	Temperatura de la columna del agua durante los dos años de muestreo, época fría (barras blancas) y la época cálida (barras grises). El eje Y los grados centígrados y el segundo eje Y las anomalías con respecto al promedio general.	23
Figura 4.	Agrupamiento de las localidades de acuerdo a las diferentes características del hábitat, definiendo las localidades Z1 y Z2 en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y las localidades Z3 y Z4 en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	24
Figura 5.	Riqueza de especies total, promedio (\square) y desviación estándar (T); en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), y alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	25
Figura 6.	Riqueza de especies por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	26
Figura 7.	Abundancia total, promedio (\square) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	27
Figura 8.	Abundancia por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	27
Figura 9.	Diversidad de Shannon-Wiener por CEH, promedio (\square) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y	28

en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Figura 10.	Diversidad por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	29
Figura 11.	Espectro de diversidad acumulada, (línea gris) baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y (línea negra) complejidad estructural del hábitat (ACEH).	30
Figura 12.	Equidad de Pielou por CEH, promedio (\square) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	30
Figura 13.	Equidad de Pielou por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).	31
Figura 14.	Clasificación de las especies de acuerdo a su frecuencia y abundancia, especies abundantes (cuadro), especies frecuentes (triángulo), especies comunes (círculo), especies raras (rombo).	32
Figura 15.	Clasificación de las especies de acuerdo a su frecuencia y abundancia en baja complejidad estructural del hábitat (barras negras) y en alta complejidad estructural del hábitat (barras grises).	33
Figura 16.	Especies dominantes en los dos años de muestreo. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie	34
Figura 17.	Especies dominantes en baja complejidad estructural del hábitat. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie.	35
Figura 18.	Especies dominantes en alta complejidad estructural del hábitat. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie.	35
Figura 19.	Especies dominantes de acuerdo a la época del año. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie. Época cálida (barras negras) y época fría (barras grises).	36
Figura 20.	Valores de Delta+ para cada localidad (Z1, Z2, Z3 y Z4) y CEH (alta complejidad estructural del hábitat y baja complejidad estructural del hábitat).	37
Figura 21.	Valores de Lambda+ para cada localidad y CEH para cada localidad (Z1, Z2, Z3 y Z4) y CEH (alta y baja complejidad estructural del hábitat).	37
Figura 22.	Contornos al 95% del índice de diferencia taxonómica promedio (Delta+) contra el índice de diferenciación taxonómica (Lambda+)	38

para cada complejidad estructural del hábitat (ACEH y BCEH) y localidad (Z1 Z2 Z3 y Z4).

- Figura 23. Análisis de agrupamiento por abundancia para definir las asociaciones. Época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH). 39
- Figura 24. Análisis de componentes principales con las características del hábitat (cuadro negro), especies dominantes (rombo azul) y los diferentes índices ecológicos de la estructura de la comunidad (cuadro gris) y las asociaciones de acuerdo a la CEH y época del año (cuadro rojo). 40
- Figura 25. Espectro trófico general de *Arothron meleagris*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio. 42
- Figura 26. Dieta general de *Stegaste rectifraenum*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio. 43
- Figura 27. Dieta general de *Thalassoma lucasanum*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio 44
- Figura 28. Dieta general de *Prionurus punctatus*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio. 45
- Figura 29. Dieta general de *Acanthurus triostegus*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio. 46
- Figura 30. Grupos Funcionales en ACEH. Los números representan cada grupo funcional y las especies que lo integran. 51
- Figura 31. Grupos Funcionales en BCEH. Los números representan cada grupo funcional y las especies que lo integran. 52
- Figura 32. Diagrama de flujo de biomasa en el arrecife. Categorías alimenticias (rectángulos grandes negros), componentes alimenticios (rectángulos chicos negros), conexiones (flechas), y porcentaje de biomasa de cada componente alimenticio. 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Lista sistemática de los peces del arrecife de Los Frailes, conteniendo el nombre científico y común, su abundancia, frecuencia, categoría trófica, nivel trófico, posición en la columna del agua, tipo de aleta, longitud promedio, y dieta de cada especie.	107
Tabla 2	Atributos ecológicos en los dos tipos de complejidad estructural del hábitat y época del año. Alta complejidad estructural del hábitat (ACEH) y baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2).	137
Tabla 3	Espectro trófico de <i>Arothron meleagris</i> en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).	137
Tabla 4.	Espectro trófico de <i>Stegastes rectifraenum</i> en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).	139
Tabla 5.	Espectro trófico de <i>Thalassoma lucassanum</i> en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).	140
Tabla 6.	Espectro trófico de <i>Prionurus punctatus</i> en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).	141
Tabla 7.	Espectro trófico de <i>Acanthurus triostegus</i> en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).	142

RESUMEN

La heterogeneidad del sustrato, el número de oquedades, tamaño de roca, rugosidad, profundidad, así como la temperatura, juegan un papel preponderante en la estructura y organización trófica de sus comunidades ícticas, debido a que pueden incrementar la complejidad estructural del hábitat y proveer de una mayor disponibilidad de refugio y alimento. En este contexto, en la presente investigación se analizó el efecto que tiene la complejidad estructural del hábitat (CEH), en el ensamblaje y la organización trófica (grupos tróficos funcionales) de la ictiofauna presente en el arrecife de Los Frailes, B.C.S., México. Para ello se realizaron censos visuales mensuales de los peces conspicuos en cuatro localidades, efectuándose transectos de línea de 50 m de largo por 5 m de ancho (con réplica), en los cuales se registraron los descriptores del hábitat y la temperatura del agua. Se estableció que la CEH en cada localidad difirió marcadamente, determinándose que las zonas uno y dos como de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), mientras que las zonas tres y cuatro como de alta complejidad estructural (ACEH). En las localidades de ACEH el número de oquedades, profundidad y porcentaje de cobertura de arena fueron mayores e influyeron positivamente sobre la mayoría de los descriptores de la comunidad íctica, lo que nos señala que la mayoría de las especies de peces del arrecife están siendo influenciadas de manera conjunta por los factores de CEH y por el ambiente. En cuanto a la organización trófica, se encontró que la CEH tuvo un efecto menor ya que en las localidades de ACEH (zonas tres y cuatro) se formaron 21 grupos tróficos funcionales (GTF), mientras que en BCEH (zona uno y dos) se detectaron 19 GTF, siendo los miembros de cada GTF en un alto porcentaje los mismos. Finalmente se estableció que la CEH tiene un efecto positivo en la estructura de la comunidad ictica, ya que al aumentar cada uno de los atributos de CEH, se oferta un mayor número de microhábitat disponibles para una mayor diversidad de especies icticas, mientras que en la organización trófica su efecto no fue tan evidente debido por una parte a la alta productividad y disponibilidad del recurso en toda el area.

ABSTRACT

The heterogeneity of the substrate, the number of cavities, rock size, roughness, depth, and temperature play a role in the trophic structure and organization of fish communities, because they can increase the structural complexity of habitat and provide greater availability of food and shelter. In this context the present investigation, we examined the effect of habitat structural complexity (CEH) in the assembly and organization trophic (functional trophic groups) of reef fish in the Los Frailes, BCS, Mexico. This monthly visual census of fish in four conspicuous places, taking line transects 50 m long by 5 m wide (with mirror), which were the descriptors of the habitat and water temperature. CEH was established that at each site differed markedly, determining that the one and two areas of low structural complexity of habitat (BCEH), while three and four zones of high structural complexity (ACEH). In the towns of ACEH the number of cavities, depth and percentage of cover of sand were higher and influenced positively on most of the descriptors of the fish community, which says that most species of reef fish are influenced will jointly by CEH and the factors of the environment. In terms of trophic organization, it was found that HEC had less effect since in ACEH locations (zones three and four) were formed 21 trophic functional groups (GTF), while in BCEH (zone one and two) are GTF detected 19, with the members of each GTF in a high percentage of them. Finally it was established that the HEC has a positive effect on community structure ICHTHIC, and that increasing each of the attributes of CEH is offering more microhabitat available for a greater diversity of fish species, while the organization trophic effect was not as evident on the one hand due to the high productivity and resource availability throughout the area

INTRODUCCIÓN

En el estudio de la ecología de comunidades es importante analizar qué factores son determinantes en su organización (Hixon, 1991). Se conoce que las comunidades de peces están influenciadas por la interacción de varios factores ambientales (e.g. físicos, bióticos e incluso pesqueros) que interactúan en el reclutamiento de los peces (Ferreira *et al.*, 2001).

Uno de estos factores es la complejidad estructural del hábitat (CEH). Se ha observado que los hábitats con mayor complejidad estructural (tipo de sustrato, tamaño y forma de oquedades, grietas, rocas, crecimiento algal, coralino, etc.), presentan una mayor diversidad y abundancia de especies que las que se registran en hábitats menos complejos (Bell *et al.*, 1991; Ángel y Ojeda, 2001; Lingo y Szedlmayer, 2006).

Los peces arrecifales pueden responder a varios aspectos de la estructura del hábitat que influyen en su distribución, abundancia, riqueza específica y diversidad (Álvarez-Philip, 2004). En este sentido se han realizado diversas investigaciones dirigidas a examinar el efecto de las diferentes características del hábitat y los distintos atributos de la comunidad (Luckhurst y Luckhurst, 1978; Roberts y Ormond, 1987; Öhman y Rajasuriya, 1998). Algunos trabajos mencionan una relación positiva entre la complejidad estructural del hábitat y algunos índices ecológicos de la comunidad como por ejemplo la diversidad de peces y la rugosidad (Risk, 1972; Roberts y Ormond, 1987); sin embargo en otros se reporta que no existe ninguna relación (Sale y Dybdahl, 1975; Luckhurst y Luckhurst, 1978).

Este contraste puede deberse a que no todas las características estructurales del hábitat tienen la misma influencia en cada uno de los atributos de la comunidad íctica e influyen de manera diferente en cada una de las especies que la conforman (Risk, 1972; Luckhurst y Luckhurst, 1978; Roberts y Ormond, 1987; Grigg, 1994; McClanahan, 1994; Gratwicke y Speight, 2005). Por otra parte se cotejan resultados de localidades de diferentes regiones biogeográficas (Gladfelter *et al.*, 1980), lo cual implicaría una comparación entre localidades debido a su posición geográfica presentan diferencias en la estructura de la comunidad por el efecto latitudinal, por lo que es recomendable

realizar este tipo de estudios a una escala espacial menor (Ángel y Ojeda, 2001).

También al comparar diferentes tipos de arrecifes (coralinos, rocosos y artificiales), se pueden generar resultados diferentes, debido a que una misma especie de pez puede usar de distinta manera cada hábitat, dependiendo de su desarrollo ontogénico y sus requerimientos ecológicos, ya que por ejemplo; los peces de la familias Chaetodontidae y Tetraodontidae, son organismos coralívoros cuya distribución y abundancia está en función de ciertas especies de coral que les sirven de alimento y refugio; mientras que en los arrecifes rocosos es más limitada su presencia (Hourigan *et al.*, 1989; Sale, 1991), por lo que para evitar errores en los análisis es preferible realizar los muestreos en arrecifes con sustrato homogéneo (Bell *et al.*, 1991).

Un aspecto importante es que en las investigaciones en donde se efectúan censos visuales deben de emplearse las mismas unidades de muestreo, ya que al tratar de comparar investigaciones en donde los censos se efectúan con diferentes unidades de muestreo (que incluyen desde centímetros a kilómetros) se puede afectar los resultados que se generen debido a que por un lado las escalas pequeñas darían una buena estimación de la abundancia y diversidad de las especies poco móviles y territorialistas; mientras que las escalas grandes aportarían información de especies migratorias y móviles. En este sentido en diversos estudios sobre censos visuales efectuados en el Golfo de California se ha estandarizado el uso de transectos de 50 m de largo por 5 m de ancho, determinando que con esta medida se tiene una estimación de la estructura de la comunidad de los peces con el menor esfuerzo (Bohnsack y Bannerot, Fowler, 1987; 1986; Smith, 1988; Parker *et al.*, 1994; Arreola-Robles, 1998; Gratwicke y Speight, 2005).

Por otra parte, es de suma importancia analizar la ecología trófica de la comunidad íctica arrecifal, ya que los peces realizan una gran parte de la transferencia de la energía dentro de las redes tróficas de los sistemas arrecifales y la exportan hacia los ecosistemas adyacentes, aportando información valiosa acerca de la biología y ecológica de los organismos de manera que nos permiten comprender las interacciones entre los miembros de una comunidad marina (Yañez-Arancibia y Nugent, 1977; Horn, 1989; Choat,

1991; Christensen y Pauly, 1993; Vega-Cendejas, 1998; Ackerman y Bellwood, 2000). Dentro de las diferentes interacciones intra e interespecíficas la depredación y competencia pueden afectar o regular la sobrevivencia, abundancia, crecimiento, presencia y/o migración de un organismo en un sitio en particular.

Dependiendo de la complejidad estructural del hábitat se pueden establecer un mayor o menor número de microhábitats, lo cual impacta el grado de competencia entre las especies y los individuos así como la persistencia del depredador y su presa, lo que a su vez modifica directamente los diferentes atributos de la comunidad (abundancia, riqueza de especies y diversidad), (Crowder y Cooper, 1982; Wootton, 1990; Gerking, 1994).

El reducido número de estudios que se han enfocado a investigar la relación depredador-presa y la complejidad estructural del hábitat, se han efectuado en arrecifes naturales y artificiales, en bosques de macroalgas y lagos, así como en experimentos en laboratorio (Crowder y Cooper, 1982; Gilinsky, 1984; Russo, 1987; Hixon y Beet, 1993; Humphries y Potter, 1993; Persson, 1993; Beukers y Jones, 1997; Eklöv, 1997; Flynn y Ritz, 1999; Almany, 2004), por lo que resulta difícil llegar a conclusiones robustas. Es más conveniente estudiar la dinámica depredador-presa en la estructura ictiofaunística a través de grupos funcionales tróficos, debido a que se tomaría en cuenta todas las especies presentes del área. De esta forma, se analizaría directamente el funcionamiento y organización alimenticia de las especies en el contexto de la comunidad (Elliott *et al.*, 2007).

Para conocer el efecto de la variación ambiental natural sobre las relaciones interespecíficas y sobre las propias comunidades, resulta conveniente realizar estudios en lugares donde no existan perturbaciones antropogénicas como los son pesquerías, contaminación o modificación del hábitat (Clua *et al.*, 2005) Las reservas naturales constituyen un ejemplo idóneo en este sentido (Álvarez-Filip, 2004).

En el presente trabajo se analizó el efecto que tiene la complejidad del hábitat en la estructura y organización trófica de la fauna íctica conspicua del arrecife de Los Frailes B.C.S., (área ubicada dentro del Parque Nacional “Cabo Pulmo”), para contrastar la hipótesis de que, si debido a la cercanía geográfica

de las cuatro zonas de estudio (Z1 noroeste, Z2 noreste, Z3 suroeste, Z4 sureste) entonces se espera que la estructura y organización trófica no cambie significativamente, independientemente de la complejidad estructural de cada uno de los hábitat. Se debe enfatizar que la información generada puede ser útil para conocer el papel ecológico que juega la complejidad estructural del hábitat (como uno de los principales factores) en la variabilidad de las asociaciones de peces en la boca del Golfo de California.

ANTECEDENTES

Los trabajos sobre comunidades de peces asociados a arrecifes se han desarrollado desde 1960 (Sano *et al.*, 1984), en los cuales se ha estudiado diferentes aspectos como la composición taxonómica, alimentación, reproducción, depredación y competencia (Sale, 1991).

Se han realizado investigaciones a nivel mundial donde se relacionan la complejidad estructural del hábitat (CEH), particularmente arrecifes coralinos, y las asociaciones de peces en diferentes partes del mundo (Glynn *et al.*, 1973; Goldman y Talbot, 1976; Galzin, 1987; Roberts y Ormond, 1987, Letourneur y Chabanet, 1994).

Gladfelter y Gladfelter (1978) mencionan que en el océano Índico occidental, la abundancia ictiofaunística en los arrecifes se incrementa proporcionalmente con la complejidad estructural del hábitat (CEH), pero en la investigación no se presentaron evidencias cuantitativas que soporten tal aseveración. Luckhurst y Luckhurst (1978) encontraron en el Mar Caribe (Antillas Holandesas y Curazao) que la CEH y la abundancia de peces sólo estuvieron correlacionadas en uno de los dos sitios que estudiaron, aunque la riqueza de especies sí se correlacionó positivamente con el índice de rugosidad.

Sale y Douglas (1984) examinaron la variación temporal de la comunidad de peces y la relación con la estructura de los parches arrecifales en la Gran Barrera de Arrecife (One Tree Reef) y encontraron que la variación temporal de la temperatura, el tamaño del parche y en menor grado la cobertura de algas fueron predictores de la riqueza y abundancia de las especies. Ellos no apoyan

la propuesta sobre la importancia de la rugosidad y composición de sustrato sobre las asociaciones de peces.

Sano *et al.* (1984) detectaron evidencias que apoyan la importancia del coral vivo para los peces y desarrollaron una serie de experimentos utilizando coral ramificado vivo y muerto, mostraron que las colonias de coral vivo comparativamente mantienen una mayor cantidad de especies de peces residentes.

Callum y Ormond (1987), encuentran una relación directa entre el aumento de la riqueza y abundancia de peces arrecifales, con el aumento de la complejidad estructural del sustrato. Muestran que el número de oquedades se relaciona estrechamente con la abundancia de peces. Chabanet *et al.* (1997), mencionan la relación entre la riqueza y diversidad de las asociaciones de peces con algunas variables la diversidad, riqueza y porcentajes de cobertura de las distintas formas de crecimiento de coral en Isla Reunión (Océano Indico). Los resultados muestran que la abundancia de peces se correlaciona con la riqueza y diversidad, pero solo en sitios perturbados por el hombre.

Öhman y Rajasuriya (1998), analizaron la influencia de la estructura y composición del hábitat sobre la riqueza de especies, abundancia y diversidad de peces en un arrecife de arenisca y otro de coral en Sri Lanka y determinaron una correlación entre las diferentes variables del hábitat, tales como la complejidad estructural y el porcentaje de coral vivo con la riqueza y diversidad, pero únicamente en el arrecife de arenisca. Los autores mencionan que si bien la complejidad del hábitat se relaciona con la riqueza y diversidad de peces, no determina su abundancia total. Acosta y Robertson (2002), investigan los efectos que tienen diferentes coberturas de coral sobre la diversidad de peces, los cuales no encontraron diferencias significativas, atribuyendo el cambio de la diversidad al cambio espacial de las especies debido al uso del hábitat en cada etapa ontogénica es diferente.

Particularmente en el Golfo de California se han reportado más de 800 especies de peces, de las cuales 271 son arrecifales (Thomson *et al.*, 2000). Aunque existe gran variedad de estudios taxonómicos y biogeográficos en relación a este grupo, la ecología de los conjuntos ictiofaunísticos comenzó a estudiarse hasta recientemente y la variación temporal y espacial, así como la

relación de las asociaciones ícticas con el hábitat ha sido examinada desde diferentes perspectivas (Álvarez-Filip, 2004).

Chávez (1986), publicó una extensa compilación bibliográfica sobre los peces del Golfo de California en la cual menciona 2,267 trabajos, haciendo énfasis en la importancia de la diversidad ictica y el alto grado de endemismo que se presenta en el Golfo (Walker, 1960; Thomson *et al.*, 1979). Así mismo Abitia-Cárdenas *et al.* (1994), Balart-Páez *et al.* (1995) y Galván-Magaña *et al.* (1996) describen los elencos sistemáticos de peces en la región.

Molles (1978) determinó el efecto que tiene la topografía del área y el aislamiento en arrecifes naturales y artificiales tienen sobre peces arrecifales en Bahía San Carlos, Sonora. La riqueza de especies y la composición fueron similares en los diferentes tipos de arrecifes seleccionados, lo cual sugiere que la complejidad del hábitat no está relacionada con la diversidad de especies.

Pérez-España *et al.* (1996), estudiaron las variaciones en la abundancia, riqueza y equidad de peces arrecifales en tres localidades del complejo insular Espíritu Santo y en cueva de León. Se observó que las diferencias estacionales en la comunidad íctica están relacionadas al ciclo anual de temperatura y la diversidad; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes sitios analizados.

Sánchez-Ortiz *et al.* (1997), estimaron la importancia relativa de los peces arrecifales en once localidades insulares en la región de La Paz, B.C.S. encontraron una clara diferenciación en la composición y riqueza de especies entre los diferentes sitios, debida principalmente al tipo de hábitat (expuesto o protegido), al aislamiento geográfico, al tipo sustrato y a la profundidad; determinaron un efecto sur-norte, con mayor presencia en el sur de especies pertenecientes a la Provincia del Indo Pacífico, mientras en los sitios norteños predominaron especies del Golfo medio.

Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002) realizaron un trabajo sobre las asociaciones de peces en varias localidades de la región de La Paz, e indicaron la importancia que tiene la localización del sitio (protegido o expuesto) y la exposición a las corrientes y vientos prevalecientes, sobre los patrones de abundancia, riqueza y diversidad de peces. La topografía, localización del sitio y la profundidad son variables que influyen positivamente sobre la riqueza y

diversidad de las especies, y establecieron que la diversidad fue más alta en el ecotono entre arenales y los arrecifes rocosos.

Villegas-Sánchez *et al.* (2009) reportaron que en Isla San José, la profundidad y la exposición al oleaje son los factores principales que influyen positivamente sobre la riqueza, abundancia y diversidad de los peces en cinco arrecifes rocosos. También encontraron correlaciones significativas entre estos índices comunitarios y la rugosidad del fondo, siendo que altos niveles de rugosidad ofrecen a los peces más área de alimentación y refugio, pero no encontraron evidencias estadísticas de variación en las asociaciones de peces entre las épocas fría y cálida.

Para el área específica del Parque Nacional de Cabo Pulmo, Álvarez-Filip (2004) menciona que ninguno de los descriptores de la comunidad de peces utilizados presentó diferencias entre las dos épocas analizadas; sin embargo, la riqueza, número total de individuos y el índice de diferenciación taxonómica tuvieron valores mayores en la parte profunda del arrecife. Se utilizaron análisis de ordenación, encontrando diferencias en la composición específica con base en la profundidad, pero no entre las épocas. En relación al efecto de la CEH sobre la comunidad, reportó que la profundidad y la abundancia de coral vivo y de corales del género *Pocillopora* influyen positivamente sobre la mayoría de los descriptores de la estructura comunitaria. Asimismo señaló que de acuerdo a los resultados de un análisis de correspondencia canónica, las especies de peces en el arrecife de Cabo Pulmo están siendo influenciadas de manera conjunta por diversos factores ambientales, y particularmente por la temperatura y la cantidad de coral vivo.

Para esta misma zona Villarreal-Cavazos *et al.* (2000), publicaron una lista sistemática de los peces con información sobre la abundancia relativa y frecuencia de las especies. Estos autores realizaron censos visuales, observaciones de campo y análisis de la pesquería comercial y deportiva entre 1986 y 1998. Este trabajo también proporciona datos relevantes de las afinidades biogeográficas y nivel trófico de las especies de los peces.

Son pocos los trabajos donde se aborda de manera integral el estudio de la complejidad estructural del hábitat y la organización trófica. Friedlander y Parrish (1998), analizaron las características del hábitat que pudieran tener influencia sobre las asociaciones de peces en Bahía Hanalei, Hawaii, así como

la relación de los gremios formados de acuerdo a sus hábitos alimenticios y movilidad. Los resultados obtenidos indicaron una fuerte influencia del relieve espacial, siendo el tamaño y volumen de las oquedades los mejores predictores de la biomasa y el número de individuos, tanto para la comunidad de peces en general como para los diferentes gremios. Otras características importantes fueron la profundidad y el relieve del fondo, y en menor grado la localización del parche arrecifal con respecto a la desembocadura de un río. Cabe destacar que en este trabajo no se encontraron efectos considerables de ningún componente biótico del sustrato sobre el número de individuos o la diversidad y riqueza de especies de peces.

Ángel y Ojeda (2001), determinaron que en las zona de Caleta Errazuris (Chile), caracterizadas por presentar un hábitat más complejo en comparación con la zona del Bajo Carrizal, se registró una mayor riqueza de especies y un mayor número de gremios tróficos, así como una marcada diferencia en la cadena trófica.

El único antecedente cercano a la zona del presente estudio fue realizado por Álvarez-Filip y Reyes-Bonilla (2006), en el Parque Nacional de Cabo Pulmo, quienes trabajaron con las asociaciones de peces registrados en 1987 y 2003. Determinaron la estructura de la comunidad por medio de los índices ecológicos de equidad, curvas de rarefacción, índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice promedio de diferenciación taxonómica, además de la formación de grupos funcionales. Sus resultados sugieren que la estructura de la comunidad cambió de 1987 a 2003, no así la diversidad funcionalidad y la diversidad taxonómica. Esto puede ser interpretado como un alto grado de redundancia ecológica de esta comunidad, haciendo posible que la persistencia y estabilidad sean mantenidas por la compensación y cambios de las especies dentro de cada grupo funcional. Cabe hacer mención que no fue considerado el efecto que pudiera tener la complejidad estructural del hábitat.

HIPÓTESIS

Si debido a la cercanía entre las zonas de estudio (Z1 noroeste, Z2 noreste, Z3 suroeste, Z4 sureste) dentro del arrecife de los Frailes, B.C.S., es probable que exista un constante intercambio de especies (desde

consumidores primarios a consumidores terciarios), se espera entonces que la estructura comunitaria y organización trófica de la ictiofauna conspicua no cambie, independientemente de la complejidad estructural del hábitat (CEH).

OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto que tiene la complejidad estructural del hábitat (CEH) en el ensamblaje comunitario y la organización trófica (grupos funcionales tróficos) de la ictiofauna conspicua del arrecife de Los Frailes, BCS, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la complejidad estructural del hábitat en cuatro zonas de muestreo, de acuerdo a los diferentes componentes abióticos: número de oquedades, tamaño de roca, rugosidad, porcentaje de cobertura de roca, coral y arena, profundidad.
- Determinar la estructura de la comunidad de peces en las cuatro zonas de muestreo (Z1 noroeste, Z2 noreste, Z3 suroeste, Z4 sureste), con base en diferentes índices ecológicos.
- Determinar el efecto de la complejidad estructural y la temporalidad sobre las asociaciones de peces.
- Establecer grupos funcionales tróficos de acuerdo a las dietas, características morfológicas, y uso del hábitat.
- Determinar la influencia de la complejidad estructural del hábitat en la formación de grupos funcionales tróficos en cada localidad.
- Determinar si existen o no diferencias entre las diferentes complejidades estructurales del hábitat en función de la estructura y organización trófica de la comunidad íctica

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Lavín y Marinone (2003), dividen el Golfo de California en cinco zonas de acuerdo a las características oceanográficas físicas. Mencionan que en el sur del Golfo de California confluyen masas de agua provenientes del Golfo de California y del Océano Pacífico por lo que se presenta una mayor variabilidad de las características hidrográficas. En la zona ocurren procesos de mezcla de

marea semidiurna y surgencias estacionales durante el verano, asociados a los cambios de dirección y magnitud de los vientos.

El arrecife de Los Frailes se encuentra en los 23° 25' N y los 109° 30' O (Fig.1) forma parte del Parque Nacional de Cabo Pulmo, en la boca del Golfo de California (Robinson y Thomson, 1992; Reyes Bonilla, 1997).

Bahía de Los Frailes está en una zona de transición entre el Pacífico Oriental Tropical y el Pacífico Oriental Templado, en donde convergen tres masas de agua: (1) agua fría y de baja salinidad (34.6 UPS) de la Corriente de California; (2) agua más cálida y de salinidad media (34.65-34.85 UPS) proveniente del sur-este y acarreada por la corriente costera de Costa Rica; y (3) agua cálida de alta salinidad (>34.9 UPS) proveniente del Golfo de California (Álvarez Borrego y Lara Lara, 1991)

A la fecha no se tienen estudios sobre las variables oceanográficas del arrecife de estudio y sólo se tienen mediciones puntuales de algunas de ellas y están referidas al arrecife de Cabo Pulmo. La temperatura media del arrecife es de 24.9 °C, sin embargo se han registrado temperaturas de 17 °C en febrero de 1988 y 32 °C en agosto de 1997 (Anaya-Reyna, 1993). La salinidad permanece relativamente constante en 35 ups (unidades prácticas de salinidad), a lo largo del año. En cuanto a los sedimentos y turbidez, las aguas de la zona son poco turbias y la precipitación es escasa de 200 mm anual, aunque en el área de Los Frailes desembocan dos arroyos y aportan un volumen importante de agua dulce y aportes terrígenos. La temporada de lluvias es de julio a septiembre (Anaya-Reyna, 1993). En esta zona se observa la formación de grandes estructuras y presencia de rocas desde la zona intermareal hasta los 15 m de profundidad con presencia de parches de arena.

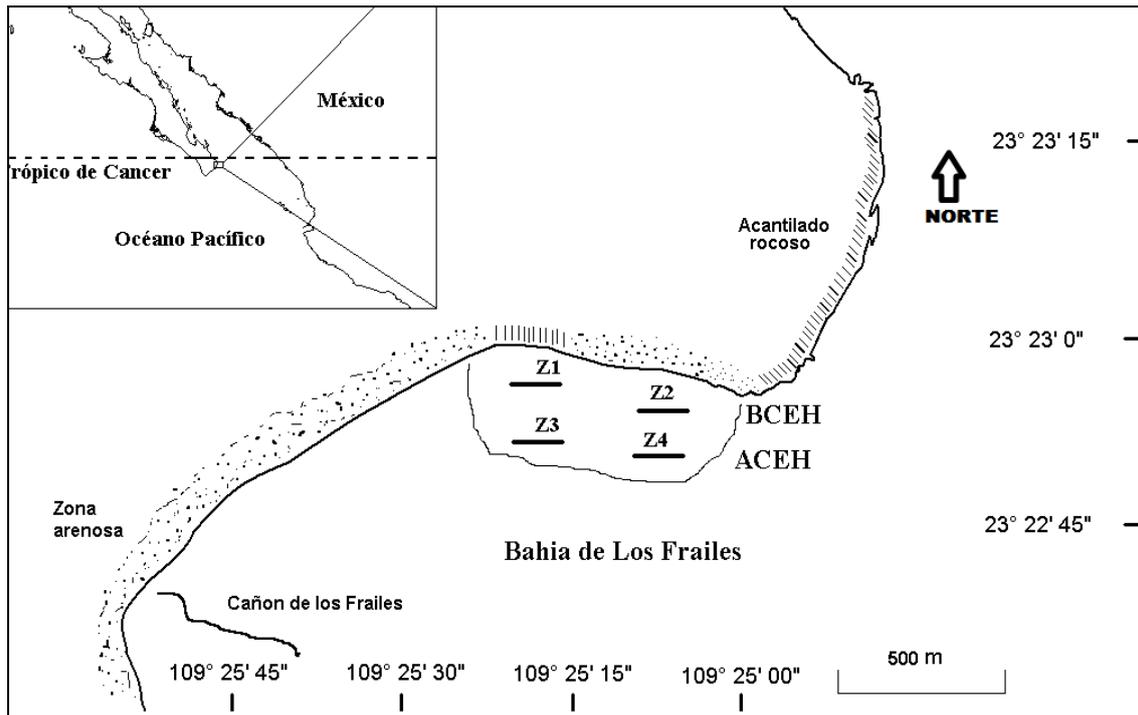


Figura 1.- Mapa del Arrecife de Los Frailes, BCS, las localidades Z1 y Z2 son de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) mientras que Z3 y Z4 son de alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

En el arrecife de Los Frailes se eligieron cuatro zonas de muestreo (Fig. 1). Las localidades denominadas Z1 y Z2 se encuentran a una profundidad somera de entre 1 m y 3 m. Estas zonas se caracterizan por presentar un oleaje de alta energía, material rocoso de tamaños diversos, desde canto rodado (20 cm a 30 cm) hasta bloques de más de 3 m de diámetro y una pendiente de playa poco pronunciada. Ambas zonas muestran un 80 por ciento de cobertura de roca así también la presencia de cabezas de coral.

Las localidades nombradas como Z3 y Z4 se encuentran a una profundidad intermedia entre los 7 m y 10 m. En ellas es menor la presencia de cantos rodados, la pendiente de playa es más pronunciada, el porcentaje de cobertura de material rocoso es 70% y mayor la cobertura de arena hasta un 20%. Estas dos últimas localidades son la transición entre la parte rocosa del arrecife y la parte arenosa del fondo marino.

Cerca del arrecife se encuentra el cañón submarino de Los Frailes cuya profundidad rebasa los 1000 m. Este rasgo batimétrico permite la presencia de especies pelágicas y de eventos locales como surgencias (Fiedler, 1992; Reyes Bonilla, 2001).

La metodología se dividió en cinco partes:

Parte 1.- Caracterización de la complejidad estructural del hábitat (CEH).

Los descriptores de la complejidad estructural hábitat considerados en cada localidad de muestreo fueron los siguientes:

Profundidad. Se calculó mediante un profundímetro estándar de buceo, en tres puntos del transepto (al inicio, en medio y final) obteniendo un promedio de la profundidad de cada zona de muestreo.

Cobertura del tipo de sustrato. Se determinó por medio de 250 fotografías de un 1 m² para cada transepto (cubriendo la totalidad del área de la zona de muestreo). Cada fotografía fue analizada mediante el programa Coral Point (V3.4), para determinar el porcentaje de roca, coral y arena.

Número de oquedades. Se contabilizaron todas las oquedades presentes, en cada zona de muestreo, independientemente del tamaño de las rocas.

Rugosidad (IR). Para definir esta variable se utilizó el método de contorno contra distancia lineal (McCormick, 1994). El cálculo se realizó según la proporción entre la longitud final de la cadena (10 m largo; eslabones de 0.5cm) que fue colocada siguiendo la topografía del sustrato y la distancia lineal total (10 m). Esta proporción se asumió como un índice de rugosidad (IR) el cual toma valores de cero a 1 y se interpreta considerando una mayor rugosidad cuando los valores tienden a 0. El IR se registró en cada estación de muestreo.

Tamaño de roca. Se midió el tamaño de las rocas que aparecieron en cada localidad y se dividieron de acuerdo con el diámetro (\emptyset), determinándose de la siguiente manera: A = (\emptyset) < 30 cm (canto rodado); B = 30 cm < (\emptyset) > 1m; C = 1m < (\emptyset) < 3m; D = L (\emptyset) 3m (Aburto-Oropeza, 1999).

Temperatura de la columna del agua. Se registró la temperatura de la columna de agua en cada localidad mediante un termómetro marca YSI modelo 33.

Caracterización del grado de complejidad estructural del hábitat.

Obtenida la información anterior se realizó un análisis de agrupamiento de Pearson por ligamiento simple, el cual agrupa las localidades con

características similares, las localidades con valores altos de las distintas características del hábitat se considerarán Alta Complejidad Estructural del Hábitat (ACEH), mientras que las localidades con valores bajos se considerarán de Baja Complejidad Estructural del Hábitat (BCEH).

Parte 2.- Estructura de la comunidad íctica.

Los muestreos se realizaron de noviembre del 2004 a octubre del 2006 con una periodicidad mensual, en cuatro localidades de muestreo del arrecife de Los Frailes, B.C.S., (Z1y Z2 localidades de profundidad somera, Z3 y Z4 localidades de profundidad intermedia).

Se utilizó el método de censos visuales por medio de buceo libre y autónomo, común en estudios de ecología de peces en este tipo de comunidades (Bortone *et al.*, 1991). La ventaja de este tipo de muestreo es que es práctico, no destructivo y permite la estimación de la riqueza y abundancia de la ictiofauna con poco esfuerzo en campo.

Los censos se realizaron por medio de transeptos. Esta técnica se recomienda cuando lo que se desea es obtener una estimación cuantitativa de la abundancia. En el presente estudio se utilizaron transeptos de 50 m de largo por 5 m de ancho. Ésta metodología es una de las más ampliamente utilizadas ya que se obtienen muestras representativas para describir la estructura comunitaria en este tipo de ambientes, debido a que por una parte se estandariza la unidad de muestreo para fines comparativos, reduce el esfuerzo y la incertidumbre asociada al muestreo (Elorduy-Garay y Jiménez-Gutiérrez, 2000).

Los censos se efectuaron en horarios diurnos entre las 10:00 y 16:00 horas, que es cuando la iluminación es mejor. Los transeptos se realizaron desde un punto fijo registrando las coordenadas con un posicionador por satélite (GPS) y una marca de costa a partir de la cual se efectuó el recorrido; anotando todas las especies de peces y las abundancias observadas en hojas de acrílico con lápices de grafito. Asimismo se tomaron fotografías y videos para su consulta posterior en laboratorio con la bibliografía especializada (*e.g.* Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000; Gotshall, 2001).

En las localidades seleccionadas se realizaron dos repeticiones, por lo que en total, para cada localidad se realizaron dos censos de 50 m de largo cada uno. Las repeticiones se llevaron a cabo con la finalidad de fijar el error estadístico de los datos.

Con la información generada se conformó el elenco sistemático de los peces conspicuos del arrecife de Los Frailes. Asimismo se efectuó el análisis cuantitativo de los atributos ecológicos de las asociaciones de peces tanto en ACEH como en BCEH utilizando los siguientes índices:

Riqueza específica

La riqueza específica se evaluó contando el número de especies presentes en cada muestra y localidad de acuerdo a la complejidad del hábitat, así como por la época del año (Brower y Zar, 1977). La riqueza específica depende del esfuerzo de muestreo ya que no se conoce el total de las especies que componen la comunidad.

Clasificación de las especies de acuerdo a su abundancia relativa

Con el propósito de obtener una ubicación jerárquica de las especies dentro de la comunidad éstas se agruparon en cuatro categorías de acuerdo a su frecuencia y abundancia relativa en cada localidad (Villegas-Sánchez *et al.*, 2009).

Los taxa dominantes fueron aquellos cuyos valores de abundancia y frecuencia relativa rebasaron la media aritmética de ambos estimadores.

- Especies raras: abundancia relativa menor a 0.1%.
- Especies comunes: especies abundancia relativa menor al 1% y mayor al 0.1%
- Especies frecuentes: abundancia relativa mayor a 1% y menor a 10%.
- Especies abundantes: abundancia relativa mayor al 10%.

Diversidad:

Se calculó usando el índice de Shannon–Wiener (H'). El índice proporciona información sobre la comunidad al considerar tanto el número de especies como la abundancia de cada una.

$$H' = -\sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

donde: H' = índice de diversidad Shannon–Wiener n_i = número de individuos de la especie i , N = número total de individuos.

Equidad

La equidad se evaluó utilizando el índice de Pielou (1975). El valor máximo se alcanza cuando todas las especies son igualmente abundantes, por lo tanto valores altos (cerca de 1) equivalen a condiciones de uniformidad en la comunidad y valores bajos (cerca de 0) indican dominancia de algunas especies.

$$J = H' / H_{Max}$$

donde: H' = índice de Shannon- Wiener, $H_{max} = \ln S$ (S = número de especies).

Índice de valor biológico (IVB)

Se aplicó el índice del Valor Biológico (IVB) de Sanders.

La forma en la que se obtiene el IVB es la siguiente: se hacen listados de las especies registradas por transecto, éstos se ordenan de acuerdo a la abundancia de mayor a menor. El segundo paso es proporcionar una calificación a cada especie dando el valor del número total de especies de acuerdo al número de especies registradas, a la especie más abundante. Una vez calificada cada serie, se hace una alineación final de acuerdo a la abundancia total de cada especie, obteniendo el valor de abundancia (ABT). Se suman las calificaciones de cada serie para cada especie y se obtiene el valor de IVB de cada especie. Para su obtención se utilizó el criterio de Loya-Salinas y Escofet (1990), el cual considera el número de especies que acumulen el 95% del total en la muestra en donde el número de especies sea máximo.

Índice de diversidad taxonómica

Algunos autores han propuesto índices de diversidad que consideran las diferencias taxonómicas entre especies y señalan que la estructura taxonómica de una comunidad representa una faceta importante de la biodiversidad. El número de especies entre dos áreas pudiera ser similar, pero poseer una mayor o menor cantidad de relaciones filogenéticas entre sí, la necesidad de

incluir estas diferencias taxonómicas o filogenéticas son determinantes para evaluar de una mejor manera la diversidad (Shimatani, 2001).

Los índices de diversidad taxonómica no dependen del tamaño de la muestra y la distribución de los datos puede ser diferente a la normal; además se le considera un medidor más preciso de la biodiversidad (Warwick y Clarke, 1995, 1998). En este sentido se decidió emplear el Índice de diferenciación taxonómica promedio ($\Delta+$) e Índice de diferenciación taxonómica (Δ^*) este último además de la riqueza de especies también toma en cuenta su abundancia, con la finalidad de comparar cuáles son las localidades que presentan una mayor diversidad taxonómica utilizando la nomenclatura y clasificación jerárquica propuesta por Nelson (2006). Así, para cada grado de complejidad estructural de hábitat se consideraron cuatro niveles taxonómicos: orden, familia, género y especie (ver Tabla 1). De manera general se evaluó la distancia taxonómica entre cada par de individuos, definido esto a través de un árbol de clasificación Linneana. Cada nivel jerárquico taxonómico recibió un valor discreto; el valor de 0 a la misma especie y de 1 para diferentes especies pero en el mismo género y 2 para diferentes géneros de la misma familia y así sucesivamente.

Parte 3.- Efecto de la CEH en la estructura de la comunidad de peces.

En este apartado se determinaron las diferencias en los valores de cada uno de los índices ecológicos que caracterizaron la estructura de la comunidad en cada tipo de complejidad estructural del hábitat, así como a lo largo del tiempo.

Se realizó un análisis de agrupamiento con los datos de abundancia de cada especie registrada tanto en ACEH y BCEH en cada época del año. Con el objetivo de que las asociaciones fueran más similares entre ellas, se utilizó el método de distancia euclidiana.

Se realizó un análisis de componentes principales para determinar qué variables de la CEH afectaron a las asociaciones de peces y los índices ecológicos de la estructura de la comunidad íctica. Los análisis se llevaron a cabo en el programa STATISTICA 7.0.

El análisis de componentes principales es una técnica estadística de síntesis de información o reducción de la dimensión (número de variables). Ante un gran número variables, el objetivo es reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad posible de información. Los nuevos componentes o factores serán una combinación lineal de las variables originales. Un aspecto clave en este análisis es la interpretación de los factores, ya que ésta se deduce tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (Villegas-Sánchez *et al.*, 2009).

Parte 4.- Organización trófica.

Grupos Funcionales Tróficos

De las 89 especies registradas en las diferentes localidades y épocas del año se realizó una búsqueda de las siguientes variables: dieta, nivel trófico, longitud (cm) y peso promedio, residencia de la especie (frecuencia y abundancia), forma de la aleta caudal, posición en la columna de agua. La información fue obtenida de la base de datos de Internet FISHBASE (sitio <http://www.fishbase.org>) y de literatura especializada (*e.g.* Fischer *et al.*, 1995; Allen y Robertson, 1994).

Exceptuando las dietas, todos los datos se estandarizaron por medio de raíz cuadrada (Clarke y Warwick, 2001). La dieta se registró como porcentaje en peso de cada especie presa, se aplicó un análisis de conglomerados (cluster analysis), partiendo de una matriz de similitud (calculada mediante el índice de similaridad de Bray Curtis con ligamiento completo). Sucesivamente, las muestras se unen en grupos de acuerdo al valor más alto de similitud. El proceso concluye con una sola unidad que contiene todas las muestras (Clarke y Warwick, 2001). Los resultados son presentados en un dendograma, en el que el eje “y” representa el total de los grupos y el eje “x” define el nivel de similitud al cual los grupos o muestras se consideran unidos.

Utilizando el programa PRIMER 6.1.6., se obtuvieron los grupos funcionales tróficos (GFT) tanto para ACEH como para BCEH.

La selección del punto de corte del dendograma fue arbitraria, seleccionando un nivel de similaridad que produjera un número manejable de grupos y que al mismo tiempo maximizara la coherencia biológica entre los

miembros de cada uno de los GFT (Simberloff y Dayan, 1991; Petchey y Gaston, 2002).

Debido a que no se permiten desarrollar actividades pesqueras en el arrecife de Los Frailes por pertenecer al Parque Marino de Cabo Pulmo, no fue posible hacer una extracción numerosa de individuos de las especies de peces conspicuos registrados en la zona. Sin embargo la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (SEMARNAT) otorgó un permiso para la recolecta de diez organismos cada mes de algunas de las especies dominantes (*Acanthurus triostegus*, *Arothron meleagris*, *Prionurus punctatus*, *Stegastes rectifraenum* y *Thalassoma lucasanum*), con la finalidad de tener representada la dieta de dichas especies y por ende sus interacciones tróficas. Los resultados de la descripción de las dietas fueron integrados a la base de datos general con al cual se conformaron los grupos funcionales tróficos.

Dietas de las especies dominantes.

Trabajo de campo

La captura de organismos se realizó mensualmente, empleando fisga y arpón durante las horas de luz. Los organismos se guardaron en bolsas de plástico, previamente etiquetadas, se congelaron y colocaron en cubetas para su posterior análisis en el Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en la ciudad de La Paz, Baja California Sur.

Trabajo de laboratorio

Para cada organismo se registró el sexo, la longitud total (LT), longitud estándar (LS) y el peso total del organismo. Para la extracción del tracto digestivo, el organismo, colocado en posición ventral, se disectó longitudinalmente, se retiró el contenido estomacal y se analizó cualitativa y cuantitativamente.

Trabajo taxonómico

Durante el análisis del contenido estomacal se procedió a separar taxonómicamente las diferentes especies, identificándose hasta el mínimo taxón posible, dependiendo del estado de digestión.

La determinación taxonómica para los crustáceos se identificaron por medio de las claves de Brusca (1980) y Fischer *et al.* (1995) y las algas se identificaron considerando la clasificación de Abbott y Hollenberg (1961) y Dawson (1966).

Métodos cuantitativos para el análisis del contenido estomacal.

En el análisis cuantitativo de los contenidos gástricos se utilizaron los siguientes métodos de acuerdo a Pinkas *et al.* (1971) y Hyslop (1980):

Método de frecuencia de aparición (FA). Se registró el número de estómagos en los cuales apareció un determinado tipo de presa. En este método, los resultados se expresan como porcentaje de una especie con respecto al número total de estómagos con alimento.

$$FA = \frac{n}{NE} * 100$$

donde: n = número de estómagos en el cual apareció un determinado tipo de presa, NE = número total de estómagos con alimento.

Método numérico (N). Se cuentan las especies encontradas en un estómago, identificándolas a nivel de clase, orden, familia o especie. Al analizar los estómagos, se obtuvo el número total de organismos de cada categoría y se expresó en porcentaje

$$N = \frac{n}{NT} * 100$$

donde: n = número total de presas de una determinada especie., NT = número total de presas de todas las especies

Método gravimétrico (P). Se obtuvo información de la biomasa de las presas consumidas. Cada tipo de alimento fue separado y pesado en una balanza granataria. El peso fue referido al peso total estimado para la totalidad de presas encontradas en los estómagos y se expreso como un porcentaje del mismo.

$$P = \frac{P}{PT} * 100$$

donde: p= peso (en gramos (g)) de un determinado tipo de alimento (especies). PT= peso total de las presas de todas las especies.

Índice de importancia relativa (IIR). Este índice incorpora los métodos anteriores por medio de la siguiente fórmula y se expresa en porcentaje:

$$IIR = (\% P + \% N) * \% FA$$

donde: P= peso, N= número de organismos, FA= frecuencia de aparición.

Este método combinado se utilizó con la finalidad de valorar de una manera integral la importancia de cada tipo de alimento en la dieta de las especies (Hyslop, 1980).

Parte 5.- Influencia de la CEH en la Organización trófica.

En este apartado se analizó las diferencias entre el número de especies y grupos funcionales tróficos (GFT) conformados. Se analizó la coherencia biológica de los grupos funcionales utilizando especies que integran un GFT en particular y que presentaran características similares en el uso del hábitat. Asimismo se determinó si varias especies realizan el mismo papel ecológico dentro de la comunidad (redundancia).

Se integraron los GFT en tres categorías: herbívoros (dieta compuesta por más del 70% de algas), omnívoros (dieta compuesta de 30% de algas y 70% de animales) y carnívoros. Sobre esta base se diseñó un diagrama de flujo de biomasa. Este tipo de análisis permite visualizar como se conectan las diferentes especies presas y depredadores, así como el número de conexiones dentro del arrecife.

RESULTADOS

La mayoría de los resultados presentes en la tesis no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), a excepción de la profundidad, riqueza de especies, diversidad y diversidad taxonómica, por lo que se manejaron como tendencias.

Complejidad Estructural del Hábitat (CEH)

Profundidad

De acuerdo a la profundidad se presentaron dos grupos, las localidades Z1 y Z2 se clasificaron como someras, mientras que las localidades Z3 y Z4 se determinaron como intermedias de acuerdo a su profundidad promedio (Fig. 2 a).

Cobertura del sustrato

El sustrato principal del arrecife de Los Frailes es rocoso. A pesar de ello, se presentan diferencias en cuanto a la proporción de la cobertura de roca, arena y coral en cada localidad de muestreo.

Las localidades Z1 noroeste y Z2 noreste presentaron un mayor porcentaje de coral, y en menor proporción arena, mientras que las localidades Z3 suroeste y Z4 sureste presentaron una menor proporción de roca y una mayor cobertura de arena (Fig. 2 b).

Número de oquedades.

En cuanto al número de oquedades, las localidades someras fueron las que presentaron menor número, en comparación a las intermedias que registraron una mayor cantidad (Fig. 2 c).

Índice de rugosidad

La localidad con una mayor índice de rugosidad promedio fue Z4 y Z3 con respecto a las localidades Z2 y Z1 (Fig. 2 d).

Tamaño de roca

Respecto al tamaño de roca la localidad Z3 fue la diferente al tamaño de roca, debido a que se presentó la mayor cantidad de canto rodado (rocas de

menos de 30 cm), mientras que las demás localidades presentaban tanto canto rodado como rocas de más de 3 m de longitud (Fig. 2 e).

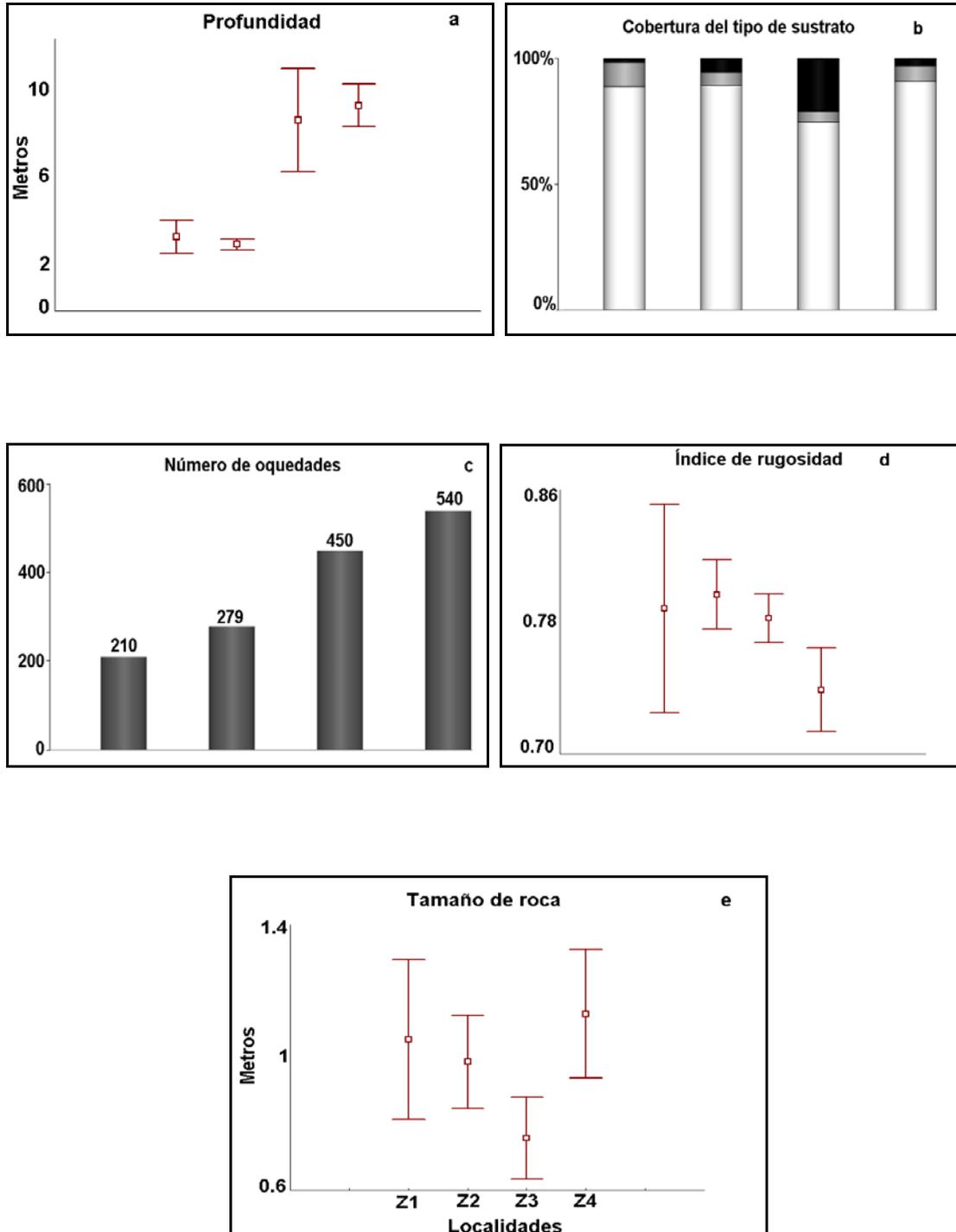


Figura 2.- Características del hábitat en cada localidad Z1 noroeste, Z2 noreste, Z3 suroeste, Z4 sureste, (a) profundidad promedio (\square) y desviación estándar (T); cobertura del sustrato, (b) color blanco cobertura de roca, gris cobertura de coral y negro cobertura de área, (c) barras número de oquedades; (d) rugosidad, promedio (\square) y desviación estándar (T); (e) tamaño de roca, promedio (\square) y desviación estándar (T).

Temperatura de la columna de agua

Del registro mensual de la temperatura de la columna de agua en cada localidad, se obtuvo un promedio general de 25.8 °C. Los meses por debajo de este valor promedio se agruparon como época fría y los meses por arriba de dicho promedio como época cálida.

A pesar de que en los meses de mayo y junio del 2006, no se realizaron muestreos debido al oleaje de alta energía, si se registró la temperatura en todas las localidades.

En total se obtuvieron dos épocas frías, la primera correspondiente al periodo de noviembre del 2004 a mayo del 2005 y la segunda de diciembre del 2005 a abril del 2006.

Asimismo se registraron dos épocas cálidas, la primera de junio a noviembre del 2005 y la segunda de mayo a octubre del 2006 (Fig. 3).

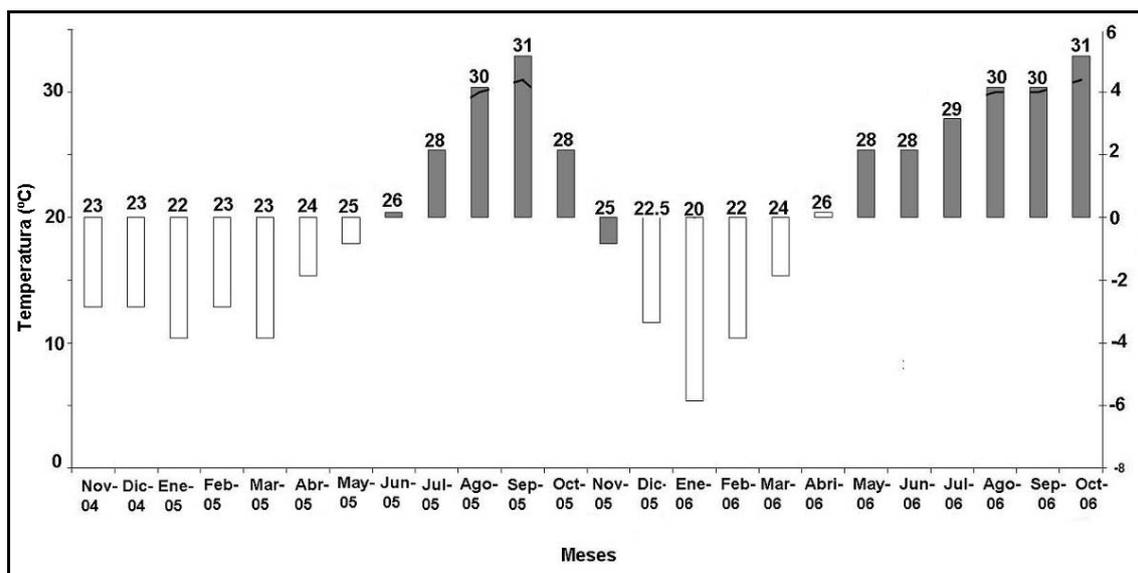


Figura 3.- Temperatura de la columna del agua durante los dos años de muestreo, época fría (barras blancas) y la época cálida (barras grises). El eje Y los grados centígrados y el segundo eje Y las anomalías con respecto al promedio general.

Caracterización del grado de complejidad estructural del hábitat.

La información obtenida en cada localidad (profundidad, cobertura del sustrato, número de oquedades, índice de rugosidad y tamaño de roca) fue estandarizada aplicando raíz cuadrada y después se efectuó un análisis de agrupamiento de Pearson por medio de ligamiento simple.

Con este análisis se identificaron dos tipos de complejidad estructural del hábitat; las localidades Z1 y Z2 conformaron el grupo de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), mientras que las localidades Z3 y Z4 integraron el grupo de alta complejidad estructural del hábitat (ACEH) (Fig. 4).

Por otra parte también cabe mencionar que a pesar de que no se realizó una cuantificación de otras características tales como dinámica de oleaje, pendientes de las zonas, corrientes, existen diferencias de estas características con respecto a las localidades de muestreos.

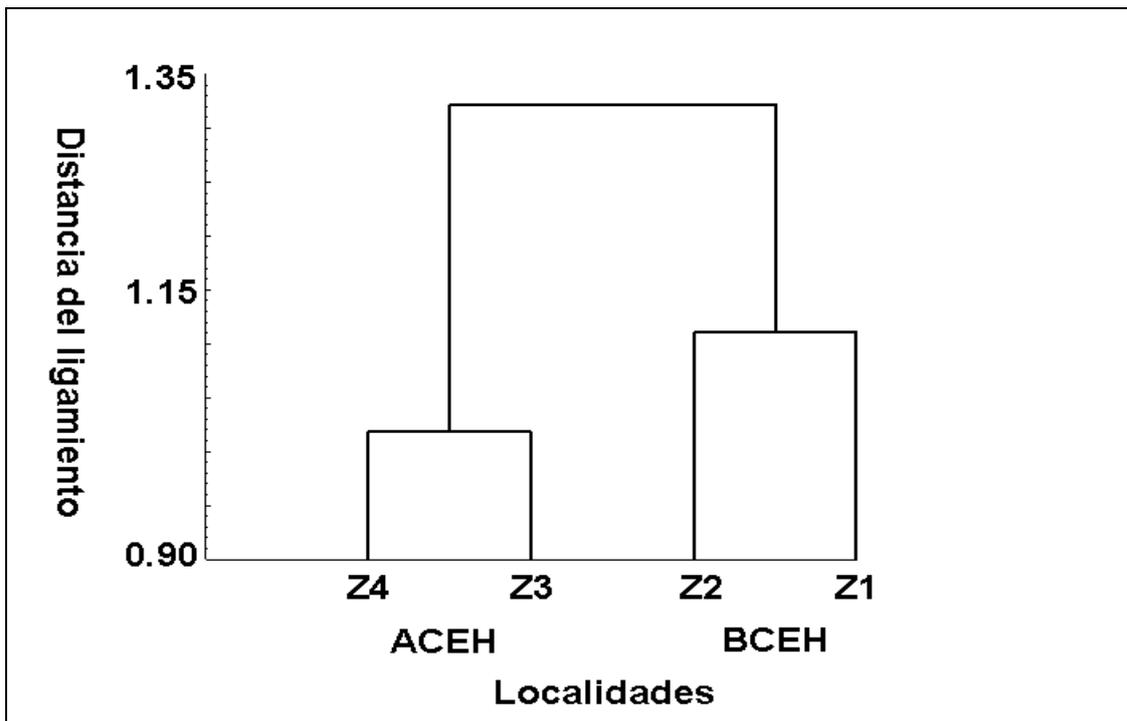


Figura 4.- Agrupamiento de las localidades de acuerdo a las diferentes características del hábitat, definiendo las localidades Z1 y Z2 en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y las localidades Z3 y Z4 en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Estructura de la comunidad íctica.

Se realizaron un total de 22 de muestreos mensuales durante los años 2005 y 2006 (en mayo y junio del 2006 no se realizaron muestreos). Se contabilizaron un total de 34,887 peces pertenecientes a 31 familias, 61 géneros y 89 especies (tabla 1), con una diversidad total de 4.08 (H'), una equidad de 0.63 (J), y una densidad total de 1.59 ind/m². Los datos incluyen a las especies que fueron observadas durante las diferentes épocas del año, y en los dos tipos de CEH.

Riqueza específica

En los 88 muestreos (22 meses de muestreos en 4 localidades), la riqueza específica fue de 89 especies. En las localidades de ACEH la riqueza fue de 89 especies con un promedio para Z4 de 25 y Z3 de 24, mientras que en las localidades de BCEH la riqueza fue de 77 especies, presentándose valores promedios en Z1 de 17.36 y Z2 de 16.36 especies (Fig. 5).

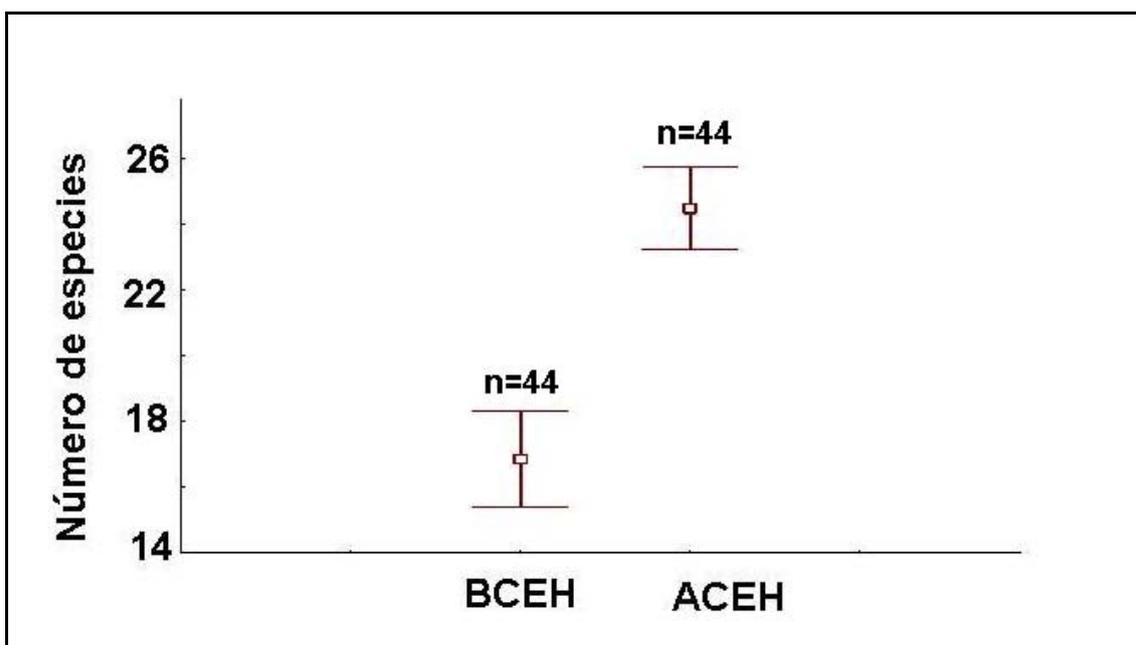


Figura 5.- Riqueza de especies total, promedio (□) y desviación estándar (T); en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), y alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Temporalidad de la riqueza de especies

De las 89 especies registradas en el arrecife de Los Frailes, la riqueza de especies por CEH en cada época del año presentó una ligera tendencia a ser mayor en la época fría (\bar{x} = 21.51 especies) que en la época cálida (\bar{x} = 20.14 especies), aunque se mantuvo el patrón de que las localidades de ACEH presentaran una mayor riqueza de especies con respecto a las localidades de BCEH (Fig. 6 y tabla 2).

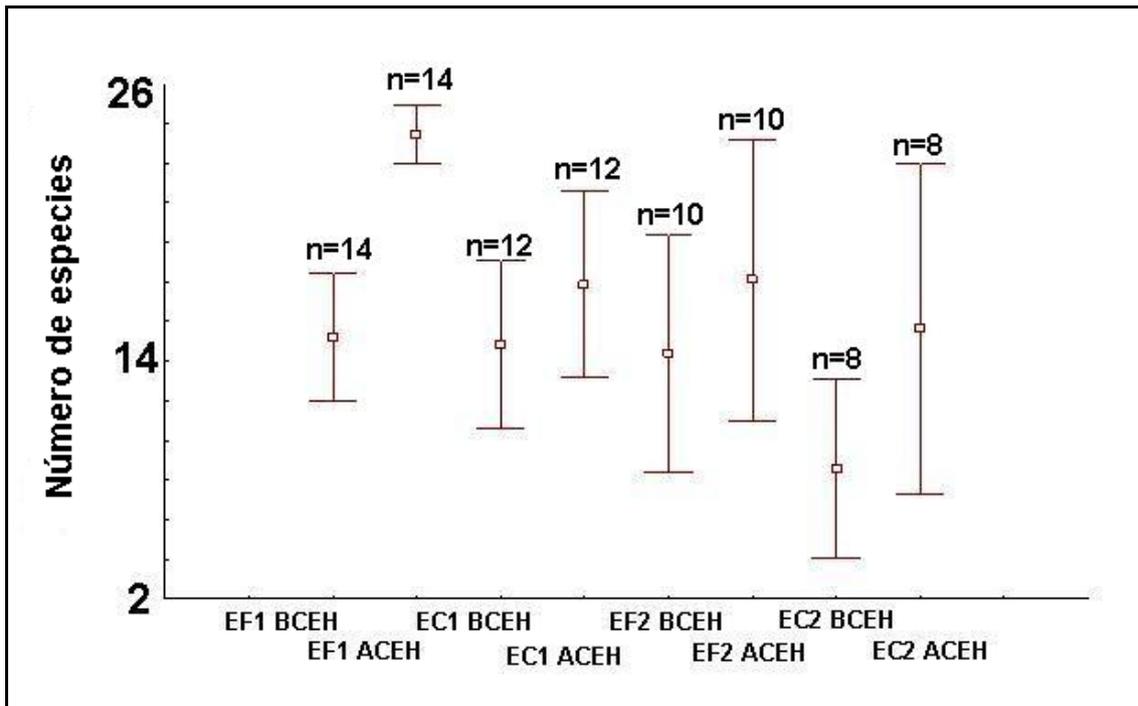


Figura 6.- Riqueza de especies por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo, (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Abundancia

De acuerdo al índice de abundancia se contabilizaron un total de 34,887 organismos, presentándose las mayores abundancias en las localidades de ACEH en donde se registraron un total de 18,284 organismos con un promedio de 415.54, mientras que en las localidades de BCEH se contabilizaron 16,603 organismos con un promedio de 377.34 (Fig. 7).

Temporalidad de la abundancia

La abundancia presentó una tendencia a ser mayor en la época fría (\bar{x} = 440.18 organismos) que en la época cálida (\bar{x} = 356.15), así también se mantuvo el patrón de que las localidades de ACEH presentaran abundancias promedio más altas con relación a las localidades con BCEH. Cabe resaltar que en la primer época cálida (junio a noviembre del 2005) en las localidades de BCEH se presentó un valor muy alto debido a la presencia de la especie *Thalassoma lucasanum*, la cual contabilizó el 45% de la abundancia total (2110) para esta localidad y época del año (Fig. 8 y tabla 2).

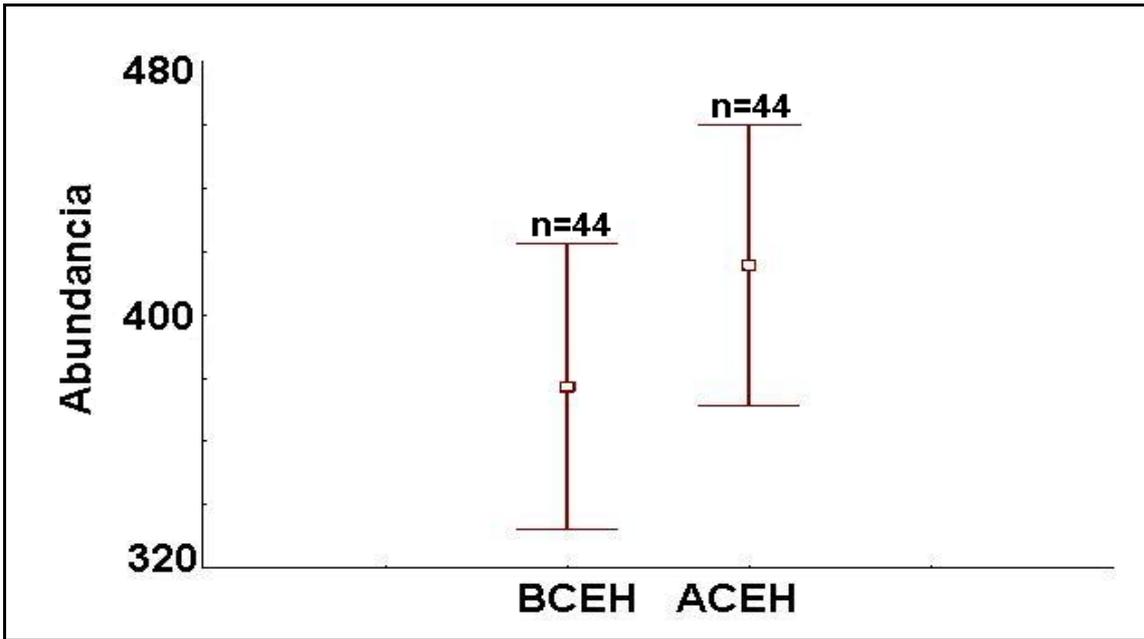


Figura 7.- Abundancia total, promedio (□) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

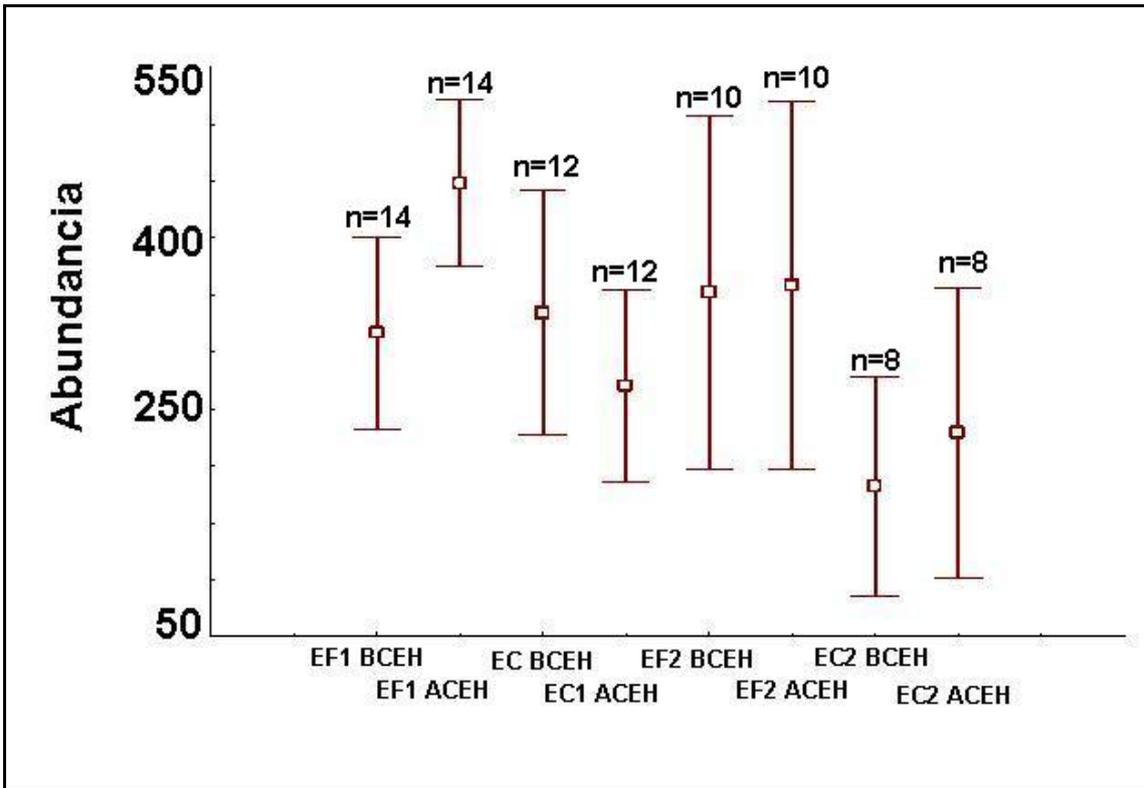


Figura 8.- Abundancia por CEH y época del año, promedio (□) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Diversidad (Shannon-Wiener)

Las localidades con ACEH presentaron una diversidad más alta con un promedio de 3.05 (bits/ind.), mientras que las localidades de baja complejidad estructural (BCEH) presentaron un promedio de 2.69 (bits/ind.) (Fig. 9).

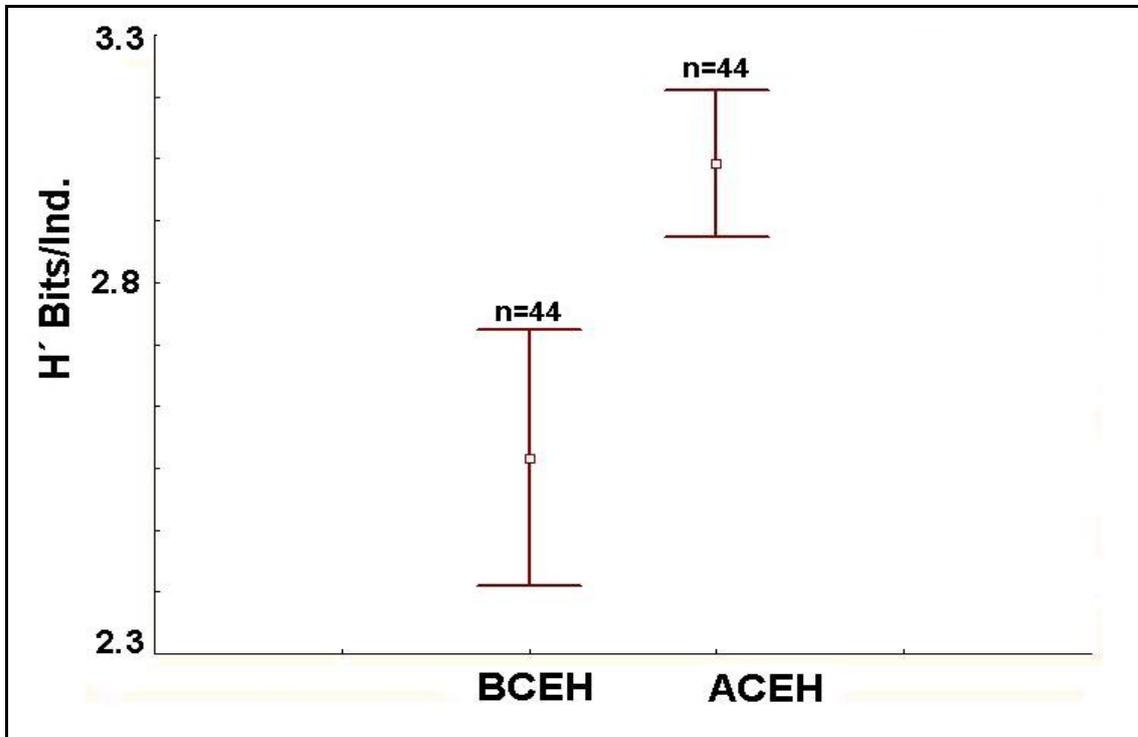


Figura 9.- Diversidad de Shannon-Wiener por CEH, promedio (□) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Temporalidad de la diversidad (Shannon-Wiener)

La diversidad presentó una tendencia a ser mayor en la época cálida (\bar{x} = 3.05 bit/ind.) que en la época fría (\bar{x} = 2.75 bit/ind.). Se mantuvo el patrón de que las localidades de ACEH presentan una diversidad promedio más alta con relación a las localidades con BCEH (Fig. 10 y tabla 2).

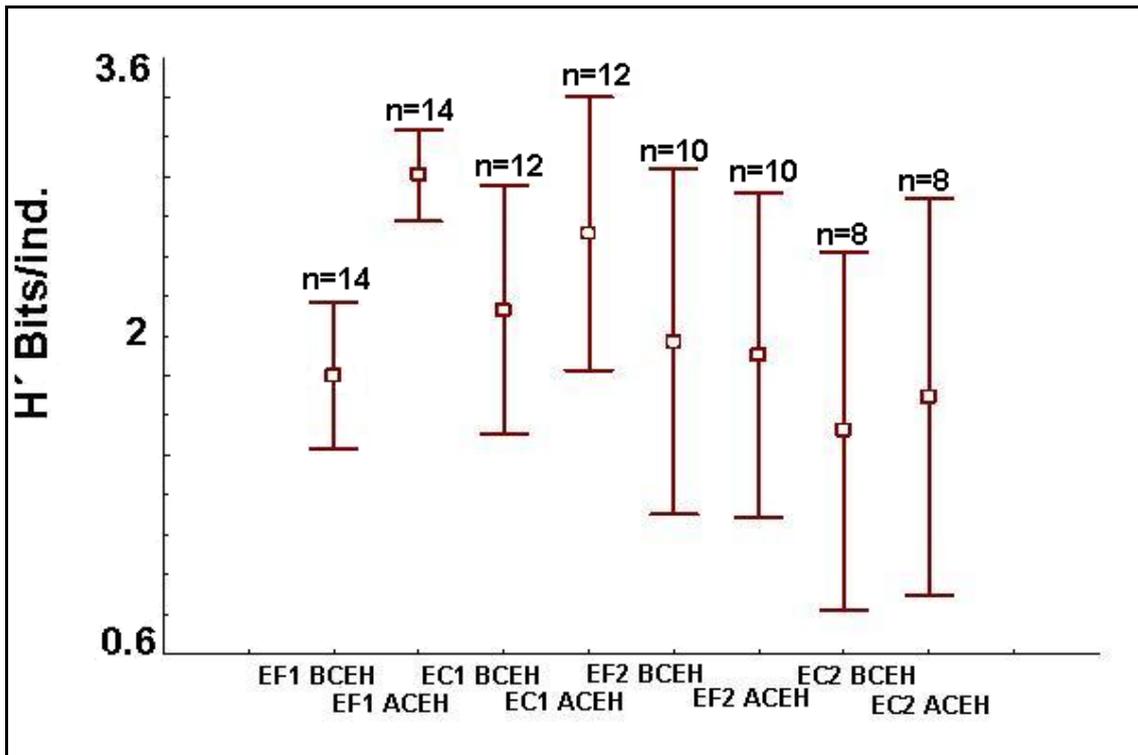


Figura 10.- Diversidad por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Para confirmar la separación de la diversidad por la complejidad estructural del hábitat se realizó un espectro de diversidad, obteniendo que las localidades de ACEH desde el primer muestreo presentaron valores altos mientras que las localidades de BCEH presentaron valores de diversidad más bajos, pero estos fueron aumentando conforme se incrementaron los muestreos pero sin llegar a presentarse un intercepto de los espectros de diversidad de ACEH y BCEH (Fig. 11).

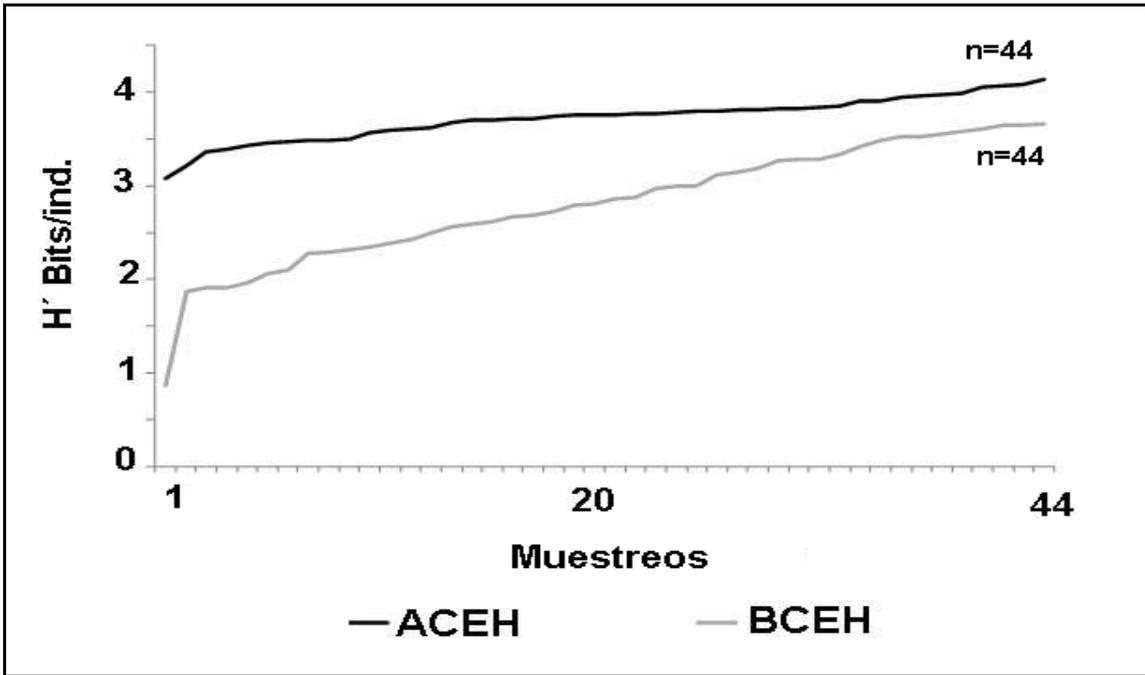


Figura 11.- Espectro de diversidad acumulada, (línea gris) baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y (línea negra) complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Equidad de Pielou (J)

De acuerdo a los resultados de equidad se registro una tendencia a que se presentaran los valores más altos en las localidades de ACEH ($\bar{x} = 0.68$) que en las localidades de BCEH ($\bar{x} = 0.65$) (Fig. 12).

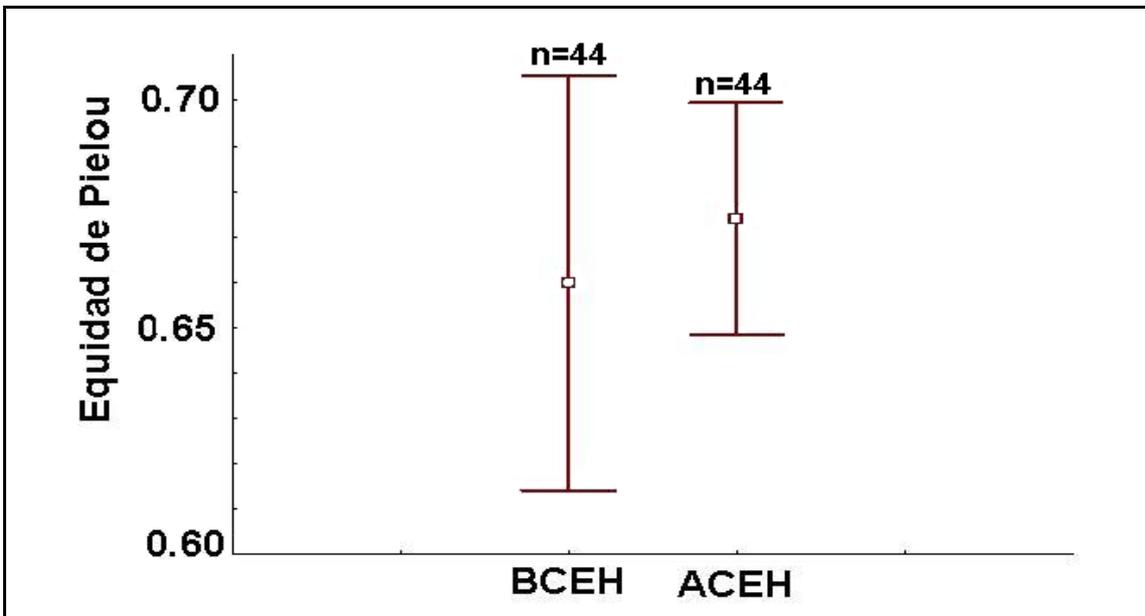


Figura 12.- Equidad de Pielou por CEH, promedio (□) y desviación estándar (T), en baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) y en alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Temporalidad de la equidad de Pielou (J)

En cuanto a la equidad, este índice presentó cambios ligeros, marcando una tendencia a ser más altos en la época cálida, mientras que en la época fría en general se presentaron los valores más bajos (Fig. 13 y tabla 1).

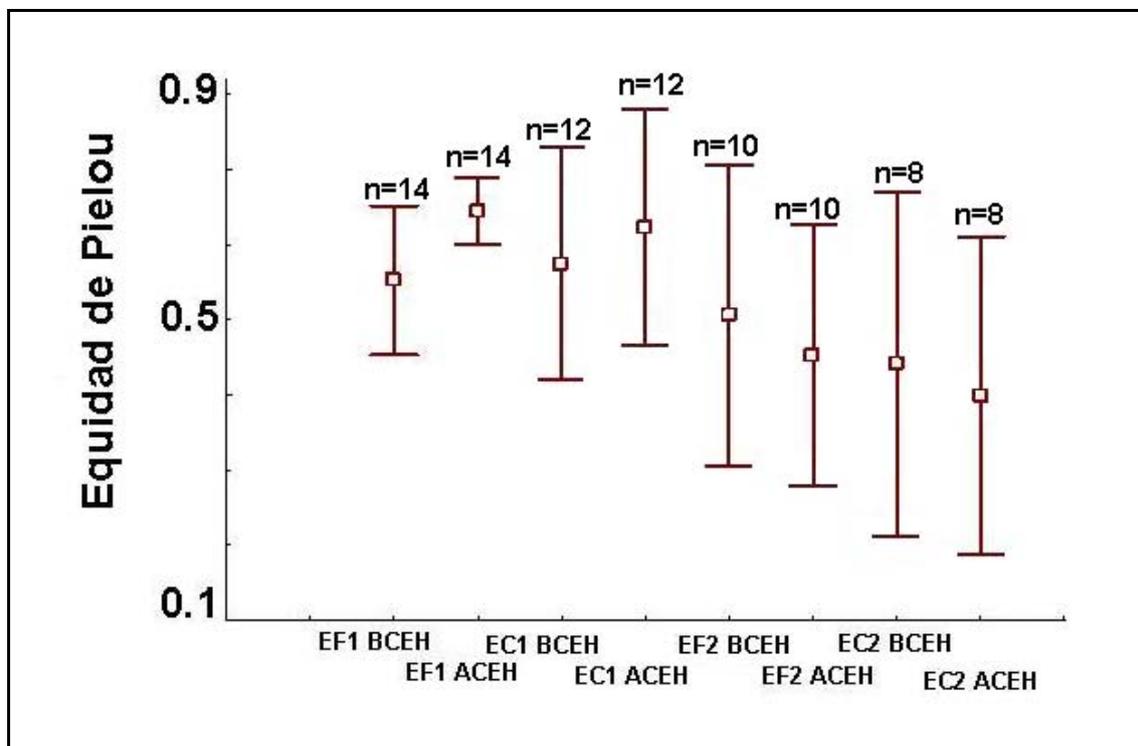


Figura 13.- Equidad de Pielou por CEH y época del año, promedio (\square) y desviación estándar (T); época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

Clasificación de las especies de acuerdo a su abundancia relativa

De las 89 especies registradas, dos *Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata* fueron categorizadas como abundantes. Mientras que 16 especies fueron clasificadas como frecuentes, sobresaliendo *Prionurus punctatus*, *Abudefduf troschelii*, *Stegastes rectifraenum*, *Arothron meleagris*, y *Plagiotremus azaleus*. Del total, 42 especies fueron comunes, entre las que destacan *Acanthurus triostegus*, *Halichoeres semicincta*, *Scarus ghobban*, *Apogon retrosella* entre otros. Las especies raras fueron 29, estas especies se presentaron en una o dos localidades y su número de organismos fue muy bajo entre estas especies se encuentran *H. chierchiae*, *H. nicholsi*, *Scorpaena plumieri*, *Crocodylichthys gracilis* y *Synodus lacertinus* (Fig. 14).

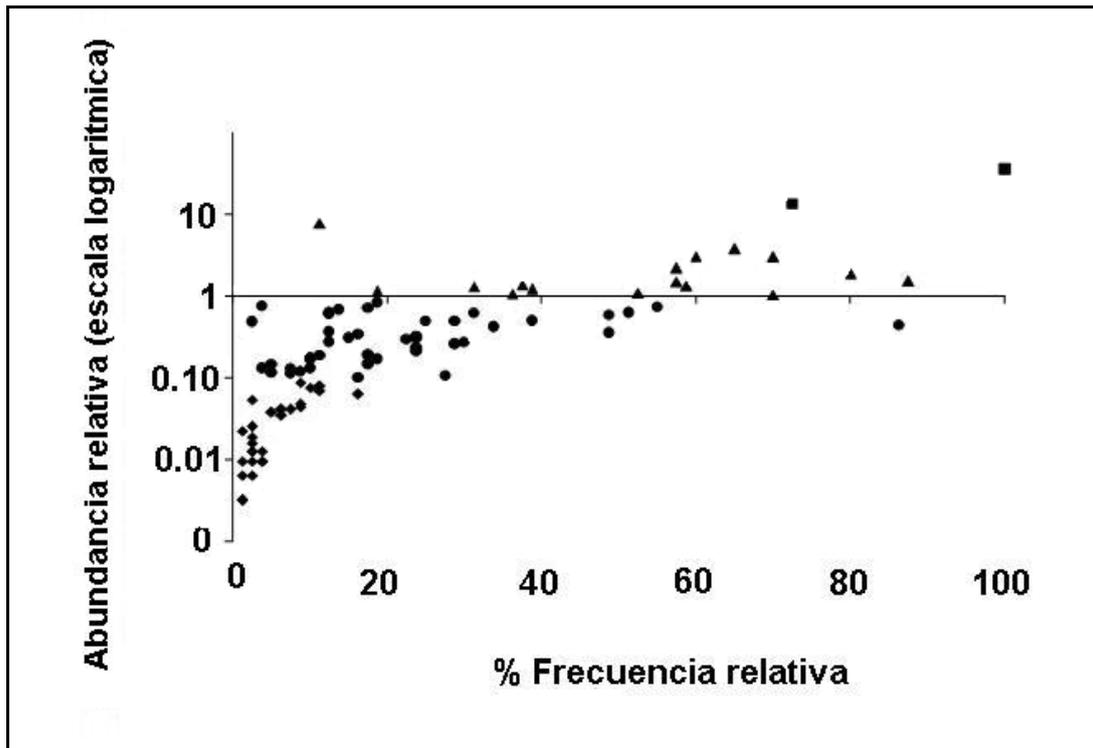


Figura 14.- Clasificación de las especies de acuerdo a su frecuencia y abundancia, especies abundantes (cuadro), especies frecuentes (triángulo), especies comunes (círculo), especies raras (rombo).

En cuanto a la clasificación de las especies por complejidad estructural del hábitat, se encontró que las localidades de mayor complejidad estructural presentaron un mayor número de especies abundantes (4.9%) y raras (76.5), así como una mayor riqueza de especies (180%), mientras que las localidades con baja complejidad estructural, presentaron los valores más altos en las especies frecuentes (43.7%), y las especies comunes (76.5%) (Fig. 15).

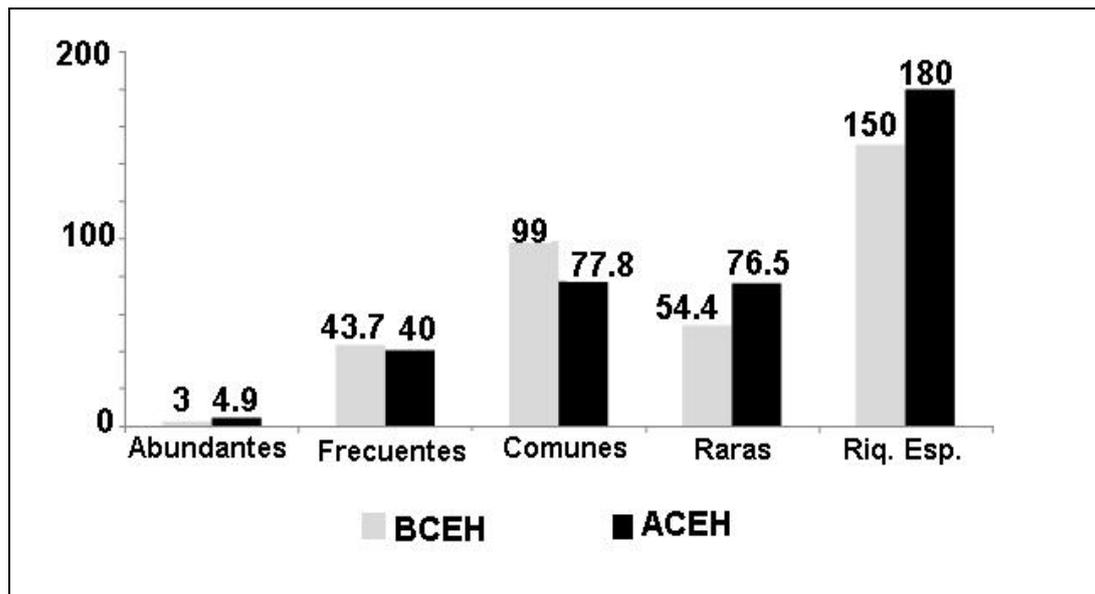


Figura 15.- Clasificación de las especies de acuerdo a su frecuencia y abundancia en baja complejidad estructural del hábitat (barras negras) y en alta complejidad estructural del hábitat (barras grises).

Índice de valor biológico (IVB)

De acuerdo al índice de valor biológico (IVB), 12 fueron las especies que representaron el 60% de la dominancia en el arrecife durante los dos años de muestreo, ocupando los primeros lugares *Thalassoma lucasanum*, seguido de *Prionurus punctatus*, *Chromis atrilobata*, *Stegastes rectifraenum*, *Holacanthus passer* y *Abudefduf troschelii*, entre otras. Cabe hacer mención que dichas especies presentaron cambios de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat así como por la temporalidad (Fig. 16).

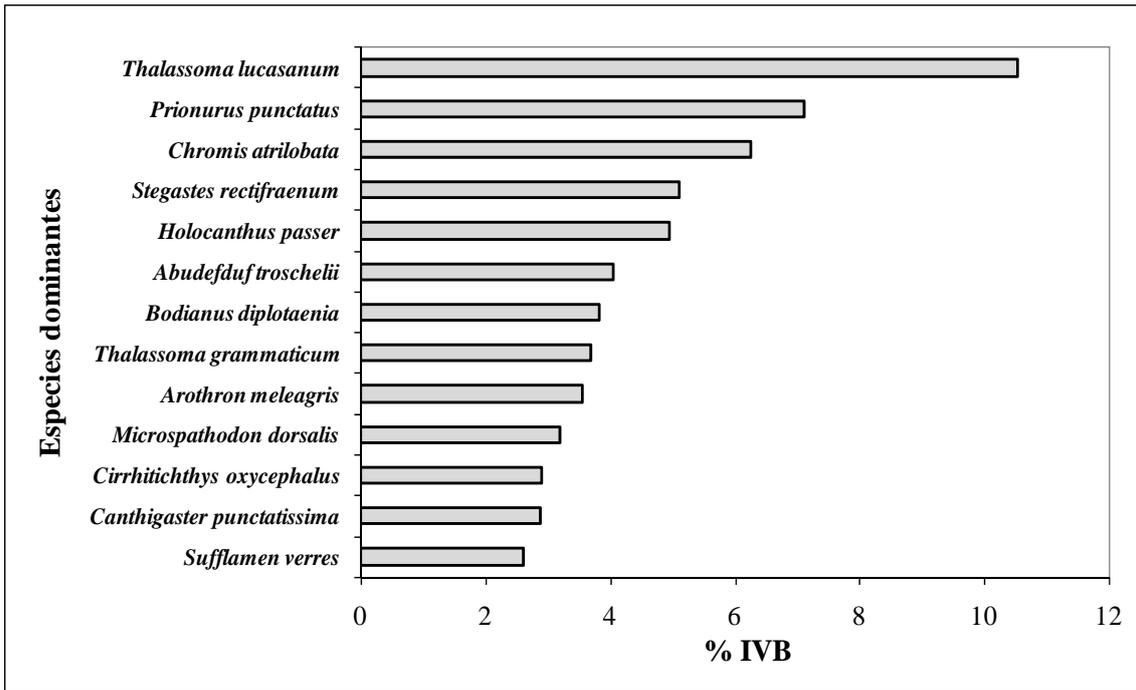


Figura 16.- Especies dominantes en los dos años de muestreo. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie.

Las especies dominantes en BCEH fueron *T. lucasanum*, seguido de *P. punctatus*, *Arothron meleagris*, *T. grammaticum*, *H. passer*, *Microspathodon dorsalis*, y *A. troschelii* entre otras. Estas especies en su conjunto acumularon alrededor del 60% del índice del valor biológico (Fig. 17).

Para ACEH *T. lucasanum*, fue también la especie más dominante, seguido de *C. atrilobata*, *P. punctatus*, *S. rectifraenum*, *Bodianus diplotaenia*, *Canthigaster punctatissima*, entre otras especies. En las zonas de ACEH localidades la mayoría de las especies fueron especies omnívoras, herbívoras y un alto porcentaje de especies planctofagas, debido a que son áreas expuestas con corrientes muy fuertes (Fig. 18).

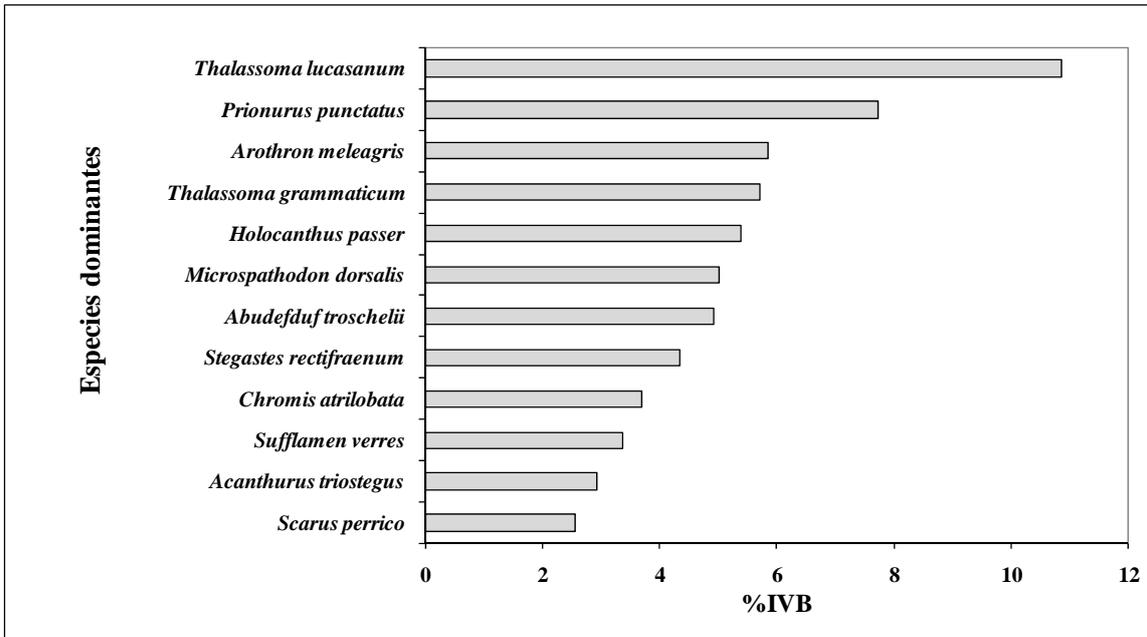


Figura 17.- Especies dominantes en baja complejidad estructural del hábitat. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie.

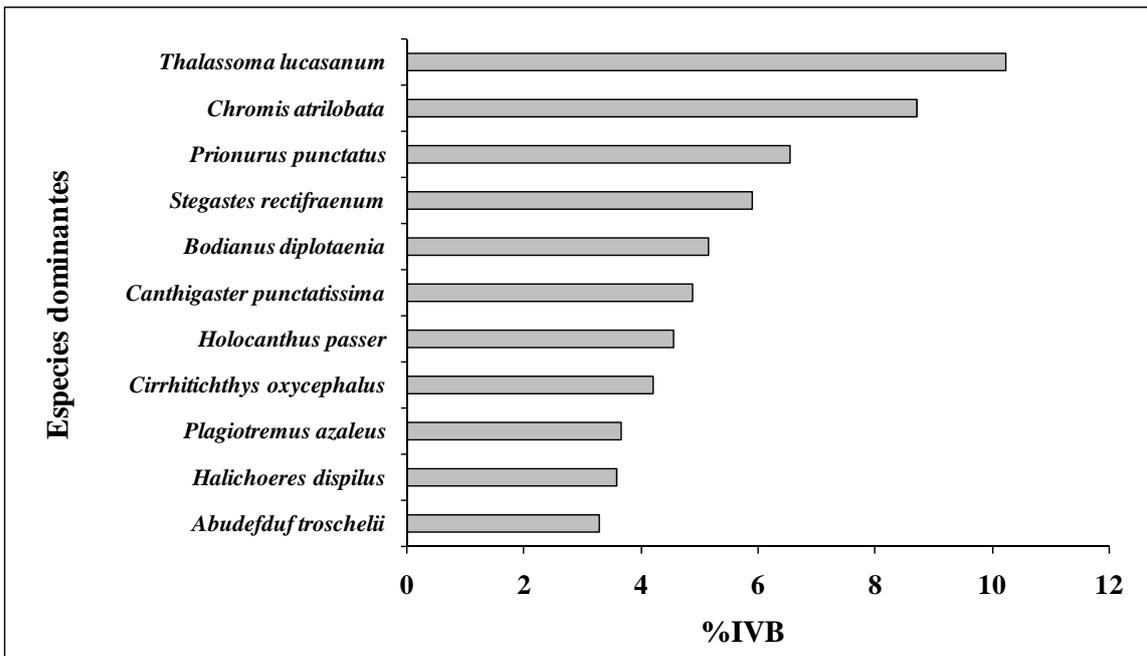


Figura 18.- Especies dominantes en alta complejidad estructural del hábitat. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie.

Temporalidad del índice de valor biológico (IVB)

De acuerdo a la época del año, se presentaron cambios en mayor o menor grado en todas las especies, sobresaliendo el caso de *S. rectifraenum*, ya que su dominancia fue de un porcentaje de 3.25 en la época fría mientras que para la época cálida fue de 6.90. Otra especie con un cambio muy marcado en su dominancia fue *Microspathodon dorsalis* ya que su porcentaje

en la época fría fue de 4.26 mientras que en la época cálida fue de 2.25. Otra especie con fluctuaciones en los valores de dominancia fue *Bodianus diplotaenia*, la cual en época fría registró un valor de dominancia de 3.29, mientras que en la época cálida de 4.07 (Fig. 19).

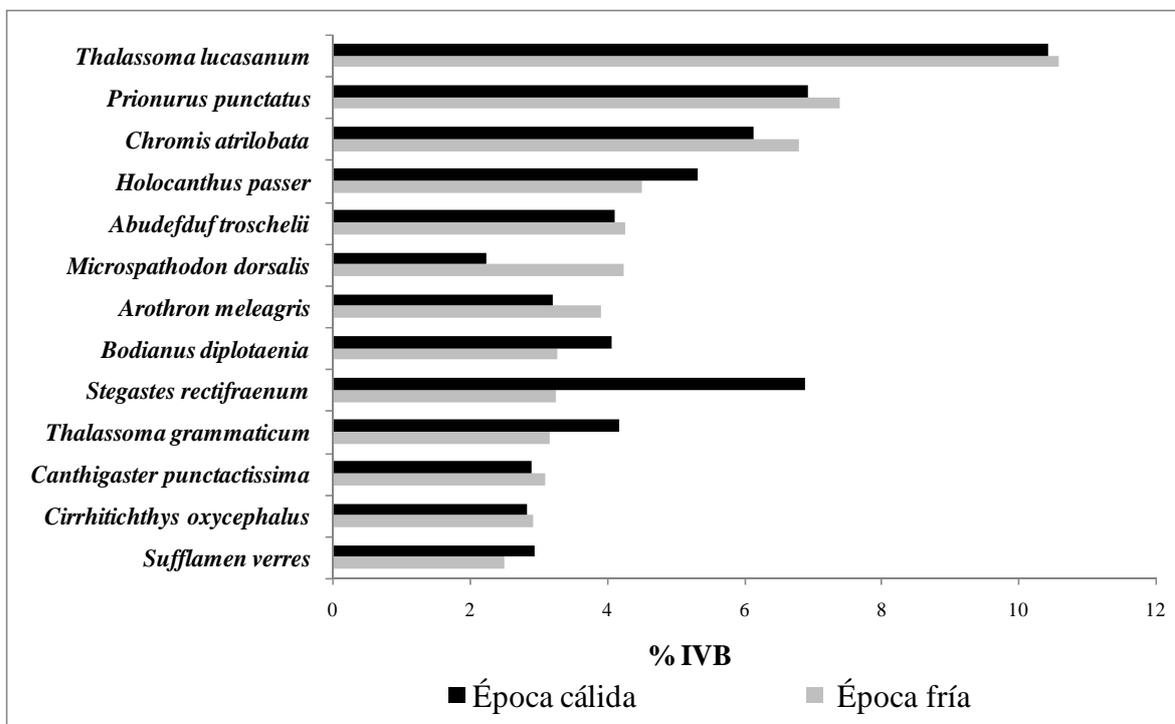


Figura 19.- Especies dominantes de acuerdo a la época del año. Porcentaje del índice de valor biológico (% IVB) para cada especie. Época cálida (barras negras) y época fría (barras grises).

Índice de diversidad taxonómica

El índice de diferenciación taxonómica promedio presentó valores altos en las localidades de ACEH con un $\Delta+$ de 55.71. Por otra parte al hacer el análisis por separado de las dos localidades de ACEH, la Z4 registró un Delta de 56.11 mientras que Z3 presentó un valor de 55.46. Mientras que en las localidades de BCEH el valor de Delta fue de 54.02, y por localidad la Z1 registró una Delta de 53.57 mientras que la Z2 de 54.65 (Fig. 20).

De acuerdo a estos resultados se confirmó que las localidades de ACEH presentaron una mayor diversidad que las localidades de BCEH. Por otra parte la localidad Z2 a pesar de presentar un menor número de especies (63) hubo una mayor distancia taxonómica entre ellas a comparación de las especies presentes en la localidad Z1 (72 especies). En cuanto al Índice de diferenciación taxonómica los valores de Lambda en general se encuentran por

debajo del promedio, las localidades de BCEH (95.51), Z1 (91.74) y Z2 (97.33), mientras que los valores de Lambda para las localidades de ACEH (112.06) Z3 (101.44), Z4 (109.70) (Fig. 21).

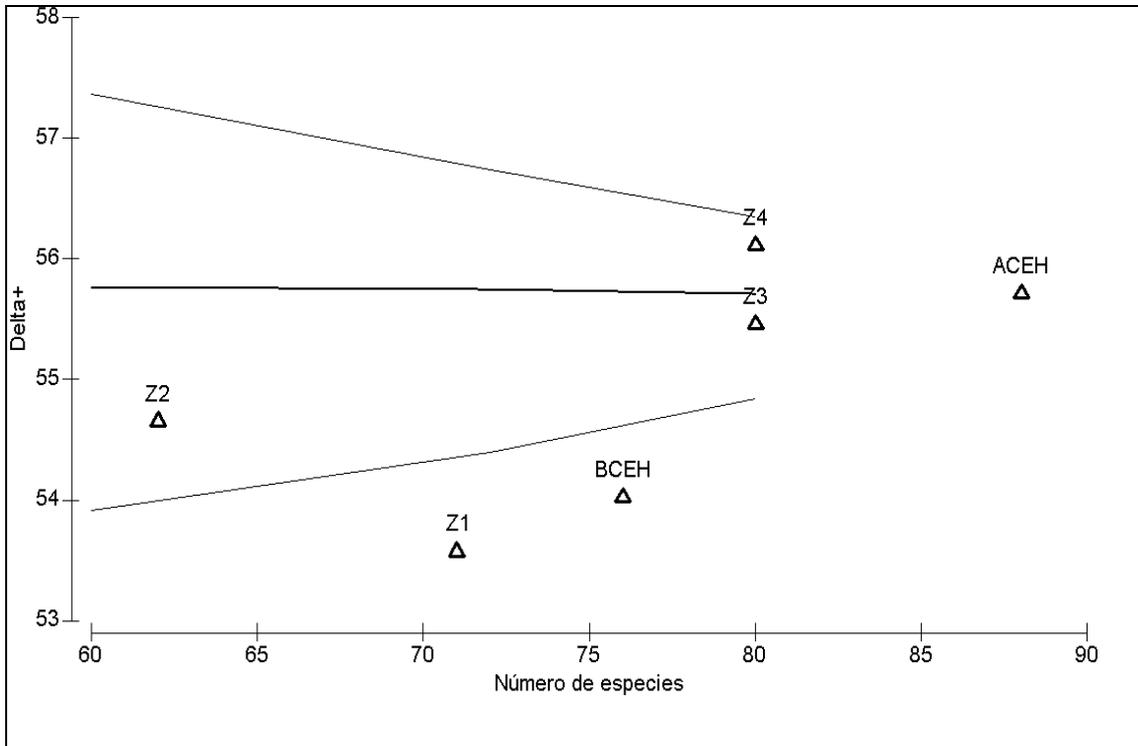


Figura 20.- Valores de Delta+ para cada localidad (Z1, Z2, Z3 y Z4) y CEH (alta complejidad estructural del hábitat y baja complejidad estructural del hábitat).

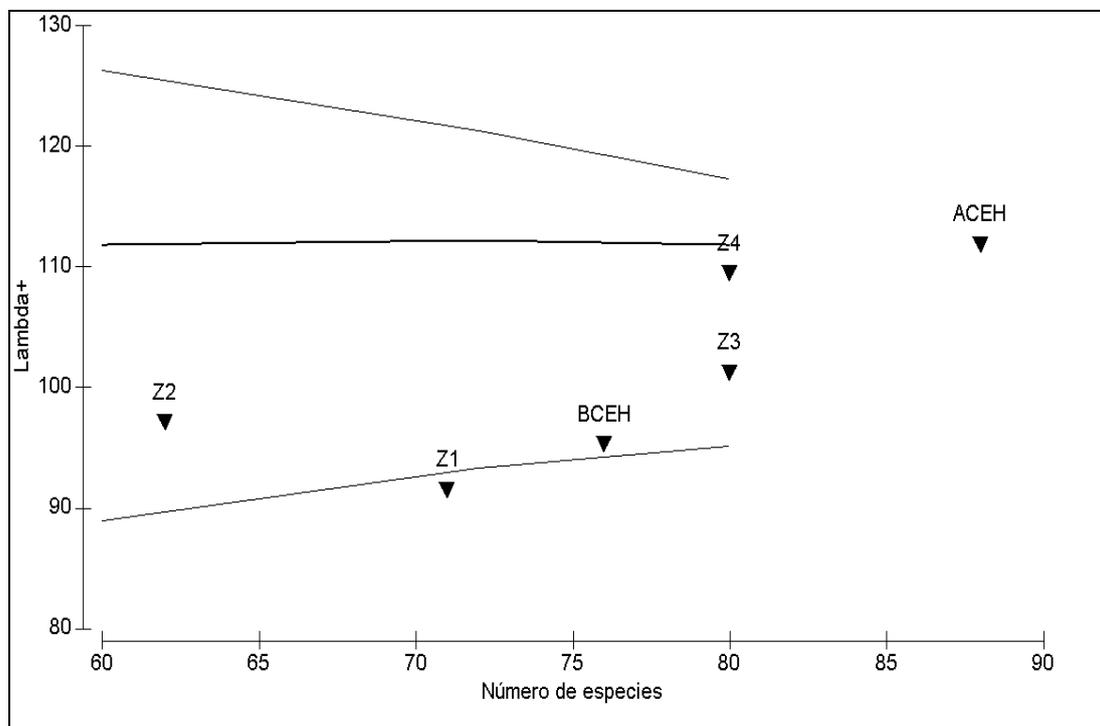


Figura 21.- Valores de Lambda+ para cada localidad y CEH para cada localidad (Z1, Z2, Z3 y Z4) y CEH (alta complejidad estructural del hábitat y baja complejidad estructural del hábitat).

Al graficar simultáneamente los valores de Delta y Lambda se puede observar que los valores más altos los presentan las zonas de alta complejidad estructural del hábitat presentando diferencias marcadas con las localidades de baja complejidad estructural (Fig. 22).

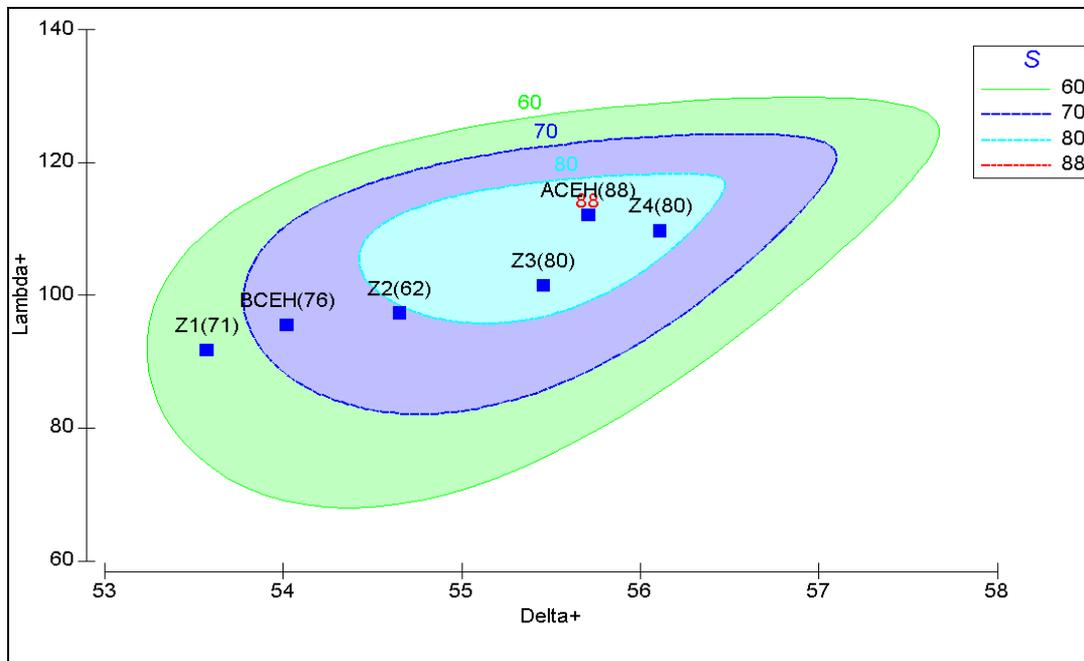


Figura 22.- Contornos al 95% del índice de diferencia taxonómica promedio (Delta+) contra el índice de diferenciación taxonómica (Lambda+) para cada complejidad estructural del hábitat (ACEH y BCEH) y localidad (Z1, Z2, Z3 y Z4).

Efecto de la CEH en la estructura de la comunidad de peces.

Se realizó un análisis de agrupamiento con los datos de abundancia de las 89 especies registradas. Se utilizó el método de ligaje completo de las distancias Euclidianas. Los resultados confirmaron la separación de las dos asociaciones de peces, una en ACEH y otra en BCEH, así también se definió una separación por época del año en época fría y cálida (Fig. 23).

De acuerdo al análisis de componentes principales, los dos componentes explican el 84% de la variabilidad total. El componente 1 (que en general incluye todas las características del hábitat) explicó el 57% de la variación total, mientras que el componente 2 (la temperatura) explicó el 27% de la variación total.

La relación positiva de la temperatura con la equidad y la diversidad y negativa con la abundancia y riqueza específica confirmó los patrones obtenidos en los otros análisis.

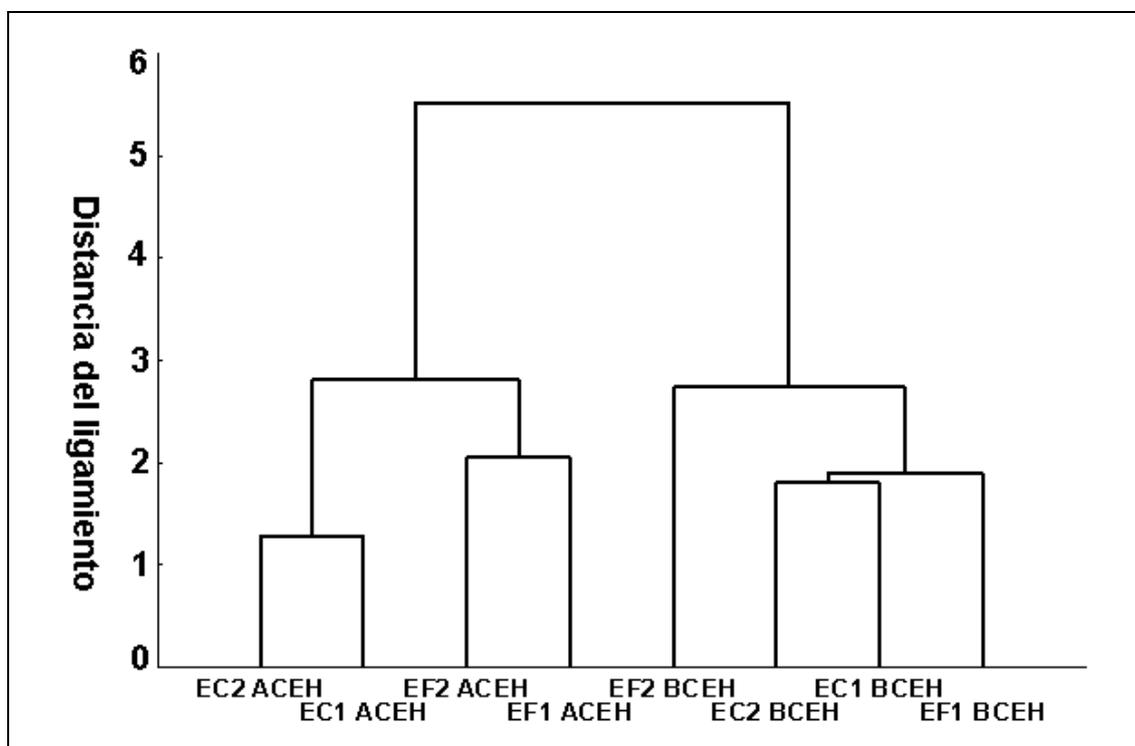


Figura 23.-Análisis de agrupamiento por abundancia para definir las asociaciones. Época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2), baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), alta complejidad estructural del hábitat (ACEH).

También se determinaron dos tipos de asociaciones para ACEH (del lado derecho de la gráfica) y otra para BCEH (del lado izquierdo de la gráfica). Se observa una separación definida por cada época del año, la época cálida (en la parte superior de la gráfica) y la época fría (en la parte inferior de la gráfica 28).

Cada característica del hábitat tuvo un efecto diferente para cada especie. Para *C. atrilobata* la profundidad tiene mayor influencia, mientras que para *M. dentatus* el tipo de sustrato (arenoso) mostró ser determinante para la abundancia. *A. meleagris*, fue una especie representativa de las localidades de BCEH, debido a que en estas zonas se presenta un mayor porcentaje de coral del cual se alimenta.

Por otra parte, *Stegastes rectifraenum* y *Holocanthus passer*, presentaron casi las mismas abundancias en cada tipo de CEH y sus porcentajes de dominancia en ambas zonas fueron muy semejantes. La temperatura al

parecer sí tuvo un efecto en la presencia y abundancia de estas especies (Fig. 24).

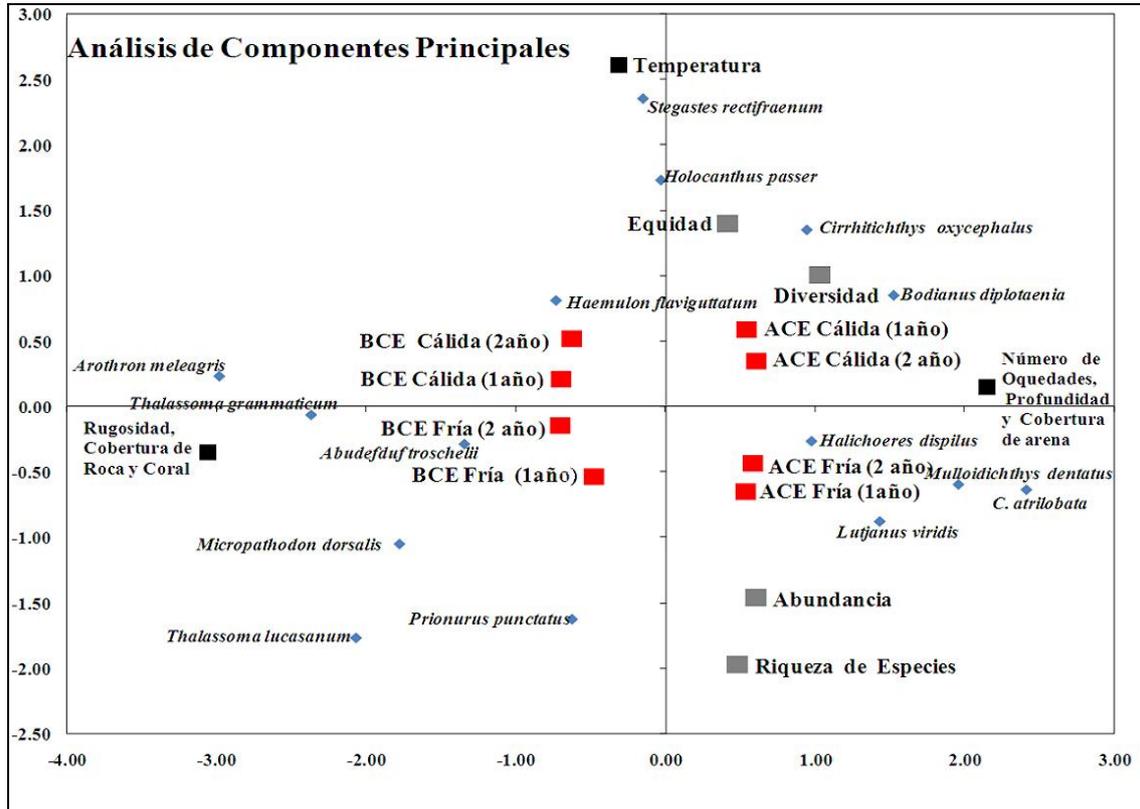


Figura 24.-Análisis de componentes principales con las características del hábitat (cuadro negro), especies dominantes (rombo azul) y los diferentes índices ecológicos de la estructura de la comunidad (cuadro gris) y las asociaciones de acuerdo a la CEH y época del año (cuadro rojo).

Organización trófica.

Hábitos alimenticios de las especies dominantes.

Tamboril de oro *Arothron meleagris* (Lacépede, 1798)

Se capturaron un total de 101 ejemplares del tamboril de oro *A. meleagris*, todos los estómagos contenían alimento.

Se identificaron un total de 34 componentes alimenticios; 12 correspondieron a algas, 6 gasterópodos, 2 corales, 2 bivalvos, 2 erizos, 2 langostas, 2 pelecípodos, 1 Bryozoa, 1 estrella de mar, 1 esponja, 1 poliqueto, 1 balano y materia orgánica no identificada (MONI) (Tabla 3).

Los componentes alimenticios en los estómagos registraron una biomasa total de 2225.55 g, los más importantes de acuerdo al método gravimétrico fueron la MONI (25.55%), el erizo *Echinometra vanbrunti* (24.70%) y el coral *Pocillopora* spp (14.71%).

Aplicando el método numérico, se cuantificaron un total de 133 organismos, destacando las esponjas con un 22.66%, seguidos por *Crepidula arenata* con el 19.54%, *Bryozoa* con el 15.03%. Los componentes más frecuentes fueron *E. vanbrunti* (65.34%) y *Pocillopora* spp (49.50%) así como la MONI (73.26%).

Al incorporar los valores porcentuales de los métodos anteriores en el índice de importancia relativa (IIR), tomando solo los valores que sumaran más de 90% se determinó que los componentes más importantes del espectro trófico global del tamboril de oro fueron: MONI (30.44%), *E. vanbrunti* (26.25%), esponjas (12.63%), *Pocillopora* spp. (11.84%), *Bryozoa* (5.37%), *Porites* spp. (4.83%), y *C. arenata* (3.82%) (Fig. 25).

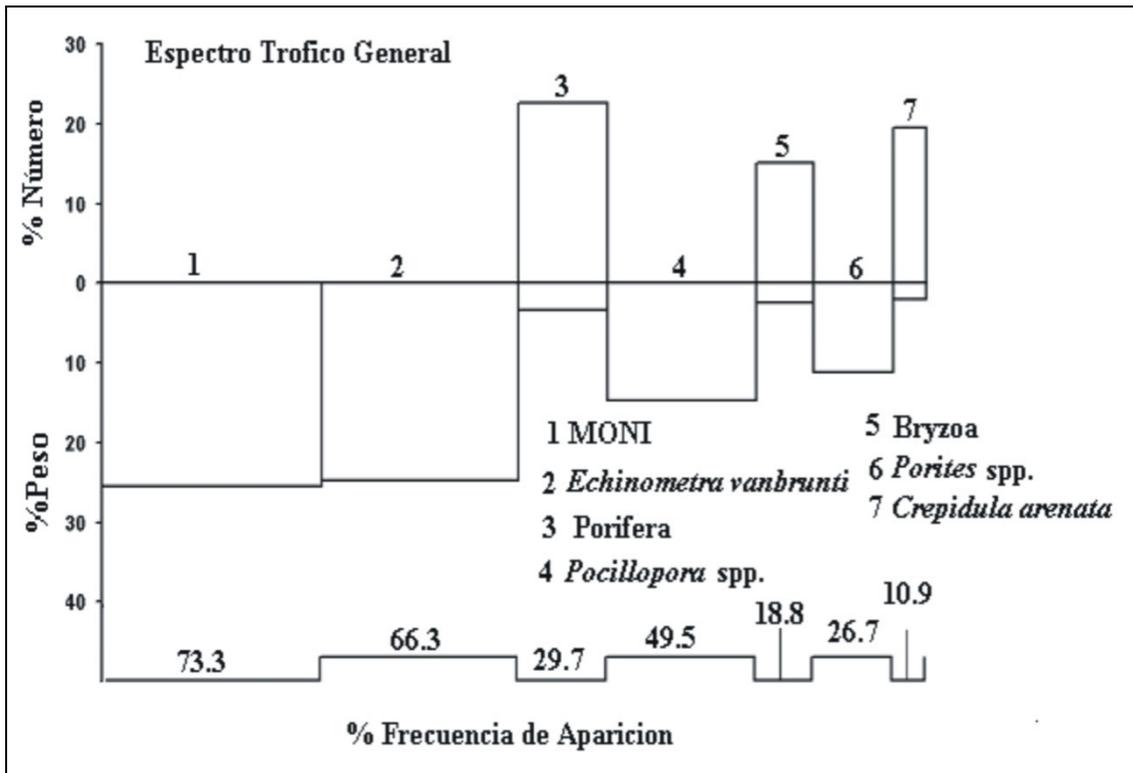


Figura 25.- Espectro trófico general de *Arothron meleagris*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio.

Castañeta azulada *Stegastes rectifraenum* (Gill, 1862)

Un total de 50 estómagos fueron examinados. La dieta se conformó de 23 componentes alimenticios, desde algas a invertebrados bentónicos (Tabla 4).

Siete componentes alimenticios representaron el 80% de la dieta total de la castañeta azulada. De acuerdo al método numérico, los componentes alimenticios más importantes fueron los copépodos bentónicos (53.7%), los gasterópodos *Olivella* spp. (20%) y *Cerithium* spp. (17.8%), tunicados (4%).

El resto de componentes representaron valores bajos (<5%). Los componentes alimenticios más importantes de acuerdo al método gravimétrico fueron, las algas verdes *Ulva linza* (12.9%) y *Bryopsis* spp. (12%) y seguido del alga café. *Ectocarpus* spp (9.2%), el alga rojas *Jania mexicana* (%8.8), y restos de conchas (5.6%). *Bryopsis* spp. (80%), *Ectocarpus* spp (72%), *Jania mexicana* (56%), restos de cochas (54%) y copépodos bentónicos (42%) fueron los componentes más frecuentes en la dieta. De acuerdo al IIR los copépodos bentónicos (27.8%), *Bryopsis* spp. (11%), *Cerithium* spp. (10%), *Olivellas* spp

(9.7%) *Ectocarpus* spp (7.4%), fueron los componentes alimenticios más importantes (Fig. 26).

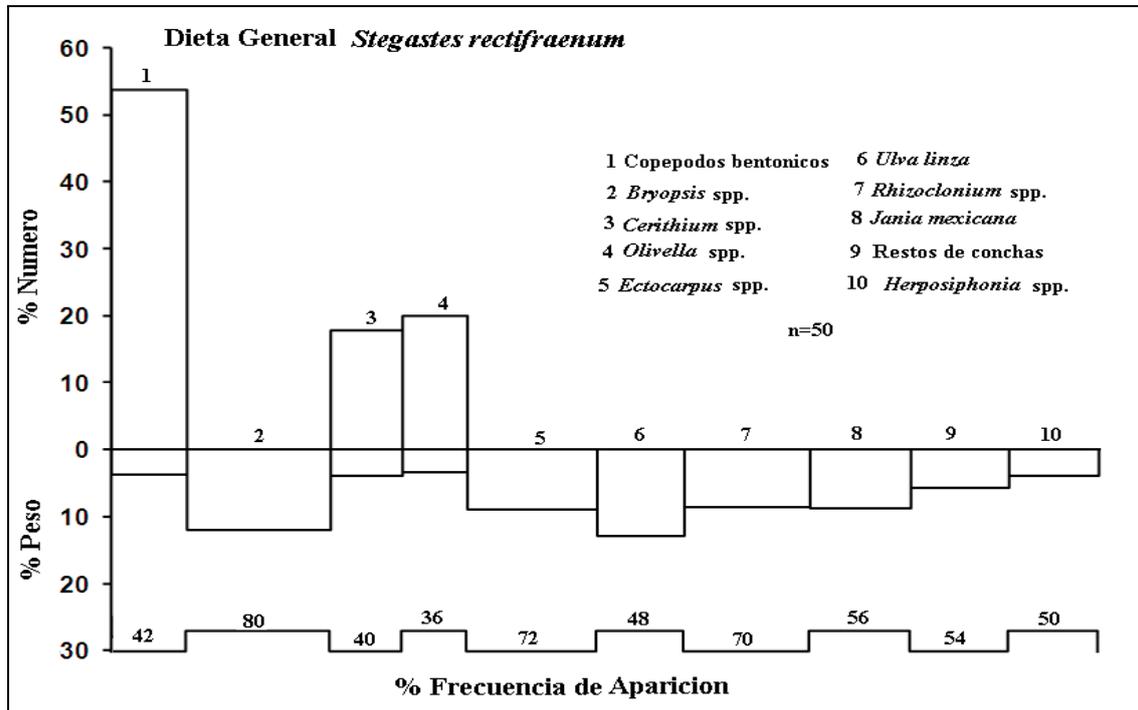


Figura 26.- Dieta general de *Stegastes rectifraenum*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio.

Arcoíris del Cortez *Thalassoma lucasanum* (Gill, 1862)

Para la descripción de la dieta del pez arcoíris, *Thalassoma lucasanum*, se analizaron un total de 247 estómagos con alimento. La dieta se integró de 15 componentes alimenticios, los cuales incluyen a las algas e invertebrados y en menor porcentaje a peces, por lo que la especie en esta zona se le puede categorizar como un omnívoro activo (Tabla 5).

De acuerdo al método de numérico se contabilizaron 378 organismos, siendo los gasterópodos el grupo más numeroso, seguido de los ostrácodos y en conjunto aportaron más del 50% del espectro numérico.

Los componentes alimenticios más importantes de acuerdo al método gravimétrico fue la MONI con un peso total de 47.6 gramos, seguido de resto de cangrejo (29.2 g), mientras que en su conjunto se obtuvo un peso total de 111.7 gramos.

La frecuencia de los componentes alimenticios varió ampliamente. La MONI se presentó en más del la mitad de los estómagos (52.22%), seguido de restos de cangrejos (29.9%). De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR) los componentes alimenticios que conformaron el 98% de la dieta fueron MONI, restos de cangrejos, gasterópodos, ostrácodos, restos de conchas, isópodos respectivamente (Fig. 27). En la tabla 5 se presenta la información generada por cada uno de los métodos cuantitativos.

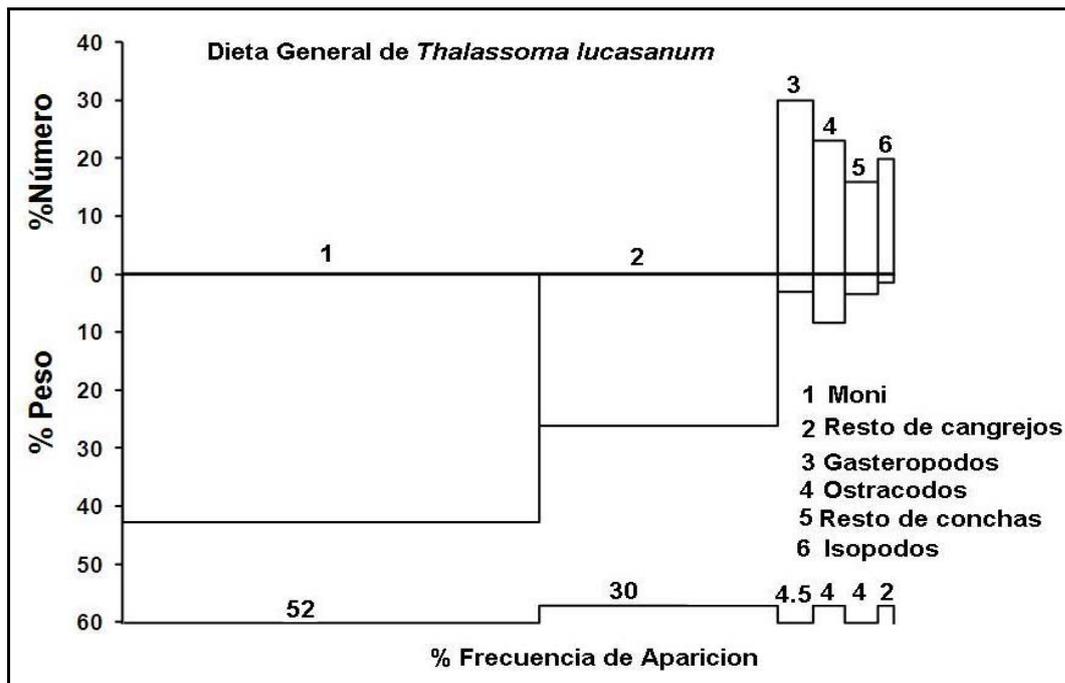


Figura 27. - Dieta general de *Thalassoma lucasanum*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio.

Cirujano cola amarilla *Prionurus punctatus* (Gill, 1862)

Para la descripción de la dieta de *Prionurus punctatus* se analizaron un total de 86 estómagos con alimento. La dieta se integró de 22 componentes alimenticios constituidos de algas, por lo que al cirujano cola amarilla se le puede categorizar como un herbívoro.

El método de numérico no se aplicó para esta especie debido a que es ramoneadora y se alimenta de un fragmento del alga lo que impide en ocasiones identificar el ejemplar completo.

Los componentes alimenticios más importantes de acuerdo al método gravimétrico fue la MONI con un peso total de 1518.76 gramos, seguido de

Gracilaria spp. (535.45 g), mientras que en conjunto se obtuvo un peso total de 2054.21 gramos.

La MONI se presentó en casi la totalidad de los estómagos (98.84%), seguido de *Jania mexicana* (95.35%). De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR) los componentes alimenticios que conformaron el 65.23% de la dieta fueron MONI, *Gracilaria* spp., *Hypnea musciformis*, *Jania mexicana*, *Sphacelaria* spp., *Dictyota flabellata*, respectivamente (Fig. 28). En la Tabla 6 se presenta la información generada por cada uno de los métodos cuantitativos.

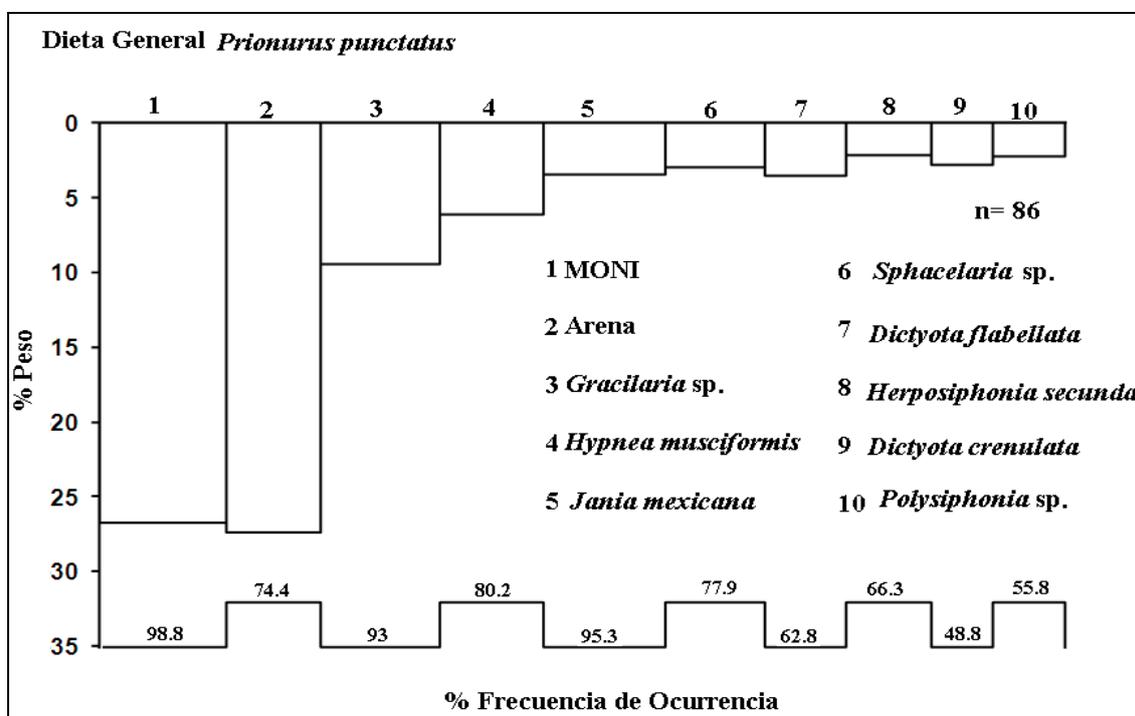


Figura 28.- Dieta general de *Prionurus punctatus*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio.

Cirujano reo *Acanthurus triostegus* (Linnaeus, 1758).

Se analizaron un total de 50 estómagos con alimento. La especie de alga que estuvo presente durante todos los meses de muestreo y en todas las muestras fue *Ulva linza* con una frecuencia de aparición del 50% (Tabla 7).

Las otras dos especies más frecuentes durante el año fueron *Gelidiella* spp. y *Polysiphonia simplex*, ambas con el 54%. Las especies con menor frecuencia de aparición fueron *Pitophillium* spp., *Ahnfeltia* spp., *Caulerpa*

racemosa, *Centroceras* spp., *Cladophorosis fasciculatus*, *Enteromorpha* spp., *Goniotrichum alsidii*, *Erythrotrichia* spp. y *Padina concretsens*, todas con el 2%.

El peso total de las presas fue de 231.47 gramos. *Ulva linza* fue la especie que presentó el mayor porcentaje de peso (40.92%), seguida de la MONI (13.41%), *Gelidiella* spp. (12.02%) y *Polysiphonia simplex* (7.12%). Las especies con menor porcentaje de peso fueron *G. alsidii* (0.03%), *Erythrotrichia* spp. (0.02%) y *P. concretsens* (0.01%).

De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR), *Ulva linza* (50.19%) fue la especie presa más importante, seguida por *Gelidiella* spp. (14.22%), la MONI (11.75%) y *P. simplex* (8.41%). En las gráficas sólo se observan las doce presas con mayor IIR, ya que las demás solo son consideradas como alimento ocasional (Fig. 29)

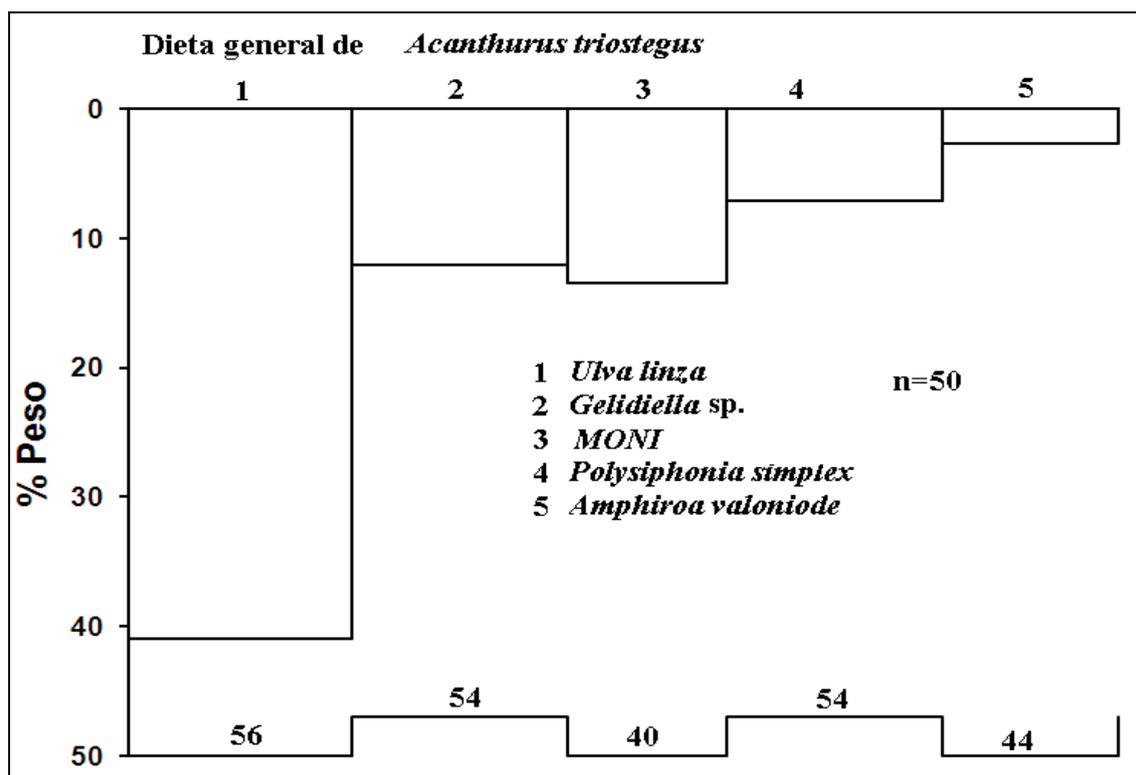


Figura 29.- Dieta general de *A. triostegus*. En el eje Y se representa el porcentaje en peso y número y en el eje X la frecuencia de aparición de cada componente alimenticio.

Grupos funcionales tróficos.

Para la zona de alta complejidad estructural del hábitat (ACEH) se registraron 89 especies, integrándose un total de 21 grupos funcionales tróficos (GFT) (Fig. 30). Mientras que para la zona de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) se registraron 78 especies, y se conformaron un total de 19 GTF, dos menos que en las zonas de ACEH (Fig. 31).

Aunque los grupos tróficos son casi los mismos en ACEH y BCEH, se presentaron diferencias en cuanto al número de integrantes (especies) lo cual se detalla a continuación. Los grupos tróficos funcionales de ACEH aparecen con la notación (1, 2, 3, 4.....) y los de BCEH como (1^a, 2^a, 3^a, 4^a.....):

- 1.- Este grupo se conformó de especies principalmente piscívoras. La mayoría son de superficie y algunas de media agua. Se catalogaron como comunes y raras.
- 1^a.- Este grupo se integró por las mismas especies que el grupo 1, pero *E. lineatus* y *N. pectoralis*, no se registraron para las zonas de BCEH.
- 2.- Grupo constituido por especies carnívoras (40% y 60% de la dieta) pero también se alimentaron de jaibas y camarones. Son especies raras y habitan el fondo del arrecife entre las piedras y oquedades.
- 2^a.- Grupo mono-específico (*Gymnothorax castaneus*).
- 3.- Este grupo integrado especies piscívoras aunque también incluyen jaibas camarones, cangrejos y poliquetos en su dieta. Todas estas presentaron un nivel trófico alto (>3.95). Habitan el fondo y media agua del arrecife. Son especies de comunes a raras.
- 3^a.- Grupo formado por nueve especies. Mantienen la misma función trófica tanto en BCEH como ACEH.
- 4.- Este grupo se integró de especies herbívoras (70% y 90% de la dieta) y coralívoras (20% al 10%). El nivel trófico del grupo no fue mayor a 2.5. Las especies se presentan en el fondo del arrecife y media agua.
- 4^a.- Este grupo se mantuvo igual en ACEH como en BCEH con las mismas nueve especies herbívoras, así como la relación trófica entre sus integrantes.
- 5.- Grupo de tres especies herbívoras (40% a 60% de la dieta) además de componentes como equinodermos, remanentes de peces, esponjas y

bivalvos. Su nivel trófico fue de 2.75 a 2.85. Fueron especies frecuentes y comunes; se encuentran asociadas al fondo y son territorialistas.

- 5^a.- El grupo mantuvo las mismas especies en las zonas de BCEH.
- 6.- En las zonas de ACEH el grupo se integró por especies que se alimentan de esponjas (80% y 85% de la dieta), algas (5 al 10%) e invertebrados (menos del 5%). Son especies comunes asociadas al sustrato y a media agua. Son especies de nado lento.
- 6^a.- Este grupo de especies se mantuvo para las zonas de BCEH.
- 7.- Dos especies que consumen mayormente camarones y en menor proporción jaibas y otros peces. Son consideradas comunes y se asocian al fondo y media agua.
- 7^a.- Este grupo no sufrió cambios de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat y mantuvo el número de integrantes y la función trófica.
- 8.- El grupo se constituyó de especies que se alimentan de camarones, erizo, cangrejos, algas café y esponjas. Son consideradas como comunes y se encuentran del fondo a media agua.
- 8^a.- Este grupo mantuvo la misma conformación en las zonas de BCEH.
- 9.- Nueve especies conformaron este grupo las cuales se alimentaron de equinodermos, pelecípodos y gasterópodos. Son consideradas como comunes y raras, muy relacionadas con el fondo
- 9^a.- Este grupo se conformó de 10 especies ya que se integró *Pseudobalistes naufragium*.
- 10.- Este grupo se conformó por tres especies y se alimentan de equinodermos simpuncúlidos tunicados. Presentan poca abundancia y frecuencia en el arrecife, y están muy asociadas al fondo.
- 10^a.- Este grupo solo se conformó por *Arothron hispidus*, ya que *D. hystrix* no se registró en BCEH y *Pseudobalistes naufragium*, se integró al grupo 9 debido sus características tróficas.
- 11.- Este grupo es mono-específico se alimenta principalmente de ophiuroideos (estrellas de mar). Presenta baja frecuencia y abundancia, está asociado al fondo.
- 11^a.- La especie que conforma este grupo no fue registrada para las zonas de BCEH, por lo que este grupo no se integró en estas zonas.

- 12.- Este grupo se integró de tres especies, se alimentan de jaibas complementa su dieta con equinodermos y gasterópodos. Presentan el mismo nivel trófico 3.5, son especies raras en el arrecife.
- 12^a.- Este grupo solo se conformó por dos especies *Alphestes multiguttatus* y *Labrosomus multixanti*, ya que *Malacoctenus margaritae* no se registró en las zonas de BCEH.
- 13.- Este grupo lo integraron cuatro especies; se alimentaron de un alto porcentaje de algas (más del 90%) y en menor porción de detritus (10%). En general son organismos con poca presencia en el arrecife, y se encuentran a media agua.
- 13^a.- Este grupo no sufrió cambios en el número de integrantes y su función trófica en las zonas de BCEH.
- 14.- *Chaetodon humeralis* fue la única especie que conformó este grupo. Se alimenta de copépodos algas verdes, poliquetos, anfípodos y camarones. Se consideró como frecuente en el arrecife.
- 14^a.- En las zonas de BCEH el grupo no se integró.
- 15.- Dos especies conformaron este grupo, se alimentaron de presas en común (copépodos, poliquetos, anfípodos, bivalvos y gasterópodos), principalmente del bentos. Presentan un nivel trófico alto (>3.5), son consideradas como raras.
- 15^a.- Este grupo no apareció en BCEH.
- 16.- *Abudefduf troschelii*, fue la única especie de este grupo. Se alimenta de como anthozoos, copépodos, tunicados, poliquetos huevos de peces. Su posición dentro del arrecife es en la superficie y solo cuando se alimenta o anida se asocia al sustrato.
- 16^a.- Este grupo mono-especifico no sufrió cambios, en zonas de BCEH.
- 17.- Este grupo se conformó por dos especies de la familia Pomacentridae, se alimentan de copépodos, de huevos de peces y camarones. Se encuentran en la columna del agua y solo se asocian al sustrato para poner sus huevos.
- 17^a.- Este grupo se mantuvo en BCEH.
- 18.- Este grupo solo se integró de dos especies. Se alimentan de bivalvos y de gasterópodos, son consideradas como raras.

- 18^a.- Este grupo se constituyó por *Trachinotus rhodopus* y *Paranthias colonus*, que presentan un alto consumo de bivalvos y gasterópodos. *R. steindachneri*, no se registró en las zonas de BCEH.
- 19.- Este grupo lo constituyó cuatro especies, el componente alimenticio en común fueron los gasterópodos y bivalvos también. El nivel trófico de este grupo fue muy similar. En general estas especies fueron catalogadas como de comunes a raras y se asocian al fondo y media agua.
- 19^a.- Este grupo se conformó solo de tres integrantes; *Diodon holocanthus*, *Novaculichthys taeniourus* y *Xyrichtys pavo*, debido a que no hubo registro de *Chilomycterus reticulatus*.
- 20.- Este grupo lo integraron, cuatro especies que se alimentan de poliquetos, camarones, cangrejos, gasterópodos y otros componentes del bentos. Son especies raras que están asociadas al bentos y a media agua.
- 20^a.- Este grupo no presentó cambios en el número y organización trófica en los dos tipos de complejidad.
- 21.- Este grupo fue muy heterogéneo, lo conformaron 10 especies, las cuales se alimentaron de ostrácodos copépodos, poliquetos, chaetognatos, jaibas, equinodermos, gasterópodos, bivalvos sipunculidos, algas (café y verdes), isópodos, huevos de peces (asociados al bentos), esponjas. Fueron consideradas como abundantes y comunes.
- 21^a. -Este grupo mantuvo casi todas las especies a excepción de *P. colonus*, la cual se ubicó en el grupo 18, las 9 restantes mantuvieron la funcionalidad trófica en la zona de BCEH.

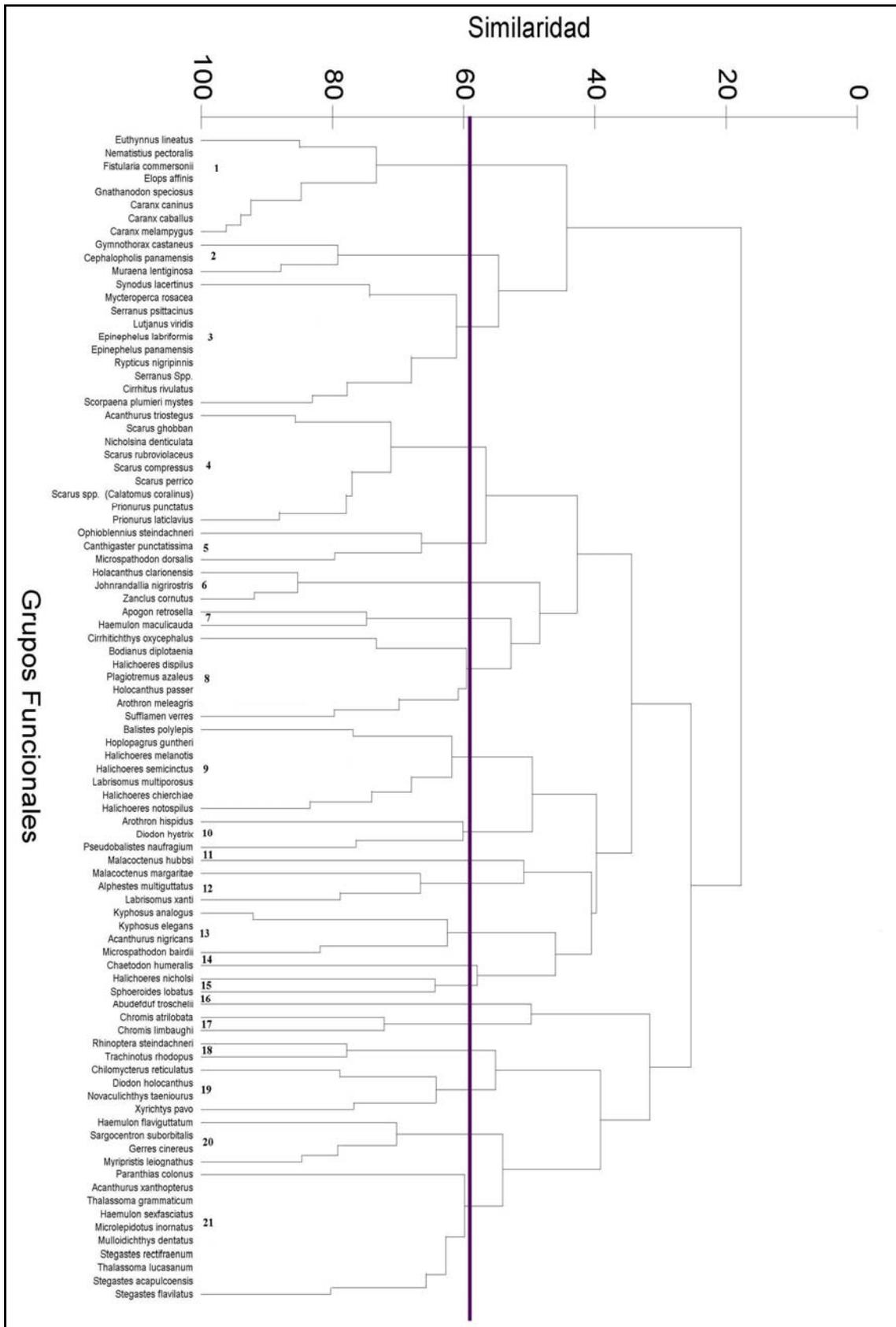


Figura 30.- Grupos Funcionales en ACEH. Los números representan cada grupo funcional y las especies que lo integran.

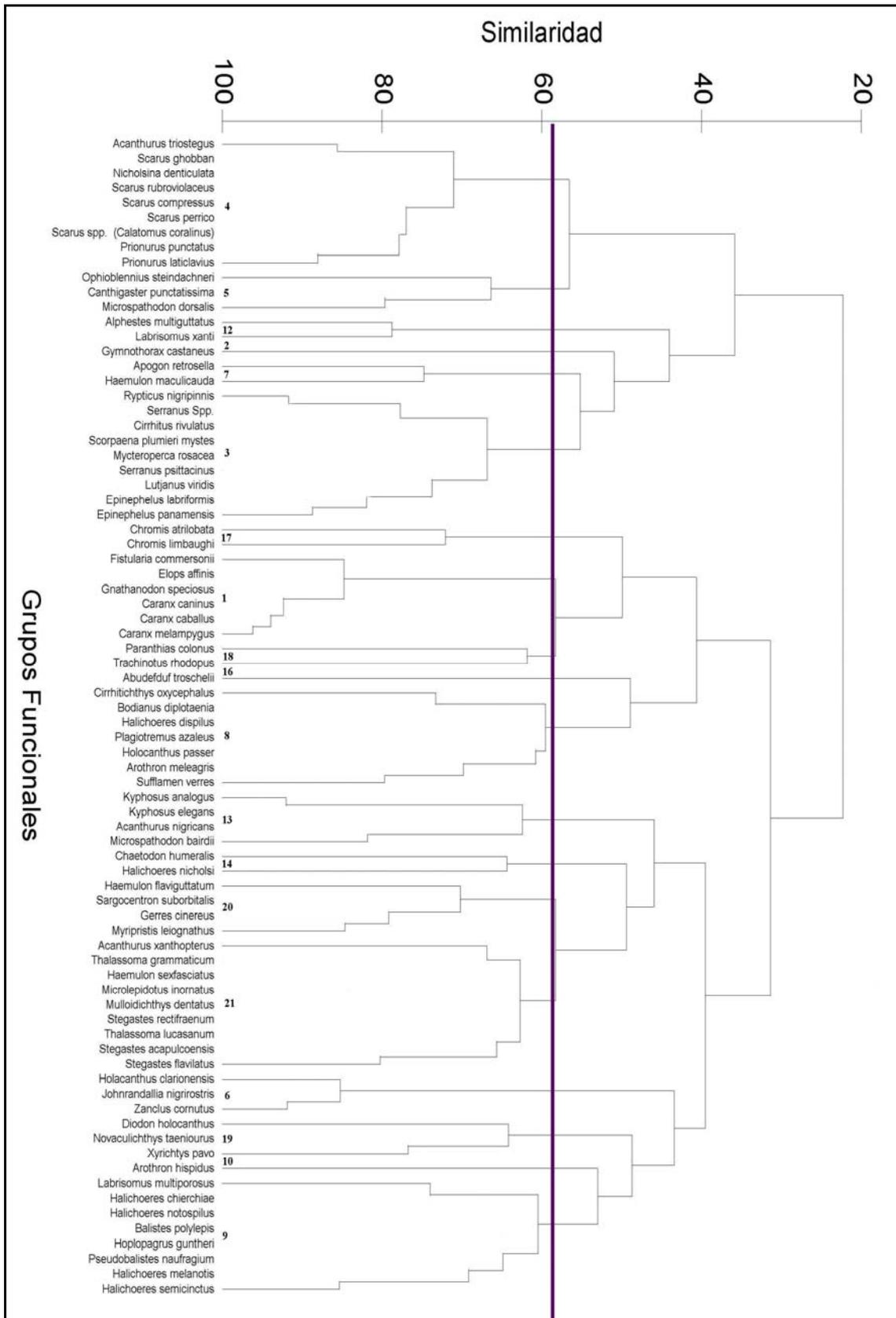


Figura 31.- Grupos Funcionales en BCEH. Los números representan cada grupo funcional y las especies que lo integran.

Diagrama de flujo biomasa en arrecife.

El diagrama de flujo de biomasa se integró de la categoría de herbívoros el cual se constituyó de 13 especies repartidas entre los gremios tróficos 4 y 13, los omnívoros se conformaron de los gremios tróficos 5, 6, 14 y 21 con un total de 17 especies, mientras que los carnívoros lo conformaron los 15 gremios restantes, constituido por 59 especies.

Entre los omnívoros y los carnívoros, se comparten 20 componentes alimenticios, pertenecientes a la zona del bentos y dos componentes más de la zona pelágica, siendo los chaetognatos los únicos componentes exclusivos de los omnívoros, mientras que para los carnívoros los componentes exclusivos fueron cefalópodos de la zona pelágica, así como prosobranquios, asteroideos y opistobranquios de la zona bentónica.

En general las conexiones y flujo de biomasa dentro del arrecife es muy variado, pero existe una gran dominancia de las especies del bentos, esto confirma la importancia de los invertebrados con fuente de alimento para la ictiofauna arrecifal (Fig. 32).

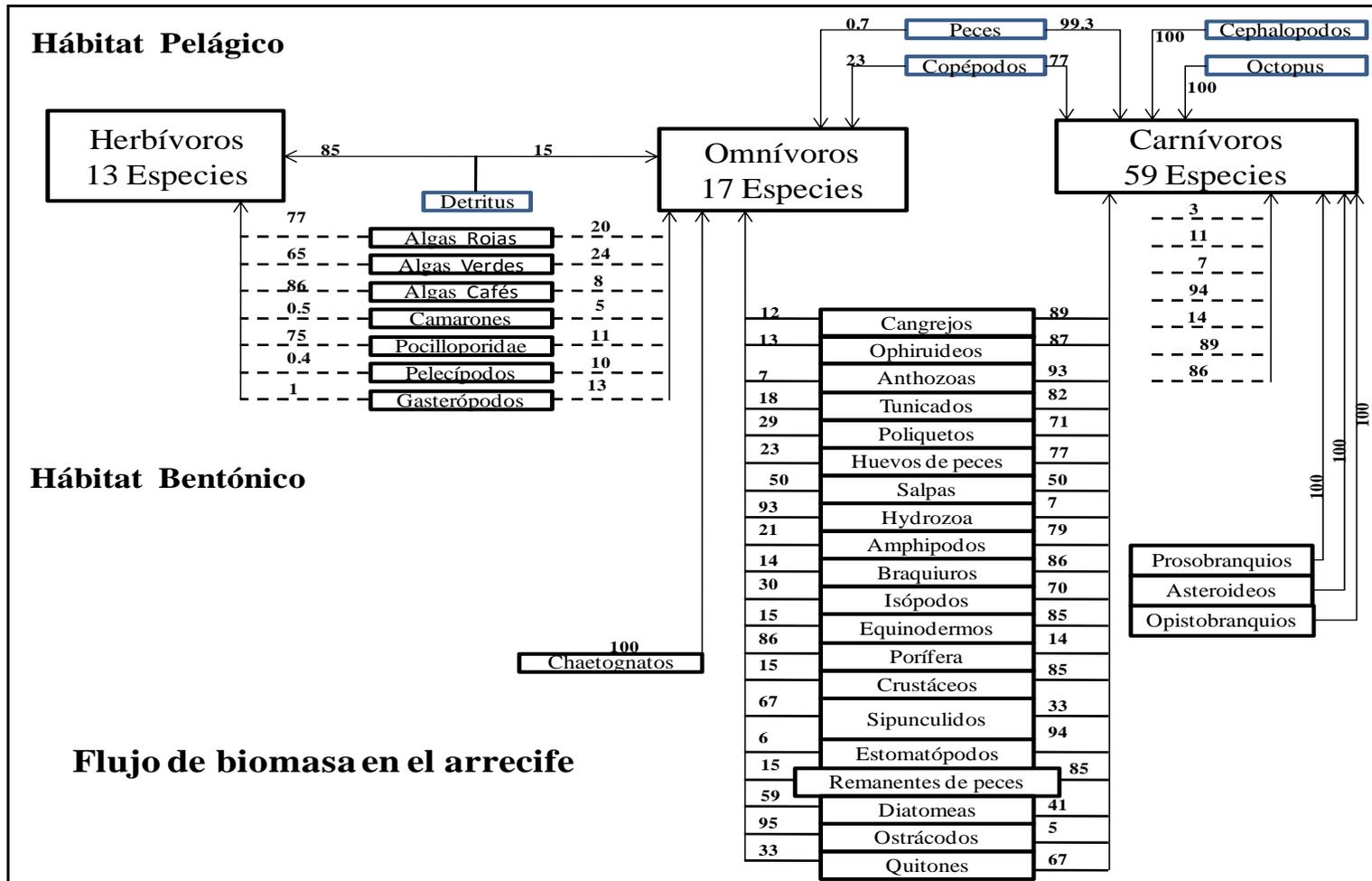


Figura 32.- Diagrama de flujo de biomasa en el arrecife. Categorías alimenticias (rectángulos grandes negros), componentes alimenticios (rectángulos chicos negros), conexiones (flechas), y porcentaje de biomasa de cada componente alimenticio.

DISCUSIÓN

COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL DEL HÁBITAT (CEH)

El presente es el primer estudio sistemático sobre la ictiofauna del arrecife de Los Frailes. En esta zona se ha tenido poca atención al conocimiento de la ecología del arrecife; por lo que es muy escasa la información biológica de las especies que lo habitan a pesar de formar parte del Parque Nacional de Cabo Pulmo, (Villareal-Cavazos, 1988; Anaya-Reyna y Riosmena-Rodríguez, 1996; García-Madrigal y Bastida-Zavala, 1999). El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto que tiene la complejidad estructural del hábitat (CEH) en el ensamblaje comunitario y la organización trófica de la ictiofauna conspicua del arrecife. El primer paso fue evaluar algunas características del hábitat como el número de oquedades, heterogeneidad del sustrato, rugosidad, tamaños de rocas y profundidad. Estos atributos se consideran idóneos para medir el grado de CEH ya que son conceptualmente descriptivos, fácilmente medibles y pueden ser comparados en diferentes escalas espaciales (McCormick, 1994).

De acuerdo a los resultados del análisis de agrupamiento, la zona uno y dos se categorizaron como de baja complejidad estructural del hábitat (BCEH) mientras que las zonas tres y cuatro fueron categorizadas como de alta complejidad (ACEH). McCormick (1994) y Bartholomew *et al.* (2000), mencionan que las localidades con valores altos en estos atributos hacen el hábitat no solo más complejo desde el punto de vista arquitectónico sino también biológicamente. Por ello es posible que la complejidad también se refleje en la estructura y organización trófica del arrecife (Ángel y Ojeda, 2001).

Las localidades de BCEH se encuentran en la zona somera (entre uno y tres metros de profundidad) mientras que las localidades de ACEH se ubican en la zona intermedia (entre los ocho y nueve metros de profundidad). Cabe hacer mención que al aplicar el análisis de agrupamiento no se consideraron los valores de profundidad, ya que *per se* estos afectan al agrupamiento. Sin embargo con o sin esta característica se mantuvo el patrón del agrupamiento.

Dada la poca profundidad del arrecife de Los Frailes (10 m) su efecto en la estructura de la comunidad es limitado, debido a que la variabilidad de los factores como la temperatura, procesos hidrodinámicos, presión del agua, intensidad de luz, o el espacio disponible en la columna de agua es similar

(Bayle-Sempere *et al.*, 1994; Chabanet y Letourneur 1995; García-Charton y Pérez-Ruzafa, 2001). Sin embargo, en otros estudios realizados en el Golfo de California, en zonas con profundidades mayores a los 10 metros, se modifica el grado de variación de los factores, lo que afecta directamente la estructura de la comunidad íctica (Sánchez-Ortiz *et al.*, 1997; Arreola Robles y Elorduy Garay, 2002; Álvarez-Filip, 2004; Villegas-Sánchez *et al.*, 2009).

Álvarez-Filip (2004), reporta que en Cabo Pulmo la profundidad es buen predictor de la composición, riqueza y abundancia (hasta los 20 m) aunque los cambios en estos índices ecológicos pueden estar encubriendo el efecto indirecto de otras variables físicas que también estén cambiando con respecto a la profundidad.

Otros factores determinantes en la estructura de la comunidad son el oleaje y las corrientes y su efecto depende de la ubicación de las localidades de estudio (Fulton y Bellwood, 2005). Aunque en el presente trabajo no se cuantificaron estos dos factores, es claro que cada localidad presenta condiciones distintas con respecto a esas variables. En las localidades de BCEH se observaron oleajes de alta energía. Ya que en esta zona la pendiente de playa es suave, aumenta la resultante de las olas. Esto afecta el rendimiento del nado de los peces, modifica su distribución dentro del hábitat y las actividades de alimentación. Asimismo se facilita la formación de agrupaciones multi-específicas en función de la dinámica de locomoción de sus integrantes, lo que tiende a reducir la fricción con el agua en movimiento y por ende, el gasto energético de los individuos (Fulton y Bellwood, 2005).

En las localidades de ACEH el oleaje no es un factor que influya a menos que sea un oleaje provocado por una de tormenta (Riegl *et al.*, 2007). En cambio, ya que estas zonas (específicamente la zona 4) están expuestas, las corrientes influyeron de forma importante en la movilización vertical y horizontal de los adultos de las especies de peces para disminuir el estrés, alimentarse o reproducirse (Sponaugle *et al.*, 2002).

La heterogeneidad del sustrato es parte importante de la CEH, y tiene un efecto diferencial en la ictiofauna (Roberts y Ormond, 1987), ya que de acuerdo a sus características se crean preferencias específicas de elección que influyen directamente en la distribución y abundancia de los peces, i.e. estructura de la comunidad (Ruitton *et al.*, 2000).

Las localidades de ACEH se caracterizan por un número mayor de oquedades con respecto a las de BCEH. En este sentido Hixon y Beets (1989) reportan que hábitats con estas características ofrecen un mayor número de refugios potenciales para las especies, lo que puede fomentar el reclutamiento de juveniles, aumentar el número de especies (depredadores y presas) y su densidad (Shulman, 1984; Kellison y Sedberry, 1998).

En este trabajo no se registró el diámetro de las oquedades aunque las observaciones indicaron que la presencia de rocas de distintos tamaños en las zonas de ACEH se relaciona a una mayor variedad en el tamaño de las oquedades. En este sentido Kellison y Sedberry (1998) mencionan que una mayor diversidad en el diámetro de las oquedades puede aumentar la variedad de tallas y la diversidad de especies de peces, al ofertar más refugios y zonas de alimentación a un amplio sector de la comunidad tanto de especies crípticas (*Ophioblennius steindachneri* y *Cirrhitichthys oxycephalus*), territorialistas (*Stegastes rectifraenum* y *S. flavilatus*), pelágicas (*Caranx caninus*, *C. caballus*, y *Mycteroperca rosacea*), así como de otras especies que usan las oquedades como zonas de descanso temporal (e.g. *Scarus ghobban* y *S. rubroviolaceus*; Viesca- Lobatón, 2003).

Las localidades de ACEH se encuentran entre la fase rocosa del arrecife y la zona arenosa del suelo marino. Este “efecto de borde” propicia una mayor abundancia y diversidad debido a la convergencia de diferentes especies que habitan en ambos tipos de hábitat. En otras partes del mundo se ha determinado este mismo patrón y también se ha detectado la presencia de especies raras asociadas sólo a estas zonas de transición (Acosta y Robertson, 2002; Friedlander y Parrish, 2002).

La rugosidad se define como el radio entre la silueta del sustrato y la distancia lineal (Luckhurst y Luckhurst, 1978) es decir, qué tan sinuoso es el contorno del suelo. De manera indirecta esta característica proporciona refugio y espacios para nuevos reclutas y asentamiento para las algas e invertebrados. Martin-Smith (1993) menciona que el asentamiento de epifauna está regido por la alta rugosidad del sustrato porque es proporcional al área de contacto para los organismos. La rugosidad fue también diferente entre las localidades, siendo menor en BCEH.

Cada característica de la CEH tiene un efecto en mayor o menor grado sobre la estructura de la comunidad íctica, por lo que es importante determinar la relación hábitat–especies ya que cualquier modificación en la CEH tendrá un efecto en la estructura de la comunidad de peces.

En el arrecife de Cabo Pulmo, por considerarse el arrecife coralino más septentrional del Pacífico Oriental Tropical (POT) se han llevado a cabo trabajos que relacionan la CEH con distintas especies. Por ejemplo, se ha determinado la pérdida de cobertura de coral y de la CEH por perturbaciones naturales como El Niño y huracanes, estimándose que la abundancia de coral vivo y de corales del género *Pocillopora* influyen positivamente sobre la mayoría de los descriptores de la estructura comunitaria (Brusca y Thomson, 1975; Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera, 1999; Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000; Reyes Bonilla, 2001; Álvarez-Filip, 2004 y Álvarez-Filip y Reyes-Bonilla, 2006).

COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE PECES.

El listado de riqueza íctica en el arrecife de Los Frailes durante el periodo de dos años estuvo conformado por 89 especies (Tabla I) contenidas en alrededor de 0.8 especies m² lo que lo hace más diverso en comparación a otras zonas aledañas dentro del Golfo de California. El arrecife alberga 31% de las especies de peces arrecifales para todo el Golfo de California (281 especies; Thomson *et al.*, 2000) y el 38% de las reportadas para el arrecife de Cabo Pulmo (236 especies registradas en un periodo de 12 años, Villareal-Cavazos *et al.*, 2000). La riqueza específica en la zona de Los Frailes también puede ser indicativa de la disponibilidad de recursos (Jiménez-Gutiérrez, 1999; Palacios-Salgado, 2005).

Cabe mencionar que el presente trabajo se enfocó principalmente a las especies conspicuas, subestimándose las crípticas y de hábitos nocturnos. Esto sugiere que hay una mayor diversidad de especies (Sale, 1997; Villareal-Cavazos *et al.*, 2000; Romero-Ponce, 2002). Otro de los alcances de este trabajo radica en los muestreos sistemáticos y la metodología utilizada la cual, aunque sacrifica a las especies crípticas, es útil para hacer análisis comparativos entre hábitats con diferentes grados de complejidad estructural y épocas del año.

Los trabajos realizados en distintas zonas dentro del Golfo de California no son fácilmente comparables entre sí debido a diferencias en estructura, profundidad, cantidad de refugios y latitud del arrecife y, en algunos casos, por la variación existente en el método de censo empleado. En otras localidades del Golfo de California se han realizado estudios ictiofaunísticos empleando censos visuales. Pérez-España *et al.*, (1996), registraron 75 especies en cuatro zonas de Bahía de La Paz; Sánchez-Ortiz *et al.* (1997) registraron 101 en 11 sitios distribuidos de norte a sur desde Isla San Dieguito hasta Isla Cerralvo; Arreola-Roblez (1998) registró 80 especies en censos realizados en cinco islotes y un pecio situados en el archipiélago Espíritu Santo; Aburto-Oropeza (1999) contabilizó 102 especies, pero de éstas sólo 72 fueron identificadas mediante censos visuales (Aburto-Oropeza y Balart, 2001); y por último Villegas-Sánchez *et al.* (2009) registraron 84 especies en cinco localidades de Isla San José. La riqueza de especies del arrecife de Los Frailes (con un menor número de zonas de muestreo) es semejante o superior a la registrada en estos trabajos.

EFFECTO DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL DEL HÁBITAT EN EL ENSAMBLAJE ICTIOFAUNÍSTICO

En el arrecife de Los Frailes se encontró una tendencia a que el valor de los índices ecológicos en las localidades de ACEH fuera mayor con respecto a las localidades de BCEH. Sobre esta base, a una escala local, la estructura de la comunidad de peces es afectada significativamente por las características físicas del hábitat. Numerosos estudios reportan el mismo efecto a escalas similares en un amplio rango de taxa, incluyendo peces (Hixon y Beets, 1993; García-Charton y Pérez-Ruzafa, 1999, 2001; Friedlander y Parrish, 1998; Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Ferreira *et al.*, 2001; Holbrook y Schmitt., 2002; Gratwicke y Speight, 2005) e invertebrados marinos (Gilinsky, 1984; Hull, 1997; Beck, 2000). Así mismo, este patrón se ha encontrado en trabajos realizados en arrecifes rocosos de diferentes latitudes (Ferreira *et al.*, 2001; García-Charton y Pérez-Ruzafa, 2001).

La mayoría de trabajos llevados a cabo en arrecifes coralinos mencionan que el ensamblaje ictiofaunístico es afectado por la zonación del coral (Alevizon *et al.*, 1985). La composición del sustrato y el crecimiento diferencial de las

distintas especies de coral, da como resultado una disponibilidad desigual de refugio (mayor número de microhábitats) y alimento, lo cual beneficia la presencia y abundancia de algunas especies (Bell y Galzin, 1984; Roberts y Ormond, 1987; Chabanet *et al.*, 1997; Ohman y Rajasuriya, 1998). También en los arrecifes rocosos se ha determinado una relación positiva entre el número de oquedades y la diversidad de peces (Carperten, 1981; Ferreira *et al.*, 2001).

En el arrecife de Los Frailes se detectó un aumento en la riqueza de especies, la abundancia y por consecuencia en la diversidad en las localidades de ACEH. Esto puede deberse a que existe una mayor rugosidad, más oquedades y los diferentes tipos de sustratos y su proporción.

Para el Golfo de California existen resultados controversiales entre la relación de CEH y las asociaciones de peces. Así, Molles (1978) en la zona de Guaymas, Sonora, estableció que no hay una relación entre el total de especies ícticas (número de especies residentes, residentes secundarias o móviles) y la complejidad estructural de distintos arrecifes artificiales. Esto puede deberse a que sólo se modificaron las oquedades en tres tipos de tamaño y no se tomó en cuenta ninguna otra característica. Álvarez-Filip (2004) en el área de Cabo Pulmo, B.C.S, encontró una relación débil entre la complejidad estructural del hábitat y la comunidad. Mencionan que esta tendencia se debe a la poca complejidad estructural de los fondos basálticos a lo largo del arrecife muestreado, y por la posición horizontal que tiene la parte superior de la estructura arrecifal, ya que básicamente está dominada por el coral ramificado (*Pocillopora* spp.). Por otro lado, Aburto-Oropeza y Balart (2001), en una zona llamada Los Islotes al norte de Bahía de La Paz, B.C.S., encontraron una relación directa entre las características físicas y las especies representativas, tomando en cuenta distintas características del hábitat. Por ejemplo, mencionan que las camas de rodolitos sirven de zonas de crianza de muchas especies, las oquedades como refugio para los nuevos reclutas ante sus posibles depredadores, mientras que la diversidad de sustratos proporcionan una gran variedad de alimento debido al asentamiento de algas e invertebrados; de esta manera aumenta la diversidad de las especies ícticas en la zona.

Una explicación de la diferencia en los resultados de estos estudios es debido a que en los dos primeros trabajos (Molles, 1978 y Álvarez-Filip, 2004)

consideraron algunas características de la CEH, mientras que en el tercer estudio (Aburto-Oropeza y Balart, 2001), se registró una mayor cantidad de características. Esto ayuda a explicar de forma más completa la relación; en función de algunos aspectos de la historia natural de cada especie como su comportamiento alimenticio y reproductivo así como requerimiento de refugio.

Aunque también los tres trabajos evidencian la importancia que tiene la CEH particularmente en peces sedentarios y territoriales que tienen una relación con el sustrato como los peces ángel, góbidos y damiselas (Hourigan *et al.*, 1988; Ormond *et al.*, 1996; Munday *et al.*, 1997; Munday, 2000). En este sentido, Álvarez-Filip (2004) menciona que el índice de rugosidad, es aceptable para describir la topografía pero no siempre se correlaciona bien con los parámetros de la comunidad de peces ya que no es posible diferenciar entre tipos de rugosidades (un montículo de piedras o cama de canto rodado).

De acuerdo al análisis de componentes principales (ACP), se determinó que una sola variable no puede explicar los patrones de variación de algunos de los atributos de la comunidad de peces en las localidades de ACEH y BCEH del arrecife de Los Frailes. Es el efecto combinado de diferentes características del hábitat lo que condiciona la respuesta de los organismos. Así, cada especie presenta diferencias ecológicas que les permiten a los individuos responder de modo distinto a las variables del medio. En este sentido Callum y Ormond (1987) mencionan que la complejidad estructural del hábitat está correlacionada con las especies más asociadas al sustrato y muy poco con las especies móviles; por lo tanto, ninguna de las variables del sustrato por sí sola puede constituir un buen predictor de los diferentes atributos ecológicos y debe enfocarse el examen, entonces, hacia el efecto de la combinación de los diferentes factores ambientales.

Los resultados del análisis de agrupamiento indican que las características que tienen un mayor peso en las localidades de ACEH fueron el número de oquedades, la profundidad y la cobertura de arena, mientras que para BCEH fueron la rugosidad, cobertura de roca y coral. Con este análisis se corrobora que ciertas características de la comunidad de peces en el arrecife dependen de la combinación de más de una variable estructural o ambiental y aparentemente son pocas las especies que se rigen por la influencia de una sola. Por ejemplo, *Arothron meleagris* para alimentarse hace uso de sus placas

dentales para cortar porciones de coral (en las islas Marshall consume principalmente coral vivo), algas calcáreas y estructuras duras de invertebrados (Hiatt y Strasburg, 1960; Allen y Robertson, 1994) por lo que es una especie estrechamente relacionada al tipo de sustrato, particularmente la cobertura de coral.

Se detectó un cambio en las especies dominantes en cada tipo de complejidad. El lábrido *Thalassoma lucasanum* es una especie de actividad diurna asociada al sustrato del arrecife, en donde conforma agregaciones pequeñas. Es un desovador pelágico protogínico, con una época más intensa de reclutamiento durante el verano, observándose la presencia de juveniles y adultos en cualquier temporada, por lo que se constituye como una de las especies dominantes en los arrecifes rocosos del sur Golfo de California. Se alimenta de plancton en la columna de agua o de pequeños invertebrados del fondo como crustáceos, corales suaves y algas. Los individuos jóvenes a veces limpian de parásitos a otros peces, presenta un tamaño máximo de 15 cm y habita en profundidades entre 1 a 65 m (Allen y Robertson, 1994; Thomson *et al.*, 2000; Trujillo-Millán, 2003).

Para ACEH, las especies dominantes fueron *T. lucasanum* y el pomacéntrido *Chromis atrilobata*. A pesar de que ambas son de tamaño relativamente pequeño, presentan diferencias importantes en la posición que ocupan en la columna de agua. *C. atrilobata* se encuentra en media agua y superficie y *T. lucasanum* está más asociada al fondo. También presentan diferencias en la alimentación. La primera especie es de hábitos planctívoros mientras que la segunda se alimenta de organismos bénticos (Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000; Robertson y Allen, 2002).

Es posible que ambas especies, a pesar de tener un número elevado de individuos a lo largo de las localidades de ACEH, no compitan por los recursos. Además la CEH promovió la presencia de *C. atrilobata* ya que estas localidades, al estar más expuestas a la presencia de corrientes, favorece una gran abundancia de plancton del cual se alimenta, aunado a la complejidad de esta zona que brinda un mayor número de oquedades y permite a los individuos refugiarse durante la noche. Este mismo comportamiento y efecto del hábitat con especies planctívoros se han encontrado en otras partes del mundo. En el océano Atlántico (Brasil), Ferreira *et al.* (2001), registraron una

importante presencia de este tipo de especies en las localidades de BCEH, debido a que estas especies ponen sus huevos en las zonas rocosas, sincronizándose con cientos de organismos y acaparan una área considerable (más de 200 organismos en 10 m²) de las localidades de BCEH, cuidando en grupo sus nidos (Rong-Quen y Ormond, 1992; Rong-Quen, 2000).

El cirujano cola amarilla *Prionurus punctatus* fue la segunda especie en importancia en BCEH y la tercera en ACEH. Este cambio está en relación a la presencia de otras especies herbívoras territorialistas como *Stegastes rectifraenum*. Choat (1991) menciona que las especies herbívoras-territorialistas pueden ocupar hasta el 70% del sustrato en un área determinada y su agresividad influye en el comportamiento alimenticio de otras especies.

La dominancia de *S. rectifraenum* en la ACEH puede explicarse por sus hábitos territorialistas. La especie cuenta con una alta disponibilidad de refugios (oquedades, tamaños de roca, posición de rocas) ya que es altamente vulnerable a la depredación por parte de especies piscívoras residentes, particularmente meros, pargos y transeúntes como los carángidos (Wellington, 1982; Wellington y Víctor, 1988). En estos refugios establece mallas de algas que usa como fuentes de alimento y sitios de anidación. El territorio incluye un radio de un 1 m de la malla de algas, zona que es defendida vigorosamente de otras especies de peces. Los refugios son discretos e individuales (Wellington, 1982; Wellington y Víctor, 1988). Además se ha comprobado que otras especies del género expanden el área de las algas de las cuales se alimentan mediante la remoción de otras algas con el morro (Hata y Kato, 2002); también se alimenta de las algas más dominantes del territorio que defienden (Montgomery, 1980a; observación personal).

Una especie dominante en las zonas de BCEH fue el tamboril de oro *Arothron meleagris*. En el área de ACEH no fue relevante de acuerdo al IVB. En las localidades de BCEH se registró mayor cobertura de coral, el cual forma parte importante de su dieta y favorece su persistencia espacio-temporal. En la literatura se señala que *A. meleagris* ejerce una gran presión de depredación sobre el coral vivo (Glynn *et al.*, 1972; Guzmán y López, 1991; Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera, 1999), aunque en el arrecife de Los Frailes esta especie complementa su dieta con otros invertebrados como esponjas, estrellas de

mar, y erizos, entre otros, como se puede observar la plasticidad trófica de esta especie le permite ser dominante en el arrecife (Moreno-Sánchez *et al.*, 2009).

En la zona de ACEH, *B. diplotaenia* fue dominante y pertenece al mismo grupo funcional trófico que *A. meleagris*, aunque el uso del hábitat es diferente. *B. diplotaenia* presenta una actividad principalmente diurna, alimentándose de crustáceos, moluscos y algunos peces. Se tienen reportes de que por las noches se aglomera en las grietas y cuevas y los individuos secretan mucus con el cual forman un capullo que los envuelve. Por ello es factible que los requerimientos de *B. diplotaenia* los pueda obtener en las localidades de ACEH, además se ha determinado dos picos de reclutamiento, el principal en verano y de menor intensidad en invierno (Trujillo-Millán, 2003). Por otra parte *A. meleagris* es una especie que se alimenta de coral e invertebrados, y tiene preferencia por las localidades de BCEH porque presentaron una mayor cobertura de coral del cual se alimenta (Hobson, 1965; Allen y Robertson, 1994; Thomson *et al.*, 2000; Moreno-Sánchez *et al.*, 2009).

El cofrecito, *Canthigaster punctatissima*, se presentó sólo en las zonas de ACEH. Esta especie es de hábitos diurnos y se alimenta de algas, coral e invertebrados. Es de nado muy lento por lo que no se aleja mucho de sus zonas de refugio. Se presume que su presencia en estas localidades se debe a la disponibilidad de oquedades (casi de su mismo tamaño) lo que le permite protegerse de los depredadores transeúntes (carangidos y serranidos), además su coloración le ayuda a mimetizarse con el sustrato (Thomson *et al.*, 2000; Almany, 2004).

El ángel real, *Holacanthus passer*, fue una especie importante en los dos tipos de complejidades, aunque su jerarquía cambió entre áreas, ocupando el cuarto lugar en BCEH y el séptimo en ACEH de acuerdo al IVB. Posiblemente esto se relacione a que la especie tiene un espectro trófico amplio. Es un omnívoro que se alimenta de esponjas, algas, crustáceos y plancton (Pérez-España y Abitia-Cárdenas, 1996). Además posee una estrategia de ramoneo llamada “ámbito de residencia” (home range), la cual consiste en limitar sus movimientos a un área específica en el arrecife donde concentran sus actividades de alimentación. Esta estrategia se diferencia del territorialismo en que el área no es defendida, y se desarrolla sólo en lugares donde el alimento es un factor limitante. Se cree que esto le confiere ventajas alimenticias con

otras especies territorialistas que son más abundantes y frecuentes (Ogden y Lobel, 1978).

Estos ámbitos de residencia frecuentemente se traslapan con los de otros individuos de la misma especie (Roberts y Ormond, 1992) y el cambio en su dominancia es debido a que el alimento no se distribuye de la misma manera de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat. Por ejemplo para *H. passer* se ha observado una segregación de tallas y sexos, que podría estar relacionada con la alimentación. Se ha observado que los machos de mayor talla forman grupos de tres o cuatro individuos, los cuales se alimentan de los copros de *C. atrilobata* así como de plancton en las zonas de ACEH, ya que en estas localidades, al ser de mayor profundidad y expuestas a corrientes marinas, favorecen la presencia de estos dos componentes alimenticios. En cambio, las hembras grandes y los machos pequeños se alimentan de organismos del bentos (esponjas, algas, huevos de peces) preferentemente a profundidades someras, características de las zonas de BCEH (Pérez-España, 1994; Aburto-Oropeza *et al.*, 2000). En buceos nocturnos se ha observado que esta especie no tiene actividad y reposa en cavidades entre las rocas; poco antes del amanecer inician sus actividades para alimentarse (Pérez-España, 1994).

Se presentó un caso de sustitución entre pomacéntridos: la jaqueta gigante *Microspathodon dorsalis*, y la damisela de Cortés *S. rectifraenum*. En las zonas de ACEH, donde se encontraron las damiselas de Cortés más grandes y agresivas, el registro de la jaqueta gigante fue más bajo. Estas dos especies, en estado adulto, presentan hábitos alimenticios similares pero *S. rectifraenum* es una especie que se alimenta de algas y en menor proporción de tejido animal (Montgomery, 1980b), mientras que *M. dorsalis* es una especie generalista y mucho menos agresiva.

S. rectifraenum, dada su menor talla requiere de un refugio adyacente a su parche de algas para resguardarse de los depredadores, del cual no se aleja más de un metro (Hobson, 1968). Este comportamiento podría favorecerse en las localidades de ACEH, mientras que *M. dorsalis*, al ser de mayor talla se ha observado que tiene un menor número de depredadores y en estado adulto no requiere de un refugio, lo que explica su preferencia por zonas de BCEH.

Al parecer, ambas especies son dominantes en las localidades de BCEH. De hecho *S. rectifraenum* ocupa el octavo lugar y *M. dorsalis* el sexto. Los reclutas de ambas especies son relegados a estas zonas y pueden coexistir pues presentan la misma respuesta anti-depredatoria (Nannini y Belk, 2006). Una vez ubicados en la zona de rompientes, los depredadores de mayor tamaño no pueden acceder fácilmente por la dinámica del oleaje en la zona intermareal. Ambas especies no traslapan el uso del sustrato debido al tamaño de los individuos (7 cm), y al crecer *S. rectifraenum* se vuelve más agresiva (Hobson, 1968) y pueda desplazar a *M. dorsalis*, como lo refleja la dominancia en las localidades de ACEH.

Otro posible caso de competencia entre pomacéntridos se dio entre *Abudefduf troschelli* y *C. atrilobata*. Posiblemente existe una segregación espacial debido al alimento, y la CEH determina la dominancia de una u otra especie. En las localidades de ACEH la especie dominante es *C. atrilobata*; se establece en lugares con profundidades mayores a los 7 metros, donde la corriente es intensa y rica en plancton del cual se alimenta, llegando a formar agregaciones de cientos de individuos (Grove *et al.*, 1986; Thomson *et al.*, 2000). Por otro lado, la presencia de *A. troschelli*, en las zonas de ACEH está dada por organismos de mayor talla y por lo general formando grupos de 8 a 12 individuos los cuales se alimentan de plancton, pero debido a su plasticidad trófica pueden explotar eficientemente las localidades de BCEH ya que se alimentan de invertebrados bénticos y algas en las zonas de BCEH.

Las especies dominantes de la localidades de BCEH fueron *Sufflamen verres*, *Acanthurus triostegus*, y *Scarus perrico*. Estas especies son consideradas como residentes móviles del arrecife y se alimentan de algas, coral e invertebrados del bentos; forman grupos de dos o tres individuos (*A. triostegus* forma grupos de 15 individuos; Thomson *et al.*, 2000). No son especies agresivas y utilizan localidades de menor complejidad para alimentarse (Hobson, 1968) debido a que las zonas de ACEH se encuentran especies territorialistas y agresivas como *S. rectifraenum*, las cuales determinan su presencia.

Las especies *S. perrico* y *S. verres*, utilizan las oquedades para refugiarse. Los individuos de la primera secretan un mucus con el que cubren

su cuerpo, posiblemente para evitar ser olfateados por sus depredadores (Thomson *et al.*, 2000). La segunda se resguarda entre las rocas y levanta su primera espina dorsal para protegerse de los depredadores y para que las corrientes no la saquen del refugio (Hobson, 1965).

Tres de las especies dominantes en las localidades de ACEH fueron *Cirrhichthys oxycephalus*, *Plagiotremus azaleus*, y *Halichoeres dispilus*. Estas especies se caracterizan por ser territorialistas a pesar de su tamaño pequeño (<10 cm). Requieren un refugio debido a sus tácticas alimenticias y para evitar ser depredadas. *C. oxycephalus* ocupa preferentemente coral del género *Pocillopora* spp. el cual se distribuye a una profundidad de entre 7 a 12 metros (Romero-Ponce, 2002) lo que podría explicar su mayor abundancia en estas profundidades. *Cirrhichthys oxycephalus* es una especie que puede cambiar de color de acuerdo al fondo donde se encuentre, se alimenta de una amplia gama de invertebrados (Bermúdez *et al.*, 1993) por lo que también se puede encontrar en zonas rocosas.

H. dispilus se encuentra en el sustrato rocoso, se mimetiza y en etapa juvenil se alimenta de moluscos, estrellas de mar, erizos y pequeños peces como los góbidos (Hobson, 1968). También se le puede encontrar en las zonas arenosas cercanas a su refugio (Thomson *et al.*, 2000). Estos dos tipos de sustratos se presentaron en las localidades de ACHE. Esta especie se agrega a los cardúmenes de *T. lucasanum* (Hobson, 1968; Thomson *et al.*, 2000).

La presencia o ausencia de una especie en particular está condicionada, en parte, por el uso diferencial de una o varias características de la estructura del hábitat, ya que cada especie busca las condiciones más adecuadas para su persistencia. Sale y Douglas (1984) mencionan que a escala local la segregación por el hábitat es continua pero poco pronunciada, comenzado a reflejarse principalmente en las abundancias relativas de las especies más que en su presencia o ausencia. Los resultados del presente estudio apoyan que las fluctuaciones de las abundancias relativas de las especies pudieran estar relacionadas a las características de la complejidad estructural, lo que también se denota por la presencia de un número mayor de especies raras (con poca frecuencia y baja abundancia).

La presencia de un mayor número de especies raras en las localidades de ACHE puede deberse a la compleja arquitectura del hábitat. Por ejemplo, dada

la posición de las localidades más expuestas del arrecife, pueden presentarse especies como *Nematistius pectoralis*, *Euthynnus lineatus*, *Caranx caballus* y *Elops affinis*. Se trata de especies que se alimentan de pequeños peces residentes y pasan parte de su tiempo merodeando estas zonas aunque también se les observa con frecuencia en zonas oceánicas (Hobson, 1968; Allen y Robertson, 1997; Thomson *et al.*, 2000).

Otras especies, debido a sus tácticas de alimentación, específicamente de emboscada, se ven favorecidas en hábitats de mayor complejidad y por su camuflaje pueden tener un mayor éxito de captura. Tal es el caso de *Crocodilichthys gracilis*, *Muraena lentiginosa*, *Cephalopholis panamensis* y *Synodus lacertinus* (Coen *et al.*, 1981; Thomson *et al.*, 2000). El único elasmobranquio registrado fue *Rhinoptera steindachneri*, especie de raya que ocupa por lo general zonas intermedias entre el arrecife y la zona arenosa. Posiblemente su presencia tenga algo que ver con sus hábitos alimenticios hacia invertebrados de concha dura (Thomson *et al.*, 2000). En cuanto al ambiente, el factor que tuvo una mayor influencia sobre la estructura de la comunidad íctica fue la temperatura. De acuerdo al análisis de componentes principales, esta variable por si sola explica un 27% de la variabilidad total de la estructura de la comunidad.

En el presente trabajo la estacionalidad se determinó con los patrones de temperatura e índices ecológicos, definiendo dos temporadas bien marcadas: cálida y fría. La riqueza de especies y la abundancia tuvo una relación inversa con la temperatura, mientras que la diversidad y equidad mantuvieron una relación directa.

Específicamente el Golfo de California es uno de los ambientes marinos con una estacionalidad ambiental pronunciada (Thomson y Lehner, 1976) lo que influye en la composición de las comunidades biológicas (Pérez-España *et al.*, 1996; Aburto-Oropeza y Balart, 2001). Así, durante la temporada cálida se presentó un aumento en la diversidad, mientras que durante los meses fríos se registró la mayor abundancia de individuos adultos, lo cual coincide con los resultados de otros estudios efectuados en la región (Pérez-España *et al.*, 1996; Jiménez-Gutiérrez, 1999; Aburto-Oropeza y Balart, 2001; Galván-Piña *et al.*, 2003; Álvarez-Filip, 2004; Villegas-Sánchez *et al.*, 2004). La temperatura del mar afecta los patrones de reproducción y reclutamiento de la ictiofauna.

Éstos también pueden estar vinculados con los cambios estacionales locales en la disponibilidad de alimento para las larvas y reclutas, o con otros factores que cambian anual o semianualmente, como la intensidad y la dirección de las corrientes. Por ejemplo, durante la temporada cálida en el Golfo de California se presentan vientos del sureste que generan surgencias, lo que tiende a incrementar la productividad biológica a lo largo de las costas de Baja California Sur y ello se correlaciona con un incremento en la cantidad de organismos en el área (Roden, 1964; Talbot *et al.* 1978, Pérez-España *et al.*, 1996).

Se sabe que durante la época cálida ocurre el reclutamiento de peces arrecifales en la boca del Golfo de California (Paredes, 2000; Trujillo-Millán, 2003); lo que puede incrementar la riqueza y homogenizar las abundancias relativas de las especies. Por otro lado, se ha sugerido que en la estación fría el número de especies podría reducir la disponibilidad de alimento, sobre todo por la emigración de algunas especies de afinidades tropicales como *Diodon holocanthus*, *Diodon hystrix* y *Zanclus cornutus* hacia zonas sureñas (Pérez-España *et al.*, 1996).

Por otra parte fue interesante determinar que en la época cálida los valores de riqueza de especies y abundancia fueron ligeramente bajos y aun así presentaron una mayor diversidad y equidad con respecto a la época fría. En la época fría se registraron varias especies que conforman cardúmenes (*Apogon retrosella*, *Caranx caballus*, *C. caballus* y *Lutjanus viridis*) y otras especies con abundancias muy bajas (*Synodus lacertinus*, *Kyphosus analogus* y *Euthynnus lineatus*).

Se observó que el aumento paulatino de la abundancia ocurre simultáneamente al descender la temperatura. Este aumento no se produce por igual en todas las especies, sino que son precisamente las dominantes, fundamentalmente *T. lucasanum*, *P. punctatus* y *C. atrilobata*, las que más influyen en el aumento de la cifra global contabilizada.

No obstante, existen trabajos sobre la Bahía de La Paz e Isla San José en los que no se encuentran diferencias en la estructura de las asociaciones a lo largo del año, lo que muestra que en ciertos casos los cambios estacionales en las comunidades ícticas en la región sur del Golfo de California pueden no ser tan evidentes (Arreola-Robles y Elorduy-Garay, 2002; Villegas-Sánchez *et al.*,

2009). Es posible que esto se relacione con las diferentes modificaciones en las asociaciones de peces durante ciertos años. Cálapiz-Segura (2004) mostró que en distintos años de muestreo (1998 a 2002) en Punta Perico e Isla Cerralvo, las asociaciones de peces estuvieron caracterizados por la presencia y/o abundancia de ciertos grupos de especies en cada año, es decir, las variación interanual de las condiciones ambientales tiende a modificar la composición de la comunidad de peces arrecifales, bien sea por presencia o por cambios de abundancia de sus componentes.

De manera general, el ensamblaje de la comunidad de peces de los Frailes presentó características de distribución propias de las comunidades costeras tropicales, en las que el número de especies es mayor al de altas latitudes, con menos tendencia al predominio de alguna especie en particular, varias especies dentro de los grupos frecuentes, comunes y un número considerable de especies raras (Cervigón, 1972; Margalef, 1981; Krebs, 1985). Gran parte de las especies raras tienen una amplia distribución en todo el Pacífico Oriental Tropical, y su rareza radica en que sus poblaciones en ninguna parte llegan a ser un componente importante de la comunidad (Ezcurra, 1990).

ORGANIZACIÓN TRÓFICA DE LA COMUNIDAD DE PECES

El mayor porcentaje de abundancia de las especies registradas (89) en el arrecife de Los Frailes correspondió a peces de hábitos carnívoros, seguido por los omnívoros y un porcentaje bajo de especies herbívoras. Este tipo de estructura trófica es común de encontrar en zonas trópicas y subtropicales, incluyendo Cabo Pulmo (Álvarez-Filip y Reyes-Bonilla, 2006), Bahía de la Paz, Loreto y Bahía de Los Ángeles (Viesca-Lobaton *et al.*, 2007), Bahía de Acapulco (Palacios-Salgado, 2004), el Atolon Cliperton (Allen y Robertson, 1997) y en el Pacífico Oriental Tropical (Robertson *et al.*, 2004).

Cabe hacer mención que a pesar de que en estos sistemas hay menos especies herbívoras que carnívoras, su abundancia relativa en zonas tropicales es mucho mayor en comparación con las zonas templadas, existiendo una disminución gradual del ecuador hacia los polos. Esto puede deberse a que los procesos digestivos son más eficientes en aguas cálidas (Floeter *et al.*, 2004).

Dentro de las especies carnívoras más abundantes en el arrecife de Los Frailes se encuentran *Lutjanus viridis* y *Mycteroperca rosácea*, *Serranus psittacinus* y *Cephalopholis panamensis*. Todas ellas se alimentan de otros peces y, de acuerdo a su tamaño y capacidad de nado, pueden completar su dieta con invertebrados del propio arrecife o de zonas arenosas aledañas (Hobson, 1968, Thomson *et al.*, 2000). Entre las especies de hábitos carnívoros de baja abundancia se encuentran *Muraena lentiginosa*, *Synodus lacertinus* y *Alphestes multiguttatus*. Están asociadas a las zonas de borde del arrecife, son ictiófagas con una táctica de asecho para cazar sus presas (Obs. personal). Los carángidos como *Caranx caninus* y *Caranx melampygus* son especies depredadores visuales y muy activos que pasan gran parte de su tiempo alrededor del arrecife, buscando presas (Hobson, 1968; Cervigón, 1972).

En cuanto a los herbívoros, una de las especies de mayor predominancia fue *Prionurus punctatus*. Es una de las más características de los arrecifes de Baja California Sur (Montgomery *et al.*, 1980), se alimenta de algas filamentosas y costrosas; forma cardúmenes que vagan por el arrecife haciendo pequeñas paradas para alimentarse. Por otro lado, las especies que se alimentan de coral incluyen a los escáridos, *Scarus ghobban*, *S. compressus*, *S. perrico* y *S. rubroviolaceus*. Estas especies fueron abundantes probablemente por la gran cantidad de coral presente (Álvarez-Filip, 2004).

Plagiotremus azaleas se registró como especie parásito. Se alimenta de mucus y de la piel de otros peces (Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995). Los omnívoros fue el segundo grupo representativo del arrecife. De las especies más abundantes se encuentran *T. lucasanum*, *S. rectifraenum*, *M. dorsalis*, *H. passer* y *A. meleagris*. Se alimentan de invertebrados y algas; son considerados claves en las redes tróficas de los sistemas arrecifales (Acero y Rivera, 1992), ya que el detritos entra a la cadena alimenticia de los peces principalmente a través de invertebrados bentónicos que son presas de estos organismos (Lieske y Myers, 1996).

EFFECTO DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL DEL HÁBITAT EN LA ORGANIZACIÓN TRÓFICA DE LA ICTIOFAUNA DEL ARRECIFE DE LOS FRAILES

Se determinó que la complejidad estructural del hábitat tuvo poco efecto en la organización trófica de la comunidad íctica del arrecife de Los Frailes. Se definieron 21 grupos funcionales tróficos (GFT) en las localidades de ACEH, y 19 en las localidades de BCEH. Estos resultados contrastan con lo encontrado por Ángel y Ojeda (2001), quienes compararon dos zonas de macroalgas con diferentes grados de CEH en la región norte de la costa Chilena. Los autores encuentran que los hábitats complejos (diferentes especies de algas, variación de densidades, tamaños y formas de la fronda) poseen más heterogeneidad espacial para el asentamiento de una mayor cantidad y variedad de invertebrados y peces. Así mismo los grupos funcionales tróficos estuvieron más interconectados por la manera de compartir las presas.

Este mismo patrón ha sido reportado en las comunidades ícticas presentes en ríos. Pouilly *et al.* (2006) mencionan un cambio en la estructura trófica en los ríos de Bolivia, es debido a la complejidad estructural del hábitat dado por los cambios en la conductividad, pH, temperatura, pendiente, velocidad y ancho del río. Cada uno de estos factores tiene un efecto favorable para la alta productividad primaria.

Willis *et al.* (2005) determinaron una correlación positiva entre la complejidad estructural del hábitat y la diversidad funcional en las asociaciones de peces presentes en el río Cinaruco en Venezuela. La relación se basa en que los montículos de hojarascas, leños y otros sustratos, en conjunto, brindan más área para albergar una mayor producción del bentos y mantienen mayor densidad de peces que utilizan estos sitios para alimentarse y protegerse. La abundancia y diversidad de recursos en este tipo de hábitats permiten que los peces los exploten de diferentes maneras. Por ejemplo, los peces entran en las oquedades y grietas de los leños para alimentarse y protegerse. Los omnívoros de talla mayor con mandíbulas protráctiles, también pueden alimentarse de los organismos que se encuentran en las grietas (Angermeier y Karr, 1984), permitiendo de esta manera aumentar la presencia de diferentes especies y en consecuencia de la diversidad íctica.

Friedlander y Parrish (1998) determinaron en varias localidades de Hawaii, que el relieve espacial, conformado por el número y tamaño de las oquedades, la profundidad, la configuración del fondo y la localización de los parches arrecifales, son los principales promotores de la biomasa y abundancia

tanto para la comunidad de peces en general como para los diferentes gremios formados con base en la alimentación y movilidad.

La discrepancia entre los resultados del presente estudio con lo encontrado por los autores antes mencionados es que en este estudio no se analizaron las dietas de todas las especies en cada localidad, y se le asignó la misma dieta a cada especie. Esto fue determinante para no encontrar diferencias significativas en el número de grupos funcionales tróficos de acuerdo a la CEH. Ángel y Ojeda (2001) mencionan que ni la riqueza ni la abundancia de especies son determinantes del número de grupos funcionales tróficos. Claro ejemplo es *Isacia conceptionis*, especie registrada en ambas localidades. Esta especie en las localidades de alta complejidad funciona como omnívoro alimentándose del bentos (con 5 componentes alimenticios principales), mientras que en las zonas de baja complejidad funciona como un carnívoro pelágico (con 3 componentes alimenticios principales).

Se determinó que *Arothron meleagris* es una especie omnívora ya que se alimenta de una gran variedad de especies bentónicas (esponjas, erizos *Echinometra vanbrunti*, corales *Pocillopora* spp., *Porites* spp., briozoarios y *Crepidula arenata*). Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera (1999) mencionan que esta misma especie, en una zona aledaña en Cabo Pulmo, se alimenta de coral. Estas diferencias pueden ser un indicativo de su plasticidad trófica.

Al graficar el flujo de biomasa de toda la comunidad íctica se observa que existe un alto flujo de biomasa entre las diferentes categorías. Este mismo comportamiento se reporta en Cabo Hatteras, Carolina del Norte, Garrison y Link (2000) en donde no encontraron diferencias en la estructura trófica en 40 especies que conformaron 14 gremios tróficos. En ese estudio se tomó una amplia escala espacial con 400 estaciones de muestreo, un rango de profundidades de 8 a 400 metros y las dietas se muestrearon durante 25 años. Los autores mencionan que los cambios ontogénicos de la dieta fueron los factores más importantes para determinar las diferencias encontradas entre y dentro de los gremios tróficos y estos cambios están dados por los cambios morfológicos y de hábitat. Si bien el trabajo no se enfocó a determinar el efecto de la complejidad del hábitat, mencionan que con un análisis más detallado pudieran encontrar diferencias relacionadas a estos factores.

En el Golfo de California Aburto-Oropeza y Balart (2001) mencionan que en Bahía de La Paz, la complejidad estructural del hábitat (rugosidad, tamaño de oquedades, coberturas de los diferentes tipos de sustratos) puede tener un efecto diferente sobre el comportamiento de los individuos al escoger un lugar para protegerse, alimentarse, reproducirse y reclutarse. Los autores determinan que muchas especies son generalistas con una amplia distribución en diferentes hábitats. Asimismo citan que los espacios vacíos pueden ser importantes para larvas y juveniles, y que la supervivencia depende en gran medida de las características del lugar.

Viesca-Lobaton *et al.* (2007), realizaron una comparación de los grupos funcionales formados en Bahía de la Paz, Loreto y Bahía de Los Ángeles. Reportan que si bien la presencia de los grupos funcionales se mantiene en toda el área, existe una sustitución ecológica de las especies entre regiones, debido al cambio latitudinal que se asocia posiblemente con la adaptación fisiológica diferencial de las especies a las condiciones de aguas frías y, secundariamente, a un cambio en los hábitos alimentarios de las especies debido a la disponibilidad de recursos.

Se debe señalar que este mismo efecto se presentó en los grupos formados en el arrecife de Los Frailes, aunque se mantuvieron casi los mismos grupos funcionales tróficos (GFT), algunas de las especies y su abundancia dentro de cada GFT presentaron ligeras variaciones dependiendo de las características estructurales del hábitat.

Por ejemplo el grupo funcional trófico número uno, está constituido por especies pelágicas costeras con hábitos ictiófagos (*Euthynnus lineatus*, *Nemastistius pectoralis*, *Fistularia commersoni*, *Elops affinis*, *Gnathanodon speciosus*, *Caranx caninus*, *C. caballus* y *C. melampygus*; Hobson, 1968; Sierra *et al.*, 1990; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000). Las dos primeras especies no se presentaron en las localidades de BCEH debido a que son mayormente oceánicas. La presencia del GFT uno en el arrecife está relacionada a la alimentación, ya que durante los muestreos se le detectó alimentándose de *Harengula thrissina*, especie presa que es muy abundante durante los meses de verano, cuando también la presencia y frecuencia de depredadores fue mayor. Este mismo comportamiento ha sido reportado en

varias localidades del Golfo de California y en Bahía Magdalena (Thomson *et al.*, 2000; Moreno-Sánchez, 2004).

Fistularia commersoni comparte pocas características morfológicas con el resto de las especies, pero se integró a este grupo debido a su nivel trófico (GFT uno). Ocupa la misma zona en la columna del agua que los demás integrantes, se alimenta de peces recién asentados (mayormente en las localidades de BCEH) y su táctica de alimentación es de acecho. Hobson (1968) menciona que esta especie se alimenta de peces arrecifales no mayores a los 5 cm a cualquier hora del día.

Las especies de la familia Carangidae *Gnathanodon speciosus*, *Caranx caninus*, *C. caballus* y *C. melampygus*, se alimentan de peces pero también hacen uso de componentes del bentos para complementar sus dietas. Son depredadores muy activos y visuales que se alimentan principalmente durante el día (Daneman, 1993; Cruz-Escalona y Abitia-Cárdenas, 2004).

El segundo grupo funcional trófico estuvo conformado por *Gymnothorax castaneus*, *Muraena lentiginosa* y *Cephalopholis panamensis* para ACEH, mientras que en BCEH sólo se presentó *Gymnothorax castaneus*. Estas tres especies son de hábitos alimenticios semejantes. Consumen un porcentaje alto de peces y en menor proporción de camarones y jaibas (Randall, 1967; Raymundo-Huizar, 2000; Thomson *et al.*, 2000). Son depredadores de emboscada asociados a los fondos rocosos. Se encuentran entre oquedades y grietas para atacar a sus presas y se sabe que no tienen un horario específico para alimentarse (Hobson, 1968). En este sentido, la CEH puede tener un efecto muy importante tanto para su presencia como para su alimentación.

En las zonas de ACEH, las especies normalmente emplean tácticas de acecho o de emboscada porque encuentran más sitios donde esconderse (Coen *et al.*, 1981). De hecho, la coexistencia de especies ecológicamente similares puede ser posible gracias a la repartición de recursos a lo largo de uno o más ejes de sus nichos (Gladfelter y Johnson, 1983) que en este caso sería el número y diversidad de tamaño de las oquedades así como las diferentes especies presa, ya que a pesar de que se alimentan de lo mismo, la proporción de cada componente para cada especie es diferente. En este escenario *Gymnothorax castaneus* se puede presentar en todo el arrecife, independientemente de la complejidad del hábitat. Su morfología, agresividad,

voracidad y plasticidad trófica le confieren una ventaja competitiva sobre las otras dos especies (Werner y Hall, 1988).

El tercer grupo funcional trófico (GFT) se constituyó de especies catalogadas como vagabundas que se distribuyen cerca del fondo sin depender estrictamente de él (demersales). Presentan un espectro trófico amplio constituido por peces, jaibas, camarones, cangrejos y poliquetos (Randall, 1967; Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995; Raymundo-Huizar, 2000; Thomson *et al.*, 2000)

Este GFT se presentó en ambas localidades con todos sus integrantes, a excepción de *Synodus lacertinus* el cual no se registró en las localidades de BCEH debido a que sus principales presas se ubican en los bordes de los arrecifes rocosos y en zonas arenosas. Es un depredador al acecho, carnívoro voraz que se lanza desde el fondo hacia arriba para capturar a sus presas, generalmente peces pequeños (Fischer *et al.*, 1995; Raymundo-Huizar, 2000). Por ello suele ubicarse en zonas profundas. Las características que pudieran favorecer esta conducta se observan mayormente en las localidades de ACEH. El registro de este GFT en ambas localidades sugiere una eficiencia en el reparto de recursos alimenticios.

El grupo funcional trófico número cuatro se conformó por especies herbívoras que se presentaron en ambos tipo de complejidad, aunque la abundancia y frecuencia de cada una fue diferente. En general estas especies se alimentan de tres tipos de algas (Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta) y coral (Randall, 1967; Montgomery *et al.*, 1980., Thomson *et al.*, 2000). Al respecto Anaya-Reyna y Riosmena-Rodríguez, (1996) reportaron que 61 especies conforman el elenco sistemático de las macroalgas presentes en el arrecife coralino Cabo Pulmo-Los Frailes, quedando de manifiesto la diversidad algal de ambas zonas.

Al realizar los análisis de los hábitos alimenticios de *Acanthurus nigricans* y *Prionurus punctatus* (especies herbívoras) se determinó que presentan dietas diferentes. La primera de ellas se alimentó preferentemente de *Ulva linza* (50% del IIR) y en la segunda de *Gracilaria* spp., *Jania mexicana* y *Hypnea musciformis*. En este mismo arrecife Montgomery *et al.* (1980) compararon la dieta de dos especie herbívoras: *Stegasters rectifraenum* y *Microspathodon*

dorsalis, las cuales difieren considerablemente en su comportamiento alimenticio: la primera es muy selectiva y la segunda no. En ambos casos queda de manifiesto el reparto de recursos entre los herbívoros.

La presencia de especies de la familia Scaridae (*Scarus ghobban*, *Nicholsina denticulata*, *Scarus rubroviolaceus*, *Scarus compressus*, *Scarus perrico* y *Calatomus spp*) podría explicarse por la cercanía de Los Frailes al arrecife coralino de Cabo Pulmo, en donde son comunes, implicando que pudieran trasladarse de un arrecife a otro. Se alimentan de coral vivo, que en el arrecife de Los Frailes representa hasta el 10% de la cobertura. Además, su presencia puede ser también con fines de refugio durante la noche, ya que estos organismos descansan entre las oquedades y grietas de las zonas rocosas y segregan un mucus que presumiblemente evita que sus depredadores no los puedan oler (Thomson *et al.*, 2000; Viesca-Lobatón, 2003).

En cuanto al GFT número cuatro, al parecer existe una segregación temporal entre *Acanthurus nigricans* y *Prionurus punctatus*. La primera es una especie que se presenta con mayores abundancias en la época fría y menores en la época cálida. La otra es una especie común durante todo el año. Este grupo trófico funcional no se afectó por CEH, ya que son especies que se alimentan algas con una tasa de renovación alta.

El grupo funcional trófico cinco se compuso de especies que se alimentan principalmente de algas aunque también consumen invertebrados (Randall, 1967; Hobson, 1974; Montgomery, 1980; Thomson *et al.*, 2000). Estas especies son parecidas morfológicamente, se alimentan de las mismas presas y se ubican en el mismo lugar arrecife. Aunque este grupo funcional se presentó en los dos tipos de CEH, la abundancia de *O. steindachneri* y *C. punctatissima* fue mayor en las localidades de ACEH, muy probablemente debido a que ocupan de un refugio para protegerse de sus depredadores (Thomson *et al.*, 2000). Sin embargo su dependencia del sustrato es marcadamente mayor que, por ejemplo, *M. dorsalis*. Esta es una especie herbívora que se desplaza cerca del fondo pero no depende de él más que para colocar sus huevos (Hernández-Olalde, 2008). En general este GFT se ve poco afectado por la CEH y ocupa ambas zonas.

El sexto grupo funcional trófico se presentó en ambas localidades. Las especies que lo constituyeron se alimentan de algas, invertebrados y de un porcentaje alto de esponjas (Hobson, 1974). Su abundancia y frecuencia fue moderada (especies comunes). La presencia del grupo en ambas CEH puede relacionarse al reparto del espacio dentro del arrecife ya que ninguna depende estrictamente del sustrato (Thomson *et al.*, 2000).

Apogon retrosella y *Haemulon maculicauda* conformaron el séptimo grupo y también se registraron en ambos tipos de CEH. Su dieta se compone de camarones, jaibas y peces. Son consideradas especies comunes y habitan desde el fondo hasta media agua. Se trata de organismos que se alimentan durante la noche.

El octavo GFT fue uno de los más diversos en sus espectros tróficos, comportamiento alimenticio y morfología, por lo que se les pudo encontrar en todas las localidades. La dieta de las especies de este grupo se constituyó de algas e invertebrados (Randall, 1967; Hobson, 1968; Hobson, 1974; Pérez-España y Abitia-Cárdenas, 1996; Thomson *et al.*, 2000). Las abundancias de cada especie variaron entre localidades. Por ejemplo en las zonas de ACEH, *C. oxycephalus*, *H. dispilus* y *P. azaleus* ocurrieron en grandes números. Son especies de tallas pequeñas que oscilan entre los 5 y 15 cm que requieren estar cerca de sus refugios para alimentarse y esconderse (Hobson, 1976). En el caso de *B. diplotaenia* y *H. passer* se consideran especies vagabundas en el arrecife; la primera se alimenta de organismos del sustrato y la segunda es coprófaga en la columna de agua, debajo de los cardúmenes de *C. atrilobata* (Reynolds y Reynolds, 1977; Pérez-España y Abitia-Cárdenas, 1996; Aburto-Oropeza *et al.*, 2000; Thomson *et al.*, 2000). Por otra parte, *Arothron meleagris* y *Sufflamen verres* fueron más abundantes en las localidades con BCEH. Se trata de especies generalistas, con gran plasticidad trófica. Tal vez por ello puedan coexistir con las demás (Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera 1999; Thomson *et al.*, 2000; Moreno-Sánchez *et al.*, 2009).

El noveno grupo lo conformaron especies que se alimentan de equinodermos, pelecípodos y gasterópodos (Hobson, 1968; Hobson, 1974). Son poco abundantes y frecuentes y sí se vieron afectadas por la CEH. Estos lábridos son pequeños y viven entre grietas para evitar ser depredados, por lo que quizá se presentan con mayores abundancias en las localidades de ACEH

(Thomson *et al.*, 2000). Algunas de las especies de la familia Labridae, de acuerdo con Víctor y Wellington (2000) pudieran ser simpátricas, es decir, especies cercanas que coexisten en una misma región. Así, de las cuatro especies registradas, dos son las más abundantes (*H. notospilus* en las localidades de BCEH y *H. semicinctus* ACEH) por lo que a pesar que este grupo se presenta en ambas localidades, existe una segregación espacial.

Hoplopagrus guntheri y *L. multiporosus* son especies relativamente pequeñas que también ocupan de oquedades y grietas para refugiarse. Se trata de especies ictiófagas, vagabundas del arrecife (Thomson *et al.*, 2000).

A pesar que este grupo funcional se presentó en ambas zonas, las abundancias de sus integrantes cambiaron de acuerdo a la CEH. La mayoría de los miembros hacen uso de las oquedades y grietas para refugiarse; por ello las especies más dependientes del sustrato fueron las más abundantes en las zonas de ACEH. De forma similar que en casos anteriores, se observa una repartición de recursos que facilitan la coexistencia entre especies.

El décimo grupo se integró por *Pseudobalistes naufragium*, *Diodon hystrix* y *Arothron hispidus* en las zonas de ACEH. En las localidades de BCEH sólo se registró *A. hispidus*. Las tres especies dependen de las características del sustrato para alimentarse y se catalogan como vagabundas en el arrecife. El componente alimenticio más importante fueron los erizos, los cuales pueden ser consumidos por las características del aparato bucal de las especies. *Diodon hystrix* y *A. hispidus* poseen dientes en forma de placas y *P. naufragium* cuenta con ocho dientes pronunciados (Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000). Las especies complementan su dieta con sipuncúlidos y tunicados (Randall, 1967). Este GFT fue más abundante en las localidades de ACEH donde coincidentemente hay mayor cantidad de equinodermos.

En el décimo primer grupo funcional trófico fue monoespecífico: *Malacoctenus hubbsi*. Esta especie requiere características del hábitat muy específicas y por lo tanto es sensible a la complejidad del hábitat. Thomson *et al.* (2000), mencionan que es una especie agresiva, numerosa, que habita preferentemente en profundidades mayores a los 8 m y su alimentación se basa en el consumo de estrellas de mar. En el arrecife de Los Frailes se registró en las localidades de ACEH, donde es común encontrar tales condiciones.

El décimo segundo grupo funcional se conformó de *Alphestes multiguttatus*, *Labrisomus xanti* y *Malaccoctenus margaritae*. En ambas zonas se registraron las tres especies, excepto *M. margaritae* en las localidades de BCEH. Esto probablemente esté relacionado a que es una especie comparativamente pequeña por lo que necesita de oquedades también pequeñas, las cuales son más abundantes y frecuentes en las localidades de ACEH. *A. multiguttatus*, y *L. xanti* son especies de mayor tamaño que tiene relación con el sustrato para alimentarse pero no son territorialistas. Este grupo, a pesar que sus abundancias cambian de acuerdo a la CEH, pueden realizar sus actividades en ambas zonas.

El décimo tercer grupo se constituyó por especies herbívoras *Kyphosus analogus*, *K. elegans*, *Acanthurus nigricans*, y *Microspathodon bairdii*, y mostró sensibilidad a la CEH. Estas especies se alimentan de algas, diatomeas y detritus (Hobson, 1974; Montgomery, 1980; Thomson *et al.*, 2000). No se identificó un efecto de las características del hábitat ya que la producción algal puede ser suficiente para mantener a todas las especies herbívoras presentes en el área, aunque la competencia con las otras especies más territorialistas y agresivas pudiera determinar la presencia de alguna de ellas, como *S. rectifraenum* (Hobson, 1968).

El grupo funcional trófico 14 se constituyó por *Chaetodon humeralis* en las localidades ACEH. Se alimenta de copépodos, algas verdes, poliquetos anfípodos, camarones, entre otros componentes (Randall, 1967; Hobson, 1974; Thomson *et al.*, 2000). Debido a sus características morfológicas esta especie pudiera competir con el GFT 15. Al parecer existe una segregación espacial ya que este grupo trófico funcional no se presentó en BCEH.

A pesar que son dos especies muy distintas morfológicamente (Fischer *et al.*, 1995) *Halichoeres nicholsi* y *Sphoeroides lobatus* integraron el décimo quinto grupo porque comparten recursos alimenticios (copépodos, poliquetos, anfípodos, bivalvos, gasterópodos). *H. nicholsi* busca oquedades para refugiarse de sus depredadores y se mueve desde el fondo a media agua. *S. lobatus* habita preferentemente en los bordes arrecifales (interface roca-arena; Randall, 1967; Thomson *et al.*, 2000). En este sistema esta especie se clasificó como rara de acuerdo a su frecuencia, y abundancia. Dados sus

requerimientos de hábitat, no se registró en las localidades de BCEH. Para este GFT, la CEH sí tuvo un efecto sobre *S. lobatus* debido a sus requerimientos de hábitat.

El grupo funcional trófico 16 fue monoespecífico: *Abudefduf troschellii*. Esta especie presenta características que le confieren ventajas competitivas con respecto a otras como *C. atrilobata*. Por ejemplo su amplio espectro alimenticio (anthozoos, copépodos, tunicados, poliquetos y huevos de peces), y diversificación de sus zonas de alimentación (columna de agua y bentos). La dependencia con el sustrato se da en la época reproductiva. Cuando anida sus huevos necesita oquedades específicas en cuanto a tamaño y forma, y con presencia de algas (Hernández-Olalde, 2008). En lo general la especie estuvo bien representada en ambas localidades. Se tienen reportes de que interacciona con *C. atrilobata* en la zona pelágica y con *S. rectifraenum* en el bentos. *A. troschellii* se encuentra presente durante todo el año y prácticamente en todos los ambientes del arrecife. Se le clasifica como especie frecuente.

El GFT 17 se compuso de dos Pomacentridos, *Chromis atrilobata* y *C. limbaughi*. Ambas especies se registraron tanto en baja como en alta complejidad, aunque cabe mencionar que las mayores abundancias y frecuencias se registraron en las zonas de ACEH. En estas localidades la profundidad es considerable, además de que en este tipo de hábitat las oquedades son muy heterogéneas y las aprovechan como zonas de refugio durante la noche (Hobson, 1968; Hobson, 1974; Thomson *et al.*, 2000). En este grupo funcional puede advertirse una competencia interespecífica fuerte ya que ambas usan hábitat de forma parecida y se alimentan prácticamente de las mismas presas.

El GFT 18 lo integraron *Trachinotus rhodopus* y *Rhinoptera steindachneri* en ACEH, y en BCEH *Paranthias colonus* sustituyó a *Rhinoptera steindachneri*. La CEH tuvo un efecto importante en este GFT, debido a los requerimientos del hábitat por parte de *R. steindachneri*. La especie depende del sustrato arenoso cerca del borde del arrecife, con una profundidad mayor a los 7 metros, donde realiza la búsqueda de su alimento (bivalvos y gasterópodos; Thomson *et al.*, 2000).

Trachinotus rhodopus es un carángido con todas las características de un organismo pelágico, pero se alimenta en un porcentaje muy alto de organismos del bentos (bivalvos y gasterópodos; Randall, 1967; Moreno-Sánchez, 2004). *P. colonus* es una especie principalmente planctófaga aunque también consume organismos del bentos pero en una mínima proporción (Thomson *et al.*, 2000). En general este grupo exhibe una repartición de recursos tanto del espacio como del alimento, lo que posiblemente les permita coexistir.

El grupo funcional trófico 19 se constituyó de *Chilomycterus reticulatus*, *Diodon holacanthus*, *Novaculichthys taeniourus* y *Xyrichtys pavo*; de éstas sólo la primera especie no se presentó en BCEH. Estas especies se alimentan de gasterópodos y bivalvos (Randall, 1967; Hobson, 1974; Thomson *et al.*, 2000) y se localizan asociadas al fondo y a media agua. Sus abundancias cambiaron de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat, siendo mayores en ACEH, probablemente por la mayor cantidad de invertebrados presentes en esas localidades.

El vigésimo GFT se compuso por las siguientes especies: *Haemulon flaviguttatum*, *Sargocentron suborbitales*, *Gerres cinereus* y *Myripristis leiognathus*. Las cuatro se presentaron en los dos tipos de complejidades. Es importante mencionar que todas estas especies son consideradas como raras. Se alimentan de una gran variedad de organismos del bentos como poliquetos, camarones, cangrejos y gasterópodos (Randall, 1967; Hobson, 1968; Thomson *et al.*, 2000), lo que podría explicar su presencia en las dos zonas.

El GFT 21 fue uno de los más diversos en cuanto a sus hábitos alimenticios y se constituyó por tres pomacéntridos: *Stegastes rectifraenum*, *S. acapulcoensis* y *S. flavilatus*; dos lábridos *Thalassoma lucasanum* y *T. gramaticum*; dos Haemúlidos *Haemulon sexfasciatum* y *Microlepidotus inornatus*; un acantúrido: *Acanthurus xanthopterus*; un múlido: *Mulloidichthys dentatus*; y un serránido *Paranthias colonus*.

Los requerimientos alimenticios y de hábitat de *S. rectifraenum*, *S. acapulcoensis* y *S. flavilatus* son similares. Ocupan de un territorio de un metro de radio, en promedio, el cual defienden constantemente para reducir la presión de depredación (Wellington, 1982; Wellington y Víctor, 1988). De igual

forma los Pomacéntridos se presentan en ambos tipos de localidades pero sus abundancias fueron más altas en ACEH, posiblemente porque ahí existe una mayor cantidad de oquedades y refugios. Durante los dos años de muestreo se observó que a pesar de que comparten las mismas áreas, existe una especie de sucesión: primero se encuentra *S. flavilatus*, después *S. rectifraenum* y por último *S. acapulcoensis*. Es posible que *S. rectifraenum*, al ser la especie dominante, ocupe los mejores sitios.

Los lábridos *T. lucasanum* y *T. gramaticum* utilizan el hábitat de forma parecida, siendo más exitosa *T. lucasanum* pues su abundancia es diez veces mayor que la de su congénere. Su diversidad trófica, su enorme fecundidad, su capacidad de reproducirse dos veces por año y de tolerar amplias variaciones en la temperatura (Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000; Robertson y Allen, 2002, Hernández-Olalde, 2008) le confieren buena ventaja competitiva.

El serránido *Paranthias colonus* se agregó al grupo por la cantidad de copépodos que come. Esta especie no compite con los demás miembros del grupo ya que se distribuye en toda la columna del agua (Thomson *et al.*, 2000; Robertson y Allen, 2002). Por otra parte *Acanthurus xanthopterus* se alimenta de invertebrados bentónicos (Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000).

El hemúlido *Haemulon sexfasciatum* se alimenta de braquiuros, pero a diferencia de los demás miembros del GFT, lo hace durante la noche; en el día merodean los bordes del arrecife. Es posible que la competencia se relaje por la amplia heterogeneidad de su dieta, tanto en número como en diversidad de componentes. No se encontró diferencias de sus abundancias en función de la CEH (Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000).

Microlepidotus inornatus se alimenta principalmente de sipuncúlidos y otros invertebrados del bentos. Las mayores abundancias se registraron en las localidades de ACEH. Se trata de un depredador nocturno y durante el día forma cardúmenes que merodean el arrecife (Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000).

Mulloidichthys dentatus se alimenta de pequeños bivalvos y cangrejos tanto en la zona rocosa como en la arenosa. Es un depredador nocturno pero

los organismos de menor talla se alimentan durante el día. Es posible que esto tenga algo que ver con que las mayores abundancias se registraran en las localidades de ACEH, pues los integrantes registrados eran pequeños (10 a 15 cm). Por otra parte la competencia por el alimento con los demás miembros es poca debido a que el número total de la población es reducido (Hobson, 1968; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000).

Las características estructurales del hábitat tienen un efecto significativo en la estructura comunitaria, pero no así en la organización trófica de la comunidad de peces. Una posible respuesta es que el factor limitante es el espacio. Las zonas de ACEH presentan un mayor número de microhábitat generados por la gran heterogeneidad del sistema en términos de número y tamaño de oquedades, dimensión de las rocas, proporciones de sustrato y profundidad. Estas características permiten albergar una mayor abundancia y diversidad de especies, incluyendo peces.

Si bien se presentaron cambios temporales en los diferentes atributos de la comunidad, de manera general en las localidades con ACEH se registraron mayores abundancias y diversidad de especies. Mientras que en las localidades de BCEH, al tener menos espacios y áreas disponibles, la competencia es más intensa.

En cuanto a la organización trófica, si bien se presentaron pequeños cambios en el número de GFT y en las especies que los conforman, estas variaciones no fueron significativas. Esto pudiera ser indicativo de que el alimento no es un factor limitante. Se sabe que en la boca del Golfo de California los fenómenos de surgencia que ocurren a lo largo del año enriquecen el agua superficial, favoreciendo los florecimientos algales y aumentando la productividad general del sistema (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991) o bien, a la alta redundancia en los grupos funcionales presentes en el arrecife (Álvarez-Filip y Reyes-Bonilla, 2006).

CONCLUSIONES

La heterogeneidad del sustrato, el número y tamaño de oquedades, la dimensión de las rocas, la rugosidad, profundidad y temperatura del mar son variables robustas que caracterizan adecuadamente la complejidad estructural del hábitat (CEH) en el arrecife de Los Frailes, BCS. Sobre esta base se encontró que el arrecife puede dividirse en áreas de alta (ACEH) y baja (BCEH) complejidad estructural.

Las localidades con ACEH presentaron los valores más altos en todos los índices ecológicos de la estructura de la comunidad de peces (riqueza de especies, diversidad de Shannon-Wiener, y diversidad taxonómica) en contraste con las localidades de BCEH. Es posible que esto se deba a que el aumento de la CEH se relacione con una mayor disponibilidad de micro-hábitats.

La estructura de la comunidad de peces en el arrecife, medida en términos de sus índices ecológicos depende de la combinación de más de una variable estructural o ambiental, con excepción de especies territorialistas que aparentemente se rigen por la influencia de una sola. Sobre esta base, a una escala local, se concluye que la estructura de la comunidad de peces es afectada significativamente por las características físicas del hábitat.

La CEH no tuvo un efecto medible en la organización trófica de la comunidad íctica del arrecife de Los Frailes. Se encontró que en ambas localidades existe casi el mismo número y composición de grupos funcionales tróficos (alta redundancia funcional). Pocas especies difirieron de dicho patrón. Esto posiblemente se deba al efecto puntual que las características estructurales del hábitat tienen en sus hábitos alimenticios.

De acuerdo a los resultados la CEH tiene efecto en la estructura de la comunidad íctica, mientras que en la organización trófica fue débil debido a que un factor limitante sea el espacio libre en el arrecife para los nuevos reclutas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, I. & G. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press. Stanford, California. 827 p.
- Abitia-Cárdenas, A., Rodríguez-Romero, J., Galván-Magaña, F. De la Cruz-Agüero J. & H. Chávez-Ramos. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Cienc. Mar.*, 20(2):159-181.
- Aburto-Oropeza, O. 1999. *Relación entre la distribución y la diversidad con respecto al hábitat, de la ictiofauna arrecifal de Los Islotes, B. C. S., México*. Tesis de Maestría, CICICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 71 p.
- Aburto- Oropeza, O, Sala E. & Sánchez-Ortiz C. 2000. Feed behavior, hábitat use and abundance of the angelfish *Holocanthus passer* (Pomacanthidae) in the souther Sea of Cortés. *Environ. Biol. Fish.* 57:435-442.
- Aburto-Oropeza, O. & E. F. Balart. 2001. Community Structure of Reef fish in several habitats of rocky reef in the Gulf of California. *Mar. Ecol.*, 22(4): 283-305.
- Acero, A. P. & M. Rivera. 1992. Peces de las familias Chaetodontidae y Pomacanthidae en la región de Santa Marta (Colombia): densidad y relación con la calidad del arrecife. *Caribbean Journal of Science.* 28(3-4):184-190.
- Acosta C.A. & N. Robertson. 2002. Diversity in Coral Reef Fish Communities: The Effects of Hábitat Patchiness Revisited. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 227:87-96.
- Ackerman, J. L. & D. R. Bellwood. 2000. Reef Fish Assemblages: a Re-Evaluation Using Enclosed Rotenone Stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 206: 227-237.

- Alevizon, W.S. J.C. Ghoram, R. Richardson & S.A. McCarthy. 1985. Use of Man-Made Reef to Concentrate Sapper (Lutjanidae) and Grunts (Harmulidae) in Bahamian water. *Bull. Mar. Sci.* 37: 3-10.
- Arreola-Robles J. L. 1998. *Diversidad de Peces de Arrecife en la Región de La Paz, B.C.S., México*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., Méx.76 pp.
- Arreola-Robles, J. L. & J. F. Elorduy-Garay. 2002. Reef Diversity in the Region of La Paz, Baja California Sur, México. *Bull. Mar. Sci.*, 70(1): 1-18.
- Allen, G. R. & D. R. Robertson. 1994. *Fishes of The Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press. E. U. A. 332 p.
- Allen, G. R. & D. R. Robertson. 1997. An Annotated Checklist of The Fishes of Clipperton Atoll, Tropical Eastern Pacific. *Rev. Biol. Trop.* 45:813-843.
- Almany, G. R. 2004. Does increased habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages?. *Oikos* 106: 275-284.
- Álvarez-Borrego, S & R, Lara-Lara. 1991. The Physical Environment and Primary Productivity of the Gulf of California. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 47: 555-567.
- Álvarez-Filip, F. 2004. *Influencia del Hábitat Sobre la Asociaciones de Peces en el Arrecife Coralino de Cabo Pulmo, B.C.S. Mexico*. Tesis de Maestria. CICIMAR-IPN. 102 p.
- Álvarez-Filip L. & Reyes-Bonilla H. 2006. Comparison of Community Structure and Functional Diversity of Fishes at Cabo Pulmo Coral Reef, Western Mexico Between 1987 and 2003. En: Suzuki Y. (Ed.), *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*. Okinawa, Japan: 216–225.
- Anaya-Reyna, G. 1993. *Conservación del arrecife coralino de Cabo Pulmo: avances sobre el proceso de planeación y propuesta de una estrategia de manejo*. Tesis de Licenciatura. UABCS. 80 p.

- Anaya-Reyna, G. & R. Riosmena-Rodríguez. 1996. Macroalgas del Arrecife Coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 903-906.
- Ángel A. & P. F. Ojeda. 2001. Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the Northern Chilean Coast: the Effect of Habitat Complexity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 217: 81-91.
- Angermeier, L. & Karr, R. 1984. Relationships Between Woody debris and Fish Habitat in a Small Warmwater Stream. *Trans. Am. Fish. Soc.* 115: 716-726.
- Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre, D. Aurióles-Gamboa, F. García-Rodríguez & C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiología.* 5(1-2): 79-85.
- Bartholomew A, R. Diaz. & G.Cicchetti. 2000. New Dimensionless Indices of Estructural Hábitat Complexity: Predicted and Actual Effects on a Predators Foraging Success. *Ecol. Prog. Ser.* 206:45-58.
- Bayle-Sempere J. T., A. A. Ramos-Esplá & J. A. García Charton. 1994. Intra-Annual Variability of an Artificial Reef Fish Assemblage in the Marine Reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.* 55: 826-837.
- Bell, J. D. & R Galzin. 1984: Influence of Live Coral Cover on Coral-Reef Fish Communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 15: 265-274.
- Bell S. S., McCo & E. D, Mushinsky HR. 1991. Habitat Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space. Chapman and Hall, London.
- Beck M. W. 2000. Separating the elements of hábitat structure Independent effects of hábitat complexity and structural components on rocky Intertidal Gastropods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 249:29 49.
- Bermúdez, B., G. García, L.G. López-Lemus, R. J. Saldierna & C. A. Sánchez. 1993. Feeding Ecology of Reef Fishes: Foraging Behaviour and Functional Morphology. *En: Schröder, J.H. J. Bauer y M. Scharl*

(Eds). Trends in Ichthyology, GSF Blackwell Scientific Publications: 335-346.

- Beukers, J. S. & G. P. Jones. 1997. Habitat Complexity Modifies the Impact of Piscivores on a Coral Reef Fish Population. *Ecology*. 114: 50–59.
- Bohnsack, J. A. & S. P. Bannerot. 1986. A Stationary Visual Census Technique for Quantitatively Assessing Community Structure of Coral Reef Fishes. NOAA Technical Report, NMFS, 41: 15 pp.
- Bortone, S. A., T. Martín & C. M. Bundrick. 1991. Visual Census of Reef Fish Assemblages: a Comparison of Slate, Audio and Video Recording Devices. *Nort. Gulf Scie.* 12(1):17-23.
- Brower J.E. & J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. W.M.C. Brown: Iowa 194 p.
- Brusca, R. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. University Arizona Press. Tucson, Arizona. 153 pp.
- Brusca, R. C. & D. A. Thomson. 1975. Pulmo reef: the only coral reef in the Gulf of California. *Ciencias Marinas* 1:37:53.
- Cálapiz-Segura, A. 2004. *Composicion y estructura comunitaria de arrecife rocoso en Punta Perico e Isla Cerralvo B.C.S.* Tesis de Maestría. CICIMAR, La Paz, B. C. S. 58pp.
- Callum, M. R. & R. F. Ormond. 1987. Habitat Complexity and Coral Reef Fish Diversity and Abundance on Red Sea Fringing Reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41: 1-8.
- Carpenter, K. E., R. I. Micalat, V. D. Albaladejo & V. T. Corpuz. 1981. The Influence of Substrate Structure on the Local Abundance and Diversity of Philippine Reef Fish. In Proceeding of the 4th International Coral Reef Symposium: 497-502.
- Cervigón, F. 1972. Los peces. *En: Ecología Marina. Monogr. Fund. La Salle Cienc. Nat., Venezuela.* Editorial Dossat S. A., Primera Edición. Capitulo 10:308-355.

- Chabanet, P. & Y Letourneur. 1995. Spatial Patter of Size Distribution of Four Fish Species on Reunion Coral Reef. *Hydrobiologia*. 300/301 :299-308.
- Chabanet, P., H. Ralambondrainy, M. Amanieu, G. Faure & R. Galzin. 1997. Relationship Between Coral Reef Substrata and Fish. *Coral Reefs*. 16: 93-102.
- Chávez, H. 1986. Bibliografía Sobre los Peces del Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR, núm. esp. 1:267pp.
- Choat, H. 1991. The biology of herbivorous fishes on coral reefs. *En*: Sale, P. F. (ed.). The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, San Diego. 120-155 p.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. Proceedings of the International Center for Living Aquatic Resources Management. 26: 390 pp.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species list: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 216: 265-278.
- Clua E. P. Legendre P.,L Vigliola, F. Magron F. Kulbicki M. S. Sarramegna, P. Labrosse & R. Galzin. 2005. Medium Scale approach (MSA) for Improved Assessment of Coral Reef Fish Hábitat. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 333: 219-230.
- Coen, L. D., K. L. Heck Jr. & L. G. Abele. 1981. Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. *Ecology*. 62: 1481-1493.
- Crowder, L. B. & W. E. Cooper. 1982. Habitat Structural Complexity and the Interaction Between Bluegills and their Prey. *Ecology*. 63: 1802-1813.
- Cruz-Escalona V. H. & L. A. Abitia-Cárdenas. 2004. General Characteristics of the Diet of *Trachinotus paitensis* (Teleostei: Carangidae) from San

- Ignacio Lagoon, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 52(1): 139-141.
- Danemann, G. 1993. General Characteristics of the Diet of *Trachinotus rhodopus* (Perciformes: Carangidae). *Rev. Biol. Trop.* 44: 811-815.
- Dawson E. Y. 1966. Marine algae from in the vicinity of Puerto Peñasco, Sonora, Mexico. Gulf of California Field guide series N.1 The University of Arizona. E.U.A. 57 pp.
- Day, W. J., C. A. S. Hall, M. Kemp & A. Yañez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. John Wiley and Sons, Inc. USA. 558 pp.
- Eklöv, P. 1997. Effects of Habitat Complexity and Prey Abundance on the Spatial and Temporal Distributions of Perch (*Perca fluviatilis*) and Pike (*Esox lucius*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1520-1531.
- Elliott M; K. Whitfield; Potter C; J, Stephen; M Blaber; D, Cyrus; F, Nordlie & T, Harrison. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. Journal compilation. Blackwell Publishing. 8:241-268.
- Elorduy-Garay, J. F. & S. V. Jiménez-Gutiérrez. 2000. Metodologías para el estudio de los peces de arrecife, 72-82. *En: Aburto-Oropeza O. y C. Sánchez-Ortiz (Eds.) Recursos Arrecifales del Golfo de California. Estrategias de Manejo para las Especies Marinas de Ornato.* U.A.B.C.S. 138 p.
- Ezcurra, E. 1990. ¿Por qué hay tantas especies raras? La Riqueza y Rareza Biológicas en las Comunidades Naturales. *Ciencias.* 4: 82-88.
- Ferreira C. E. L., Goncalves J. E. A., & Coutinho R. 2001. Community Structure of Fish and Hábitat Complexity in a Tropical Rocky Shore. *Env. Biol. Fishs.* 61:353-369.
- Fiedler, P. C. 1992. Seasonal Climatologies and Variability of Eastern Tropical Pacific Surface Waters. NOAA Tech. Rpt. NMFS 109: 1-65 p.
- FishBase, 2004. www.fishbase.org.

- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem. 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. C. E. Ferreira A. Dominici-Arosemena & I. R. Zalmon. 2004. Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *J. Fish Biol.* 64: 1680-1699.
- Flynn, A. J & D. A. Ritz. 1999. Effect of habitat complexity and predatory style on the capture success of fish feeding on aggregated prey. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 9: 487–494.
- Friedlander, A. M. & J. D. Parrish. 1998. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 224: 1-30.
- Fowler, A. J. 1987. The development of sampling strategies for population studies of coral reef fishes. A case study. *Coral Reef.* 6:49-58.
- Fulton C. J. & D. R. Bellwood. 2005. Wave-induced water motion and the functional implication for coral reef fish assemblages. *Limnol. Oceanogr.* 50:255-2664.
- Galván-Magaña F., Abitia-Cárdenas L. A., Rodríguez-Romero J., Pérez-España H. & H. Chávez-Ramos. 1996. Lista sistemática de los peces de Isla Cerralvo, Baja California Sur, México. *Cienc. Mar.* 22(3): 295-311.
- Galván-Piña, V. H., F. Galván-Magaña, L. A. Abitia-Cárdenas, F. J. Gutiérrez-Sánchez & J. Rodríguez-Romero. 2003. Seasonal structure of fish assemblages in rocky and sand habitats in Bahía de La Paz, México. *Bull. Mar. Sci.* 72(1): 19-35.
- Galzin, R. 1987. Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs I. Spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41:129-136.
- García-Charton J. A. & Pérez-Ruzafa, A. 1999. Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fish. Res.* 42:1-20

- García Charton, J. A. & A. Pérez Rufaza. 2001. Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. *Mar. Biol.* 138: 917-934
- García-Madrigal, M.S. & J.R. Bastida-Zavala. 1999. Cangrejos braquiuros del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 47 (1-2): 123-132
- Garrison L.P. & J.S. Link. 2000. Dietay guild structure of the fish community in the Northeast United state continental shelf ecosystem. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 202: 231-240.
- Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. E. U. A. 416 pp.
- Gilinsky, E. 1984. The role of fish predation and spatial heterogeneity in determining benthic community structure. *Ecology.* 65(2) 455-468.
- Gladfelter, W. B., J. C. Ogden & E. H. Gladfelter. 1980: Similarity and diversity among coral reef fish communities: A comparison between tropical western Atlantic (Virgin Islands) and tropical central Pacific (Marshall Islands) patch reef. *Ecology.* 61: 1156-1168.
- Gladfelter, W.B. & W. S., Johnson. 1983. Feeding niche separation in a guild of tropical reef fishes (Holocentridae). *Ecology.* 64: 552-563.
- Gladfelter, W. B. & E. H. Gladfelter. 1978. Fish community structure as a function of habitat structure on West Indian patch reefs. *Rev. Biol. Trop.*, 26 (suplemento 1): 65-84.
- Glynn, P. W. 1973. Ecology of Caribbean coral reef. The porites reef-flat biotope: Part II. Plankton community with evidence for depletion. *Mar. Biol.* 22: 1-21.
- Glynn, P.W., R. H. Stewart, & J. E. McCosker. 1972. Pacific coral reefs of Panama: structure, distribution and predators. *Geologische Rundschau.* 61(2):483-519.

- Goldman, B. & F. H. Talbot. 1976. Aspects of the ecology of coral reef fishes. *En: O. A. Jones and R. En dean (eds), Biology and geology of coral reefs*. Vol. III. Academic Press, New York. 125-151.
- Gotshall, D .W. 2001. *Pacific coast inshore fishes*. 4 a edición. Sea Challenger Inc. 117p.
- Gratwicke, B. & M. R. Speight. 2005. The relationships between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *J. Fish Biol.* 66: 650-667.
- Grigg, R.W. 1994. Effects of sewage discharge, fishing pressure and habitat on coral ecosystems and reef fishes in Hawaii. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 103:25-34.
- Grove, J.S., D. Gerzon, S.M. Dolores. & C. Strang. 1986. Distribución y ecología de la familia Pomacentridae (Pisces) en las Islas Galápagos. *Revista de Biología Tropical.* 34(1): 127-140.
- Guzmán, M.H. & J.D. López. 1991. Diet of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* (Pisces: Tetraodontidae) at Gorgona Island, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 39:203-206.
- Harvey, C.J. & J.F. Kitchell. 2000. A stable isotope evaluation of the structure and spatial heterogeneity of Lake Superior food web. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.* 57: 1395-1403.
- Hata H. & M. Kato. 2002. Weeding by the herbivorous damselfish *Stegastes nigricans* in nearly monocultural algae farms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 237:227-231.
- Hellfman, G. S., Collete, B. B. & Facey, D. E. 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science. E. U. A. 528 pp.
- Hernandez-Olalde, L. 2008. *Ecología reproductiva de peces de arrecife rocoso en el suroeste del Golfo de California*. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 136 pp.
- Hiatt, R. W., & D. W. Strasburg. 1960. Ecological relationships of the fishes fauna on coral reef of the Marshall Island. *Ecol. Monogr.* 30: 65-127.

- Hixon, M. A. 1991. Predation as a process structuring coral reef fish communities. *En: Sale P.F. (ed.). The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, San Diego. 475–508 pp.*
- Hixon, M. A. & J. P. Beets. 1989. Shelter characteristics and Caribbean fish assemblages: Experiments with artificial reefs. *Bull. Mar. Sci.* 44: 666-680.
- Hixon, M. A. & J. P. Beets. 1993. Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fishes assemblages. *Ecol. Monogr.* 63: 77-101.
- Hobson, E. S. 1974. Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. *Fish, Bull.* 72: 915-1031
- Hobson, E.S. 1965. Diurnal-nocturnal activity of some inshores fish 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. 1976. The rockwrasse *Halichoeres semicinctus*, as a clear-fis. *Calif. Fish & Game* 62(1): 73-78
- Holbrook, S. J. & R. J. Schmitt. 2002. Competition for shelter space causes density-dependent predation mortality in damselfishes. *Ecology.* 83: 2855–2868.
- Horn, M. H. 1989. Biology of marine herbivorous fishes. *Oceanog. Mar. Biol.* 27: 167-272.
- Hourigan, T. F; T. C. Tricas & E.S. Reese. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. *En: D.F. Soule y G.S. Kleppel (eds). Marine organism as indicators. Spring-Verlag, New York, 107-136 p.*
- Hourigan, T. F., F. G. Stanton, P. J. Motta, C. D. Kelley & B. Carlson. 1989. The feeding ecology of three species of Caribbean angelfishes (Family Pomacanthidae). *Env. Biol. Fishes.* 24(2): 105-116.

- Hull, S. L. 1997. Seasonal changes in diversity and abundance of ostracods on four species of intertidal algae with differing structural complexity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 161, 71-82.
- Humphries, P. & I. C. Potter. 1993. Relationship between the habitat and diet of three species of atherinids and three species of gobies in a temperate Australian estuary. *Mar. Biol.* 116, 193-204.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Jiménez-Gutiérrez, S. 1999. *Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de Isla Cerralvo, B. C. S. México*. Tesis de Maestría. CICIMAR. La Paz, B. C. S. 91pp.
- Kellison G. T. & G. R. Sedberry. 1998. The effects of artificial reef vertical profile and hole diameter on fish off South Caroline. *Bull. Mar. Sci.* 62(3): 763-780.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología. Estudios de la distribución y la abundancia*. 2da. Edic. Harla, S. A. de C.V. México. 753 pp
- Lavín M. F. & S. G. Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. *En: O. U. Velasco Fuentes (eds.), Nonlinear Processes in Geophysical Fluid dynamic*, Kluwer Academic Publisher. Printed in the Netherlands. 173-204 p.
- Letourner, Y. & P. Chabanet. 1994. Variations spatio-temporelles de l'ichtyofaune de platiers récifaux a La Réunion. *Cybiuim.* 18(1): 25-38.
- Lieske, E. & R. Myers. 1996. *Coral reefs fishes. Caribbean, Indean Ocean and Pacific Ocean including the Red Sea*. Library of Congress Cataloging-in-Publication data. Italy. 400pp
- Lingo E. M. & S. T. Szendlmayer. 2006. The influence of habitat complexity on reef fish communities in the northeastern Gulf of Mexico. *Envi. Biol. Fish.* 76: 71-80.

- Loya-Salinas, D. H. & A. A. Escofet. 1990. Aportación al cálculo del Índice del Valor Biológico (Sanders, 1960). *Cienc. Mar.* 16 (2): 97-115.
- Luckhurst, B. E. & K. Luckhurst. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef communities. *Mar. Biol.* 49: 317-323
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. (1988). Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York. 337 pp.
- Margalef, D. R. 1981. Ecología. (5ª Ed.) Omega. Barcelona, España. 951pp.
- Martin-Smith, K.M. 1993. Abundance of mobile epifauna: the role of habitat complexity and predation by fishes. *J. Exp. Mar Biol. Ecol.*, 174: 243-260.
- McClanahan, T. R. 1994. Kenyan coral reef lagoon fish: effects of fishing, substrate complexity, and sea urchins. *Coral Reefs* 13, 231–241.
- McComick, M. I. 1994. Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with tropical reef fish assemblage. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112: 87-96.
- Molles, M. C. 1978. Fish species diversity on model and natural reef patches: experimental insular biogeography. *Ecol. Monogr.* 48: 289-305.
- Montgomery, W. L., T. Gerrodette. & L. D. Marshall. 1980. Effects of grazing by the yellowtail surgeonfish, *Prionurus punctatus*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 30 (4): 901-908.
- Montgomery W. L. 1980a. Comparative feeding ecology of two herbivorous damselfish (Pomacentridae:Teleostei) from the Gulf of California, Mexico. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 47:9-24.
- Montgomery W. L. 1980b. The impact of non-selective grazing by the giant blue damselfish *Microspathodon dorsalis*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 30: 290-303.

- Moreno-Sánchez, X. G. 2004. *Estructura comunitaria e interrelaciones tróficas de los peces de Bahía Almejas Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 97 pp.
- Moreno-Sánchez, X. G., L. Abitia- Cárdenas A, Favila A; Gutiérrez-Sanchez F J & Palacios-Salgado D S. 2009. Ecología trófica del pez *Arothron meleagris* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) en el arrecife de Los Frailes, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 57(1-2):113-123.
- Munday, P. L., G. P. Jones & M.J. Caley. 1997. Habitat specialization and the distribution and abundance of coral-dwelling gobies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 152: 227-239
- Munday, P. L. 2000. Interactions between habitat use and patterns of abundance in coral-dwelling fishes. *Env. Biol. Fishes.* 58: 355-369
- Nannini, M. A. & M. C. Belk. 2006. Antipredador responses of two native stream fishes to an introduced predator: does similarity in morphology predict similarity in behavioral response?. *Ecol. Freshw. Fish.* 15: 453-463.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. 4a ed. New Jersey: John Wiley. 601 pp.
- Ogden, J. C. & P. S. Lobel. 1978. The role of herbivorous fishes and urchins in coral reef communities. *Inv. Biol. Fish.* 3(1): 49-63.
- Öhman, M. C. & A. Rajasuriya. 1998. Relationship between habitat structure and fish communities on coral and sandstone reefs. *Env. Biol. Fish.*, 53: 19-31.
- Ormond, R. F. G., J. M. Roberts & R. Q. Jan. 1996. Behavioral differences in microhabitat use by damselfishes (Pomacentridae): Implications for reef fish biodiversity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 202: 85-95
- Palacios-Salgado, D. S. 2005. *Asociaciones de peces en los arrecifes rocosos de la Bahía de Acapulco, Guerrero, México*. Tesis de Maestría. CICIMAR, La Paz, B. C. S. 109pp.
- Paredes, G. A. 2000. *Reclutamiento de peces de arrecife en Los Islotes, B.C.S., México*. Tesis de Licenciatura. UABCS. 52 pp.

- Parker R. O., A. J. Chester & R. S. Nelson. 1994. A video transect method for estimating reef fish abundance, composition, and habitat utilization at Gray's Reef national marine sanctuary, Georgia. *Fish. Bull.* 92:787-799.
- Pérez-España, H., F. Galván-Magaña & L. A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales de la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. *Cienc. Mar.* 22(3): 273-294.
- Pérez-España, H. & L. A. Abitia-Cárdenas. 1996. Description of the digestive tract and feeding habits of the king angelfish and the Cortes angelfish. *J. Fish Biol.* 48: 807–817.
- Pérez-España, H. 1994. *Hábitos alimentarios del ángel real Holacanthus passer Valenciennes, 1846 y del ángel de Cortés Pomacanthus zonipectus gill, 1863 (osteichthyes: pomacanthidae) en la Costa Sur-Occidental del Golfo de California.* Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN 84 pp.
- Persson, L. 1993. Predador-mediated competition in prey refuges: the importance of habitat dependent prey resources. *Oikos* 68:12-22.
- Petchey O. L. & K. J. Gaston. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community. *Ecol Let.* 5: 402 -411.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity.* Wiley interscience. Nueva York. 142 p.
- Pinkas, L., S. M. Oliphant, & I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish. Bull.* 152: 105.
- Pouilly, M. Barrera S. & C. Rasales. 2006 . Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). *J. Fish Biol.* 68: 137-156.
- Randall, J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. trop. Oceanogr.*, Vol. 5: 665-847.

- Raymundo- Huizar, A. R. 2000. *Análisis de la dieta de los peces demersales de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. 89 pp.
- Reyes-Bonilla, H. 1997. Cabo Pulmo reef: a new marine reserve in the Gulf of California. *Conserv. Biol.* 11: 827
- Reyes-Bonilla, H. 2001. Effects of the 1997-1998 El Niño-Southern Oscillation on coral communities of the Gulf of California. *Bull. Mar. Sci.* 69: 251-266.
- Reyes-Bonilla, H y Calderón Aguilera, L. 1999. Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo Reef, Gulf of California, Mexico. *Mar. Ecol.* 20 (3-4): 347-357
- Reynolds, W. W. & L. J. Reynolds. 1977. Observations on food habits of the angelfishes, *Pomacanthus zonipectus* and *Holocanthus passer* in the Gulf of California. *Calif. Fish & Game* 63: 124–125
- Riegl, B. M., J. Halfar, S. J. Purkis & L. Godinez-Ortega. 2007. Sedimentary facies of the Eastern Pacific northernmost reef-like setting (Cabo Pulmo). *Mar. Geology.* 236: 61-77.
- Risk, M. J. 1972. Fish diversity on a coral reef in the Virgin Islands. *Atoll Research Bulletin* 153: 1–6.
- Roberts, C. M & R. F. G. Ormond. 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 41: 1-8.
- Roberts, C. M. & R. F .G. Ormond. 1992. Butterflyfish social behaviour, with special referente to the incidence of territoriality: a review. *Env. Biol. Fishes.* 34:79-93.
- Robertson, D. R. & G. R. Allen. 2002. Shore fishes of the Tropical Eastern Pacific: an informationsystem. CD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.

- Robertson, D. R., J. S. Grove. & J. E. McCosker. 2004. Tropical transpacific shore fishes. *Pacific Science*. 58(4): 507-565.
- Robinson, J. & A. A. Thomson. 1992. Status of the Pulmo Coral Reefs in the lower Golfo California. *Environ. Conserv.* 19: 261-264
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf California. *In: Marine geology of the Gulf California*. T.H. van Andel and G.G. Shore, Jr., eds. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:30-58.
- Romero-Ponce. R. C. 2002. *Estructura comunitaria de peces asociados a cabezas de coral en cuatro localidades de Bahía de La Paz, B.C.S., México*. Tesis de Licenciatura. UABCS. 97 pp.
- Rong-Quen, J. 2000. Resource Limitation Underlying Reproductive Strategies of Coral Reef Fishes: A Hypotesis. *Zool. Stud.*, 39(3):266-274.
- Rong-Quen, J. & R. F. G. Ormond. 1992. Spawning of damselfishes on the Northern coast of Taiwan, with emphasis on spawning site distribution. *Bull. Inst. Zool.*, 31(4):231-245.
- Ruitton S., Francour P., & Boudouresque C. F. 2000. Relationships between algae, benthic herbivorous invertebrates and fishes in rocky sublittoral communities of a températe sea (Mediterranean). *Est. Coast. Shelf Sci.* 50:217-230.
- Russo, A. R. 1987. Role of habitat complexity in mediating predation by the gray damselfish *Abudefduf sordidus* on epiphytal amphipods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 36:101-105.
- Sale, P. F. 1991. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, San Diego. 754 pp.
- Sale P. F. 1997. Visual census of fishes: How well do we see what is there? Proc 8th Int. Coral Reef sym. 2: 1435-1440.
- Sale, P. F. & R. Dybdahl. 1975. Determinants of community structure for coral ref. fish in an experimental habitat. *Ecology*, 56: 1343-1355.

- Sale, P. F & W. A. Douglas. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and the relation of community structure to reef structure. *Ecology*. 65: 409-422.
- Sánchez Ortiz, C., Arreola Robles J. L., Aburto Oropeza O. & M. Cortés Hernández 1997. Peces de arrecife de la región de La Paz, B.C.S., *En La Bahía de La Paz. Investigación y Conservación*. Urbán R. J. y M. Ramirez R. (Eds.) U.A.B.C.S. PRONATURA.
- Sano, M, M. Shimizu & Y. Nose. 1984. Changes in structure of coral for coral reef fish communities by destruction of hermatypic coral: observational and experimental view. *Pacific Sci.*, 38: 51-79.
- Shimatani, K. 2001. On the measurement of species diversity incorporating species differences. *Oikos* 93: 135-147.
- Shulman M. J. 1984. Resource limitation and recruitment patterns in a coral reef fish assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Eco.* 174: 85–109
- Sierra, L. M., R. Claro., J. P. García-Arteaga. & E. Valdés-Muñoz. 1990. Estructura trófica de las comunidades de peces que habitan en diferentes biótopos del Golfo de Batabanó. *En: Asociaciones de peces en el Golfo de Batabanó* (R. Claro, ed.). Editorial Academia. La Habana. 83-95pp.
- Simberloff D. & Dayan T. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Ann Rev Ecol Syst* 22 :115-143.
- Smith M. P. L. 1988. Effects of observer swimming speed on sample counts of temperate rocky reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 43: 223-231.
- Sponaugle S. Cowen, R. K. Shanks A., Morgan S. G. Leis, J. M. Pineda J., Boehlert G.W. 2002. Predicting self-recruitment in marine populations: biophysical correlates and mechanisms. *Bull. Mar. Sci.* 70 (Suppl): 341- 375.

- Talbot, F. H., B. S. Russell & G. R. Anderson. 1978. Coral reef fish communities: unstable, high diversity systems? *Ecol. Monogr.* 48 (4): 425-440.
- Thomson, D. A. & C. E. Lehner. 1976. Resilience of a rocky intertidal fish community in a physically unstable environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 22: 1-29.
- Thomson, D. A., L. T. Findley & A. N. Kerstitch . 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Arizona Press, 302 pp.
- 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.
- Trujillo Millán, O. 2003. *Reclutamiento de peces de arrecife en Isla Cerralvo y Punta Perico, B.C.S., México*. Tesis de Maestría, CICIMAR, La Paz B.C.S. 84 pp.
- Vega-Cendejas, M. E. 1998. *Trama trófica de la comunidad neotónica asociada al ecosistema de manglar en el litoral norte de Yucatán*. Tesis Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 170 pp.
- Victor, B. C. & G. M. Wellington. 2000. Endemism and the pelagic larval duration of reef fishes in the eastern Pacific Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 205: 241-248
- Viesca-Lobatón, C. 2003. *Cambios temporales en la estructura comunitaria de peces de arrecifes rocosos en la parte Sur-Occidental del Golfo de California*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S., México. 75 p.
- Viesca-Lobatón, C. E. F. Balart, A González-Cabello. I. Mascareñas-Osorio, H. Reyes-Bonilla y E. Torreblanca. 2007. Los peces de arrecife de Bahía de Los Angeles Golfo de California. *En: Danemann, G. Y Ezcurra (eds). Bahía de Los Angeles: Recursos Naturales y Comunidad*. Instituto Nacional de Ecología. (INE/PRONATURA NOROESTE).

- Villegas-Sánchez, C. A., Abitia-Cárdenas, L. A., Gutiérrez-Sánchez, F. J. & F. Galvan-Magaña. 2009. Rocky-reef fish assemblage at San José, México. *Rev. Mex. Biodiv.* 80 169 -189.
- Villareal-Cavazos. A. 1988. *Distribución y diversidad de peces en el arrecife corlino de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S.* Tesis de Licenciatura, UABCS, La Paz B.C.S. 144 pp.
- Villareal-Cavazos, A., H. Reyes Bonilla., B. Bermúdez Almada & O. Arizpe Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Rev. Biol. Trop.* 48(2/3): 413-424
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematics Zoology.* 9(3-4):123-133.
- Warwick, R. M. & K. R. Clarke. 1995. New “biodiversity” measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 129: 301-305.
- Warwick, R. M. & K. R. Clarke. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35: 532-543.
- Wellington, G.M. 1982. Depth zonation of corals in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes. *Ecol. Monog.* 52(3):223-241.
- Wellington, G. M. & B. C. Victor. 1988. Variation in components of reproductive success in an under saturated population of coral reef damselfish: a field perspective. *American Naturalist.* 131:588-601.
- Werner, E. E. & D. J. Hall. 1988. Ontogenetic habitat shifts in bluegill: the foraging rate-predation risk trade-off. *Ecology*, 69: 1352–1366.
- Willis, S. C. K. O. Winemiller & H Lopez-Fernandez. 2005. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia.* 142: 284-295.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall. E. U. A. 404 pp.

Yáñez-Arancibia, A. & R. S. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Cent. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Auton. Mex.* México. 4 (1): 107-114

Tabla 1.- Lista sistemática de los peces del arrecife de Los Frailes, conteniendo el nombre científico y común, su abundancia, frecuencia, categoría trófica, nivel trófico, posición en la columna del agua, tipo de aleta, longitud promedio, y dieta de cada especie.

	Nombre común	Abundancia	Frecuencia	Clasificación	ACEH	BCEH	Categoría Trófica
PHYLUM CHORDATA							
SUBPHYLUM VERTEBRATA							
CLASE CHONDRICHTHYES							
SUBCLASE ELASMOBRANCHII							
ORDEN MYLIOBATIFORMES							
FAMILIA MYLIOBATIDAE							
<i>Rhinoptera steindachneri</i> Evermann & Jenkins, 1892	gavilán dorado	7	1	Raras	O	X	Zoobentivoro
CLASE ACTINOPTERYGII							
SUBCLASE NEOPTERYGII							
ORDEN ELOPIFORMES							
FAMILIA ELOPIDAE							
<i>Elops affinis</i> Regan, 1909	machete del Pacífico	46	4	Comunes	O	O	Piscívoros
ORDEN ANGUILLIFORMES							
SUBORDEN MURAENOIDEI							
FAMILIA MURAENIDAE							
<i>Gymnothorax castaneus</i> (Jordan & Gilbert, 1883)	morena verde panámica	20	13	Raras	O	O	Piscívoros
<i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842	morena pinta	4	4	Raras	O	X	Piscívoros
ORDEN AULOPIFORMES							
SUBORDEN SYNODONTOIDEI							
FAMILIA SYNODONTIDAE							
<i>Synodus lacertinus</i> Gilbert, 1890	chile lagarto	3	3	Raras	O	X	Piscívoros
ORDEN BERYCIFORMES							
SUBORDEN BERYCOIDEI							
FAMILIA HOLOCENTRIDAE							
<i>Myripristis leiognathos</i> Valenciennes, 1846	soldado panámico	17	8	Raras	O	O	Zooplactivoro
<i>Sargocentron suborbitalis</i> (Gill, 1863)	candil sol	64	15	Comunes	O	O	Zoobentivoro
ORDEN GASTEROSTEIFOMES							

	Nombre común	Abundancia	Frecuencia	Clasificación	ACEH	BCEH	Categoría Trófica	
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI								
FAMILIA FISTULARIIDAE								
	<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	corneta pintada	160	31	Comunes	O	O	Piscívoros
ORDEN SCORPAENIFORMES								
SUBORDEN SCORPAENOIDEI								
FAMILIA SCORPAENIDAE								
	<i>Scorpaena mystes</i> Jordan & Starks, 1895	escorpión roquero	24	8	Raras	O	O	Zoobentivoro
ORDEN PERCIFORMES								
SUBORDEN PERCOIDEI								
FAMILIA SERRANIDAE								
	<i>Alphestes multiguttatus</i> (Günther, 1867)	guaseta rayada	11	5	Raras	O	O	Piscívoros
	<i>Cephalopholis panamensis</i> (Steindachner, 1877)	cabrilla enjambre	80	24	Comunes	O	X	Piscívoros
	<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840)	cabrilla piedra	42	26	Comunes	O	O	Piscívoros
	<i>Mycteroperca rosacea</i> (Streets, 1877)	cabrilla sardinera	83	23	Comunes	O	O	Piscívoros
	<i>Paranthias colonus</i> (Valenciennes, 1846)	sandía	157	23	Comunes	O	O	Zooplactívoro
	<i>Rypticus nigripinnis</i> Gill, 1861	jabonero doble punteado	8	4	Raras	O	O	Piscívoros
	<i>Serranus</i> spp	serrano de Socorro	1	1	Raras	O	O	Piscívoros
	<i>Serranus psittacinus</i> Valenciennes, 1846	serrano guaseta	155	30	Comunes	O	O	Piscívoros
FAMILIA APOGONIDAE								
	<i>Apogon retrosella</i> (Gill, 1862)	cardenal de Cortés	229	14	Comunes	O	O	Zooplactívoro
FAMILIA NEMATISTIIDAE								
	<i>Nematistius pectoralis</i> Gill, 1862	papagallo	3	1	Raras	O	X	Piscívoros
FAMILIA CARANGIDAE								
	<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	jurel bonito	93	11	Comunes	O	O	Zoobentivoro
	<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867	jurel toro	176	3	Comunes	O	O	Piscívoros
	<i>Caranx melampygus</i> Cuvier, 1833	jurel aleta azul	60	9	Comunes	O	O	Piscívoros
	<i>Gnathanodon speciosus</i> (Forsskål, 1775)	jurel dorado	57	8	Comunes	O	O	Zoobentivoro
	<i>Trachinotus rhodopus</i> Gill, 1863	pámpano fino	109	13	Comunes	O	O	Zoobentivoro
FAMILIA LUTJANIDAE								
	<i>Hoplopagrus guentherii</i> Gill, 1862	pargo coconaco	22	9	Raras	O	O	Piscívoros
	<i>Lutjanus viridis</i> (Valenciennes, 1846)	pargo azul-dorado	417	34	Frecuentes	O	O	Piscívoros
FAMILIA GERREIDAE								

	Nombre común	Abundancia	Frecuencia	Clasificación	ACEH	BCEH	Categoría Trófica
<i>Gerres simillimus</i> Reagan, 1907	mojarra trompetera	4	2	Raras	0	0	Zoobentivoro
FAMILIA HAEMULIDAE							
<i>Haemulon flaviguttatum</i> Gill, 1862	burro de Cortés	569	6	Raras	0	0	Zoobentivoro
<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)	burro rasposo	201	10	Comunes	0	0	Zoobentivoro
<i>Haemulon sexfasciatum</i> Gill, 1862	burro almejero	53	8	Comunes	0	0	Zoobentivoro
<i>Microlepidotus inornatus</i> Gill, 1862	ronco rayadillo	365	15	Frecuentes	0	0	Zoobentivoro
FAMILIA MULLIDAE							
<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)	chivo barbón	440	30	Frecuentes	0	0	Zoobentivoro
FAMILIA KYPHOSIDAE							
<i>Kyphosus analogus</i> (Gill, 1862)	chopa rayada	4	3	Raras	0	0	Herbívoros
<i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869)	chopa de Cortés	36	8	Raras	0	0	Herbívoros
FAMILIA CHAETODONTIDAE							
<i>Chaetodon humeralis</i> Günther, 1860	mariposa muñeca	72	17	Comunes	0	0	Omnívoros
<i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862)	mariposa barbero	86	24	Comunes	0	0	Omnívoros
FAMILIA POMACANTHIDAE							
<i>Holacanthus clarionensis</i> Gilbert, 1891	ángel de Clarión	104	20	Comunes	0	0	Omnívoros
<i>Holacanthus passer</i> Valenciennes, 1846	ángel real	682	72	Frecuentes	0	0	Omnívoros
FAMILIA CIRRHIRIDAE							
<i>Cirrhichthys oxycephalus</i> (Bleeker, 1855)	halcón de coral	471	51	Frecuentes	0	0	Zoobentivoro
<i>Cirrhites rivulatus</i> Valenciennes, 1846	chino mero	13	6	Raras	0	0	Zoobentivoro
SUBORDEN LABROIDEI							
FAMILIA POMACENTRIDAE							
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill, 1862)	petaca banderita	1340	56	Frecuentes	0	0	Zooplactivoro
<i>Chromis atrilobata</i> Gill, 1862	castañeta cola de tijera	4444	62	Abundantes	0	0	Zooplactivoro
<i>Chromis limbaughi</i> Greenfield & Woods, 1980	castañeta mexicana	256	14	Comunes	0	0	Zooplactivoro
<i>Microspathodon bairdii</i> (Gill, 1862)	jaqueta vistosa	8	2	Raras	0	0	Omnívoros
<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)	jaqueta gigante	716	49	Frecuentes	0	0	Omnívoros
<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler, 1944)	jaqueta acapulqueña	68	9	Comunes	0	0	Omnívoros
<i>Stegastes flavilatus</i> (Gill, 1862)	jaqueta de dos colores	208	43	Comunes	0	0	Omnívoros
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill, 1862)	jaqueta de Cortés	1182	56	Frecuentes	0	0	Omnívoros
FAMILIA LABRIDAE							
<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862)	vieja mexicana	570	53	Frecuentes	0	0	Zoobentivoro

	Nombre común	Abundancia	Frecuencia	Clasificación	ACEH	BCEH	Categoría Trófica
<i>Halichoeres chierchiae</i> di Caporiacco, 1947	señorita herida	25	9	Raras	O	O	Zoobentivoro
<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)	señorita camaleón	521	29	Frecuentes	O	O	Zoobentivoro
<i>Halichoeres melanotis</i> (Gilbert, 1890)	señorita dorada	37	4	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	señorita solterona	60	17	Raras	O	O	Zoobentivoro
<i>Halichoeres notospilus</i> (Günther, 1864)	señorita listada	196	11	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres, 1859)	señorita piedrera	243	3	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Novaculichthys taeniourus</i> (Lacepède, 1801)	cuchillo dragón	12	4	Raras	O	O	Omnívoros
<i>Thalassoma grammaticum</i> Gilbert, 1890	señorita crepúsculo	1040	62	Frecuentes	O	O	Omnívoros
<i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1862)	arcoíris de Cortés	12337	88	Abundantes	O	O	Omnívoros
<i>Xyrichtys pavo</i> Valenciennes, 1840		13	5	Raras	O	O	Omnívoros
FAMILIA SCARIDAE							
<i>Nicholsina denticulata</i> (Evermann & Radcliffe, 1917)	pococho beriquete	117	10	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Scarus compressus</i> (Osborn & Nichols, 1916)	loro chato	164	22	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Scarus ghobban</i> Forsskål, 1775	loro barbazu	251	48	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Scarus perrico</i> Jordan & Gilbert, 1882	loro jorobado	226	46	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Scarus rubroviolaceus</i> Bleeker, 1847	loro bicolor	113	22	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Scarus</i> (<i>Calotomus</i> spp.)	pococho perico	36	6	Comunes	O	O	Herbívoros
SUBORDEN BLENNIOIDEI							
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE							
<i>Crocodylichthys gracilis</i> Allen & Robertson, 1991	lagartija tres aletas	2	2	Raras	O	O	Zoobentivoro
FAMILIA BLENNIIDAE							
<i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan & Evermann, 1898	borracho mono	57	17	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Plagiotremus azaleus</i> (Jordan & Bollman, 1890)	diente sable	377	33	Frecuentes	O	O	Parásitos
FAMILIA LABRISOMIDAE							
<i>Labrisomus multiporosus</i> Hubbs, 1953	trambollo cabeza porosa	41	6	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Labrisomus xanti</i> Gill, 1860	chalapo	3	3	Raras	O	O	Zoobentivoro
<i>Malacoctenus hubbsi</i> Springer, 1959	trambollo rojo	1	1	Raras	O	X	Zoobentivoro
<i>Malacoctenus margaritae</i> (Fowler, 1944)	trambollo margarita	5	2	Raras	O	X	Zoobentivoro
SUBORDEN ACANTHUROIDEI							
FAMILIA ZANCLIDAE							
<i>Zanclus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)	ídolo moro	79	20	Comunes	O	O	Zoobentivoro

	Nombre común	Abundancia	Frecuencia	Clasificación	ACEH	BCEH	Categoría Trófica
FAMILIA ACANTHURIDAE							
<i>Acanthurus nigricans</i> (Linnaeus, 1758)	cirujano cariblanco	4	2	Raras	O	O	Herbívoros
<i>Acanthurus triostegus</i> (Linnaeus, 1758)	cirujano reo	307	17	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Acanthurus xanthopterus</i> Valenciennes, 1835	cirujano aleta amarilla	198	25	Comunes	O	O	Herbívoros
<i>Prionurus laticlavus</i> (Valenciennes, 1846)	cochinito barbero	140	9	Frecuentes	O	O	Herbívoros
<i>Prionurus punctatus</i> Gill, 1862	cochinito punteado	2654	75	Comunes	O	O	Herbívoros
SUBORDEN SCOMBROIDEI							
FAMILIA SCOMBRIDAE							
<i>Euthynnus lineatus</i> Kishinouye, 1920	barrilete negro	3	2	Raras	O	X	Piscívoros
ORDEN TETRAODONTIFORMES							
SUBORDEN BALISTOIDEI							
FAMILIA BALISTIDAE							
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	cochi	42	8	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895)	cochito bota	104	20	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks, 1904)	cochito naranja	360	60	Frecuentes	O	O	Zoobentivoro
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI							
FAMILIA TETRAODONTIDAE							
<i>Arothron hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	botete panza rayada	14	7	Raras	O	O	Zoobentivoro
<i>Arothron meleagris</i> (Lacèpede, 1798)	botete aletas punteadas	526	76	Frecuentes	O	O	Omnívoros
<i>Canthigaster punctatissima</i> (Günther, 1870)	botete bonito	370	46	Frecuentes	O	O	Omnívoros
<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner, 1870)	botete verrugoso	3	3	Raras	O	X	Zoobentivoro
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI							
FAMILIA DIODONTIDAE							
<i>Chilomycterus reticulatus</i> Linnaeus, 1758	pez erizo enano	42	3	Comunes	O	X	Zoobentivoro
<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	pez erizo mapache	125	44	Comunes	O	O	Zoobentivoro
<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	pez erizo pecosó	99	12	Comunes	O	X	Zoobentivoro

	Nivel Trófico	Posición en el arrecife	Long. Prom.	Tipo de aleta	Anthozoa	Copepoda	Tunicados	Opisthobranchia
PHYLUM CHORDATA								
SUBPHYLUM VERTEBRATA								
CLASE CHONDRICHTHYES								
SUBCLASE ELASMOBRANCHII								
ORDEN MYLIOBATIFORMES								
FAMILIA MYLIOBATIDAE								
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	3.55	Fondo media columna	50	80				
CLASE ACTINOPTERYGII								
SUBCLASE NEOPTERYGII								
ORDEN ELOPIFORMES								
FAMILIA ELOPIDAE								
<i>Elops affinis</i>	4.03	Media columna superficie	55	100				
ORDEN ANGUILLIFORMES								
SUBORDEN MURAENOIDEI								
FAMILIA MURAENIDAE								
<i>Gymnothorax castaneus</i>	4.03	Fondo	70	5				
<i>Muraena lentiginosa</i>	3.94	Fondo	40	5				
ORDEN AULOPIFORMES								
SUBORDEN SYNODONTOIDEI								
FAMILIA SYNODONTIDAE								
<i>Synodus lacertinus</i>	4.2	Fondo	15	20				
ORDEN BERYCIFORMES								
SUBORDEN BERYCOIDEI								
FAMILIA HOLOCENTRIDAE								
<i>Myripristis leiognathos</i>	3.1	Fondo media columna	11.89	80		8		
<i>Sargocentron suborbitalis</i>	3.5	Fondo media columna	17	80				
ORDEN GASTEROSTEIFOMES								
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI								
FAMILIA FISTULARIIDAE								
<i>Fistularia commersonii</i>	4.28	Media columna superficie	80	80				

	Nivel Trófico	Posición en el arrecife	Long. Prom.	Tipo de aleta	Anthozoa	Copepoda	Tunicados	Opisthobranchia
ORDEN SCORPAENIFORMES								
SUBORDEN SCORPAENOIDEI								
FAMILIA SCORPAENIDAE								
<i>Scorpaena mystes</i>	3.95	Fondo	25	40				
ORDEN PERCIFORMES								
SUBORDEN PERCOIDEI								
FAMILIA SERRANIDAE								
<i>Alphestes multiguttatus</i>	3.5	Fondo	20	10				
<i>Cephalopholis panamensis</i>	4.02	Fondo	25	20				
<i>Epinephelus labriformis</i>	4	Fondo	30	40				
<i>Mycteroperca rosacea</i>	4.5	Fondo media columna	40	40				
<i>Paranthias colonus</i>	4.01	Media columna superficie	15	80				
<i>Rypticus nigripinnis</i>	4.06	Fondo	18	40				
<i>Serranus spp</i>	4	Fondo media columna	15	40				
<i>Serranus psittacinus</i>	4	Fondo media columna	15	40				
FAMILIA APOGONIDAE								
<i>Apogon retrosella</i>	3.5	Fondo media columna	8.38	40		9.1		
FAMILIA NEMATISTIIDAE								
<i>Nematistius pectoralis</i>	4.5	Superficie	50	100				
FAMILIA CARANGIDAE								
<i>Caranx caballus</i>	4.01	Media columna superficie	40	100				
<i>Caranx caninus</i>	3.9	Media columna superficie	40	100				
<i>Caranx melampygus</i>	4.28	Media columna superficie	38	100				
<i>Gnathanodon speciosus</i>	3.84	Media columna superficie	50	100				
<i>Trachinotus rhodopus</i>	4	Media columna superficie	30	100				
FAMILIA LUTJANIDAE								
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	3.85	Fondo media columna	30	40				
<i>Lutjanus viridis</i>	4.16	Fondo media columna	30	40				
FAMILIA GERREIDAE								
<i>Gerres simillimus</i>	3.2	Fondo media columna	17	80				

	Nivel Trófico	Posición en el arrecife	Long. Prom.	Tipo de aleta	Anthozoa	Copepoda	Tunicados	Opisthobranchia
FAMILIA HAEMULIDAE								
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	3.4	Fondo media columna	30	80		2.5		
<i>Haemulon maculicauda</i>	3.4	Fondo media columna	25	80				
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	3.4	Fondo media columna	23	80				
<i>Microlepidotus inornatus</i>	3.55	Fondo media columna	25	80				
FAMILIA MULLIDAE								
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	3.69	Fondo media columna	27	80				
FAMILIA KYPHOSIDAE								
<i>Kyphosus analogus</i>	2	Fondo media columna	20	40				
<i>Kyphosus elegans</i>	2.94	Fondo media columna	20	40				
FAMILIA CHAETODONTIDAE								
<i>Chaetodon humeralis</i>	2.72	Fondo media columna	13	20		33.3		
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	2.97	Fondo media columna	15	20			10	
FAMILIA POMACANTHIDAE								
<i>Holacanthus clarionensis</i>	2.64	Media columna superficie	13	40			2.5	
<i>Holacanthus passer</i>	2.61	Fondo media columna	17	40				
FAMILIA CIRRHIRIDAE								
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	3.96	Territorialista	7	40				7.1
<i>Cirrhites rivulatus</i>	4.02	Fondo	22	40		20		
SUBORDEN LABROIDEI								
FAMILIA POMACENTRIDAE								
<i>Abudefduf troschelii</i>	2.95	Superficie	15	40	41.7	13.6	7.1	5.3
<i>Chromis atrilobata</i>	3.4	Media columna superficie	10	100		87.8	3.2	
<i>Chromis limbaughi</i>	3.4	Fondo media columna	11	80		58		
<i>Microspathodon bairdii</i>	2.5	Fondo	19	40				
<i>Microspathodon dorsalis</i>	2.56	Fondo	19	80				
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	2.5	Territorialista	10	80	3.4	2.8	0.6	
<i>Stegastes flavilatus</i>	2.5	Territorialista	10	80				
<i>Stegastes rectifraenum</i>	2.9	Territorialista	12	80		3.83		
FAMILIA LABRIDAE								
<i>Bodianus diplotaenia</i>	3.44	Fondo media columna	22	40				

	Nivel Trófico	Posición en el arrecife	Long. Prom.	Tipo de aleta	Anthozoa	Copepoda	Tunicados	Opisthobranchia
<i>Halichoeres chierchiae</i>	3.53	Fondo media columna	10	40				
<i>Halichoeres dispilus</i>	3.5	Fondo media columna	12	40		3.3	8.8	
<i>Halichoeres melanotis</i>	3.5	Fondo	9	40				
<i>Halichoeres nicholsi</i>	4	Fondo media columna	13	40		12		
<i>Halichoeres notospilus</i>	3.52	Fondo media columna	12	40				
<i>Halichoeres semicinctus</i>	3.26	Fondo media columna	13	40				
<i>Novaculichthys taeniourus</i>	3.25	Fondo media columna	15	20				
<i>Thalassoma grammaticum</i>	3.5	Fondo media columna	13	80		18.8		
<i>Thalassoma lucasanum</i>	3.45	Fondo media columna	10	80		0.36		
<i>Xyrichtys pavo</i>	3.5	Fondo	15	40				
FAMILIA SCARIDAE								
<i>Nicholsina denticulata</i>	2	Fondo media columna	15	20				
<i>Scarus compressus</i>	2	Fondo media columna	30	40				
<i>Scarus ghobban</i>	2.25	Fondo media columna	30	80				
<i>Scarus perrico</i>	2	Fondo media columna	35	40				
<i>Scarus rubroviolaceus</i> Bleeker, 1847	2	Fondo media columna	28	40				
<i>Scarus (Calotomus spp.)</i>	2.5	Fondo media columna	30	40				
SUBORDEN BLENNIOIDEI								
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE								
<i>Crocodilichthys gracilis</i>	2.72	Fondo	7	5				
FAMILIA BLENNIIDAE								
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	2.74	Territorialista	11	5				
<i>Plagiotremus azaleus</i>	4.42	Fondo media columna	7	40				
FAMILIA LABRISOMIDAE								
<i>Labrisomus multiporosus</i>	3.5	Fondo	10	40				
<i>Labrisomus xanti</i>	3.5	Fondo	11	40				
<i>Malacoctenus hubbsi</i>	3.5	Fondo	7	20				
<i>Malacoctenus margaritae</i>	3.5	Fondo	5	20				
SUBORDEN ACANTHUROIDEI								
FAMILIA ZANCLIDAE								
<i>Zanclus cornutus</i>	2.49	Fondo media columna	15	20				

	Nivel Trófico	Posición en el arrecife	Long. Prom.	Tipo de aleta	Anthozoa	Copepoda	Tunicados	Opisthobranchia
FAMILIA ACANTHURIDAE								
<i>Acanthurus nigricans</i>	2	Fondo media columna	17	80				
<i>Acanthurus triostegus</i>	2.78	Fondo media columna	22	80				
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	2.41	Fondo media columna	35	80		7.4		
<i>Prionurus laticlavus</i>	2	Fondo media columna	32	40				
<i>Prionurus punctatus</i>	2	Fondo media columna	30	40				
SUBORDEN SCOMBROIDEI								
FAMILIA SCOMBRIDAE								
<i>Euthynnus lineatus</i>	3.83	Superficie	60	100				
ORDEN TETRAODONTIFORMES								
SUBORDEN BALISTOIDEI								
FAMILIA BALISTIDAE								
<i>Balistes polylepis</i>	3.34	Fondo media columna	30	40				
<i>Pseudobalistes naufragium</i>	3.37	Fondo media columna	40	40				
<i>Sufflamen verres</i>	3.27	Fondo media columna	25	40				
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI								
FAMILIA TETRAODONTIDAE								
<i>Arothron hispidus</i>	3.1	Fondo media columna	18	20			33.7	
<i>Arothron meleagris</i>	3.06	Fondo media columna	20	20				
<i>Canthigaster punctatissima</i>	2.85	Fondo	8.41	20				
<i>Sphoeroides lobatus</i>	3.7	Fondo media columna	13	20		5	5	
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI								
FAMILIA DIODONTIDAE								
<i>Chilomycterus reticulatus</i>	3.45	Fondo media columna	19					
<i>Diodon holocanthus</i>	3.31	Fondo media columna	20	10				
<i>Diodon hystrix</i>	3.61	Fondo media columna	15	10				

	Rhodophyta	Phaeophyte s	Chlorophyceae	Polyqueto s	Huevo de peces	Pece s	Moni	Chaetognato s	Salpa s	Hydrozo a	Amphipodo s
PHYLUM CHORDATA											
SUBPHYLUM VERTEBRATA											
CLASE CHONDRICHTHYES											
SUBCLASE ELASMOBRANCHII											
ORDEN MYLIOBATIFORMES											
FAMILIA MYLIOBATIDAE											
<i>Rhinoptera steindachneri</i>											
CLASE ACTINOPTERYGII											
SUBCLASE NEOPTERYGII											
ORDEN ELOPIFORMES											
FAMILIA ELOPIDAE											
<i>Elops affinis</i>						82.2					
ORDEN ANGUILLIFORMES											
SUBORDEN MURAENOIDEI											
FAMILIA MURAENIDAE											
<i>Gymnothorax castaneus</i>						33					
<i>Muraena lentiginosa</i>						60					
ORDEN AULOPIFORMES											
SUBORDEN SYNODONTOIDEI											
FAMILIA SYNODONTIDAE											
<i>Synodus lacertinus</i>						94.5					
ORDEN BERYCIFORMES											
SUBORDEN BERYCOIDEI											
FAMILIA HOLOCENTRIDAE											
<i>Myripristis leiognathos</i>				15		4.6					
<i>Sargocentron suborbitalis</i>				13							
ORDEN GASTEROSTEIFOMES											
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI											
FAMILIA FISTULARIIDAE											
<i>Fistularia commersonii</i>						100					

	Rhodophyta	Phaeophyte s	Chlorophyceae	Polyquetos	Huevo de peces	Pece s	Moni	Chaetognato s	Salpa s	Hydrozo a	Amphipodo s
ORDEN SCORPAENIFORMES											
SUBORDEN SCORPAENOIDEI											
FAMILIA SCORPAENIDAE											
<i>Scorpaena mystes</i>						42.2					
ORDEN PERCIFORMES											
SUBORDEN PERCOIDEI											
FAMILIA SERRANIDAE											
<i>Alphesthes multiguttatus</i>						7					
<i>Cephalopholis panamensis</i>						46					
<i>Epinephelus labriformis</i>						39.4					
<i>Mycteroperca rosacea</i>						100					
<i>Paranthias colonus</i>				0.07		1.54					
<i>Rypticus nigripinnis</i>						47.9					
<i>Serranus spp</i>						44.2					
<i>Serranus psittacinus</i>						71.9	1.7				
FAMILIA APOGONIDAE											
<i>Apogon retrosella</i>				3.7							
FAMILIA NEMATISTIIDAE											
<i>Nematistius pectoralis</i>						98.18					
FAMILIA CARANGIDAE											
<i>Caranx caballus</i>						100					
<i>Caranx caninus</i>						70					
<i>Caranx melampygus</i>						87					
<i>Gnathanodon speciosus</i>						87.1					
<i>Trachinotus rhodopus</i>											
FAMILIA LUTJANIDAE											
<i>Hoplopagrus guentherii</i>			1.23			30.03					
<i>Lutjanus viridis</i>						49.4					
FAMILIA GERREIDAE											
<i>Gerres simillimus</i>				12.7							

	Rhodophyta	Phaeophytes	Chlorophyceae	Polyquetos	Huevo de peces	Pece s	Moni s	Chaetognato s	Salpa s	Hydrozo a	Amphipodo s
FAMILIA HAEMULIDAE											
<i>Haemulon flaviguttatum</i>				31	15						3.4
<i>Haemulon maculicauda</i>						2.72					
<i>Haemulon sexfasciatum</i>				9							
<i>Microlepidotus inornatus</i>				15							
FAMILIA MULLIDAE											
<i>Mulloidichthys dentatus</i>				12							
FAMILIA KYPHOSIDAE											
<i>Kyphosus analogus</i>	10	57.08	21.16								
<i>Kyphosus elegans</i>		50	40								
FAMILIA CHAETODONTIDAE											
<i>Chaetodon humeralis</i>			10	16.7						11.7	13.3
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>			10								
FAMILIA POMACANTHIDAE											
<i>Holacanthus clarionensis</i>			5							2	
<i>Holacanthus passer</i>	10	15	15		10						
FAMILIA CIRRHIRIDAE											
<i>Cirrhichthys oxycephalus</i>											
<i>Cirrhites rivulatus</i>				10		50					
SUBORDEN LABROIDEI											
FAMILIA POMACENTRIDAE											
<i>Abudefduf troschelii</i>	1.2		0.4	5.9	9.2	5			10.6		
<i>Chromis atrilobata</i>										1.8	
<i>Chromis limbaughi</i>					32						
<i>Microspathodon bairdii</i>	76	16	6								
<i>Microspathodon dorsalis</i>	46		12								
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	3.4	3.4	3.4	5.6			25				
<i>Stegastes flavilatus</i>		15	15	16							
<i>Stegastes rectifraenum</i>		3.04	1.88		0.36						
FAMILIA LABRIDAE											
<i>Bodianus diplotaenia</i>				10.6							

	Rhodophyta	Phaeophytes	Chlorophyceae	Polyquetos	Huevo de peces	Pece s	Moni s	Chaetognato s	Salpa s	Hydrozo a	Amphipodo s
<i>Halichoeres chierchiae</i>				5.5							
<i>Halichoeres dispilus</i>				1.5							7.7
<i>Halichoeres melanotis</i>				17.4							
<i>Halichoeres nicholsi</i>				47							5.1
<i>Halichoeres notospilus</i>											
<i>Halichoeres semicinctus</i>											
<i>Novaculichthys taeniourus</i>			8.5	7.5							0.6
<i>Thalassoma grammaticum</i>				5.1		8.7					
<i>Thalassoma lucasanum</i>	0.27	3.04	1.88		0.36						
<i>Xyrichtys pavo</i>											5
FAMILIA SCARIDAE											
<i>Nicholsina denticulata</i>	40	17.3	20								
<i>Scarus compressus</i>	80		10								
<i>Scarus ghobban</i>	50	10	20								
<i>Scarus perrico</i>	60	20	10								
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	40	15	25								
<i>Scarus (Calotomus spp.)</i>	60	10	15								
SUBORDEN BLENNIOIDEI											
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE											
<i>Crocodilichthys gracilis</i>											
FAMILIA BLENNIIDAE											
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	62		7		5						
<i>Plagiotremus azaleus</i>											
FAMILIA LABRISOMIDAE											
<i>Labrisomus multiporosus</i>				10		10.5					13
<i>Labrisomus xanti</i>											
<i>Malacoctenus hubbsi</i>											
<i>Malacoctenus margaritae</i>				10		10					
SUBORDEN ACANTHUROIDEI											
FAMILIA ZANCLIDAE											
<i>Zanclus cornutus</i>	5.7		5.4	1							0.5

	Rhodophyta	Phaeophytes	Chlorophyceae	Polyquetos	Huevo de peces	Pece s	Moni	Chaetognato s	Salpa s	Hydrozo a	Amphipodo s
FAMILIA ACANTHURIDAE											
<i>Acanthurus nigricans</i>	69.2	20.8	10				13.41				
<i>Acanthurus triostegus</i>	29.15		42.40				2				
<i>Acanthurus xanthopterus</i>					13.6			37.1	18.6	10	1
<i>Prionurus laticlavus</i>	30	20	20								
<i>Prionurus punctatus</i>	33.52	15.83	13.55				26.77				
SUBORDEN SCOMBROIDEI											
FAMILIA SCOMBRIDAE											
<i>Euthynnus lineatus</i>						59.7					
ORDEN											
TETRAODONTIFORMES											
SUBORDEN BALISTOIDEI											
FAMILIA BALISTIDAE											
<i>Balistes polylepis</i>	3		3.49	1.3		1.29					
<i>Pseudobalistes naufragium</i>				5							
<i>Sufflamen verres</i>		2.5									14.5
SUBORDEN											
TETRAODONTOIDEI											
FAMILIA TETRAODONTIDAE											
<i>Arothron hispidus</i>			3.8								
<i>Arothron meleagris</i>	1.4	1	1.4	1							
<i>Canthigaster punctatissima</i>	42.5		9.4	6						1	
<i>Sphoeroides lobatus</i>	2.2	2.2	2.2	7.6							5.7
SUBORDEN											
TETRAODONTOIDEI											
FAMILIA DIODONTIDAE											
<i>Chilomycterus reticulatus</i>											
<i>Diodon holocanthus</i>											
<i>Diodon hystrix</i>											

	Braquiuros	Camarones	Isópodos	Equinoidea	Ophiuroidea	Asteroidea	Porifera	Pocilloporidae	Pelecípodos	Gastropoda
PHYLUM CHORDATA										
SUBPHYLUM VERTEBRATA										
CLASE CHONDRICHTHYES										
SUBCLASE ELASMOBRANCHII										
ORDEN MYLIOBATIFORMES										
FAMILIA MYLIOBATIDAE										
<i>Rhinoptera steindachneri</i>								46.6	53.4	
CLASE ACTINOPTERYGII										
SUBCLASE NEOPTERYGII										
ORDEN ELOPIFORMES										
FAMILIA ELOPIDAE										
<i>Elops affinis</i>			10							
ORDEN ANGUILLIFORMES										
SUBORDEN MURAENOIDEI										
FAMILIA MURAENIDAE										
<i>Gymnothorax castaneus</i>	8.2		33.69							
<i>Muraena lentiginosa</i>	20		20							
ORDEN AULOPIFORMES										
SUBORDEN SYNODONTOIDEI										
FAMILIA SYNODONTIDAE										
<i>Synodus lacertinus</i>			0.5							
ORDEN BERYCIFORMES										
SUBORDEN BERYCOIDEI										
FAMILIA HOLOCENTRIDAE										
<i>Myripristis leiognathos</i>			11.8							
<i>Sargocentron suborbitalis</i>			11						5	
ORDEN GASTEROSTEIFOMES										
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI										
FAMILIA FISTULARIIDAE										
<i>Fistularia commersonii</i>										

	Braquiuros	Camarones	Isópodos	Equinoidea	Ophiuroidea	Asteroidea	Porifera	Pocilloporidae	Pelecípodos	Gastropoda
ORDEN SCORPAENIFORMES										
SUBORDEN SCORPAENOIDEI										
FAMILIA SCORPAENIDAE										
<i>Scorpaena mystes</i>		18.7								
ORDEN PERCIFORMES										
SUBORDEN PERCOIDEI										
FAMILIA SERRANIDAE										
<i>Alphestes multiguttatus</i>	77	6.8								
<i>Cephalopholis panamensis</i>	17.2	20.7								
<i>Epinephelus labriformis</i>	21.1	10.6		5.3						
<i>Mycteroperca rosacea</i>										
<i>Paranthias colonus</i>								0.21	2.89	
<i>Rypticus nigripinnis</i>	9.6	34.2								
<i>Serranus spp.</i>	17.6	29.4								
<i>Serranus psittacinus</i>	7.8	9.7								
FAMILIA APOGONIDAE										
<i>Apogon retrosella</i>	23.7	49	1.1							
FAMILIA NEMATISTIIDAE										
<i>Nematistius pectoralis</i>										
FAMILIA CARANGIDAE										
<i>Caranx caballus</i>										
<i>Caranx caninus</i>	8									
<i>Caranx melampygus</i>	5.9									
<i>Gnathanodon speciosus</i>		4	1							8.4
<i>Trachinotus rhodopus</i>								70	30	
FAMILIA LUTJANIDAE										
<i>Hoplopagrus guentherii</i>				16.95				15.4	12.08	
<i>Lutjanus viridis</i>	29.8	2.3							13	
FAMILIA GERREIDAE										
<i>Gerres simillimus</i>		8.7						23	14.5	

	Braquiuros	Camarones	Isópodos	Equinoidea	Ophiuroidea	Asteroidea	Porifera	Pocilloporidae	Pelecípodos	Gastropoda
FAMILIA HAEMULIDAE										
<i>Haemulon flaviguttatum</i>		33.6	2.7						1.6	2.1
<i>Haemulon maculicauda</i>		76.53								
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	40			10	8					15
<i>Microlepidotus inornatus</i>	8	4		20	5				6	3
FAMILIA MULLIDAE										
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	22		10					1.25	12.33	20
FAMILIA KYPHOSIDAE										
<i>Kyphosus analogus</i>										
<i>Kyphosus elegans</i>										
FAMILIA CHAETODONTIDAE										
<i>Chaetodon humeralis</i>		15								
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>							70			
FAMILIA POMACANTHIDAE										
<i>Holacanthus clarionensis</i>							80			
<i>Holacanthus passer</i>							20			
FAMILIA CIRRHIRIDAE										
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>		7.5		7.1						
<i>Cirrhites rivulatus</i>		15	5							
SUBORDEN LABROIDEI										
FAMILIA POMACENTRIDAE										
<i>Abudefduf troschelii</i>										
<i>Chromis atrilobata</i>		2.1								5.1
<i>Chromis limbaughi</i>		10								
<i>Microspathodon bairdii</i>		2.2							1.2	5.9
<i>Microspathodon dorsalis</i>				7			8	2	3	7
<i>Stegastes acapulcoensis</i>				3.3				0.6		
<i>Stegastes flavilatus</i>			10				10		5	5
<i>Stegastes rectifraenum</i>			1.43	3.04			0.71		3.49	3.13
FAMILIA LABRIDAE										
<i>Bodianus diplotaenia</i>		6		14.4	19.5				8	3.7

	Braquiuros	Camarones	Isópodos	Equinoidea	Ophiuroidea	Astroidea	Porifera	Pocilloporidae	Pelecípodos	Gastropoda
<i>Halichoeres chierchiae</i>		5.5		3	15.5				14.5	13.5
<i>Halichoeres dispilus</i>		10.8		1.7	3.1					
<i>Halichoeres melanotis</i>	22.3			17.9	7.3				7.7	12.14
<i>Halichoeres nicholsi</i>		6.5							5	5.3
<i>Halichoeres notospilus</i>				7	10.2				10	21.3
<i>Halichoeres semicinctus</i>	18.8			20	7				25.1	21.3
<i>Novaculichthys taeniourus</i>		6.3	3.1						27.9	30
<i>Thalassoma grammaticum</i>		6.5	6	5.3	7.5					11.4
<i>Thalassoma lucasanum</i>			1.43	3.04			0.71		3.49	3.13
<i>Xyrichtys pavo</i>	7								42	40
FAMILIA SCARIDAE										
<i>Nicholsina denticulata</i>								20		
<i>Scarus compressus</i>								7	0.4	0.4
<i>Scarus ghobban</i>								10		
<i>Scarus perrico</i>								10		
<i>Scarus rubroviolaceus</i> Bleeker, 1847								20		
<i>Scarus (Calotomus spp.)</i>								10		
SUBORDEN BLENNIOIDEI										
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE										
<i>Crocodylichthys gracilis</i>										
FAMILIA BLENNIIDAE										
<i>Ophioblennius steindachneri</i>					10					5
<i>Plagiotremus azaleus</i>										
FAMILIA LABRISOMIDAE										
<i>Labrisomus multiporosus</i>				10.5	12.3					16.5
<i>Labrisomus xanti</i>	65		5							7
<i>Malacoctenus hubbsi</i>			20		80					
<i>Malacoctenus margaritae</i>	27.9			10	20					20
SUBORDEN ACANTHUROIDEI										
FAMILIA ZANCLIDAE										
<i>Zanclus cornutus</i>							84.5		0.9	

	Braquiuros	Camarones	Isopodos	Equinoidea	Ophiuroidea	Asteroidea	Porifera	Pocilloporidae	Pelecipodos	Gastropoda
FAMILIA ACANTHURIDAE										
<i>Acanthurus nigricans</i>										
<i>Acanthurus triostegus</i>										
<i>Acanthurus xanthopterus</i>										
<i>Prionurus laticlavus</i>										
<i>Prionurus punctatus</i>										
SUBORDEN SCOMBROIDEI										
FAMILIA SCOMBRIDAE										
<i>Euthynnus lineatus</i>										
ORDEN TETRAODONTIFORMES										
SUBORDEN BALISTOIDEI										
FAMILIA BALISTIDAE										
<i>Balistes polylepis</i>										
				10.96			1.21		34.76	4.99
<i>Pseudobalistes naufragium</i>										
				72	4				5	
<i>Sufflamen verres</i>										
	2.4		2.5	25						13.2
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI										
FAMILIA TETRAODONTIDAE										
<i>Arothron hispidus</i>										
				28.1	13.4	8.4	2.9			
<i>Arothron meleagris</i>										
				26.26		1	12.53	14.72		
<i>Canthigaster punctatissima</i>										
				12.2			2.4	7.7	7.8	
<i>Sphoeroides lobatus</i>										
			5	6.9	6				16	9.6
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI										
FAMILIA DIODONTIDAE										
<i>Chilomycterus reticulatus</i>										
	21		20							56
<i>Diodon holocanthus</i>										
				55			5			
<i>Diodon hystrix</i>										
				11.6					12.8	67.7

	Crustacea	Cangrejos	Sipuncula	Stomatopoda	Prosobranquios	Octopoda	Cephalopoda	Remanentes de peces	Diatomeas
PHYLUM CHORDATA									
SUBPHYLUM VERTEBRATA									
CLASE CHONDRICHTHYES									
SUBCLASE ELASMOBRANCHII									
ORDEN MYLIOBATIFORMES									
FAMILIA MYLIOBATIDAE									
<i>Rhinoptera steindachneri</i>									
CLASE ACTINOPTERYGII									
SUBCLASE NEOPTERYGII									
ORDEN ELOPIFORMES									
FAMILIA ELOPIDAE									
<i>Elops affinis</i>									
ORDEN ANGUILLIFORMES									
SUBORDEN MURAENOIDEI									
FAMILIA MURAENIDAE									
<i>Gymnothorax castaneus</i>				22.75					
<i>Muraena lentiginosa</i>									
ORDEN AULOPIFORMES									
SUBORDEN SYNODONTOIDEI									
FAMILIA SYNODONTIDAE									
<i>Synodus lacertinus</i>							5		
ORDEN BERYCIFORMES									
SUBORDEN BERYCOIDEI									
FAMILIA HOLOCENTRIDAE									
<i>Myripristis leiognathos</i>		25.2		2.8				9.3	
<i>Sargocentron suborbitalis</i>		70							
ORDEN GASTEROSTEIFOMES									
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI									
FAMILIA FISTULARIIDAE									
<i>Fistularia commersonii</i>									

	Crustacea	Cangrejos	Sipuncula	Stomatopoda	Prosobranquios	Octopoda	Cephalopoda	Remanentes de peces	Diatomeas
ORDEN SCORPAENIFORMES									
SUBORDEN SCORPAENOIDEI									
FAMILIA SCORPAENIDAE									
<i>Scorpaena mystes</i>		31.3				6.2			
ORDEN PERCIFORMES									
SUBORDEN PERCOIDEI									
FAMILIA SERRANIDAE									
<i>Alphesthes multiguttatus</i>									
<i>Cephalopholis panamensis</i>	3.7			12.4					
<i>Epinephelus labriformis</i>				16.6		7			
<i>Mycteroperca rosacea</i>									
<i>Paranthias colonus</i>									
<i>Rypticus nigripinnis</i>				8.3					
<i>Serranus spp</i>				8					
<i>Serranus psittacinus</i>				8.9					
FAMILIA APOGONIDAE									
<i>Apogon retrosella</i>									
FAMILIA NEMATISTIIDAE									
<i>Nematistius pectoralis</i>							1.82		
FAMILIA CARANGIDAE									
<i>Caranx caballus</i>									
<i>Caranx caninus</i>									
<i>Caranx melampygus</i>				3.5					
<i>Gnathanodon speciosus</i>									
<i>Trachinotus rhodopus</i>									
FAMILIA LUTJANIDAE									
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	14.12								
<i>Lutjanus viridis</i>						3.1			
FAMILIA GERREIDAE									
<i>Gerres simillimus</i>		27	6	2.8					

	Crustacea	Cangrejos	Sipuncula	Stomatopoda	Prosobranquios	Octopoda	Cephalopoda	Remanentes de peces	Diatomeas
FAMILIA HAEMULIDAE									
<i>Haemulon flaviguttatum</i>		8.1							
<i>Haemulon maculicauda</i>				11					
<i>Haemulon sexfasciatum</i>			8						
<i>Microlepidotus inornatus</i>			25.5						
FAMILIA MULLIDAE									
<i>Mulloidichthys dentatus</i>				6					
FAMILIA KYPHOSIDAE									
<i>Kyphosus analogus</i>									
<i>Kyphosus elegans</i>									
FAMILIA CHAETODONTIDAE									
<i>Chaetodon humeralis</i>									
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>									
FAMILIA POMACANTHIDAE									
<i>Holacanthus clarionensis</i>									
<i>Holacanthus passer</i>	20								
FAMILIA CIRRHIRIDAE									
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>		67.5							
<i>Cirrhites rivulatus</i>									
SUBORDEN LABROIDEI									
FAMILIA POMACENTRIDAE									
<i>Abudefduf troschelii</i>									
<i>Chromis atrilobata</i>									
<i>Chromis limbaughi</i>									
<i>Microspathodon bairdii</i>									
<i>Microspathodon dorsalis</i>							8		
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	11.1								3.4
<i>Stegastes flavilatus</i>									
<i>Stegastes rectifraenum</i>		26.14					4.65		
FAMILIA LABRIDAE									
<i>Bodianus diplotaenia</i>		32.4							

	Crustacea	Cangrejos	Sipuncula	Stomatopoda	Prosobranquios	Octopoda	Cephalopoda	Remanentes de peces	Diatomeas
<i>Halichoeres chierchiae</i>		20.5	4					3	
<i>Halichoeres dispilus</i>		13.5	1.2						
<i>Halichoeres melanotis</i>									
<i>Halichoeres nicholsi</i>						4.3			
<i>Halichoeres notospilus</i>		24.5	6						
<i>Halichoeres semicinctus</i>									
<i>Novaculichthys taeniourus</i>									
<i>Thalassoma grammaticum</i>									
<i>Thalassoma lucasanum</i>		26.1414503						4.65	
<i>Xyrichtys pavo</i>									
FAMILIA SCARIDAE									
<i>Nicholsina denticulata</i>									
<i>Scarus compressus</i>									
<i>Scarus ghobban</i>									
<i>Scarus perrico</i>									
<i>Scarus rubroviolaceus</i> Bleeker, 1847									
<i>Scarus (Calotomus spp.)</i>									
SUBORDEN BLENNIOIDEI									
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE									
<i>Crocodylichthys gracilis</i>									
FAMILIA BLENNIIDAE									
<i>Ophioblennius steindachneri</i>									10
<i>Plagiotremus azaleus</i>								100	
FAMILIA LABRISOMIDAE									
<i>Labrisomus multiporosus</i>		27.2							
<i>Labrisomus xanti</i>									
<i>Malacoctenus hubbsi</i>									
<i>Malacoctenus margaritae</i>									
SUBORDEN ACANTHUROIDEI									
FAMILIA ZANCLIDAE									
<i>Zanclus cornutus</i>									

	Crustacea	Cangrejos	Sipuncula	Stomatopoda	Prosobranquios	Octopoda	Cephalopoda	Remanentes de peces	Diatomeas
FAMILIA ACANTHURIDAE									
<i>Acanthurus nigricans</i>									
<i>Acanthurus triostegus</i>									
<i>Acanthurus xanthopterus</i>									
<i>Prionurus laticlavus</i>									
<i>Prionurus punctatus</i>									
SUBORDEN SCOMBROIDEI									
FAMILIA SCOMBRIDAE									
<i>Euthynnus lineatus</i>							39.6		
ORDEN TETRAODONTIFORMES									
SUBORDEN BALISTOIDEI									
FAMILIA BALISTIDAE									
<i>Balistes polylepis</i>	30								
<i>Pseudobalistes naufragium</i>		6							
<i>Sufflamen verres</i>		3.7							
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI									
FAMILIA TETRAODONTIDAE									
<i>Arothron hispidus</i>									
<i>Arothron meleagris</i>									
<i>Canthigaster punctatissima</i>			1.2						
<i>Sphoeroides lobatus</i>		20.4							
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI									
FAMILIA DIODONTIDAE									
<i>Chilomycterus reticulatus</i>									
<i>Diodon holocanthus</i>		12.9			27.1				
<i>Diodon hystrix</i>		7.9							

	Ostracoda	Detritos	Polyplacophora
PHYLUM CHORDATA			
SUBPHYLUM VERTEBRATA			
CLASE CHONDRICHTHYES			
SUBCLASE ELASMOBRANCHII			
ORDEN MYLIOBATIFORMES			
FAMILIA MYLIOBATIDAE			
<i>Rhinoptera steindachneri</i>			
CLASE ACTINOPTERYGII			
SUBCLASE NEOPTERYGII			
ORDEN ELOPIFORMES			
FAMILIA ELOPIDAE			
<i>Elops affinis</i>			
ORDEN ANGUILLIFORMES			
SUBORDEN MURAENOIDEI			
FAMILIA MURAENIDAE			
<i>Gymnothorax castaneus</i>			
<i>Muraena lentiginosa</i>			
ORDEN AULOPIFORMES			
SUBORDEN SYNODONTOIDEI			
FAMILIA SYNODONTIDAE			
<i>Synodus lacertinus</i>			
ORDEN BERYCIFORMES			
SUBORDEN BERYCOIDEI			
FAMILIA HOLOCENTRIDAE			
<i>Myripristis leiognathos</i>			
<i>Sargocentron suborbitalis</i>			
ORDEN GASTEROSTEIFOMES			
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI			
FAMILIA FISTULARIIDAE			
<i>Fistularia commersonii</i>			

	Ostracoda	Detritos	Polyplacophora
ORDEN SCORPAENIFORMES			
SUBORDEN SCORPAENOIDEI			
FAMILIA SCORPAENIDAE			
<i>Scorpaena mystes</i>			
ORDEN PERCIFORMES			
SUBORDEN PERCOIDEI			
FAMILIA SERRANIDAE			
<i>Alphestes multiguttatus</i>			
<i>Cephalopholis panamensis</i>			
<i>Epinephelus labriformis</i>			
<i>Mycteroperca rosacea</i>			
<i>Paranthias colonus</i>	91.2		
<i>Rypticus nigripinnis</i>			
<i>Serranus spp</i>			
<i>Serranus psittacinus</i>			
FAMILIA APOGONIDAE			
<i>Apogon retrosella</i>			
FAMILIA NEMATISTIIDAE			
<i>Nematistius pectoralis</i>			
FAMILIA CARANGIDAE			
<i>Caranx caballus</i>			
<i>Caranx caninus</i>			
<i>Caranx melampygus</i>			
<i>Gnathanodon speciosus</i>			
<i>Trachinotus rhodopus</i>			
FAMILIA LUTJANIDAE			
<i>Hoplopagrus guentherii</i>			
<i>Lutjanus viridis</i>			
FAMILIA GERREIDAE			
<i>Gerres simillimus</i>			

	Ostracoda	Detritos	Polyplacophora
FAMILIA HAEMULIDAE			
<i>Haemulon flaviguttatum</i>			
<i>Haemulon maculicauda</i>			
<i>Haemulon sexfasciatum</i>			10
<i>Microlepidotus inornatus</i>			
FAMILIA MULLIDAE			
<i>Mulloidichthys dentatus</i>			
FAMILIA KYPHOSIDAE			
<i>Kyphosus analogus</i>		10	
<i>Kyphosus elegans</i>		10	
FAMILIA CHAETODONTIDAE			
<i>Chaetodon humeralis</i>			
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>			
FAMILIA POMACANTHIDAE			
<i>Holacanthus clarionensis</i>			
<i>Holacanthus passer</i>			
FAMILIA CIRRHIRIDAE			
<i>Cirrhichthys oxycephalus</i>			
<i>Cirrhites rivulatus</i>			
SUBORDEN LABROIDEI			
FAMILIA POMACENTRIDAE			
<i>Abudefduf troschelii</i>			
<i>Chromis atrilobata</i>			
<i>Chromis limbaughi</i>			
<i>Microspathodon bairdii</i>			
<i>Microspathodon dorsalis</i>			
<i>Stegastes acapulcoensis</i>		3.4	
<i>Stegastes flavilatus</i>			
<i>Stegastes rectifraenum</i>	8.41		
FAMILIA LABRIDAE			
<i>Bodianus diplotaenia</i>			

	Ostracoda	Detritos	Polyplacophora
<i>Halichoeres chierchiae</i>			
<i>Halichoeres dispilus</i>			
<i>Halichoeres melanotis</i>			
<i>Halichoeres nicholsi</i>	5.9		
<i>Halichoeres notospilus</i>			
<i>Halichoeres semicinctus</i>			
<i>Novaculichthys taeniourus</i>			
<i>Thalassoma grammaticum</i>			
<i>Thalassoma lucasanum</i>	8.41		
<i>Xyrichtys pavo</i>			
FAMILIA SCARIDAE			
<i>Nicholsina denticulata</i>			
<i>Scarus compressus</i>			
<i>Scarus ghobban</i>			
<i>Scarus perrico</i>			
<i>Scarus rubroviolaceus</i> Bleeker, 1847			
<i>Scarus (Calotomus spp.)</i>			
SUBORDEN BLENNIOIDEI			
FAMILIA TRIPTERYGIIDAE			
<i>Crocodilichthys gracilis</i>			
FAMILIA BLENNIIDAE			
<i>Ophioblennius steindachneri</i>			
<i>Plagiotremus azaleus</i>			
FAMILIA LABRISOMIDAE			
<i>Labrisomus multiporosus</i>			
<i>Labrisomus xanti</i>			20
<i>Malaccoctenus hubbsi</i>			
<i>Malaccoctenus margaritae</i>			
SUBORDEN ACANTHUROIDEI			
FAMILIA ZANCLIDAE			
<i>Zanclus cornutus</i>			

	Ostracoda	Detritos	Polyplacophora
FAMILIA ACANTHURIDAE			
<i>Acanthurus nigricans</i>			
<i>Acanthurus triostegus</i>			
<i>Acanthurus xanthopterus</i>			
<i>Prionurus laticlavus</i>			
<i>Prionurus punctatus</i>			
SUBORDEN SCOMBROIDEI			
FAMILIA SCOMBRIDAE			
<i>Euthynnus lineatus</i>			
ORDEN TETRAODONTIFORMES			
SUBORDEN BALISTOIDEI			
FAMILIA BALISTIDAE			
<i>Balistes polylepis</i>			
<i>Pseudobalistes naufragium</i>			
<i>Sufflamen verres</i>			
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI			
FAMILIA TETRAODONTIDAE			
<i>Arothron hispidus</i>			
<i>Arothron meleagris</i>			
<i>Canthigaster punctatissima</i>			
<i>Sphoeroides lobatus</i>			
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI			
FAMILIA DIODONTIDAE			
<i>Chilomycterus reticulatus</i>			
<i>Diodon holocanthus</i>			
<i>Diodon hystrix</i>			

Tabla 2.- Atributos ecológicos en los dos tipos de complejidad estructural del hábitat y época del año. Alta complejidad estructural del hábitat (ACEH) y baja complejidad estructural del hábitat (BCEH), época fría (EF), época cálida (EC) primer año de muestreo (1), segundo año de muestreo (2).

Atributos ecológicos	ACEH				BCEH			
	EF1	EC1	EF2	EC2	EF1	EC1	EF2	EC2
Riqueza de especies	25.43	20.83	25.30	27.38	15.21	17.33	20.10	15
Abundancia	448.5	315.17	501.5	401	316	390.08	493.9	318.38
Diversidad	3.01	3.17	2.94	3.31	2	2.72	3.04	3.31
Equidad	0.64	0.73	0.63	0.70	0.55	0.67	0.70	0.77

Tabla 3.-Espectro trófico del tamboril de oro, *Arothron meleagris* en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

ESPECIES	FA	%FA	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
Alga no identificada	38	37.62	0	0	4.61	0.21	7.79	0.13
Division Chlorophyta								
<i>Cladophora</i> spp.	9	8.91	0	0	1.3	0.06	0.52	0.01
<i>Ulva lactuca</i>	29	28.71	0	0	1.85	0.08	2.39	0.04
Division Phaeophyta								
<i>Dictyopteris undulata</i>	13	12.87	0	0	3.4	0.15	1.97	0.03
<i>Dictyota dichotoma</i>	23	22.77	0	0	1.65	0.07	1.69	0.03
<i>Gracilaria</i> spp.	11	10.89	0	0	0.91	0.04	0.45	0.01
<i>Padina durvillaei</i>	32	31.68	0	0	13.46	0.6	19.16	0.31
Division Rhodophyta								
<i>Amphiroa beauvosii</i>	49	47.52	0	0	16.03	0.72	34.22	0.56
<i>Ceramium flaccidum</i>	13	12.87	0	0	1.77	0.08	1.02	0.02
<i>Hypnea</i> spp.	38	37.62	0	0	5.55	0.25	9.39	0.15
<i>Jania adherens</i>	17	16.83	0	0	2.45	0.11	1.86	0.03
<i>Polysiphonia pacifica</i>	23	22.77	0	0	6.23	0.28	6.37	0.1
Phylum Cnidaria								
Pocilloporidae								
<i>Pocillopora</i> spp.	50	49.5	0	0	327.51	14.72	728.51	11.85
Poritidae								

ESPECIES	FA	%FA	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<i>Porites</i> spp.	27	26.73	0	0	247.31	11.11	297.06	4.83
Phylum Crustacea								
Palinuridae								
<i>Panulirus inflatus</i>	8	7.92	0	0	31.46	1.41	11.2	0.18
<i>Panulirus interruptus</i>	1	0.99	0	0	34.68	1.56	1.54	0.03
Balanidae								
<i>Balanus</i> spp.	1	0.99	7	5.26	3.15	0.14	5.35	0.09
Phylum Mollusca								
Clase Gastropoda								
<i>Notoacmea fascicularis</i>	4	3.96	8	6.02	9.9	0.44	25.58	0.42
<i>Phenacolepas malonei</i>	4	3.96	4	3.01	3.7	0.17	12.57	0.2
Hipponicidae								
<i>Hipponix panamensis</i>	3	2.97	6	4.51	39.68	1.78	18.7	0.3
Calyptraeacea								
<i>Crepidula aculeata</i>	2	1.98	4	3.01	12.02	0.54	7.03	0.11
<i>Crepidula arenata</i>	11	10.89	26	19.55	45.28	2.03	235.07	3.82
Clase Pelecypoda								
Mytilidae								
<i>Lithophaga</i> spp.	4	3.96	5	3.76	42.88	1.93	22.52	0.37
Ostreidae								
<i>Ostrea fisheri</i>	1	0.99	1	0.75	1.06	0.05	0.79	0.01
Clase Bivalvia								
Tellinidae								
<i>Tellina</i> spp.	8	7.92	14	10.53	43.52	1.96	98.86	1.61
Phylum Echinodermata								
Cidaridae								
<i>Eucidaris thourarsii</i>	1	0.99	0	0	24.43	1.1	1.09	0.02
Echinometridae								
<i>Echinometra vanbrunti</i>	66	65.35	0	0	549.86	24.71	1614.49	26.26
Astroidea								
<i>Phanataria unifacialis</i>	1	0.99	1	0.75	21.96	0.99	1.72	0.03
Orden Scleractinia								
MONI	74	73.27	0	0	568.66	25.55	1872.07	30.45
Annelida								
Polichaeta	1	0.99	0	0	20.6	0.93	0.92	0.01

ESPECIES	FA	%FA	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
Bryozoa	20	18.81	20	15.04	56.1	2.52	330.3	5.37
Phylum Porifera	30	29.7	30	22.56	75.29	3.38	770.48	12.53
TOTALES	101	605.94	133	100	2225.56	100	6148.2	100

Tabla 4.- Espectro trófico de *S. rectifraenum* en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

ESPECIES	FA	%FA	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
División Chlorophyta								
<i>Bryopsis</i> spp.	40	80	0	0	25.42	12.02	961.59	11.08
<i>Ulva linza</i>	24	48	0	0	27.31	12.91	619.87	7.14
<i>Rhizoclonium</i> spp.	35	70	0	0	18.19	8.60	601.99	6.94
<i>Cladophora</i> spp.	19	38	0	0	6.40	3.03	115.01	1.33
División Phaeophyta								
<i>Ectocarus</i> spp.	36	72	0	0	19.10	9.03	650.12	7.49
<i>Dictyota crenulata</i>	19	38	0	0	5.56	2.63	99.91	1.15
<i>Ulva lactuca</i>	3	6	0	0	1.90	0.90	5.39	0.06
División Rhodophyta								
<i>Jania mexicana</i>	28	56	0	0	18.66	8.82	494.00	5.69
<i>Herposiphonia</i> spp.	25	50	0	0	8.44	3.99	199.53	2.30
<i>Gracilaria</i> spp.	25	50	0	0	8.11	3.83	191.62	2.21
<i>Amphiroa valonioides</i>	5	10	0	0	1.52	0.72	7.17	0.08
<i>Gracilaria</i> spp.	1	2	0	0	0.46	0.22	0.43	0.00
Mollusca								
Gastropoda								
<i>Cerithium</i> spp.	20	40	57	17.81	8.23	3.89	868.14	10
<i>Olivella</i> spp.	18	36	64	20.00	7.24	3.42	843.16	9.72
Bivalbia								
Bivalvos	2	4	2	0.63	0.52	0.25	3.49	0.04
Restos de concha	27	54	0	0.00	12.02	5.69	307.03	3.54
Crustacea								
Copepoda								
Copepodos bentónicos	21	42	172	53.75	8.11	3.83	2418.50	27.87

ESPECIES	FA	%FA	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
Brachyura								
<i>Eriphia verrucosa</i> .	9	18	9	2.81	4.92	2.33	92.50	1.07
Equinoidea								
<i>Eucidaris thouarsii</i>	2	4	2	0.63	1.31	0.62	4.97	0.06
Tunicados	5	10	13	4.06	8.30	3.92	79.87	0.92
Escamas peces	1	2	1	0.31	0.01	0.01	0.64	0.01
MONI	5	10	0	0.00	14.76	6.98	69.79	0.80
Arena	9	18	0	0.00	5.02	2.37	42.73	0.49
Totales	50	0	320	100	211.48	100	8677.45	100

Tabla 5.-Espectro trófico de *T. lucassanum* en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

ESPECIES	F	%F	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
División Chlorophyta	7	2.83	0	0	2.1	1.88	5.33	0.15
División Phaeophyta	5	2.02	0	0	3.4	3.04	6.16	0.18
División Rhodophyta	1	0.40	0	0	0.3	0.27	0.11	0.00
Mollusca								
Gastropoda	11	4.45	113	29.89	3.5	3.13	147.09	4.25
Crustacea								
Copepoda	1	0.40	13	3.44	0.4	0.36	1.54	0.04
Ostracoda	10	4.05	87	23.02	9.4	8.42	127.25	3.68
Isópodos	5	2.02	75	19.84	1.6	1.43	43.06	1.24
Phylum Porifera	3	1.21	0	0	0.8	0.72	0.87	0.03
Huevos no identificados	2	0.81	30	7.94	0.4	0.36	6.72	0.19
Moni	129	52.23	0	0	47.8	42.79	2234.95	64.58
Resto de cangrejos	74	29.96	0	0	29.2	26.14	783.19	22.63
Resto de conchas	10	4.05	60	15.87	3.9	3.49	78.40	2.27
Resto de crustáceos	1	0.40	0	0	0.3	0.27	0.11	0
Resto de erizo	9	3.64	0	0	3.4	3.04	11.09	0.32
Resto de peces	8	3.24	0	0	5.2	4.66	15.08	0.44
TOTALES	247		378	100	111.7	100	3460.93	100

Tabla 6.-Espectro trófico de *P. puntactus* en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

ESPECIES	FA	%FA	P	%P	IIR	%IIR
División Chlorophyta						
<i>Codium simulans</i>	8	9.30	23.12	0.41	3.79	0.05
<i>Cladophora</i> spp.	15	17.44	8.74	0.15	2.69	0.03
División Phaeophyta						
<i>Sphacelaria</i> spp.	67	77.91	168.04	2.96	230.78	2.96
<i>Dictyota flabellata</i>	54	62.79	201.32	3.55	222.84	2.86
<i>Dictyota crenulata</i>	42	48.84	162.45	2.86	139.86	1.79
<i>Padina concrescens</i>	32	37.21	94.51	1.67	61.99	0.79
<i>Dictyopteris</i> spp. A	39	45.35	120.86	2.13	96.62	1.24
<i>Dictyopteris</i> spp. B	5	5.81	23.60	0.42	2.42	0.03
División Rhodophyta						
<i>Gracilaria</i> spp.	80	93.02	535.45	9.44	878.07	11.26
<i>Amphiroa misakiensis</i>	41	47.67	75.52	1.33	63.47	0.81
<i>Amphiroa valonioides</i>	42	48.84	48.54	0.86	41.79	0.54
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	26	30.23	18.75	0.33	9.99	0.13
<i>Coralina vancouverensis</i>	12	13.95	16.40	0.29	4.03	0.05
<i>Jania mexicana</i>	82	95.35	198.35	3.50	333.39	4.27
<i>Hypnea musciformis</i>	69	80.23	349.59	6.16	494.46	6.34
<i>Polysiphonia</i> spp.	48	55.81	127.85	2.25	125.79	1.61
<i>Herposiphonia tenella</i> f. <i>Secunda</i>	57	66.28	122.93	2.17	143.63	1.84
<i>Ceramium</i> spp.	28	32.56	25.68	0.45	14.74	0.19
<i>Gelidiella aerea</i>	18	20.93	23.31	0.41	8.60	0.11
<i>Pterocladia capillacea</i>	41	47.67	145.31	2.56	122.12	1.57
<i>Galaxaura</i> spp.	12	13.95	13.82	0.24	3.40	0.04
<i>Neogoniolithon trichotomum</i>	57	66.28	95.82	1.69	111.95	1.44
MONI	85	98.84	1518.76	26.77	2646.21	33.92
Arena	64	74.42	1553.91	27.39	2038.56	26.13
TOTAL	86		5, 672.62	100	7801.21	100

Tabla 7.-Espectro trófico de *A. triostegus* en el arrecife de Los Frailes, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

ESPECIES	FA	%FA	P	%P	IIR	%IIR
Chlorophyceae						
<i>Codium simulans</i>	3	6	0.19	0.08	0.48	0.01
<i>Bryopsis</i> spp.	18	36	1.78	0.77	27.72	0.61
<i>Derbesia marina</i>	7	14	2.11	0.91	12.74	0.28
<i>Caulerpa racemosa</i>	1	2	0.15	0.06	0.12	0.00
<i>Cladophora</i> spp.	16	32	3.44	1.49	47.68	1.04
<i>Rhizoclonium</i> spp.	9	18	1.68	0.73	13.14	0.29
<i>Cladophorosis fasciculatus</i>	1	2	0.09	0.04	0.08	0.00
<i>Enteromorpha</i> spp.	1	2	0.08	0.03	0.06	0.00
<i>Ulva lactuca</i>	11	22	1.99	0.86	18.92	0.41
<i>Ulva linza</i>	28	56	94.71	40.92	2291.52	50.19
Phaeophyceae						
<i>Sphaelaria</i> spp.	10	20	1.93	0.83	16.6	0.36
<i>Dictyota crenulata</i>	14	28	2.14	0.92	25.76	0.56
<i>Dictyopteris delicatula</i>	4	8	0.74	0.32	2.56	0.06
<i>Padina concretsens</i>	1	2	0.01	0.01	0.02	0.00
<i>Lobophora</i> spp.	6	12	1.58	0.68	8.16	0.18
<i>Ectocarus</i> spp.	6	12	1.22	0.53	6.36	0.14
Rhodophyceae						
<i>Gracilaria</i> spp.	8	16	2.26	0.98	15.68	0.34
<i>Gracilaria velanoae</i>	2	4	0.07	0.03	0.12	0.00
<i>Amphiroa valonioide</i>	22	44	6.12	2.64	116.16	2.54
<i>Jania mexicana</i>	11	22	3.28	1.42	31.24	0.68
<i>Pitophillum</i> spp.	1	2	0.83	0.36	0.72	0.02
<i>Hypnea musciformis</i>	12	24	3.58	1.55	37.2	0.81
<i>Ahnfeltia</i> spp.	1	2	0.2	0.09	0.18	0.00
<i>Polysiphonia simplex</i>	27	54	16.47	7.12	384.48	8.42
<i>Herposiphonia</i> spp.	4	8	1.68	0.73	5.84	0.13
<i>Laurencia</i> spp.	22	44	5.92	2.56	112.64	2.47
<i>Centroceras</i> spp.	1	2	0.11	0.05	0.1	0.00
<i>Gelidiella</i> spp.	27	54	27.83	12.02	649.08	14.22

ESPECIES	FA	%FA	P	%P	IIR	%IIR
<i>Pterocladia</i> spp.	3	6	0.38	0.17	1.02	0.02
<i>Champia</i> spp.	14	28	3.3	1.43	40.04	0.88
<i>Porphyra</i> spp.	7	14	7.56	3.27	45.78	1.00
<i>Goniotrichum alsidii</i>	1	2	0.07	0.03	0.06	0.00
<i>Erythrotrichia</i> spp.	1	2	0.05	0.02	0.04	0.00
MONI	20	40	31.04	13.41	536.4	11.75
Arena	21	42	6.39	2.76	115.92	2.54
TOTAL	50		231.47	100	4565.88	100